



GM510

模组硬件用户指导手册

版本: V1.8

日期: 2020-02-25

LTE 模组

修订记录

版本	日期	说明
V1.0	2018-10-26	第一次发布版本
V1.1	2019-02-21	更新功耗测试数据 更新 PID 信息
V1.2	2019-03-04	补充 WCDMA 频段信息
V1.3	2019-05-05	更新 GSM 供电最大续流 更新 PID 频段信息 更新功耗测试数据
V1.4	2019-07-15	新增 L1A 相关信息和测试数据
V1.5	2019-09-03	新增 C2M 相关频段信息 更新 USIM 卡参考设计 ADC 功能完全支持
V1.6	2019-09-19	新增 C1F 相关产品信息及测试数据
V1.7	2020-02-19	封装图中添加禁布区说明，调整 USIM_VCC 输出电流数据 更新电源参考设计图 新增 GM510C2E 频段信息和 ADC 参考设计图 更新产品图片
V1.8	2020-02-25	更新产品 PID 信息

关于本文档

应用范围

此文档适用于 GM510 LTE 无线通讯模组产品的硬件开发指导。用户需按照此文档要求和指导进行设计，该文档仅适用于 GM510 模组产品的硬件应用开发。本文档涵盖了产品的硬件方面的二次开发项目，包括电气和机械性能。

阅读注意

下面的符号是阅读时应该注意：



：警告或注意




：备注或说明

目的

此文档给模组产品使用者提供了设计开发依据。通过阅读此文档，用户可以对本产品有整体认识，对产品的技术参数有明确的了解，并可在此文档基础上顺利完成无线通信上网类产品或设备的应用开发。

为了给用户提供一个较为全面的设计参考，此硬件开发文档不仅提供了产品功能特点和技术参数，还提供了产品可靠性测试和相关测试标准、业务功能实现流程、射频性能指标以及用户电路设计指导。

 **注意：**为保证模组板在客户端的焊接直通率，确保该模组后续集成过程中的制造和焊接质量。本文档中第七章内容提供 SMT 工艺和烘烤指导。

缩略语

下表列出本文档中所涉及的缩写，以及英文全名。

缩略语	全称
3GPP	Third Generation Partnership Project
AP	Another name of DTE
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol
CE	European Conformity
DCE	Data Communication Equipment
DL	Downlink
DTE	Data Terminal Equipment
EIA	Electronic Industries Association
EMC	Electromagnetic Compatibility
ESD	Electro-Static discharge
ESR	Equivalent Series Resistance
FDD	Frequency Division Duplex
GPIO	General-purpose I/O
LCC	Leadless Chip Carrier
LDO	Low-Dropout
LED	Light Emitting Diode
LTE	Long Term Evolution
ME	Mobile Equipment
MO	Mobile Origination Call
MT	Mobile Termination Call
MSB	Most Significant Bit
NC	Not connected
PC	Personal Computer
PCB	Printed Circuit Board
PDA	Personal Digital Assistant
PAP	Password Authentication Protocol
RTC	Real Time Clock

SMT	Surface Mount Technology
SPI	Serial Peripheral Interface
TBD	To Be Determined
TCP	Transmission Control Protocol
TIS	Total Isotropic Sensitivity
TRP	Total Radiated Power
TVS	Transient Voltage Suppressor
UART	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter
UDP	User Datagram Protocol
UL	Up Link
USB	Universal Serial Bus
USIM	Universal Subscriber Identity Module
URC	Unsolicited result code
VIH	Logic High level of input voltage
VIL	Logic Low level of input voltage
VOH	Logic High level of output voltage
VOL	Logic Low level of output voltage

安全警告和注意事项

在模组二次开发、使用及返修等过程中，都必须遵循本章节的所有安全警告及注意事项。模组的集成商等必须将如下的安全信息传递给用户、操作人员或集成在产品的手册中：



- 在使用包括模组在内的射频设备时可能会对一些屏蔽性能不好的电子设备造成干扰，请尽可能在远离普通电话、电视、收音机和办公自动化的地方使用，以免这些设备和模组相互影响。
 - 在如助听器、植入耳蜗和心脏起搏器等医用设备旁使用包含模组的设备时，请先向该设备生产厂家咨询了解。
 - 请不要在油料仓库，化工厂等有潜在爆炸危险的环境，或在医院、飞机等有特殊要求的场所，使用包含模组的设备。
 - 请不要将模组暴露在强烈日光之下，以免过度受热而损坏。
 - 本产品没有防水性能，请避免各种液体进入模组内部，请勿在浴室等高湿度的地方使用，以免造成损坏。
 - 非专业人员，请勿自行拆开模组，以免造成人员及设备损伤。
 - 清洁模组时请先关机，并使用干净的防静电布对模组进行清洁。
-

用户有责任遵循其他国家关于无线通信模组及设备的相关规定和具体的使用环境法规。我司不承担因客户未能遵循这些规定导致的相关损失。

目录

修订记录.....	2
关于本文档.....	2
安全警告和注意事项.....	5
目录.....	6
表格索引.....	8
图形索引.....	10
1. 产品概述.....	12
1.1. 整体概述.....	12
1.2. 关键特点.....	14
1.3. 模组框图.....	15
1.4. 开发板.....	16
2. 应用接口.....	17
2.1. 整体概述.....	17
2.2. 管脚分布.....	17
2.3. 管脚描述.....	19
2.4. 电源供给.....	25
2.4.1. 电源管脚.....	25
2.4.2. 减少供电电源压降.....	25
2.4.3. 电源参考电路设计.....	25
2.5. 开机.....	27
2.6. 关机.....	28
2.7. 复位.....	29
2.8. USIM 接口.....	31
2.8.1. 管脚描述.....	31
2.8.2. USIM 卡座.....	32
2.9. USB 接口.....	35
2.10. UART 接口.....	36
2.10.1. 串口连接.....	37
2.10.2. 使用三极管做电平转化.....	38
2.10.3. 使用电平转换芯片做电平转化.....	42
2.11. 网络状态指示.....	43
2.12. 模组状态指示.....	44
2.13. ADC 接口.....	44
2.14. WAKEUP_IN 接口.....	45
2.15. WAKEUP_OUT 接口.....	46
2.16. GPIO 接口.....	47

3. 天线接口	48
3.1. 管脚定义	48
3.2. 参考设计	48
3.3. 天线的 PCB 设计	49
3.4. 天线性能的基本要求	49
3.5. EMC 和 ESD 设计	50
3.5.1. EMC 设计	50
3.5.2. ESD 设计	50
3.6. 天线 OTA 测试方法	50
4. 电气、可靠性和射频特点	51
4.1. 完全最大额定参数	51
4.2. 工作温度	51
4.3. 工作电流	51
4.4. RF 输出功率	53
4.5. RF 接收灵敏度	54
4.6. 静电放电	55
5. 封装尺寸	56
5.1. 模组尺寸	56
5.2. 封装库尺寸	58
5.3. 模组顶视图	59
6. 测试和测试标准	60
6.1. 测试参考	60
6.2. 测试环境说明	60
6.3. 可靠性测试环境	61
7. 贴片工艺和烘烤指导	62
7.1. 存储要求	62
7.2. 模组平面度标准	62
7.3. 工艺路径选择	62
7.3.1. 锡膏选择	62
7.3.2. 主板对应模组焊盘钢网开孔设计	62
7.3.3. 模组贴片	63
7.3.4. 模组焊接回流曲线	64
7.3.5. 过炉方式	65
7.3.6. 不良品维修	65
7.4. 模组烘烤指导	65
7.4.1. 模组烘烤环境	65
7.4.2. 烘烤设备和操作方法	66
7.4.3. 模组烘烤条件	66

表格索引

表 1-1 GM510 模组 PID 及频段配置	12
表 1-2 GM510 支持频段	12
表 1-3 GM510 关键特点	15
表 2-1 输入输出（IO）参数定义	19
表 2-2 逻辑电平	19
表 2-3 管脚定义	19
表 2-4 电源供给	25
表 2-5 开关机信号定义	27
表 2-6 开机时间	28
表 2-7 关机时间	28
表 2-8 复位时间	31
表 2-9 USIM 卡接口定义	31
表 2-10 Molex USIM 卡座管脚描述	33
表 2-11 Amphenol USIM 卡座管脚描述	34
表 2-12 USB 接口管脚定义	35
表 2-13 主 UART 接口定义	37
表 2-14 调试 UART 接口定义	37
表 2-15 网络指示灯管脚定义	43
表 2-16 网络工作状态指示	43
表 2-17 ON_STATE 管脚定义	44
表 2-18 ADC 管脚定义	44
表 2-19 ADC 接口特性	45
表 2-20 WAKEUP_IN 定义	45
表 2-21 WAKEUP_OUT 定义	46
表 2-22 GPIO 管脚定义	47
表 3-1 天线接口定义	48
表 4-1 完全最大额定参数	51
表 4-2 温度参数	51
表 4-3 平均功耗(1)	51

表 4-4 平均功耗(2)	52
表 4-5 平均功耗(3)	52
表 4-6 RF 输出功率	53
表 4-7 RF 接收灵敏度典型值（一）	54
表 4-8 RF 接收灵敏度典型值（二）	54
表 4-9 GM510 模组静电放电特征	55
表 6-1 测试标准	60
表 6-2 测试环境	60
表 6-3 测试仪器和设备	60
表 6-4 可靠性测试参数	61
表 7-1 烘烤参数	62
表 7-2 LCC 模组焊盘钢网开孔	63

图形索引

图 1-1 系统连接框图	16
图 2-1 管脚分配图	18
图 2-3VBAT 输入参考电路	25
图 2-4 DC-DC 参考电路（仅供参考）	26
图 2-5 LDO 参考电路	26
图 2-6 开关机参考电路	27
图 2-7 POWER_ON 开机时序图	28
图 2-8 USIM 卡参考电路图	32
图 2-9 Molex 91228 USIM 卡座	33
图 2-10 Amphenol C707 10M006 512 2 USIM 卡座	34
图 2-11 USB 接口参考电路设计	35
图 2-12 模组和 AP 之间 USB 接口通讯参考电路设计	36
图 2-13 模组 USB 选择 NC 时添加测试点参考电路设计	36
图 2-14 全功能串口连接示意	37
图 2-15 串口三线连接示意	38
图 2-16 串口带流控连四线接示意	38
图 2-17 TXD 电平匹配参考电路	39
图 2-18 RXD 电平匹配参考电路	40
图 2-19 RTS 电平匹配参考电路	40
图 2-20 CTS 电平匹配参考电路	41
图 2-21 8 线 UART 芯片电平匹配参考电路	42
图 2-22 4 线 UART 芯片电平匹配参考电路	42
图 2-23 2 线 UART 芯片电平匹配参考电路	43
图 2-24 模组状态指示参考电路	44
图 2-25 WAKEUP_IN 输入时序	45
图 2-26 WAKEUP_IN 管脚外部连接示意图	46
图 2-27 WAKEUP_OUT 输出时序	46
图 2-28 WAKEUP_OUT 管脚外部连接示意图	47
图 3-1 天线接口参考电路	48
图 5-1 GM510 尺寸图【顶面和侧面尺寸】	56

图 5-2 GM510 尺寸图【正面透视图】	57
图 5-3 推荐封装尺寸【正面透视图】	58
图 5-4 模组顶视图.....	59
图 7-1 模组钢网示意图.....	63
图 7-2 模组卷带包装	63
图 7-3 模组卷带包装相关尺寸	64
图 7-4 模组炉温参考曲线图	65

1. 产品概述

1.1. 整体概述

GM510 是一款采用 LCC 封装的 LTE 无线通信模组。该产品可广泛应用于各种无线通信产品和设备，为之提供数据服务，如 POC 和电动设备等，该模组的应用范围远不止于上述领域。

GM510 的无线通信频段配置如表 1-1 和表 1-2 所示：

表 1-1 GM510 模组 PID 及频段配置

型号	支持频段	分集	GNSS	Category
C2A	LTE FDD: B1, B3, B5, B8 LTE TDD: B34,B38,B39, B40, B41 WCDMA: B1,B8	Yes	不支持	CAT4
C2D	LTE FDD: B1, B3, B5, B8 LTE TDD: B34,B38,B39, B40, B41 WCDMA: B1,B8	No	不支持	CAT4
C2E	LTE FDD: B1,B3,B5,B8 LTE TDD: B34,B38,B39,B40,B41 WCDMA: B1,B8 GSM: B3,B8	No	不支持	CAT4
C2F	LTE FDD: B1,B3,B5,B8 LTE TDD: B34,B38,B39,B40,B41 WCDMA: B1,B8 GSM: B3,B8	Yes	不支持	CAT4
C2M	LTE FDD: B3,B8 LTE TDD: B34,B38,B39,B40,B41 GSM: B3,B8	No	不支持	CAT4
E1A	LTE FDD: B1,B3,B7,B8,B20 LTE TDD: B38 WCDMA: B1,B8	Yes	不支持	CAT4
L1A	LTE FDD: B1,B2,B4,B5,B7,B28,B66 LTE TDD: B40 WCDMA: B1,B2,B5	Yes	不支持	CAT4

表 1-2 GM510 支持频段

PID	RF 支持	RF 频段	发送频率 (TX)	接收频率 (RX)
GM510C2A	LTE FDD	B1	1920 to 1980 MHz	2110 to 2170 MHz
		B3	1710 to 1785 MHz	1805 to 1880MHz
		B5	824 to 849 MHz	869 to 894 MHz
		B8	880 to 915 MHz	925 to 960 MHz
	LTE TDD	B34	2010 to 2025MHz	2010 to 2025MHz
		B38	2570 to 2620MHz	2570 to 2620MHz

		B39	1880 to 1920MHz	1880 to 1920MHz
		B40	2300 to 2400MHz	2300 to 2400MHz
		B41	2555 to 2655MHz	2555 to 2655MHz
	WCDMA	B1	1920 to 1980 MHz	2110 to 2170 MHz
		B8	880 to 915 MHz	925 to 960 MHz
GM510C2D	LTE FDD	B1	1920 to 1980 MHz	2110 to 2170 MHz
		B3	1710 to 1785 MHz	1805 to 1880MHz
		B5	824 to 849 MHz	869 to 894 MHz
		B8	880 to 915 MHz	925 to 960 MHz
	LTE TDD	B34	2010 to 2025MHz	2010 to 2025MHz
		B38	2570 to 2620MHz	2570 to 2620MHz
		B39	1880 to 1920MHz	1880 to 1920MHz
		B40	2300 to 2400MHz	2300 to 2400MHz
		B41	2555 to 2655MHz	2555 to 2655MHz
	WCDMA	B1	1920 to 1980 MHz	2110 to 2170 MHz
		B8	880 to 915 MHz	925 to 960 MHz
	LTE FDD	B1	1920 to 1980 MHz	2110 to 2170 MHz
		B3	1710 to 1785 MHz	1805 to 1880MHz
		B5	824 to 849 MHz	869 to 894 MHz
		B8	880 to 915 MHz	925 to 960 MHz
GM510C2E	LTE TDD	B34	2010 to 2025MHz	2010 to 2025MHz
		B38	2570 to 2620MHz	2570 to 2620MHz
		B39	1880 to 1920MHz	1880 to 1920MHz
		B40	2300 to 2400MHz	2300 to 2400MHz
		B41	2555 to 2655MHz	2555 to 2655MHz
	WCDMA	B1	1920 to 1980 MHz	2110 to 2170 MHz
		B8	880 to 915 MHz	925 to 960 MHz
	GSM	B3	1710 to 1785 MHz	1805 to 1880 MHz
		B8	880 to 915 MHz	925 to 960 MHz
	LTE FDD	B1	1920 to 1980 MHz	2110 to 2170 MHz
		B3	1710 to 1785 MHz	1805 to 1880MHz
		B5	824 to 849 MHz	869 to 894 MHz
		B8	880 to 915 MHz	925 to 960 MHz
GM510C2F	LTE TDD	B34	2010 to 2025MHz	2010 to 2025MHz
		B38	2570 to 2620MHz	2570 to 2620MHz
		B39	1880 to 1920MHz	1880 to 1920MHz
		B40	2300 to 2400MHz	2300 to 2400MHz

		B41	2555 to 2655MHz	2555 to 2655MHz
	WCDMA	B1	1920 to 1980 MHz	2110 to 2170 MHz
		B8	880 to 915 MHz	925 to 960 MHz
	GSM	B3	1710 to 1785 MHz	1805 to 1880 MHz
B8		880 to 915 MHz	925 to 960 MHz	
GM510C2M	LTE FDD	B3	1710 to 1785 MHz	1805 to 1880MHz
		B8	880 to 915 MHz	925 to 960 MHz
	LTE TDD	B34	2010 to 2025MHz	2010 to 2025MHz
		B38	2570 to 2620MHz	2570 to 2620MHz
		B39	1880 to 1920MHz	1880 to 1920MHz
		B40	2300 to 2400MHz	2300 to 2400MHz
		B41	2555 to 2655MHz	2555 to 2655MHz
	GSM	B3	1710 to 1785 MHz	1805 to 1880 MHz
		B8	880 to 915 MHz	925 to 960 MHz
	GM510E1A	LTE FDD	B1	1920 to 1980 MHz
B3			1710 to 1785 MHz	1805 to 1880MHz
B7			2500 to 2570MHz	2620 to 2690MHz
B8			880 to 915 MHz	925 to 960 MHz
B20			832 to 862 MHz	791 to 821 MHz
LTE TDD		B38	2570 to 2620 MHz	2570 to 2620 MHz
WCDMA		B1	1920 to 1980 MHz	2110 to 2170 MHz
		B8	880 to 915 MHz	925 to 960 MHz
GM510L1A	LTE FDD	B1	1920 to 1980 MHz	2110 to 2170 MHz
		B2	1850 to 1910MHz	1930 to 1990MHz
		B4	1710 to 1755MHz	2110 to 2155MHz
		B5	824 to 849 MHz	869 to 894 MHz
		B7	2500 to 2570MHz	2620 to 2690MHz
		B28	703 to 748MHz	758 to 803MHz
		B66	1710 to 1780MHz	2110 to 2200MHz
	LTE TDD	B40	2300 to 2400MHz	2300 to 2400MHz
	WCDMA	B1	1920 to 1980 MHz	2110 to 2170 MHz
		B2	1850 to 1910MHz	1930 to 1990MHz
B5		824 to 849 MHz	869 to 894 MHz	

1.2. 关键特点

下表描述了 GM510 模组的详细功能。

表 1-3 GM510 关键特点


特点	说明	备注
封装	30 mm × 30 mm × 2.3mm 80 pins LCC 封装	
电源	电源范围 3.4V~4.2V，典型值 3.8V	
无线速率	LTE FDD: Max 150Mbps(DL)/Max 50Mbps(UL)	
USIM 接口	支持 1.8V/3.0V 的 SIM 和 USIM 卡	
UART 接口	支持 2 路 UART 接口：主 UART 接口和调试 UART 接口。 ➤ 主 UART 接口：8 线 UART 接口，支持 RTS 和 CTS 流控协议；用于 AT 命令通信或固件升级。 ➤ 调试 UART 接口：2 线 UART 接口，仅用于串口打印输出功能的软件调试，不支持外接串口设备相互通信。	
USB 接口	符合 USB 2.0 规范(从设备)； 用于命令通信、数据传输、软件调试和固件升级。	
USB 驱动	支持 Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8, Windows 10； 支持 Linux 2.6.20 及更高版本。	
SDC 接口	支持 1.8V /3.3V 的 4bits SD 卡	GM510 C1C 开发中
天线接口	主天线、分集天线（具体参见表 1-1）	
接收分集	支持 LTE 接收分集（具体参见表 1-1）	
AT 命令	符合 3GPP TS 27.007, 27.005 支持高新兴物联增强 AT 命令	
网络指示	使用 LED_MODE 指示网络连接状态	
温度范围	普通工作温度：-30°C ~ +75°C 极限工作温度：-40°C ~ -30°C 和 +75°C ~ +85°C 存储温度：-40°C ~ +85°C	
固件更新	USB 接口，主 UART 接口	

1.3. 模组框图

下图显示了 GM510 框图和主要功能部分。

- 电源管理
- 基带
- 存储器
- RF 射频收发
- 外围接口
 - UART 接口
 - USIM 接口

- USB 接口
- SDC 接口
- SPI 接口
- I2C 接口
- I2S 接口
- ADC 接口
- 状态指示接口(LED)

 注意：SDC 接口对于 GM510 C1C 不支持。

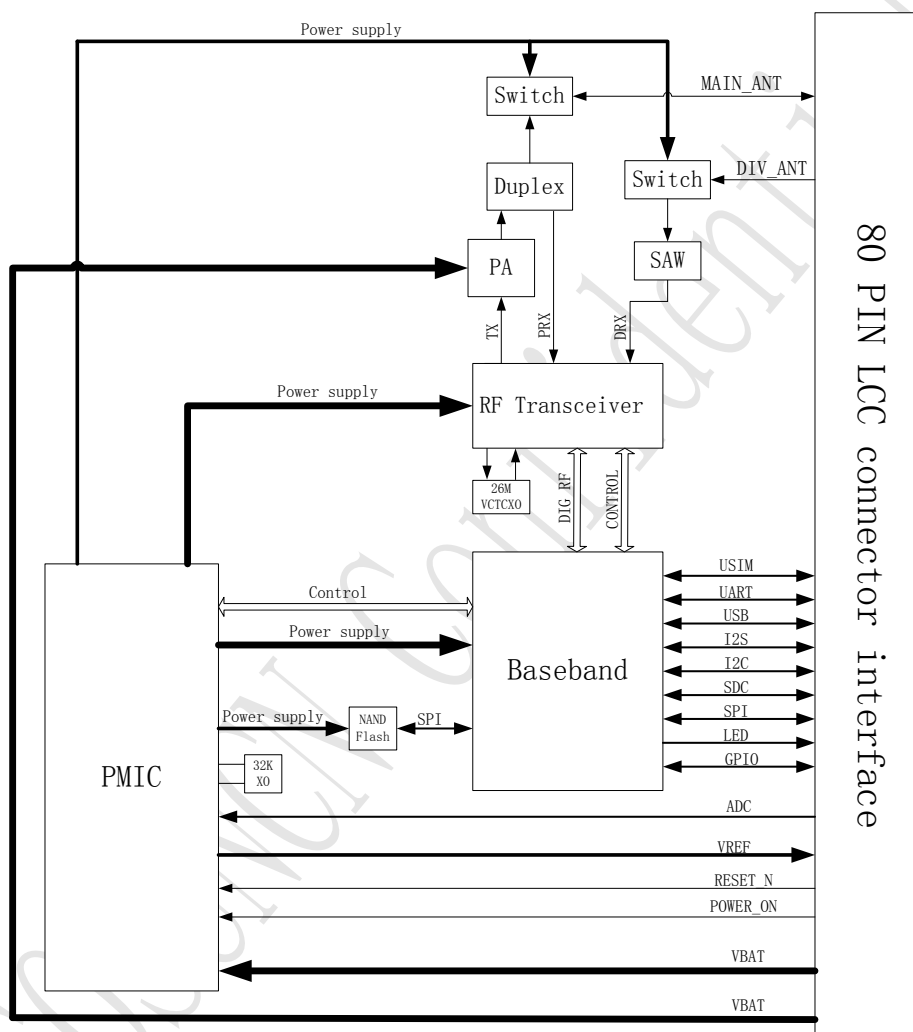


图 1-1 系统连接框图

1.4. 开发板

为了帮助用户更好地应用 GM510 模组开发设计产品，高新兴物联提供开发板、RS-232 转 USB 连接线、USB 数据线、电源适配器、天线和其他外围控制设备或测试模组。

详情请参考文档《高新兴物联 GE2015 通用开发板简易使用手册》。

2. 应用接口

2.1. 整体概述

GM510 是一款配置有 80 个信号焊盘的 LCC 封装类型的模组，另外模组背面有 16 个地焊盘，可通过这些信号焊盘连接到客户的应用平台。所有接口的信息在接下来的章节中会进行详细描述。

2.2. 管脚分布

下图显示了 GM510 模组的 TOP VIEW 管脚分配位置情况。

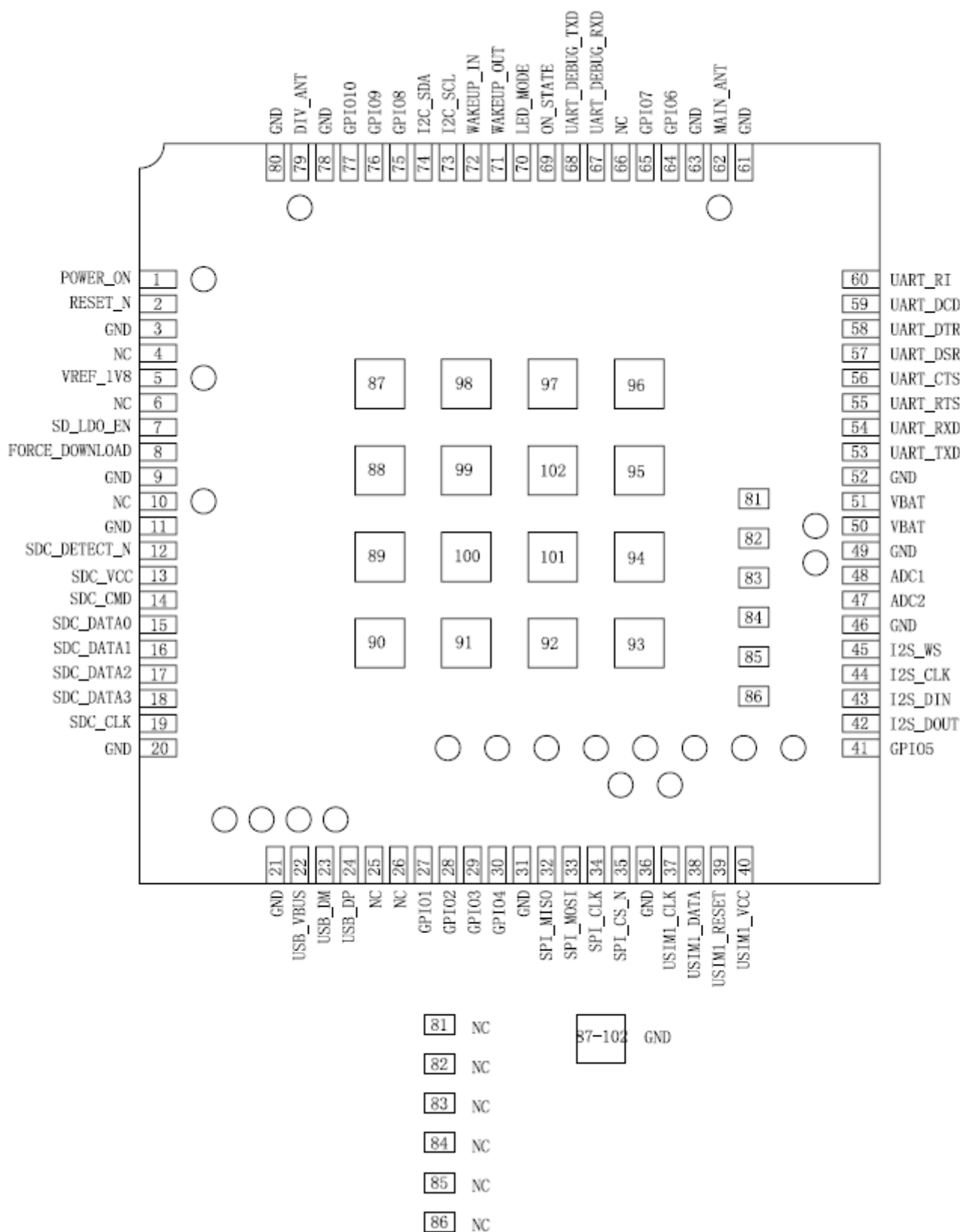


图 2-1 管脚分配图

注意: 保持所有 NC 管脚不连接, 即标注 NC 的管脚, 在不用的情况下请保持悬空处理。

2.3. 管脚描述

下面的表显示了输入输出（IO）参数的定义。

表 2-1 输入输出（IO）参数定义

类别	说明
IO	双向输入输出
DI	数字输入
DO	数字输出
PI	电源输入
PO	电源输出
AI	模拟输入
AO	模拟输出
OD	开漏极输出

下表中描述了逻辑电平标准。

表 2-2 逻辑电平

参数	最小	最大	单位
VIH	$0.65 \cdot V_{DD_IO}$	$V_{DD_IO} + 0.3$	V
VIL	-0.3	$0.35 \cdot V_{DD_IO}$	V
VOH	$V_{DD_IO} - 0.45$	V_{DD_IO}	V
VOL	0	0.45	V



注意：VDD_IO 是管脚电平

下表是 GM510 管脚定义表。

表 2-3 管脚定义

电源供给					
管脚名	管脚序号	I/O	说明	DC 特点	备注
VBAT	50,51	PI	模组电源	$V_{max} = 4.2V$ $V_{min} = 3.4V$ $V_{norm} = 3.8V$	供电电源应能够提供 2.5A 的续电流
VREF_1V8	5	PO	为外部电路提供 1.8V 参考电源	$V_{norm} = 1.8V$ $I_{max} = 50mA$	给外部电路提供上拉电源
GND	3,9,11,20,21,31,36,46,49,52,61,63,78,80, 87~102		地		
开关机					
管脚名	管脚序号	I/O	说明	DC 特点	备注
POWER_ON	1	DI	开关机	$V_{IH\ max} = V_{BAT}$ $V_{IH\ min} = 0.7 \cdot V_{BAT}$ $V_{IL\ max} = 0.3 \cdot V_{BAT}$	内部已上拉到 VBAT，通过输入低电平脉冲实现开机。
RESET_N	2	DI	复位	$V_{IH\ max} = V_{BAT}$	低电平有效

				$V_{IH} \min = 1.17V$ $V_{IL} \max = 0.2V$	
网络状态指示					
管脚名	管脚序号	I/O	说明	DC 特点	备注
LED_MODE	70	DO	指示模组网络注册模式	$V_{OH} \min = 1.35V$ $V_{OL} \max = 0.45V$	1.8V 电源域
ON_STATE	69	DO	模组开机状态指示	$V_{OH} \min = 1.35V$ $V_{OL} \max = 0.45V$	1.8V 电源域
USB 接口					
管脚名	管脚序号	I/O	说明	DC 特点	备注
USB_DP	24	IO	USB 差分数据信号管脚	兼容 USB2.0 标准接口定义	差分阻抗 90 欧姆
USB_DM	23	IO			
USB_VBUS	22	PI	USB 电源		
USIM 接口					
管脚名	管脚序号	I/O	说明	DC 特点	备注
USIM_VCC	40	PO	USIM 卡电源供给	For 1.8V USIM: $V_{max} = 1.9V$ $V_{min} = 1.7V$ For 3.0V USIM: $V_{max} = 3.05V$ $V_{min} = 2.7V$ $I_O \max = 300mA$	模组自适应 1.8/3.0V USIM 卡
USIM_DATA	38	IO	USIM 卡数据信号	For 1.8V USIM: $V_{IL} \max = 0.63V$ $V_{IH} \min = 1.17V$ $V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$ For 3V USIM: $V_{IL} \max = 1.05V$ $V_{IH} \min = 1.95V$ $V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 2.6V$	内部已有 4.7K 电阻上拉到 USIM_VCC
USIM_CLK	37	DO	USIM 卡时钟信号	For 1.8V USIM: $V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$ For 3V USIM: $V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 2.6V$	
USIM_RESET	39	DO	USIM 卡复位信号	For 1.8V USIM: $V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$ For 3V USIM: $V_{OL} \max = 0.45V$	

				V _{OH} min = 2.6V	
ADC 接口					
管脚名	管脚序号	I/O	说明	DC 特点	备注
ADC1	48	AI	模拟转数字信号	0 to 1.4V	外部传感器信号检测，12bit
ADC2	47	AI	模拟转数字信号	0 to 1.4V	外部传感器信号检测，12bit
主 UART 接口					
管脚名	管脚序号	I/O	说明	DC 特点	备注
UART_TXD	53	DO	发送数据	V _{OL} max = 0.45V V _{OH} min = 1.35V	1.8V 电源域
UART_RXD	54	DI	接收数据	V _{IL} min = -0.3V V _{IL} max = 0.63V V _{IH} min = 1.17V V _{IH} max = 2.1V	1.8V 电源域
UART_RTS	55	DO	请求发送	V _{IL} min = -0.3V V _{IL} max = 0.63V V _{IH} min = 1.17V V _{IH} max = 2.1V	1.8V 电源域
UART_CTS	56	DI	清除发送	V _{OL} max = 0.45V V _{OH} min = 1.35V	1.8V 电源域
UART_DSR	57	DO	数据准备好	V _{IL} min = -0.3V V _{IL} max = 0.63V V _{IH} min = 1.17V V _{IH} max = 2.1V	1.8V 电源域
UART_DTR	58	DI	数据终端准备好	V _{IL} min = -0.3V V _{IL} max = 0.63V V _{IH} min = 1.17V V _{IH} max = 2.1V	1.8V 电源域
UART_DCD	59	DO	载波检测	V _{OL} max = 0.45V V _{OH} min = 1.35V	1.8V 电源域
UART_RI	60	DO	业务指示	V _{OL} max = 0.45V V _{OH} min = 1.35V	1.8V 电源域
调试 UART 接口					
管脚名	管脚序号	I/O	说明	DC 特点	备注
UART_DEBUG_TXD	68	DO	发送数据	V _{OL} max = 0.45V V _{OH} min = 1.35V	1.8V 电源域，仅用于输出调试 log，不支持输入。
UART_DEBUG_RXD	67	DI	接收数据	V _{IL} min = -0.3V V _{IL} max = 0.63V V _{IH} min = 1.17V V _{IH} max = 2.1V	
RF 接口					
管脚名	管脚序号	I/O	说明	DC 特点	备注
MAIN_ANT	62	IO	主天线	50Ω 阻抗	

DIV_ANT	79	AI	分集天线	50Ω 阻抗	
I2S 接口					
管脚名	管脚序号	I/O	说明	DC 特点	备注
I2S_WS	45	DO	帧	$V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$	1.8V 电源域
I2S_CLK	44	DO	时钟	$V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$	1.8V 电源域
I2S_DIN	43	DI	数据输入	$V_{IL} \min = -0.3V$ $V_{IL} \max = 0.63V$ $V_{IH} \min = 1.17V$ $V_{IH} \max = 2.1V$	1.8V 电源域
I2S_DOUT	42	DO	数据输出	$V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$	1.8V 电源域
I2C 接口					
管脚名	管脚序号	I/O	说明	DC 特点	备注
I2C_SCL	73	DO	I2C 串行时钟信号	$V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$	外部需要增加 4.7KΩ电阻上拉到 1.8V，不用时 NC
I2C_SDA	74	IO	I2C 串行数据信号	$V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$ $V_{IL} \min = -0.3V$ $V_{IL} \max = 0.63V$ $V_{IH} \min = 1.17V$ $V_{IH} \max = 2.1V$	外部需要增加 4.7KΩ电阻上拉到 1.8V，不用时 NC
SDC 接口 (GM510_C1C 开发中)					
管脚名	管脚序号	I/O	说明	DC 特点	备注
SDC_VCC	13	PO	SD 卡电源供给	$I_{max} = 300mA$ For 1.8V SD card: $V_{max} = 1.98V$ $V_{min} = 1.62V$ For 3.3V SD card: $V_{max} = 3.63V$ $V_{min} = 2.97V$	支持 1.8V/3.3V 的 SD 卡
SDC_DETECT_N	12	DI	SD 卡检测信号	For 1.8V SD card: $V_{IL} \max = 0.63V$ $V_{IH} \min = 1.17V$ For 3.3V SD card: $V_{IL} \max = 1.16V$ $V_{IH} \min = 2.16V$	1.8/3.3V 电源域
SDC_CMD	14	IO	双向传送命令和响应	For 1.8V SD card: $V_{IL} \max = 0.63V$ $V_{IH} \min = 1.17V$ $V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$	1.8/3.3V 电源域

				For 3.3V SD card: $V_{IL} \max = 1.16V$ $V_{IH} \min = 2.15V$ $V_{OL} \max = 0.5V$ $V_{OH} \min = 2.81V$	
SDC_CLK	19	DO	主设备给从设备的时钟信号	For 1.8V SD card: $V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$ For 3.3V SD card: $V_{OL} \max = 0.5V$ $V_{OH} \min = 2.81V$	1.8 / 3.3V 电源域
SDC_DATA0	15	IO	数据信号 bit 0	For 1.8V SD card: $V_{IL} \max = 0.63V$ $V_{IH} \min = 1.17V$ $V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$ For 3.3V SD card: $V_{IL} \max = 1.16V$ $V_{IH} \min = 2.15V$ $V_{OL} \max = 0.5V$ $V_{OH} \min = 2.81V$	1.8/3.3V 电源域
SDC_DATA1	16	IO	数据信号 bit 1	For 1.8V SD card: $V_{IL} \max = 0.63V$ $V_{IH} \min = 1.17V$ $V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$ For 3.3V SD card: $V_{IL} \max = 1.16V$ $V_{IH} \min = 2.15V$ $V_{OL} \max = 0.5V$ $V_{OH} \min = 2.81V$	1.8/3.3V 电源域
SDC_DATA2	17	IO	数据信号 bit 2	For 1.8V SD card: $V_{IL} \max = 0.63V$ $V_{IH} \min = 1.17V$ $V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$ For 3.3V SD card: $V_{IL} \max = 1.16V$ $V_{IH} \min = 2.15V$ $V_{OL} \max = 0.5V$ $V_{OH} \min = 2.81V$	1.8/3.3V 电源域
SDC_DATA3	18	IO	数据信号 bit 3	For 1.8V SD card: $V_{IL} \max = 0.63V$ $V_{IH} \min = 1.17V$	1.8/3.3V 电源域

				$V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$ For 3.3V SD card: $V_{IL} \max = 1.16V$ $V_{IH} \min = 2.15V$ $V_{OL} \max = 0.5V$ $V_{OH} \min = 2.81V$	
SPI 接口					
管脚名	管脚序号	I/O	说明	DC 特点	备注
SPI_MISO	32	IO	SPI 接口主输入	$V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$ $V_{IL} \min = -0.3V$ $V_{IL} \max = 0.63V$ $V_{IH} \min = 1.17V$ $V_{IH} \max = 2.1V$	1.8V 电源域
SPI_MOSI	33	IO	SPI 接口主输出	$V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$ $V_{IL} \min = -0.3V$ $V_{IL} \max = 0.63V$ $V_{IH} \min = 1.17V$ $V_{IH} \max = 2.1V$	1.8V 电源域
SPI_CLK	34	DO	SPI 串行时钟信号	$V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$	1.8V 电源域
SPI_CS_N	35	DO	SPI 接口片选信号	$V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$	1.8V 电源域
其它管脚					
管脚名	管脚序号	I/O	说明	DC 特点	备注
WAKEUP_IN	72	DI	主机唤醒模组信号	$V_{IL} \min = -0.3V$ $V_{IL} \max = 0.45V$ $V_{IH} \min = 1.53V$ $V_{IH} \max = 2.1V$	1.8V 电源域，默认内部下拉；边沿触发上升沿唤醒模块，下降沿使能模块可以进入休眠
WAKEUP_OUT	71	DO	模组唤醒主机信号	$V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$	唤醒外部电路
SD_LDO_EN	7	DO	外部 LDO 使能信号	$V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$	功能暂未开发
FORCE_DOWN LOAD	8	DI	强制下载接口	1.8V	拉高该管脚到 1.8V 后，模组进入强制下载模式 外部需预留 NA 电阻上拉到 1.8V，需进入强制下载模式时，该电阻使用 10K 阻值。
GPIO	27,28,29,30,41,64, 65,75,76,77	IO	通用输入输出	$V_{OL} \max = 0.45V$ $V_{OH} \min = 1.35V$ $V_{IL} \min = -0.3V$ $V_{IL} \max = 0.63V$	如果不用，保持悬空。

				$V_{IH} \min = 1.17V$ $V_{IH} \max = 2.1V$	
NC	4,6,10,25,26,66,81 ~86		空管脚		内部电路没有连接，外部悬空即可

2.4. 电源供给

2.4.1. 电源管脚

GM510 模组供电电源参数要求如下：

表 2-4 电源供给

管脚名	管脚序号	说明	最小	典型	最大	单位
VBAT	50, 51	模组供电	3.4	3.8	4.2	V
GND	3, 9, 11, 20, 21, 31, 36, 46, 49, 52, 61, 63, 78, 80, 87~102	接地	-		-	

GND 信号（管脚序号：3/9/11/20/21/31/36/46/49/52/61/63/78/80/87~102）是模组地信号，需要连接到系统板上的地面。如果没有完全连接接地信号，模组的性能将受到影响。

2.4.2. 减少供电电源压降

模组的供电范围为 3.4V~4.2V，建议在供电通路上增加 220 μ F 以上低 ESR 的储能电容。另外，建议供电通路上增加 10 μ F、0.1 μ F、33pF 等不同容值的滤波电容，降低干扰，且布局时电容靠近模组 VBAT 管脚放置。

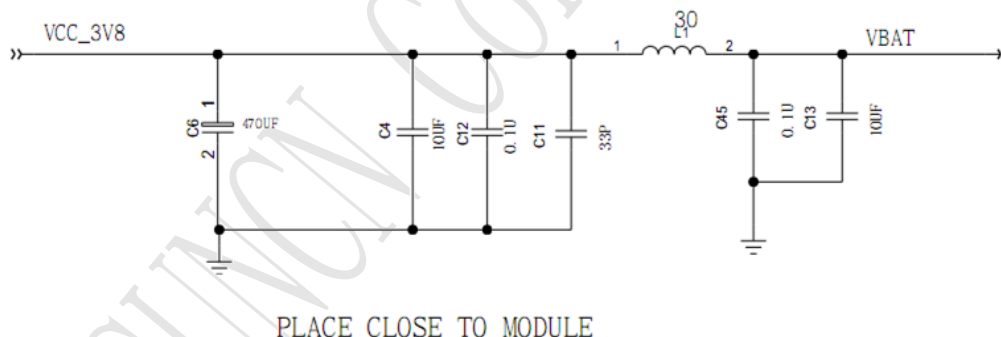


图 2-2 VBAT 输入参考电路

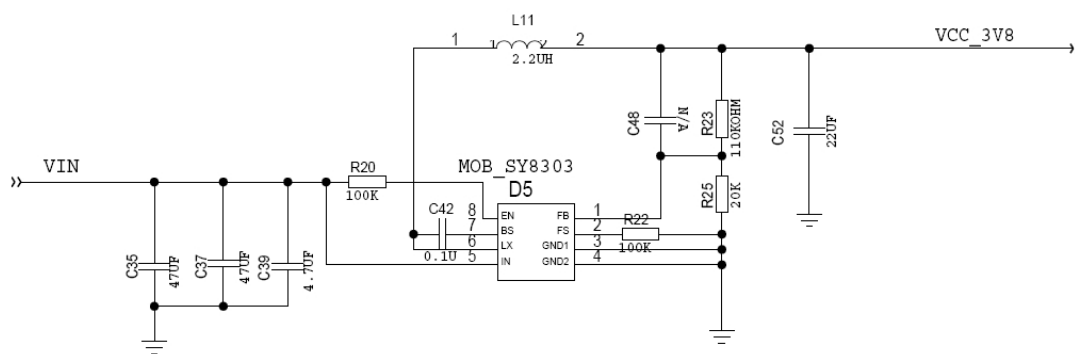
网络较差时，天线会采用最大功率传输。建议有 GSM 制式模块的系统板的持续供电能力保证能达 2.5A 以上。其他模块系统板的持续供电能力达 1.5A 以上。

PCB 上电源到 VBAT 管脚的走线必须有足够的宽度，以避免电压降发生在传输过程中。具体线宽和铜厚相关，一般建议有 GSM 制式的模组主供电走线宽度达 2mm 或以上，其他模块主供电走线宽度达 1mm 或以上。另外，电源部分的地平面尽量完整，且走线周围多打地孔，确保电源回流的可靠性。

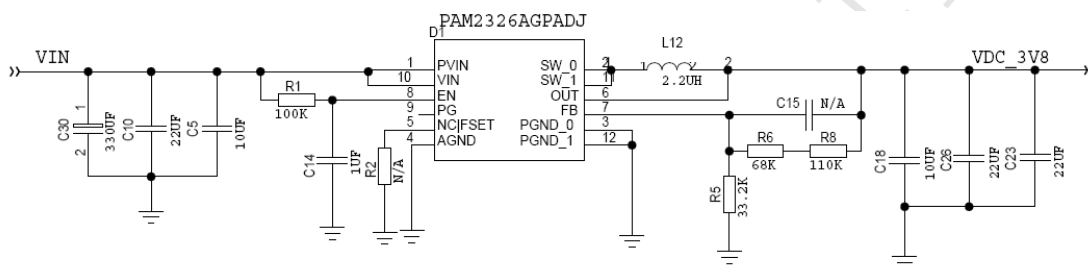
2.4.3. 电源参考电路设计

• 选择 1: DC-DC 开关电源

用 DC-DC 进行电源转换：DC-DC 的过流能力需达到 2.5A 以上。当输入输出压差较大时，需选择 Buck 电路，这样能显著提高转化效率，但同时需关注 DCDC 带来的 EMI 问题（图示电路仅供参考）。下图提供两种 DC-DC 转换电路供参考：



FB: 0.6V
VIN: 4.5V-40V 3.0A
D5 TYPE: SY8303AIC



FB: 0.6V
VIN: 2.7V-6V 3.5A

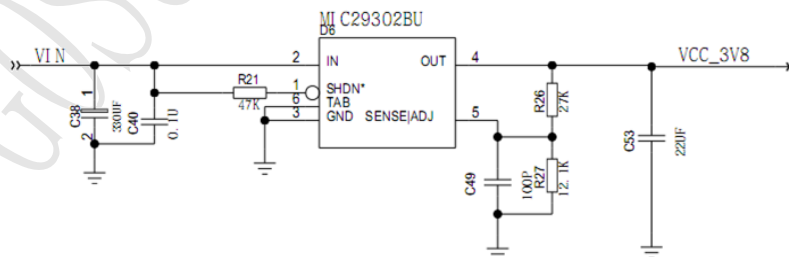
D1 TYPE: PAM2326AGPADJ

图 2-3 DC-DC 参考电路 (仅供参考)

选择 2: LDO

LDO 的过流能力要 2.5A 以上。

用 LDO 进行电源转换：由于 LDO 的效率和输入输出电压的压差直接相关，压差越大效率越低，浪费掉的能量转化为热能又会引起散热方面的问题，因此要求输入 VIN 和 LDO 输出电压之间的压差较小，比如说输入 5V，输出 4.1V 是可以接受的（图示仅供参考）。参考电源与 LDO 电路设计如下图所示：



FB: 1.24V
VIN: 16V 3A

D6 TYPE: MI C29302WU
XRP29302ETBTR-L

图 2-4 LDO 参考电路

2.5. 开机

GM510 模块是脉冲开机，有效的低电平脉冲才可以控制模块开机，详细的开机设计及时序请参见后续内容。

开机电路可参考下图，图示中电阻阻值仅供参考，请根据实际情况进行微调。设计时请注意开关电路逻辑。如下电路①是外部 MCU 输出可控高电平信号，实现 POWER_ON 管脚低电平脉冲输入，从而控制模组开机；电路②是外部 MCU 输出可控低电平信号，从而实现 POWER_ON 管脚输入低电平脉冲，控制模组开机。

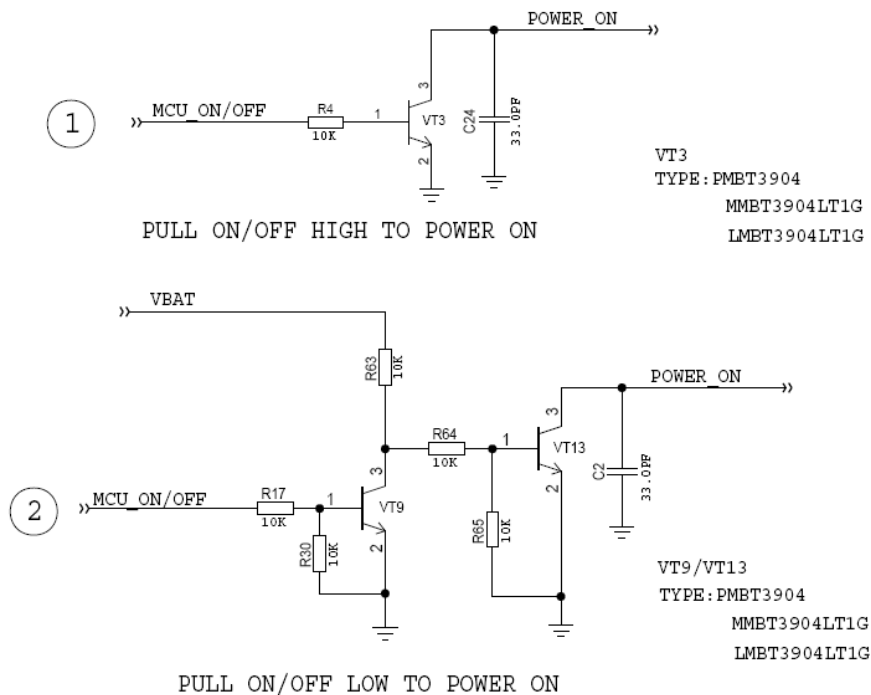


图 2-5 开机参考电路

下表说明了模组开机信号定义的相关信息。

表 2-5 开机信号定义

管脚名	管脚序号	I/O	说明	备注
POWER_ON	1	DI	模组开关	内部已上拉到 VBAT。

下图是开机时序图，模组 POWER_ON 管脚需要保持低电平 T1 时长使其上电开机和运行。在模组开机过程中，务必保持 VBAT 供电稳定。

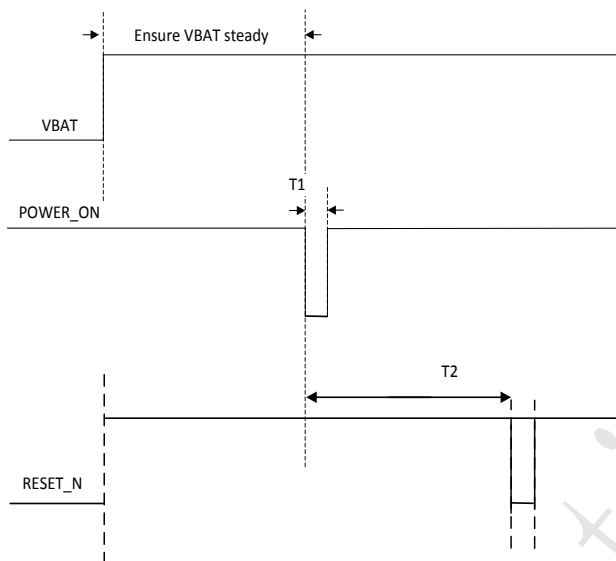


图 2-6 POWER_ON 开机时序图

表 2-6 开机时间

参数	说明	最小	典型	最大	单位
T1	开机信号操作时，开机信号持续的时间	0.02	0.2	2	秒
T2	开机信号给定后，如需复位所需的最小时间间隔	12	15	--	秒

2.6. 关机

在模组开机状态下，PIN 1（POWER_ON）拉低 3-4 秒会触发关机，关机流程需要最小 8 秒才能关机完成。关机参考电路可参考图 2-6。

表 2-7 关机时间

参数	说明	最小	典型	最大	单位
T3	关机信号操作时，关机信号持续的时间	---	3	--	秒
T4	给出关机电平信号之后，VBAT 电平最短持续时间	---	8	--	秒

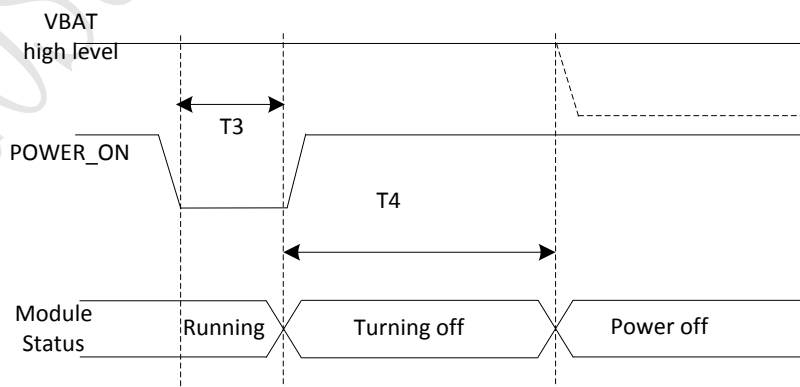


图 2-7 模组关机时序图

注意：在模组运用中应尽量避免频繁的异常掉电场景出现，频繁异常掉电可能会有以下几个风险：

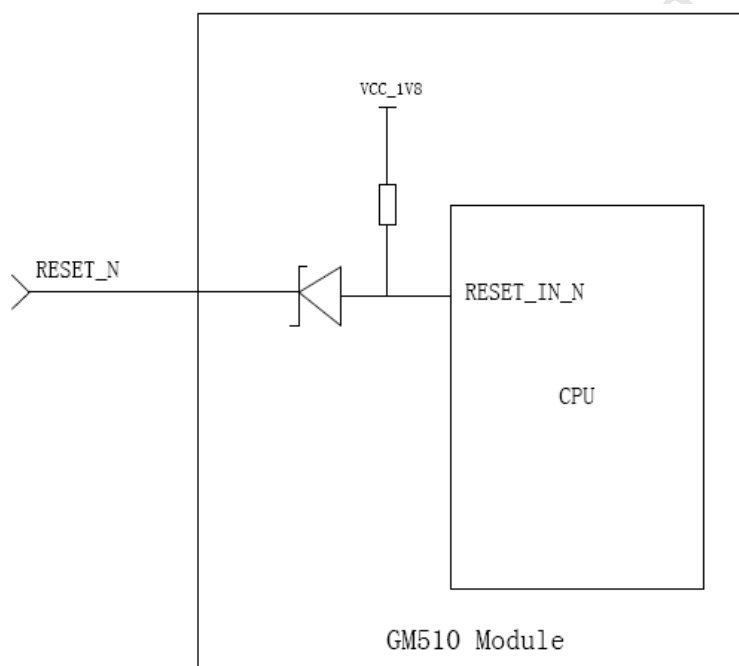
- 1.对 Flash 可能造成不可逆的损坏；
- 2.掉电无法向基站发送关机注册消息，基站可能在几十秒内认为移动台（模组）还在网，例如电话呼叫该模组不会提示“对方已关机”，而是“对方无法接通”等。

2.7. 复位

方式 1:

当模组出现软件停止响应等情况时，可通过 PIN2（RESET_N）拉低 200ms 左右触发复位。

GM510 模组的 PIN2（RESET_N）在模组内部通过一个肖特基二极管上拉到了 1.8V，如下图所示：



当 AP 侧能够提供 200ms 的高电平脉冲时，复位电路可参考下图①所示，当 AP 侧能够提供 200ms 的低电平脉冲时，复位电路可参考下图②所示，图示中，电阻阻值仅供参考，请根据实际情况进行微调。设计时请注意复位电路逻辑。

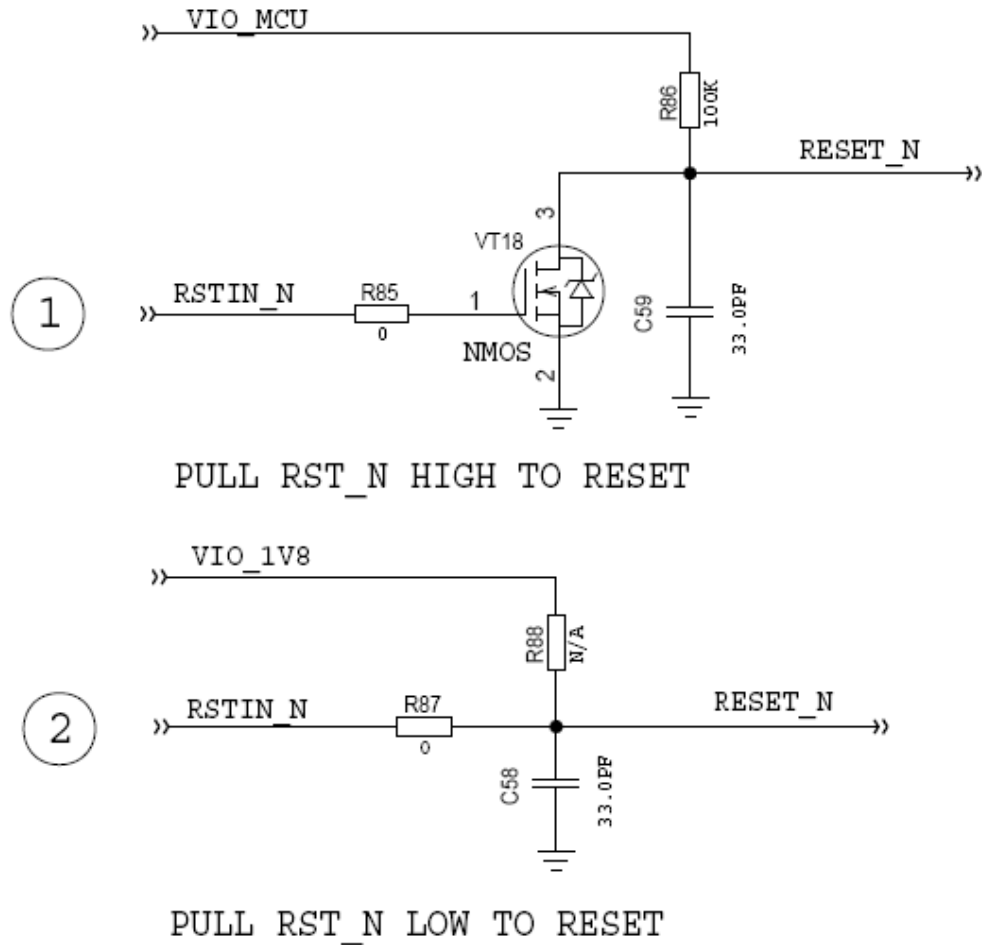


图 2-8 复位参考电路

注意：GM510 模组和 ME3630 模组兼容设计说明：

- 1.R85 位置电阻，GM510 建议使用 0Ω,ME3630 建议使用 10KΩ
- 2.R86 位置，GM510 建议放 100KΩ,ME3630 建议 NA。
- 3.R87 位置，GM510 建议使用 0Ω，ME3630 建议使用肖特基二极管；
- 4.R88 位置，GM510 建议 NA，ME3630 建议使用 10KΩ
- 5.VT18 位置，GM510 模组建议使用 NMOS 器件，ME3630 建议使用三极管；
- 6.详细的 M510 模组和 ME3630 模组兼容设计说明：

位号	GM510 模组推荐	ME3630 模组推荐
R85	0Ω	10kΩ
R86	100kΩ	NA
VT18	NMOS	三极管
R87	0Ω	肖特基二极管
R88	NA	10kΩ

模组复位时序如下图所示：

表 2-8 复位时间

参数	说明	最小	典型	最大	单位
T5	复位流程开始至通串口 AT 耗时	----	18	----	秒

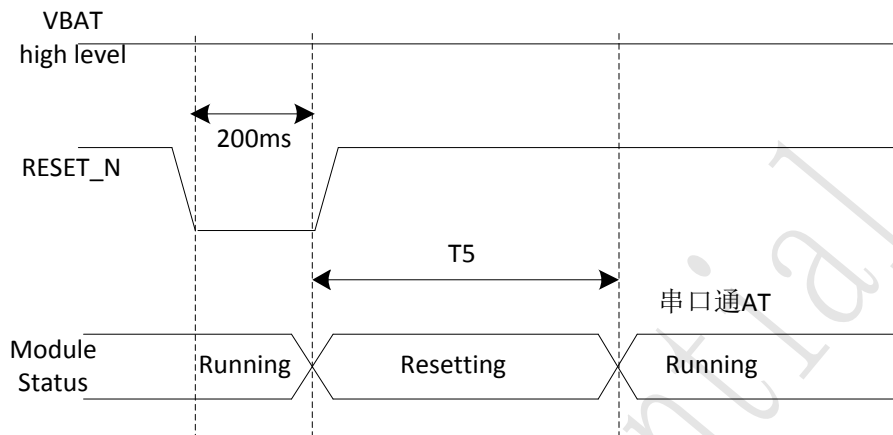


图 2-9 模组复位时序图

方式 2:

AT+Zrst 后，从复位信号给出到串口通 AT 需要 18S 左右的时间，用户在模块未完成复位流程过程中，禁止给模块发送 AT。

⚠注：在固件升级过程中出现失败或出现模块端口不通等情况下，建议重启模块，不要使用模块复位管脚，应该先断开模块主供电 VBAT(PIN50\51)然后重新上电开机，实现模块重启。

2.8. USIM 接口

2.8.1. 管脚描述

USIM 卡接口电路符合 ETSI 和 IMT-2000 SIM 接口要求。可支持 1.8V 和 3.0V 供电的 USIM 卡。

表 2-9 USIM 卡接口定义

管脚名	管脚序号	I/O	说明	备注
USIM_VCC	40	PO	USIM 卡电源	模组自适应 1.8V 和 3.0V 供电的 USIM 卡
USIM_DATA	38	IO	USIM 卡数据信号	内部已有 4.7K 电阻上拉到 USIM_VCC
USIM_CLK	37	DO	USIM 卡时钟信号	
USIM_RESET	39	DO	USIM 卡复位信号	
GND	36		地	

下图是 USIM 卡参考电路设计图。

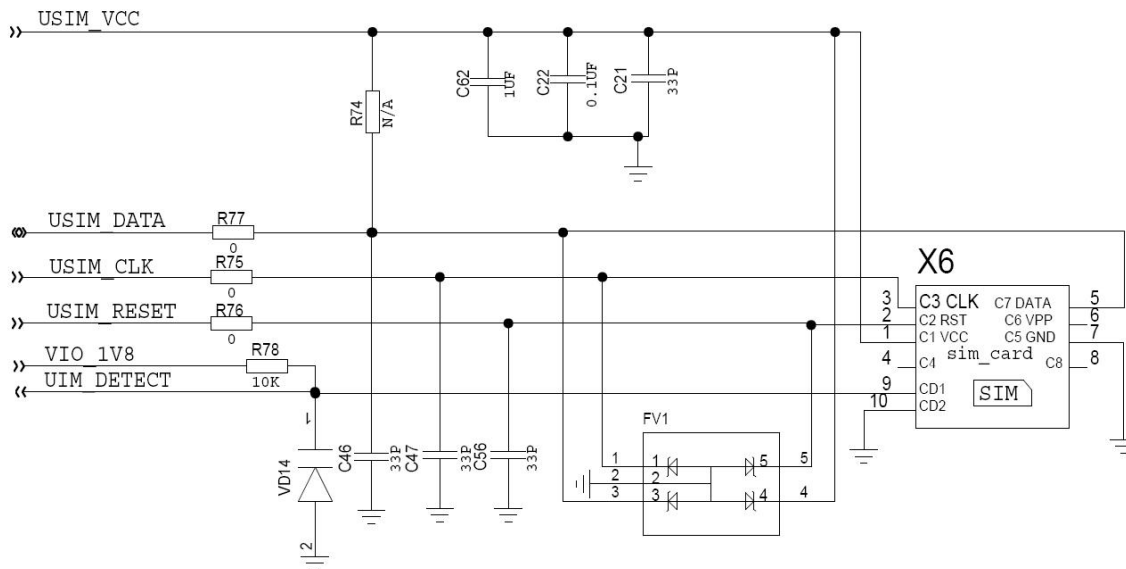


图 2-7 USIM 卡参考电路图

为了提高客户对 USIM 卡设计的可靠性和可用性，请遵循以下 USIM 卡电路设计准则：

- USIM 卡布局尽可能靠近模组，保证走线长度尽可能小于 50mm。
- 保持 USIM 卡信号远离射频信号和 VBAT 电源走线。
- 确保模组和 USIM 卡之间的接地短而宽；并保持地和 USIM_VCC 的 PCB 走线宽度不少于 0.5mm。USIM_VCC 退耦电容应靠近 USIM 卡放置。
- 为了避免 USIM_DATA 和 USIM_CLK 之间互扰，在信号走线周围包地隔离。
- 为了提供良好的静电保护，建议添加 TVS 管 ESDA6V8AV6 (<http://www.willsemi.com>)。请注意 USIM 外围电路应该靠近 USIM 卡放置。

2.8.2. USIM 卡座

8 管脚 USIM 卡座推荐选用 Molex 91228。卡座详细信息请访问 <http://www.molex.com> 进行查询。

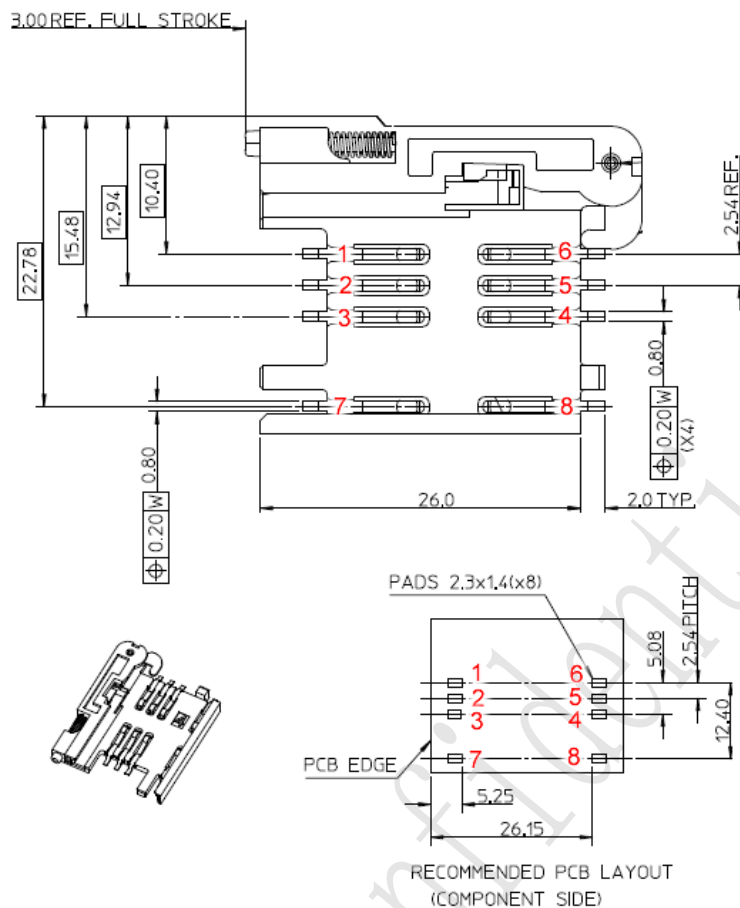


图 2-8 Molex 91228 USIM 卡座

表 2-10 Molex USIM 卡座管脚描述

管脚名	管脚序号	说明
GND	1	地
VPP	2	不用连接
DATA I/O	3	USIM 卡数据线
CLK	4	USIM 时钟信号
RST	5	USIM 复位信号
VDD	6	USIM 卡电源供给
DETECT	7	USIM 卡插拔检测
NC	8	连接地

6 管脚 USIM 卡座推荐选用 Amphenol C707 10M006 5122。卡座详细信息请访问 <http://www.amphenol.com> 进行查询。

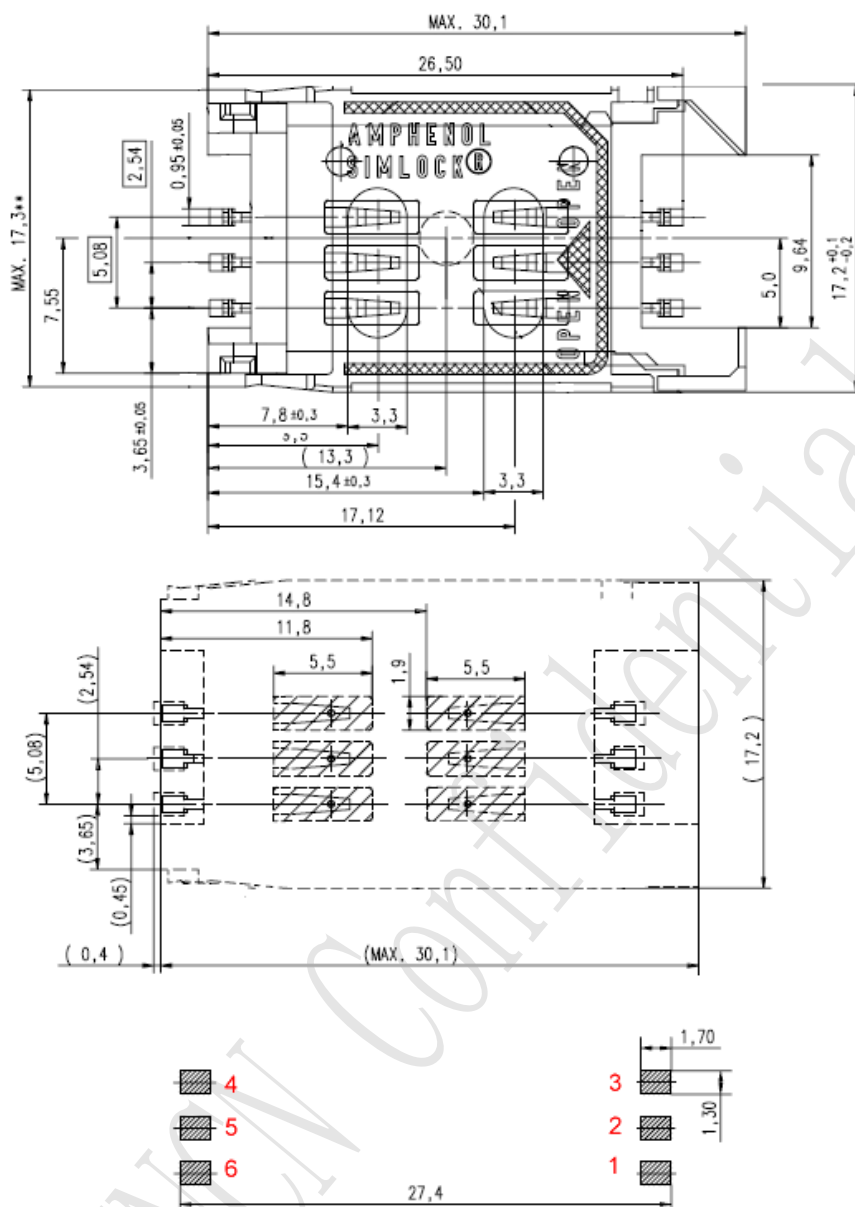


图 2-9 Amphenol C707 10M006 512 2 USIM 卡座

表 2-11 Amphenol USIM 卡座管脚描述

管脚名	管脚序号	说明
GND	1	地
VPP	2	不用连接
DATA I/O	3	USIM 卡数据线
CLK	4	USIM 时钟信号
RST	5	USIM 复位信号
VDD	6	USIM 卡电源供给

2.9. USB 接口

GM510 包含一个集成的 USB 收发器，符合 USB2.0 规范，并支持高速(480 Mbps)，全速(12 Mbps)和低速(1.5 Mbps)模式。USB 接口主要应用于 AT 命令、数据传输、软件调试和固件升级。下表说明了 USB 接口的定义。

表 2-12 USB 接口管脚定义

管脚名	管脚序号	I/O	说明	备注
USB_DP	24	IO	USB 差分数据总线 (正)	差分阻抗 90Ω
USB_DM	23	IO	USB 差分数据总线 (负)	差分阻抗 90Ω
USB_VBUS	22	PI	USB 电源	USB 插入检测
GND	21		地	

若需更详细的 USB 2.0 规范相关信息，请访问 <http://www.usb.org/home> 网站进行查询。

USB 接口根据使用方式不同，可以参考以下设计。

- 模组 USB 接口直接连接标准 USB 连接器，推荐参考电路如下图。

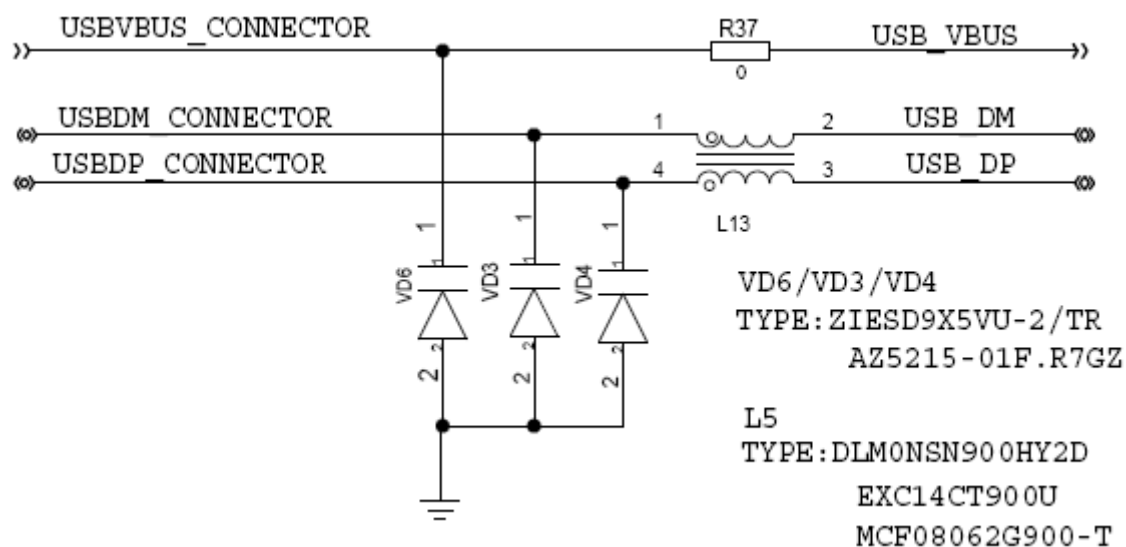


图 2-10 USB 接口参考电路设计

- 模组和主板上应用处理器 (AP) 通过 USB 接口通讯，推荐参考电路如下图。图中 0 欧电阻布局时建议靠近模组管脚放置。

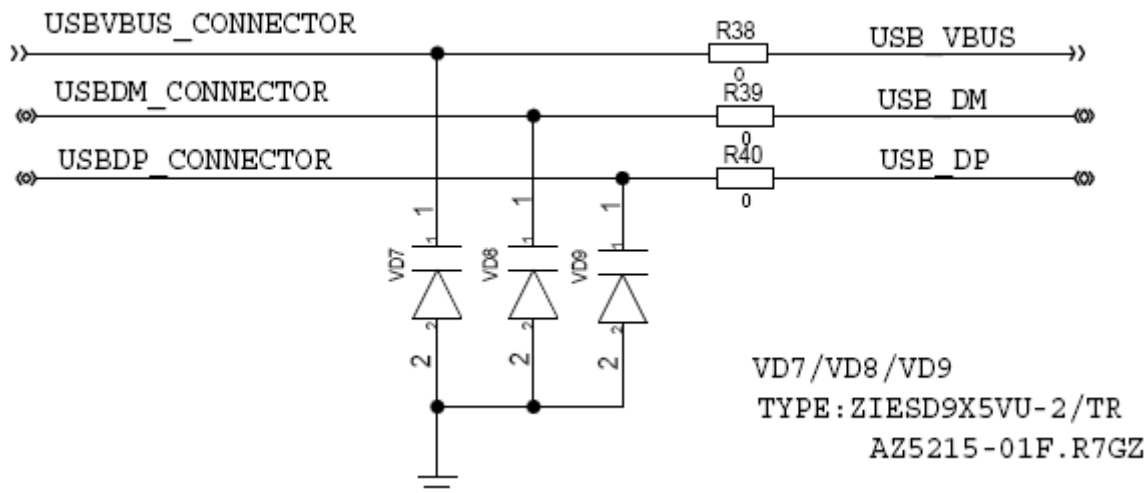


图 2-11 模组和 AP 之间 USB 接口通讯参考电路设计

当模组 USB 选择 NC 时，建议 USB_VBUS、USB_DM、USB_DP 和 GND 留出测试点，最好连到标准间距排针上（排针可不焊接），以便后续分析调试和升级。

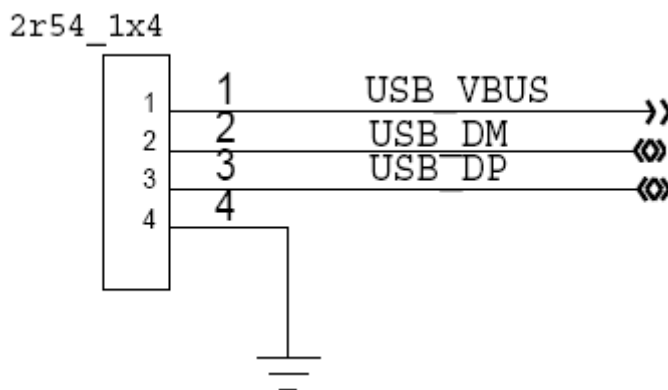


图 2-12 模组 USB 选择 NC 时添加测试点参考电路设计

为了确保 USB 接口设计符合其对应的 USB2.0 规范，请遵守以下原则。

- USB 差分走线要远离开关电源、晶体、振荡器和射频信号走线。
- USB 信号走线建议走内层，而且要有完整的参考地，上下左右进行包地保护。
- USB 差分信号走线要求控制阻抗 90Ω。
- 注意接口 ESD 保护器件的结电容在高速 USB 数据线上的影响，通常选用寄生电容值应小于 3pF。
- ESD 接口保护器件要尽可能靠近 USB 接口放置。

2.10. UART 接口

该模组提供了两个 UART 接口：主 UART 端口和调试 UART 端口。主 UART 接口为标准 8 线接口，可以在全功能模式下工作，调试 UART 接口是 2 线接口，用于软件调试。

主 UART 接口默认速率为 115200bps。这个接口可以用作数据传输和 AT 通讯。

调试 UART 接口支持速率 115200bps。这个接口用作软件调试。模组作为 DCE(数据通讯设备)和 DTE(数据终端设备)连接。下表为 UART 接口管脚定义表。

表 2-13 主 UART 接口定义

管脚名	管脚序号	I/O	说明	备注
UART_RI	60	DO	业务指示	1.8V 电源域
UART_DCD	59	DO	载波检测	1.8V 电源域
UART_CTS	56	DI	清除发送	1.8V 电源域
UART_RTS	55	DO	请求发送	1.8V 电源域
UART_DTR	58	DI	数据终端准备好	1.8V 电源域
UART_DSR	57	DO	数据准备好	1.8V 电源域
UART_TXD	53	DO	发送数据	1.8V 电源域
UART_RXD	54	DI	接收数据	1.8V 电源域

表 2-14 调试 UART 接口定义

管脚名	管脚序号	I/O	说明	备注
UART_DEBUG_TXD	68	DO	发送数据	1.8V 电源域
UART_DEBUG_RXD	67	DI	接收数据	1.8V 电源域

2.10.1. 串口连接

主串口的连接方式较为灵活，如下是三种常用的连接方式。

1、全功能的串口连接方式如下图所示，此方式主要应用在调制解调模式（PPP 拨号）。

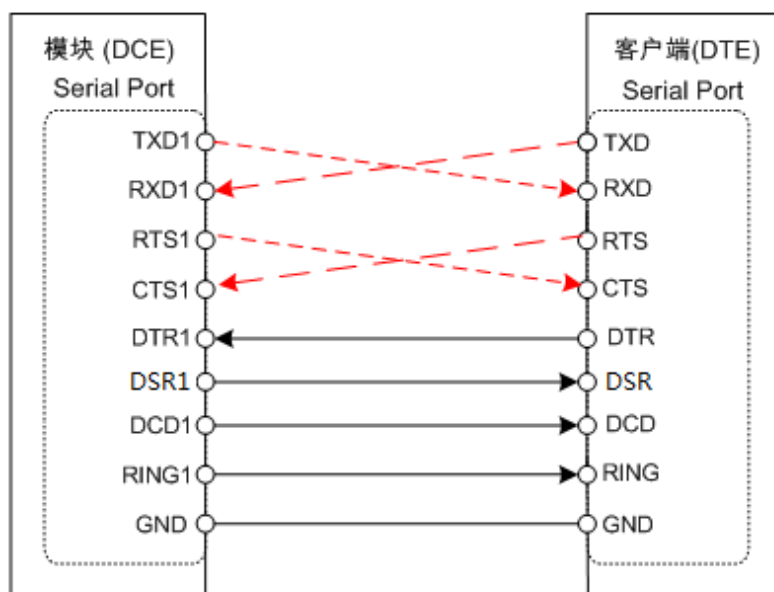


图 2-13 全功能串口连接示意

2、两线制无硬件流控的串口连接方式如下：

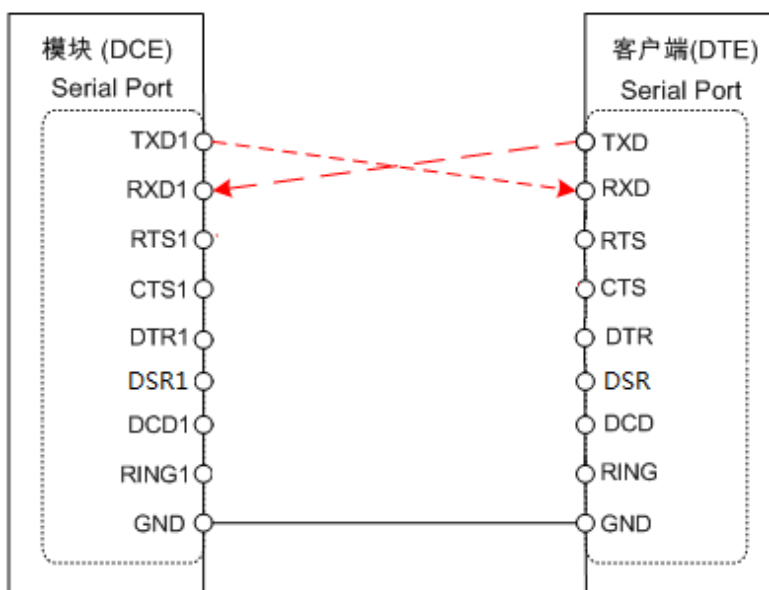


图 2-14 串口三线连接示意

3、四线制有硬件流控的串口连接方式如下：

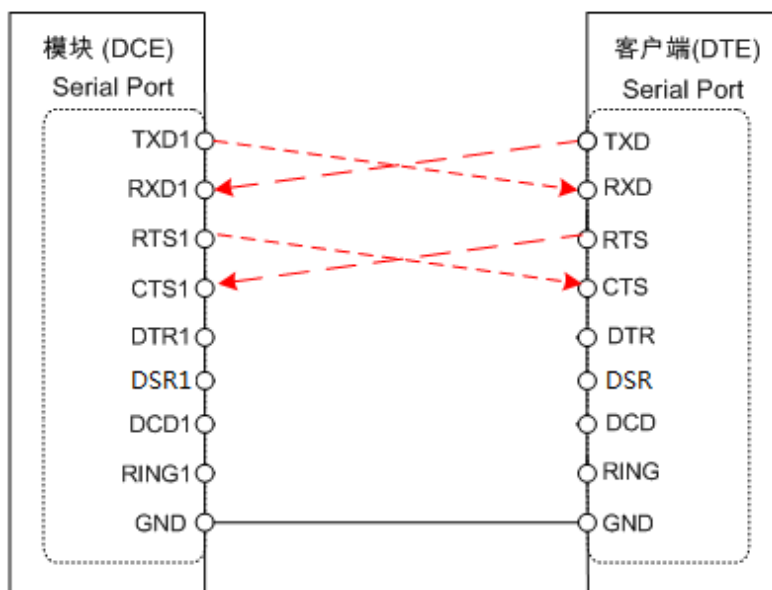


图 2-15 串口带流控连四线接示意

2.10.2. 使用三极管做电平转化

模组串口为 1.8V 电平信号，连接到外部 MCU 时，应该注意 IO 电平的匹配。默认速率为 115200 bps。可使用三极管电压转化电路或者使用专门的电压转化电路。

下图分别提供了 TXD, RXD, CTS, RTS 管脚的外部推荐电平转换电路。每个管脚均推荐两种连接方式，客户可根据需求任选一种作为参考。

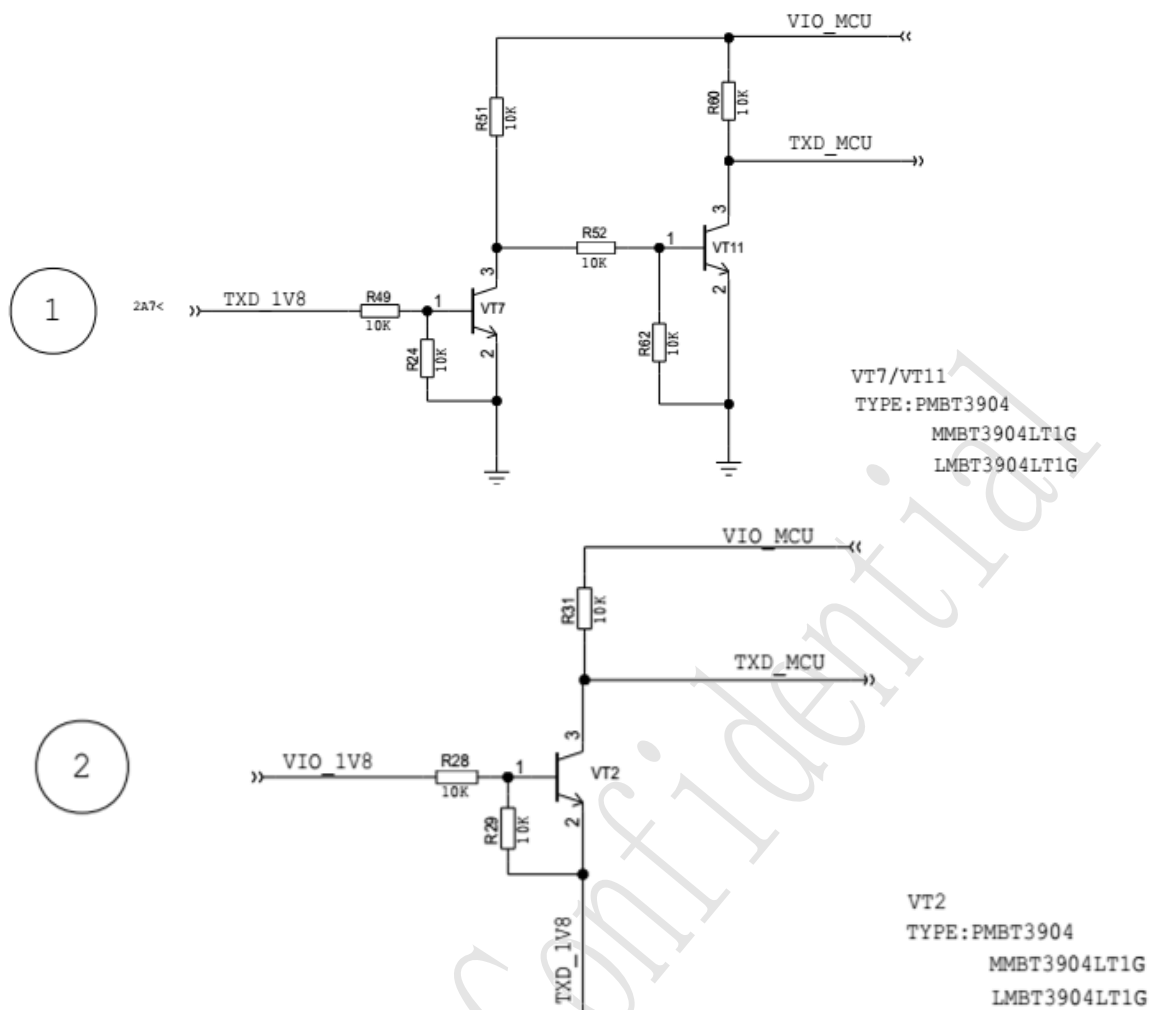
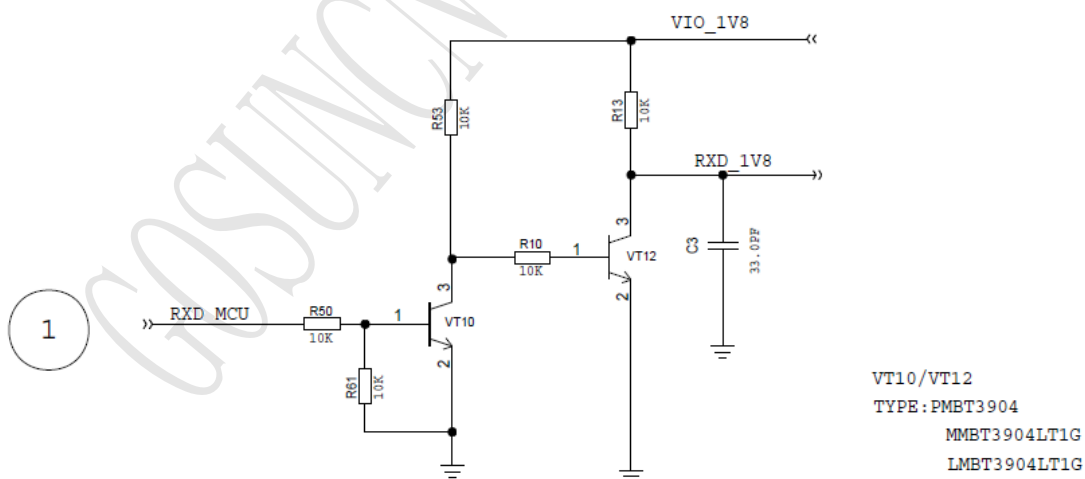


图 2-16 TXD 电平匹配参考电路



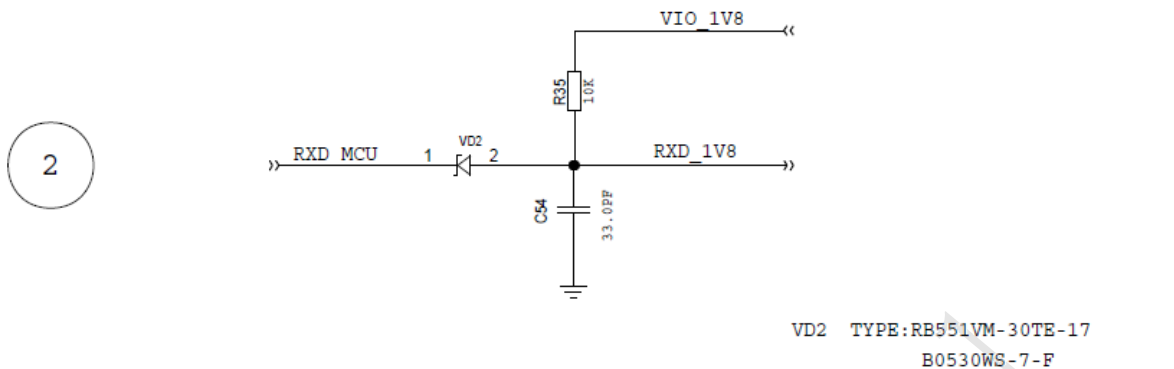


图 2-17 RXD 电平匹配参考电路

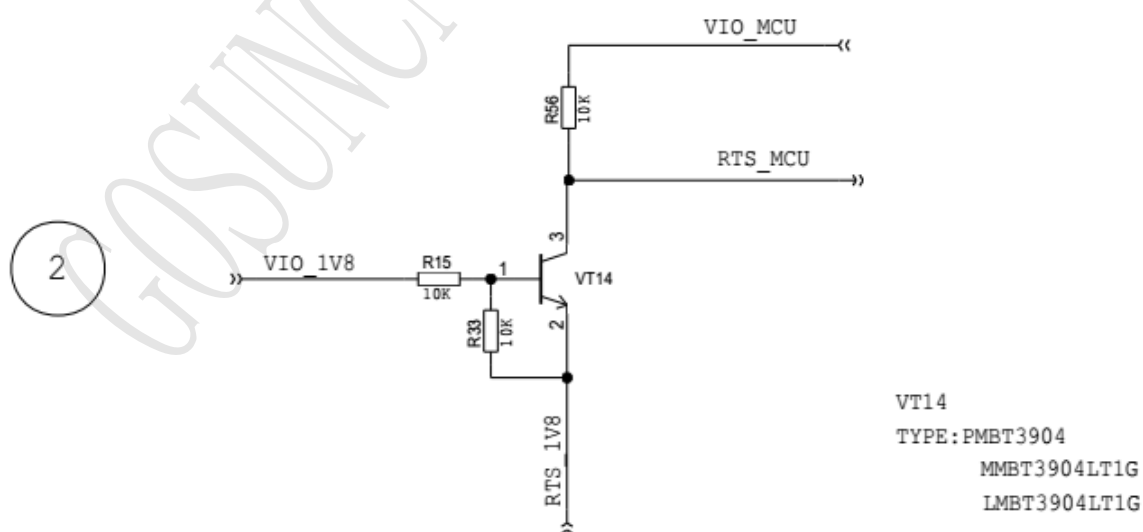
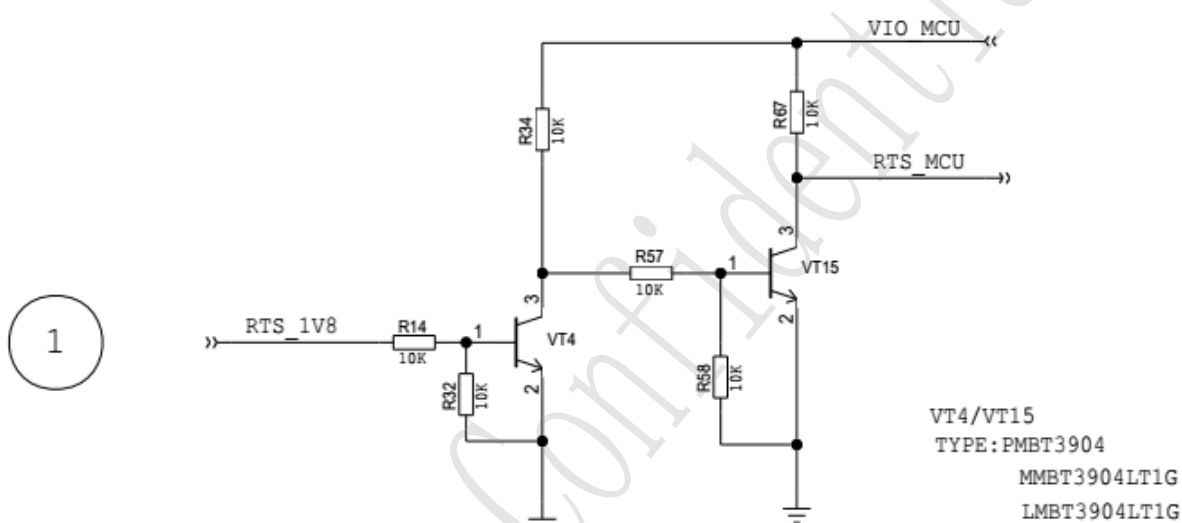


图 2-18 RTS 电平匹配参考电路

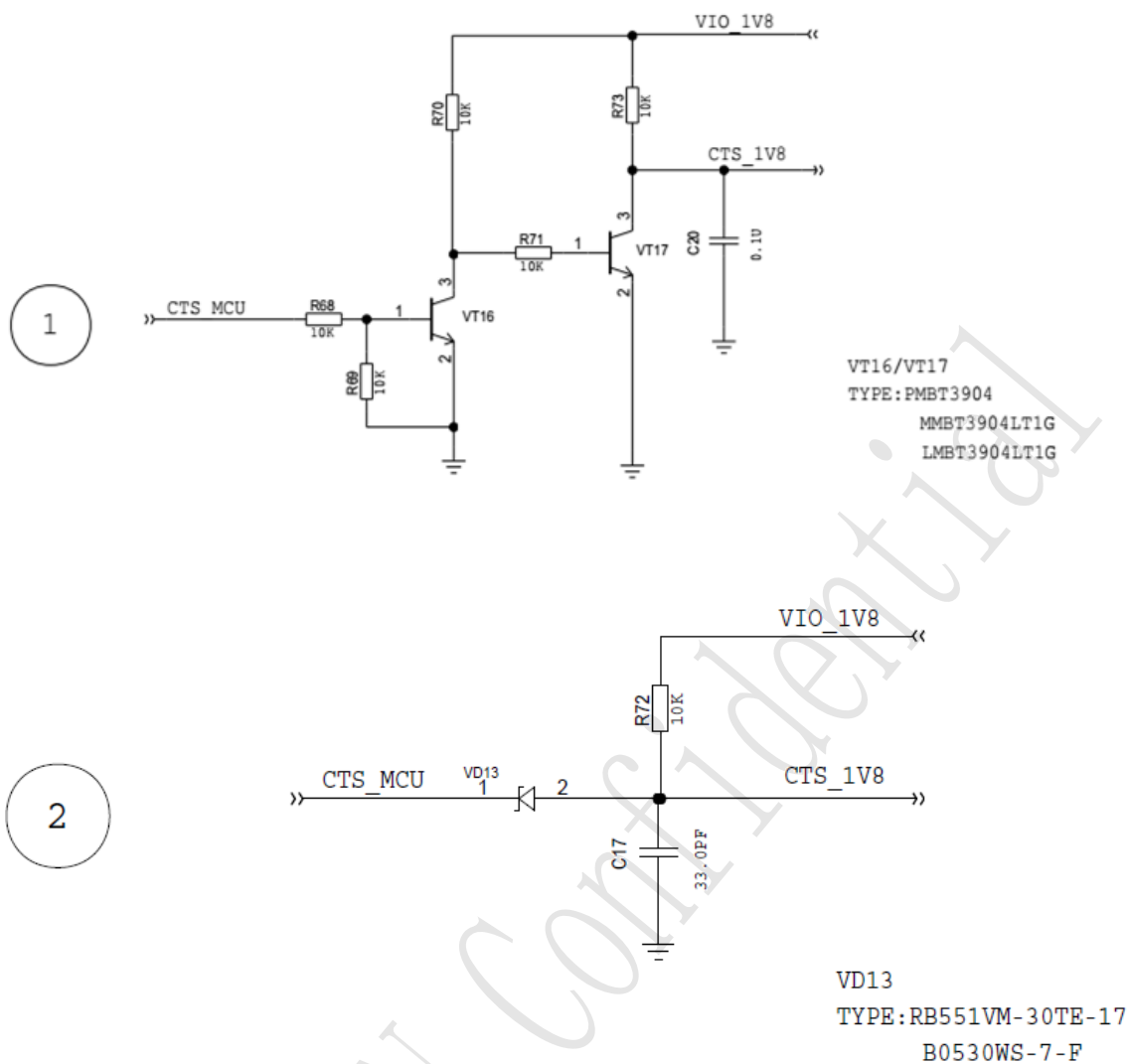
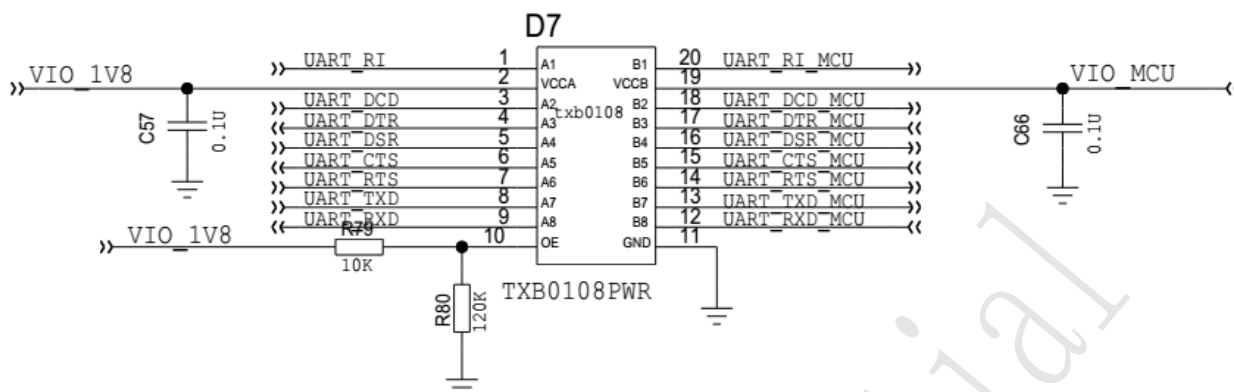


图 2-19 CTS 电平匹配参考电路

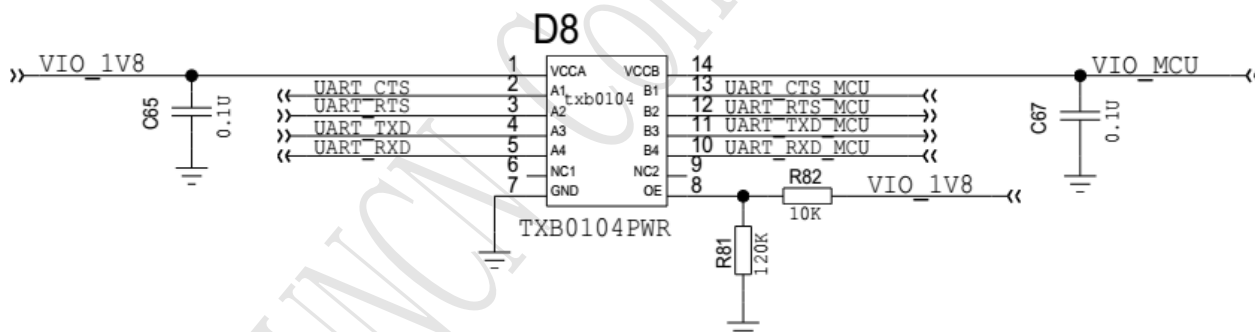
2.10.3. 使用电平转换芯片做电平转化



NOTES:

1. THE VOLTAGE DOMAIN OF UART IS 1.8V.
- TXB0108 REALIZE THE VOLTAGE LEVEL TRANSLATION BETWEEN MODULE AND MCU.
2. VCCA SHOULD NOT EXCEED VCCB.
3. FOR MORE INFORMATION ABOUT TXB0108, PLEASE REFER TO THE DATASHEET.

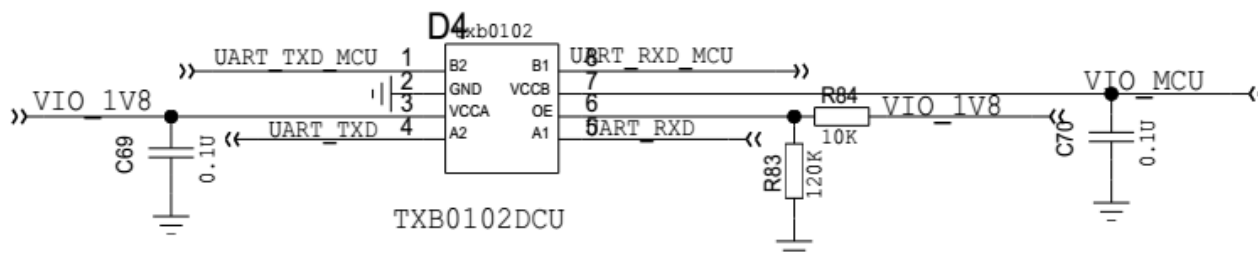
图 2-20 8 线 UART 芯片电平匹配参考电路



NOTES:

1. THE VOLTAGE DOMAIN OF UART IS 1.8V.
- TXB0104 REALIZE THE VOLTAGE LEVEL TRANSLATION BETWEEN MODULE AND MCU.
2. VCCA SHOULD NOT EXCEED VCCB.
3. FOR MORE INFORMATION ABOUT TXB0104, PLEASE REFER TO THE DATASHEET.

图 2-21 4 线 UART 芯片电平匹配参考电路



NOTES:

1. THE VOLTAGE DOMAIN OF UART IS 1.8V.
2. TXB0102 REALIZE THE VOLTAGE LEVEL TRANSLATION BETWEEN MODULE AND MCU.
3. VCCA SHOULD NOT EXCEED VCCB.
3. FOR MORE INFORMATION ABOUT TXB0102, PLEASE REFER TO THE DATASHEET.

图 2-22 2 线 UART 芯片电平匹配参考电路

• 调试 UART 接口

调试 UART 接口为两线接口，该接口为调试接口，建议客户在设计时引出调试串口测试点或者跳线插针。

2.11. 网络状态指示

网络指示信号管脚 LED_MODE 可用于驱动一个网络状态指示灯。指示灯闪烁的不同状态指示模组不同的网络状态。下表定义不同逻辑电平对应的指示灯亮灭情况，以表示不同模组当前运行的网络状态。

表 2-15 网络指示灯管脚定义

管脚名	管脚序号	I/O	说明	备注
LED_MODE	70	DO	显示模组网络注册状态	1.8V 电源域

表 2-16 网络工作状态指示

LED 状态	模组状态
低电平 (LED关)	模组未注册到网络 (处于飞行模式或关机状态等)
高电平 (LED开)	模组注册到网络
低电平 1S (LED关)，高电平1S (LED开)	模组联网成功 (或者PDP激活) 时，指示灯闪烁

下图是模组状态指示灯的参考电路设计。图示中 R7, R11, R12 阻值仅供参考，请根据实际情况进行微调。

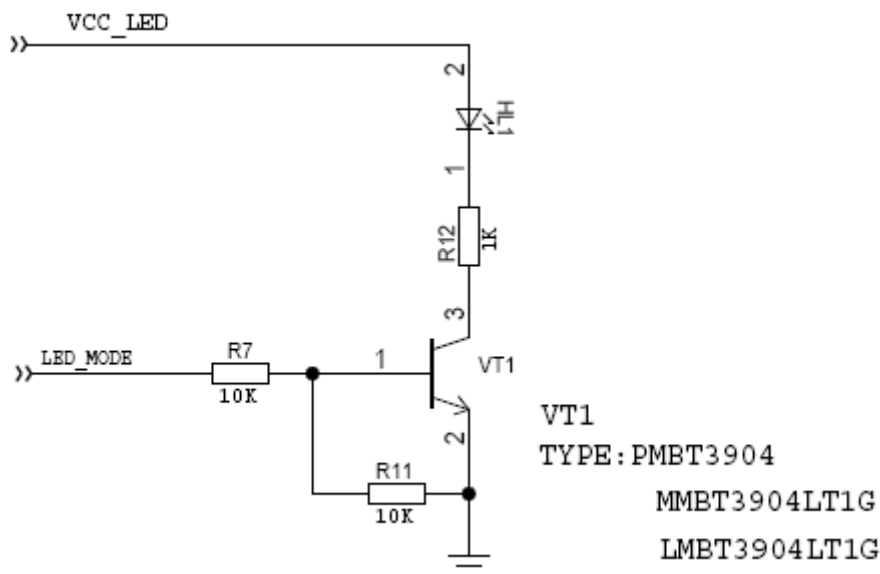


图 2-23 模组状态指示参考电路

2.12. 模组状态指示

模组 PIN69（ON_STATE）是用于指示模组工作状态。

表 2-17 ON_STATE 管脚定义

管脚名	管脚序号	说明
ON_STATE	69	高电平：模组处于开机状态，且模组已准备好（即可以通 AT 指令） 低电平：模组处于关机或复位状态，不能通 AT

该管脚外围处理方式客户可根据实际需要进行选择：

方式 1：该管脚作为 GPIO 输出管脚，上层 MCU 根据高低电平判断模组的工作状态。

方式 2：该管脚外接 LED 指示灯，指示模组的工作状态。外围参考电路可参照图 2-24。

方式 3：仅在客户调试阶段需要了解模组工作状态，可以将该管脚外接测试点。

2.13. ADC 接口

模组提供 2 路 ADC 接口，可以实现外部温度等采样监控。通过 AT 命令“AT+ZADC1?”能够读 ADC1 管脚电压，通过 AT 命令“AT+ZADC2?”能够读 ADC2 管脚电压。详细指令信息请参考《高新兴物联 GM510 模组 AT 指令手册》文档。

为了保证 ADC 精度，ADC 走线应该有良好的参考地。

表 2-18 ADC 管脚定义

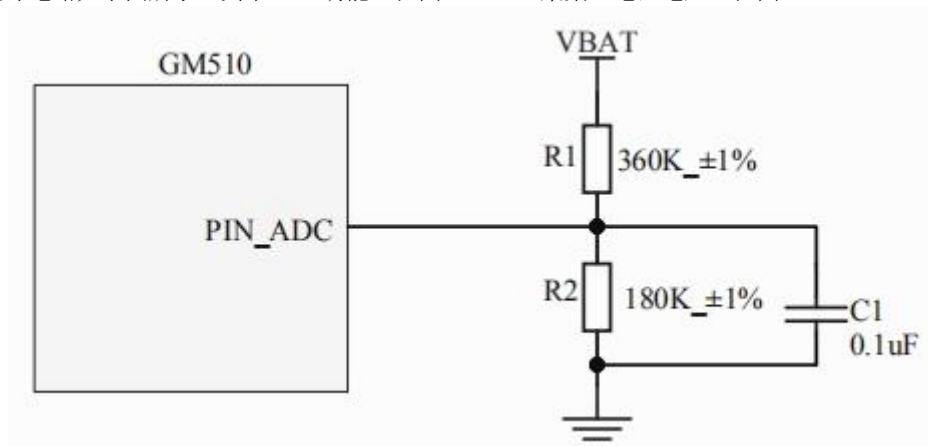
管脚名	管脚序号	说明
ADC1	48	模拟输入，12bit
ADC2	47	模拟输入，12bit

下表描述了 ADC 接口特性参数。

表 2-19 ADC 接口特性

Item	Min	Max	Unit
ADC1 电压范围	0	1.4	V
ADC2 电压范围	0	1.4	V

ADC 参考设计电路如下图所示，其中 ADC 功能（范围 0~1.4V）采集锂电池电压（范围 3~4.2V）。



注：为确保 ADC 的读取精度，PCB 走线时请注意参考地的完整性，且 0.1uF 电容不可缺省。

2.14. WAKEUP_IN 接口

GM510 提供 WAKEUP_IN 接口用于外部处理器唤醒模组。下表是模组接口 WAKEUP_IN 的定义。

表 2-20 WAKEUP_IN 定义

管脚名	管脚序号	I/O	说明	备注
WAKEUP_IN	72	DI	输入控制信号	1.8V 电源域，默认内部下拉，如需使用，请在外部电路添加上拉电阻。 边沿触发，上升沿唤醒模组；下降沿允许模组进入休眠

WAKEUP_IN 和模组状态关系图如下，图 2-28 中，电阻阻值仅供参考，请根据实际情况进行微调。该推荐电路逻辑是反的，客户使用时，需注意。

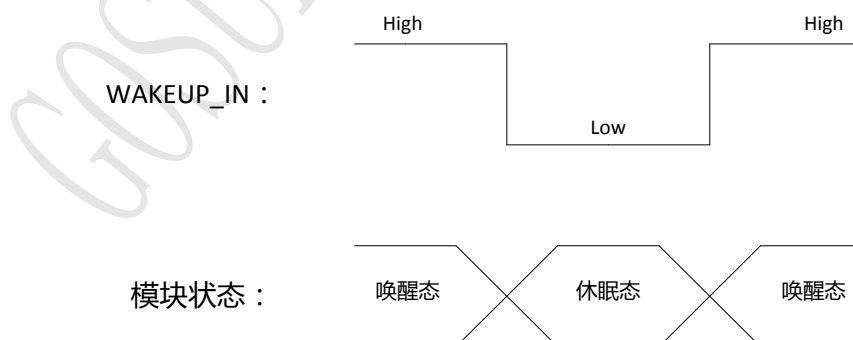


图 2-24 WAKEUP_IN 输入时序

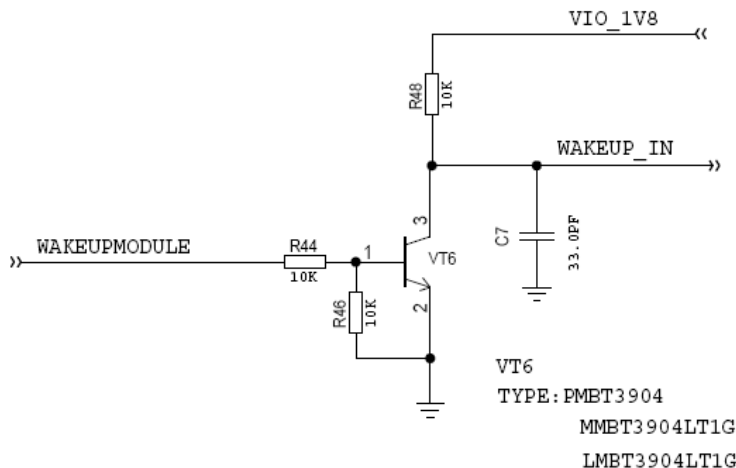


图 2-25 WAKEUP_IN 管脚外部连接示意图

注意：WAKEUP_IN 内部有防抖设计，外部处理器拉高或拉低 WAKEUP_IN 时，电平必须持续 500ms 以上。WAKEUP_IN 应用场景请进一步参考《高新兴物联 ME3630 模组电源管理指导手册》。

2.15. WAKEUP_OUT 接口

模组提供 WAKEUP_OUT 接口用于唤醒外部处理器。下表是模组接口 WAKEUP_OUT 的定义。

表 2-21 WAKEUP_OUT 定义

管脚名	管脚序号	I/O	说明	备注
WAKEUP_OUT	71	DO	输出控制信号	在模组处于休眠状态下,如果收到外部唤醒事件,如接收到电话、网络数据时,该管脚将输出一个 1s 脉宽的低电平

WAKEUP_OUT 和模组状态关系图如下，图 2-28 中，电阻阻值仅供参考，请根据实际情况进行微调。该推荐电路逻辑是反的，客户使用时，需注意。

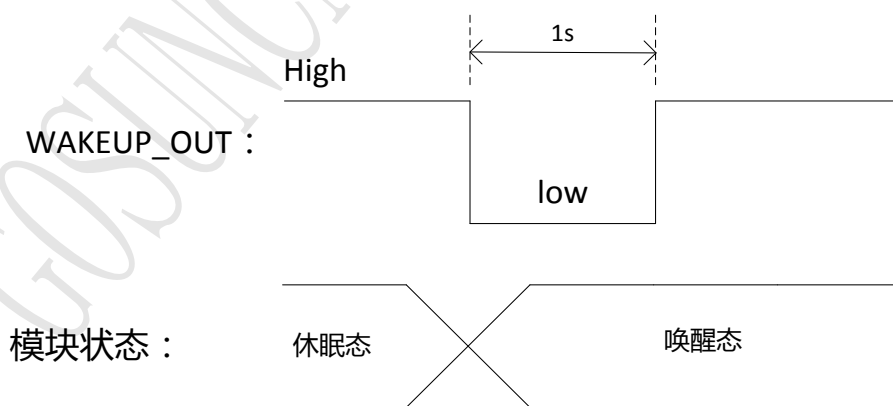


图 2-26 WAKEUP_OUT 输出时序

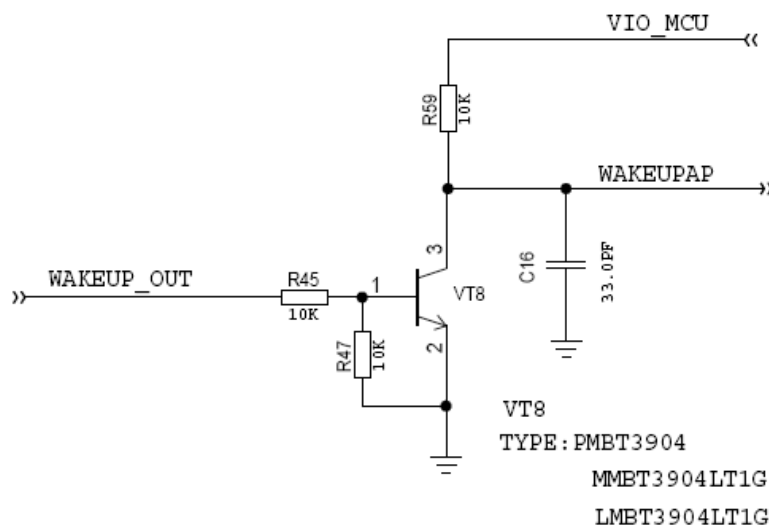


图 2-27 WAKEUP_OUT 管脚外部连接示意图

注意：WAKEUP_OUT 应用场景请进一步参考《高新兴物联 ME3630 模组电源管理指导手册》。

2.16. GPIO 接口

GM510 模组提供 10 个 GPIO 管脚。用户可以通过 AT 命令“AT+ZGPIO”设置输入输出。详细的 AT 命令请参考文档《高新兴物联 GM510 模组 AT 指令手册》中的内容。

备注：所有 GPIO 管脚默认为内部下拉的输入管脚。

表 2-22 GPIO 管脚定义

管脚名	管脚序号	I/O	说明	备注
GPIO	27	IO	通用输入输出	1.8V 电源域
GPIO	28	IO	通用输入输出	1.8V 电源域
GPIO	29	IO	通用输入输出	1.8V 电源域
GPIO	30	IO	通用输入输出	1.8V 电源域
GPIO	41	IO	通用输入输出	1.8V 电源域
GPIO	64	IO	通用输入输出	1.8V 电源域
GPIO	65	IO	通用输入输出	1.8V 电源域
GPIO	75	IO	通用输入输出	1.8V 电源域
GPIO	76	IO	通用输入输出	1.8V 电源域
GPIO	77	IO	通用输入输出	1.8V 电源域

3. 天线接口

GM510 模组包含一个主天线和一个分集天线，天线接口阻抗值要求达到 50 欧姆。

3.1. 管脚定义

下表是 GM510 模组两个天线的管脚定义。

表 3-1 天线接口定义

管脚名	管脚序号	I/O	说明	备注
MAIN_ANT	62	IO	主天线	50±5Ω 阻抗
DIV_ANT	79	AI	分集天线	50±5Ω 阻抗

3.2. 参考设计

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

下图为主天线和分集天线的参考电路设计：

1. 建议在通路中添加双 L 型匹配以提高射频性能，串 33pf，并联 NC，靠近天线接口处的并联使用 68nH，用于防静电。
2. 图中的电容值请根据实际情况进行微调。

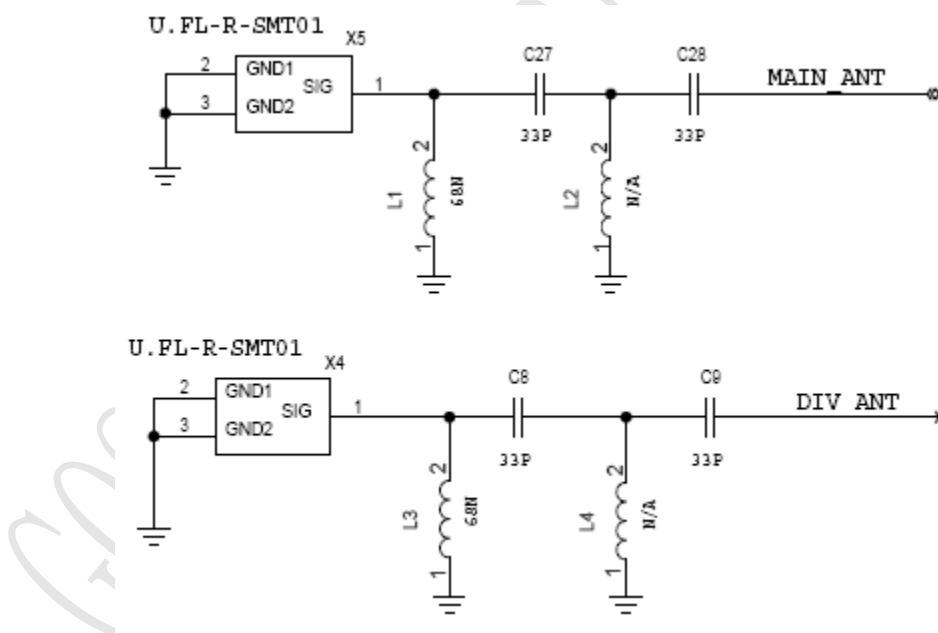


图 3-1 天线接口参考电路

注意：为了提高天线的接收性能，主天线和分集天线之间保持一定的距离。若模组不支持分集，则采用该型号模组时不用参考分集天线设计，管脚直接 NC 即可。

3.3. 天线的 PCB 设计

请按照以下 PCB 布局设计原则进行天线部分的 PCB 设计：

- 确保传输线的特性阻抗是 50 欧姆。
- 由于天线线路损失要小于 0.3dB，所以要保持 PCB 走线尽可能短。
- PCB LAYOUT 尽可能走直线，并且减少通路过孔数量；同时也要避免走直角走线。
- PCB 走线周围要有良好的参考地，避免其它信号线靠近天线走线而没有地隔离。
- 推荐有一个完整的地层，用这个完整的底层作为参考地。
- 天线周围的地必须通过过孔连接到主地，信号通路周围多放置地过孔。

3.4. 天线性能的基本要求

WCDMA/LTE/ 天线（主集&分集）性能指标基本要求：

频率范围:806-960MHz/1710-2700MHz

驻波比 VSWR: <2:1

天线增益: >0dBi

输入阻抗: 50Ω

天线效率:>40%

为了确保客户设计产品的天线性能，在天线设计过程中，请遵守以下原则：

- [1] 在设计移动设备天线时，为获得尽可能好的性能，建议在设计初期阶段就和天线制造商应开始沟通评估，这一点是很重要的，尤其是内置天线；
- [2] 尽可能使用足够大的空间：对天线性能来说，尺寸越大性能越好。
- [3] 天线应远离以下物体，保持 6mm 以上间距，并要求以下物体有良好的接地：LCD、摄像头、液晶屏、按键等的弯曲电缆、连接振荡器或扬声器的导线、含金属的螺丝或螺母、马达、喇叭、电池等；
- [4] 天线下方尽量减少元件，特别是较高的元件；最高元器件与天线的间距最少 2mm。
- [5] PCB 长度对天线增益有显著的影响。多频段天线设计，PCB 长度应适当加长。
- [6] 天线匹配元器件应在天线馈电点附近，但是不能放置在天线正下方。
- [7] 连接天线馈电点的传输线采用采用共面波导结构（CPW）。
- [8] 天线馈点和短接电路点接近接地片（PCB 板）的边缘。
- [9] PCB 主板上所有金属必须正确接地，避免能量损失和附加不辐射谐振。
- [10] 天线不应被耦合到屏蔽罩，所有接地屏蔽应与天线有 6mm 间隔。

3.5. EMC 和 ESD 设计

3.5.1. EMC 设计

在整个产品的设计过程中，用户需要充分考虑电磁兼容问题造成的信号完整性和电源完整性问题。

在产品设计中，建议模组和主板 PCB 保持分开，而不是将模组设计在主板上。如果两者是不可分割的，模组应该远离主板上的其它器件，如芯片、内存、电源接口和数据电缆接口等，否则会产生电磁干扰。

作为移动终端，为了让电路避免受到电磁干扰，可以在非天线的表面层喷涂导电涂料在器件上方和主板下方，并且导电涂料应通过几个点连接到主板的地面来屏蔽电磁干扰。

另外，LCD 线缆和摄像头线缆可能会产生干扰信号，影响天线的接收性能。因此，有必要将两个数据电缆通过导电层连接到地面。

天线的射频电缆应远离可能产生 EMI 的模组和器件，如芯片、内存、电源接口等。射频电缆的布线应贴近主参考地。

外围电路的布局和布线中的电源和信号走线，保持距离应为 2 倍线宽，以有效地减少信号之间的耦合和保持一个干净的信号回路路径。

进行外围电源电路的设计时，模组供电上的去耦合电容应该放置靠近模组电源脚，高频高速电路和敏感的电路应该远离 PCB 的边界。最好在布局时分开布局，以减少它们之间的干扰，保护敏感信号。

系统板侧电路或设备可能会干扰模组，设计时要考虑屏蔽。

3.5.2. ESD 设计

因为模组是嵌入在系统板上的，所以设计时需要考虑 ESD 保护。关键的输入/输出信号接口，如 U SIM 卡信号接口、防静电设备应放置靠近接口处。此外，系统板应该有合理的结构设计和 PCB 布局设计，保证金属屏蔽壳完全接地，从而达到良好的 ESD 保护。

3.6. 天线 OTA 测试方法

下图是 OTACTIA 测试系统。系统主要由测试暗室，高精度定位系统及其控制器，基于 Windows 的 PC 运行测试软件、射频测试仪器与自动测试程序所构成。主要射频仪器集成射频测试设备、频谱分析仪、网络分析仪为一体。

射频设备、直流电源与自动测试软件和 PC 通过 GPIB 接口进行通信。

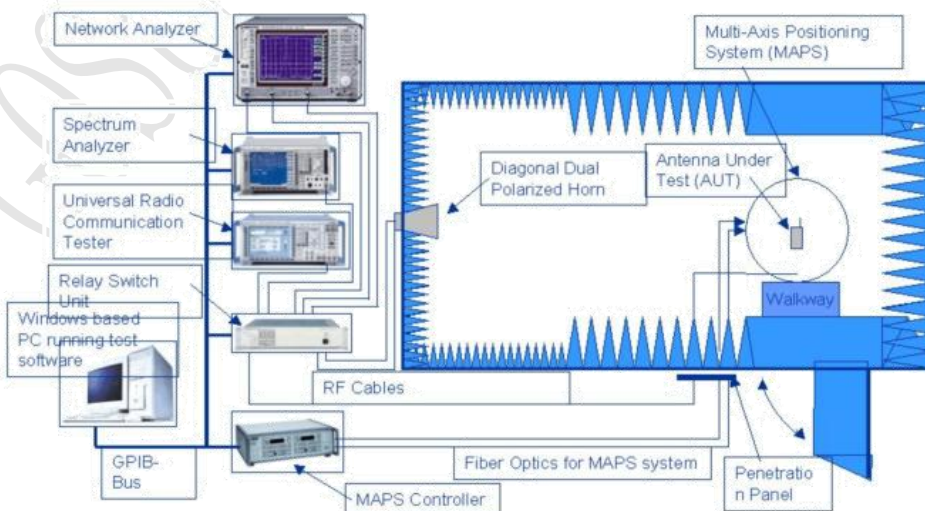


图 3-2 OTA&CTIA 测试系统

4. 电气、可靠性和射频特点

4.1. 完全最大额定参数

下表中列出了数字和模拟电源电压完全最大额定参数。

表 4-1 完全最大额定参数

参数	最小	最大	单位
VBAT	3.4	4.2	V
VBAT 峰值电流	0	2	A
数字接口电源	-0.3	2.1	V
ADC1 电源	0	1.4	V
ADC2 电源	0	1.4	V

4.2. 工作温度

下表中说明了模组的工作温度参数。

表 4-2 温度参数

参数	最小	典型	最大	单位
工作温度	-30	25	75	°C
存储温度	-40	/	85	°C
极限工作温度	-40°C~ -30°C	/	+75°C~ +85°C	°C

4.3. 工作电流

下表是 GM510C2A/C2D/C2E/C2F 在不同模式下的工作电流。

表 4-3 平均功耗(1)

参数	描述	状态	典型值	单位
I(V_BAT)	关机模式	模块关机	9	uA
	飞行模式	飞行模式(AT+CFUN=0)	2.4	mA
	睡眠模式	LTE-FDD PF=128 (USB 断开)	4.3	mA
		LTE-FDD PF=256 (USB 断开)	4	
		LTE-TDD PF=128(USB 断开)	4	
		LTE-TDD PF=256 (USB 断开)	4.4	
	空闲模式	LTE-FDD PF=128 (USB 断开)	52	
		LTE-FDD PF=256 (USB 连接)	54	
		LTE-TDD PF=128 (USB 断开)	54	
		LTE-TDD PF=256 (USB 连接)	54	
	LTE 数据传送 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 @22.3dBm	626	
		LTE-FDD B3 @22.5dBm	644	
		LTE-FDD B5 @22.9dBm	635	
		LTE-FDD B8 @23.1dBm	630	

		LTE-TDD B38 @22.8dBm	412	
		LTE-TDD B39 @22.8dBm	418	
		LTE-TDD B40 @22.5dBm	423	
		LTE-TDD B41 @22.8dBm	425	
	WCDMA	WCDMA B1 @23dBm	510	mA
		WCDMA B8 @23dBm	500	
	GSM	GSM B3 @29dBm	300	mA
		GSM B8 @32dBm	310	

下表是 GM510C2M 在不同模式下的工作电流。

表 4-4 平均功耗(2)

参数	描述	状态	典型值	单位
I(V_BAT)	关机模式	模块关机	9	uA
	飞行模式	飞行模式(AT+CFUN=0)	2.4	mA
	睡眠模式	LTE-FDD PF=128 (USB 断开)	4.3	mA
		LTE-FDD PF=256 (USB 断开)	4	
		LTE-TDD PF=128(USB 断开)	4	
		LTE-TDD PF=256 (USB 断开)	4.4	
	空闲模式	LTE-FDD PF=128 (USB 断开)	52	
		LTE-FDD PF=256 (USB 连接)	54	
		LTE-TDD PF=128 (USB 断开)	54	
		LTE-TDD PF=256 (USB 连接)	54	
	LTE 数据传送 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 @22.3dBm	660	
		LTE-FDD B3 @22.5dBm	682	
		LTE-FDD B5 @22.9dBm	620	
		LTE-FDD B8 @23.1dBm	618	
		LTE-TDD B38 @22.8dBm	447	
		LTE-TDD B39 @22.8dBm	371	
		LTE-TDD B40 @22.5dBm	431	
		LTE-TDD B41 @22.8dBm	424	
	WCDMA	WCDMA B1 @23dBm	530	mA
		WCDMA B8 @23dBm	505	
	GSM	GSM B3 @29dBm	305	mA
		GSM B8 @32dBm	310	

下表是 GM510L1A 在不同模式下的工作电流。

表 4-5 平均功耗(3)

参数	描述	状态	典型值	单位
I(V_BAT)	关机模式	模块关机	9	uA

	飞行模式	飞行模式(AT+CFUN=0)	2.4	mA
	睡眠模式	LTE-FDD PF=128 (USB 断开)	4.3	mA
		LTE-FDD PF=256 (USB 断开)	4	
		LTE-TDD PF=128(USB 断开)	4	
		LTE-TDD PF=256 (USB 断开)	4.4	
	空闲模式	LTE-FDD PF=128 (USB 断开)	52	
		LTE-FDD PF=256 (USB 连接)	54	
		LTE-TDD PF=128 (USB 断开)	54	
		LTE-TDD PF=256 (USB 连接)	54	
	LTE 数据传送 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 @22.3dBm	650	
		LTE-FDD B2 @22.5dBm	612	
		LTE-FDD B4 @22.9dBm	604	
		LTE-FDD B5 @23.1dBm	585	
		LTE-TDD B7 @22.8dBm	667	
		LTE-TDD B28 @22.8dBm	580	
		LTE-TDD B40 @22.5dBm	385	
		LTE-TDD B66 @22.8dBm	610	
	WCDMA	WCDMA B1 @23dBm	580	mA
		WCDMA B2 @23dBm	585	
		WCDMA B5 @23dBm	520	

注：GM510E1A 暂时无测试数据，后续补充。

4.4. RF 输出功率

下表描述了 GM510 模组的输出功率。

表 4-6 RF 输出功率

频段	最大	最小
LTE FDD Band 1	23±2.7dBm	-39dBm
LTE FDD Band 2	23±2.7dBm	-39dBm
LTE FDD Band 3	23 ±2.7dBm	-39dBm
LTE FDD Band 4	23±2.7dBm	-39dBm
LTE FDD Band 5	23±2.7dBm	-39dBm
LTE FDD Band 7	23±2.7dBm	-39dBm
LTE FDD Band 8	23 ±2.7dBm	-39dBm
LTE FDD Band 20	23±2.7dBm	-39dBm
LTE FDD Band 28	23±2.7dBm	-39dBm
LTE FDD Band 66	23±2.7dBm	-39dBm
LTE TDD Band 34	23 ±2.7dBm	-39dBm
LTE TDD Band 38	23 ±2.7dBm	-39dBm
LTE TDD Band 39	23 ±2.7dBm	-39dBm

LTE TDD Band 40	23 ±2.7dBm	-39dBm
LTE TDD Band 41	23 ±2.7dBm	-39dBm
WCDMA B1	24+1/-3dBm	-50dBm
WCDMA B2	24+1/-3dBm	-50dBm
WCDMA B5	24+1/-3dBm	-50dBm
WCDMA B8	24+1/-3dBm	-50dBm
GSM Band 3	30±2dBm	0±5 dBm
GSM Band 8	33±2dBm	5±5 dBm

4.5. RF 接收灵敏度

下表描述了 GM510 模组的接收灵敏度。

注：GM510E1A 测试数据暂时缺少，后续补充。

表 4-7RF 接收灵敏度典型值（一）

频段	5 MHz(dBm)	10 MHz(dBm)	20 MHz(dBm)
LTE FDD Band 1	-101 dBm	-97.5 dBm	-95 dBm
LTE FDD Band 2	-99.5dBm	-96.5dBm	-94dBm
LTE FDD Band 3	-100.5 dBm	-97.5dBm	-94.5dBm
LTE FDD Band 4	-101dBm	-97.5dBm	-94.5dBm
LTE FDD Band 5	-101 dBm	-98 dBm	/
LTE FDD Band 7	-99dBm	-96dBm	-93dBm
LTE FDD Band 8	-101 dBm	-98 dBm	/
LTE FDD Band 28	-100dBm	-97.5dBm	
LTE FDD Band 66	-101dBm	-97.5dBm	
LTE TDD Band 34	-100 dBm	-97 dBmdBm	
LTE TDD Band 38	-99 dBm	-96 dBm	
LTE TDD Band 39	-100.5 dBm	-97.5 dBm	
LTE TDD Band 40	-99 dBm	-96 dBm	
LTE TDD Band 41	-99 dBm	-95 dBm	

表 4-8 RF 接收灵敏度典型值（二）

频段	灵敏度
WCDMA B1	-110dBm
WCDMA B2	-110dBm
WCDMA B5	-110dBm
WCDMA B8	-110 dBm
GSM B3	-108 dBm
GSM B8	-108 dBm

4.6. 静电放电

GM510 模组没有做防静电(ESD)保护。因此，模组内敏感部件均需要 ESD 处理措施。在整个加工、处理和运行中，模组要有适当的防静电处理。

下表说明了 GM510 模组静电放电的特征。

表 4-9 GM510 模组静电放电特征

测试位置	接触放电	空气放电	单位
VBAT	± 5	± 10	KV
所有天线接口	± 4	± 8	KV
其它接口	± 0.5	± 1	KV

5. 封装尺寸

这一章描述了模组的尺寸。所有尺寸单位均为毫米。

5.1. 模组尺寸

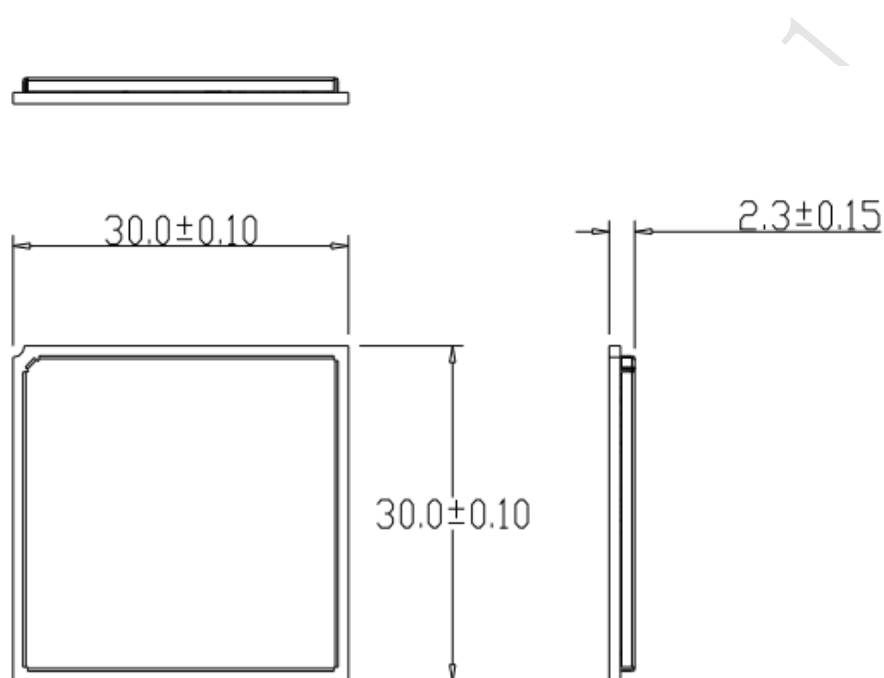


图 5-1 GM510 尺寸图【顶面和侧面尺寸】

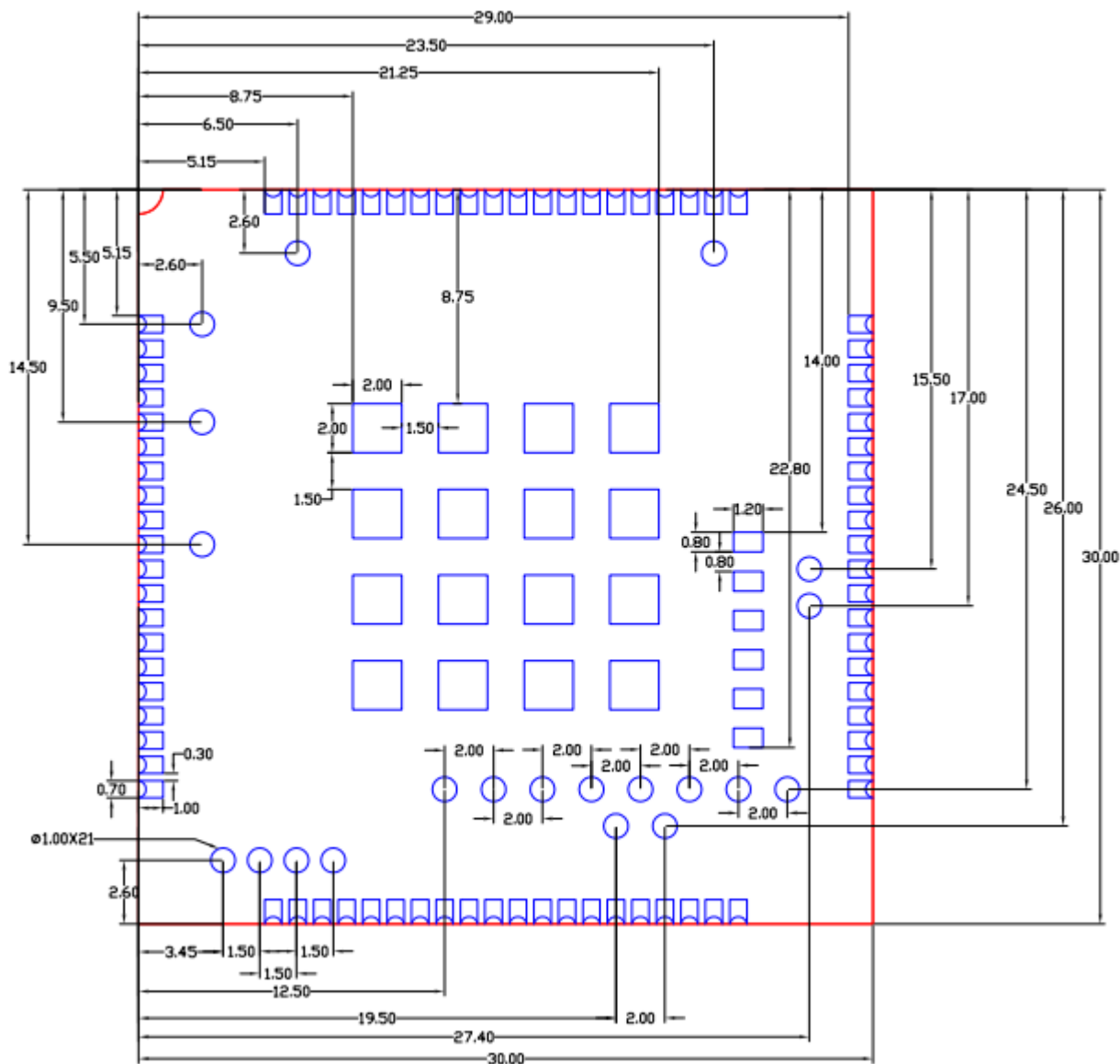


图 5-2 GM510 尺寸图【正面透视图】

5.2. 封装库尺寸

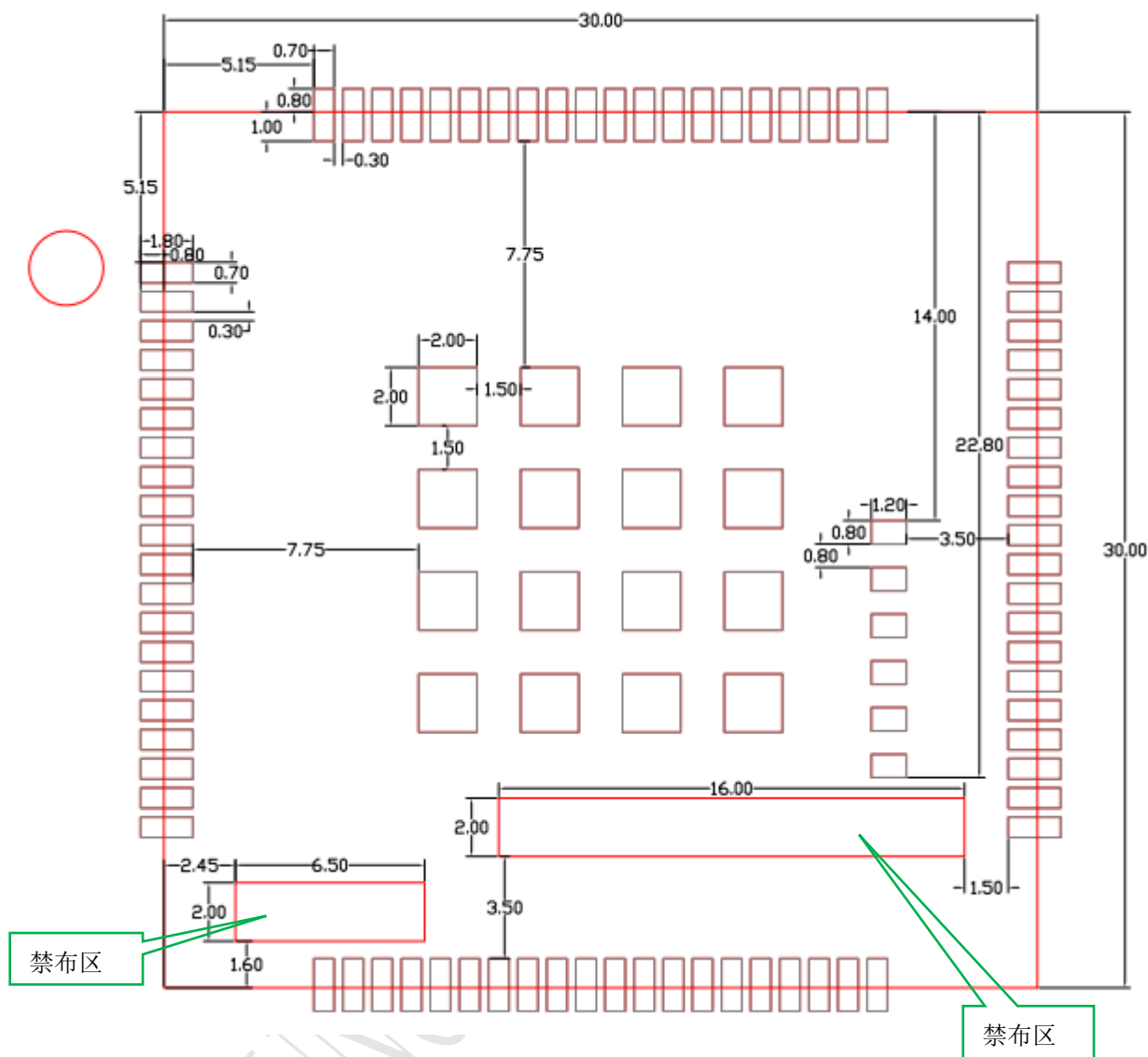


图 5-3 推荐封装尺寸【正面透视图】

注意:

- 1、客户可根据主机电路板的尺寸面积及 JTAG 开孔需求选择上图任意的推荐封装尺寸；
- 2、为了维修模块，模块和主机电路板上其它器件之间要保持约 3 毫米的距离；
- 3、图中的禁布区域内禁止走线和打孔，可以铺铜皮（铜皮上必须盖油，和模组隔离，以防短路）。

5.3. 模组顶视图



图 5-4 模组顶视图

备注：以上图片仅供参考，请以实物为准。

6. 测试和测试标准

6.1. 测试参考

模组的相关测试符合 IEC 标准，包括高低温运行、高低温存储，温度冲击和 EMC。下表是测试标准列表，其中包括模组测试标准。



注意：

- IEC：国际电气技术委员会
- GB/T：建议国家标准

表 6-1 测试标准

测试标准	文档引用
IEC6006826	Environmental testing-Part2.6: Test FC: Sinusoidal Vibration
IEC60068234	Basic environment testing procedures part2.
IEC60068264	Environmental testing-part2-64: Test FH: vibration, broadband random and guidance.
IEC60068214	Environmental testing-part 2-14: Test N: change of temperature
IEC60068229	Basic environmental testing procedures-part2: Test EB and guidance.
IEC6006822	Environmental testing-part2-2: Test B: dry heat
IEC6006821	Environment testing-part2-1: Test A: cold.
GB/T 15844.2	MS telecommunication RF wireless phone-set environment requirement & experimental method – part 4: Strict level of experimental condition
GB/T 2423.17	Basic environment experiment of electronic products-Experiment Ka: Salt mist experiment method
GB/T 2423.5	Basic environment experiment of electronic products-Part2: Experiment method Try Ea & Introduction: Shock
GB/T 2423.11	Basic environment experiment of electronic products-Part2: Experiment method Try Fd: Broad frequency band random vibration (General requirement)
TIA/EIA 603 3.3.5	TIA Standard-part3-5: Shock Stability

6.2. 测试环境说明

本产品的工作温度范围分为正常工作温度范围和极限工作温度范围两种情况，在正常工作温度范围内，产品的射频测试结果符合 3GPP 规范要求，功能正常。在极限工作温度范围内，产品的射频指标基本符合 3GPP 规范要求，模组部分射频指标可能无法满足 3GPP 规范，数据通信质量可能受到一定的影响，但是不影响正常的使用。本产品已通过 EMC 测试，表 6-2 是产品测试环境要求，本产品测试所需要的仪器和设备如表 6-3 所示。



警告：表 6-2 列出了模组的极端工作条件。在超出极限温度范围的条件下使用该模组可能会导致模组的永久性损坏。

表 6-2 测试环境

工作条件	最小温度	最大温度	备注
正常工作条件	-30°C	75°C	所有指标都正常
极限工作条件	-40~ -30°C	75~85°C	一些指标变差
存储条件	-40°C	85°C	模组存储环境

表 6-3 测试仪器和设备

测试项目	仪器和设备
RF 测试	全面的射频测试设备

	RF 线缆
	塔式天线
	微波暗室
高低温运行和存储测试	高低温试验箱
温度冲击测试	温度冲击试验箱
振动测试	振动控制台

6.3. 可靠性测试环境

可靠性测试包括振动试验，高低温实验、高低温存储和温度冲击实验测试。下表描述了具体测试参数。

表 6-4 可靠性测试参数

测试项目	测试条件	测试标准
随机振动	频率范围：5-20Hz，PSD：1.0m2/s3 频率范围：20-200Hz，-3dB/oct 3 axis，每轴 1 小时	IEC 68-2-6
温度冲击	低温：-40°C ±2°C 高温：+80°C ±2°C 温度变化周期：小于 30s 测试时间：2 小时 循环：10 次	IEC 68-2-14 Na
高温运行	正常高温：75 °C 极限高温：85°C 测试时间：24 小时	高新兴标准
低温运行	正常低温：-30°C 极限低温：-40°C 测试时间：24 小时	高新兴标准
高温高湿	温度：+60°C 湿度：95% 测试时间：48 小时	高新兴标准
高温存储	温度：85°C 测试时间：24 小时	IEC 68-2-1 Ab
低温存储	温度：-40°C 测试时间：24 小时	IEC 68-2-2 Bb

7. 贴片工艺和烘烤指导

本章描述了模组的存储、焊盘设计，贴片工艺参数、烘烤要求等指导信息，它适用于指导二级 LCC 封装模组的组装过程。

7.1. 存储要求

存储条件：温度小于 40℃，湿度小于 90% (RH)；在密封包装良好的情况下，确保 12 个月的可焊接性。

所有模组潮湿敏感等级为 3 级【符合 IPC/JEDEC J-STD-020】。拆封后，在环境条件小于 30℃和相对湿度小于 60%(RH)的情况下 168 小时内进行装配，如不满足上述条件需要进行烘烤，烘烤参数如下表

表 7-1 烘烤参数

温度	烘烤条件	烘烤时间	备注
125± 5℃	湿度≤60%RH	8 小时	烘烤累计时间小于96小时
45± 5℃	湿度≤5%RH	192 小时	

产品搬运、存储、加工过程必须遵循 IPC/JEDEC J-STD-033。客户在使用模组时，请参照 IPC-SM-782A 和下面的描述说明对接口板焊盘进行设计。

7.2. 模组平面度标准

模组平面度要求为 0.15mm。测量方法：将模组放置于测量用大理石平台上，用塞尺测量模组最大翘起位置的缝隙宽度，测量时不对模组施加压力。

7.3. 工艺路径选择

模组板全都实行了无铅工艺，并且符合 ROHS 要求，因此客户端在模组板与主板生产时工艺路径选择建议按照无铅制程生产。

7.3.1. 锡膏选择

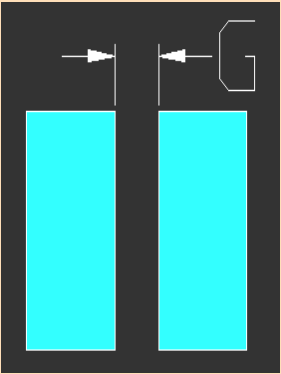
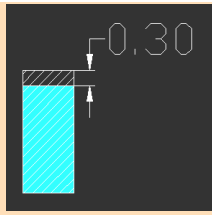
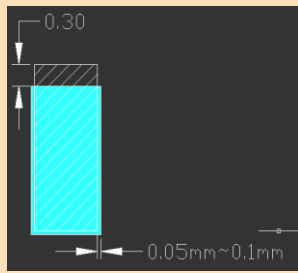
锡膏的金属颗粒的选择 TYPE3、TYPE4 都能满足焊接要求，建议使用免清洗锡膏，如果使用需要清洗的锡膏，模组板上的器件不保证都能承受清洗溶剂的清洗，有可能造成器件的功能性的问题和影响模组的外观。印刷时确保模组焊盘位置的锡膏厚度，厚度应控制 0.18MM~0.2MM 之间。

7.3.2. 主板对应模组焊盘钢网开孔设计

主板上钢网厚度选择原则上是根据主板器件的封装类型综合考虑来选取的，需重点关注如下要求：

- 1) 确保主板模组焊盘参照第 3 项进行设计。
- 2) 钢网厚度是 0.15mm 或 0.18mm，但模组焊盘位置局部加厚到 0.18~0.20 mm 或者钢网的直接厚度是 0.18~0.20mm。
- 3) 锡膏厚度要求：按照 0.15mm~0.18mm 厚度控制。
- 4) LCC 封装模组焊盘钢网开孔如下表所示。

表 7-2LCC 模组焊盘钢网开孔

模组焊盘间隙 (G) = 中心距 (e) - 焊盘宽度 (x)		钢网开孔	
	$G \geq 0.5\text{mm}$	宽度方向按照焊盘100%开孔 长度方向外延0.3mm	
	$G < 0.5\text{mm}$	宽度方向内缩 0.05mm~0.1mm 长度方向板内内缩 0.05mm~0.1mm、 外延0.5mm	

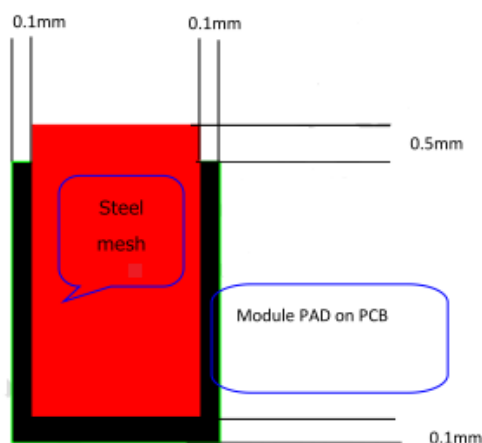


图 7-1 模组钢网示意图


7.3.3. 模组贴片

• SMT 卷带:

大部分模组都已经做了适合用于贴片的卷带包装, 如果模组已有直接提供卷带且满足贴片要求, 则客户可以直接用于模组贴片。



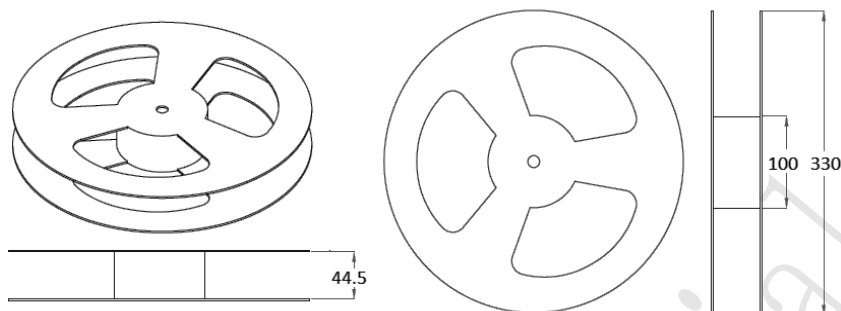
图 7-2 模组卷带包装

 注意: 图 7-2 只是卷带包装参考, 并不是实际模组的卷带包装大小

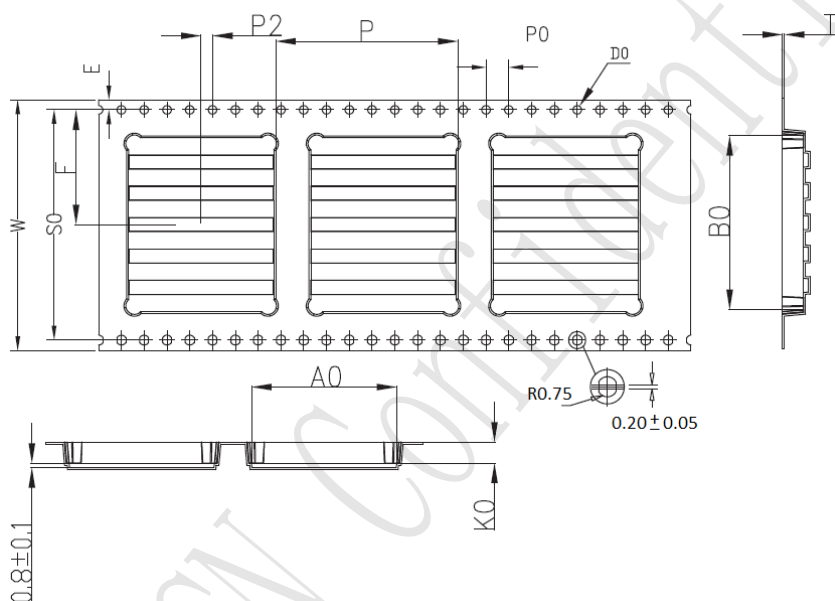
如果没有，则需要客户做一个类似卷带一样的装载工具，客户可以将模组从包装盒里取出，按照顺序和方向放在装载工具里面，再进行贴片。

• 卷带相关尺寸（单位：mm）

A: 整体尺寸



B: 细节尺寸



ITEM	W	A0	B0	K0	K1	P	F	E	S0	D0	D1	P0	P2	T
DIM	44.00 ± 0.30	25.50 ± 0.15	30.50 ± 0.15	3.80 ± 0.15	0.00 ± 0.05	32.00 ± 0.15	20.20 ± 0.15	1.75 ± 0.15	40.40 ± 0.15	1.50 ± 0.15	0.00 ± 0.05	4.00 ± 0.15	2.00 ± 0.15	0.35 ± 0.05
ALTERNATE														

图 7-3 模组卷带包装相关尺寸

• 贴片压力


为了使模组跟主板上锡膏能有一个很好的接触，便于焊接，按照生产经验：在贴模组放在主板上时的压力为 2-5N，具体的模组、焊盘数不一样，选择的力度不一样，客户可以根据自己的情况来选择，并且尽可能将模组压住的锡尽可能少，在回流时避免锡膏融化时的表面张力过大拖起模组。

7.3.4. 模组焊接回流曲线

模组焊接炉温曲线：

- 峰值：245 $\pm 0/5^{\circ}\text{C}$
- $\geq 217^{\circ}\text{C}$ ：30 $\sim\sim$ 60S
- 150 \sim 200 $^{\circ}\text{C}$ ：60 $\sim\sim$ 120S

- 升温曲线: $<3^{\circ}\text{C}/\text{s}$
- 降温曲线: $-2\sim-4^{\circ}\text{C}/\text{s}$

 注意: 炉温测试板必须是模组贴片在接口板上的实物板, 并且在模组板的位置必须要有测试点进行测试

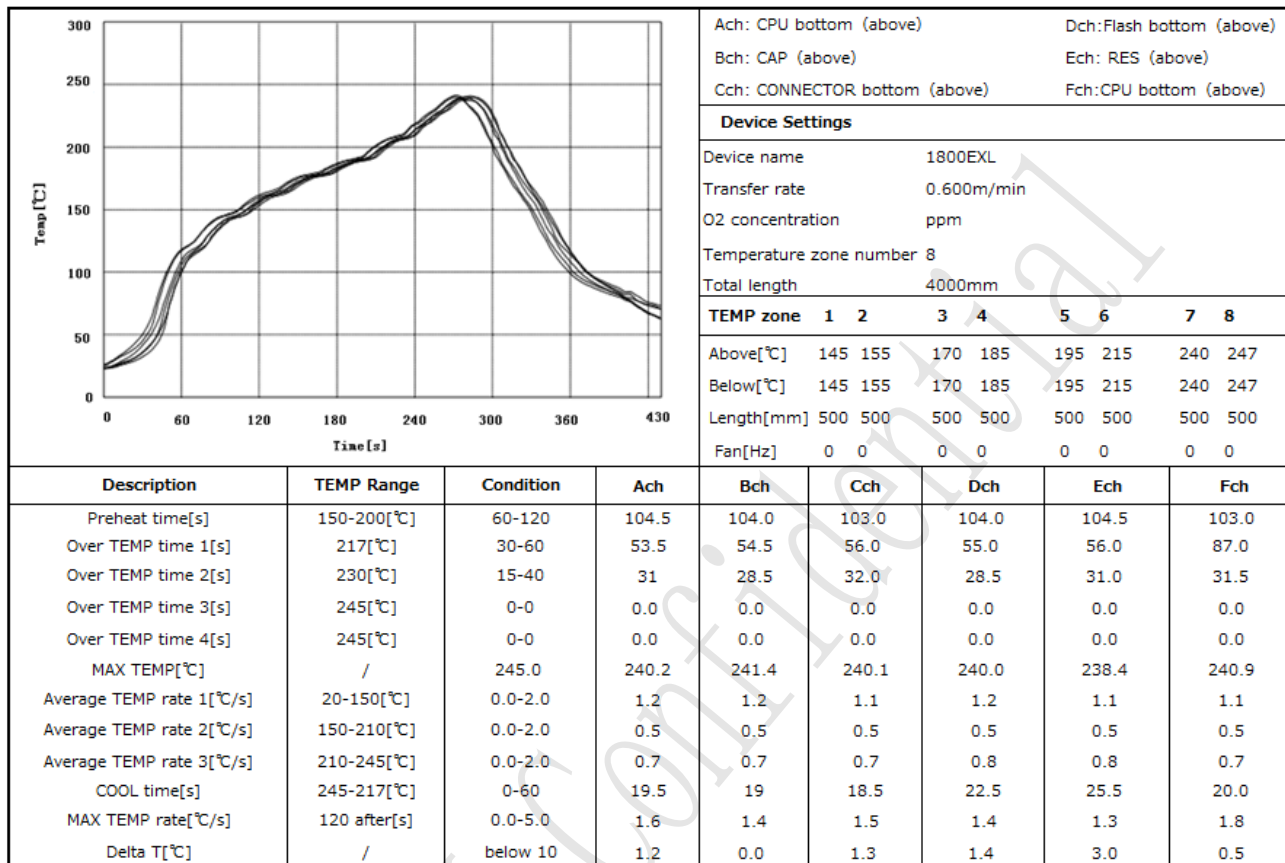


图 7-4 模组炉温参考曲线图

7.3.5. 过炉方式

如果客户使用模组的主板是双面板, 则建议模组板放在第二次贴片, 另第一次贴片时客户的主板最好在网带上过炉, 第二次贴片也尽量放在网带上过炉, 如果因特殊原因不能放在网带上过炉, 也要考虑使用治具在轨道过炉或垫一个平的耐高温平直模板托住 PCBA 过炉, 防止过炉时 PCB 板的变形导致模组板与主板焊接虚焊。

7.3.6. 不良品维修

如果一旦模组板与主板出现焊接不良, 如: 模组与主板虚焊, 则可以直接由焊接工人对烙铁手工补焊, 补焊按照工厂正常的焊接参数设定即可。

7.4. 模组烘烤指导

模组在二次过炉使用前都必须烘烤。

7.4.1. 模组烘烤环境

员工须佩戴无尘无粉手指套和静电手环在无铅和静电防护良好的环境中进行。环境要求如下:



运输、存储和产品处理过程中必须遵循 IPC/JEDE J-STD-033 标准。

7.4.2. 烘烤设备和操作方法

烘烤设备：能升温至 125 摄氏度以上的烤箱即可。

烘烤注意事项：烘烤过程中需要将模组平放在耐高温的托盘中，放置过程中轻拿轻放，防止模组间的碰撞和摩擦。烘烤过程中，严禁出现模组直接堆叠层压情况出现，可能会导致模组上的芯片受到物理性损伤。

7.4.3. 模组烘烤条件

模组烘烤的参数条件参考表 7-1。