

产品名称	YM310 X09 CAT1 模块硬件使用指南
页数	64
版本	V1.0（数传模块）
日期	2024/08/05

# YM310 X09 CAT1 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	2024/08/05	初稿	David



# 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 电源供电 .....	23
3.4.1 模块电源工作特性 .....	24
3.4.2 减小电压跌落 .....	24
3.4.3 电源参考电路 .....	25
3.5 开关机 .....	26
3.5.1 开机 .....	26
3.5.1.1 PWRKEY 管脚开机 .....	26
3.5.1.2 上电开机 .....	27
3.5.2 关机 .....	27
3.5.2.1 PWRKEY 管脚关机 .....	27
3.5.2.2 低电压自动关机 .....	28
3.5.3 复位 .....	28
3.6 串口 .....	29
3.6.1 MAIN_UART .....	29
3.6.2 AUX_UART .....	30
3.6.3 DBG_UART .....	30
3.6.4 串口连接方式 .....	31
3.6.5 串口电压转换 .....	32
3.7 USB 接口 .....	33



3.8 USB 强制下载 .....	34
3.9 SIM 卡接口 .....	35
3.9.1 双 SIM 卡切换说明 .....	35
3.9.2 USIM 卡接口参考电路 .....	36
3.10 LDO 输出 .....	37
3.11 功能管脚 .....	37
3.11.1 MAIN_RI .....	37
3.11.2 MAIN_DTR .....	39
3.12 状态指令接口 .....	40
3.13 省电功能 .....	41
3.13.1 最少功能模式/飞行模式 .....	41
3.14 睡眠模式（慢时钟） .....	42
3.14.1 串口应用 .....	42
3.14.2 睡眠模式 1 .....	42
3.14.3 睡眠模式 2 .....	42
3.15 USB 应用 .....	43
3.16 模式切换汇总 .....	43
3.17 射频接口 .....	43
3.17.1 天线匹配电路 .....	44
3.17.2 射频走线参考 .....	44
<b>第 4 章 总体技术指标 .....</b>	<b>46</b>
4.1 本章概述 .....	46
4.2 工作频率 .....	46
4.3 射频传导测量 .....	46
4.3.1 测试环境 .....	46
4.3.2 测试标准 .....	47
4.4 传导接收灵敏度和发射功率 .....	47
4.5 功耗特性 .....	48
<b>第 5 章 接口电气特性 .....</b>	<b>51</b>
5.1 本章概述 .....	51
5.2 工作存储温度 .....	51
5.3 绝对最大值 .....	51
5.4 电源特性 .....	51



---

5.5 静电特性 .....	52
5.6 可靠性指标 .....	52
<b>第 6 章 结构及机械特性 .....</b>	<b>54</b>
6.1 本章概述 .....	54
6.2 外观 .....	54
6.3 机械尺寸 .....	55
<b>第 7 章 包装与生产 .....</b>	<b>58</b>
7.1 本章概述 .....	58
7.2 模块包装与存储 .....	58
7.3 生产焊接 .....	58
<b>第 8 章 附录 .....</b>	<b>60</b>
8.1 本章概述 .....	60
8.2 缩略语 .....	60
8.3 编码方式 .....	61
8.4 使用安全与注意事项 .....	64



## 图片索引

图 2-1 YM310 X09 模块功能框图 .....	14
图 3-1 YM310 X09 模块管脚分布图 (TOP 透视) .....	16
图 3-2 供电电源设计 .....	24
图 3-3 LDO 线性电源参考电路 .....	25
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 .....	26
图 3-6 按键开机参考电路 .....	27
图 3-7 关机时序图 .....	28
图 3-8 复位时序图 .....	29
图 3-9 串口三线制连接方式示意图 .....	31
图 3-10 带流控的串口连接方式示意图 .....	32
图 3-11 电平转换参考电路 .....	32
图 3-12 高波特率电平转换参考电路 .....	33
图 3-13 USB 接口参考设计 .....	34
图 3-14 6PIN USIM 设计参考电路图 .....	36
图 3-15 USIM1 热插拔检测卡座参考电路图 .....	36
图 3-16 语音呼叫时模块用作被叫方 MAIN_RI 时序 .....	38
图 3-17 数据呼叫时模块用作被叫方 MAIN_RI 时序 .....	39
图 3-18 模块主叫时 MAIN_RI 时序 .....	39
图 3-19 收到 URC 信息或者短信时 MAIN_RI 时序 .....	39
图 3-20 网络状态指示灯电路图 .....	41
图 3-21 天线匹配电路 .....	44
图 3-22 微带线的完整结构 .....	45
图 3-23 带状线的完整结构 .....	45
图 3-24 参考地为第三层 PCB 微带传输线结构 .....	45



---

图 6-1 YM310 X09 外观图 .....	54
图 6-2 模块正视图与侧视图(单位：毫米).....	55
图 6-3 模块底视图（单位：毫米） .....	56
图 6-4 模块推荐封装(单位：毫米).....	57
图 7-1 回流焊温度曲线图 .....	59



## 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 .....	19
表 3-3 管脚描述 .....	19
表 3-4 工作模式 .....	23
表 3-5 中断唤醒管脚说明 .....	23
表 3-6 电源管脚定义 .....	24
表 3-7 开关机管脚定义 .....	26
表 3-8 复位管脚定义 .....	28
表 3-9 主串口信号定义 .....	29
表 3-10 辅助串口管脚定义 .....	30
表 3-11 调试串口管脚定义 .....	30
表 3-12 USB 接口管脚定义 .....	33
表 3-13 USB_BOOT 接口管脚定义 .....	34
表 3-14 SIM 卡信号定义 .....	35
表 3-15 VDD_EXT 管脚定义 .....	37
表 3-16 RI 管脚信号定义 .....	37
表 3-17 RI 管脚信号动作 .....	38
表 3-18 MAIN_DTR 管脚信号定义 .....	39
表 3-19 状态指示管脚定义 .....	40
表 3-20 模块运行状态指示 .....	40
表 3-21 模块网络状态指示 .....	40
表 3-22 模式切换汇总表 .....	43
表 3-23 天线接口管脚定义 .....	43





表 4-1 4G 频率表 .....	46
表 4-2 测试仪器 .....	46
表 4-3 4G 射频灵敏度指标 .....	47
表 4-4 4G 射频发射功率指标 .....	47
表 4-5 工作电流指标 .....	48
表 4-6 模块联网功耗数据 .....	49
表 4-7 各阶段耗流（中等信号强度下实网测试） .....	50
表 5-1 YM310 X09 模块工作存储温度 .....	51
表 5-2 YM310 X09 模块电压电流耐受值 .....	51
表 5-3 YM310 X09 模块工作电压 .....	52
表 5-4 YM310 X09 ESD 特性 .....	52
表 5-5 YM310 X09 可靠性测试 .....	52
表 7-1 回流工艺参数表 .....	59
表 8-1 术语缩写 .....	60
表 8-2GPRS/EDGE 不同等级的时隙分配表 .....	61
表 8-3GPRS 最大速率 .....	62
表 8-4EDGE 最大速率 .....	62
表 8-5 LTE-FDD DL 最大速率 .....	62
表 8-6 LTE-FDD UL 最大速率 .....	63



# 第 1 章 引言

本档是无线解决方案产品 YM310 X09 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 X09 是一款基于 EC716S/EC716E 平台设计的小尺寸，高性能，超低功耗的 CAT1 数据传输模组。模组支持 LTE-FDD 和 LTE-TDD 网络数据连接通信协议，支持 3GPP Rel-13 Cat 1 bis，支持 WatchDog 硬件看门狗功能。

YM310 X09 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： $(17.7\pm 0.15) \times (15.8\pm 0.15) \times (2.3\pm 0.15)\text{mm}$ ；YM310 X09 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 X09 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 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	$(17.7\pm 0.15) \times (15.8\pm 0.15) \times (2.3\pm 0.15)\text{mm}$
固定方式	LGA 封装，贴片固定
工作电压	普通版：3.3V - 4.3V 典型电压 3.8V 低压版：2.2V - 4.3V 典型电压 3.8V



省电电流		休眠电流< 3uA
应用接口	USIM 接口	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ 可支持两组 3.0V/1.8V USIM 卡, USIM1 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	主串口(4 线): <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>✧ 波特率最高支持 921600bps</li> </ul> 辅助串口(2 线): <ul style="list-style-type: none"> <li>✧ 用于与外设通讯</li> </ul> 调试串口(2 线): <ul style="list-style-type: none"> <li>✧ 用于调试信息输出, 打印模块日志</li> </ul>
	I2C 接口	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ 符合 I2C 总线协议</li> <li>✧ 1 路 I2C 接口</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> <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> </ul>	



	◇ HTTPS/PING/MQTT 协议
天线接口	◇ MAIN×1, 特征阻抗 50 欧姆
虚拟网卡	◇ 支持 USB 虚拟网卡
温度范围	◇ 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 X09 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 X09 模块功能框图如下所示：

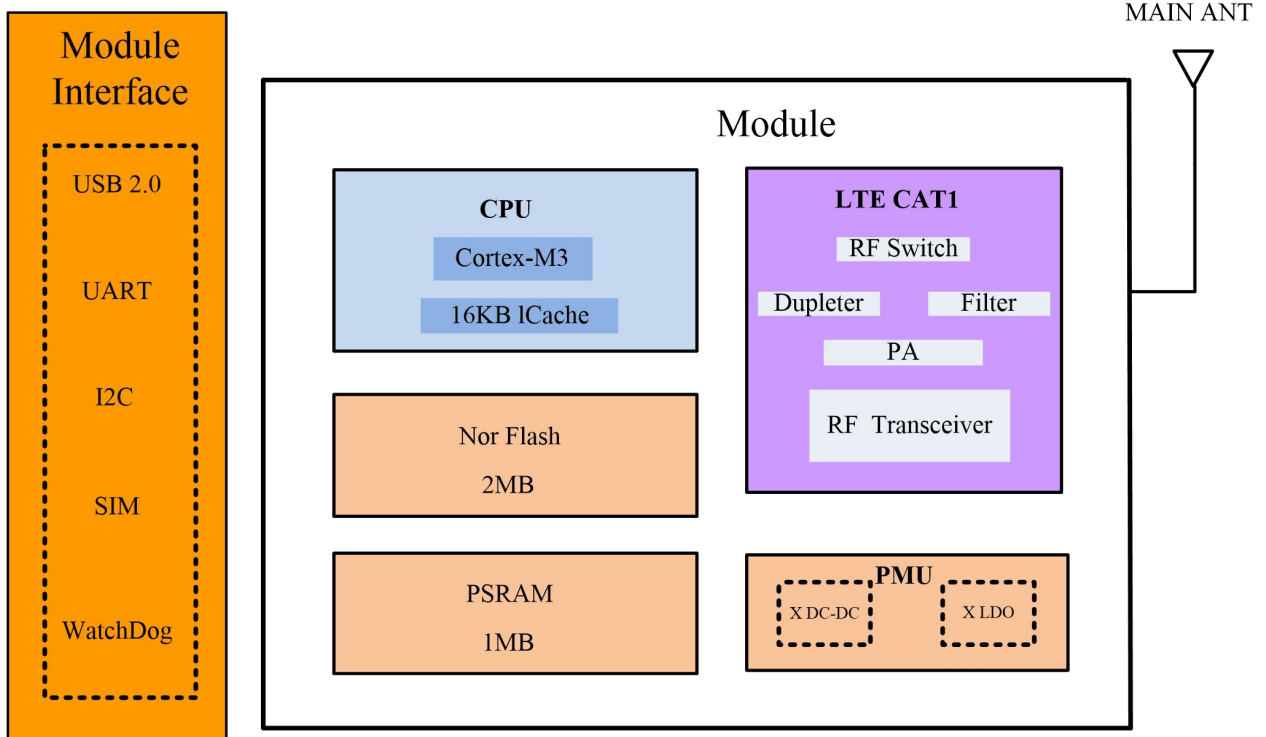


图 2-1 YM310 X09 模块功能框图



## 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：

- ◇ 模块管脚分布图
- ◇ 管脚定义
- ◇ 电源接口
- ◇ USB 接口
- ◇ USIM 接口
- ◇ UART 接口
- ◇ ADC 接口
- ◇ 状态指示接口
- ◇ 射频天线接口



## 3.2 模块接口

### 3.2.1 模块管脚分布图

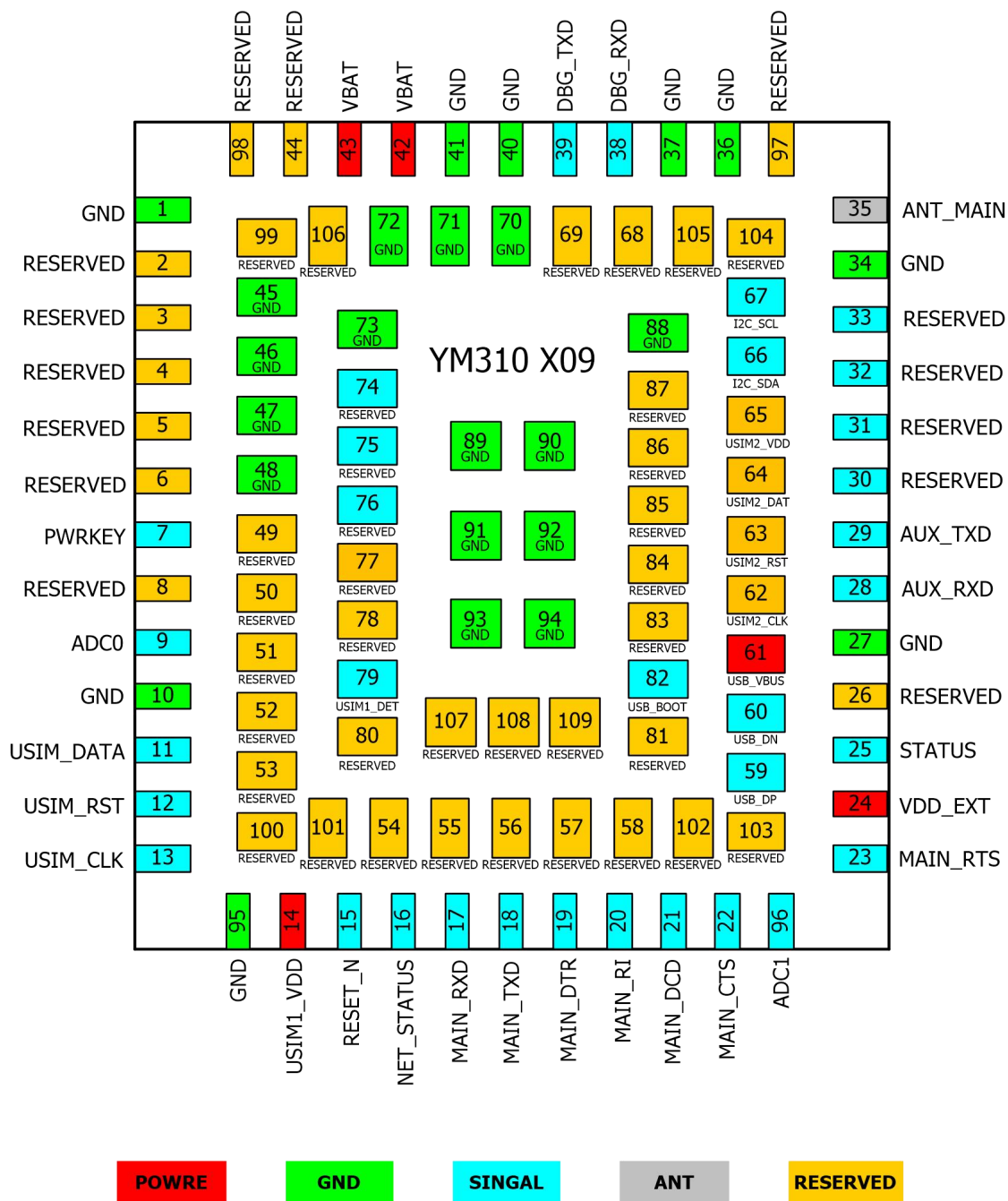


图 3-1 YM310 X09 模块管脚分布图（TOP 透视）

#### NOTE

✧ 所有 RESERVED 的 Pin 脚需悬空。





◇ 模块 82 脚在模块成功开机前禁止下拉。

### 3.2.2 管脚定义

YM310 X09 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	MAIN_DCD	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	RESERVED
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_DN
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
IO	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/3.3V 电压输出	
65	USIM2_VDD	PO	1.8V/3.3V 电压输出	
24	VDD_EXT	PO	1.8V 电压输出	可为外部 GPIO 提供上拉( $I_{max} < 50mA$ )
42, 43	VBAT	PI	模块电源输入	外部电源需要提供最少 2A 电流
61	USB_VBUS	PI	USB 检测	建议不超过 5V
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	不用则悬空
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	1.8V 电平,不用则悬空
39	DBG_TXD	DO	调试串口数据发送	1.8V 电平,不用则悬空
SIM 接口				



管脚号	管脚定义	IO	功能描述	备注
11	USIM1_DATA	IO	USIM 卡 1 数据信号线	1.8V/3.3V
12	USIM1_RST	DO	USIM 卡 1 复位信号线	1.8V/3.3V
13	USIM1_CLK	DO	USIM 卡 1 时钟信号线	1.8V/3.3V
14	USIM1_VDD	PO	USIM 卡 1 供电电源	1.8V/3.3V
79	USIM1_DET	DI	USIM 卡热插拔检测	
65	USIM2_VDD	PO	USIM 卡 2 供电电源	1.8V/3.3V
62	USIM2_CLK	DO	USIM 卡 2 时钟信号线	1.8V/3.3V
64	USIM2_DATA	IO	USIM 卡 2 数据信号线	1.8V/3.3V, 不能与 PIN51 同时使用
63	USIM2_RST	DO	USIM 卡 2 复位信号线	1.8V/3.3V, 不能与 PIN50 同时使用
<b>模块开关机与复位</b>				
管脚号	管脚定义	IO	功能描述	备注
7	PWRKEY	DI	模块开关机信号	低电平有效
15	RESET_N	DI	模块复位信号	低电平有效
<b>USB_BOOT 接口</b>				
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
<b>I2C 接口</b>				
管脚号	管脚定义	IO	功能描述	备注
66	I2C_SDA	IO	I2C 总线数据	1.8V 电平; 需外部上拉电阻
67	I2C_SCL	DO	I2C 总线时钟	1.8V 电平; 需外部上拉电阻
<b>ADC 接口</b>				
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
96	ADC1	AI	12bits 通用模数转换	输入范围 0~1.2V
<b>射频接口</b>				
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	1.8V 电平,不用则悬空
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 不能与 PIN57 同时使用
23	MAIN_RTS	DI	DTE 请求发送	连接至 DTE 的 RTS. 1.8V 电平,不用则悬空 不能与 PIN58 同时使用
21	MAIN_DCD		UART 输出载波检测	
中断唤醒接口				
19	MAIN_DTR	DI	用于主机唤醒模块	1.8V 电平,不用则悬空 由于内部分压,内部上拉电平测量在 1.1V 左右
20	MAIN_RI	DO	用于模块唤醒主机	1.8V 电平,不用则悬空
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,不用则悬空 不能与 PIN52 同时使用
29	AUX_TXD	DO	辅助串口数据发送	1.8V,不用则悬空 不能与 PIN53 同时使用
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	建议不超过 5.5V 内



				部电阻分压
其他接口				
管脚号	模块管脚定义	IO	功能描述	备注
2-6,8,26 ,30-33,4 4,49-58, 68-69,7 4-78,80- 81,83-8 7,97-10 9	RESERVED			不用则悬空

## NOTE

- ✧ 二次开发 GPIO 复用功能详见对应《\_GPIO\_table》
- ✧ LDOAON 为芯片内部部分 GPIO 供电电源，由此电源供电的 IO 口休眠状态下能够保持。
- ✧ 所有 GPIO 和 wakeuppad 都支持双边沿中断；可以复用为 wakeup 的 io，休眠以及唤醒状态下都能使用；其余 io 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，POWERKEY 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3-4 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。外设均会被关闭，大部分 IO 处于掉电状态，仅有 AGPIO 能够保持电平，功耗极大降低。通过 AT+CSCLK=1 或者 AT+CSCLK=2 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 电源会掉电，相应电压域的 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3-5 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
17,18	MAIN_TXD/RXD	主串口	通过给串口发数据唤醒模块
19	MAIN_DTR	模块唤醒管脚	拉低触发中断唤醒
61	VBUS	USB 插入唤醒	USB 插入，或拉高触发

### 3.4 电源供电

YM310 X09 模块电源接口：

#### ◇ VBAT 为模块工作电源

YM310 X09 模块电源接口定义如下：

表3-6 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 1.5A，在最大发射功率时会有约 700mA 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

模块电源 VBAT 电压输入范围为 3.3V~4.3V，但是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。因此在设计上要特别注意模块的电源设计，在 VBAT 输入端，建议并联一个低 ESR (ESR=0.7Ω) 的 100uF 的钽电容，以及 100nF、33pF、10pF 滤波电容，VBAT 输入端参考电路如图 4 所示。并且建议 VBAT 的 PCB 走线尽量短且足够宽，减小 VBAT 走线的等效阻抗，确保在最大发射功率时大电流下不会产生太大的电压跌落。建议 VBAT 走线宽度不少于 1mm，并且走线越长，线宽越宽。

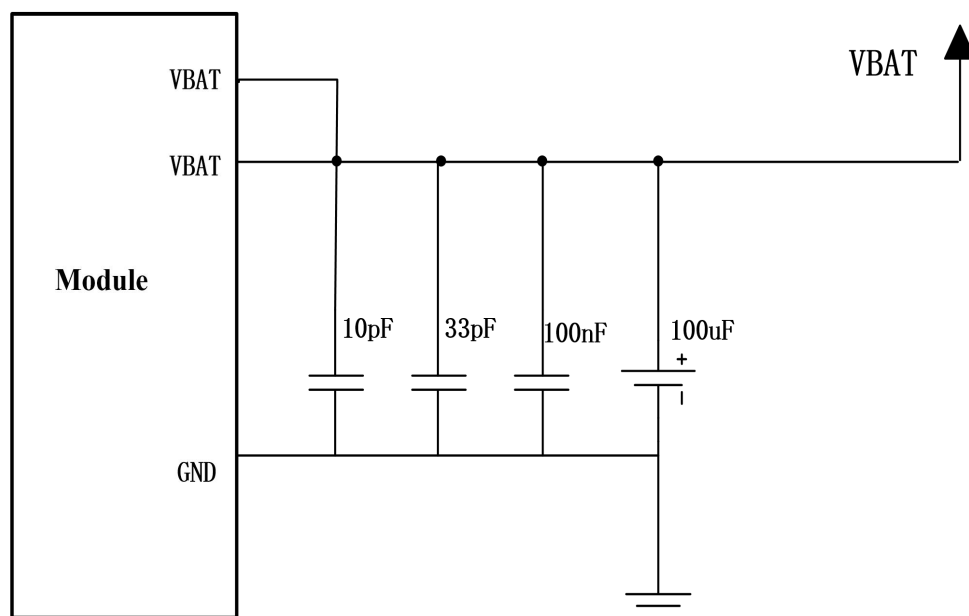


图 3-2 供电电源设计



### 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 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。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。

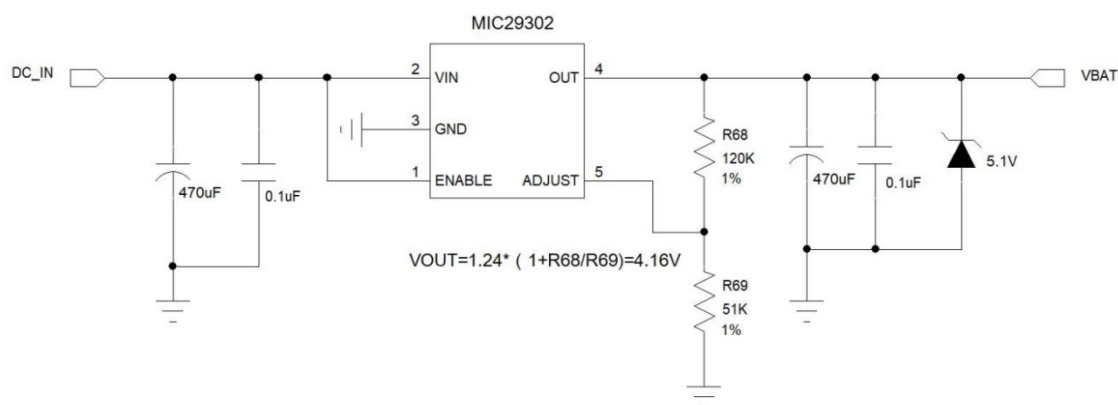


图 3-3 LDO 线性电源参考电路

#### 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。

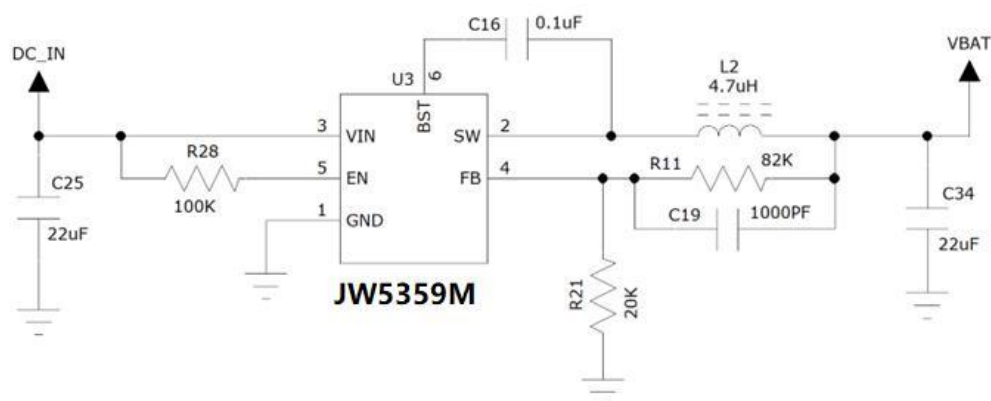


图 3-4 DC 开关电源参考电路

## 3.5 开关机

### 3.5.1 开机

表3-7 开关机管脚定义

管脚号	名称	I/O	描述
7	PWRKEY	DI	模块开机/关机控制脚

在 VBAT 供电后，可以通过如下两种方式来触发 YM310 X09 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：将 PWRKEY 管脚直接短接到地，VBAT 上电后就可以实现开机。

#### 3.5.1.1 PWRKEY 管脚开机

VBAT 上电后，可以通过 PWRKEY 管脚启动模块，把 PWRKEY 管脚拉低 1 秒以上之后模块会进入开机流程，软件会检测 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，开机成功后 PWRKEY 管脚可以释放。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：

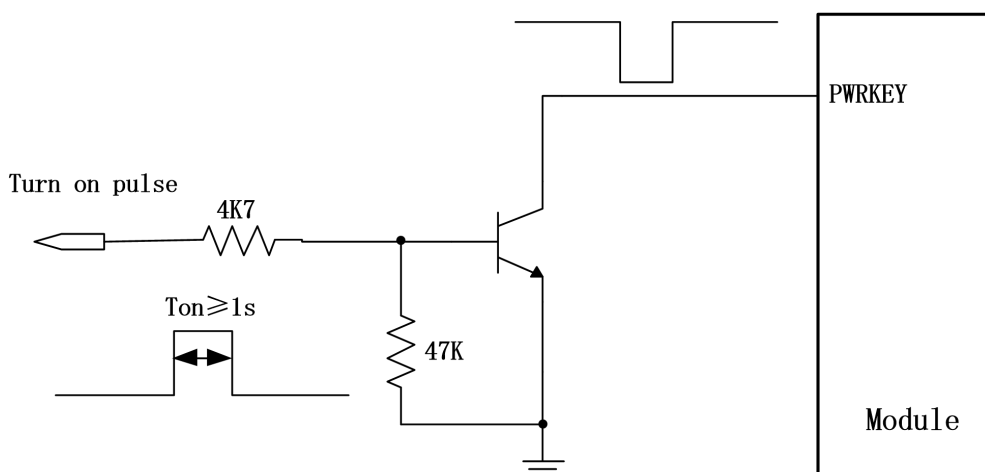


图 3-5 开集驱动开机参考电路

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：

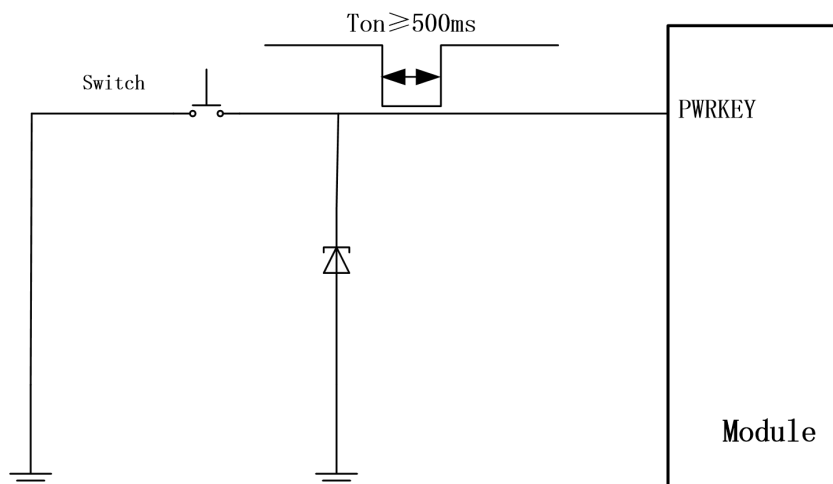


图 3-6 按键开机参考电路

### 3.5.1.2 上电开机

将模块的 PWRKEY 直接接地可以实现上电自动开机功能。需要注意，在上电开机模式下，将无法关机，对于用电池供电的应用场景不建议用 PWRKEY 接地的上电自动开机方式。

## 3.5.2 关机

以下方式可以关闭模块

- ✧ 正常关机：使用 PWRKEY 管脚关机
- ✧ 正常关机：通过 AT 指令 AT+CPOWD 关机

### 3.5.2.1 PWRKEY 管脚关机

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。

时序图如下：

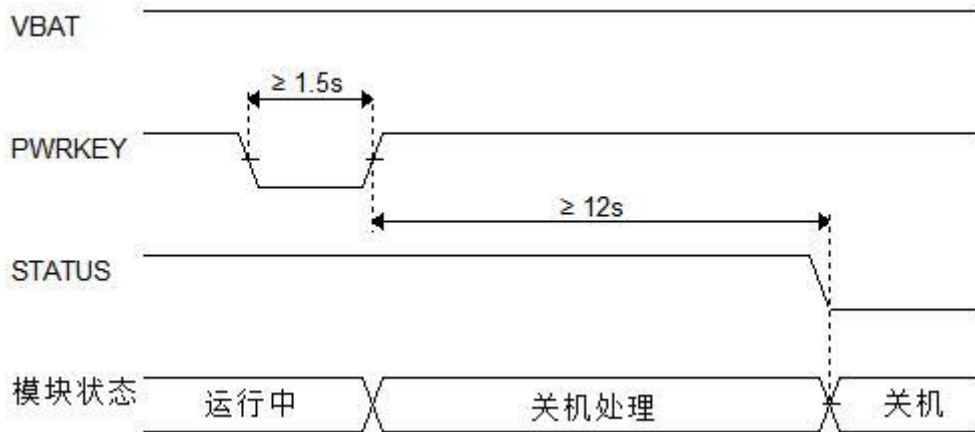


图 3-7 关机时序图

### 3.5.2.2 低电压自动关机

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

### 3.5.3 复位

表3-8 复位管脚定义

管脚	信号名称	I/O 属性	电压域	描述
15	RESET_N	DI	-	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\_N 引脚可用于使模块复位。拉低 RESET\_N 引脚 100ms 以上可使模块复位。RESET\_N 信号对于干扰比较敏感，因此建议在模块接口板上的走线应尽可能的短，且需包地处理。

RESET 时序如下：

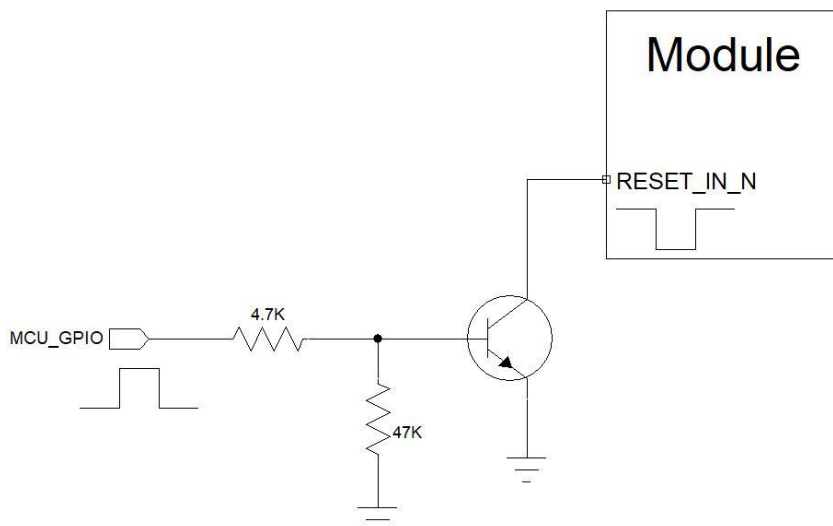


图 3-8 复位时序图

### NOTE

✧ 复位功能建议仅在 AT+CPOWD 和 PWRKEY 关机失败后使用。

## 3.6 串口

YM310 X09 模块提供三组 UART 接口。主串口 MAIN\_UART、AUX\_UART、DBG\_UART。

### 3.6.1 MAIN\_UART

表3-9 主串口信号定义

管脚号	信号名称	属性	电压域	描述
17	MAIN_RXD	DI	VDD_EXT	主串口数据接收
18	MAIN_TXD	DO	VDD_EXT	主串口数据发送
22	MAIN_CTS	DO	VDD_EXT	流控管脚，MAIN_UART 请求发送数据
23	MAIN_RTS	DI	VDD_EXT	流控管脚，MAIN_UART 清除发送

对于 AT 开发方式，3.6.1.MAIN\_UART 用来进行 AT 指令通讯。MAIN\_UART 支持固定波特率，不支持自适应波特率。

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 X09 模块 AT 命令手册》。

MAIN\_UART 在休眠状态下保持的功能。

能够唤醒模块 MAIN\_UART 的特点如下：

- ✧ 包括数据线 TXD 和 RXD，硬件流控控制线 RTS 和 CTS。
- ✧ 8 个数据位，无奇偶校验，一个停止位。
- ✧ 硬件流控默认关闭。
- ✧ 用以 AT 命令传送，数传等。

支持波特率如下：

- ✧ 600,1200,2400,4800,14400,9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800,921600bps

### NOTE

- ✧ MAIN\_UART 在开机过程中短时会输出固定调试信息

## 3.6.2 AUX\_UART

表3-10 辅助串口管脚定义

管脚号	信号名称	属性	电压域	描述
28	AUX_RXD	DI	VDD_EXT	辅助串口数据接收
29	AUX_TXD	DO	VDD_EXT	辅助串口数据发送

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。

## 3.6.3 DBG\_UART

表3-11 调试串口管脚定义

管脚号	信号名称	属性	电压域	描述
38	DBG_RXD	DI	VDD_EXT	模块接收数据
39	DBG_TXD	DO	VDD_EXT	模块发送数据

- ✧ MAIN\_UART 在开机过程中短时会输出固定调试信息。
- ✧ DBG\_UART 用来软件调试时输出 APtrace，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\_TX、DBG\_RX 默认功能为系统底层日志口，进行模块硬件设计时，在剩余功能引脚充足的前提下，避免使用 DBG\_TX 和 DBG\_RX。



- ✧ 如果将此引脚复用为其他功能，则无法从 DBG\_TX 和 DBG\_RX 抓取系统日志。
- ✧ 在某些场景下，如果模块出现异常，无法抓到问题日志，只能通过硬件改版，引出 DBG\_TX、DBG\_RX，抓取日志再进行分析。

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\_TX、DBG\_RX 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\_TX、DBG\_RX 来抓取日志。

### 3.6.4 串口连接方式

串口的连接方式较为灵活，如下是三种常用的连接方式。三线制的串口请参考如下的连接方式：

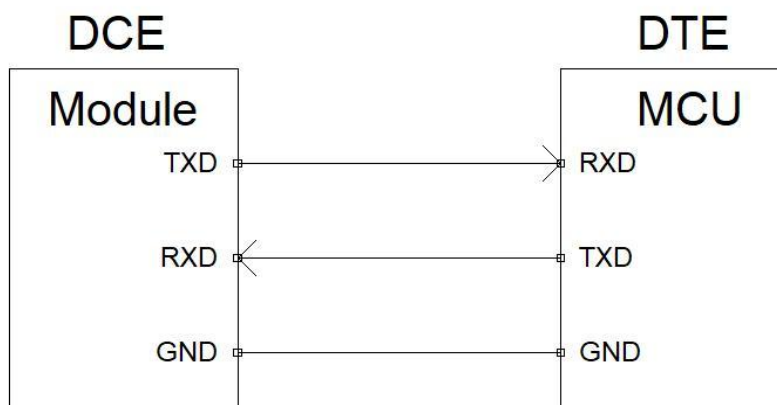


图 3-9 串口三线制连接方式示意图

带流控的串口连接请参考如下电路连接，此连接方式可提高大数据量传输的可靠性，防止数据丢失。

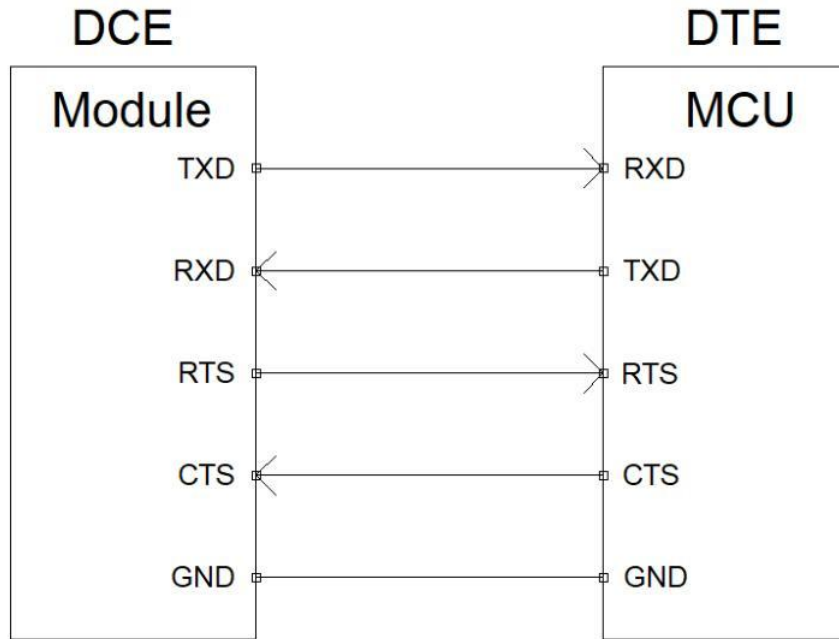


图 3-10 带流控的串口连接方式示意图

### 3.6.5 串口电压转换

YM310 X09 模块的串口电平为固定 1.8V，能够满足大部分 MCU 主控的串口直接需求，但是如果要和 3.3V 或者以上的 MCU 或其他串口外设通信，那就必须要加电平转换电路：

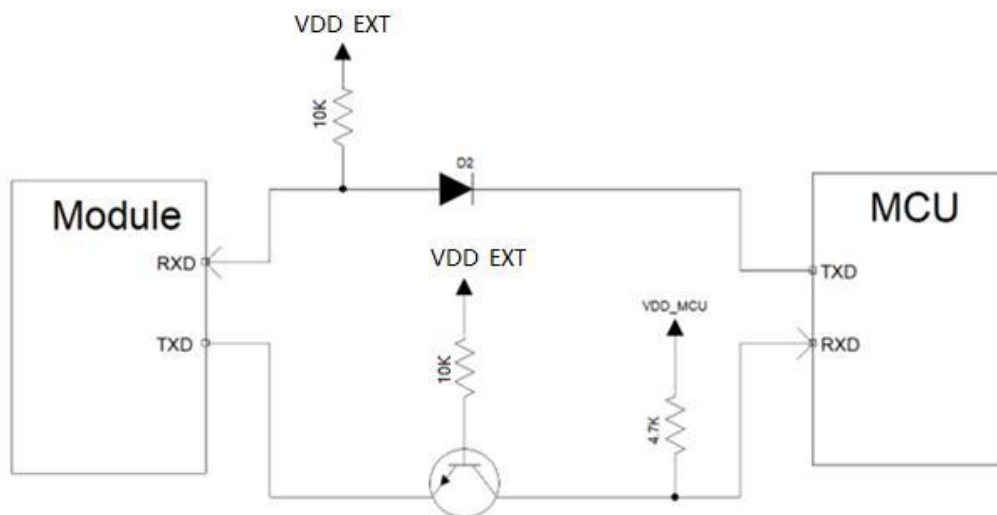


图 3-11 电平转换参考电路

#### NOTE

✧ 如果低功耗需求上拉不能用 vdd-ext，要用 agpio 或者外部 ldo 做上拉





- ✧ 此电平转换电路不适用波特率高于 460800 bps 的应用。
- ✧ D2 必须选用低导通压降的肖特基二极管。

对于波特率高于 460800bps 的应用，可以通过外加电平转换芯片来实现电压转换，参考电路如下：

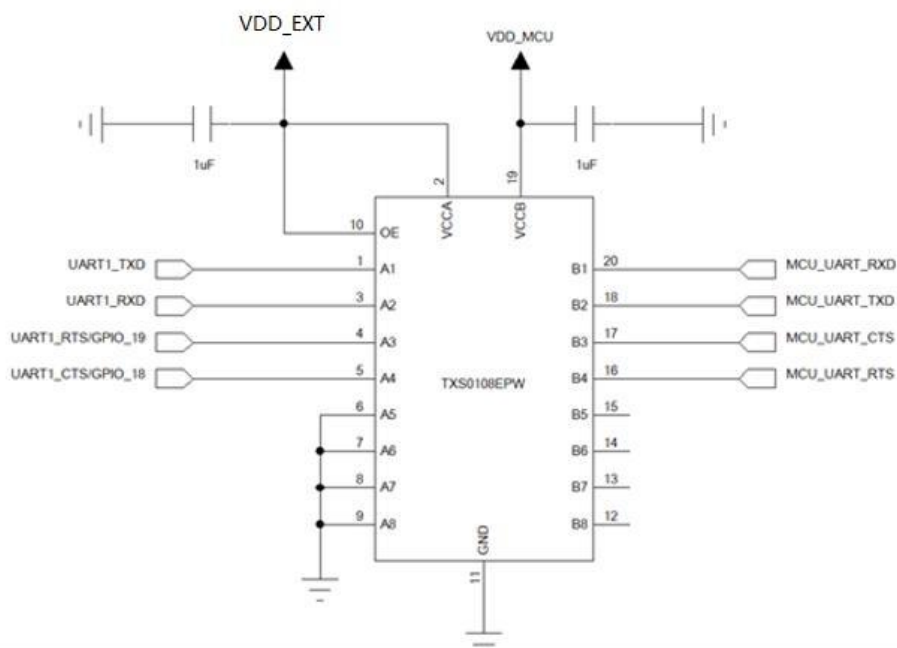


图 3-12 高波特率电平转换参考电路

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 X09 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。USB 走线需遵从 USB2.0 协议规范，USB 接口定义如下：

表3-12 USB接口管脚定义

管脚号	信号名称	IO	描述
59	USB_DP	IO	USB 总线差分正信号
60	USB_DN	IO	USB 总线差分负信号
61	USB_VBUS	AI	USB 插入检测，模块内部电阻分压。（非必须）

USB 接口参考设计电路如下：

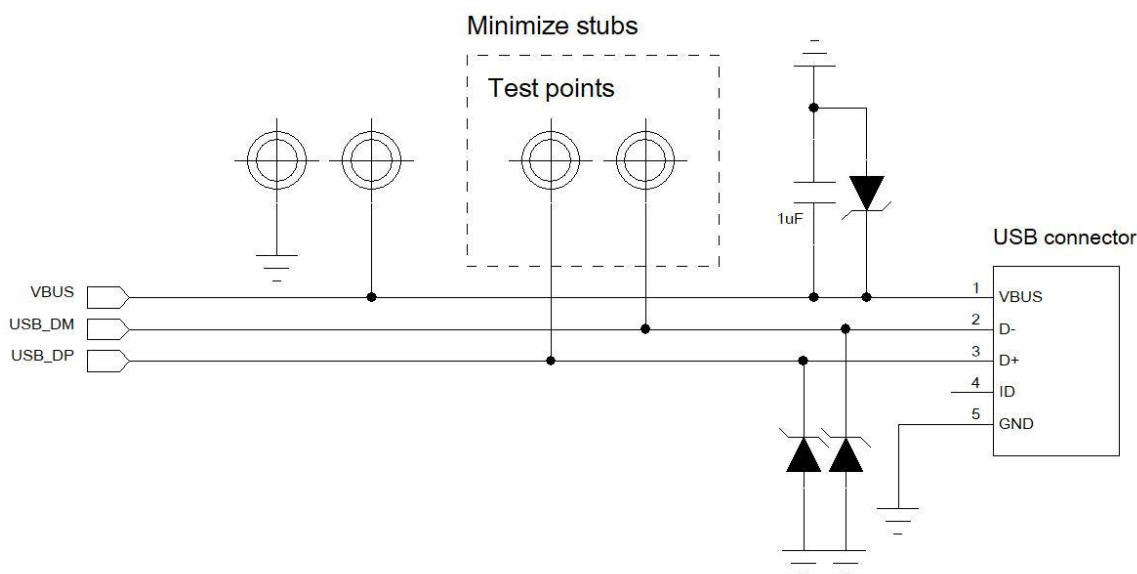


图 3-13 USB 接口参考设计

#### NOTE

- ✧ USB 走线需要严格按照差分线控制，做到平行和等长；
- ✧ USB 走线的阻抗需要控制到差分 90 欧姆；
- ✧ 需要尽可能的减少 USB 走线的 stubs，减少信号反射；USB 信号的测试点最好直接放在走线上以减少 stub；
- ✧ 尽可能的减少 USB 走线的过孔数量；
- ✧ 在靠近 USB 连接器或者测试点的地方添加 TVS 保护管，由于 USB 的速率较高，需要注意 TVS 管的选型，保证选用的 TVS 保护管的寄生电容小于 1pF；
- ✧ 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 USB 插入唤醒的场景也可以不接。

### 3.8 USB 强制下载

YM310 X09 支持 USB\_BOOT 功能。可在模块开机前把 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3-13 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



## 3.9 SIM 卡接口

YM310 X09 支持 2 路 SIM 卡接口,支持 ETSI 和 IMT-2000 卡规范,支持 1.8V 和 3.0V USIM 卡。以满足双 SIM 卡切换的需求。

表3-14 SIM卡信号定义

管脚号	信号名称	属性	描述
11	USIM1_DATA	IO	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, 最大供电电流 10mA
79	USIM1_DET	DI	USIM 卡热插拔检测
65	USIM2_VDD	PO	USIM 卡 2 供电电源, 最大供电电流 10mA
62	USIM2_CLK	DO	USIM 卡 2 时钟信号线
64	USIM2_DATA	IO	USIM 卡 2 数据信号线
63	USIM2_RST	DO	USIM 卡 2 复位信号线

### 3.9.1 双 SIM 卡切换说明

YM310 X09 支持双卡单待, 同一时间只能使用其中一个 SIM 通道。可以通过相应的 AT 指令进行 SIM 卡通道切换: 或者选择自动切换功能, 系统会根据外部网络信号强度进行自动切换(自动切换功能通常用于同时使用不同运营商 SIM 卡的场景)。具体指令请参考《AT 命令手册》。

#### NOTE

- ✧ 模块开机会默认检测 SIM1 通道, 在 SIM1 通道检测到 SIM 卡不在位的情况下才会去检测 SIM2 通道。
- ✧ USIM1\_DET 信号为 SIM 卡插拔检测管脚, 上下边沿电平触发中断, 触发系统进行 SIM1 通道的卡在位检测。而 SIM2 通道不支持 SIM 卡插拔检测。
- ✧ 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 SIM 卡置于 SIM2 通道, 外置插拔 SIM 卡座置于 SIM1 通道, 以实现优先使用外置插拔 SIM 卡的效果。

### 3.9.2 USIM 卡接口参考电路

YM310 X09 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:

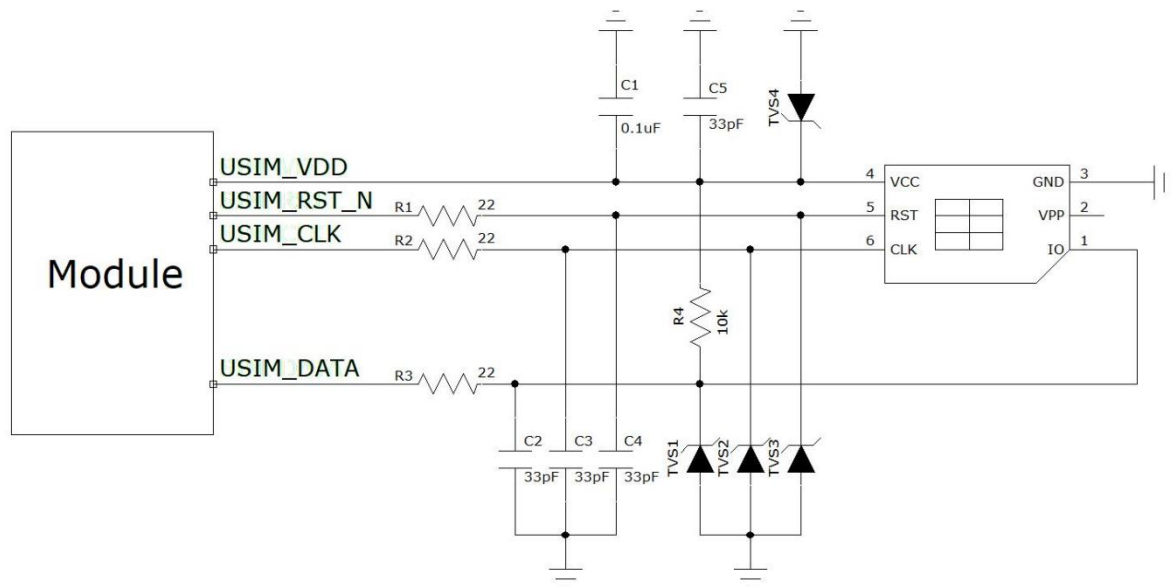


图 3-14 6pin USIM 设计参考电路图

如果需要用到 SIM 卡在位检测, 推荐电路如下。

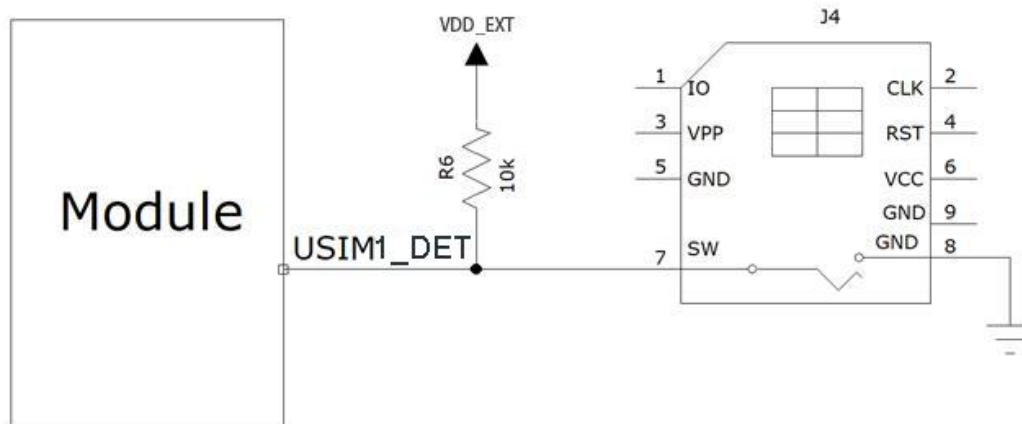


图 3-15 USIM1 热插拔检测卡座参考电路图

#### 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:

✧ SIM 卡座与模块距离摆件不能太远, 越近越好, 尽量保证 SIM 卡信号线布线不超过



20cm。

- ✧ SIM 卡信号线布线远离 RF 线和 VBAT 电源线。
- ✧ 为了防止可能存在的 USIM\_CLK 信号对 USIM\_DATA 信号的串扰，两者布线不要太靠近，在两条走线之间增加地屏蔽。且对 USIM\_RST\_N 信号也需要地保护。
- ✧ 为了保证良好的 ESD 保护，建议加 TVS 管，并靠近 SIM 卡座摆放。选择的 ESD 器件寄生电容不大于 50pF。在模块和 SIM 卡之间也可以串联 22 欧姆的电阻用以抑制杂散 EMI，增强 ESD 防护。SIM 卡的外围电路必须尽量靠近 SIM 卡座。
- ✧ 在需要模块进入休眠的场景 SIM\_DET 禁止用 VDD\_EXT 上拉，否则会造成无法休眠的问题。建议用外部 LDO 上拉。
- ✧ USIM1\_DET 管脚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。
- ✧ 热插拔功能仅 USIM1 支持，USIM2 不支持。

### 3.10 LDO 输出

YM310 X09 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，仅能做外部上拉用。

表3-15 VDD\_EXT管脚定义

管脚号	信号名称	IO	描述
24	VDD_EXT	PO	固定输出 1.8V,驱动能力 4mA，仅能做外部上拉用

### 3.11 功能管脚

#### 3.11.1 MAIN\_RI

表3-16 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 AP



表3-17 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： (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：

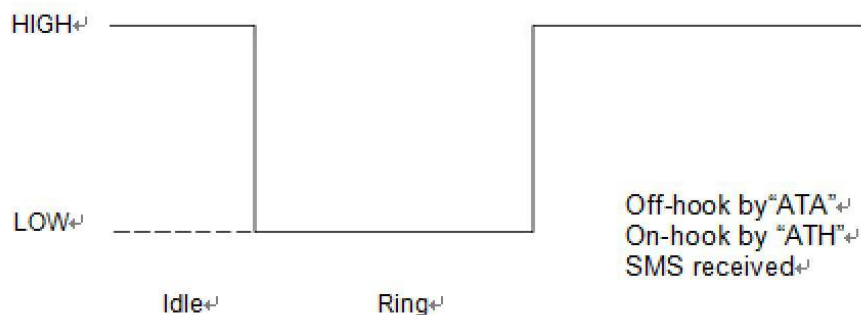


图 3-16 语音呼叫时模块用作被叫方 MAIN\_RI 时序

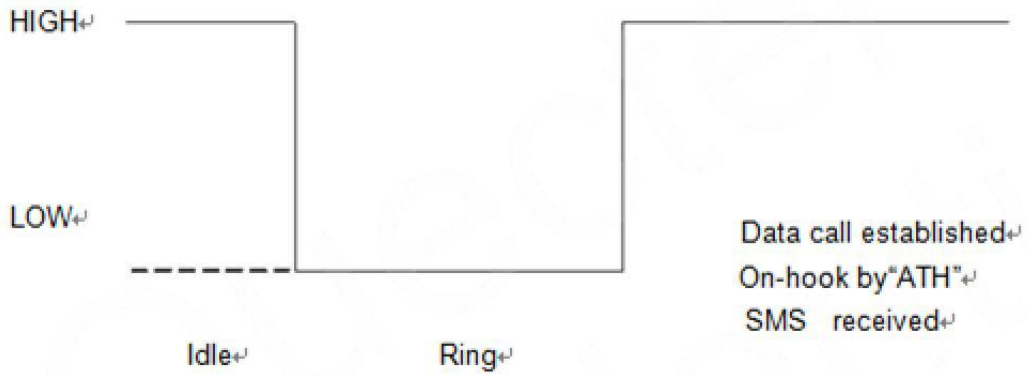


图 3-17 数据呼叫时模块用作被叫方 MAIN\_RI 时序

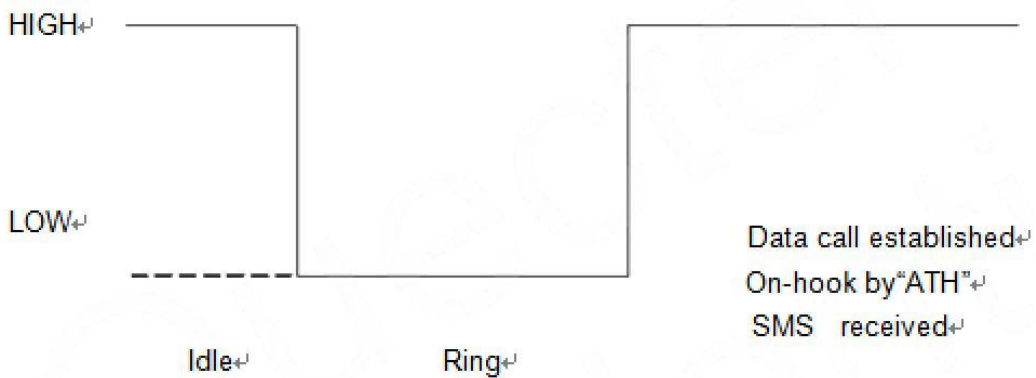


图 3-18 模块主叫时 MAIN\_RI 时序

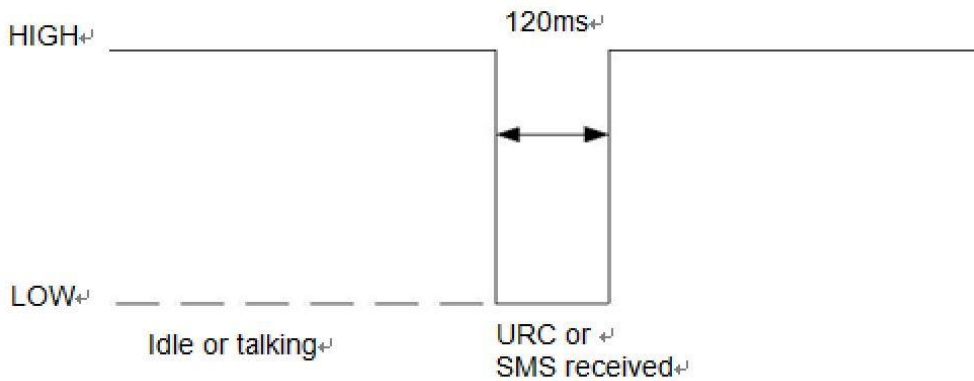


图 3-19 收到 URC 信息或者短信时 MAIN\_RI 时序

### 3.11.2 MAIN\_DTR

表3-18 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
--	--	--	---------------------

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，模块在串口空闲一段时间后自动进入睡眠

### 3.12 状态指令接口

YM310 X09 模块提供两路 GPIO 管脚来指示模块状态。

表3-19 状态指示管脚定义

管脚	信号名称	I/O 属性	描述
16	NET_STATUS	DO	模块网络状态指示
25	STATUS	DO	模块运行状态指示

表3-20 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3-21 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：



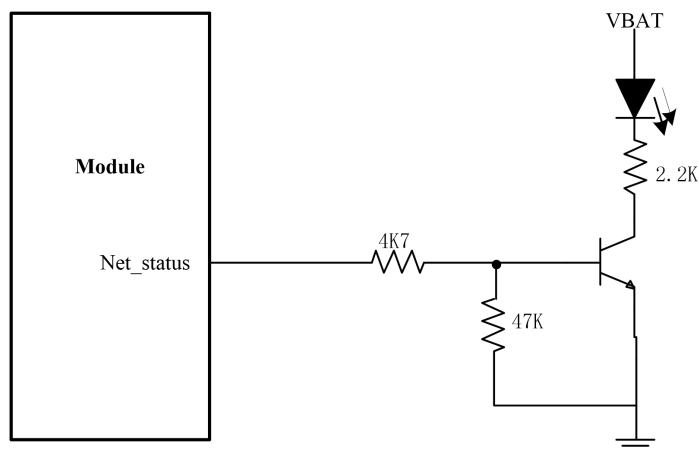


图 3-20 网络状态指示灯电路图

### 3.13 省电功能

根据系统需求，有两种方式可以使模块进入到低功耗的状态。对于 AT 版本使用“AT+CFUN”命令可以使模块 进入最少功能状态。

#### 3.13.1 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。



## 3.14 睡眠模式（慢时钟）

### 3.14.1 串口应用

串口应用下支持两种睡眠模式：

- ◇ 睡眠模式 1：通过 MAIN\_DTR 管脚电平控制模块是否进入睡眠
- ◇ 睡眠模式 2：模块在串口空闲一段时间后自动进入睡眠

### 3.14.2 睡眠模式 1

开启条件：

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

模块在睡眠模式 1 时的软件功能：

不响应 AT 指令，但是收到数据/短信/来电会有 URC 上报

**HOST 睡眠时，模块收到数据/短信/来电如何唤醒 HOST：**

MAIN\_RI 信号

### 3.14.3 睡眠模式 2

开启条件：

发送 AT 指令 AT+CSLCK=2

模块进入睡眠：

串口空闲超过 AT+WAKETIM 配置的时间（默认 5s），模块自动进入睡眠模式 2

模块退出睡眠：

串口连续发送 AT 直到模块回应时即退出睡眠模式 2。不响应 DTR 管脚中断唤醒

模块在睡眠模式 2 时的软件功能：

不响应 AT 指令，但是收到数据/短信/来电会有 URC 上报

**HOST 睡眠时，模块收到数据/短信/来电如何唤醒 HOST：**

MAIN\_RI 信号



### 3.15 USB 应用

开启条件:

USBHOST 必须支持 USB suspend/resume

模块进入睡眠:

HOST 发起 USB suspend

模块退出睡眠:

HOST 发起 USB resume

HOST 睡眠时, 模块收到数据/短信/来电如何唤醒 HOST:

MAIN\_RI 信号

### 3.16 模式切换汇总

表3-22 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	-

### 3.17 射频接口

YM310 X09 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3-23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

### 3.17.1 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：

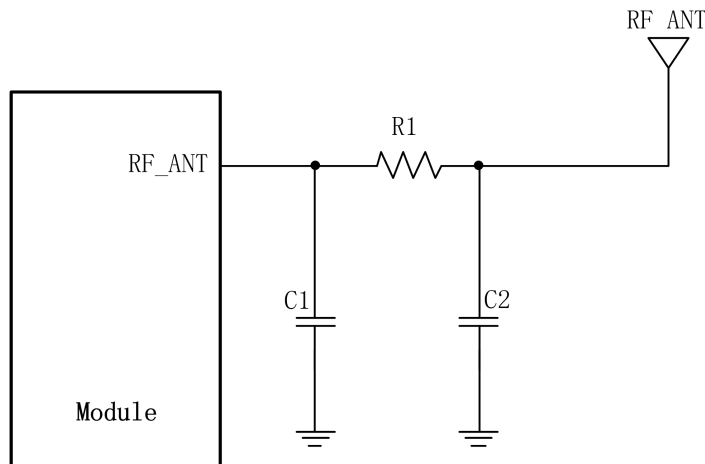


图 3-21 天线匹配电路

#### NOTE

- ✧ YM310 X09 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。

### 3.17.2 射频走线参考

YM310 X09 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。

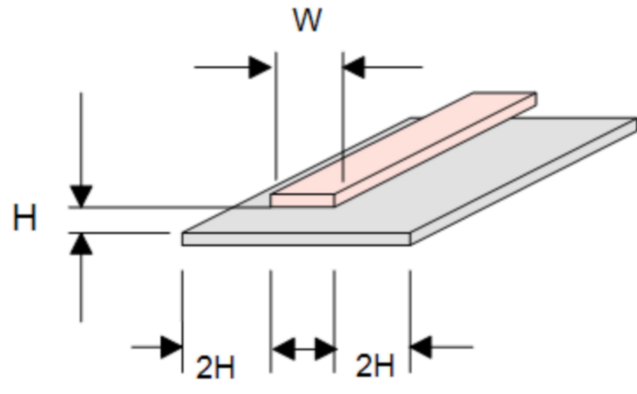


图 3-22 微带线的完整结构

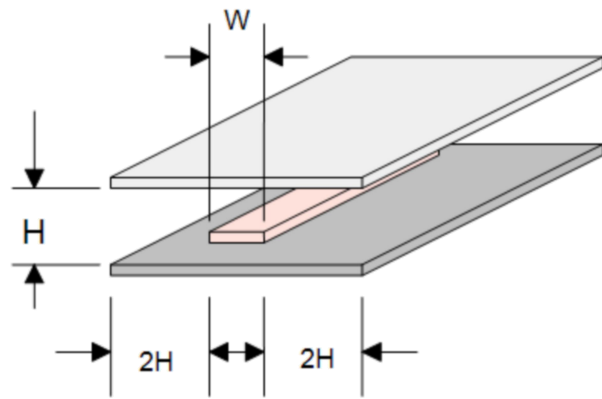


图 3-23 带状线的完整结构

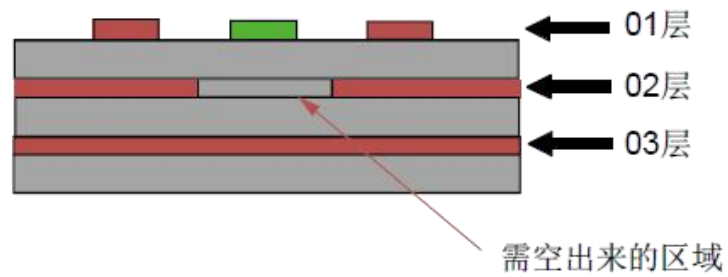


图 3-24 参考地为第三层 PCB 微带传输线结构



## 第 4 章 总体技术指标

### 4.1 本章概述

YM310 X09 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

### 4.2 工作频率

表4-1 4G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	2555MHz - 2655MHz	2555MHz - 2655MHz	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 X09 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 X09 模块 4G 接收灵敏度和发射功率测试指标如下：

表4-3 4G射频灵敏度指标

名录(灵敏度)	3GPP 协议要求	最小	典型	最大
LTE B1(FDD QPSK 通过>95%)	< - 96.3(10MHz)		-99	
LTE B3(FDD QPSK 通过>95%)	< - 93.3(10MHz)		-99	
LTE B5(FDD QPSK 通过>95%)	< - 94.3(10MHz)		-99	
LTE B8(FDD QPSK 通过>95%)	< - 93.3(10MHz)		-99	
LTE B34(TDD QPSK 通过>95%)	< - 96.3(10MHz)		-100	
LTE B38(TDD QPSK 通过>95%)	< - 96.3(10MHz)		-99	
LTE B39(TDD QPSK 通过>95%)	< - 96.3(10MHz)		-100	
LTE B40(TDD QPSK 通过>95%)	< - 96.3(10MHz)		-99	
LTE B41(TDD QPSK 通过>95%)	< - 94.3(10MHz)		-99	

表4-4 4G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 功耗特性

表4-5 工作电流指标

参数	测试条件	最小	典型	最大	单位		
LVBAT	漏电流	第一次上电		1		uA	
		开机后关机（RTC 正常工作）		1		uA	
	休眠待机 电流	LTE-FDD @PF=32		1.2		mA	
		LTE-FDD @PF=64		0.68		mA	
		LTE-FDD @PF=128		0.43		mA	
		LTE-FDD @PF=256		0.33		mA	
		LTE-TDD @PF=32		1.12		mA	
		LTE-TDD @PF=64		0.68		mA	
		LTE-TDD @PF=128		0.43		mA	
		LTE-TDD @PF=256		0.35		mA	
		空闲模式 电流	LTE-FDD @PF=64		3.78		mA
			LTE-TDD @PF=64		3.77		mA
	飞行模式 AT+CFUN=4, AT+CSCLK=3			62			
	LTE-FDD B1 CH300 BW=10M	TX power = 23dbm		424		mA	
	LTE-FDD	TX power =		406		mA	





B3CH1575 BW=10M	TX power = 23dbm				
LTE-FDD B5 CH2525 BW=10M	TX power = 23dbm		389		mA
LTE-FDD B8 CH3625 BW=10M	TX power = 23dbm		434		mA
LTE-TDD B34 CH36275 BW=10M	TX power = 23dbm		172		mA
LTE-TDD B38 CH38000 BW=10M	TX power = 23dbm		234		mA
LTE-TDD B39 CH38450 BW=10M	TX power = 23dbm		164		mA
LTE-TDD B40 CH39150 BW=10M	TX power = 23dbm		263		mA
LTE-TDD B41 CH40620 BW=10M	TX power = 23dbm		236		mA

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4-6 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+POWERM ODE=" PRO"	0.79	37	16.4	0.599	47.9	26	35.2	36.2
AT+POWERM ODE=" SRD"	0.58	36	16.2	0.384	32.1	36	52	54
AT+POWERM ODE=" PSM"	0.0028 (无心跳)	\	\	\	\	104.4	1085	>10 年

表4-7 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
- ◇ 电源电压
- ◇ 静电特性
- ◇ 绝对最大值

### 5.2 工作存储温度

表5-1 YM310 X09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

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 X09模块电压电流耐受值

参数	最小	最大	单位
VBAT	-0.3	4.7	V
VBUS	-0.3	5.5	V
电源供电峰值电流	0	1.5	A
电源供电平均电流（TDMA 一帧时间）	0	0.7	A
数字管脚处电压	-0.3	3.6	V
模拟管脚处电压（ADC）	-0.3	3.6	V

### 5.4 电源特性

YM310 X09 模块输入供电电源要求如下：



表5-3 YM310 X09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	3.3V	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 X09 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 X09 ESD特性

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

## 5.6 可靠性指标

表5-5 YM310 X09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℃ 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， 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℃ 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 X09 模块为单面布局的 PCBA，外观图如下所示：



图 6-1 YM310 X09 外观图

备注：型号具体区别，见下表：

型号名	区别描述	备注
YM310 X09 ACNCX	采用主芯片移芯 EC716S 2 MB pSRAM +1 MB QSPI flash	普通版
YM310 X09 ACNCL	采用主芯片移芯 EC716S 2 MB pSRAM +1 MB QSPI flash	低压版
YM310X09 ACNSX	采用主芯片移芯 EC716E 4 MB pSRAM +1 MB QSPI flash	普通版
YM310 X09 ACNSL	采用主芯片移芯 EC716E 4 MB pSRAM +1 MB QSPI flash	低压版



## 6.3 机械尺寸

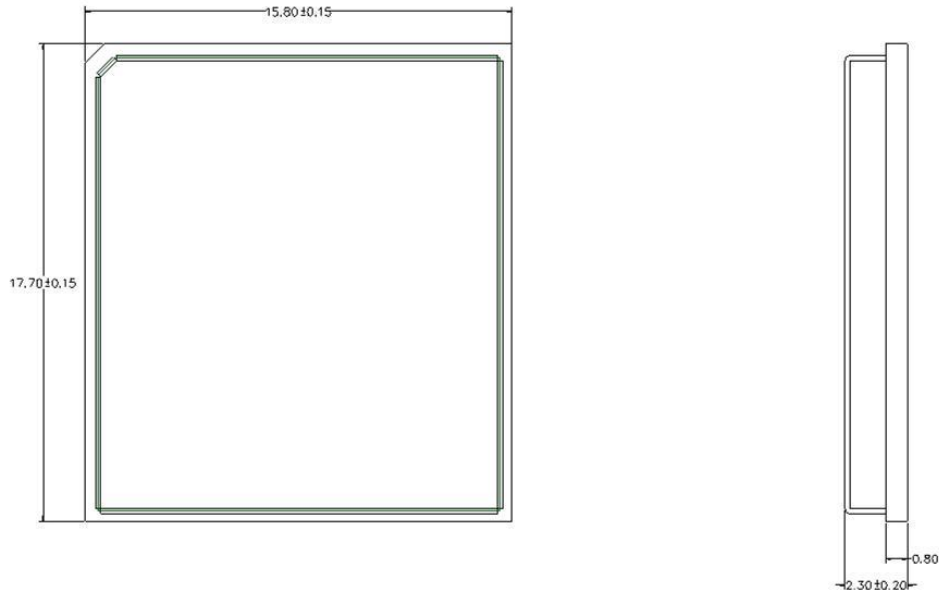


图 6-2 模块正视图与侧视图(单位：毫米)

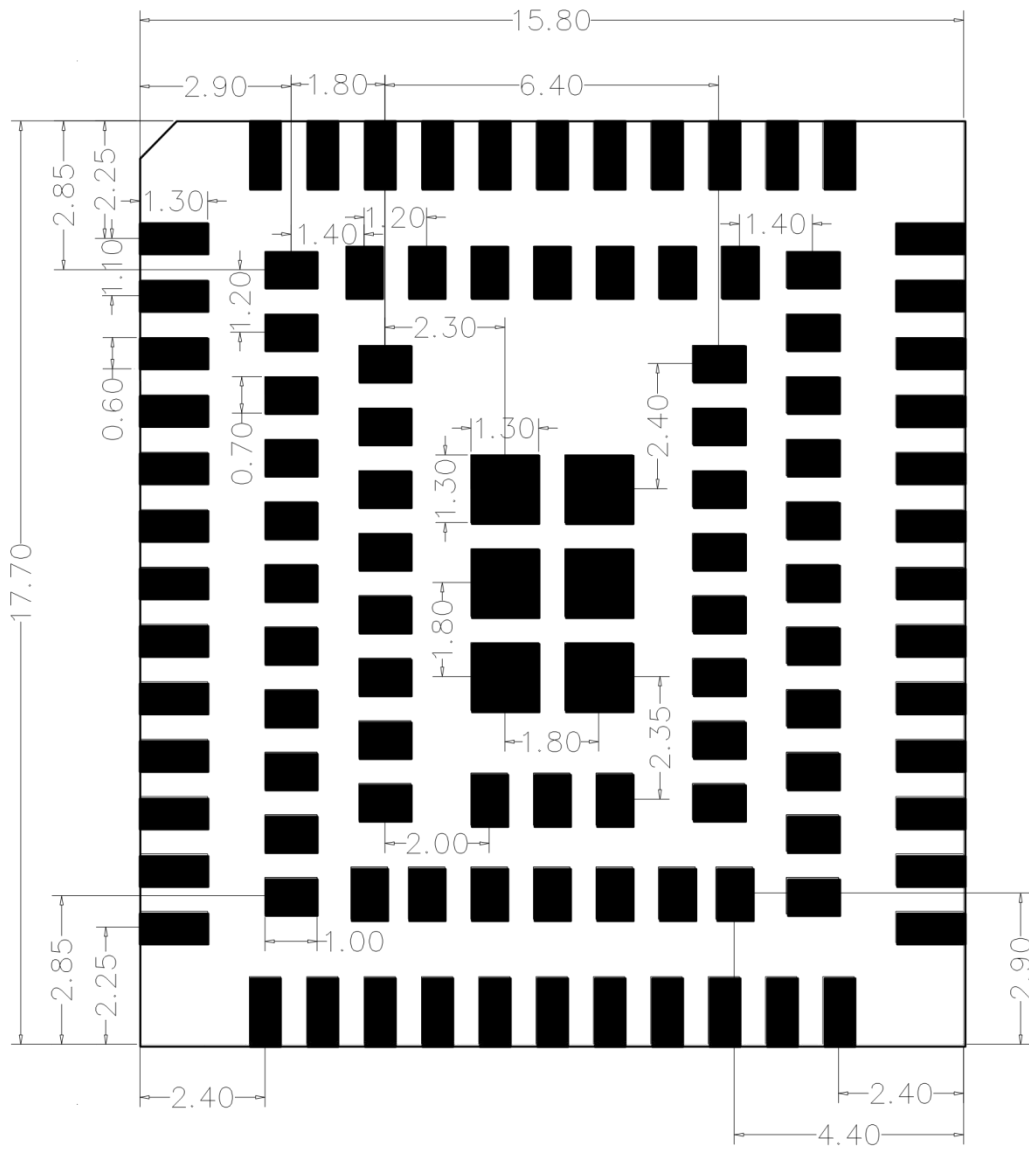


图 6-3 模块底视图（单位：毫米）





模块推荐封装:

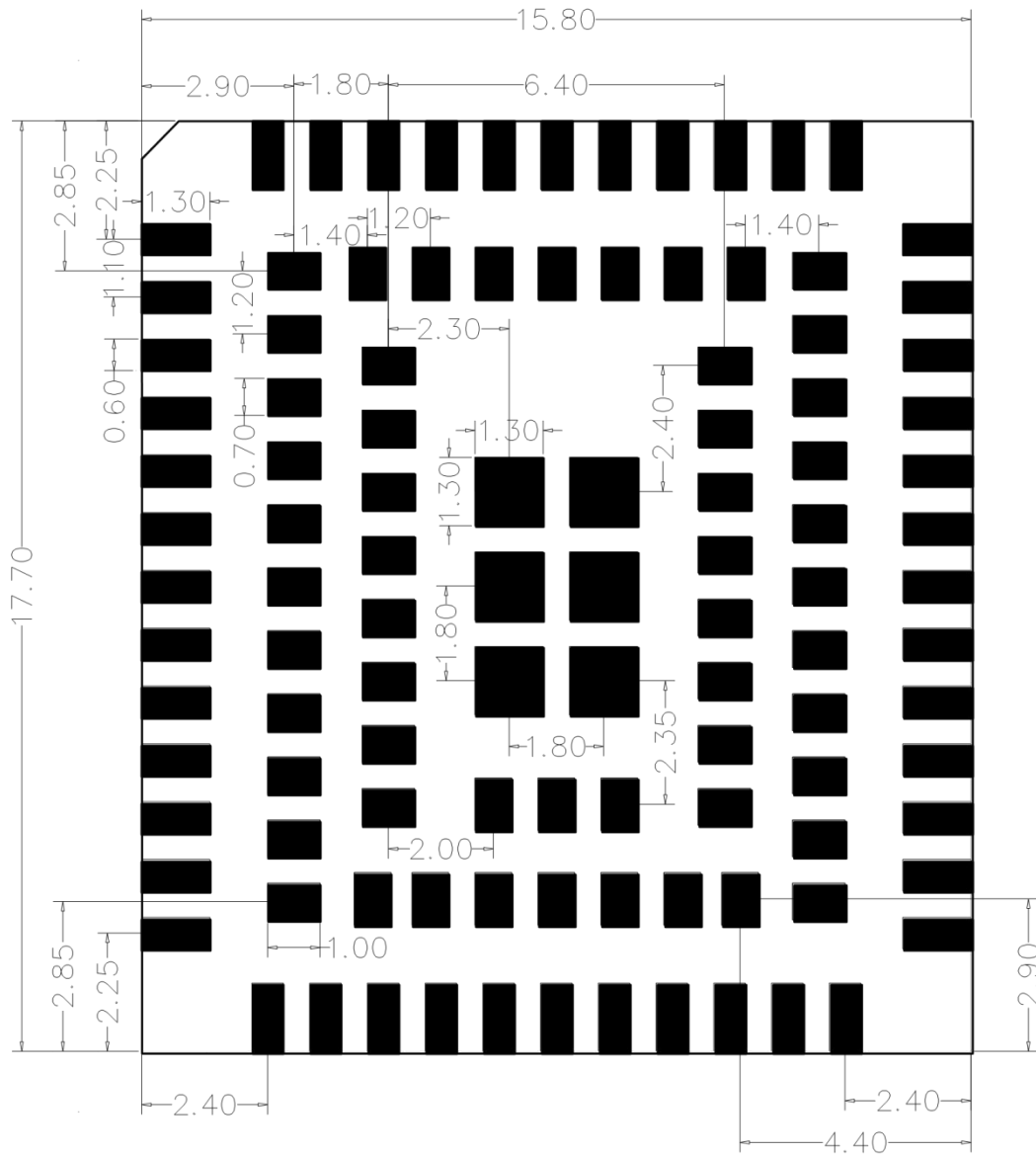


图 6-4 模块推荐封装(单位: 毫米)



## 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 X09 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 X09 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 X09 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 X09 模块焊盘部分对应的钢网厚度推荐为 0.2mm。
- ◇ 推荐回流焊的温度为 238~248° C，不能超过 248° C。
- ◇ 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。

推荐的炉温曲线图如下图所示：

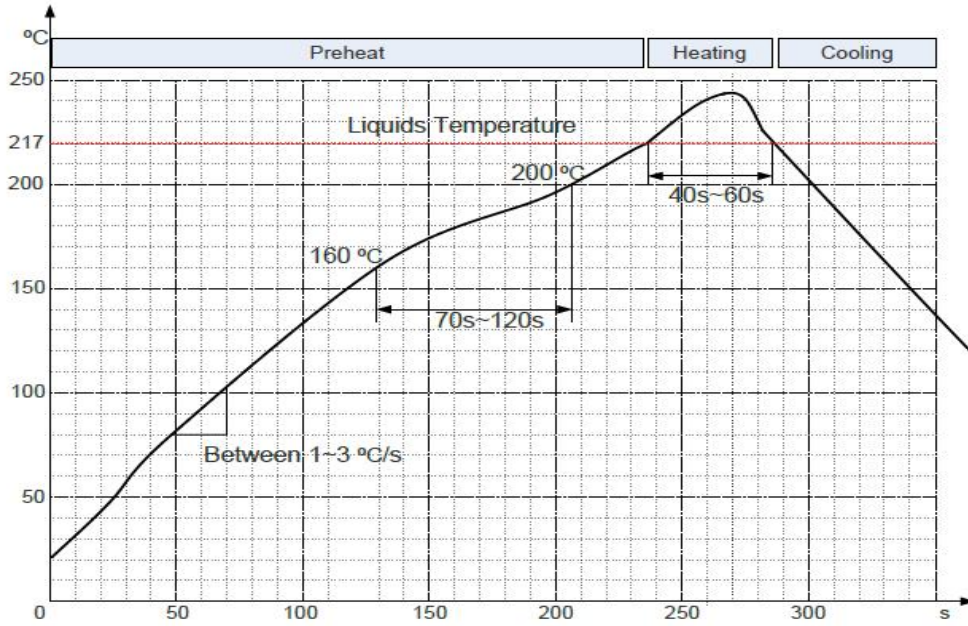


图 7-1 回流焊温度曲线图

表7-1 回流工艺参数表

温区	时间	关键参数
预热区(40°C~165°C)		升温速率: 1°C/s~3°C/s
均温区(160°C~210°C)	(t1~t2): 70s~120s	
回流区(>217°C)	(t3~t4): 40s~60s	峰值温度: 238°C~248°C
冷却区	降温速率: 2°C/s ≤ Slope ≤ 5°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8-2GPRS/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8-3GPRS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8-4EDGE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。