

文档全称	YM310 X08 CAT1 模块硬件使用指南
版本	V2.1
页数	68
日期	2026/2/9

# YM310 X08 CAT1 模块硬件使用指南

---

V2.1



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	2025/10/28	初稿	David
V1.1	2025/11/4	增加生产焊接部分说明	David
V2.1	2026/2/9	1、增加硬件接口 2、完善休眠应用 3、完善文档错误	Yanfan

# 目 录

第 1 章 引言 .....	10
第 2 章 模块综述 .....	11
2.1 模块简介 .....	11
2.2 模块特性 .....	11
2.3 模块功能 .....	13
第 3 章 接口应用描述 .....	15
3.1 本章概述 .....	15
3.2 模块接口 .....	16
3.2.1 模块管脚分布图 .....	16
3.2.2 管脚定义 .....	17
3.3 工作模式 .....	23
3.4 电源设计 .....	24
3.4.1 主电源工作特性 .....	24
3.4.2 电压稳定性要求 .....	24
3.4.3 电源参考电路 .....	25
3.4.4 VDD_EXT 电压输出 .....	26
3.5 开关机和复位 .....	27
3.5.1 开机 .....	27
3.5.2 关机 .....	28
3.5.2.1 PWRKEY 管脚关机 .....	28
3.5.2.2 低电压自动关机 .....	29
3.5.3 复位 .....	29
3.6 UART .....	30
3.6.1 MAIN_UART .....	30
3.6.2 AUX_UART .....	31
3.6.3 DBG_UART .....	32
3.6.4 串口应用 .....	32
3.6.5 串口参考设计 .....	33
3.7 USB 接口 .....	34
3.8 USB BOOT .....	35

3.9 USIM 卡接口 .....	35
3.10 DCE 功能管脚 .....	37
3.10.1 MAIN_RI .....	37
3.10.2 MAIN_DTR .....	39
3.11 DCE 状态指示接口 .....	39
3.12 ADC 接口 .....	40
3.13 I2C 接口 .....	40
3.14 SPI 接口 .....	42
3.15 GPIO 接口 .....	42
3.15.1 普通 GPIO .....	42
3.15.2 AONGPIO .....	43
3.15.3 WAKEUP .....	43
3.16 PWM 接口 .....	43
3.17 CAMERA 接口 .....	44
3.18 I2S 数字音频接口 .....	44
3.19 工作模式 .....	45
3.19.1 最少功能模式/飞行模式 .....	45
3.19.2 串口睡眠应用 .....	45
3.19.2.1 睡眠模式 1 .....	46
3.19.2.2 睡眠模式 2 .....	46
3.19.3 USB 休眠应用 .....	47
3.19.3.1 Host 支持 USB 唤醒 .....	47
3.19.3.2 Host 支持 VBUS 唤醒 * .....	48
3.19.3.3 Host 支持 DTR 唤醒 .....	49
3.20 模式切换汇总 .....	50
3.21 射频接口 .....	50
3.21.1 天线匹配电路 .....	50
3.21.2 射频走线参考 .....	51
<b>第 4 章 总体技术指标 .....</b>	<b>53</b>
4.1 本章概述 .....	53
4.2 工作频率 .....	53
4.3 射频传导测量 .....	53
4.3.1 测试环境 .....	53
4.3.2 测试标准 .....	53

4.4 传导接收灵敏度和发射功率 .....	54
4.5 功耗特性 .....	54
<b>第 5 章 接口电气特性 .....</b>	<b>56</b>
5.1 本章概述 .....	56
5.2 工作存储温度 .....	56
5.3 绝对最大额定值 .....	56
5.4 电源额定值 .....	56
5.5 静电特性 .....	57
5.6 可靠性指标 .....	57
<b>第 6 章 结构及机械特性 .....</b>	<b>59</b>
6.1 本章概述 .....	59
6.2 外观 .....	59
6.3 机械尺寸 .....	60
<b>第 7 章 包装与生产 .....</b>	<b>62</b>
7.1 本章概述 .....	62
7.2 模块包装与存储 .....	62
7.3 生产焊接 .....	62
<b>第 8 章 附录 .....</b>	<b>64</b>
8.1 本章概述 .....	64
8.2 缩略语 .....	64
8.3 编码方式 .....	65
8.4 使用安全与注意事项 .....	68

## 图片索引

图 2-1 YM310 X08 模块功能框图 .....	14
图 3-1 YM310 X08 模块管脚分布图 (TOP 透视) .....	16
图 3-2 供电电源设计 .....	25
图 3-3 LDO 线性电源参考电路 .....	26
图 3-4 DC 开关电源参考电路 .....	26
图 3-5 开集驱动开机参考电路 .....	27
图 3-6 按键开机参考电路 .....	28
图 3-7 关机时序图 .....	29
图 3-8 复位时序图 .....	30
图 3-9 串口三线制连接方式示意图 .....	33
图 3-10 三极管电平转换参考电路 .....	33
图 3-11 电平转换芯片参考电路 .....	34
图 3-12 USB 接口参考设计 .....	35
图 3-13 6pin USIM 设计参考电路图 .....	36
图 3-14 6pin USIM 热插拔检测参考电路 .....	36
图 3-15 语音呼叫时模块用作被叫方 MAIN_RI 时序 .....	38
图 3-16 数据呼叫时模块用作被叫方 MAIN_RI 时序 .....	38
图 3-17 模块主叫时 MAIN_RI 时序 .....	38
图 3-18 收到 URC 信息或者短信时 MAIN_RI 时序 .....	39
图 3-19 网络状态指示灯电路图 .....	40
图 3-20 MCU I2C 电平转换电路 .....	41
图 3-21 MCU I2C 直连电平转换电路 .....	41
图 3-22 SPI 硬件参数参考设计 .....	42
图 3-23 睡眠模式 1 串口连接示意图 .....	46
图 3-24 睡眠模式 2 串口连接示意图 .....	47

图 3-25 HOST 支持 USB 唤醒连接示意图.....	48
图 3-26 HOST 支持 VBUS 唤醒连接示意图.....	49
图 3-27 HOST 支持 DTR 唤醒连接示意图.....	49
图 3-28 天线匹配电路.....	51
图 3-29 微带线的完整结构.....	52
图 3-30 带状线的完整结构.....	52
图 3-31 参考地为第三层 PCB 微带传输线结构.....	52
图 6-1 YM310 X08 外观图.....	59
图 6-2 YM310 X08 模组俯视图与侧视图(单位: 毫米).....	60
图 6-3 YM310 X08 模组推荐封装(单位: 毫米).....	61
图 7-1 回流焊温度曲线图(无铅工艺).....	63

## 表格索引

表 2-1 模块频段列表 .....	11
表 2-2 关键特性 .....	11
表 3-1 管脚定义 .....	17
表 3-2 IO 参数定义 .....	18
表 3-3 引脚电气特性 .....	18
表 3-4 管脚描述 .....	19
表 3-5 工作模式 .....	23
表 3-6 中断唤醒管脚说明 .....	23
表 3-7 电源管脚定义 .....	24
表 3-8 电源设计说明 .....	25
表 3-9 开关机管脚定义 .....	27
表 3-10 复位管脚定义 .....	29
表 3-11 主串口信号定义 .....	30
表 3-12 辅助串口管脚定义 .....	31
表 3-13 调试串口管脚定义 .....	32
表 3-14 USB 接口管脚定义 .....	34
表 3-15 BOOT 接口管脚定义 .....	35
表 3-16 SIM 卡信号定义 .....	36
表 3-17 MAIN_RI 管脚信号定义 .....	37
表 3-18 MAIN_RI 管脚功能描述 .....	37
表 3-19 MAIN_DTR 管脚信号定义 .....	39
表 3-20 状态指示管脚定义 .....	39
表 3-21 模块网络状态指示 .....	39
表 3-22 ADC 管脚定义 .....	40
表 3-23 I2C 管脚定义 .....	40

表 3-24 SPI 管脚定义 .....	42
表 3-25 AONGPIOI 管脚定义 .....	43
表 3-26 WAKEUP 管脚定义 .....	43
表 3-27 CAMERA 管脚定义 .....	44
表 3-28 I2S 数字音频管脚定义 .....	44
表 3-29 工作模式 .....	45
表 3-30 模式切换汇总表 .....	50
表 3-31 天线接口管脚定义 .....	50
表 4-1 LTE 工作频段表 .....	53
表 4-2 测试仪器 .....	53
表 4-3 LTE 射频灵敏度 .....	54
表 4-4 LTE 射频发射功率 .....	54
表 4-5 休眠空闲功耗 .....	54
表 4-6 LTE 数据传输功耗 .....	55
表 5-1 YM310 X08 模块工作存储温度 .....	56
表 5-2 YM310 X08 模块电压电流耐受值 .....	56
表 5-3 YM310 X08 模块工作电压 .....	56
表 5-4 YM310 X08 ESD 特性 .....	57
表 5-5 YM310 X08 可靠性测试 .....	57
表 7-1 回流工艺参数表 .....	63
表 8-1 术语缩写 .....	64
表 8-2 GPRS/EDGE 不同等级的时隙分配表 .....	65
表 8-3 GPRS 最大速率 .....	66
表 8-4 EDGE 最大速率 .....	66
表 8-5 LTE-FDD DL 最大速率 .....	66
表 8-6 LTE-FDD UL 最大速率 .....	67

# 第 1 章 引言

本档是无线解决方案产品 YM310 X08 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 X08 是一款支持中国移动频段的 LTE Cat.1 bis 应用模块，采用 EC716S/EC716E 平台设计，符合 3GPP Rel 14 技术，支持最高 10Mbps 下载速率和 5Mbps 上传速率。

YM310 X08 是 LGA 封装的贴片式模组，共有 50 个 LGA 引脚。模组尺寸仅有  $(13.45 \pm 0.1)\text{mm} \times (10.48 \pm 0.1)\text{mm} \times (1.85 \pm 0.15)\text{mm}$ 。超小超薄尺寸，超高性价比，满足小尺寸终端的低成本设计需求。

YM310 X08 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
- ◇ 路由器
- ◇ 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 3/8
LTE-TDD	Band 34/38/39/40/41

表2-2 关键特性

特性	描述
物理特性	$(13.45 \pm 0.1) \times (10.48 \pm 0.1) \times (1.85 \pm 0.15)\text{mm}$
固定方式	LGA 封装，贴片固定
工作电压	供电电压范围：3.3V - 4.3V 典型电压 3.8V
省电电流	休眠电流 < 3.5uA

应用接口	USIM 接口	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 支持一组 3.0V/1.8V USIM 卡，支持热插拔功能</li> </ul>
	USB 接口	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 符合 USB2.0 规范(仅支持从模式)，数据传输速率最大到 480Mbps</li> <li>◇ 用于 AT 命令、数据传输、软件调试和软件升级</li> <li>◇ USB 驱动支持 Windows/Linux/Android 等</li> </ul>
	UART 接口	<p>MAIN 串口(4 线):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 用于 AT 命令和数据传输</li> <li>◇ 支持 RTS 和 CTS 硬件流控</li> <li>◇ 波特率默认 115200bps，最高支持 8Mbps</li> <li>◇ 用于固件升级，支持波特率 921600bps</li> <li>◇ 支持休眠唤醒</li> </ul> <p>AUX 串口(2 线):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 用于与外设通讯</li> </ul> <p>DEBUG 串口(2 线):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 用于调试信息输出</li> <li>◇ 默认波特率为 3Mbps</li> </ul>
	通信接口	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 2 路 I2C 接口</li> <li>◇ 1 路 SPI 接口</li> <li>◇ 1 路 I2S 接口</li> </ul>
	IO 接口	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 3 路 AONGPIO</li> <li>◇ 3 路 AONGPIO/WAKEUP</li> <li>◇ 2 路 WAKEUP</li> <li>◇ 6 路 PWM</li> </ul>
	ADC 接口	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 支持 2 路 12 位采样 ADC</li> <li>◇ 电压输入范围 0~1.2V</li> </ul>
	状态指示	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ NET_STATUS 网络运行状态指示</li> <li>◇ STATUS* 模块运行状态指示</li> </ul>
	发射功率	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ LTE-FDD: Class3(23dBm+-2dB)</li> <li>◇ LTE-TDD: Class3(23dBm+1/-3dB)</li> </ul>
数据业务	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 最大支持 non-CA CAT1</li> <li>◇ 支持 1.4~20MHz 射频带宽</li> <li>◇ LTE-FDD: 最大上行速率 5Mbps, 最大下行速率 10Mbps</li> <li>◇ LTE-TDD: 上下行配置 1</li> <li>◇ 最大上行速率 4Mbps, 最大下行速率 6Mbps</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ LTE-TDD: 上下行配置 2</li> <li>◇ 最大上行速率 2Mbps, 最大下行速率 8Mbps</li> </ul>
WatchDog	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 硬件看门狗</li> </ul>
AT 指令	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 支持标准 AT 指令集(Hayes 3GPP TS 27.007 和 27.005)</li> <li>◇ 具体查询 AT 指令集</li> </ul>
网络协议	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 支持 TCP/UDP/PPP/HTTP/NITZ/CMUX/RNDIS/NTP/</li> <li>◇ HTTPS/PING/MQTT 等通信协议</li> </ul>
天线接口	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ MAIN×1, 特征阻抗 50 欧姆</li> </ul>
虚拟网卡	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 支持 USB RNDIS/ECM/PPP 网卡</li> </ul>
温度范围	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 正常工作温度-30℃ to + 75℃</li> <li>◇ 极限工作温度-40℃ to + 85℃</li> <li>◇ 存储温度-40℃ to + 90℃</li> </ul>
湿度	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ RH5%~RH95%</li> </ul>

## 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 X08 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 X08 模块功能框图如下所示:

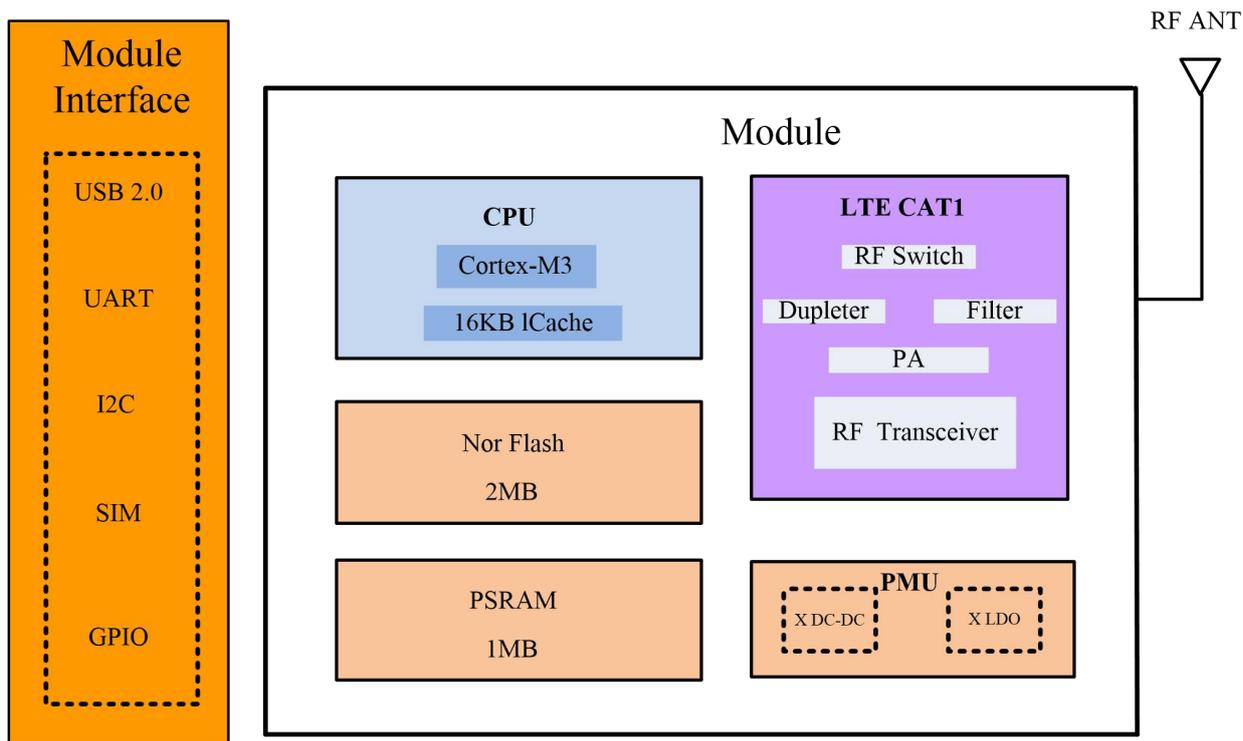


图 2-1 YM310 X08 模块功能框图

## 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。包含以下几部分：

- ◇ 管脚定义
- ◇ 工作模式
- ◇ 电源供电
- ◇ 开关机和复位
- ◇ UART
- ◇ USB 接口
- ◇ USB BOOT
- ◇ USIM 卡接口
- ◇ DCE 功能接口
- ◇ DCE 状态指示接口
- ◇ ADC 接口
- ◇ I2C 接口
- ◇ SPI 接口
- ◇ GPIO 接口
- ◇ PWM 接口
- ◇ CAMERA 接口
- ◇ I2S 数字音频接口
- ◇ 工作模式
- ◇ 工作模式切换汇总
- ◇ 射频天线接口

## 3.2 模块接口

### 3.2.1 模块管脚分布图

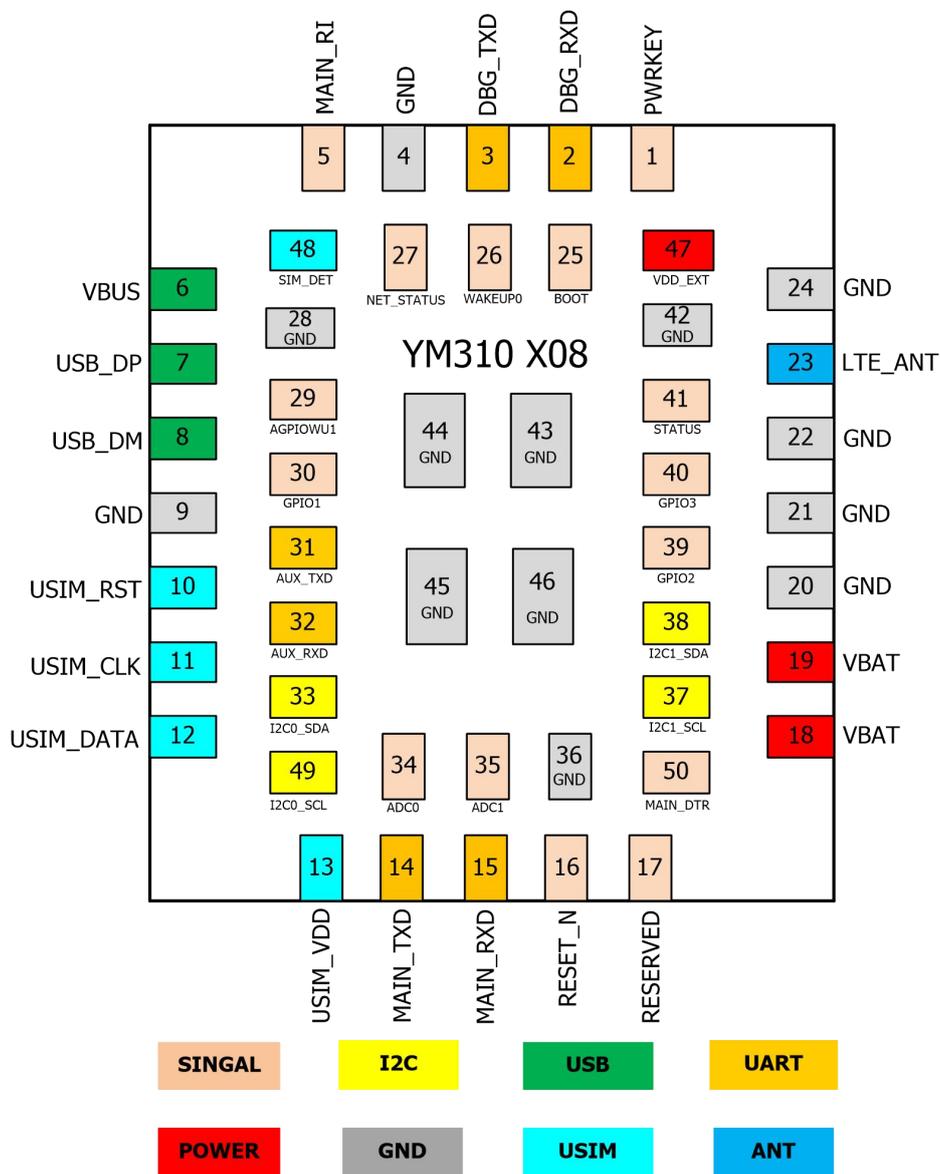


图 3-1 YM310 X08 模块管脚分布图（TOP 透视）

#### NOTE

- ✧ RESERVED 引脚需保持悬空。
- ✧ 模块 25 脚在模块成功开机前禁止上拉。

### 3.2.2 管脚定义

YM310 X08 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	PWRKEY	2	DBG_RXD
3	DBG_TXD	4	GND
5	MAIN_RI	6	VBUS
7	USB_DP	8	USB_DM
9	GND	10	USIM_RST
11	USIM_CLK	12	USIM_DATA
13	USIM_VDD	14	MAIN_TXD
15	MAIN_RXD	16	RESET_N
17	RESERVED	18	VBAT
19	VBAT	20	GND
21	GND	22	GND
23	LTE_ANT	24	GND
25	BOOT	26	WAKEUP0
27	NET_STATUS	28	GND
29	AGPIOWU1	30	GPIO1
31	AUX_TXD	32	AUX_RXD
33	I2C0_SDA	34	ADC0
35	ADC1	36	GND
37	I2C1_SCL	38	I2C1_SDA
39	GPIO2	40	GPIO3
41	STATUS	42	GND
43	GND	44	GND
45	GND	46	GND
47	VDD_EXT	48	SIM_DET
49	I2C0_SCL	50	MAIN_DTR

表3-2 IO参数定义

符号标志	描述
DIO	数字双向输入输出
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 引脚电气特性

引脚电压域	缩写	描述	最小值	典型值	最大值
LDO_AONIO (睡眠模式不掉电)	1.8V				
	VIH	输入有效高电平	$0.7 * LDO\_AONIO$	-	
	VIL	输入有效低电平		-	$0.2 * LDO\_AONIO$
	VOH	输出有效高电平	$0.8 * LDO\_AONIO$	-	
	VOL	输入有效低电平		-	$0.15 * LDO\_AONIO$
VO_LDOIO (睡眠模式掉电)	1.8V				
	VIH	输入有效高电平	$0.7 * VO\_LDOIO$	-	
	VIL	输入有效低电平		-	$0.2 * VO\_LDOIO$
	VOH	输出有效高电平	$0.8 * VO\_LDOIO$	-	
	VOL	输入有效低电平		-	$0.15 * VO\_LDOIO$
VDD18AON (睡眠模式不)					
	VIH	输入有效高	$0.7 * VDD18A$	-	

掉电)		电平	ON		
	VIL	输入有效低电平		-	0.2*VDD18AON
	VOH	输出有效高电平	0.8*VDD18A ON	-	
	VOL	输入有效低电平		-	0.15*VDD18AON

表3-4 管脚描述

电源				
管脚号	管脚定义	IO	功能描述	备注
13	USIM_VDD	PO	SIM 卡电源	自动识别 1.8V 或 3V 卡
18, 19	VBAT	PI	模块电源输入	外部电源需要提供最少 1.5A 电流
47	VDD_EXT	PO	1.8V 电压输出	常规或 PSM 输出高电平, 具备 3mA 驱动能力, 只用作参考电平
4, 9, 20-22, 24, 28, 36, 42-46			GND	
模块状态指示接口				
管脚号	管脚定义	IO	功能描述	备注
27	NET_STATUS	DO	模块网络状态指示	LDO_AONIO 电压域
41	STATUS*	DO	模块运行状态指示	LDO_AONIO 电压域, 保留功能, 待开发
调试串口				
管脚号	管脚定义	IO	功能描述	备注
2	DBG_RXD	DI	调试串口数据接收	VO_LDOIO 电压域
3	DBG_TXD	DO	调试串口数据发送	VO_LDOIO 电压域
主串口				
管脚号	管脚定义	IO	功能描述	备注
14	MAIN_TXD	DO	主串口数据发送	VO_LDOIO 电压域

15	MAIN_RXD	DI	主串口数据接收	VO_LDOIO 电压域
<b>辅助串口</b>				
<b>管脚号</b>	<b>管脚定义</b>	<b>IO</b>	<b>功能描述</b>	<b>备注</b>
31	AUX_TXD*	DO	辅助串口数据发送	VO_LDOIO 电压域
32	AUX_RXD*	DI	辅助串口数据接收	VO_LDOIO 电压域
<b>SIM 接口</b>				
<b>管脚号</b>	<b>管脚定义</b>	<b>IO</b>	<b>功能描述</b>	<b>备注</b>
10	USIM_RST	DO	USIM 卡复位	1.8V/3V
11	USIM_CLK	DO	USIM 卡时钟	1.8V/3V
12	USIM_DATA	DIO	USIM 卡时钟	1.8V/3V
13	USIM_VDD	PO	USIM 卡供电	自动识别 1.8V 或 3V SIM 卡
48	USIM_DET	DI	USIM 卡热插拔检测	VDD18AON 电压域
<b>模块开关机与复位</b>				
<b>管脚号</b>	<b>管脚定义</b>	<b>IO</b>	<b>功能描述</b>	<b>备注</b>
1	PWRKEY	DI	模块开关机信号	低电平有效，控制模块开关机
16	RESET_N	DI	模块复位信号	低电平有效
<b>BOOT 接口</b>				
<b>管脚号</b>	<b>管脚定义</b>	<b>IO</b>	<b>功能描述</b>	<b>备注</b>
25	BOOT	DI	强制下载启动	高电平有效
<b>I2C 接口</b>				
<b>管脚号</b>	<b>管脚定义</b>	<b>IO</b>	<b>功能描述</b>	<b>备注</b>
37	I2C1_SCL	DO	I2C1 总线时钟	需外部上拉电阻， VO_LDOIO 电压域
38	I2C1_SDA	DIO	I2C1 总线数据	
33	I2C0_SDA	DIO	I2C0 总线数据	需外部上拉电阻， VO_LDOIO 电压域
49	I2C0_SCL	DO	I2C0 总线时钟	
<b>SPI 接口（复用）</b>				
32	AUX_RXD (SPI0_MISO)	DO	SPI 数据输入	1.8V/3.3V
31	AUX_TXD	DO	SPI 时钟信号	1.8V/3.3V

	(SPI0_SCLK)			
39	GPIO2 (SPI0_SSN0)	DI	SPI 片选信号	1.8V/3.3V
40	GPIO3 (SPI0_MOSI)	DO	SPI 数据输出	1.8V/3.3V
<b>I2S 数字语音接口（复用接口）</b>				
30、38	GPIO1(MCLK)	DO	主时钟	1.8V/3.3V
39	USIM2_CLK(BCLK)	DO	串行位时钟	1.8V/3.3V
40、27	USIM2_DATA(LRCK)	DO	左右声道	1.8V/3.3V
32、41	AUX_RXD(DIN)	DI	数据输入	1.8V/3.3V
31、5	AUX_TXD(DOUT)	DO	数据输出	1.8V/3.3V
<b>ADC 接口</b>				
管脚号	模块管脚定义	IO	功能描述	备注
34	ADC0	AI	12bits 通用 ADC 转换	内部直连： 输入电压范围：0~1.05V 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
35	ADC1	AI	12bits 通用模数转换	
<b>射频接口</b>				
管脚号	模块管脚定义	IO	功能描述	备注
23	LTE_ANT	AIO	主天线	50 欧姆特性阻抗
<b>中断唤醒接口</b>				
5	MAIN_RI	DO	用于模块唤醒主机	LDO_AONIO 电压域，不用则悬空
50	MAIN_DTR	DI	用于主机唤醒模块	VDD18AON 电压域，睡眠态下可保持
<b>USB 接口</b>				
管脚号	模块管脚定义	IO	功能描述	备注

6	USB_VBUS	AI	USB 插入检测	建议不超过 5.25V，通过内部电阻分压
7	USB_DP	AIO	USB2.0 差分数据+	符合 USB2.0 协议规范 90 欧姆差分阻抗
8	USB_DM	AIO	USB2.0 差分数据-	
<b>其他接口</b>				
管脚号	模块管脚定义	IO	功能描述	备注
26	WAKEUP0	DI	唤醒功能引脚	VDD18AON 电压域，不用则悬空
29	AGPIOWU1	DIO	通用 GPIO	VDD18AON 电压域，睡眠态下可保持
30	GPIO1	DIO	通用 GPIO	VO_LDOIO 电压域，睡眠态下不可保持
39	GPIO2	DIO	通用 GPIO	
40	GPIO3	DIO	通用 GPIO	

## NOTE

- ✧ 二次开发 GPIO 复用功能详见对应《[X08\\_GPIO](#)》
- ✧ 电源域为 LDO\_AONIO 和 VDD18AON 的 GPIO 在休眠状态下状态能够保持。电源域为 VO\_LDOIO 的 GPIO，睡眠状态下会掉电不可保持。
- ✧ 所有 GPIO 和 wakeuppad 都支持双边沿中断；可以复用为 wakeup 的 GPIO，休眠以及唤醒状态下都能使用；其余 GPIO 唤醒状态下可用，休眠状态下不能使用；wakeup IO 可以唤醒休眠，其余 GPIO 都不可以。
- ✧ 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  
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。
- 使用 OPEN 固件  
硬件设计上保证芯片在关机状态下，VBAT 电压小于 1.8V，或者大于 3V，可选但不限于：

- 1、VBAT 长供电，PWRKEY 开关机
- 2、VBAT 断电，外设上下电由 EC716 管控，EC716 关机下外设断电
- 3、VBAT 断电，外设 IO 无对外供电能力
- 4、软件上调用相关 API 来调整 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。 OPEN 版本：通过 API 调用接口进入。
	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。 OPEN 版本：通过 API 调用接口进入。
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

- ✧ 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
-----	-----	-----	----

1	PWRKEY	开/关机	拉低开机管脚触发中断
6	VBUS	USB 插入唤醒	外部 USB 插入，拉高触发
14, 15	MAIN_TXD/RXD	主串口	串口发数据唤醒模块
50	MAIN_DTR	模块唤醒管脚	拉低触发中断唤醒

### 3.4 电源设计

YM310 X08 模块共有 2 个 VBAT 电源引脚和 1 个 VDD\_EXT 输出电源。

YM310 X08 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
5	VDD_EXT	PO	输出 1.8V 供电		1.8V	
18, 19	VBAT	PI	模块主电源	3.3V	3.8V	4.3V

#### 3.4.1 主电源工作特性

模块应用设计中，电源设计是很重要的一部分。LTE 射频工作时最大峰值电流高达 1.5A，最大发射功率下会有约 650mA 的持续工作电流，因此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 电压稳定性要求

模块电源 VBAT 电压输入范围为 3.3V~4.3V，模块在射频发射时通常会在 VBAT 电源上产生电源电压跌落现象，这是由于电源或者走线路径上的阻抗导致，一般难以避免。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 VRWM=4.7V、低钳位电压和高峰值脉冲电流 IPP 的 TVS 管。

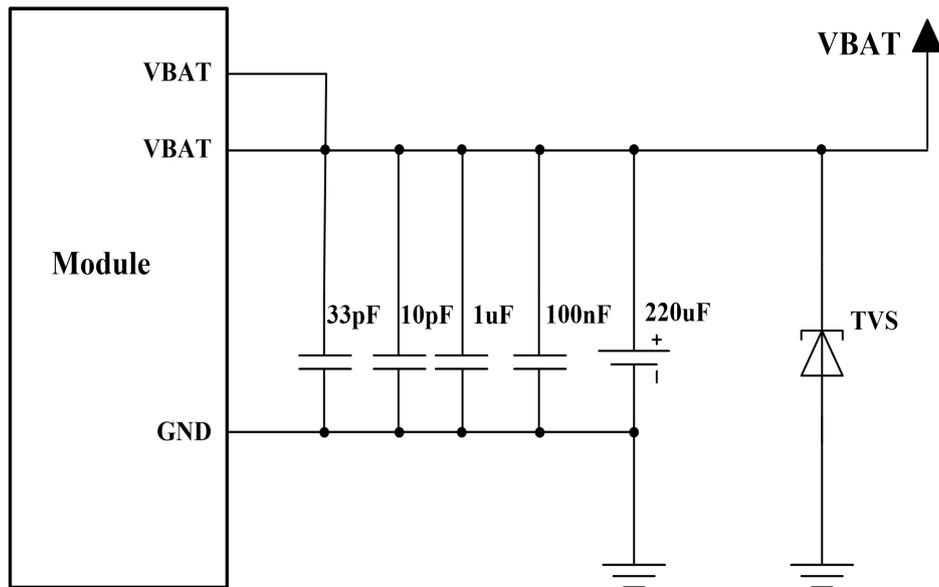


图 3-2 供电电源设计

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

电源设计对模块的稳定工作至关重要，必须选择能够提供至少 1A 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。

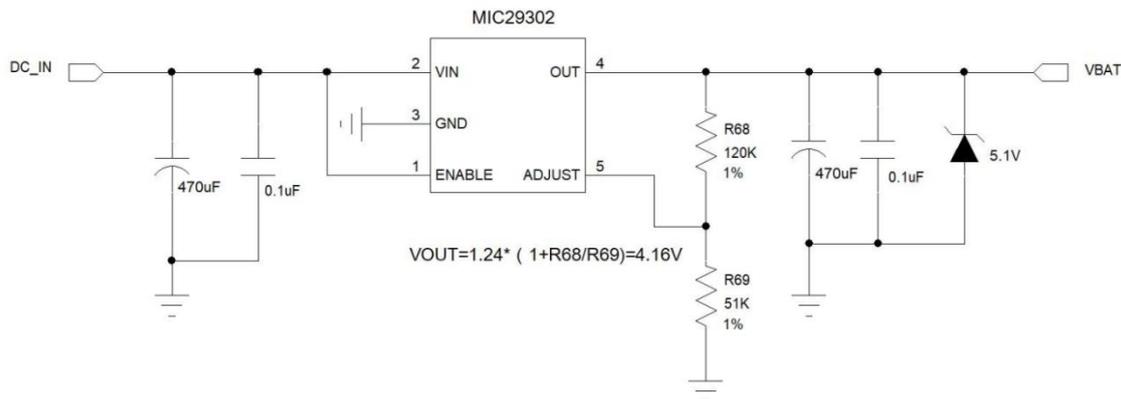


图 3-3 LDO 线性电源参考电路

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。

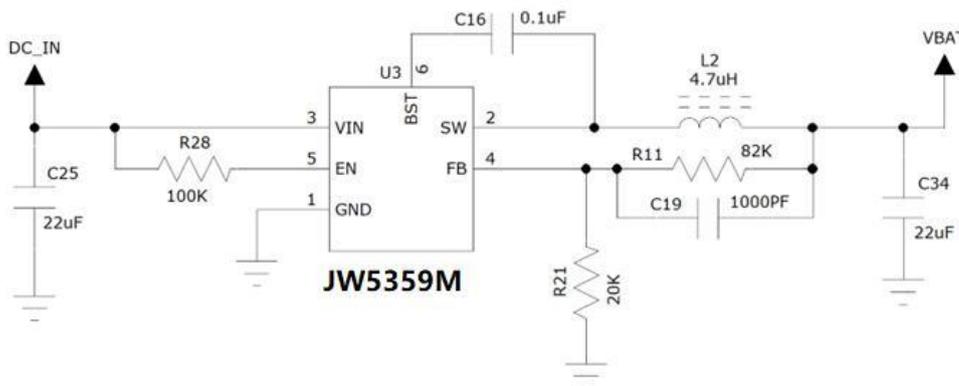


图 3-4 DC 开关电源参考电路

### 3.4.4 VDD\_EXT 电压输出

VDD\_EXT 电源不论模块处于常规、低功耗、PSM 模式始终输出高电平，电流驱动能力不超 3mA。可用作电平转换电路的上拉参考电源，不能用于给外设供电，只用作参考电源。

## 3.5 开关机和复位

### 3.5.1 开机

YM310 X08 模块 PIN1 脚是开机脚，可通过拉低模块 PIN1 脚 PWRKEY 至少 1s 开机，用户可通过查询 VDD\_EXT 管脚的高低电平来判断模块是否开机。

表3-9 开关机管脚定义

管脚	信号名称	I/O 属性	电压域	描述
1	PWRKEY	DI	VDD18AON	模块开机/关机控制脚

VBAT 供电稳定后，模块在关机情况下，可以通过如下两种方式来触发 YM310 X08 开机：

1. 按键开机：PWRKEY 管脚通过轻触按键连接到地，按键按下 1 秒以上实现开机。
2. 上电开机：PWRKEY 管脚直接短接到地，VBAT 上电后就可以实现开机。

模组上电后，通过 PWRKEY 管脚启动模块，把 PWRKEY 管脚拉低 1 秒以上模块会执行开机流程，软件检测 VBAT 管脚电压，VBAT 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。可以通过检测 VDD\_EXT 管脚的电平来判别模块是否开机。推荐使用开集驱动电路来控制 PWRKEY 管脚。下图为参考电路：

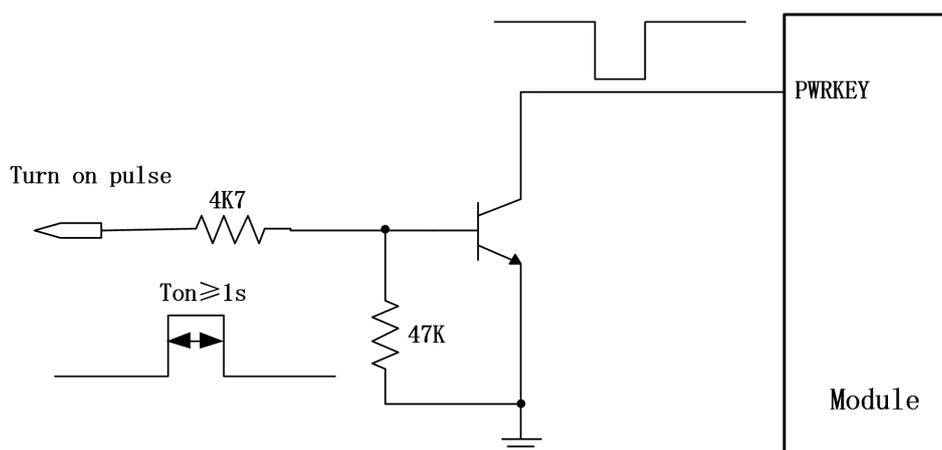


图 3-5 开集驱动开机参考电路

另一种控制 PWRKEY 管脚的方法是直接使用一个按键开关。为防止接触产生的静电冲击，按键附近需放置一个 TVS 管用 ESD 保护。下图为参考电路：

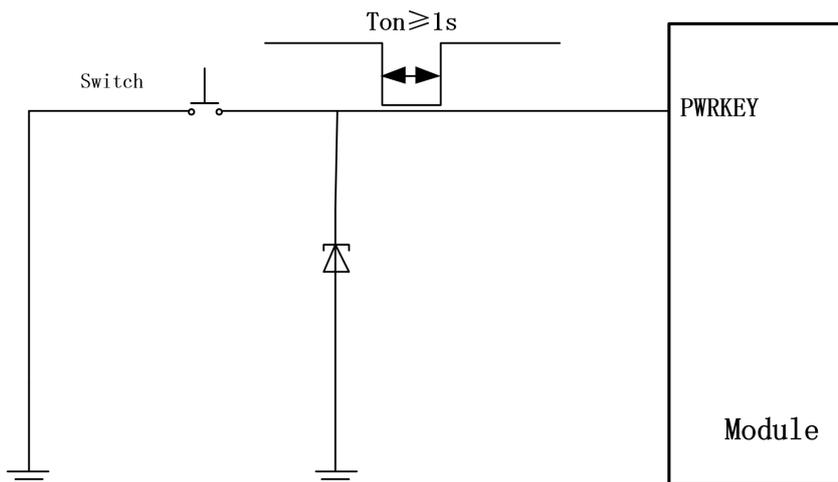


图 3-6 按键开机参考电路

### NOTE

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。

## 3.5.2 关机

YM310\_X08 模组可通过以下方式正常关机

- ◇ 通过 PWRKEY 管脚控制模组关机
- ◇ 通过 AT 指令 AT+CPOWD 关机

### 3.5.2.1 PWRKEY 管脚关机

开机状态下 PWRKEY 管脚拉低 1.5s 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：

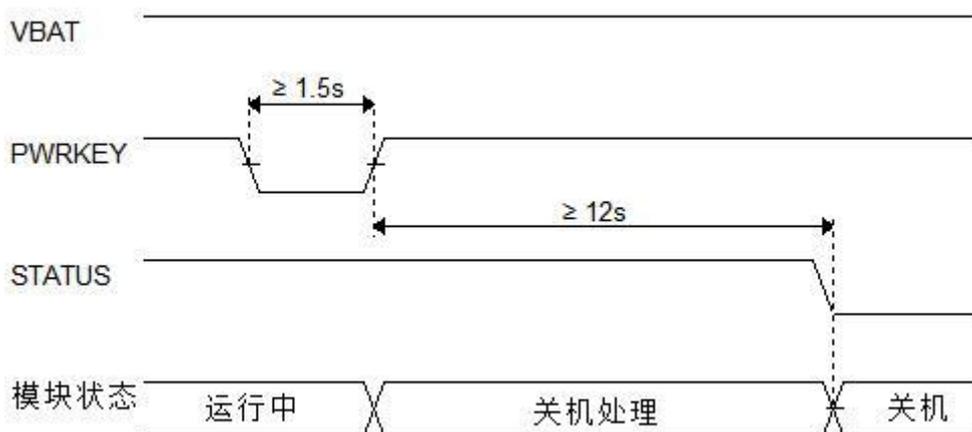


图 3-7 关机时序图

### 3.5.2.2 低电压自动关机

模块在运行状态时当 VBAT 管脚电压低于模块设置的最低工作电压时（默认设置 3.3V），软件会执行关机动作，以防低电压状态下运行出现各种异常。

### 3.5.3 复位

拉低 RESET\_N 引脚至少 300ms 以上可使模块复位。RESET\_N 信号对干扰比较敏感，建议模块接口走线尽量短，且包地处理。

表3-10 复位管脚定义

管脚	信号名称	I/O 属性	电压域	描述
16	RESET_N	DI	VDD18AON	模块复位输入，低有效；无需外部上拉，之后模块会进行重启

RESET 时序如下：

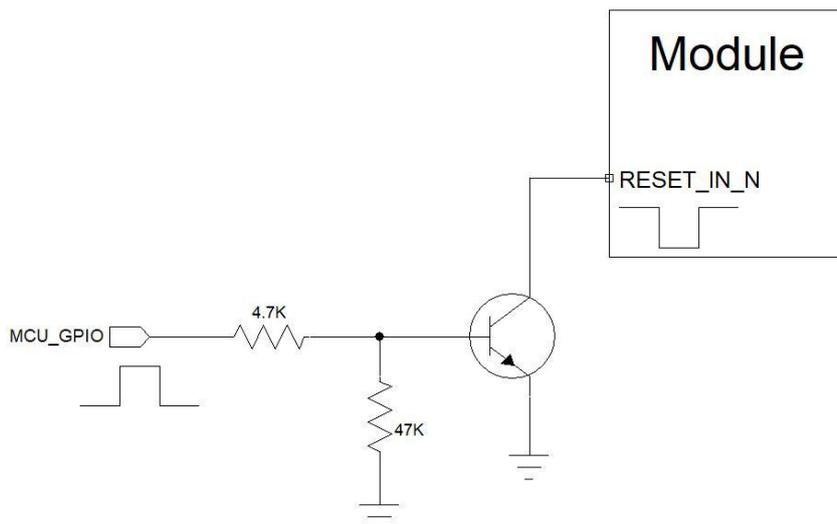


图 3-8 复位时序图

### NOTE

- ◇ 模组支持 AT 命令复位，AT 指令为 AT+CFUN=1,1 即可重启模块。详细指令可查看 AT 指令集手册。

## 3.6 UART

YM310 X08 模块提供三组 UART 接口：MAIN\_UART 主串口、DEBUG\_UART 调试串口、AUX\_UART 辅助串口。

### 3.6.1 MAIN\_UART

表3-11 主串口信号定义

管脚号	信号名称	属性	描述	备注
14	MAIN_TXD	DO	主串口数据发送	睡眠状态： 切换至内部 VDD18AON 电压域； 非睡眠状态： VO_LDOIO 电源域
15	MAIN_RXD	DI	主串口数据接受	

对于 AT 开发方式，MAIN\_UART 用来进行 AT 指令通讯。MAIN\_UART 默认波特率 115200，支持自适应波特率。

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 X08 模块 AT 命令手册》。

MAIN\_UART 也支持通过对端发送数据来唤醒模块。

#### MAIN\_UART 特性如下：

- ✧ 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。
- ✧ 波特率：600,1200,2400,4800,14400,9600,19200,38400,57600,115200（AT 版本默认）,230400,460800,921600bps 等波特率，最高 8Mbps。
- ✧ 自适应 921600bps 及以下自适应波特率。
- ✧ 用以 AT 命令传送，数传等。
- ✧ 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

- ✧ MAIN\_UART 在开机过程中短时输出固定调试信息

### 3.6.2 AUX\_UART

表3-12 辅助串口管脚定义

管脚号	信号名称	属性	描述	备注
28	AUX_RXD	DI	辅助串口数据发送	用于外设通讯
29	AUX_TXD	DO	辅助串口数据接收	

AUX\_UART 为辅助串口，不支持 AT 指令交互，用于某些外设通信，如对接 GNSS 等。AUX\_UART 休眠后会关闭，无法通过给 AUX\_UART 发送数据进行唤醒。

#### AUX\_UART 特性如下：

- ✧ 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 DBG\_UART

表3-13 调试串口管脚定义

管脚号	信号名称	属性	描述	备注
38	DBG_RXD	DI	调试串口数据发送	用于部分 log 日志输出，保留测试点
39	DBG_TXD	DO	调试串口数据接收	

#### DBG\_UART 特性如下：

- ✧ 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 6Mbps。默认 3Mbps。

#### Debug 串口的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 串口应用

串口的连接方式较为灵活，三线制的串口参考如下的连接方式：

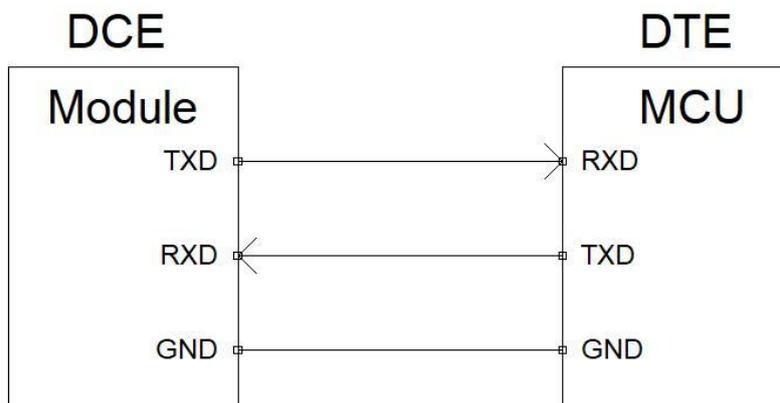


图 3-9 串口三线制连接方式示意图

### 3.6.5 串口参考设计

YM310 X08 模块的串口固定为 1.8V 电平,能够满足大部分 MCU 的串口直接需求,如果要和 3.3V 或者以上的 MCU 外设通信,那就必须要加电平转换电路。合适的串口电平转换电路需要考虑几个因素:串口的工作速率,低功耗要求等。

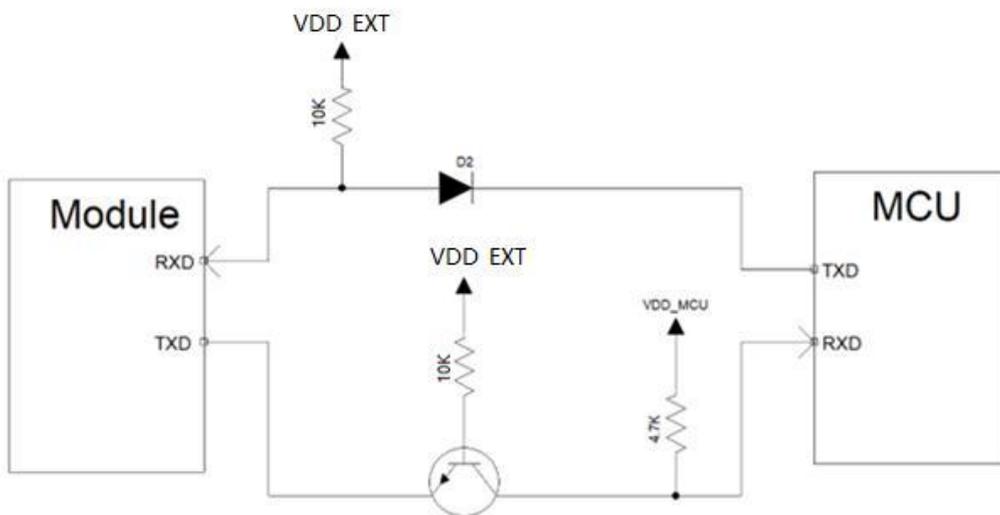


图 3-10 三极管电平转换参考电路

#### NOTE

- ✧ 此电平转换电路不适用波特率高于 460800 bps 的应用。
  - ✧ D2 选用低导通压降的肖特基二极管。(二极管前向电压 $\leq 0.3V$ ) 对于波特率高于 460800bps 的串口应用,建议外加电平转换芯片来实现电平匹配。
- 参考电路如下:

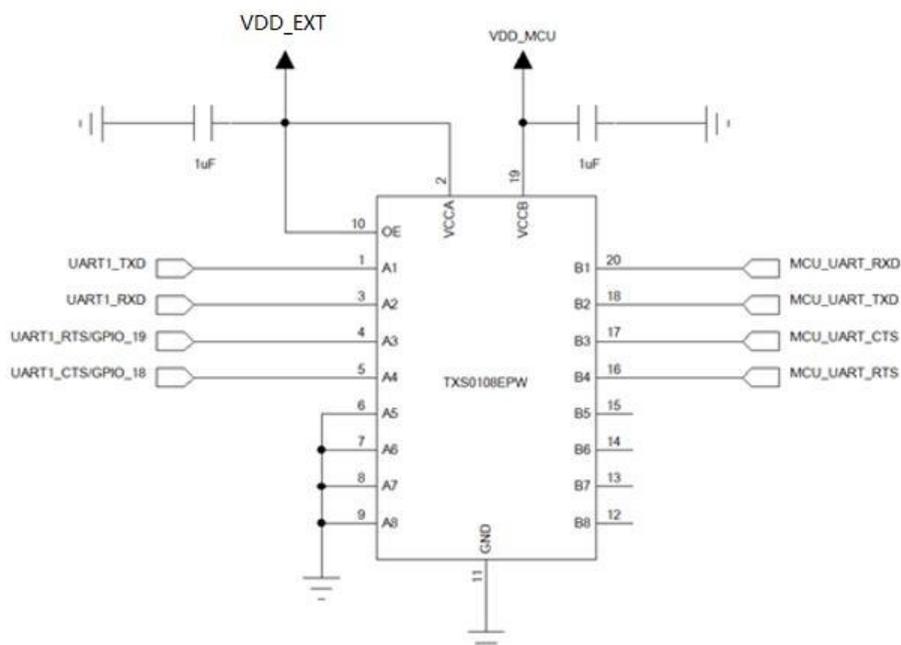


图 3-11 电平转换芯片参考电路

此电路采用的是电平转换芯片是 TI 的 TXS0108E，8 位双向电压电平转换器，适用于漏极开路 and 推挽应用，最大支持速率：

推挽：110Mbps

开漏：1.2Mbps

### 3.7 USB 接口

YM310 X08 模块支持一路 USB2.0 接口，支持从设备模式，不支持 USB 充电功能，该接口可用于 AT 指令、数据传输、固件升级等。

USB 接口定义如下：

表3-14 USB接口管脚定义

管脚号	信号名称	IO	描述	备注
6	VBUS	AI	USB 插入检测	典型值 5V
7	USB_DP	AIO	USB 2.0 差分数据 (+)	符合 USB2.0 规范，要求满足 90Ω 差分阻抗
8	USB_DM	AIO	USB 2.0 差分数据 (-)	

USB 接口参考设计电路如下：

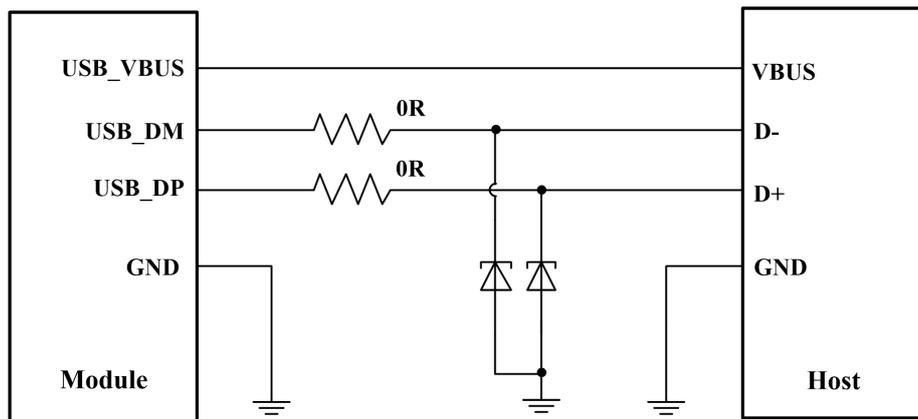


图 3-12 USB 接口参考设计

#### 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  $1\text{pF}$ 。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。
- ✧ VBUS 作为 USB 插入唤醒作用，并不直接参与 USB 插入检测，非必须，在不需要 USB 插入唤醒的场景也可以不接。

## 3.8 USB BOOT

YM310 X08 支持 BOOT 功能。可在模块开机前把 BOOT 引脚上拉到 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3-15 BOOT接口管脚定义

管脚	信号名称	I/O 属性	电压域	描述
25	BOOT	DI	VO_LDOIO	强制下载启动

## 3.9 USIM 卡接口

YM310 X08 模组提供一个兼容 ISO 7816-3 标准的 USIM 卡接口，USIM 卡电源由模

块内部电源管理器提供，支持 1.8V 和 3.0V 的 USIM 卡。

表3-16 SIM卡信号定义

管脚号	信号名称	属性	描述
10	USIM_RST	DO	USIM 卡复位信号
11	USIM_CLK	DO	USIM 卡时钟信号
12	USIM_DATA	DIO	USIM 卡数据信号
13	USIM_VDD	PO	USIM 卡供电电源，最大供电电流 10mA
48	USIM_DET	DI	USIM 卡热插拔检测

YM310 X08 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：

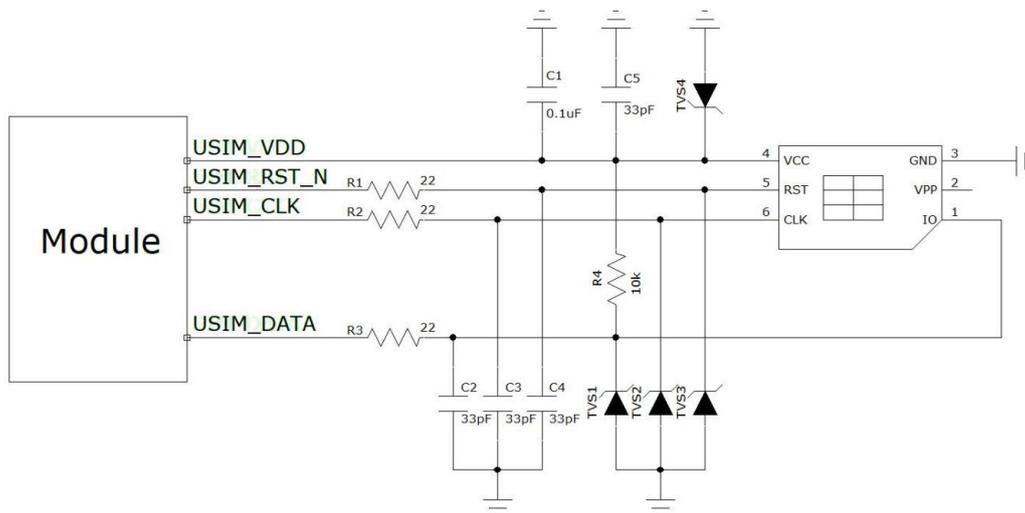


图 3-13 6pin USIM 设计参考电路图

如果需要用到 USIM 卡在位检测，推荐电路如下：

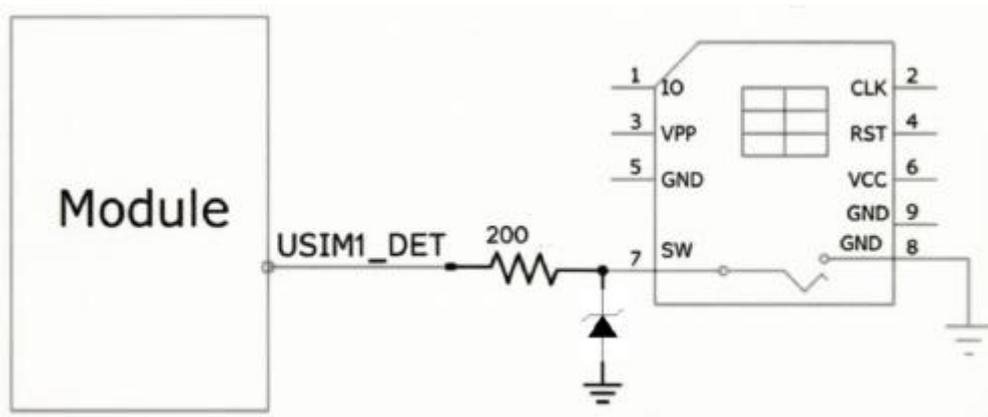


图 3-14 6pin USIM 热插拔检测参考电路

**NOTE**

SIM 卡接口的电路设计中，为了确保 SIM 卡良好的功能性能和不被损坏，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。
- ✧ USIM\_DET 管脚软件内部上拉\*，可以根据不同的卡座，通过 AT 命令设置检测功能，如使用常闭式 USIM 卡座时，设置 AT+CSDT=1：默认上升沿触发，不插卡是低，插入卡是高电平 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 DCE 功能管脚

### 3.10.1 MAIN\_RI

表3-17 MAIN\_RI管脚信号定义

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

表3-18 MAIN\_RI管脚功能描述

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"> <li>(1) 通话建立时变为高电平</li> <li>(2) 使用 AT 命令 ATH 挂断语音，MAIN_RI 变为高电平</li> <li>(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</li> </ol>
数据传输	变为低电平，之后： <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 数据连接建立时变为高电平</li> <li>2. 使用 AT 命令 ATH 挂断数据连接，MAIN_RI 变为高电平</li> <li>3. 呼叫方挂断，MAIN_RI 首先变为高电平，然后拉为低电平持续</li> </ol>

	120ms, 收到自动回复 URC 信息 “NO CARRIER”, 之后再变为高电平
短信	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:

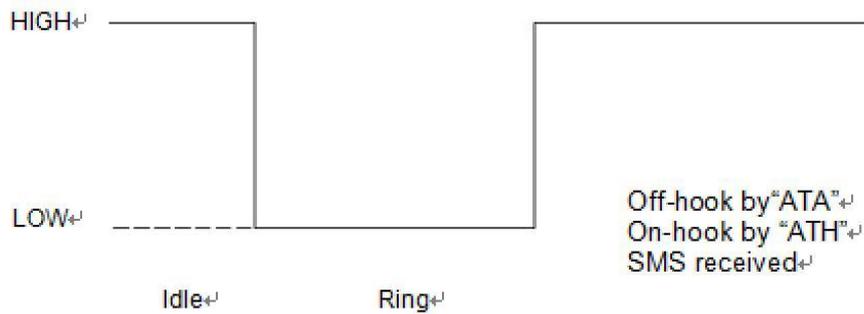


图 3-15 语音呼叫时模块用作被叫方 MAIN\_RI 时序

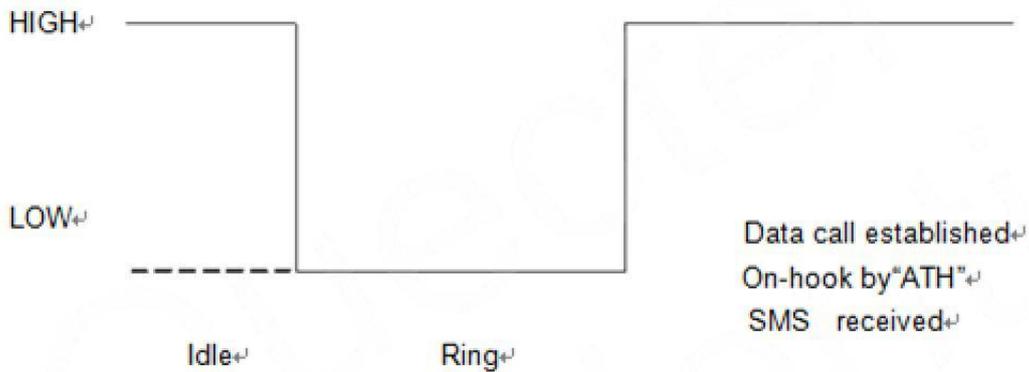


图 3-16 数据呼叫时模块用作被叫方 MAIN\_RI 时序

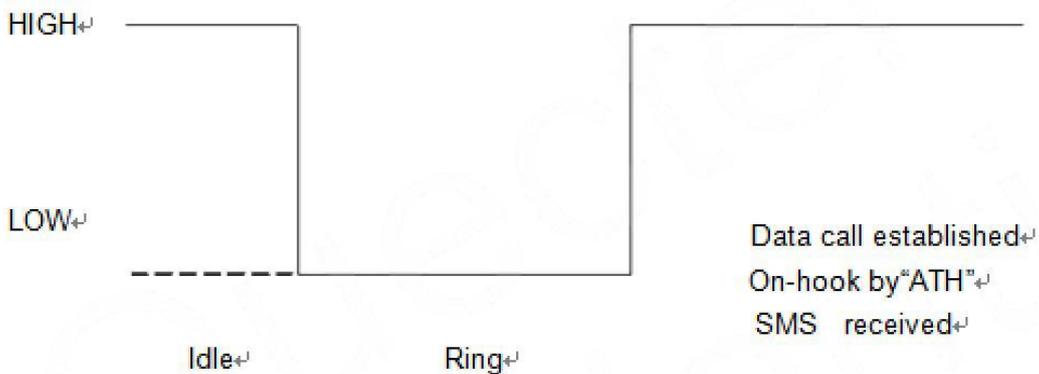


图 3-17 模块主叫时 MAIN\_RI 时序

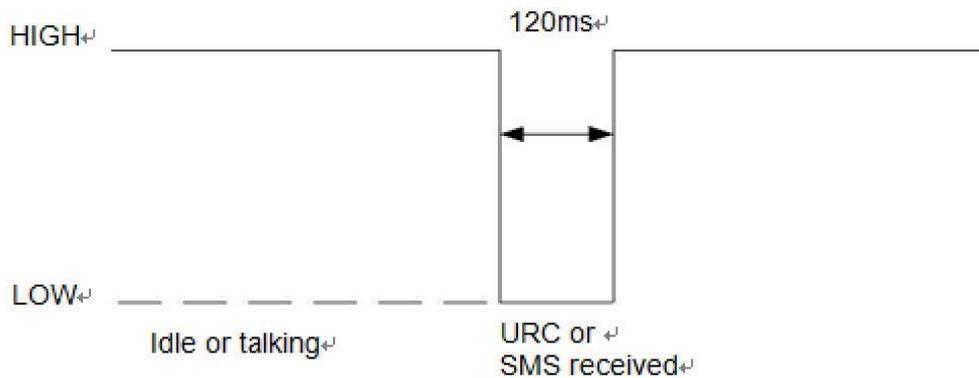


图 3-18 收到 URC 信息或者短信时 MAIN\_RI 时序

### 3.10.2 MAIN\_DTR

表3-19 MAIN\_DTR管脚信号定义

管脚号	信号名称	IO	描述
50	MAIN_DTR	DI	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，具体参考 AT 手册），模块在串口空闲一段时间后自动进入睡眠

### 3.11 DCE 状态指示接口

YM310 X08 模块提供两路 GPIO 来指示模块状态。

表3-20 状态指示管脚定义

管脚	信号名称	I/O	电源域	描述
27	NET_STATUS	DO	LDO_AONIO	网络状态指示
41	STATUS*	DO	LDO_AONIO	运行状态指示，保留功能待开发

表3-21 模块网络状态指示

引脚名称	网络运行状态指示	电平状态
NET_STATUS	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：

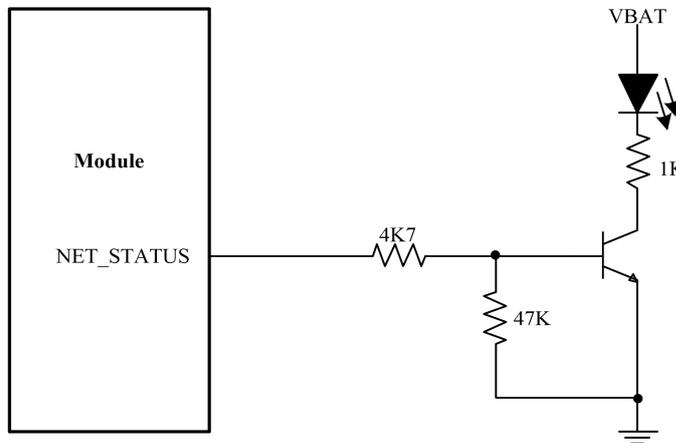


图 3-19 网络状态指示灯电路图

### 3.12 ADC 接口

YM310 X08 模组提供两路模数转换器接口来读取电压值。

表3-22 ADC管脚定义

管脚号	信号名称	描述	电平值(V)	备注
34	ADC0	ADC 接口	内部直连： 输入电压范围：0~1.05V	12bits 精度
35	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	

### 3.13 I2C 接口

YM310 X08 模块提供两组 I2C 接口，I2C 接口为 1.8V 电平值，5.0 协议接口，时钟速率为 400KHz。

表3-23 I2C管脚定义

管脚	信号名称	I/O 属性	描述	备注
37	I2C1_SCL	DO	I2C1 总线时钟	需外部上拉电阻，VO_LDOIO 电源域
38	I2C1_SDA	DIO	I2C1 总线数据	

33	I2C0_SDA	DIO	I2C0 总线数据
49	I2C0_SCL	DO	I2C0 总线时钟

-电平转方案：

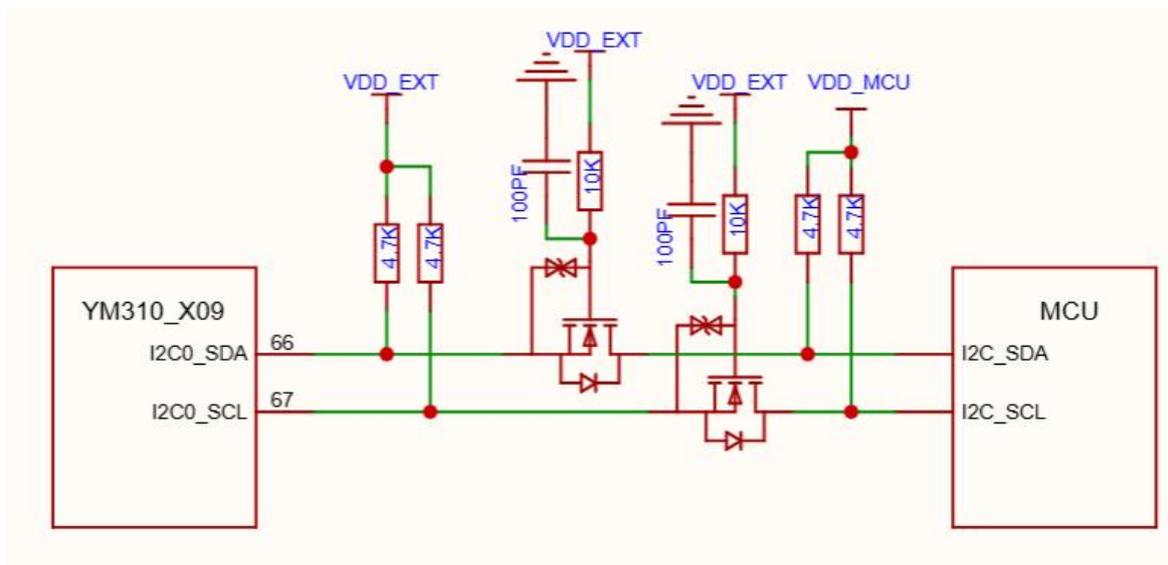


图 3-20 MCU I2C 电平转换电路

-直连方案（电平 1.8V/3.3V 可配置）：

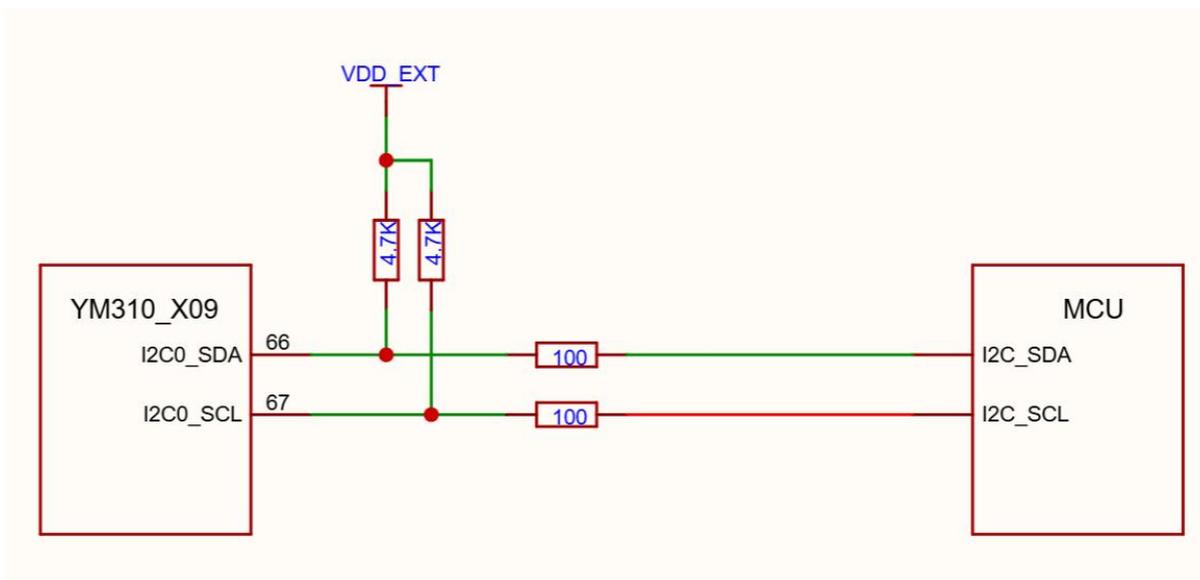


图 3-21 MCU I2C 直连电平转换电路

## 3.14 SPI 接口

模组提供 1 组 SPI 接口，支持主模式，可外接 SPI 从设备，例如 SPI Flash、LCD 等。相关管脚描述如下：

表3-24 SPI管脚定义

管脚号	信号名称	IO	描述
32	SPI0_MISO	DO	SPI 数据输入
31	SPI0_SCLK	DO	SPI 时钟信号
39	SPI0_SSN0	DI	SPI 片选信号
40	SPI0_MOSI	DO	SPI 数据输出

硬件参数设计：

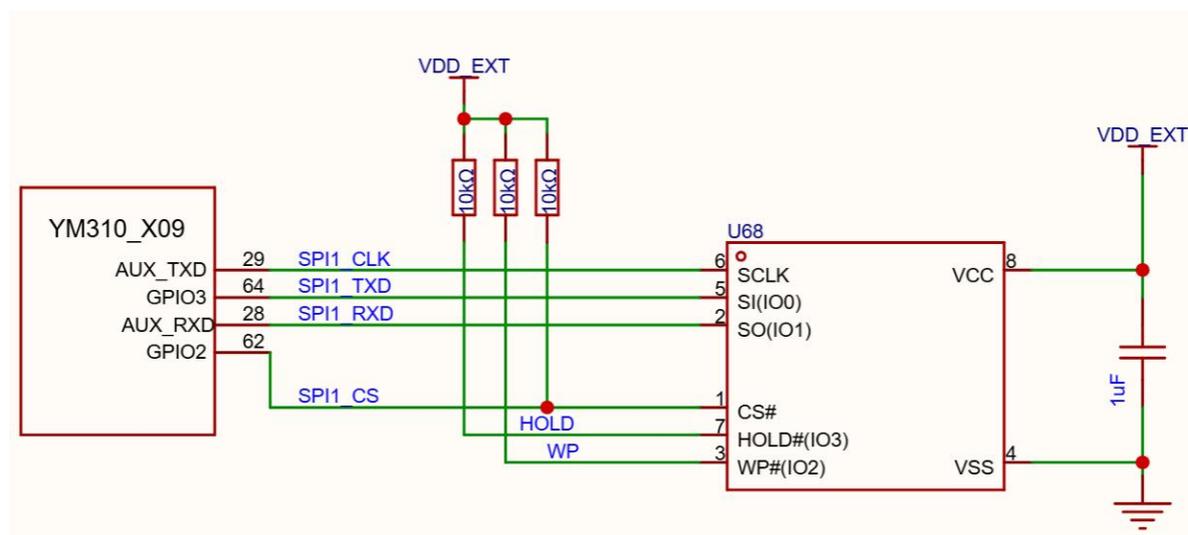


图 3-22 SPI 硬件参数参考设计

## 3.15 GPIO 接口

### 3.15.1 普通 GPIO

模块提供 14 个普通 GPIO，分别是 GPIO0-GPIO9、GPIO17-GPIO20。可以作为输出、输入、中断使用。但需要注意这些 GPIO 休眠状态下无法保持电平，且无法作为输入中断唤醒。相关管脚描述，参考：[《X08 GPIO 表格》](#)。

### 3.15.2 AONGPIO

模块提供 6 个 AONGPIO，这些 GPIO 以作为输出、输入、中断使用。休眠状态下可以保持电平，但无法作为输入中断唤醒。相关管脚描述如下：

表3-25 AONGPIO管脚定义

管脚号	信号名称	IO	描述
48	GPIO10	IO	支持配置为 AONGPIO，也支持配置为 WAKEUP；
29	GPIO11	IO	支持配置为 AONGPIO，也支持配置为 WAKEUP
50	GPIO12	IO	支持配置为 AONGPIO，也支持配置为 WAKEUP
27	GPIO14	IO	支持配置为 AONGPIO
41	GPIO15	IO	支持配置为 AONGPIO
5	GPIO16	IO	支持配置为 AONGPIO

### 3.15.3 WAKEUP

模块提供 5 个 WAKEUP 管脚，仅支持作为输入或者输入中断，支持休眠状态下唤醒模块。相关管脚描述如下：

表3-26 WAKEUP管脚定义

管脚号	信号名称	IO	描述
48	WAKEUP3/GPI3	DI	支持配置为 WAKEUP，也支持配置为 AONGPIO；内置 GNSS 模组不可用。
29	WAKEUP4/GPI4	DI	支持配置为 WAKEUP，也支持配置为 AONGPIO
50	WAKEUP5/GPI5	DI	支持配置为 WAKEUP，也支持配置为 AONGPIO
26	WAKEUP0/GPI0	DI	支持配置为 WAKEUP
6	WAKEUP1/GPI1	DI	支持配置为 WAKEUP

### 3.16 PWM 接口

模块提供 6 个 PWM 脉冲接口，分别是 PWM0-PWM5，其中 PWM5 被底层系统占

用，不可作为其他用途。具体管脚参考《X08\_GPIO表格》的 PWM function。

### 3.17 CAMERA 接口

模块提供 1 组 SPI CAMERA 接口，可驱动 8W（240\*320）YUV 格式摄像头。对应管脚如下：

表3-27 CAMERA管脚定义

管脚号	信号名称	IO	描述
30、38	CAM_MCLK	DO	主时钟
39	CAM_SPI_CLK	DI	SPI 时钟线
28、41	CAM_SPI_D0	DI	SPI 数据线;内置 GNSS 模组, 28 管脚不可用
33	CAM_I2C_SDA/I2C0_SDA	DO	I2C 数据线
49	CAM_I2C_SCL/I2C0_SCL	DO	I2C 时钟线

### 3.18 I2S 数字音频接口

模组提供 1 组 I2S 数字音频接口，可以通过外挂 CODEC 来实现音频播放和录音功能，特性如下：

- ✧ 支持主/从两种模式
- ✧ 支持标准 I2S 信号格式、LJ 左对齐、RJ 右对齐、PCM 格式
- ✧ 支持 8K-96K 采样，16 或 24bit 数据位
- ✧ 支持 8K-48K 采样，32bit 数据位

对应管脚如下：

表3-28 I2S数字音频管脚定义

管脚号	信号名称	IO	描述
30、38	MCLK	DO	主时钟
39	BCLK	DO	串行位时钟
64、27	LRCK	DO	左右声道
28、41	DIN	DI	数据输入
29、5	DOUT	DO	数据输出

## 3.19 工作模式

系统分为多种工作模式：

表3-29 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

### 3.19.1 最少功能模式/飞行模式

- ✧ 0：最少功能（关闭 RF 和 SIM 卡）；
- ✧ 1：全功能（默认）；
- ✧ 4：关闭 RF 发送和接收功能；

如果使用“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。

如果使用“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。

模块通过“AT+CFUN=0”或者“AT+CFUN=4”设置以后，可以通过“AT+CFUN=1”命令设置返回到全功能状态。

最少功能模式可以将模块功能减少到最小程度，此模式可以通过发送“AT+CFUN=”命令来设置。参数可以选择 0，1，4。

### 3.19.2 串口睡眠应用

注意：以下 3.14 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。

### 3.19.2.1 睡眠模式 1

串口连线示意图：

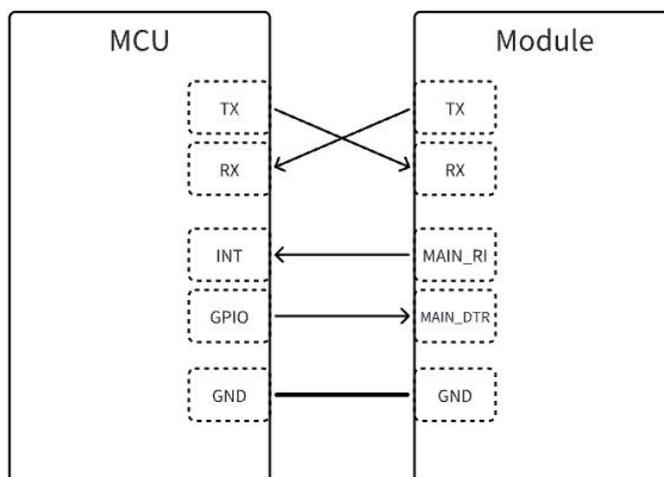


图 3-23 睡眠模式 1 串口连接示意图

**进入休眠条件：**

发送 AT 指令 AT+CSCLK=1

**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

### 3.19.2.2 睡眠模式 2

串口连线示意图：

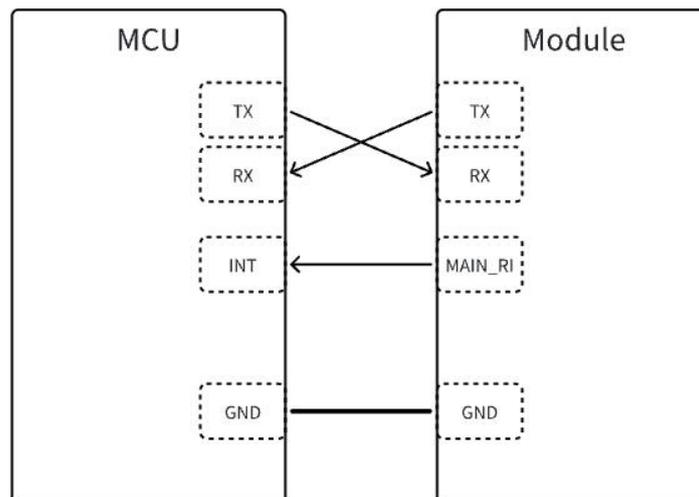


图 3-24 睡眠模式 2 串口连接示意图

**进入休眠条件:**

发送 AT 指令 `AT+CSLCK=2`

**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

### 3.19.3 USB 休眠应用

注意：以下 3.19 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。

#### 3.19.3.1 Host 支持 USB 唤醒

**USB 连线示意图:**

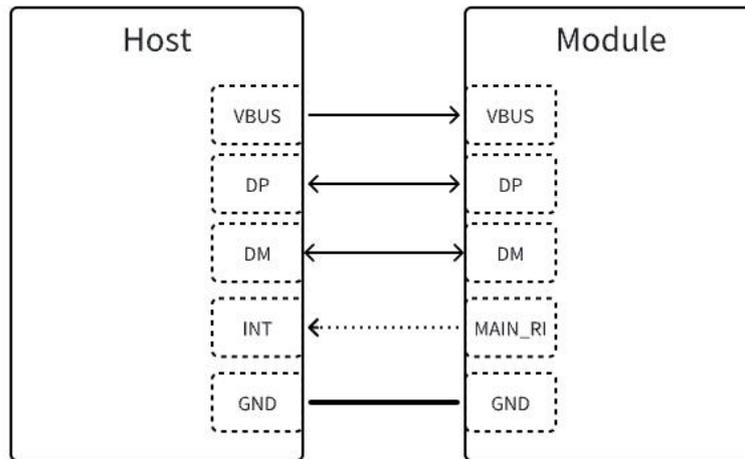


图 3-25 HOST 支持 USB 唤醒连接示意图

**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

**3.19.3.2 Host 支持 VBUS 唤醒 \*****USB 连线示意图:**

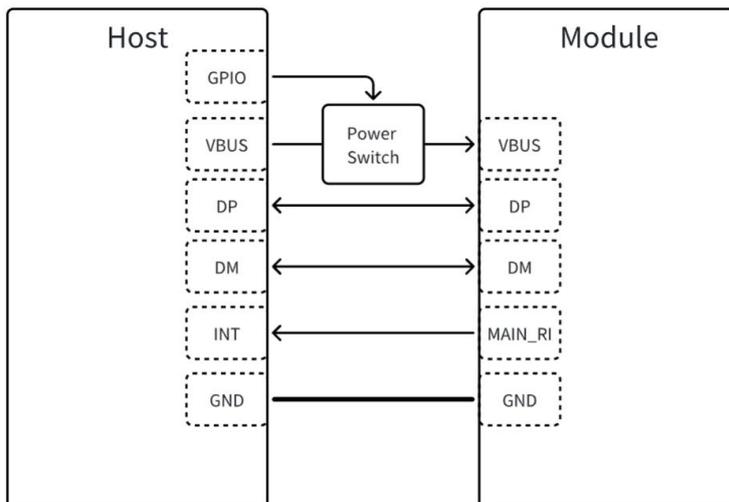


图 3-26 HOST 支持 VBUS 唤醒连接示意图

**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

### 3.19.3.3 Host 支持 DTR 唤醒

**USB 连线示意图:**

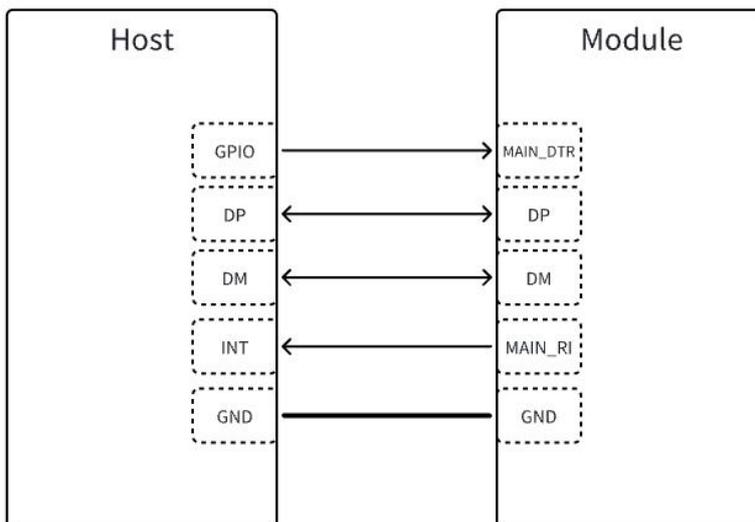


图 3-27 HOST 支持 DTR 唤醒连接示意图

**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

## 3.20 模式切换汇总

表3-30 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	-	使用 PWRKEY 开机	-
正常模式	使用 PWRKEY 管脚，或 VBAT 电压 低于关机电压	-	软件调用睡眠接口，AT 版本不做动作 30s 自动休眠
睡眠模式	使用 PWRKEY 管脚，或 VBAT 电压低于关机电压	GPIO 管脚中断、定时器、接收短信或网络数据	-

## 3.21 射频接口

YM310 X08 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3-31 天线接口管脚定义

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

### 3.21.1 天线匹配电路

为方便天线调试需要在主板上增加  $\pi$  型匹配电路，走 50 欧姆阻抗线。

电路如下图：

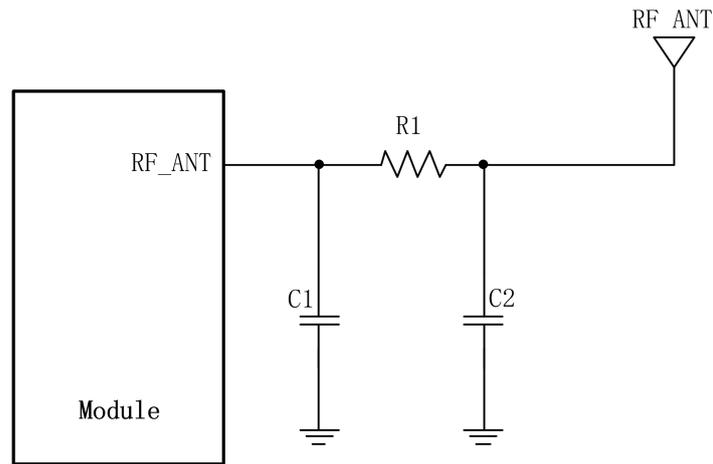


图 3-28 天线匹配电路

### NOTE

- ✧ YM310 X08 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。

### 3.21.2 射频走线参考

YM310 X08 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  $50\Omega$ 。

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。

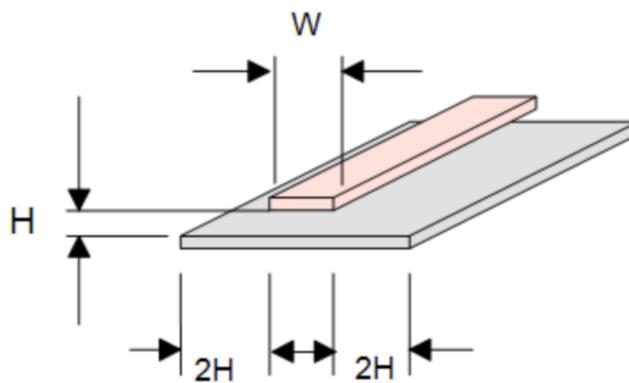


图 3-29 微带线的完整结构

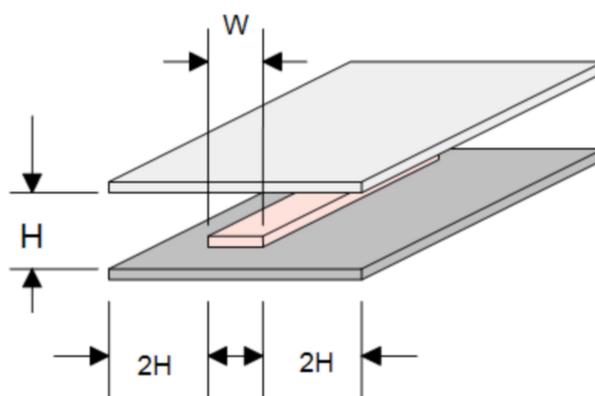


图 3-30 带状线的完整结构

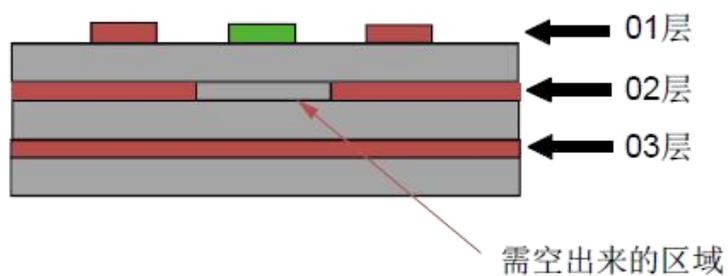


图 3-31 参考地为第三层 PCB 微带传输线结构

## 第 4 章 总体技术指标

### 4.1 本章概述

YM310 X08 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
- ◇ 天线要求
- ◇ 模块功耗特性

### 4.2 工作频率

表4-1 LTE工作频段表

频段	上行频率	下行频率	双工模式
LTE B3	1710MHz - 1785MHz	1805MHz - 1880MHz	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	2535MHz - 2675MHz	2535MHz - 2675MHz	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 X08 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 X08 模块 LTE 接收灵敏度和发射功率指标如下：

表4-3 LTE射频灵敏度

名录(灵敏度)	3GPP 协议要求	最小	典型	最大
LTE B3(FDD QPSK 通过>95%)	< - 93.3(10MHz)		-99.2	
LTE B8(FDD QPSK 通过>95%)	< - 93.3(10MHz)		-100.2	
LTE B34(TDD QPSK 通过>95%)	< - 96.3(10MHz)		-100.7	
LTE B38(TDD QPSK 通过>95%)	< - 96.3(10MHz)		-100.7	
LTE B39(TDD QPSK 通过>95%)	< - 96.3(10MHz)		-100.7	
LTE B40(TDD QPSK 通过>95%)	< - 96.3(10MHz)		-101.2	
LTE B41(TDD QPSK 通过>95%)	< - 94.3(10MHz)		-101.2	

表4-4 LTE射频发射功率

频段	3GPP 协议要求 (dBm)	最小	典型	最大
LTE B3	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 功耗特性

表4-5 休眠空闲功耗

模式	测试条件	电流值 (Avg)	单位
关机漏电	模块关机	0.8	uA
睡眠模式	FDD@PF=32(USB 断开)	0.988	mA
	FDD@PF=64(USB 断开)	0.555	mA

	FDD@PF=128(USB 断开)	0.313	mA
	FDD@PF=256(USB 断开)	0.233	mA
	TDD@PF=32(USB 断开)	0.951	mA
	TDD@PF=64(USB 断开)	0.575	mA
	TDD@PF=128(USB 断开)	0.353	mA
	TDD@PF=256(USB 断开)	0.229	mA
空闲模式	LTE-FDD@PF=64 (USB 断开)	3.318	mA
	LTE-TDD@PF = 64 (USB 断开)	3.319	mA

表4-6 LTE数据传输功耗

频段	信道	功率 dBm	电流功耗 mA
LTE-FDD B3 @10Mhz,FRB	19250	21.8	484
	19575	21.76	445
	19900	22.6	460
LTE-FDD B8 @10Mhz,FRB	21500	21.82	502
	21625	22.07	445
	21750	22.2	444
LTE-TDD B34 @10Mhz,FRB	36250	21.74	211
	36275	22	210
	36300	21.9	212
LTE-TDD B38 @10Mhz,FRB	37800	21.9	214
	38000	22	226
	38200	22	232
LTE-TDD B39 @10Mhz,FRB	38300	22.1	208
	38450	22	209
	38600	22.1	207
LTE-TDD B40 @10Mhz,FRB	38700	21.9	215
	39150	22.2	219
	39600	22.1	222
LTE-TDD B41 @10Mhz,FRB	40040	22.15	216
	40740	22.28	235
	41440	22.2	246

## 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
- ◇ 电源电压
- ◇ 静电特性
- ◇ 绝对最大值

### 5.2 工作存储温度

表5-1 YM310 X08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 绝对最大额定值

下表所示是模块数字、模拟管脚的电源供电电压电流最大耐受值如下：

表5-2 YM310 X08模块电压电流耐受值

参数	最小	最大	单位
VBAT 电压	-0.3	4.7	V
VBUS 电压	-0.3	5.25	V
ADC 输入电压	-	3.6	V
VBAT 电流(Ipeak)	-	1.5	A
数字 GPIO 电压	-0.3	3.6	V

### 5.4 电源额定值

YM310 X08 模块输入供电电源要求如下：

表5-3 YM310 X08模块工作电压

参数	条件	最小值	典型值	最大值
VBAT	实际输入电压必须在该范围内	3.3V	3.8V	4.3V
Ibat	最大发射功率下	0	0.65	A
VBUS	USB 插入检测	3.3V	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。

## 5.5 静电特性

YM310 X08 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5-4 YM310 X08 ESD特性

测试端口	接触放电	空气放电	单位
VBAT 和地	±5	±10	KV
天线接口	±4	±8	KV
其他接口	±0.5	±1	KV

## 5.6 可靠性指标

表5-5 YM310 X08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℃	JESD22-A105-B	外观检查：正常

	低温温度： - 40℃ 工作模式：正常工作 测试持续时间： 30cycles; 1h+1h/cycle		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° C 低温温度： - 40° C 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° C 工作模式：无包装，无上电，不开机 测试持续时间： 24 h	JESD22-A119-C	外观检查：正常 功能检查：正常
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 X08 模块为单面布局的 PCBA，外观图如下所示：



图 6-1 YM310 X08 外观图

备注：型号具体区别，见下表：

型号名	区别描述
YM310 X08ACMCX	采用主芯片移芯 EC716S 1 MB pSRAM +2 MB QSPI flash
YM310 X08ACMSX	采用主芯片移芯 EC716E 1 MB pSRAM +4 MB QSPI flash

## 6.3 机械尺寸

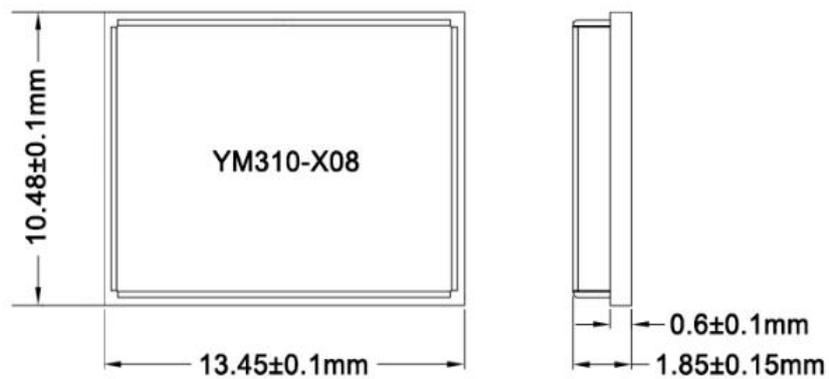


图 6-2 YM310 X08 模组俯视图与侧视图尺寸图(单位：毫米)

模块推荐封装:

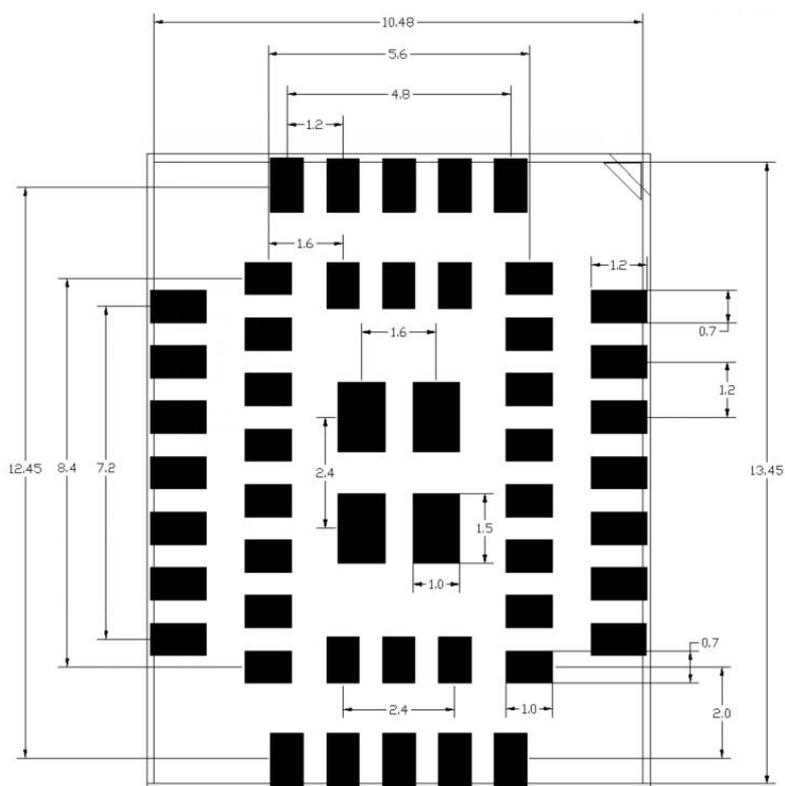


图 6-3 YM310 X08 模组推荐封装(单位: 毫米)

## 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 X08 模块用编带包装，以 1800PCS 为一盘，每盘以真空密封袋的形式出货。

YM310 X08 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 X08 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 X08 模块焊盘部分对应的钢网厚度推荐为 0.13mm~0.15mm。
- ◇ 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，LGA 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：

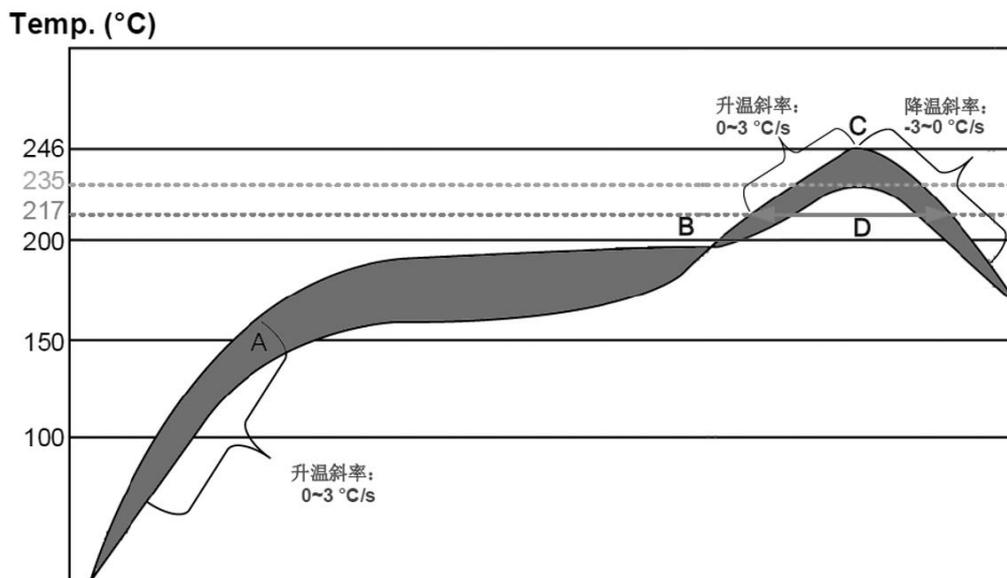


图 7-1 回流焊温度曲线图（无铅工艺）

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。