



M7025

硬件设计手册

LPWA 模块

龙尚科技(上海)有限公司
上海市长宁区临虹路289号3号楼5楼
电话：86-21-50809688
邮箱：sales@longsung.com
官网：www.longsung.com

文档名称:	M7025 硬件设计手册
版本:	V1.01
日期:	2021-06-15
状态:	已发布

前言

此模块主要用于语音或者数据通讯，本公司不承担由于用户不正常操作造成的财产损失或者人身伤害责任。请用户按照手册中的技术规格和参考设计开发相应的产品。同时注意使用移动产品应该关注的一般安全事项。

在未声明之前，本公司有权根据技术发展的需要对本手册内容进行修改。

版权声明

本手册包含龙尚科技（上海）有限公司（简称：龙尚科技）的技术信息。除非经龙尚科技书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部，并不得以任何形式传播，违反者将被追究法律责任。对技术信息涉及的专利、实用新型或者外观设计等知识产权，龙尚科技保留一切权利。龙尚科技有权在不通知的情况下随时更新本手册的具体内容。

本手册版权属于龙尚科技，任何人未经我公司书面同意进行复制、引用或者修改本手册都将承担法律责任。

龙尚科技(上海)有限公司

上海市长宁区临虹路289号3号楼5楼

电话：86-21-50809688

邮箱：sales@longsung.com

官网：www.longsung.com

版权所有 © 龙尚科技(上海)有限公司 2021，保留一切权利。

目录

1	绪论	8
1.1	模块综述	8
1.2	接口概述	8
1.3	模块框图	9
1.4	主要特性	10
2	封装信息	12
2.1	引脚分布图	12
2.2	引脚描述	14
2.3	机械尺寸	17
2.4	推荐 PCB 封装尺寸	18
2.5	推荐钢网	19
3	应用接口	20
3.1	电源设计	20
3.1.1	供电参考设计	20
3.1.2	电源监测	22
3.2	开机/关机/复位	22
3.2.1	模块开机	22
3.2.2	模块关机	22
3.2.3	模块复位	23
3.3	WAKEUP 描述	24
3.4	UART 描述	25
3.5.1	UART1 用于串口通讯	26
3.5.2	UART1 用于固件升级与校准	26
3.5.3	调试串口 DBG_UART	27
3.5.4	辅助串口 UART2	27
3.5.5	串口参考设计	27
3.5	RI 描述	29
3.6	模数转换器 (ADC)	29
3.7	SIM 卡接口	29
3.8	网络状态指示*	31
3.9	SPI 接口	32
4	射频参数	33
4.1	LTE 射频参数	33
4.2	天线参考设计	34
4.3	天线接口的 RF 走线注意事项	35
4.3.1	射频走线	35
4.3.2	LTE 天线和其他通讯系统的隔离度注意事项	36
5	电气参数	37
5.1	极限参数	37
5.2	正常工作条件	37
5.3	工作模式	38

5.3.1 工作模式定义	38
5.3.2 PSM 模式	39
5.3.3 PSM 唤醒	39
5.3.4 增强型非连续接收 (e-DRX)	40
5.4 耗流	40
5.5 静电防护	41
6 贴片生产	42
6.1 模块的顶视图和底视图	42
6.2 典型焊接炉温曲线	42
6.3 湿敏特性	43
6.4 烘烤	43
7 包装说明	45
8 附录	48
8.1 相关文档	48
8.2 术语和解释	49
8.3 安全警告	51

表格索引

表 1: M7025 频段	8
表 2: 模块主要特性	10
表 3: 引脚定义列表	13
表 4: 引脚参数缩写	14
表 5: 引脚描述	14
表 6: VBAT 引脚电气特性	20
表 7: VBAT 和 GND 引脚描述	21
表 8: TVS 推荐物料	22
表 9: RESET 引脚电参数	23
表 10: WAKEUP 引脚电参数	25
表 11: 串口引脚定义	25
表 12: 串口引脚电参数	26
表 13: ADC 电气特性	29
表 14: SIM 卡引脚定义	30
表 15: NETLIGHT 引脚描述	31
表 16: NETLIGHT 时序参数	31
表 17: 传导发射功率	33
表 18: UE CAT NB2 最大功率回退	33
表 19: 频段信息	33
表 20: CAT-NB2 参考灵敏度	34
表 21: 走线损耗推荐值	34
表 22: TVS 推荐型号列表	35
表 23: 极限参数	37
表 24: 模块推荐工作电压	37
表 25: 数字 IO 接口特性	37
表 26: 模块工作温度	38
表 27: 模块工作模式	38
表 28: VBAT 耗流 (VBAT=3.3V)	40
表 29: 射频数据传输耗流	40
表 30: ESD 性能参数 (温度: 25℃, 湿度: 45%, 基于 LONGSUNG-EVB 上测试的数据)	41
表 31: 模块湿敏特性	43
表 32: 烘烤条件	43
表 33: 托盘尺寸信息	46
表 34: 小卡通箱尺寸信息	46
表 35: 大卡通箱尺寸信息	47
表 36: 相关文档	48
表 37: 术语和解释	49
表 38: 安全警告	51

图片索引

图 1: 模块系统框图	9
图 2: 引脚分布图.....	12
图 3: 三维尺寸 (单位: 毫米)	17
图 4: 推荐 PCB 封装尺寸 (单位: 毫米)	18
图 5: 推荐钢网尺寸 (单位: 毫米)	19
图 6: 模块输入参考电路.....	21
图 7: 三极管控制复位参考电路.....	23
图 8: 按键控制参考电路.....	23
图 9: 三极管控制唤醒参考电路.....	24
图 10: 按键控制唤醒参考电路	25
图 11: 电平匹配时的串口连接图	27
图 12: IC 电平转换推荐电路	28
图 13: 三极管电平转换推荐电路.....	28
图 14: RI 上的电平变化(短信, URC)	29
图 15: SIM 接口推荐电路.....	30
图 16: NETLIGHT 参考电路.....	31
图 17: SPI Master 配置	32
图 18: SPI Slave 配置	32
图 19: LTE 天线接口连接电路 (主天线)	34
图 20: RF 走线远离高速信号线	35
图 21: RF 走线与地间距	36
图 22: PSM 流程状态图.....	39
图 23: M7025 顶底图和底视图	42
图 24: 推荐焊接炉温曲线图 (无铅工艺)	43
图 25: 包装介绍	45
图 26: 托盘图纸	45
图 27: 小卡通箱图纸	46
图 28: 大卡通箱图纸.....	47

版本历史

日期	版本	变更描述	作者
2021-03-19	1.00	初版	周鑫 李美豪
2021-06-15	1.01	更新测试数据 优化文档内容 优化文档格式	周鑫 黄鸿

LongSung
Confidential

1 绪论

本文档描述了模块的硬件接口，可以帮助用户快速的了解模块的接口定义、电气性能和结构尺寸的详细信息。结合本文档和其他的应用文档，用户可以快速的使用 M7025 模块来设计移动通讯应用方案。

1.1 模块综述

M7025 模块可支持 LTE CAT-NB1/CAT-NB2。

模块尺寸只有 15.7mm×17.6mm×2.1mm，兼容 E7025 和 H7025C 封装。

M7025 是一款工业级 NB-IoT 无线通信模块；协议上兼容 R13 和 R14，软件升级支持 R15。

模块支持的射频频段如下表所示。

表 1: M7025 频段

标准	频段
R13/R14	B3/B5/B8

M7025 是一款高性能、低功耗、多频段的 NB-IoT 无线通信模块。其能最大限度地满足终端设备对小尺寸模块产品的需求，同时有效帮助客户减小产品尺寸并降低产品成本。

M7025 是44pin的LCC封装贴片式模块，通过焊盘内嵌于各类数传产品应用中，提供了模块与客户主板通信的丰富的硬件接口，内嵌各种通信协议栈，支持中国移动 OneNET 和中国电信 IoT 物联网云平台，为客户的应用提供极大的便利，能够满足物联网应用需求，包括电表、燃气表、水表、烟感、路灯、井盖、消防栓、农业和环境监测等。

1.2 接口概述

M7025提供了如下的硬件接口：

- 电源输入
- 串口
- RI信号
- NETLIGHT信号
- WAKEUP信号
- RESET信号
- VDD_EXT电源输出
- SIM卡接口
- ADC接口
- I2C接口
- SPI接口

- 天线接口
- BOOT信号

1.3 模块框图

下图列出了模块系统框图如下图所示：

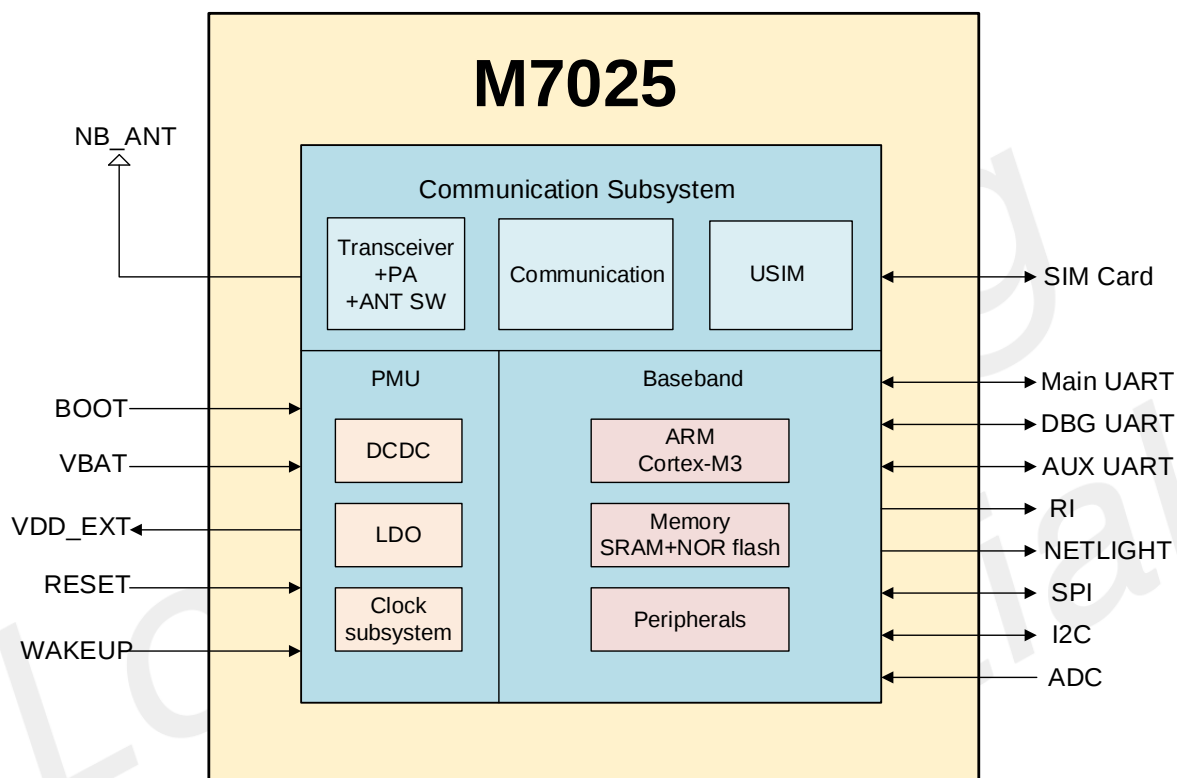


图 1：模块系统框图

1.4 主要特性

表 2：模块主要特性

特征	描述
供电	VBAT: 2.2 ~ 4.2V 典型值: 3.3V
功耗	最大值:1.2uA @PSM模式
发射功率	23dBm±2.7dB
灵敏度	--115dBm±1dB
数据传输吞吐量	Single-Tone: 上行: 16.7kbps; 下行: 25.5kbps
(U)SIM接口	支持电压:1.8V/3.0V 支持(U)SIM单卡
I2C接口	符合I2C规范, version 2.0
SPI接口	- 支持Master/Slave模式 - 发送/接收FIFO: 128Byte - 最大可配置最高时钟: 20MHz
ADC接口	- 输入电压: 0~1V - 分辨率: 12bits
串口	主串口: 全功能串口(AT 指令, 数据传输以及固件升级) 自适应波特率: 4800bps ~ 115200bps, 默认为 9600bps。
	调试串口: 软件调试和下载
	辅助串口: 开放供 OpenCPU 使用
固件升级	通过串口/FOTA进行固件升级
物理特性	尺寸: 15.7mm*17.6mm*2.1mm 重量: 1.0g±0.2g
温度范围	工作温度: -30°C ~ +80°C 扩展工作温度: -40°C ~ +85°C 存储温度: -45°C ~ +90°C

※ 特别注意

1. 模块的推荐电压为 3.3V，如果电压低于 2.2V，系统可能出现工作异常。
2. 当模块工作温度不在正常操作温度范围时，性能可能会稍微偏离 3GPP 规范，并且在温度恢复到正常工作温度范围内时模块射频性能将再次满足 3GPP 规范。

LongSung
Confidential

2 封装信息

2.1 引脚分布图

M7025 有 44 个引脚。客户设计应匹配引脚功能。模块的引脚分配如下图所示。

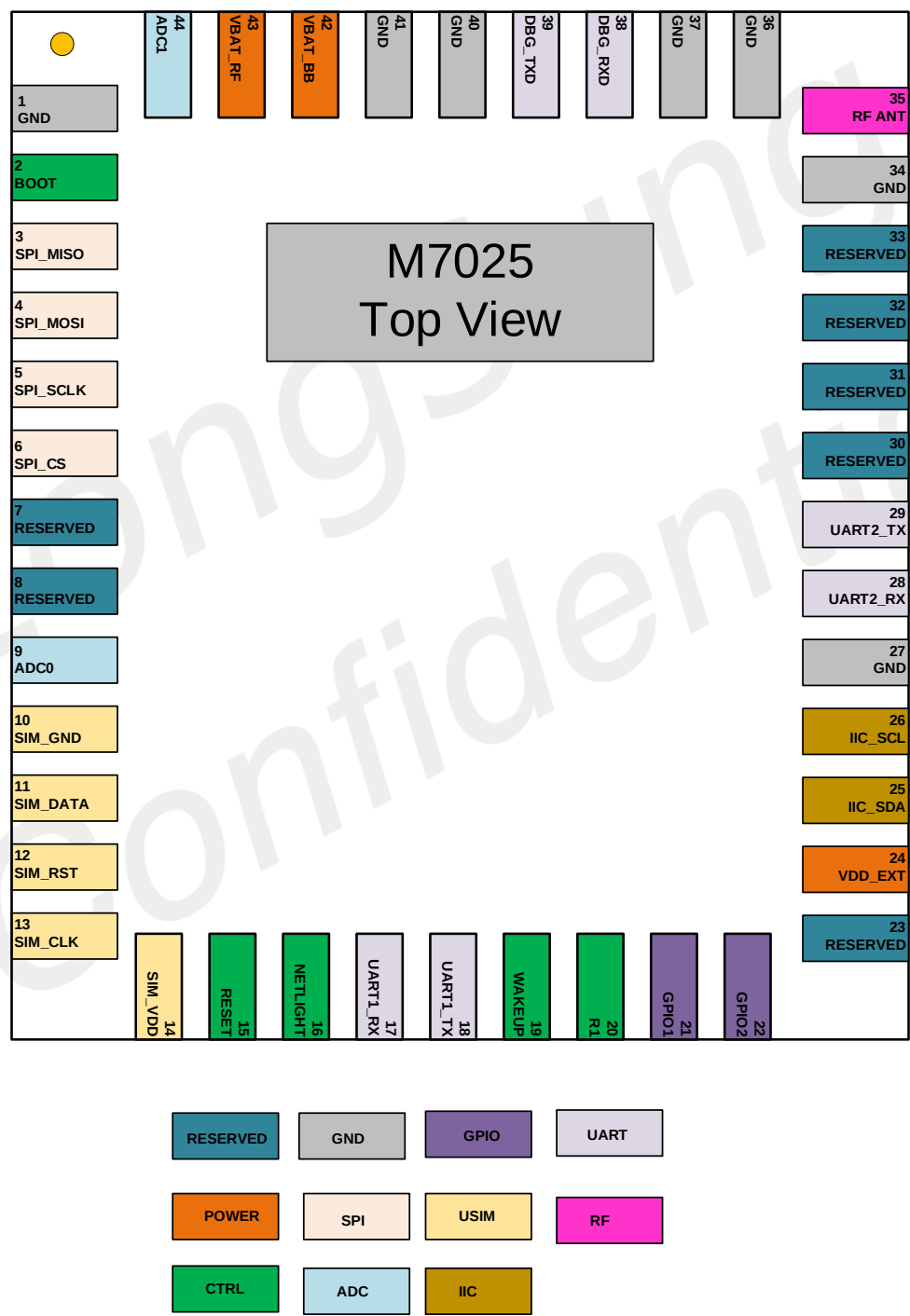


图 2: 引脚分布图

表 3：引脚定义列表

引脚序号	引脚名称	引脚序号	引脚名称
1	GND	30	RESERVED
2	BOOT	31	RESERVED
3	SPI_MISO	32	RESERVED
4	SPI_MOSI	33	RESERVED
5	SPI_SCLK	34	GND
6	SPI_CS	35	RF_ANT
7	RESERVED	36	GND
8	RESERVED	37	GND
9	ADC0	38	DBG_RXD
10	SIM_GND	39	DBG_TXD
11	SIM_DATA	40	GND
12	SIM_RST	41	GND
13	SIM_CLK	42	VBAT_BB
14	SIM_VDD	43	VBAT_RF
15	RESET	44	ADC1
16	NETLIGHT		
17	UART1_RX		
18	UART1_TX		
19	WAKEUP		
20	RI		
21	GPIO11		
22	GPIO12		
23	RESERVED		
24	VDD_EXT		
25	IIC_SDA		
26	IIC_SCL		
27	GND		
28	UART2_RX		
29	UART2_TX		

※ 特别注意

1. 模块提供两组 ADC 接口，目前默认只支持 ADC0。

2.2 引脚描述

表 4: 引脚参数缩写

缩写	描述
PI	电源输入
PO	电源输出
AI	模拟输入
AIO	模拟输入输出
I/O	输入或输出
DI	数字输入
DO	数字输出
DOH	默认输出高电平
DOL	默认输出低电平
PU	上拉
PD	下拉

表 5: 引脚描述

引脚名称	引脚序号	I/O	描述	备注
供电				
VBAT_BB	42	PI	模块供电输入。 电压范围:2.2V~4.2V 典型值:3.3V	两个引脚需要全部接在一起, 以此提供足够的过流能力
VBAT_RF	43	PI		
VDD_EXT	24	PO	3.0V 电源输出	PSM 模式下无电压输出。 最大输出能力 电流: 80MA@3.0V
GND	1,27,34,36,37,40,41		地	
复位接口				
RESET	15	DI,PU	复位模块, 低电平有效	电压域:VBAT
WAKEUP 控制				
WAKEUP	19	DI,PU	外部中断引脚; 从 PSM 唤醒模块,低电平有效	电压域:VBAT
BOOT 下载控制				
BOOT	2	DI	下载控制管脚, 高电平有效。	正常开机前不能被

			拉高此管脚，模块将进入下载模式。	拉高。
SIM 接口				
SIM_DATA	11	DIO	SIM 总线数据	1.8/3.0V 电压域， (U)SIM 接口需要 有 ESD 器件保护。
SIM_RST	12	DO	SIM 总线复位输出	
SIM_CLK	13	DO	SIM 总线时钟输出	
SIM_VDD	14	PO	SIM 卡供电电源输出	
SIM_GND	10	GND	SIM 卡专用地线	
串口				
UART1_RX	17	DI	数据接收 V _{ILmax} = 0.3V V _{IHmin} =VDDIO-0.3V	主串口 用于 AT 指令发送， 数据传输以及固件 升级 支持固定波特率以 及自适应波特率。 固 定 波 特 率 为 9600bps。
UART1_TX	18	DO	数据发送 V _{OLmax} = 0.3V V _{OHmin} = VDDIO-0.3V	
UART2_RX	28	DI	数据接收 V _{ILmax} = 0.3V V _{IHmin} = VDDIO-0.3V	辅助串口
UART2_TX	29	DO	数据发送 V _{OLmax} = 0.3V V _{OHmin} = VDDIO-0.3V	
DBG_RXD	38	DI	数据接收 V _{ILmax} = 0.3V V _{IHmin} = VDDIO-0.3V	用于 LOG 抓取
DBG_TXD	39	DO	数据发送 V _{OLmax} = 0.3V V _{OHmin} = VDDIO-0.3V	
RI	20	DO	振铃指示输出 V _{OLmax} = 0.3V V _{OHmin} = VDDIO-0.3V	
网络状态指示				
NETLIGHT	16	DO	网络状态指示	
I2C 接口				
I2C_SDA	25	DIO	串行线数据信号	I2C_SDA 使用时 需在外部上拉。如 果不使用，请保持 悬空
I2C_SCL	26	DO	串行线时钟信号	
SPI 接口				
SPI_MISO	3	DI	主控端 DATA 输入	SPI 串行通信 发送/接收 FIFO: 128Byte 最多两个外设选择 模式
SPI_MOSI	4	DO	主控端 DATA 输出。	
SPI_SCLK	5	DO	总线时钟输出	
SPI_CS	6	DO	片选信号	
天线接口				

RF_ANT	35	AI	天线接口	50ohm 特性阻抗
GPIO				
GPIO_1	21	DIO	通用 IO 口	如果不使用，请保持悬空
GPIO_2	22	DIO		
其他功能引脚				
ADC0	9	AI	模数转换接口	电压采集范围：0～1V。默认使用ADC0。 如果不使用，请保持悬空
ADC1	44	AI	模数转换接口	
RESERVED	8,23,30,31,32,33		保留	

※ 特别注意

- 1.当 VBAT 高于 3V 时，VDDIO 固定为 3V；当 VBAT 低于 3V 时，VDDIO 和 VBAT 电压保持一致。
- 2.模块的 PIN2 管脚为 BOOT 下载控制，此管脚在正常开机前不能被拉高。否则将进入下载模式。
- 3.所有预留引脚不使用时，请保持悬空。

以下图片描述了 M7025 的封装尺寸。



2.4 推荐 PCB 封装尺寸

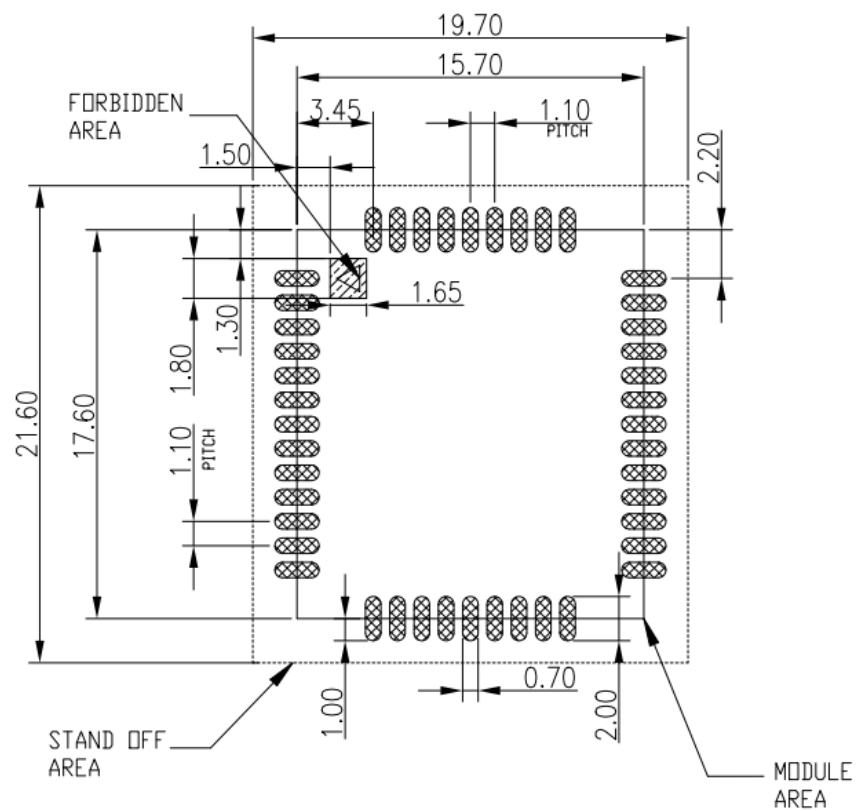


图 4: 推荐 PCB 封装尺寸 (单位: 毫米)

3 应用接口

3.1 电源设计

M7025使用单一电源供电，共有两个引脚（42和43引脚）作为VBAT电源输入。M7025通过这两个引脚给内部的射频和基带电路供电。模块共有7个接地引脚，为确保模块正常工作，应连接所有电源和地引脚。

当模块以最大功率发射时，电流峰值瞬间最高能达到500mA，为保证供电需求，外部电源的供电能力需要大于500mA以上。

表 6: VBAT 引脚电气特性

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VBAT_BB	模块供电电压	2.2	3.3	4.2	V
VBAT_RF					
I_{peak}	最大功率下耗流	-	-	500	mA
I_{PSM}	PSM 模式下电流	-	-	1.2	uA

3.1.1 供电参考设计

在用户的设计中，必须特别注意电源部分的设计，确保即使在模块耗电流达到瞬间最大值时，VBAT 的跌落也不要低于 2.2V。如果电压跌落低于 2.2V，模块将可能因电压过低而导致系统工作异常。

电源的设计对模块的性能影响至关重要。为了确保更好的电源供电性能，建议靠近 VBAT 放置如下组合的电容。为了防止浪涌以及静电对模块的损坏，建议给模块 VBAT 引脚上并联一个大功率的 TVS，如果选择稳压管，请需要特别注意稳压管的静态功耗。VBAT 输入端参考电路如下图所示。

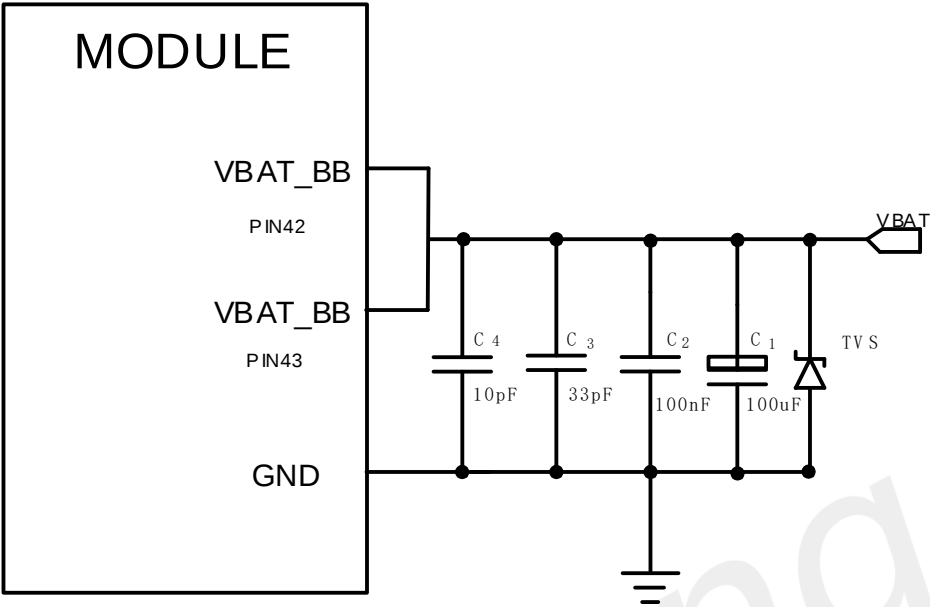


图 6：模块输入参考电路

表 7: VBAT 和 GND 引脚描述

引脚名	引脚编号	电气特性	描述	注释
VBAT_BB	42	PI	供电 范围：2.2~4.2V 典型值：3.3V	这些引脚需要全部接在一起， 以此提供足够的过流能力
VBAT_RF	43			
GND	1,27,34,36 ,37,40,41		地	

※ 特别注意

- 1. C1 是 100μF 陶瓷电容，建议放置低 ESR 的陶瓷电容。
- 2. C3 和 C4 分别是 10pF 和 33pF 的滤波电容。

电源和地布线准则：

- VBAT 和回流走线路径都应尽可能短和宽，以最大程度地减小压降。用户在电路板上的 VBAT 走线宽度应不小于 0.5mm 以保证走线的过流能力。
- 这些电容尽可能靠近 VBAT 引脚放置。
- VBAT 走线路径应穿过 TVS 二极管和电容，然后到 VBAT 引脚。小电容应靠近 VBAT 引脚放置。
- PCB 设计必须具有一个主接地层作为大多数信号的主参考地平面。

TVS管推荐物料如表所示。

表 8: TVS 推荐物料

编号	供应商	厂家型号	工作电压	封装
1	PRISEMI	PTVSHC2EN5VU	5V	DFN1006-2L
2	WAYON	WS05DP	5V	DFN1610-2L

3.1.2 电源监测

AT命令“AT+VBAT”可以用来读取当前VBAT的电压值。

※ 特别注意

相关 AT 命令的详细信息，请参考文档 1。

3.2 开机/关机/复位

3.2.1 模块开机

模块上电自动开机，无开机键。在保证 RESET 管脚不被外部拉低的情况下，给 VBAT 管脚提供 2.2V~4.2V 的电压后，模块将自动开机。

※ 特别注意

1. VBAT 上电后 RESET 由于内部上拉，自动上升至高电平。
2. VBAT 电压上升到 2.2V 以上之后系统自动开机，开机之后 VBAT 的电压抖动不能低于 2.2V 以下，否则系统会出现异常。可以通过 RESET 复位系统。
3. 在 VBAT 低于 2.4V 时，射频可以工作但个别指标的性能可能无法满足 3GPP 标准。

3.2.2 模块关机

模块可以通过断开 VBAT 供电来实现关机功能。

3.2.3 模块复位

M7025 模块通过驱动 RESET 引脚驱动到低电平来复位。可通过“AT+RESETCTL”设置 RESET 按键触发重启的生效时长配置。

模块RESET脚在模块内部已经通过10K电阻上拉至VBAT，低电平有效，外部可以通过拉低RESET脚达到复位效果。推荐外部三极管控制参考电路如下图所示。

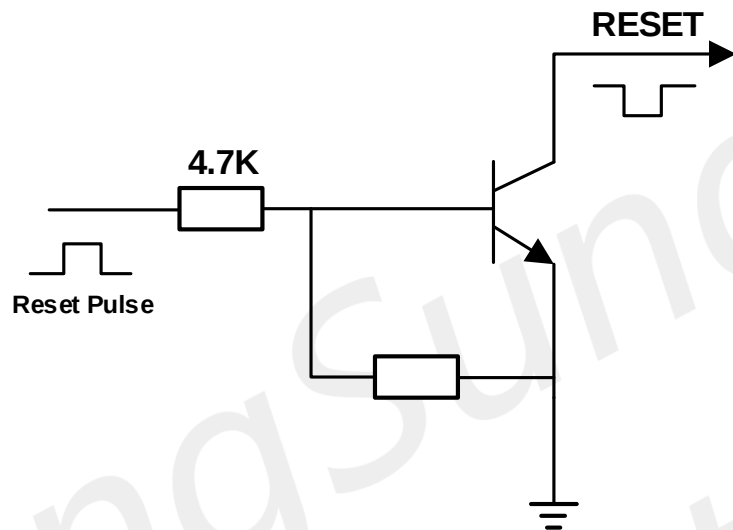


图 7：三极管控制复位参考电路

推荐按键控制参考电路如下图所示。

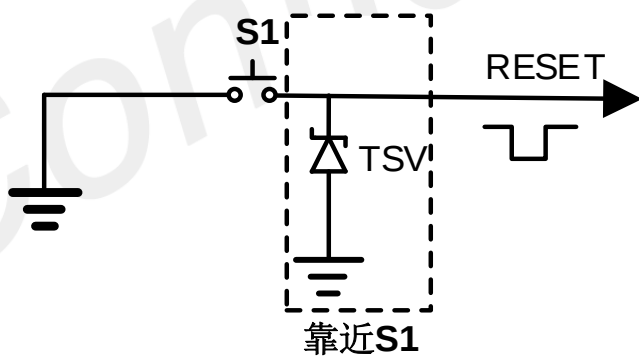


图 8：按键控制参考电路

表 9：RESET 引脚电参数

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
----	----	-----	-----	-----	----

T_{reset} (模式0) ¹	低电平持续时间	20	-	-	ms
T_{reset} (模式1)		6	-	-	s
V_{IL}	RESET引脚输入低电平电压	-	-	1	V

※ 特别注意

- 1.Reset 引脚触发重启的生效时长可以由“AT+RESETCTL”进行配置，默认为模式 1。
- 2.为了提高模块的抗静电性能，强烈建议在 RESET 上并接防静电 TVS。

3.3 WAKEUP 描述

模块进入休眠后，可以通过 WAKEUP 管脚来唤醒模块。可通过“AT+RESETCTL”设置 WAKEUP 按键触发唤醒的生效时长配置。

模块WAKEUP脚在模块内部已经被上拉，低电平有效，外部可以通过拉低WAKEUP达到唤醒效果。。推荐外部三极管控制参考电路如下图所示。

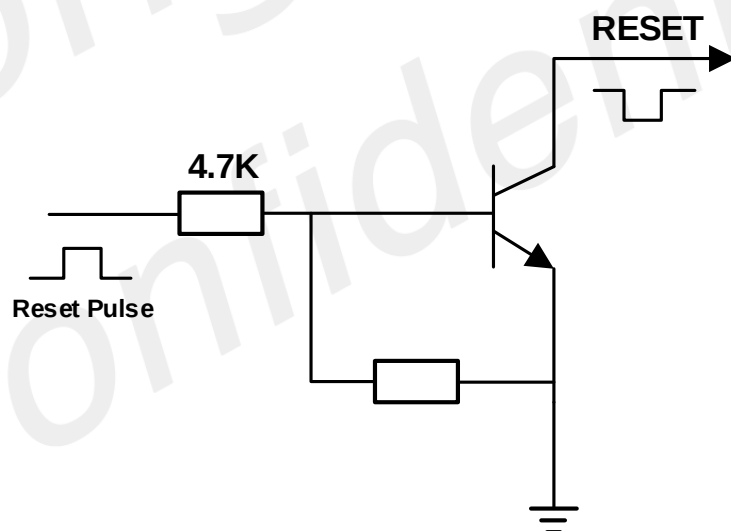


图 9：三极管控制唤醒参考电路

推荐按键控制参考电路如下图所示。

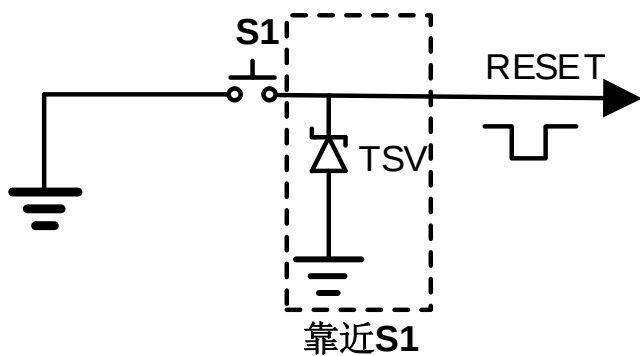


图 10: 按键控制唤醒参考电路

表 10: WAKEUP 引脚电参数

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
T _{WKUP} (模式0) ¹	低电平持续时间	-	-	2	ms
T _{WKUP} (模式1)		-	-	6	s
V _{IL}	WAKEUP引脚输入低电平电压	-	-	1	V

3.4 UART 描述

M7025提供三路串口：UART1、UART2和DBG_UART。

表 11: 串口引脚定义

接口	引脚名称	引脚序号	I/O	描述	备注
主串口	UART1_RX	17	DI	从 DTE 设备的 TXD 端接收数据	主串口 用于 AT 指令发送，数据传输以及固件升级支持固定波特率以及自适应波特率，固定波特率默认为 9600bps。
	UART1_TX	18	DO	发送数据到 DTE 设备的 RXD 端	
辅助串口*	UART2_RX	28	DI	从 DTE 设备的 TXD 端接收数据	辅助串口，开放供 OpenCPU 使用
	UART2_TX	29	DO	发送数据到 DTE 设备的 RXD 端	
调试串口	DBG_RXD	38	DI	从 DTE 设备的 TXD 端接收数据	用于 LOG 抓取
	DBG_TXD	39	DO	发送数据到 DTE 设备的 RXD 端	
振铃信号	RI	4	DO	振铃提示（DCE 有 URC 输出或者短消息接收时会发送信号通知	

				DTE)	
--	--	--	--	------	--

表 12：串口引脚电参数

符号	符号描述	最小	典型	最大	单位
V _{IH}	UART 管脚输入高电平电压	VDDIO-0.3	VDDIO	VDDIO+0.3	V
V _{IL}	UART 管脚输入低电平电压	-0.3	0	-0.3	V
V _{OH}	UART 管脚输出高电平电压	VDDIO-0.3	VDDIO	VDDIO+0.3	V
V _{OL}	UART 管脚输出低电平电压	-0.3	0	-0.3	V

※ 特别注意

1.当 VBAT 高于 3V 时，VDDIO 固定为 3V；当 VBAT 低于 3V 时，VDDIO 和 VBAT 电压保持一致。

3.5.1. UART1 用于串口通讯

UART 作为主串口，可用于 AT 命令通讯。模块支持固定波特率和自适应波特率两种模式，固定波特率模式支持的波特率如下：4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600, 115200bps；自适应波特率支持模式支持如下：4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200bps。可以通过 AT 命令“AT+IPR”进行设置。。

※ 特别注意

- 1.在固定波特率模式下，请在设置后的波特率下发送 AT 命令。
- 2. 模块默认打开波特率自适应功能，在此模式下，当模块接收到主控器或者 PC 发送的 AT 或 at 字符串后，将自动检测并识别出主控制器当前的波特率。
- 3. 波特率自适应功能打开时，建议在 DCE（模块）上电后，等待 2~3s 再发送 AT 命令给模块。当模块响应 OK，表明 DTE 和 DCE 完成了波特率同步。
- 4. 在自适应波特率模式下，主控器如果需要 URC 信息，必须先进行波特率同步。否则 URC 信息将会被省略。

3.5.2. UART1 用于固件升级与校准

UART1 作为主串口可用于固件升级与校准。

M7025 下载工具为 XinYiDownloadTool，选择“文件下载”，选择正确的 COM 端口和下载文件，点击“开始下载”按钮，完成下载。当更新编译版本后需要替换 allbins 文件时，需要在下载工具中选择“文件合

并”，勾选正确的 allbins 文件夹后点击“开始合并”，生成下载文件，重复上述下载步骤。

※ 特别注意

- 1.若调试版本异常，出现无法正常烧录的情况，需将 BOOT 引脚拉高至 3.0V，进入强制下载模式，再按照正常烧录步骤更新版本，待版本下载完成后，释放 BOOT 引脚，重新上电开机，进入下一步调试。
- 2.下载前请断开其他正在占用 AT 口的应用软件。
- 3.请使用配套工具烧录版本。

3.5.3. 调试串口 DBG_UART

DBG_UART 为调试串口。客户可通过调试串口来查看底层日志信息，进行软件调试。

Log 导出需要使用专门的 LogView 工具，导出的数据可以使用开源 Wireshark 工具进行分析。

3.5.4. 辅助串口 UART2

UART2 为辅助串口，软件暂不支持。

如果需要，可以将其配置为通用的 GPIO 使用。

3.5.5. 串口参考设计

模块的串口电压域默认为3V。当模块的串口电平与MCU的串口电平相同时，则模块的串口和GPIO与单片机之间可以直接相连，无需添加电平转换电路，如下图所示。

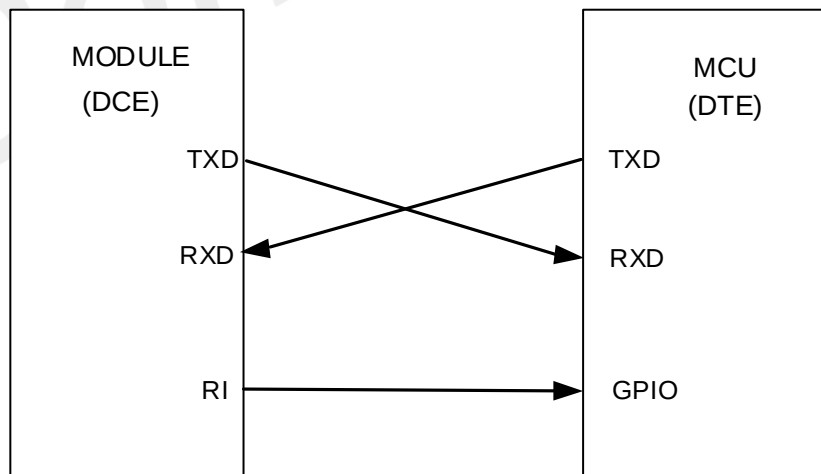


图 11: 电平匹配时的串口连接图

当用户的应用系统的串口电平无法与模块串口电平一致时，则需要在模块的串口与单片机的串口之间添加电平转换电路，使得两者的串口电平相匹配。

下图为使用电平转换芯片的参考电路设计：

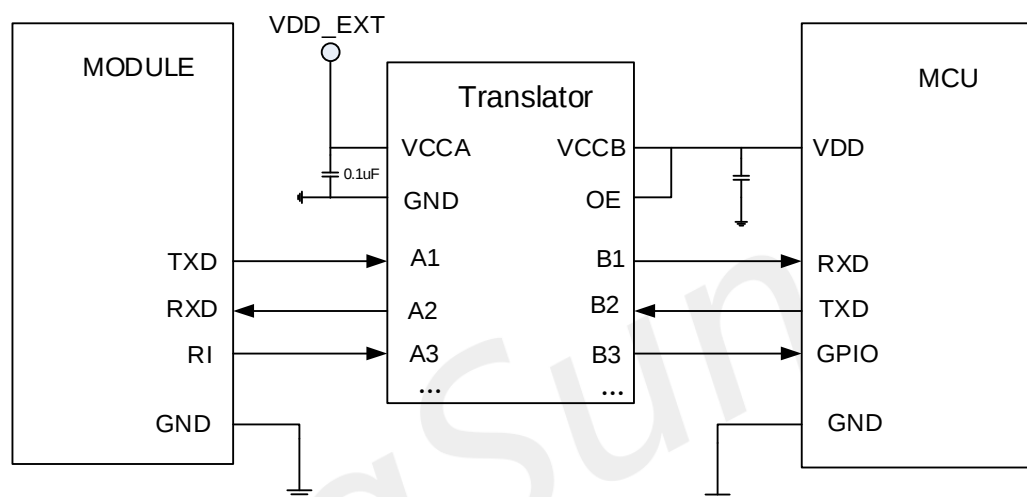


图 12：IC 电平转换推荐电路

另一种电平转换电路如下图所示。

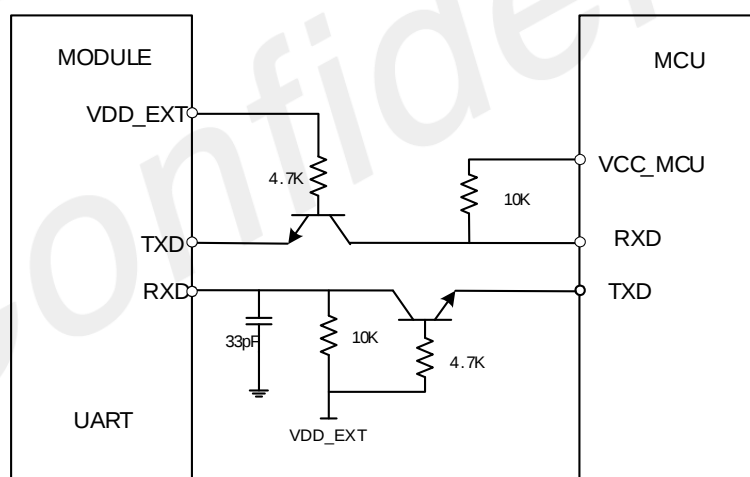


图 13：三极管电平转换推荐电路

※ 特别注意

- 1. 当模块进入 e-DRX 以及 PSM 模式时，强烈建议 HOST 端拉低串口，防止串口漏电而引起电流异常。
- 2. 串口电平不匹配时建议使用集成 IC 作电平转换，晶体管转换电路速率不高可能导致数据传输失败。

3.5 RI 描述

RI通常情况下保持高电平输出，当有短信接收或 URC 输出时，模块将通过 RI 引脚通知 DTE。

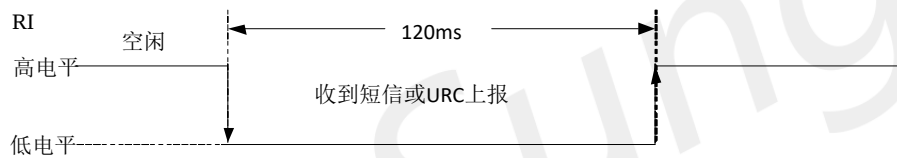


图 14： RI 上的电平变化(短信， URC)

※ 特别注意

- 1.RI 引脚上报时间默人为 120ms，可通过软件进行配置。

3.6 模数转换器（ADC）

M7025 提供两路 ADC 接口，目前默认支持 ADC0。为保证采集数据的准确性，防止电源和其他射频信号的干扰，建议 ADC 上下左右包地。其电气特性如下：

表 13： ADC 电气特性

特性	最小值	典型值	最大值	单位
ADC分辨率	—	12	—	bits
输入电压范围	0	—	1	V

3.7 SIM 卡接口

M7025提供一组SIM卡接口，支持1.8V和3.0V 的SIM卡。

表 14: SIM 卡引脚定义

引脚名	引脚编号	电气特性	描述	注释
SIM_VDD	14	PO	SIM 卡供电电源	1.8/3.0V 电压域, (U)SIM 接口需 要有 ESD 器件 保护。
SIM_CLK	13	DO	SIM 卡时钟线	
SIM_DATA	11	DIO	SIM 卡数据线	
SIM_RST	12	DO	SIM 卡复位线	
SIM_GND	10	GND	SIM 卡专用地线	

下图是SIM卡推荐接口电路。SIM卡的外围电路器件应该靠近SIM卡座放置。

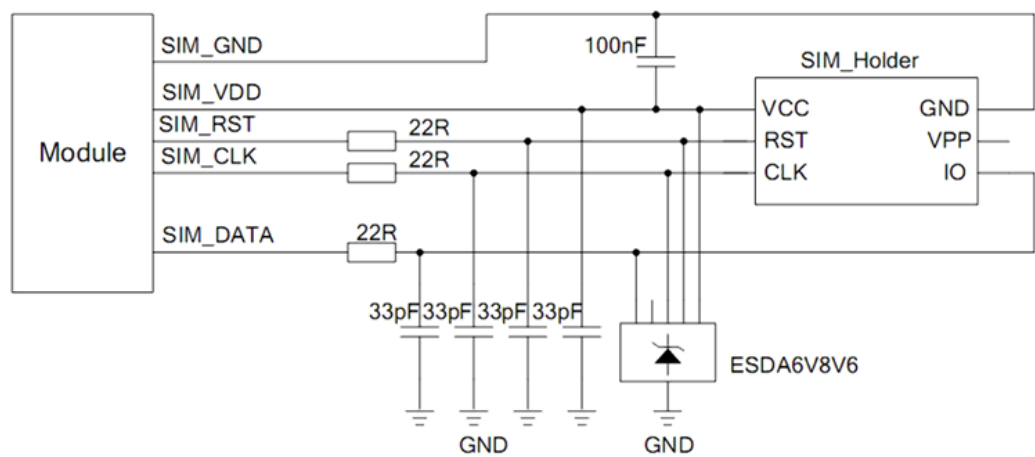


图 15: SIM 接口推荐电路

※ 特别注意

1.SIM_DATA 内部有上拉电阻，用户无需增加上拉设计。

(U)SIM卡信号布线准则：

- SIM 卡座靠近模块摆放，尽量保证 SIM 卡信号线布线不超过 200mm。
- SIM 卡信号线布线远离 RF 线和 VBAT 电源线。
- SIM 卡座的地与模块的 SIM_GND 布线要短而粗。SIM_VDD 与 SIM_GND 布线保证不小于 0.5mm，且 SIM_VDD 与 GND 之间的旁路电容不超过 1uF，并且靠近 SIM 卡座摆放。
- 为了防止 SIM_CLK 信号与 SIM_DATA 信号相互串扰，两者布线不能太靠近，并且在两条走线之间增加地屏蔽。此外，SIM_RST 信号也需要接地保护。
- 为了确保良好的 ESD 性能，建议 SIM 卡的引脚增加 TVS 管。选择的 TVS 管寄生电容不大于 50pF；ESD 保护器件尽量靠近 SIM 卡卡座摆放，SIM 卡信号走线应先从 SIM 卡卡座连到 ESD 保护器件再从

ESD 保护器件连到模块。在模块和 SIM 卡之间需要串联 22ohm 的电阻用以抑制杂 EMI，增强 ESD 防护。SIM 卡的外围器件应尽量靠近 SIM 卡座摆放。

- 在 SIM_DATA，SIM_VDD，SIM_CLK 和 SIM_RST 线上并联 33pF 电容用于滤除射频干扰。

3.8 网络状态指示*

NETLIGHT 可以指示当前网络状态，通常用来驱动指示网络状态的 LED 灯。
其参考电路如下图：

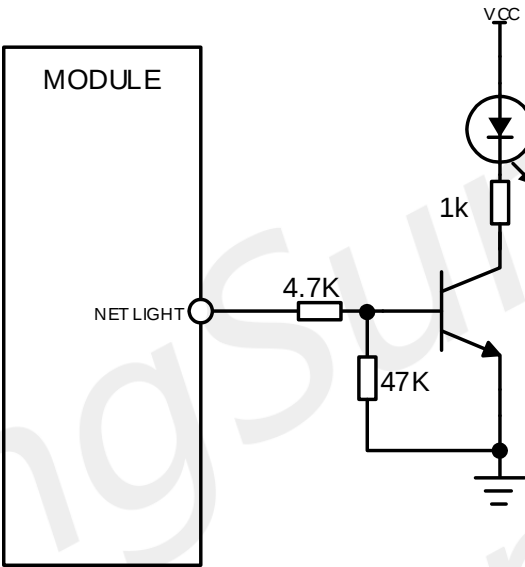


图 16: NETLIGHT 参考电路

表 15: NETLIGHT 引脚描述

引脚名	引脚编号	电气特性	描述	注释
NETLIGHT	16	DO	模块状态指示灯控制信号	

NETLIGHT 引脚的时序参数如下表所示。

表 16: NETLIGHT 时序参数

NETLIGHT 引脚时序	模块状态
64ms 亮/ 800ms 熄灭	模块启动后的找网状态
64ms 亮/ 2000ms 熄灭	已注册上网络时
熄灭	模块没有运行或模块处于休眠状态

※ 特别注意

1. “*” :表示正在开发中。

3.9 SPI 接口

M7025 支持一组 4-bit (MISO, MOSI, CS, CLK)的 SPI 接口。SPI 接口可配置为 Master 或 Slave。其可配置时钟最高达 20MHz。

SPI 接口参考电路如下图所示。

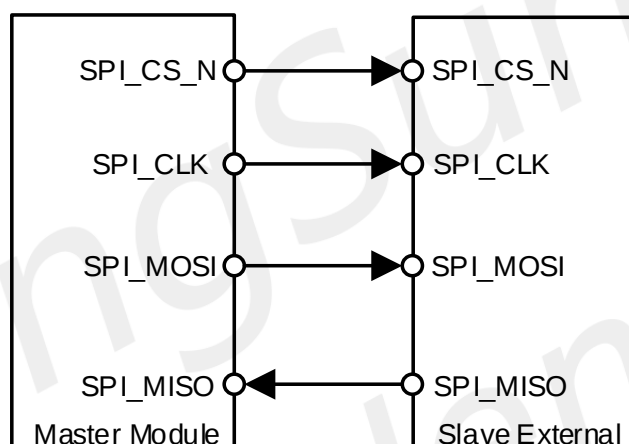


图 17: SPI Master 配置

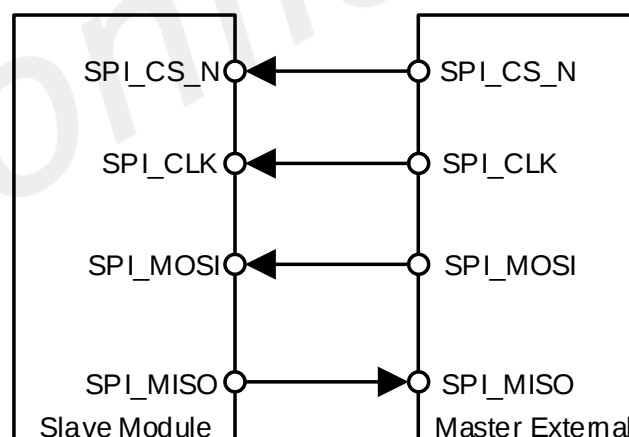


图 18: SPI Slave 配置

4 射频参数

4.1 LTE 射频参数

表 17: 传导发射功率

频率	功率最大值	最小值
LTE-FDD B3	23dBm +/-2.7dB	<-40dBm
LTE-FDD B5	23dBm +/-2.7dB	<-40dBm
LTE-FDD B8	23dBm +/-2.7dB	<-40dBm

※ 特别注意

以上功率最大值为 single-tone 的测试结果，multi-tone 的功率测试结果参照 3GPP 最大功率的功率回退章节 6.2.3F.3。

表 18: UE CAT NB2 最大功率回退

调制方式	QPSK		
载波位置 for 3 Tones	0-2	3-5 and 6-8	9-11
MPR	≤ 0.5 dB	0 dB	≤ 0.5 dB
载波位置 for 3 Tones	0-5 and 6-11		
MPR	≤ 1 dB		≤ 1 dB
载波位置 for 3 Tones	0-11		
MPR	≤ 2 dB		

表 19: 频段信息

频段编号	上行操作频段	下行操作频段	双工模式
3	1710 – 1785 MHz	1805 – 1880 MHz	HD-FDD
5	824 – 849 MHz	869 – 894 MHz	HD-FDD
8	880 – 915 MHz	925 – 960 MHz	HD-FDD

表 20: CAT-NB2 参考灵敏度

工作频段	接收灵敏度 (dBm) / 95% 传输 (3GPP 要求)	接收灵敏度 (dBm) / 95% 传输	接收灵敏度 (dbm) 重传 / 95%传输
3	-108.2	-115	-128
5	-108.2	-115	-128
8	-108.2	-115	-128

4.2 天线参考设计

在天线电路设计时，在模块和天线之间的走线必须保证50Ω走线阻抗，其插入损耗必须满足以下要求：

表 21: 走线损耗推荐值

频率范围	走线损耗
700MHz-960MHz	<0.5dB
1710MHz-2170MHz	<0.9dB
2300MHz-2650MHz	<1.2dB

推荐增加射频测试座以便于校准及测试，增加射频匹配电路以便于天线调试。推荐电路如下图：

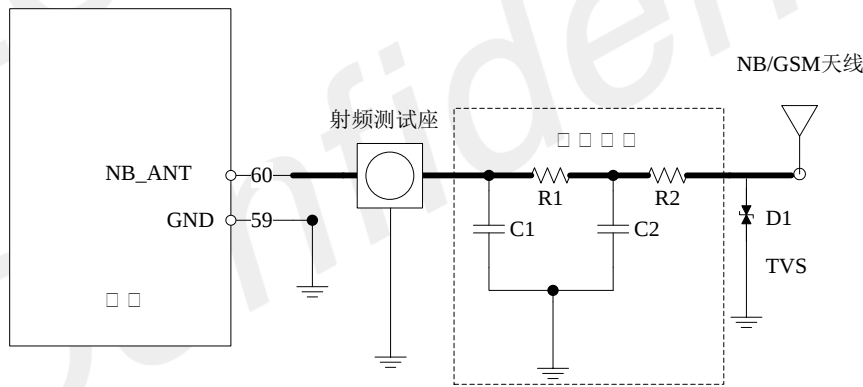


图 19: LTE 天线接口连接电路（主天线）

上图中匹配电路中的 R1, C1, C2 和 R2 的具体值，通常由天线厂提供，由天线优化而定。其中，R1 和 R2 默认贴 0Ω，C1 和 C2 默认不贴。D1 为一双向 TVS 器件，建议选贴，以避免模块内部器件损坏。

射频测试座用来做射频传导测试，应尽量靠近天线管脚放置，模块与天线之间的走线应控制在 50 欧姆。推荐的 TVS 型号如下表：

表 22: TVS 推荐型号列表

封装	型号	供应商
0201	CE0201S05G01R	硕凯
0402	PESD0402-03	PRISEMI

4.3 天线接口的 RF 走线注意事项

4.3.1 射频走线

- 考虑到天线安装位置以及路径损耗，为使 RF 走线尽量短，模块应靠近主板边缘放置
- RF 走线 (表层的微带线或者内层的带状线) 上下左右包地，并控制 $50\ \Omega$ 阻抗
- RF 走线应避免直角和锐角走线
- RF 走线两边要多打地孔
- RF 走线应如下图所示，远离其他高速信号线，隔离至少能打一排地孔的距离。

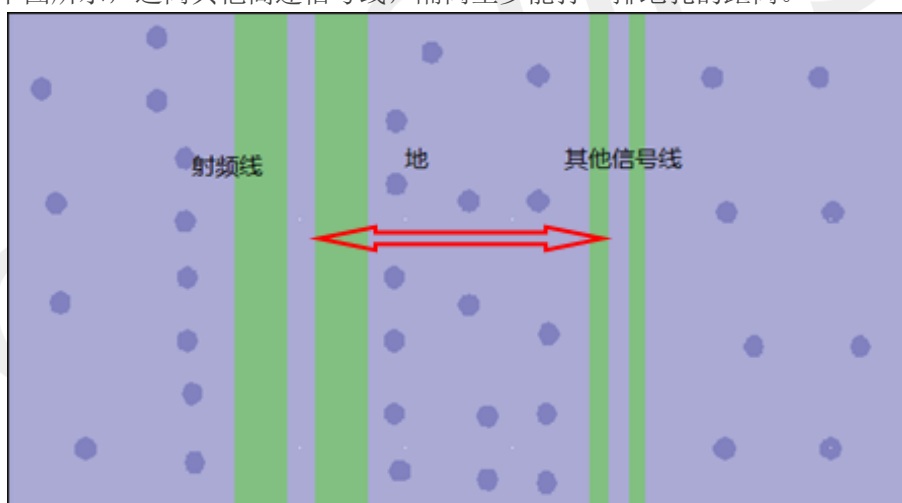


图 20: RF 走线远离高速信号线

- 避免和其它天线近距离平行走线。
- 若射频接口为 SMA 头 则地需要距离射频焊盘一定距离，最好 PCB 板上的地的所有层在外导体以内的都禁铺。如下图

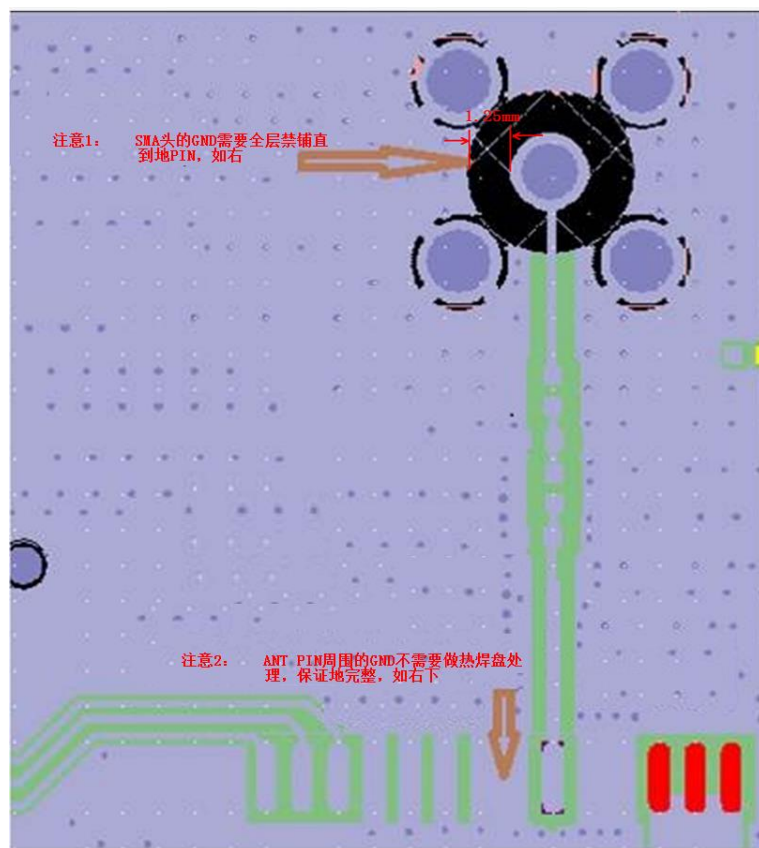


图 21: RF 走线与地间距

- 射频 ANT pin 脚两边的 GND 不做热焊盘, 保证地的完整。

4.3.2 LTE 天线和其他通讯系统的隔离度注意事项

- LTE 主天线在自由空间的效率大于 40%
- 如支持 WLAN, LTE 主天线和 WLAN 天线的隔离度大于 15dB
- 如支持 GNSS, LTE 主天线和 GNSS 天线的隔离度大于 30dB

※ 特别注意

系统多天线之间的隔离度可以要求由天线厂提供。相关具体信息在以下文档也有提到, ANTENNA DESIGN GUIDELINES FOR DIVERSITY RECEIVER SYSTEM V1.01.pdf

5 电气参数

5.1 极限参数

下表显示了在非正常工作情况下绝对最大值的状态。超过这些极限值将可能会导致模块永久性损坏。

表 23: 极限参数

参数	最小值	典型值	最大值	单位
VBAT 引脚极限电压	-0.3	-	4.4	V
IO 口极限电压: GPIO	-0.3	-	3.3	V
ADC	-0.3	-	4.2	V

※ 特别注意

以上数据是基于模块上电后但不开机时, PIN 脚电平所能承受的最大电压。如果超过这些极限值将导致模块泄漏电流增大或模块永久性损坏。在 VBAT 不上电时禁止其他 PIN 脚上(如 IO、ADC 等)提供电压, 否则会导致串电情况或损害模块的情况。

5.2 正常工作条件

表 24: 模块推荐工作电压

参数	最小值	典型值	最大值	单位
VBAT 引脚工作电压	2.2	3.3	4.2	V

表 25: 数字 IO 接口特性

符号	符号描述	最小	典型	最大	单位
V _{IH}	UART 管脚输入高电平电压	VDDIO-0.3	VDDIO	VDDIO+0.3	V
V _{IL}	UART 管脚输入低电平电压	-0.3	0	-0.3	V
V _{OH}	UART 管脚输出高电平电压	VDDIO-0.3	VDDIO	VDDIO+0.3	V
V _{OL}	UART 管脚输出低电平电压	-0.3	0	-0.3	V

※ 特别注意

1.当 VBAT 高于 3V 时，VDDIO 固定为 3V；当 VBAT 低于 3V 时，VDDIO 和 VBAT 电压保持一致。

表 26：模块工作温度

参数	最小值	典型值	最大值	单位
普通工作温度	-30	25	80	°C
扩展工作温度	-40	25	85	°C
存储温度	-45	25	90	°C

※ 特别注意

当模块工作温度不在正常操作温度范围时，性能可能会稍微偏离 3GPP 规范，并且在温度恢复到正常工作温度范围内时模块射频性能将再次满足 3GPP 规范。。

5.3 工作模式

5.3.1 工作模式定义

M7025模块有如下工作模式可选择，具体模式介绍如下：

表 27：模块工作模式

模式功能		定义
正常工作模式	Active	活跃模式：不开启低功耗模式，系统处于循环等待状态，功耗较大。所有功能正常可用，可以进行数据发送和接收；模块在此模式下可切换到Idle模式或PSM模式
	Idle	空闲模式：模块处于浅睡眠状态，网络保持连接状态，任何中断都能唤醒系统。IDLE模式可接受寻呼消息；模块在Idle模式下可切换至Active模式或者PSM模式。
	PSM	省电模式：模块处于省电模式，CPU 掉电，内部只有 RTC工作；网络处于非连接状态，无法接收下行数据；在此模式下，模块可以通过事先设置的RTC定时器或者AT命令唤醒退出PSM模式，进入到Active 模式。

5.3.2 PSM 模式

M7025 可以通过发送指令“AT+CPSMS”设置 PSM 功能，当条件满足时模块将自动进入 PSM 模式。PSM 的主要目的是降低模块功耗，延长电池的供电时间。

模块在不同工作模式下的功耗如下图所示。

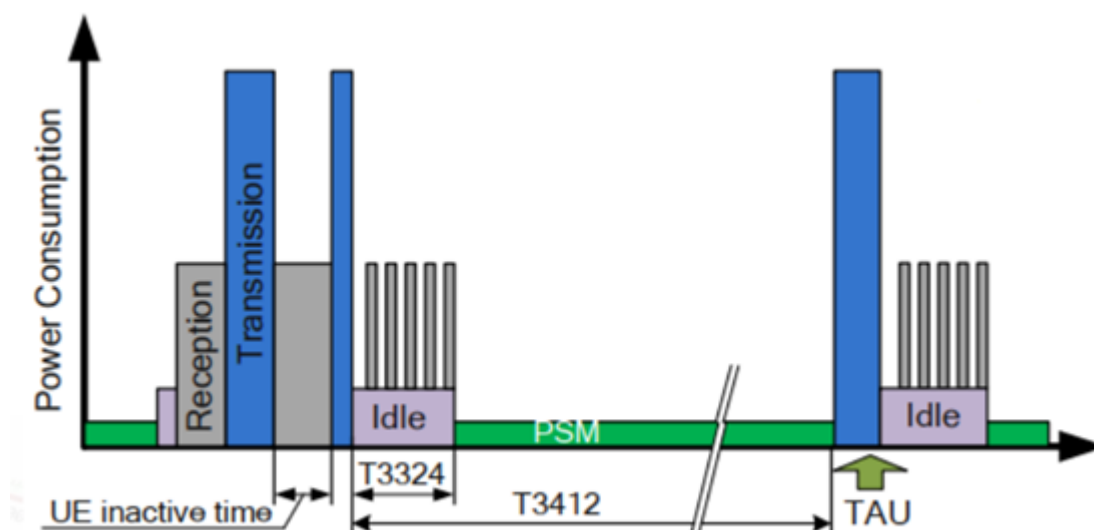


图 22: PSM 流程状态图

模块进入 PSM 的过程如下：模块在与网络端建立连接或跟踪区更新（TAU）时，会在请求消息中申请进入 PSM，网络端在应答消息中配置 T3324 定时器数值返给模块，并启动可达定时器。当 T3324 定时器超时后，模块进入 PSM。模块在针对紧急业务进行连网或进行公共数据网络初始化时，不能申请进入 PSM。

当模块处于 PSM 模式时，将关闭大部分连网活动，包括停止搜寻小区消息、小区重选等。但是 T3412 定时器（与周期性 TAU 更新相关）仍然继续工作。

可达定时器超时后，网络端将不能寻呼模块，直到下次模块启动驻网程序或 TAU 时，才能发起寻呼。模块有两种方式退出 PSM，一种是 DTE 主动发送上行数据，模块退出 PSM；另一种是 T3412 定时器超时后，TAU 启动，模块退出 PSM。

5.3.3 PSM 唤醒

M7025 进入 PSM 模式后，将终止网络连接，且无法响应用户的请求。

如果用户需要通过串口给模块下发指令，需要先唤醒模块后，再发送相应的 AT 指令。

如下任意一种方式可使模块从 PSM 退出：

- 等待网络定时器 T3412 超时后，模块自动退出 PSM 模式；
- 拉低 WAKEUP 管脚唤醒模块。当模块检测到 WAKEUP 呈现低电平时，模块被唤醒。
- 拉低 RESET 管脚唤醒模块。此时模块相当于重新启动，模块将重新注册、找网，之前对模块设置的部分信息可能会丢失，需要重新设置。

※ 特别注意

1.注意 RESET 与 WAKEUP 拉低的时间，不同的低电平时间对应不同的功能。

5.3.4 增强型非连续接收（e-DRX）

增强型非连续接收（e-DRX）是在非连续接收（DRX）的基础上，通过降低与网络之间的寻呼次数，延长与网络之间的寻呼的时间间隔，从而达到降低系统待机功耗的目的。
如果网络端支持e-DRX，M7025可以通过AT命令“AT+CEDRXS”打开此功能。

※ 特别注意

有关“AT+CEDRXS”命令详细信息，请参考文档【1】。

5.4 耗流

表 28: VBAT 耗流（VBAT=3.3V）

休眠/空闲		
Idle 模式耗流	空闲模式	典型值：8mA
PSM 模式		
PSM 模式耗流	进入 PSM 模式，典型值：1.3uA	
e-DRX		
e-DRX 模式耗流 (休眠模式下测试)	@PTW=40.96s；eDRX=81.92s；DRX=2.56s 典型值：0.2mA	
	@PTW=25.6s；eDRX=163.84s；DRX=2.56s 典型值：0.3mA	

表 29: 射频数据传输耗流

射频数据传输耗流				
频段	15KHz single tone	15KHz 3 tones	15KHz 12 tones	3.75KHz single tone
B3	@23dbm: 128mA	@23dbm : 86mA	@23dbm: 41mA	@23dbm: 235mA
	@10dbm: 53mA	@10dbm: 41mA	@10dbm: 28mA	@10dbm: 84mA
	@0dbm: 38mA	@0dbm: 32mA	@0dbm: 26mA	@0dbm: 55mA

B5	@23dbm: 118mA	@23dbm: 77mA	@23dbm: 38mA	@23dbm: 213mA
	@10dbm: 46mA	@10dbm: 35mA	@10dbm: 25mA	@10dbm: 72mA
	@0dbm: 35mA	@0dbm: 29mA	@0dbm: 23mA	@0dbm: 49mA
B8	@23dbm: 118mA	@23dbm: 79mA	@23dbm: 39mA	@23dbm: 215mA
	@10dbm: 46mA	@10dbm: 36mA	@10dbm: 26mA	@10dbm: 72mA
	@0dbm: 36mA	@0dbm: 30mA	@0dbm: 24mA	@0dbm: 50mA

5.5 静电防护

模块测试的静电测试性能参数如下表：

表 30：ESD 性能参数（温度：25℃，湿度：45%，基于 LONGSUNG-EVB 上测试的数据）

引脚	接触放电 (kV)	空气放电 (kV)
GND (Shield)	±6KV	±12KV
GND (RF)	±6KV	±12KV
VBAT	±5KV	±10KV
天线端口	±5KV	±10KV
SIM卡接口	±3KV	±6KV
WAKE接口	±3KV	±6KV
RESET接口	±3KV	±6KV

※ 特别注意

测试条件：

1. 模块外部有浪涌保护二极管以及ESD二极管。
2. 表 30 中的数据是用LongSung公司EVB测试所得。

6 贴片生产

6.1 模块的顶视图和底视图

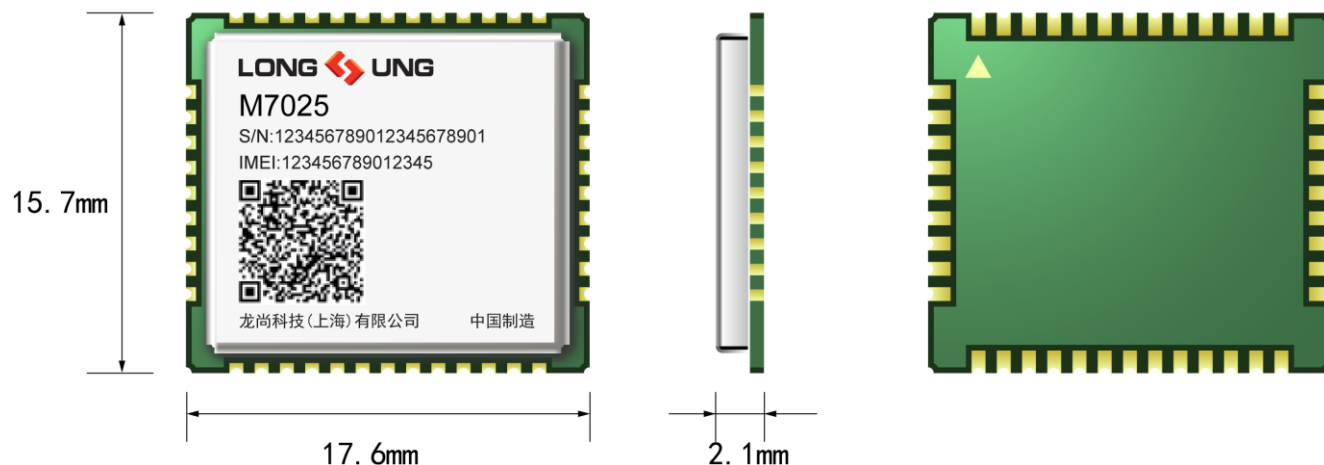


图 23: M7025 顶底图和底视图

※ 特别注意

如上为模块设计效果图，提供参考，实际外观请以实物为准。

6.2 典型焊接炉温曲线

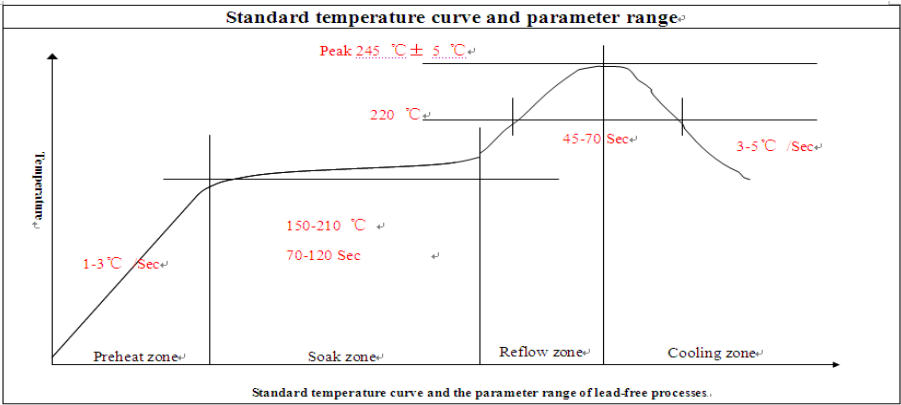


图 24：推荐焊接炉温曲线图（无铅工艺）

6.3 湿敏特性

M7025 模块的湿敏等级为 **4（MSL 4）**。

下面列出了八种潮湿分级和车间寿命，模块在拆封后的存储条件请参考以下标准。对于存储时间超过保质期的模块必须进行烘烤之后再贴片。

表 31：模块湿敏特性

等级	车间寿命（工厂环境≤+30°C/60%RH）
1	无限期保质在环境≤+30°C/85% RH 条件下
2	1 年
2a	4 周
3	168 小时
4	72 小时
5	48 小时
5a	24 小时
6	强制烘烤后再使用。经过烘烤，模块必须在标签上规定的时限内贴片。

6.4 烘烤

为了确保模块在焊接过程中有更高的良率，模块在贴片前烘烤要求需要参考以下要求：

- 在包装完好的情况下，在出厂日期6个月内贴片的模块不需要进行烘烤。超过6个月保质期的模块在贴片前需要进行烘烤。
- 拆封或真空包装破损的模块，需要以湿敏等级4级的标准进行存储和烘烤。

表 32：烘烤条件

条件	参数
烘烤温度	≤80℃
烘烤时间	≥4H

※ 特别注意

在烘烤时如果使用托盘，请注意托盘是否耐热变形。产品搬运、存储、加工过程必须遵循 IPC/JEDEC J-STD-033标准。

7 包装说明

模块支持托盘包装。

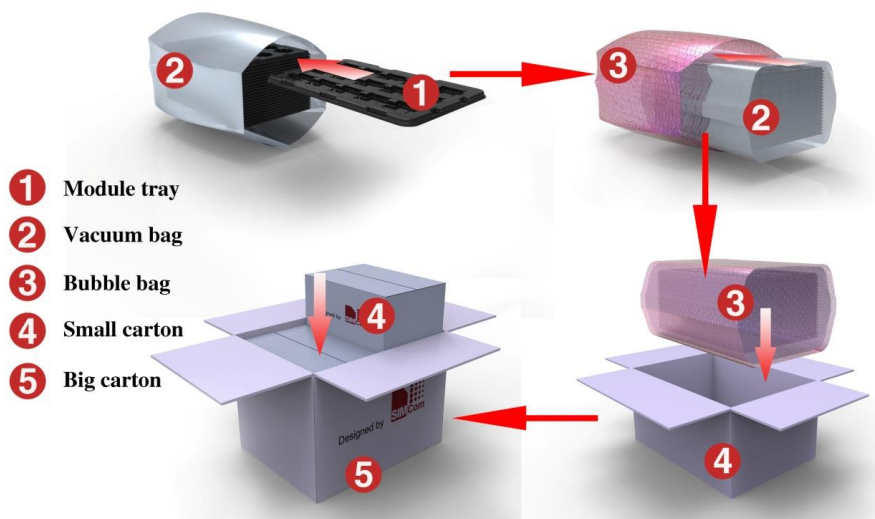


图 25: 包装介绍

下面是托盘 (Module tray) 尺寸图:

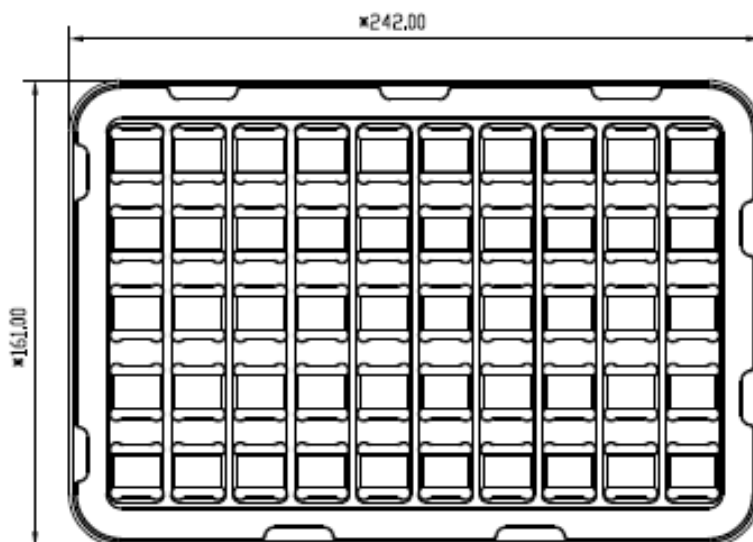


图 26: 托盘图纸

表 33：托盘尺寸信息

托盘长度（±3mm）	托盘宽度（±3mm）	标准包装数
242.0	161.0	50

下面是托盘小卡通箱（Small carton）尺寸图：

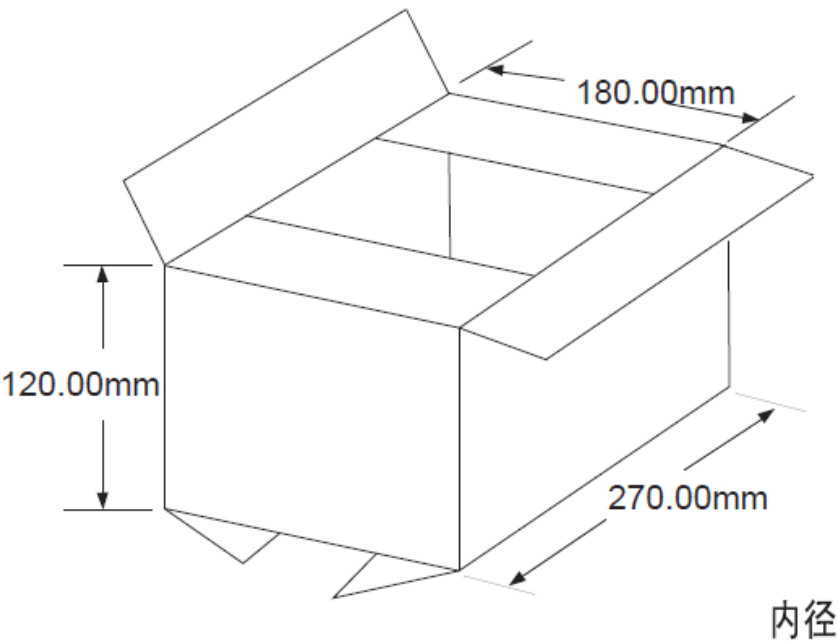


图 27：小卡通箱图纸

表 34：小卡通箱尺寸信息

盒长（±10mm）	盒宽（±10mm）	盒高（±10mm）	标准包装数
270	180	120	50*20=1000

下面是托盘大卡通箱（Big carton）尺寸图：

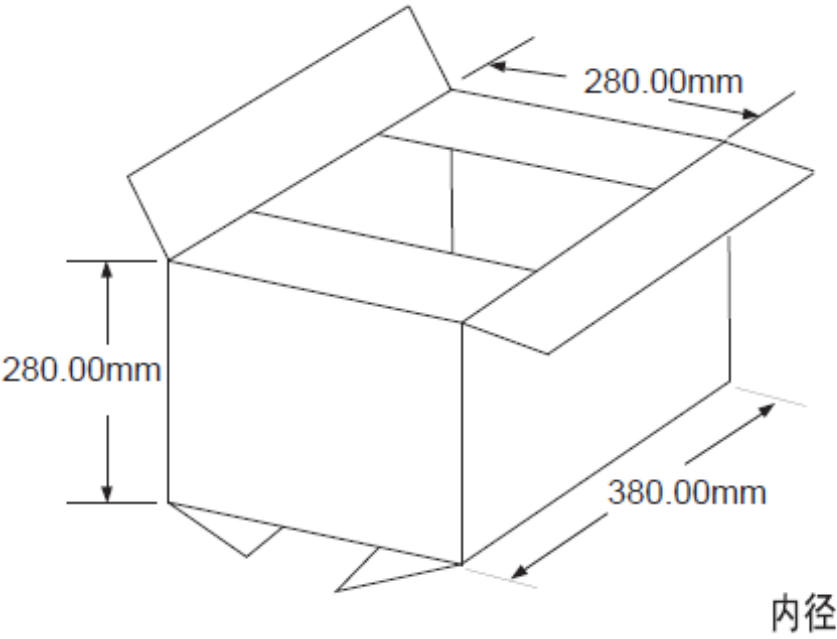


图 28：大卡通箱图纸

表 35：大卡通箱尺寸信息

盒长（±10mm）	盒宽（±10mm）	盒高（±10mm）	标准包装数
380	280	280	1000*4=4000

8 附录

8.1 相关文档

表 36: 相关文档

编号	文件名	描述
[1]	M7025 Series AT Command Manual_V1.xx	AT Command Manual
[2]	3GPP TS 51.010-1	Digital cellular telecommunications system (Release 5); Mobile Station (MS) conformance specification
[3]	3GPP TS 38.401	NG-RAN; Architecture description
[4]	3GPP TS 34.124	Electromagnetic Compatibility (EMC) for mobile terminals and ancillary equipment.
[5]	3GPP TS 34.121	Electromagnetic Compatibility (EMC) for mobile terminals and ancillary equipment.
[6]	3GPP TS 34.123-1	Technical Specification Group Radio Access Network; Terminal conformance specification; Radio transmission and reception (FDD)
[7]	3GPP TS 34.123-3	User Equipment (UE) conformance specification; Part 3: Abstract Test Suites.
[8]	EN 301 908-02 V2.2.1	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Base Stations (BS) and User Equipment (UE) for IMT-2000. Third Generation cellular networks; Part 2: Harmonized EN for IMT-2000, CDMA Direct Spread (UTRA FDD) (UE) covering essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive
[9]	EN 301 489-24 V1.2.1	Electromagnetic compatibility and Radio Spectrum Matters (ERM); Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; Part 24: Specific conditions for IMT-2000 CDMA Direct Spread (UTRA) for Mobile and portable (UE) radio and ancillary equipment
[10]	IEC/EN60950-1(2001)	Safety of information technology equipment (2000)
[11]	3GPP TS 51.010-1	Digital cellular telecommunications system (Release 5); Mobile Station (MS) conformance specification
[12]	GCF-CC V3.23.1	Global Certification Forum - Certification Criteria
[13]	2002/95/EC	Directive of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS)
[14]	3GPP TS 38.101	NR radio transmission and reception technical specification

8.2 术语和解释

表 37: 术语和解释

术语	解释
ADC	Analog-To-Digital Converter
ARP	Antenna Reference Point
BER	Bit Error Rate
BTS	Base Transceiver Station
CS	Coding Scheme
CSD	Circuit Switched Data
CTS	Clear To Send
DAC	Digital-To-Analog Converter
DRX	Discontinuous Reception
DSP	Digital Signal Processor
DTE	Data Terminal Equipment (typically computer, terminal, printer)
DTR	Data Terminal Ready
DTX	Discontinuous Transmission
DPR	Dynamic Power Reduction
DIV	The Diversity Receive signal
EFR	Enhanced Full Rate
EMC	Electromagnetic Compatibility
ESD	Electrostatic Discharge
ETS	European Telecommunication Standard
EVDO	Evolution Data Only
FCC	Federal Communications Commission (U.S.)
FD	(U)SIM fix dialing phonebook
FDD	Frequency Division Dual
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FR	Full Rate
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
HR	Half Rate
HSPA	High Speed Packet Access
HSIC	High-Speed Inter-Chip
I2C	Inter-Integrated Circuit
IMEI	International Mobile Equipment Identity
LTE	Long Term Evolution
LB	Low Frequency Band

LAA	Limited Access Authorization
MO	Mobile Originated
MSB	Most Significant Bit
MHB	Middle And High Frequency Band
MT	Mobile Terminated
MIMO	Multiple Input Multiple Output
NMEA	National Marine Electronics Association
PAP	Password Authentication Protocol
PBCCH	Packet Switched Broadcast Control Channel
PCB	Printed Circuit Board
RF	Radio Frequency
RMS	Root Mean Square (value)
RTC	Real Time Clock
SIM	Subscriber Identification Module
SMS	Short Message Service
SPI	Serial Peripheral Interface
SMPS	Switched-Mode Power Supply
TDD	Time Division Dual
TDMA	Time Division Multiple Access
TE	Terminal Equipment(also referred to as DTE)
TX	Transmit Direction
TRX	The Diversity Receive signal
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio
SM	(U)SIM Phonebook
SGMII	Serial Gigabit Media Independent Interface
NC	Not connect
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access
ZIF	Zero Intermediate Frequency
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access
VCTCXO	Voltage Control Temperature-Compensated Crystal Oscillator
(U)SIM	Universal Subscriber Identity Module
UHB	Ultra High Frequency Band
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter
SIMO	Signal Input Multiple Output

8.3 安全警告

表 38: 安全警告

标识	要求
	当在医院或者医疗设备旁，观察使用手机的限制。如果需要请关闭终端或者手机，否则医疗设备可能会因为射频的干扰而导致误操作。
	登机前关闭无线终端或者手机。为防止对通信系统的干扰，飞机上禁止使用无线通信设备。 忽略以上事项将违反当地法律并有可能导致飞行事故。
	不要在易燃气体前使用移动终端或者手机。当靠近爆炸作业、化学工厂、燃料库或者加油站时要关掉手机终端。在任何潜在爆炸可能的电器设备旁操作移动终端都是很危险的。
	手机终端在开机的状态时会接收或者发射射频能量。当靠近电视、收音机、电脑或者其他电器设备时会对其产生干扰。
	道路安全第一！在驾驶交通工具时不要用手持终端或手机，请使用免提装置。在使用手持终端或手机前应先停车。
	手机终端在射频信号和蜂窝网下操作，但不能保证在所用的情况下都能连接。例如，没有话费或者无效的SIM卡。当处于这种情况而需要紧急服务，记得使用紧急电话。为了能够呼叫和接收电话，手机终端必须开机而且要在移动信号足够强的服务区域。当一些确定的网络服务或者电话功能在使用时不允许使用紧急电话，例如功能锁定，键盘锁定。在使用紧急电话前，要解除这些功能。一些网络需要有效的SIM卡支持。