

RM500U-CN

硬件设计手册

5G 模块系列

版本：1.0.0

日期：2021-03-08

状态：临时文件

上海移远通信技术股份有限公司始终以为客户提供最及时、最全面的服务为宗旨。如需任何帮助，请随时联系我司上海总部，联系方式如下：

上海移远通信技术股份有限公司
上海市闵行区田林路 1016 号科技绿洲 3 期（B 区）5 号楼 邮编：200233
电话：+86 21 51086236 邮箱：info@quectel.com

或联系我司当地办事处，详情请登录：<http://www.quectel.com/cn/support/sales.htm>。

如需技术支持或反馈我司技术文档中的问题，可随时登陆如下网址：
<http://www.quectel.com/cn/support/technical.htm> 或发送邮件至：support@quectel.com。

前言

上海移远通信技术股份有限公司提供该文档内容用以支持其客户的产品设计。客户须按照文档中提供的规范、参数来设计其产品。因未能遵守有关操作或设计规范而造成的损害，上海移远通信技术股份有限公司不承担任何责任。在未声明前，上海移远通信技术股份有限公司有权对该文档进行更新。

免责声明

上海移远通信技术股份有限公司尽力确保开发中功能的完整性、准确性、及时性或效用，但不排除上述功能错误或遗漏的可能。除非其他有效协议另有规定，否则上海移远通信技术股份有限公司对开发中功能的使用不做任何暗示或明示的保证。在适用法律允许的最大范围内，上海移远通信技术股份有限公司不对任何因使用开发中功能而遭受的损失或损害承担责任，无论此类损失或损害是否可以预见。

保密义务

除非上海移远通信技术股份有限公司特别授权，否则我司所提供文档和信息的接收方须对接收的文档和信息保密，不得将其用于除本项目的实施与开展以外的任何其他目的。未经上海移远通信技术股份有限公司书面同意，不得获取、使用或向第三方泄露我司所提供的文档和信息。对于任何违反保密义务、未经授权使用或以其他非法形式恶意使用所述文档和信息的违法侵权行为，上海移远通信技术股份有限公司有权追究法律责任。

版权申明

本文档版权属于上海移远通信技术股份有限公司，任何人未经我司允许而复制转载该文档将承担法律责任。

版权所有 ©上海移远通信技术股份有限公司 2021，保留一切权利。

Copyright © Quectel Wireless Solutions Co., Ltd. 2021.

安全须知

为确保个人安全并保护产品和工作环境免遭潜在损坏，请遵循如下安全须知。产品制造商需要将下列安全须知传达给终端用户，并将所述安全须知体现在终端产品的用户手册中。移远通信不会对用户因未遵循所述安全规则或错误使用产品而产生的后果承担任何责任。



道路行驶，安全第一！开车时请勿使用手持移动终端设备，即使其有免提功能。请先停车，再打电话！



登机前请关闭移动终端设备。在飞机上禁止开启移动终端的无线功能，以防止对飞机通讯系统的干扰。未遵守该提示项可能会影响飞行安全，甚至触犯法律。



出入医院或健康看护场所时，请注意是否存在移动终端设备使用限制。射频干扰可能会导致医疗设备运行失常，因此可能需要关闭移动终端设备。



移动终端设备并不保障在任何情况下均能进行有效连接，例如在设备欠费或(U)SIM卡无效时。如果设备支持紧急呼叫功能，请使用紧急呼叫，同时请确保设备开机并且位于信号强度足够的区域。因不能保证所有情况下网络都能连接，故在紧急情况下，不能将带有紧急呼叫功能的设备作为唯一的联系方式。



移动终端设备在开机时会接收和发射射频信号。当靠近电视、收音机、电脑或者其他电子设备时都会产生射频干扰。



确保移动终端设备远离易燃易爆品。当靠近加油站、油库、化工厂或爆炸作业场所时，请关闭移动终端设备。在任何有潜在爆炸危险的场所操作电子设备均存在安全隐患。

文档历史

修改记录

版本	日期	作者	变更描述
-	2021-03-05	Jared WANG/ Dominic GONG	文档创建
1.0.0	2021-03-08	Jared WANG/ Dominic GONG	临时版本

目录

安全须知	2
文档历史	3
目录	4
表格索引	6
图片索引	7
1 引言	9
1.1. 简介	9
1.2. 参考标准	9
1.3. 特殊符号	9
2 综述	10
2.1. 基本描述	10
2.2. 主要特性	11
2.3. 评估板	13
2.4. 功能框图	14
2.5. 引脚分配	15
2.6. 引脚描述	16
3 工作特性	21
3.1. 工作模式	21
3.1.1. 睡眠模式	21
3.1.2. 飞行模式	23
3.2. 电源设计	23
3.2.1. 减少电压跌落	23
3.2.2. 供电参考电路	25
3.3. 模块开关机	25
3.3.1. 模块开机	25
3.3.2. 模块关机	27
3.3.2.1. 通过 FULL_CARD_POWER_OFF#关机	27
3.3.2.2. 通过 AT 命令关机	27
3.4. 模块复位	28
4 应用接口	30
4.1. (U)SIM 接口	30
4.1.1. (U)SIM 接口引脚定义	30
4.1.2. (U)SIM 卡热插拔	31
4.1.3. 常闭型(U)SIM 卡座	31
4.1.4. 常开型(U)SIM 卡座	32
4.1.5. 无检测引脚型(U)SIM 卡座	33
4.1.6. (U)SIM 电路注意事项	33
4.2. USB 接口	33
4.3. PCIe 接口	35

4.4.	PCM 接口	37
4.5.	SPI 接口	38
4.6.	I2C 接口	38
4.7.	UART 接口	39
4.8.	B 码授时接口*	40
4.9.	控制和状态指示接口	41
4.9.1.	W_DISABLE1#*	41
4.9.2.	WWAN_LED#*	42
4.9.3.	WAKE_ON_WAN#*	43
4.10.	配置引脚	44
5	射频特性	45
5.1.	天线接口	45
5.1.1.	天线接口介绍	45
5.1.2.	天线端口映射	45
5.1.3.	工作频率	46
5.1.3.1.	蜂窝网络工作频率	46
5.1.4.	射频接收灵敏度	47
5.1.5.	射频输出功率	48
5.2.	射频连接器	48
5.2.1.	射频连接器位置	48
5.2.2.	射频连接器尺寸	49
5.2.3.	天线安装	50
5.2.4.	推荐射频连接器装配	52
5.2.4.1.	手动插拔同轴电缆插头	52
5.2.4.2.	治具插拔同轴电缆插头	53
5.2.5.	推荐的射频连接器和线的制造商	53
6	电气特性和可靠性	54
6.1.	电源要求	54
6.2.	耗流	54
6.3.	数字逻辑电平特性	57
6.4.	静电防护	57
6.5.	散热设计	58
6.6.	绝对最大额定值	59
6.7.	工作和存储温度	59
7	机械尺寸和包装	61
7.1.	模块机械尺寸	61
7.2.	模块设计效果图	62
7.3.	M.2 连接器	62
7.4.	包装	62
8	附录 参考文档及术语缩写	64

表格索引

表 1: 特殊符号	9
表 2: RM500U-CN 模块支持的频段	10
表 3: RM500U-CN 主要特性	11
表 4: I/O 类型定义	16
表 5: 引脚描述	16
表 6: 工作模式	21
表 7: VCC 和地引脚	23
表 8: FULL_CARD_POWER_OFF#引脚定义	26
表 9: RESET#引脚定义	28
表 10: (U)SIM 接口引脚定义	30
表 11: USB 接口定义	34
表 12: PCIe 接口引脚定义	35
表 13: PCM 接口引脚定义	37
表 14: SPI 接口引脚定义	38
表 15: I2C 接口引脚定义	38
表 16: UART 接口引脚定义	39
表 17: B 码输出接口引脚定义	40
表 18: 控制和状态指示接口	41
表 19: 射频功能状态	41
表 20: WWAN_LED#射频状态指示介绍	43
表 21: WAKE_ON_WAN#信号状态	43
表 22: CONFIG 配置引脚	44
表 23: M.2 规范的配置引脚列表	44
表 24: 天线接口引脚定义	45
表 25: RM500U-CN 天线端口映射	45
表 26: RM500U-CN 蜂窝网络工作频率	46
表 27: RM500U-CN 传导接收灵敏度	47
表 28: 射频输出功率	48
表 29: 射频连接器主要特性	50
表 30: 电源要求	54
表 31: RM500U-CN 耗流	54
表 32: I/O 特性要求	57
表 33: 静电放电特性 (温度: 25 °C, 湿度: 40 %)	58
表 34: 绝对最大额定值	59
表 35: 工作和存储温度	59
表 36: 参考文档	64
表 37: 术语和缩略语	64

图片索引

图 1: 功能框图	14
图 2: 引脚分配	15
图 3: 睡眠模式下 DRX 运行时间和功耗的关系	22
图 4: 模块进入睡眠模式	22
图 5: 模块退出睡眠模式	23
图 6: 射频传输时的电源要求	24
图 7: VCC 引脚参考电路	24
图 8: 电源参考设计	25
图 9: Host GPIO 控制模块开机	26
图 10: 开机时序	26
图 11: 通过 FULL_CARD_POWER_OFF#关机时序	27
图 12: 通过 AT 命令关机时序	27
图 13: NPN 驱动 RESET#复位电路	28
图 14: NMOS 驱动 RESET#复位电路	28
图 15: 按键复位电路	29
图 16: RESET#复位时序图	29
图 17: 常闭型(U)SIM 卡座参考电路	32
图 18: 常开型(U)SIM 卡座参考电路	32
图 19: 6-pin (U)SIM 卡座参考电路	33
图 20: USB 2.0 和 3.0 接口参考电路	34
图 21: 模块与 PCIe 设备的连接 (RC 模式)	36
图 22: 模块与 PCIe 设备的连接 (EP 模式*)	36
图 23: PCM 参考设计	37
图 24: SPI 参考设计	38
图 25: I2C 参考设计	39
图 26: UART 电平转换	40
图 27: B 码输出参考设计图	40
图 28: W_DISABLE1#参考电路图	42
图 29: WWAN_LED#参考电路图	42
图 30: WAKE_ON_WAN#参考电路图	43
图 31: CONFIG 引脚参考电路图	44
图 32: 射频连接器位置图	49
图 33: 射频连接器尺寸 (单位: mm)	49
图 34: 同轴线直径为 0.81 mm 的插头规格	50
图 35: 同轴线直径为 0.81 mm 插头和射频连接器之间的连接	51
图 36: 同轴线直径为 1.13 mm 插头和射频连接器之间的连接	51
图 37: 插入同轴电缆插头示意图	52
图 38: 拔出同轴电缆插头示意图	52
图 39: 治具插拔同轴电缆插头示意图	53
图 40: 内部点胶器件和底部散热区域	58
图 41: RM500U-CN 机械尺寸 (单位: mm)	61

图 42: 模块俯视和底视图	62
图 43: 托盘尺寸 (单位: 毫米)	63
图 44: 托盘包装步骤.....	63

1 引言

1.1. 简介

本文档定义了 RM500U-CN 模块及其与客户应用连接的空中接口和硬件接口。

本文档可以帮助客户快速了解 RM500U-CN 模块的接口规范、电气特性、机械规范以及其他相关信息。为便于模块在不同领域的应用，我们提供了参考设计供客户参考。结合移远通信提供的相关应用手册和用户指导书，您可以快速应用该模块于各种无线应用场景。

本文档适用于 RM500U-CN 模块。

1.2. 参考标准

RM500U-CN 模块符合下面的标准：

- *PCI Express M.2 Specification Revision 3.0, Version 1.2*
- *PCI Express Base Specification Revision 2.0*
- *Universal Serial Bus Specification, Revision 3.0*
- *ISO/IEC 7816-3*
- *MIPI Alliance Specification for RF Front-End Control Interface version 2.0*
- *3GPP TS 27.007 and 27.005*

1.3. 特殊符号

表 1：特殊符号

符号	定义
*	若无特别说明，模块功能、特性、接口、引脚名称、AT 命令或参数后面所标记的星号（*）表示该功能、特性、接口、引脚名称、AT 命令或参数正在开发中，因此暂不支持。

2 综述

2.1. 基本描述

RM500U-CN 是一款支持分集接收功能的 5G NR/LTE-A/UMTS/HSPA+无线通信模块。它符合标准的 PCIe M.2 接口规范，支持 5G NR SA/NSA、LTE-FDD、LTE-TDD、DC-HSDPA、HSPA+、HSDPA、HSUPA、WCDMA 等多种网络制式下的数据连接。RM500U-CN 是标准的 M.2 Key-B WWAN 接口模块。更多信息请参考 *PCI Express M.2 Specification Revision 3.0, Version 1.2*。

RM500U-CN 模块为工规级模块，仅适用于工业级和商业级应用。

RM500U-CN 支持 Windows、Linux 和 Android 等嵌入式系统，并可以提供语音功能来满足不同的应用场景需求。

RM500U-CN 模块支持的频段如下表所示：

表 2：RM500U-CN 模块支持的频段

网络制式	频段
5G NR SA	n1/n28*/n41/n77/n78/n79
5G NR NSA	n41/n78/n79
LTE-FDD	B1/B2/B3/B5/B7/B8/B20/B28
LTE-TDD	B34/B38/B39/B40/B41
WCDMA	B1/B2/B5/B8

RM500U-CN 模块可应用在如下终端应用场景：

- 远程监控设备
- 智慧测量设备
- 无线 CPE
- 智能电视
- 无线路由器和交换机

- 户外直播设备
- 其他无线终端设备

2.2. 主要特性

下表详细描述了 RM500U-CN 模块的主要特性。

表 3：RM500U-CN 主要特性

参数	说明
功能接口	PCIe M.2 接口
供电	<ul style="list-style-type: none"> ● VCC 供电电压范围：3.4~4.4 V ● 供电电压典型值：3.7 V
(U)SIM 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持的(U)SIM 卡类型：Class B (3.0 V) 和 Class C (1.8 V) ● (U)SIM1 和(U)SIM2 双卡接口 ● 支持双卡单待
USB 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 符合 USB 3.0 和 USB 2.0 规范，USB 3.0 最大数据传输速率可达 5 Gbps，USB 2.0 最大传输速率可达 480 Mbps ● 用于发送 AT 命令、数据传输、固件升级、软件调试 ● USB 虚拟串口驱动：支持 Windows 7/8/8.1/10、Linux 2.6~5.10、Android 4.x/5.x/6.x/7.x/8.x/9.x/10.x 操作系统下的 USB 驱动
PCIe 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 符合 PCIe Gen 2 规范，传输速率可达 5 Gbps
PCM 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 搭配外部 SLIC 用于语音传输 ● 支持主从模式 ● 支持 8 kHz 采样率
SPI 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 一路 SPI 接口 ● 配合 PCM 接口搭配外部 SLIC 用于传输控制消息
UART 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 可用于发送 AT 命令 ● 可用于数据传输 ● 波特率为 115200 bps ● 不支持硬件流控
I2C 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 一路 I2C 接口 ● 可用于扩展 GPIO 口等功能 ● 不支持多主机模式

发射功率	<ul style="list-style-type: none"> ● WCDMA 频段: Class3 (24 dBm +1/-3 dB) ● LTE 频段: Class3 (23 dBm ±2 dB) ● LTE B41 频段 HPUE: Class 2 (26 dBm ±2 dB) ● 5G NR n1/n41 频段: Class 3 (23 dBm ±2 dB) ● 5G NR n28* 频段: Class 3 (23 dBm +2/-2.5 dB) ● 5G NR n77/n78/n79 频段: Class 3 (23 dBm+2/-3 dB) ● 5G NR n41/n78/n79 频段 HPUE: Class 2 (26 dBm +2/-3 dB)
5G NR 特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 3GPP Rel-15 ● 支持上行 256QAM 调制方式和下行 256QAM 调制方式 ● n1/n41/n77/n78/n79 支持下行 4 × 4 MIMO ● n28*支持下行 2 × 2 MIMO ● n41/n77/n78/n79 支持上行 2 × 2 MIMO ● 支持 SCS 的 15 kHz 和 30 kHz ● 支持 SA 和 NSA 的工作模式 ● 支持 Option 3x、3a 和 Option 2 ● 最大传输速率 ¹⁾: NSA: 2.2 Gbps (下行速率) /575 Mbps (上行速率) SA: 2 Gbps (下行速率) /1 Gbps (上行速率)
LTE 特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 最大支持下行: 3CC/上行: 2CC 下行: Cat 12/上行: Cat 13 ● 支持 1.4/3/5/10/15/20 MHz 射频带宽 ● 支持上行 QPSK、16QAM、64QAM 调制方式 ● 支持下行 QPSK、16QAM、64QAM、256QAM 调制方式 ● 支持下行 2 × 2 MIMO ● 最大传输速率 ¹⁾: LTE: 600 Mbps (下行速率) /150 Mbps (上行速率)
UMTS 特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 3GPP R9 DC-HSDPA、HSDPA、HSUPA、HSPA+和 WCDMA ● 支持 QPSK、16QAM、64QAM 调制 ● 最大传输速率 ¹⁾: DC-HSDPA: 42.2 Mbps (下行速率) HSUPA: 11 Mbps (上行速率) WCDMA: 384 kbps (下行速率) /最大 384 kbps (上行速率)
分集接收	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 5G NR/LTE/WCDMA 分集接收
天线接口	<ul style="list-style-type: none"> ● ANT0、ANT1、ANT2、ANT3
AT 命令	<ul style="list-style-type: none"> ● 符合《3GPP TS 27.007》、《3GPP TS 27.005》规范定义的命令 ● 移远通信增强型 AT 命令
网络协议特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 TCP/UDP/PPP/NTP/NITZ/FTP/HTTP/PING/CMUX*/HTTPS/FTPS/SSL/FILE*/MQTT*/MMS*/SMTP*/SMTPS*协议 ● 支持 PPP 协议的 PAP 和 CHAP 认证
固件升级	<ul style="list-style-type: none"> ● 可通过 USB 2.0 接口和 DFOTA 升级
短消息服务 (SMS)	<ul style="list-style-type: none"> ● 文本和 PDU 模式

	<ul style="list-style-type: none"> ● 点对点短信收发 ● 短消息小区广播 ● 短消息存储：默认存储在(U)SIM 卡
物理特性	<ul style="list-style-type: none"> ● M.2 Key-B ● 尺寸：(30.0 ±0.15) mm × (52.0 ±0.15) mm × (2.3 ±0.2) mm ● 重量：待定
温度范围	<ul style="list-style-type: none"> ● 正常工作温度：-30 ~ +60 °C ²⁾ ● 扩展工作温度：-40 ~ +85 °C ³⁾ ● 存储温度：-40 ~ +90 °C
RoHS	所有器件均符合 EU RoHS 标准

备注

- 1) 最大速率为理论值，实际速率参考网络配置。
- 2) 为满足此工作温度范围，需要增加一些散热措施，比如使用主动或被动散热器。在此工作温度范围内，模块符合 3GPP 标准。
- 3) 为了满足这个扩展的温度范围，您需要确保有效的散热，例如，通过添加被动或主动散热器。在此范围内，模块仍可在没有任何不可恢复的故障的情况下建立和维护语音、短信、紧急呼叫等功能。无线电频谱和无线网络不受影响，但是一个或多个参数（如 Pout）的值可能会减少，超过 3GPP 规定的公差。当温度恢复到正常工作温度水平时，模块将再次满足 3GPP 规格。

2.3. 评估板

为便于 RM500U-CN 模块的测试和使用，移远提供一整套评估板。评估板工具包括 PCIe Card EVB、USB 转 232 串口线、USB Type-B 线、天线和其他外设。详细信息请参考[文档 \[1\]](#)。

2.4. 功能框图

下图为 RM500U-CN 模块的功能框图，阐述了如下主要功能：

- 电源管理
- 基带
- NAND 存储器
- 射频部分
- 外围接口

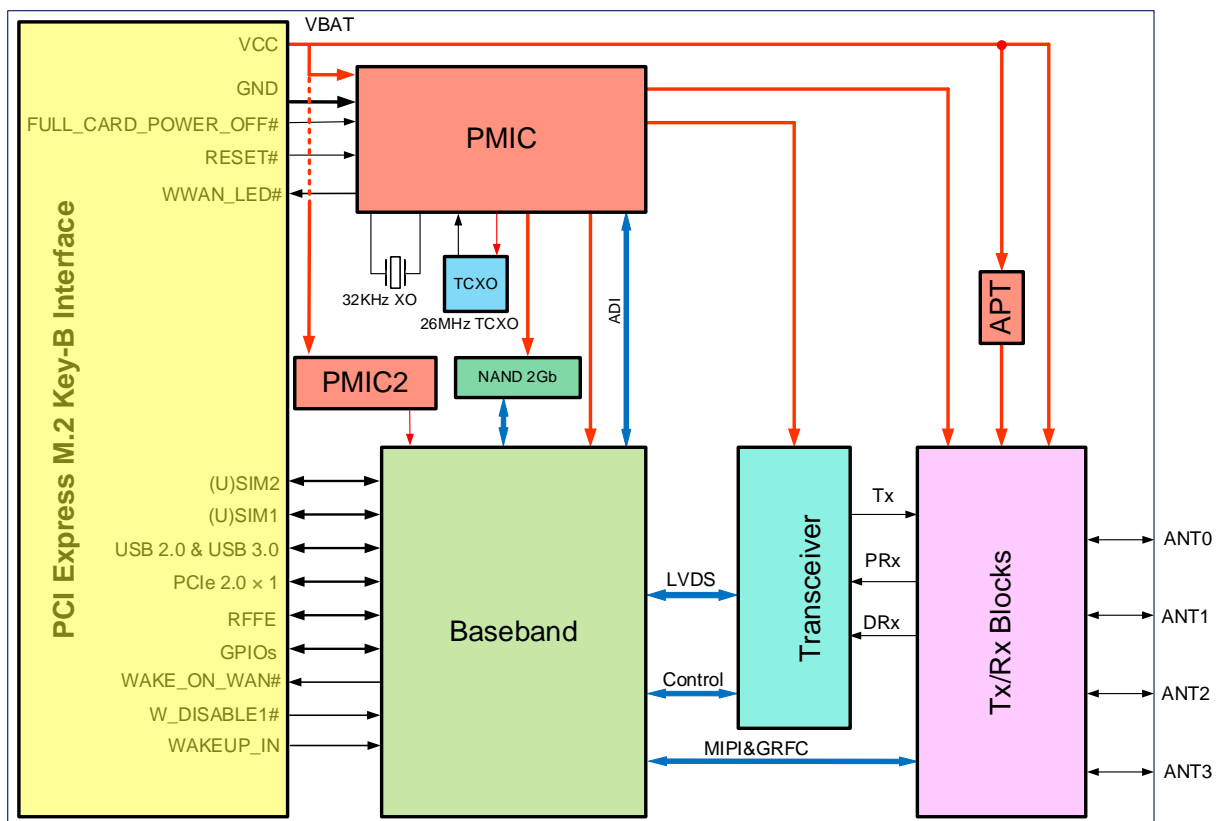


图 1：功能框图

2.5. 引脚分配

下图为 RM500U-CN M.2 接口引脚分配图。

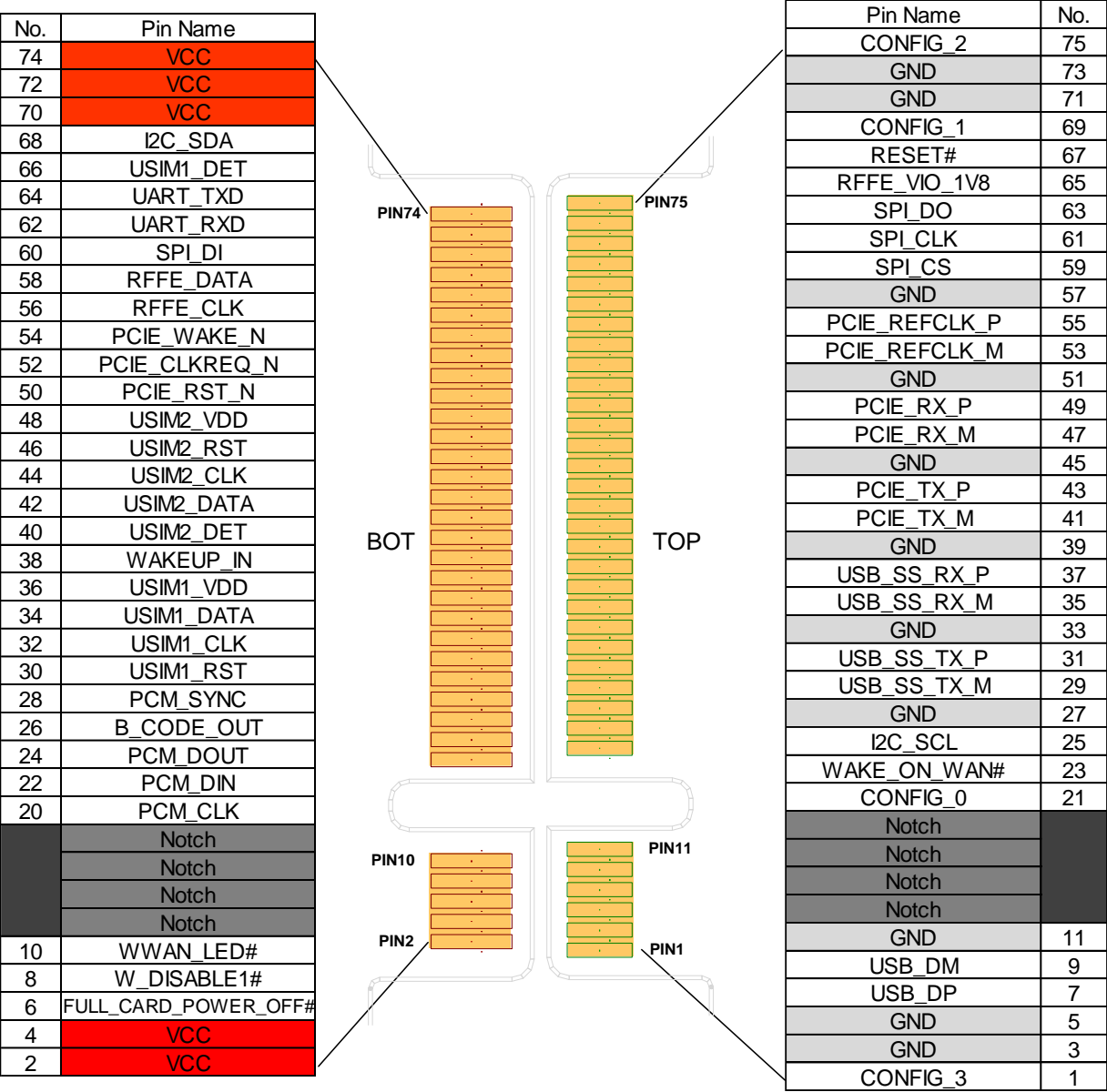


图 2：引脚分配

2.6. 引脚描述

表 4：I/O 类型定义

类型	描述
AI	模拟输入
AO	模拟输出
AIO	模拟输入/输出
DI	数字输入
DO	数字输出
DIO	数字输入/输出
OD	漏极开路
PD	下拉
PU	上拉
PI	电源输入
PO	电源输出

表 5：引脚描述

引脚号	引脚名	I/O	描述	直流特性	备注
1	CONFIG_3	DO	模块内部悬空		
2	VCC	PI	模块主电源	V _{min} = 3.4 V V _{nom} = 3.7 V V _{max} = 4.4 V	
3	GND		地		
4	VCC	PI	模块主电源	V _{min} = 3.4 V V _{nom} = 3.7 V V _{max} = 4.4 V	
5	GND		地		
6	FULL_CARD_POWER_OFF#	DI、PD	模块开/关机。 高电平开机，低电平关	V _{IHmax} = 4.4 V V _{IHmin} = 1.19 V	模块内部下拉 100 kΩ 电阻。

			机。	$V_{ILmax} = 0.2 V$
7	USB_DP	AIO	USB 2.0 差分数据 (+)	
8	W_DISABLE1#*	DI、OD	飞行模式控制，低电平有效。	1.8/3.3 V
9	USB_DM	AIO	USB 2.0 差分数据 (-)	
10	WWAN_LED#*	OD	射频状态指示灯	
11	GND		地	
12	凹槽		凹槽	
13	凹槽		凹槽	
14	凹槽		凹槽	
15	凹槽		凹槽	
16	凹槽		凹槽	
17	凹槽		凹槽	
18	凹槽		凹槽	
19	凹槽		凹槽	
20	PCM_CLK	DIO	PCM 时钟	1.8 V
21	CONFIG_0		模块内部悬空	
22	PCM_DIN	DI	PCM 数据输入	1.8 V
23	WAKE_ON_WAN#*	OD	唤醒主机	唤醒主机时输出 1 s 的低电平脉冲。
24	PCM_DOUT	DO	PCM 数据输出	1.8 V
25	I2C_SCL	OD	I2C 时钟	1.8 V
26	B_CODE_OUT*	DO	B 码授时	1.8 V
27	GND		地	
28	PCM_SYNC	DIO	PCM 帧同步	1.8 V
29	USB_SS_TX_M	AO	USB 3.0 发送 (-)	

30	USIM1_RST	DO	(U)SIM1 卡复位	USIM1_VDD 1.8/3.0 V	
31	USB_SS_TX_P	AO	USB 3.0 发送 (+)		
32	USIM1_CLK	DO	(U)SIM1 卡时钟	USIM1_VDD 1.8/3.0 V	
33	GND		地		
34	USIM1_DATA	DIO、PU	(U)SIM1 卡数据	USIM1_VDD 1.8/3.0 V	
35	USB_SS_RX_M	AI	USB 3.0 接收 (-)		
36	USIM1_VDD	PO	(U)SIM1 卡供电电源	1.8/3.0 V	
37	USB_SS_RX_P	AI	USB 3.0 接收 (+)		
38	WAKEUP_IN	DI、PU	睡眠唤醒控制	1.8 V	内部 100 kΩ 上拉 1.8 V。
39	GND		地		
40	USIM2_DET	DI、PU	(U)SIM2 卡检测	1.8 V	
41	PCIE_TX_M	AO	PCle 发送 (-)		
42	USIM2_DATA	DIO、PU	(U)SIM2 卡数据	USIM2_VDD 1.8/3.0 V	
43	PCIE_TX_P	AO	PCle 发送 (+)		
44	USIM2_CLK	DO	(U)SIM2 卡时钟	USIM2_VDD 1.8/3.0 V	
45	GND		地		
46	USIM2_RST	DO	(U)SIM2 卡复位	USIM2_VDD 1.8/3.0 V	
47	PCIE_RX_M	AI	PCle 接收 (-)		
48	USIM2_VDD	PO	(U)SIM2 卡供电电源	1.8/3.0 V	
49	PCIE_RX_P	AI	PCle 接收 (+)		
50	PCIE_RST_N	OD	PCle 复位， 低电平有效		
51	GND		地		
52	PCIE_CLKREQ_N	OD	PCle 时钟请求， 低电平有效		

53	PCIE_REFCLK_M	AIO	PCle 参考时钟 (-)	
54	PCIE_WAKE_N	OD	PCle 唤醒, 低电平有效	
55	PCIE_REFCLK_P	AIO	PCle 参考时钟 (+)	
56	RFFE_CLK*	DO	MIPI RFFE 时钟	1.8 V
57	GND		地	
58	RFFE_DATA*	DO	MIPI RFFE 数据	1.8 V
59	SPI_CS	DO	SPI 片选	1.8 V
60	SPI_DI	DI	SPI 输入	1.8 V
61	SPI_CLK	DO	SPI 时钟	1.8 V
62	UART_RXD	DI	主串口接收	1.8 V
63	SPI_DO	DO	SPI 输出	1.8 V
64	UART_TXD	DO	主串口发送	1.8 V
65	RFFE_VIO_1V8	PO	天线调谐器的供电	1.8V
66	USIM1_DET	DI、PU	(U)SIM1 卡检测	1.8 V
67	RESET#	DI、PU	模块复位	$V_{ILmax} = 0.5 V$ 内部 1.7 k Ω 上拉到 VCC。
68	I2C_SDA	OD	I2C 数据	1.8 V
69	CONFIG_1	DO	模块内部接地	
70	VCC	PI	模块主电源	$V_{min} = 3.4 V$ $V_{nom} = 3.7 V$ $V_{max} = 4.4 V$
71	GND		地	
72	VCC	PI	模块主电源	$V_{min} = 3.4 V$ $V_{nom} = 3.7 V$ $V_{max} = 4.4 V$
73	GND		地	
74	VCC	PI	模块主电源	$V_{min} = 3.4 V$ $V_{nom} = 3.7 V$ $V_{max} = 4.4 V$

75	CONFIG_2	DO	模块内部悬空
----	----------	----	--------

3 工作特性

3.1. 工作模式

表 6：工作模式

模式	功能
正常工作模式	空闲（Idle） 软件正常运行，模块注册上网络，且能够接收和发送数据。
	语音/数据（Talk/Data） 网络连接正常。模块功耗取决于网络设置和数据传输速率。
最小功能模式	不断电情况下，执行 AT+CFUN=0 命令可以将模块设置成最小功能模式，此时，射频和 (U)SIM 卡功能关闭。
飞行模式	执行 AT+CFUN=4 命令或拉低 W_DISABLE1#引脚均可以将模块设置成飞行模式。此时射频不工作。
睡眠模式	执行 AT+QSCLK=1 命令并使 USB 进入挂起状态可使模块进入睡眠模式，此时，模块的功耗非常低，但仍可以接收寻呼、短信、电话和 TCP/UDP 数据。
关机模式	VCC 主电源引脚仍然通电，但 PMU 停止给基带和射频器件供电，软件停止工作，数据接口不通。工作电压（VCC）保持供电。

3.1.1. 睡眠模式

模块的 DRX 功能能够在模块处于睡眠模式下将当前功耗降低到最小值，并通过无线网络广播 DRX 周期指数值。下图显示了 DRX 运行时间和睡眠模式下当前功耗之间的关系。DRX 周期越长，功耗就越低。

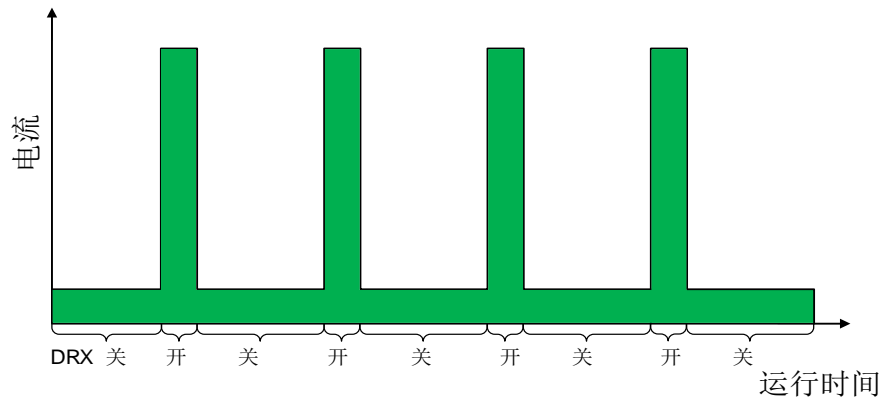


图 3：睡眠模式下 DRX 运行时间和功耗的关系

下面描述了模块进入和退出低功耗的过程。

- 执行 **AT+QSCLK=1** 使模块进入睡眠模式。
- 主机通过一个 GPIO 拉低 WAKEUP_IN，并且该 GPIO 在睡眠状态下能够一直保持低电平。

下图展示了模块和主机之间的连接。

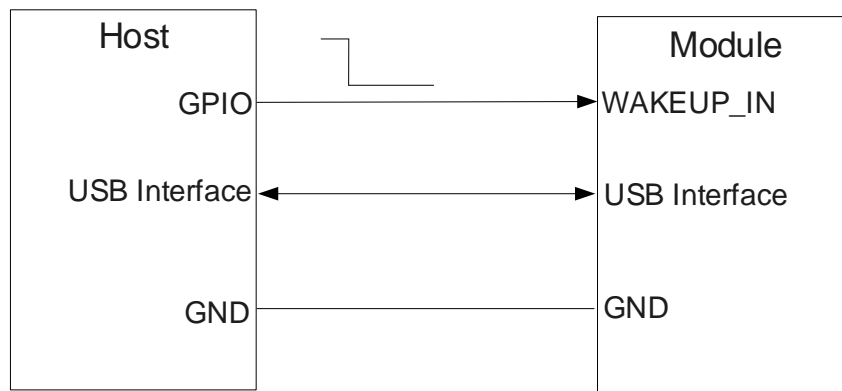


图 4：模块进入睡眠模式

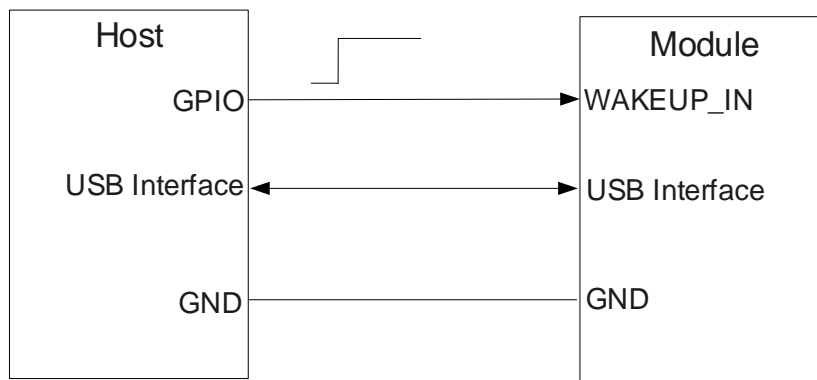


图 5：模块退出睡眠模式

3.1.2. 飞行模式

RM500U-CN 的 W_DISABLE1# 引脚支持通过硬件方式开启模块的飞行模式。详细信息, 请参考第 4.9.1 章。

3.2. 电源设计

表 7：VCC 和地引脚

引脚号	引脚名	I/O	电压域	描述
2、4、70、72、74	VCC	PI	3.4~4.4 V	直流源供电, 典型值为 3.7 V。
3、5、11、27、33、39、45、51、57、71、73	GND			地

3.2.1. 减少电压跌落

模块主电源供电电压范围为 3.4~4.4 V, 需要确保输入电压不低于 3.4 V, 否则模块将自动关机。下图为 3G/4G/5G 网络射频传输时的最大电压跌落。

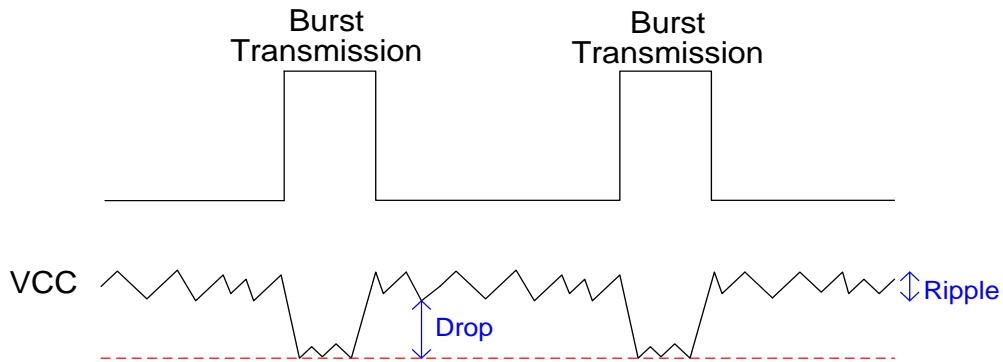


图 6：射频传输时的电源要求

为了减小电压跌落，须在靠近 VCC 引脚处放置低 ESR ($ESR = 0.7 \Omega$) 的 $100 \mu F$ 储能电容。同时建议在靠近 VCC 引脚处放置四个低 ESR 的片式多层陶瓷电容 (MLCC: $1 \mu F$ 、 $100 nF$ 、 $33 pF$ 、 $10 pF$) 用于电源滤波。VCC 走线的宽度应不小于 $2 mm$ 。原则上，VCC 走线越长，走线宽度应越宽。

为确保电源供电的稳定性，建议在电源前端添加反向耐压为 $5.1 V$ 且耗散功率大于 $0.5 W$ 的稳压二级管。

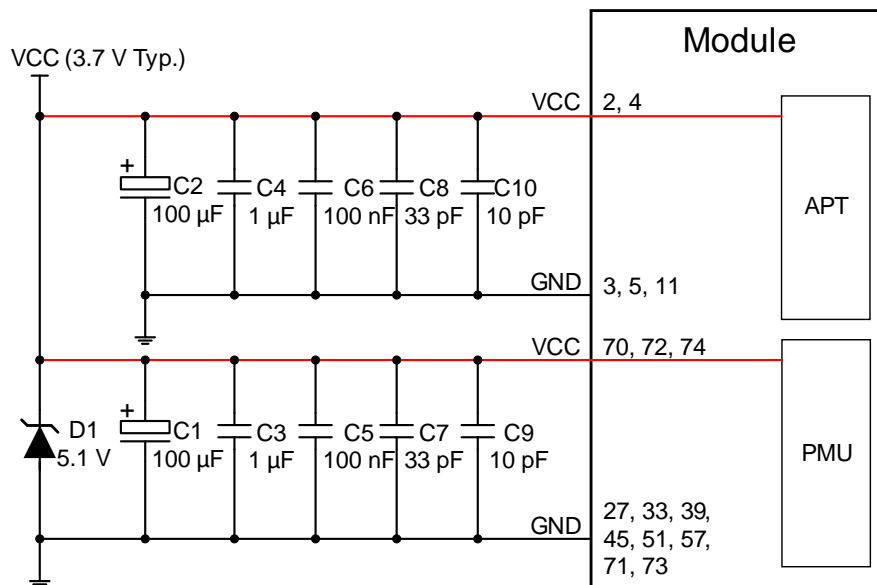


图 7：VCC 引脚参考电路

3.2.2. 供电参考电路

由于模块的性能很大程度上取决于电源，因此模块的电源设计非常重要。为模块供电的电源转换器须至少能够提供 3 A 的电流。如果电源 IC 输入和输出之间的压降较小，建议使用 LDO 为模块供电。如果电源 IC 输入和输出电压（VCC = 3.7 V 典型值）之间存在较大的电压差，则首选降压型 DC-DC 转换器为模块供电。

如下图为输入电压为 5 V 时，基于 DC-DC 转换器的参考设计，电源输出电压为模块典型电压值 3.7 V，最大负载电流为 3 A。

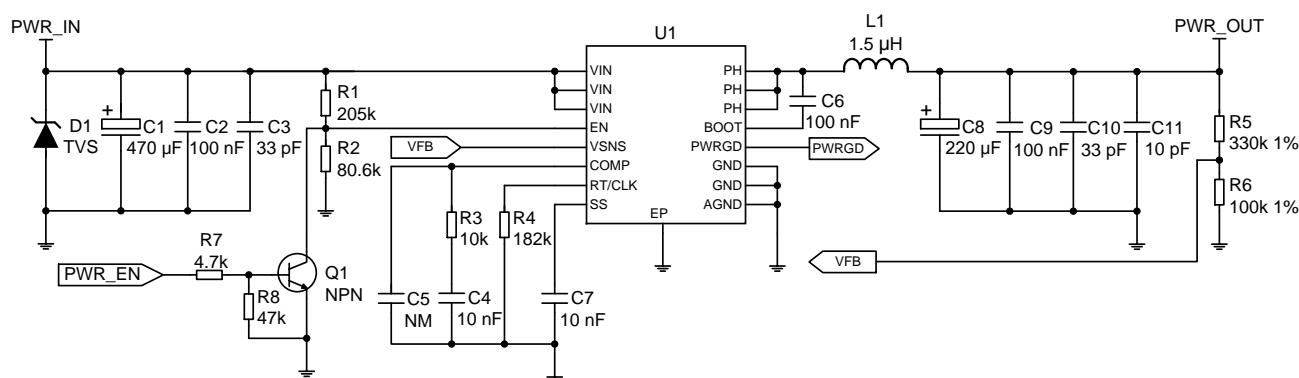


图 8：电源参考设计

备注

为避免损坏模块内部 Flash，当模块正在工作时，不可直接关断供电电源。建议通过主机端 GPIO 拉低 FULL_CARD_POWER_OFF#引脚再断开模块电源的方式进行关机。

3.3. 模块开关机

3.3.1. 模块开机

拉高 FULL_CARD_POWER_OFF#引脚可使模块开机。

FULL_CARD_POWER_OFF#是一个低电平有效的开/关机异步信号。当该引脚为高电平（ ≥ 1.19 V）时，模块将会开机。

主机端可通过 1.8 V 或 3.3 V GPIO 来控制 FULL_CARD_POWER_OFF#引脚，模块内部该引脚通过 100 kΩ 电阻下拉至地，即低电平状态，模块默认不开机。

表 8: FULL_CARD_POWER_OFF#引脚定义

引脚号	引脚名	描述	DC 特性	备注
6	FULL_CARD_POWER_OFF#	模块开/关机。 高电平开机，低电平关机。	$V_{IHmax} = 4.4\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.19\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.2\text{ V}$	模块内部 100 k Ω 下拉至地。

主机端可通过 GPIO 控制 FULL_CARD_POWER_OFF#引脚，下图为开/关机简要参考电路。

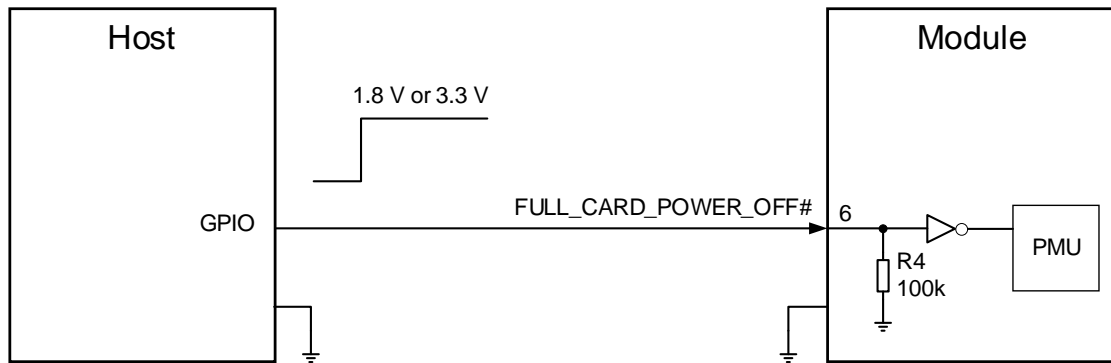


图 9: Host GPIO 控制模块开机

下图为模块开机时序。

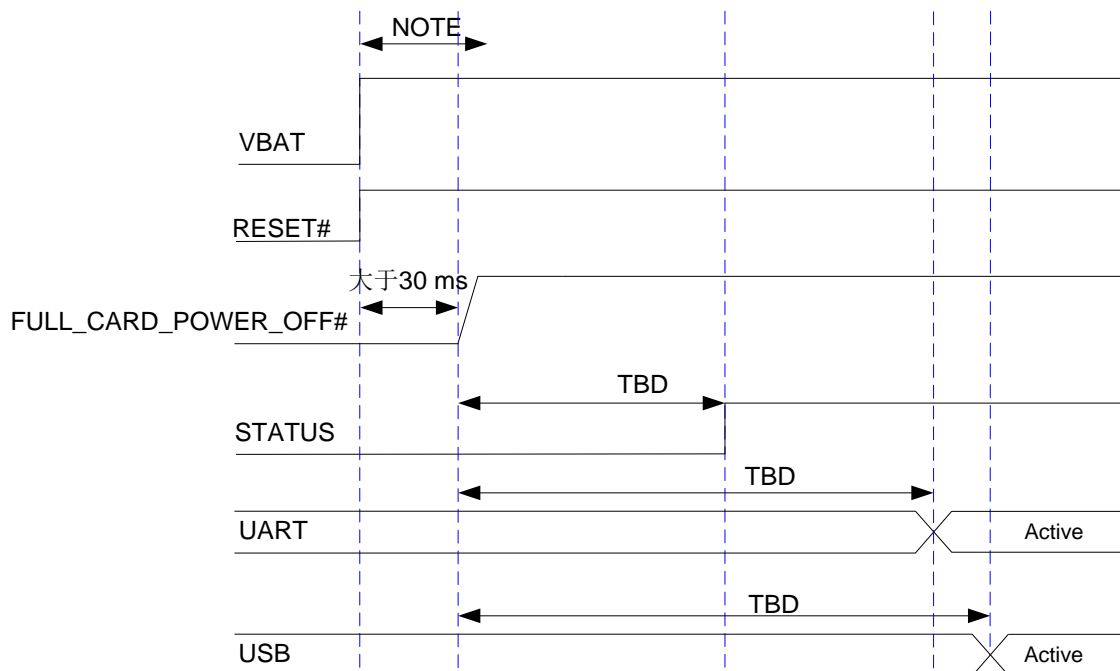


图 10: 开机时序

备注

在拉高 FULL_CARD_POWER_OFF# 引脚之前，需保证 VCC 电压稳定。建议从 VCC 上电到拉高 FULL_CARD_POWER_OFF# 引脚之间的时间间隔不少于 30 ms。

3.3.2. 模块关机

3.3.2.1. 通过 FULL_CARD_POWER_OFF# 关机

拉低 FULL_CARD_POWER_OFF# 引脚可使模块关机，下图为模块关机时序。

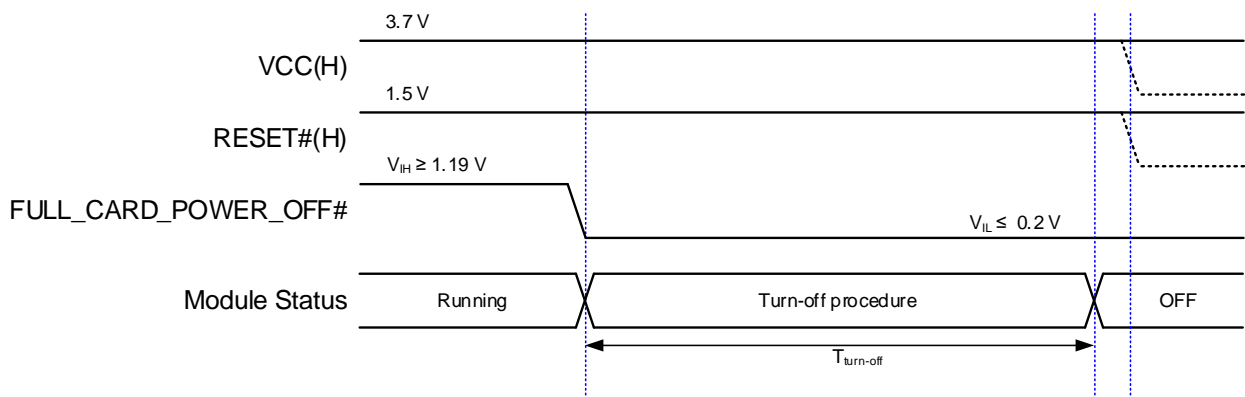


图 11：通过 FULL_CARD_POWER_OFF# 关机时序

3.3.2.2. 通过 AT 命令关机

执行 AT+QPOWD 命令可用于控制模块关机。详情可参考文档 [2] 中的 AT+QPOWD 命令。

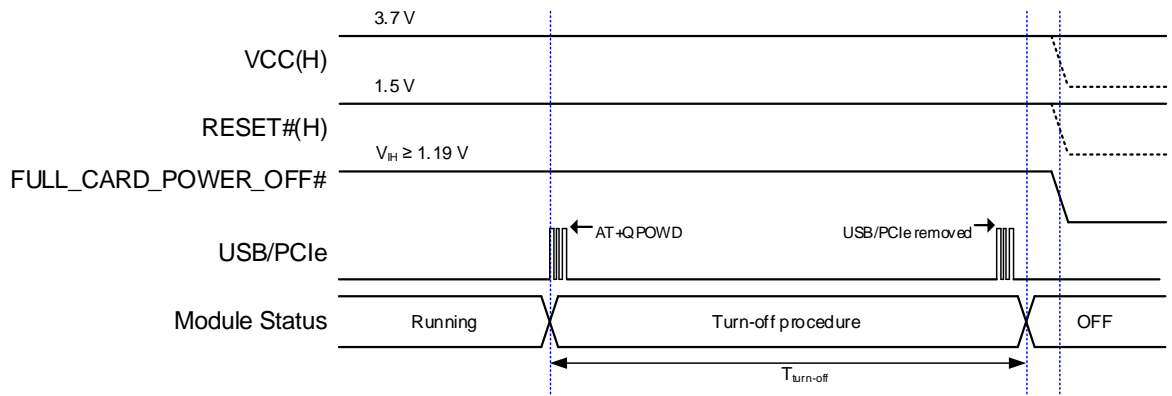


图 12：通过 AT 命令关机时序

3.4. 模块复位

RESET#是低电平有效的异步复位信号。当该引脚为低电平时，模块将开始进入复位状态。

请注意，触发复位信号会导致模块临时数据丢失和系统驱动被移除，同时模块也将断开网络连接。

表 9: RESET#引脚定义

引脚号	引脚名	描述	DC 特性	备注
67	RESET#	模块复位	$V_{ILmax} = 0.5 V$	模块内部 $1.7 k\Omega$ 电阻上拉至 VCC。

拉低 RESET#引脚 250~600 ms 可复位模块。如下图，可使用 NPN 三极管、NMOS 管驱动电路或按键控制 RESET#引脚。

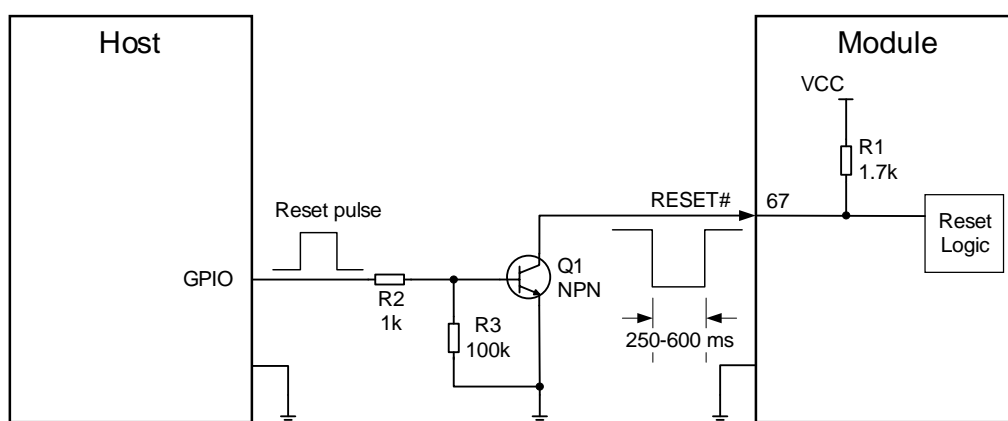


图 13: NPN 驱动 RESET#复位电路

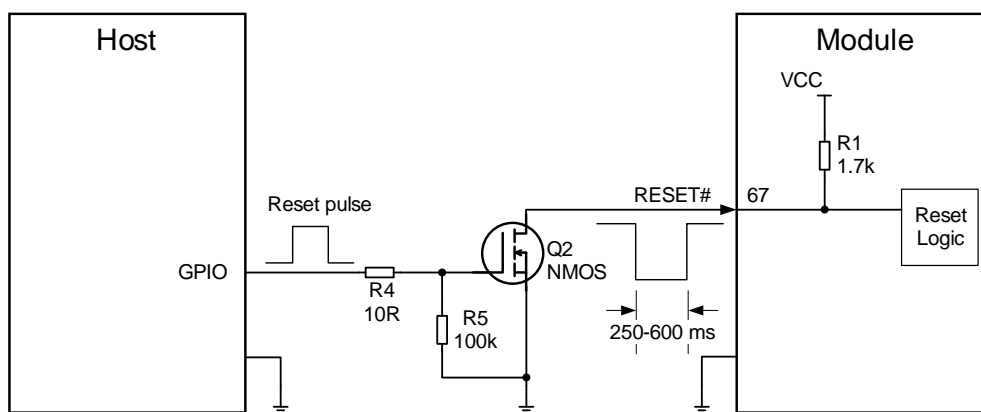
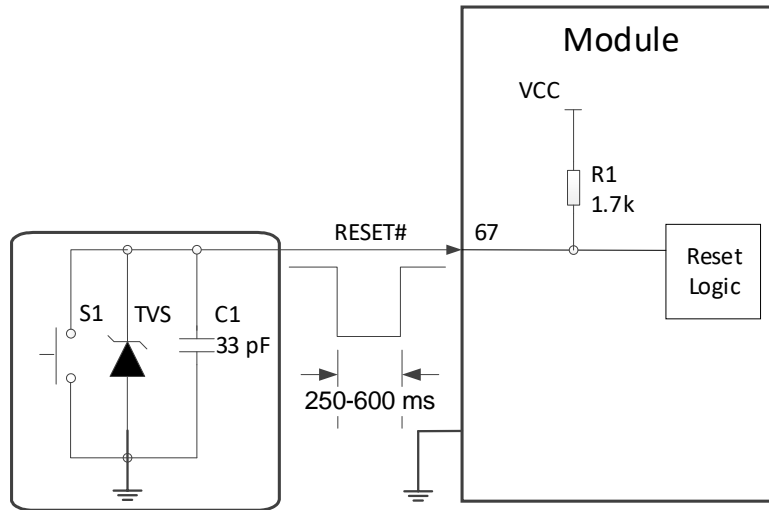


图 14: NMOS 驱动 RESET#复位电路



注：建议C1的容值不大于47 pF。

图 15：按键复位电路

下图为复位时序图。

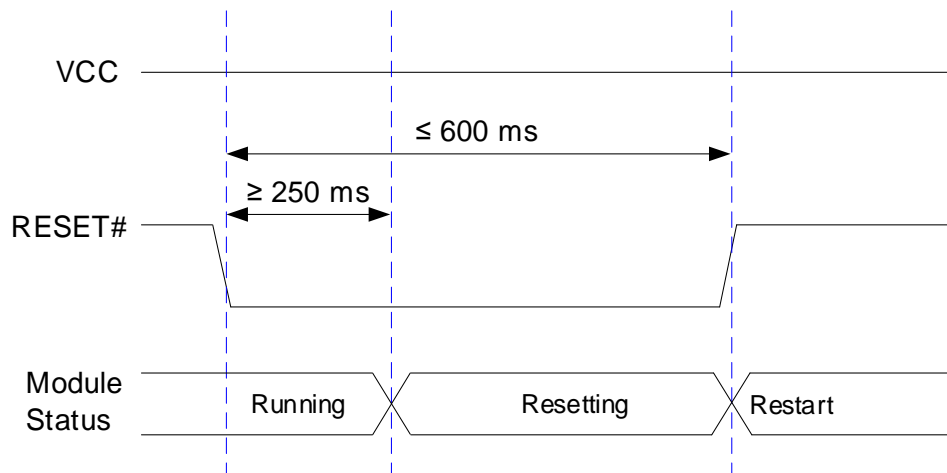


图 16：RESET#复位时序图

4 应用接口

RM500U-CN 的物理接口及电气特性符合 *PCI Express M.2 specification*。本章主要介绍接口的定义和相关的應用。

- (U)SIM 接口
- USB 接口
- PCIe 接口
- PCM 接口
- SPI 接口
- UART 接口
- I2C 接口
- 控制和状态指示接口
- 配置引脚

4.1. (U)SIM 接口

RM500U-CN 的(U)SIM 接口符合 ETSI 和 IMT-2000 规范，支持 Class B (3.0 V) 和 Class C (1.8 V) (U)SIM 卡，且支持双卡单待功能。

4.1.1. (U)SIM 接口引脚定义

表 10: (U)SIM 接口引脚定义

引脚号	引脚名	I/O	描述	直流特性	备注
36	USIM1_VDD	PO	(U)SIM1 卡供电电源	1.8/3.0 V	
34	USIM1_DATA	DIO、PU	(U)SIM1 卡数据	USIM1_VDD 1.8/3.0 V	
32	USIM1_CLK	DO	(U)SIM1 卡时钟	USIM1_VDD 1.8/3.0 V	
30	USIM1_RST	DO	(U)SIM1 卡复位	USIM1_VDD 1.8/3.0 V	
66	USIM1_DET	DI、PU	(U)SIM1 卡检测	1.8 V	模块内部上拉至 1.8 V

48	USIM2_VDD	PO	(U)SIM2 卡供电电源	1.8/3.0 V	
42	USIM2_DATA	DIO、PU	(U)SIM2 卡数据	USIM2_VDD 1.8/3.0 V	
44	USIM2_CLK	DO	(U)SIM2 卡时钟	USIM2_VDD 1.8/3.0 V	
46	USIM2_RST	DO	(U)SIM2 卡复位	USIM2_VDD 1.8/3.0 V	
40	USIM2_DET	DI、PU	(U)SIM2 卡检测	1.8 V	模块内部上拉至 1.8 V

4.1.2. (U)SIM 卡热插拔

通过(U)SIM 卡检测引脚 USIM_DET，模块可支持(U)SIM 卡热插拔功能。(U)SIM 卡热插拔功能默认打开。

备注

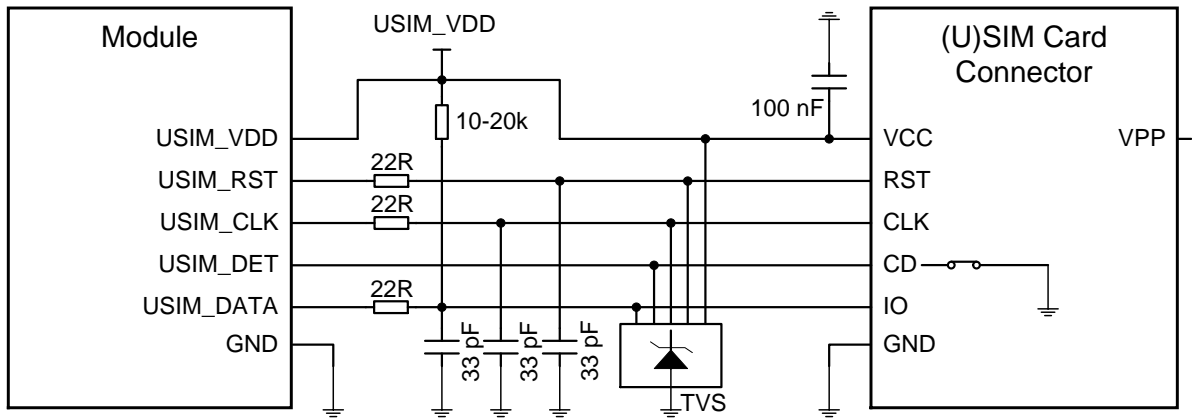
1. 如果设置的插入电平和硬件设计不一致，那么热插拔功能无效。
2. 热插拔功能默认打开。

通过 USIM_DET 检测引脚电平状态，模块可支持(U)SIM 卡热插拔功能。USIM_DET 是电平触发引脚，支持低电平和高电平检测。对于常闭型(U)SIM 卡座，当无(U)SIM 卡嵌入卡座时，USIM_DET 引脚短接至地。当(U)SIM 卡嵌入卡座时，USIM_DET 引脚将由低电平变为高电平。当(U)SIM 卡移除时，USIM_DET 引脚将由高电平变为低电平。

4.1.3. 常闭型(U)SIM 卡座

- 当未嵌入(U)SIM 卡时，卡座 CD 引脚短接至地，USIM_DET 引脚为低电平。
- 当嵌入(U)SIM 卡时，卡座 CD 引脚与地断开，USIM_DET 引脚变为高电平。

下图为常闭型(U)SIM 卡座参考设计电路。



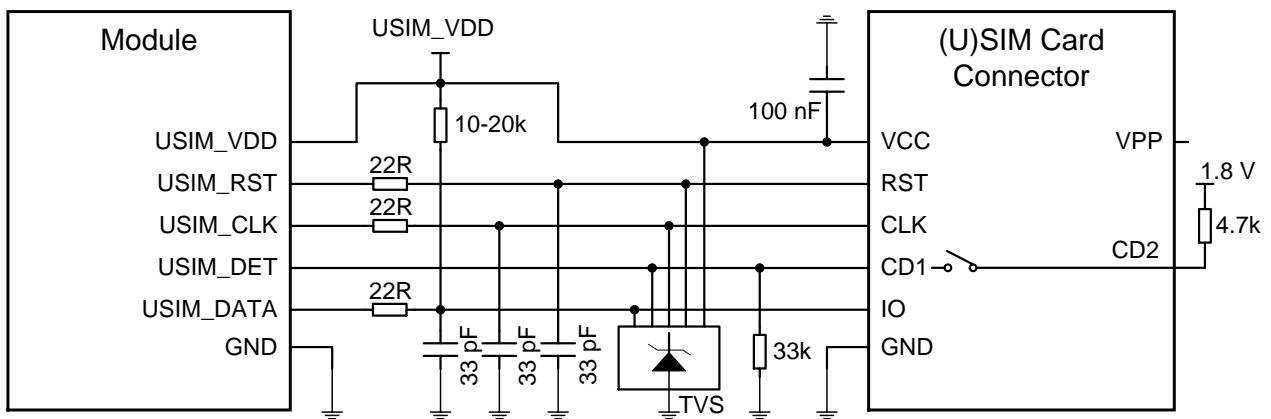
注：在PCB器件布局时，图中SIM卡相关的电阻、电容和TVS均应放置在靠近(U)SIM卡座的位置。

图 17：常闭型(U)SIM 卡座参考电路

4.1.4. 常开型(U)SIM 卡座

- 当未嵌入(U)SIM 卡时，卡座 CD1 与 CD2 引脚开路，USIM_DET 引脚为低电平。请注意此时 USIM_DET 引脚默认为低电平，需要通过软件提前配置。
- 当嵌入(U)SIM 卡时，卡座 CD1 引脚上拉至 1.8 V，USIM_DET 引脚变为高电平。

下图为常开型(U)SIM 卡座参考设计电路。

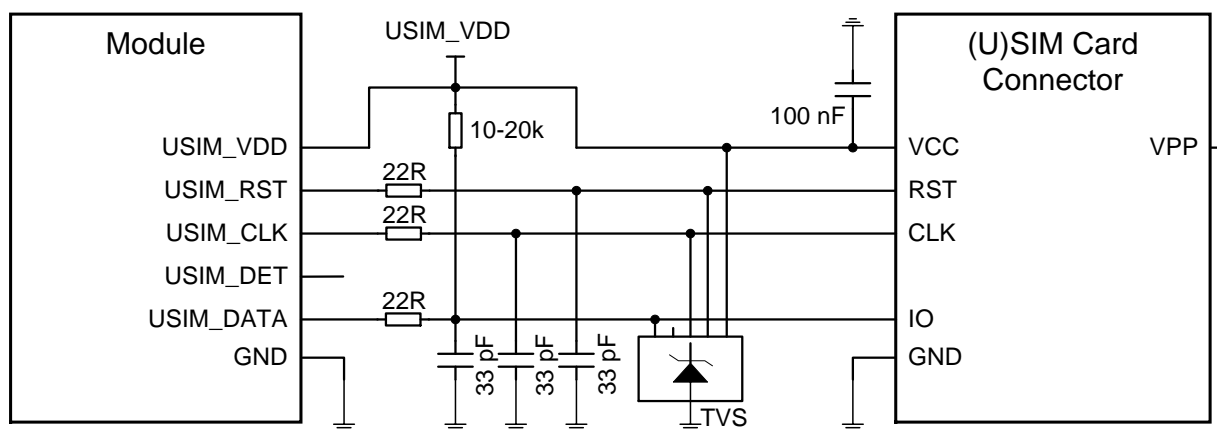


注：在PCB器件布局时，图中SIM卡相关的电阻、电容和TVS均应放置在靠近(U)SIM卡座的位置。

图 18：常开型(U)SIM 卡座参考电路

4.1.5. 无检测引脚型(U)SIM 卡座

如果不需要(U)SIM 卡检测功能，可将 USIM_DET 引脚悬空。下图为 6-pin (U)SIM 卡座参考设计电路。



注：在PCB器件布局时，图中SIM卡相关的电阻、电容和TVS均应放置在靠近(U)SIM卡座的位置。

图 19: 6-pin (U)SIM 卡座参考电路

4.1.6. (U)SIM 电路注意事项

为确保(U)SIM 卡在应用中的可靠性，请遵循以下(U)SIM 电路设计准则。

- (U)SIM 卡座应尽可能靠近模块，尽量保证(U)SIM 卡信号线布线长度不超过 200 mm，USIM_VDD 布线宽度应不小于 0.5 mm。
- (U)SIM 卡信号线布线应远离射频线和 VCC 电源线。
- 为防止 USIM_CLK 信号与 USIM_DATA 信号之间串扰，两者布线不可靠太近，并且在两条走线之间需要增加 GND 屏蔽。
- USIM_DATA 需加 10~20 k Ω 的上拉电阻至 USIM_VDD，并且靠近卡座位置摆放。
- 为确保良好的 ESD 防护性能，建议为(U)SIM 卡的引脚添加 TVS 管，且 TVS 管结电容不大于 10 pF。在模块的(U)SIM 引脚和卡座之间需串联 22 Ω 的电阻，用以抑制干扰。同时添加 33 pF 的电容以滤除射频干扰。
- (U)SIM 卡的热插拔功能默认打开。

4.2. USB 接口

RM500U-CN 提供了一个集成的通用串行总线（USB）接口，该接口符合 USB 2.0 和 3.0 标准规范，并支持 USB 2.0 的高速（480 Mbps）和全速（12 Mbps）模式以及 USB 3.0 的超高速（5 Gbps）模式。USB 接口可用于发送 AT 命令、传输数据、调试软件以及升级固件。

表 11: USB 接口定义

引脚号	引脚名	I/O	描述	备注
7	USB_DP	AIO	USB 2.0 差分数据 (+)	
9	USB_DM	AIO	USB 2.0 差分数据 (-)	
29	USB_SS_TX_M	AO	USB 3.0 发送 (-)	90 Ω 差分阻抗
31	USB_SS_TX_P	AO	USB 3.0 发送 (+)	
35	USB_SS_RX_M	AI	USB 3.0 接收 (-)	
37	USB_SS_RX_P	AI	USB 3.0 接收 (+)	

有关 USB 2.0 和 3.0 规范的更多详细信息，请访问 <http://www.usb.org/home>。

建议在设计中保留 USB 2.0 接口用于固件升级。下图为 USB 2.0 和 3.0 接口的参考电路。

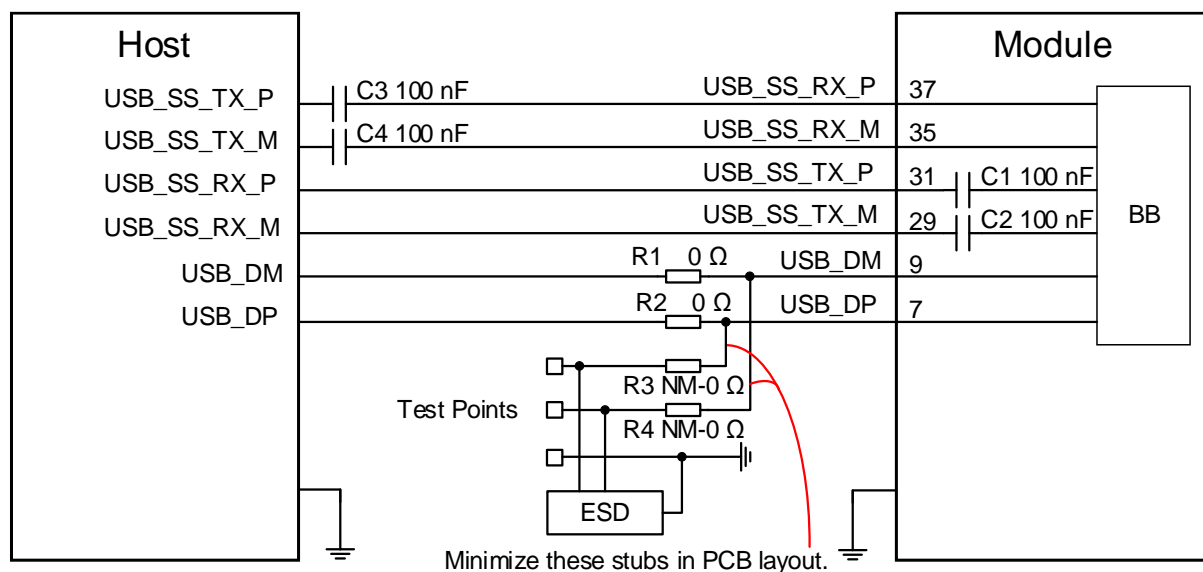


图 20: USB 2.0 和 3.0 接口参考电路

耦合电容 C3 和 C4 须放置在靠近主机 USB 3.0 的 Tx 端且两电容位置彼此靠近。C1 和 C2 已集成在模块内部，客户在 PCB 设计时无需添加这两个电容。为确保 USB 2.0 的信号完整性，须将 R1、R2、R3 和 R4 放置在靠近模块相应引脚的位置，并在 PCB 设计时最小化桩线。

为了符合 USB 2.0 & USB 3.0 的规范，在 USB 电路设计中应当遵循以下原则：

- USB 差分走线需包地处理，USB 2.0 和 USB 3.0 差分线的阻抗为 90 Ω 。
- 对于 USB 2.0 信号，走线总长度应小于 120 mm，差分对内走线等长差值控制在 2 mm 以内；对于 USB 3.0 信号，差分对内走线等长差值控制在 0.7 mm 以内，Tx 和 Rx 之间控制在 10 mm 以内。
- 请勿在晶振、磁性装置、PCIe 和射频信号等敏感信号源下方进行 USB 走线，建议 USB 在 PCB 内层走线，且上下左右立体包地。
- ESD 器件选型需注意其寄生电容会影响 USB 数据传输。对于 USB 2.0，ESD 器件寄生电容应不超过 1 pF，对于 USB 3.0 应不超过 0.15 pF。USB 的 ESD 器件尽量靠近 USB 连接器放置。
- 建议在 USB_DP 和 USB_DM 上分别串联 0 Ω 电阻。

4.3. PCIe 接口

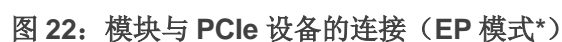
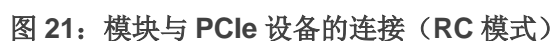
RM500U-CN 模块包含一路符合 PCI Express V2.0 规范的 PCIe 接口。PCIe 接口的主要特点如下：

- 支持 PCIe Gen 2，向下兼容
- 速率：5 Gbps/通道
- 支持 PCIe 转以太网
- PCIe 支持 RC 和 EP*模式

表 12: PCIe 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
PCIE_REFCLK_P	55	AIO	PCIe 参考时钟(+)	满足标准规范 PCIe Gen 2
PCIE_REFCLK_M	53	AIO	PCIe 参考时钟(-)	
PCIE_TX_M	41	AO	PCIe 发送 (-)	
PCIE_TX_P	43	AO	PCIe 发送 (+)	
PCIE_RX_M	47	AI	PCIe 接收 (-)	
PCIE_RX_P	49	AI	PCIe 接收 (+)	
PCIE_CLKREQ_N	52	OD	PCIe 时钟请求	
PCIE_RST_N	50	OD	PCIe 复位	
PCIE_WAKE_N	54	OD	PCIe 唤醒	

下图为 RM500U-CN 模块 PCIe 接口的参考设计：



4.4. PCM 接口

RM500U-CN 支持通过脉冲编码调制（PCM）数字接口进行音频通信。PCM 接口支持以下模式：

- 主模式：该模式下，模块可作为主机工作。
- 从模式：该模式下，模块可作为从机工作。

表 13：PCM 接口引脚定义

引脚号	引脚名	I/O	描述	直流特性	备注
20	PCM_CLK	DIO	PCM 时钟	1.8 V	
22	PCM_DIN	DI	PCM 数据输入	1.8 V	
24	PCM_DOUT	DO	PCM 数据输出	1.8 V	
28	PCM_SYNC	DIO	PCM 帧同步	1.8 V	8 kHz

下图为 PCM 接口的参考设计。

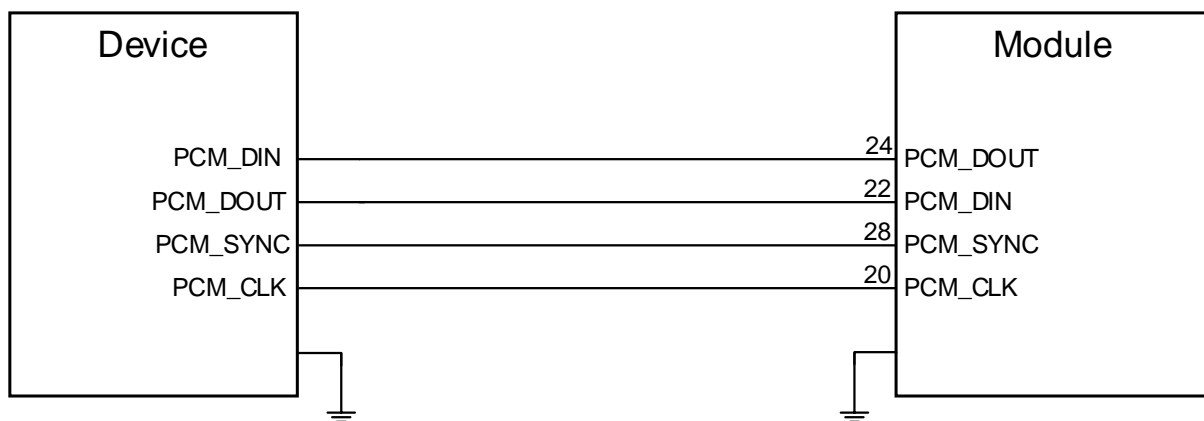


图 23：PCM 参考设计

4.5. SPI 接口

表 14: SPI 接口引脚定义

引脚号	引脚名	I/O	描述	直流特性
59	SPI_CS	DO	SPI 片选	1.8 V
60	SPI_DI	DI	SPI 输入	1.8 V
61	SPI_CLK	DO	SPI 时钟	1.8 V
63	SPI_DO	DO	SPI 输出	1.8 V

下图为 SPI 接口的参考设计。

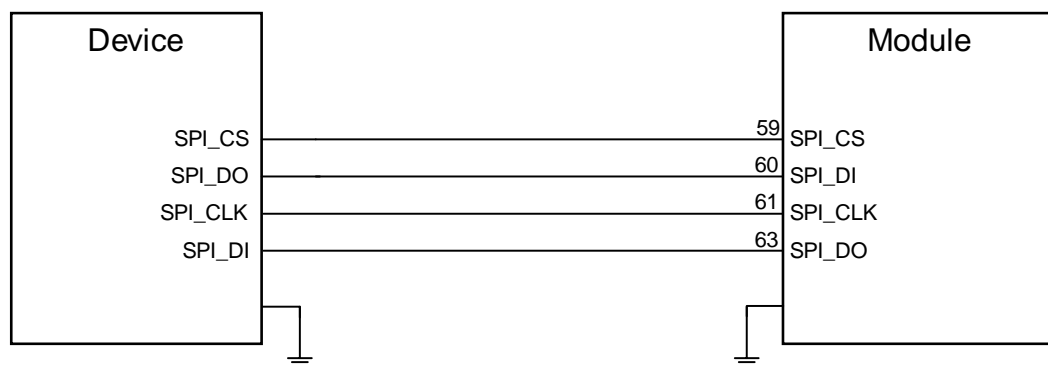


图 24: SPI 参考设计

4.6. I2C 接口

RM500U-CN 模块提供一路 I2C 接口，最大速率可达 3.4 Mbps。

表 15: I2C 接口引脚定义

引脚号	引脚名	I/O	描述	直流特性	备注
25	I2C_SCL	OD	I2C 时钟	1.8 V	需外部加上拉, 不使用

68	I2C_SDA	OD	I2C 数据	1.8 V	可悬空。
----	---------	----	--------	-------	------

下图为 I2C 接口的参考设计。

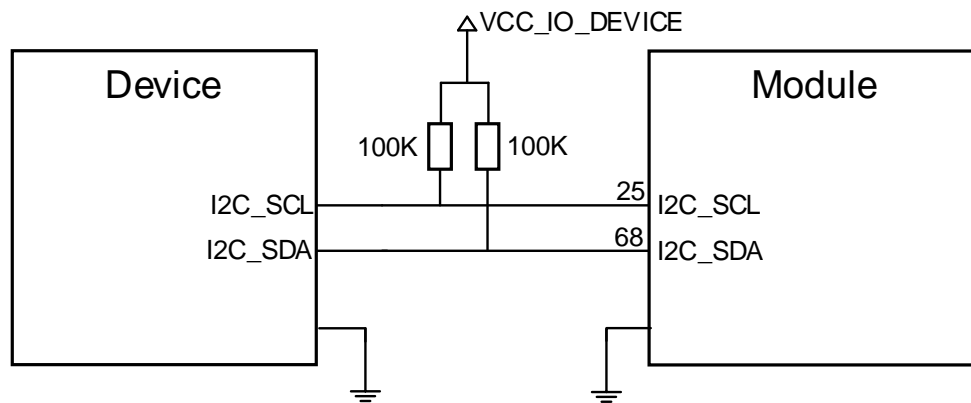


图 25: I2C 参考设计

4.7. UART 接口

RM500U-CN 有一路串口，可用于数据传输和发送 AT 命令，支持默认波特率 115200 bps。

表 16: UART 接口引脚定义

引脚号	引脚名	I/O	描述	直流特性
62	UART_RXD	DI	主串口接收	1.8 V
64	UART_TXD	DO	主串口发送	1.8 V

RM500U-CN 模块的串口电平为 1.8 V。若客户主机系统电平为 3.3 V，则需在模块和主机的串口连接中增加电平转换器，推荐使用 TI 公司的 TXS0108EPWR。

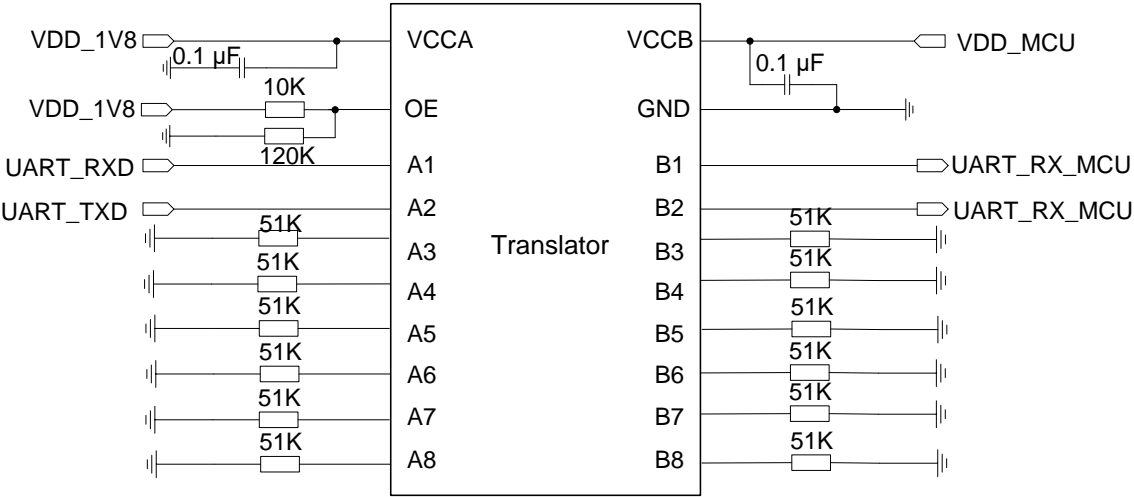


图 26: UART 电平转换

4.8. B 码授时接口*

RM500U-CN 提供 B 码输出接口，用于外部设备的授时。

表 17: B 码输出接口引脚定义

引脚号	引脚名	I/O	描述	直流特性
26	B_CODE_OUT	DO	B 码授时	1.8 V

下图为 B 码输出参考设计。

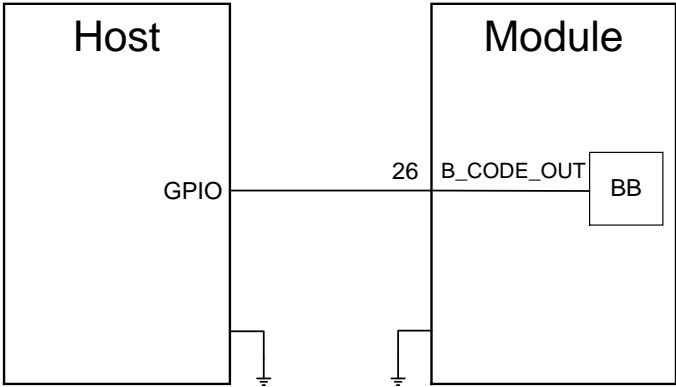


图 27: B 码输出参考设计图

4.9. 控制和状态指示接口

表 18: 控制和状态指示接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	直流特性
8	W_DISABLE1#*	DI	飞行模式控制	
10	WWAN_LED#*	OD	射频状态指示灯	
23	WAKE_ON_WAN#*	OD	唤醒主机	
38	WAKEUP_IN	DI、PU	睡眠唤醒控制	1.8 V

4.9.1. W_DISABLE1#*

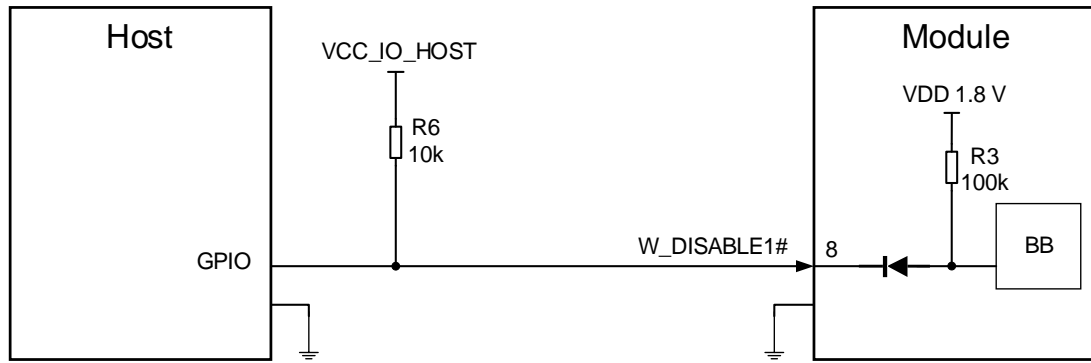
通过 W_DISABLE1# 引脚控制可控制 RM500U-CN 开启或关闭飞行模式。该引脚在模块内部默认上拉，兼容 1.8 V 和 3.3 V 两种电压域。将该引脚拉为低电平可将模块设置为飞行模式。在飞行模式下，射频功能将被关闭。

RM500U-CN 也可通过 AT 命令开启或关闭射频功能，如下表所示：

表 19: 射频功能状态

W_DISABLE1#	AT 命令	射频工作状态
高电平	AT+CFUN=1	开启
高电平	AT+CFUN=0 AT+CFUN=4	关闭
低电平	AT+CFUN=0 AT+CFUN=1 AT+CFUN=4	关闭

W_DISABLE1# 参考设计如下图所示。该引脚在模块内部已上拉至 1.8 V。因此，主机设备的控制信号（GPIO）可以是 1.8 V 或 3.3 V 电平。W_DISABLE1# 为低电平有效。



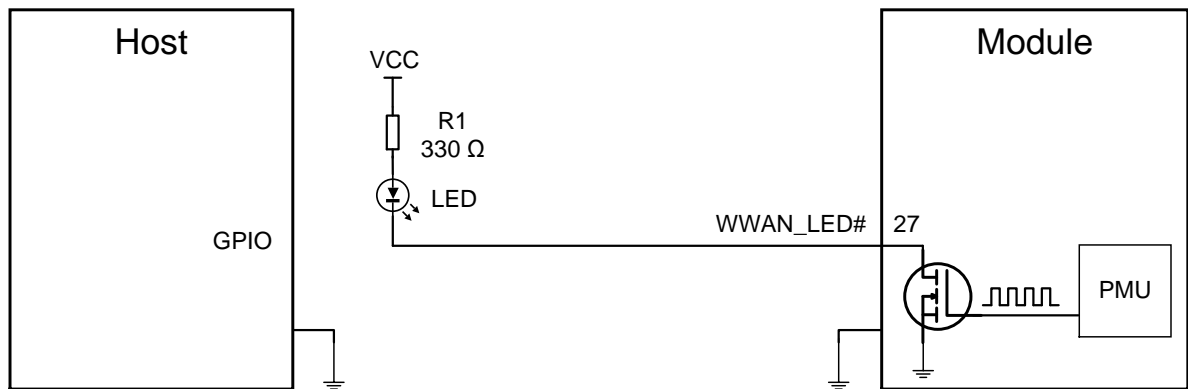
注：VCC_IO_HOST的典型电压值可为1.8 V或3.3 V。

图 28: W_DISABLE1#参考电路图

4.9.2. WWAN_LED#

WWAN_LED#用于指示模块的射频工作状态，该引脚灌电流最大为 27 mA。

如下图所示，为了避免该引脚在过流状态下工作，须在 LED 通路上串联一个限流电阻。



注：VCC可以与模块供电电源是同一个网络。

图 29: WWAN_LED#参考电路图

表 20: WWAN_LED#射频状态指示介绍

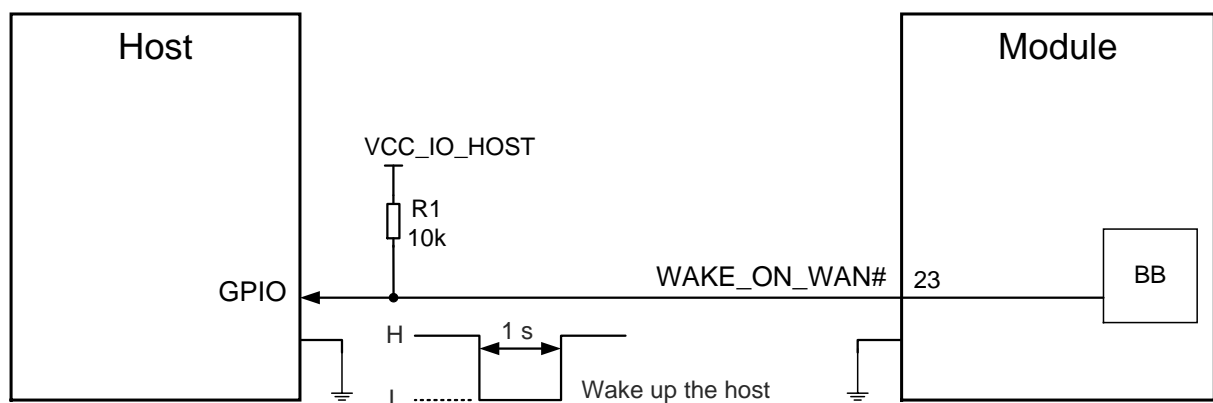
WWAN_LED#逻辑电平	描述
低电平（指示灯亮）	射频功能开启
高电平（指示灯灭）	<p>如下满足任一条，射频功能将关闭：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● (U)SIM 卡未供电或(U)SIM 卡未嵌入卡座； ● W_DISABLE1#为低电平（开启飞行模式）； ● AT+CFUN=0（关闭射频功能）。

4.9.3. WAKE_ON_WAN#

WAKE_ON_WAN# 是一个漏极开路形式的输出信号，主机端须添加一个上拉电阻。当模块有 URC 上报时，该引脚将输出持续时间为 1 s 的低电平脉冲信号以唤醒主机设备。

表 21: WAKE_ON_WAN#信号状态

WAKE_ON_WAN#状态	模块运行状态
输出 1 s 的低电平脉冲信号	电话/短信/数据传入（唤醒主机）
始终处于高电平	空闲模式/睡眠模式



注：由于模块内部 23 引脚为漏极开路，故 VCC_IO_HOST 的电压值由主机端决定。

图 30: WAKE_ON_WAN#参考电路图

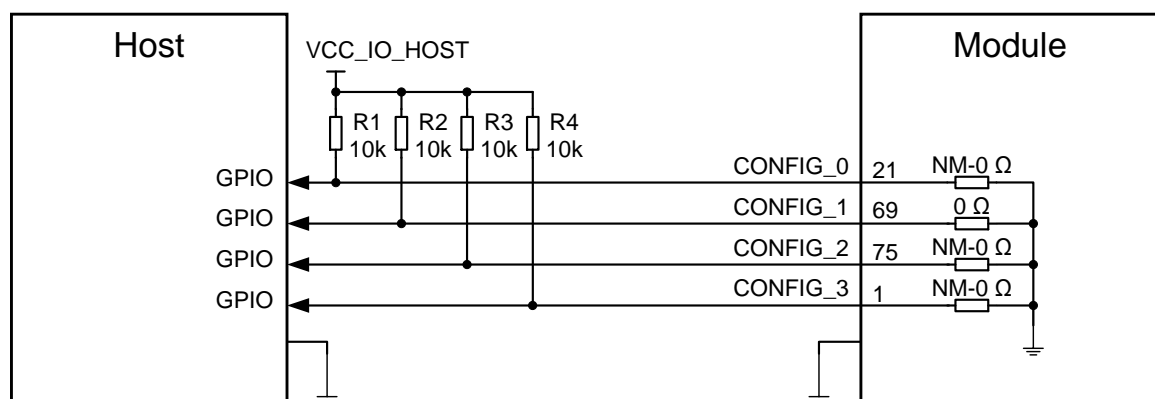
4.10. 配置引脚

RM500U-CN 提供了四个配置引脚，定义如下表。

表 22: CONFIG 配置引脚

引脚号	引脚名	I/O	电压域	描述
21	CONFIG_0	DO	1.8/3.3 V	模块内部悬空
69	CONFIG_1	DO	1.8/3.3 V	模块内部接地
75	CONFIG_2	DO	1.8/3.3 V	模块内部悬空
1	CONFIG_3	DO	1.8/3.3 V	模块内部悬空

下图为这四个引脚的参考电路。



注: VCC_IO_HOST 的电压值由主机端决定, 可以为 1.8 V 或者 3.3 V。

图 31: CONFIG 引脚参考电路图

表 23: M.2 规范的配置引脚列表

CONFIG_0 (Pin 21)	CONFIG_1 (Pin 69)	CONFIG_2 (Pin 75)	CONFIG_3 (Pin 1)	模块类型和主机接口	端口配置
NC	GND	NC	NC	Quectel defined	2

5 射频特性

RM500U-CN 提供四个天线接口：ANT0、ANT1、ANT2 和 ANT3，天线端口的阻抗为 50 Ω 。

5.1. 天线接口

5.1.1. 天线接口介绍

表 24：天线接口引脚定义

引脚名称	I/O	描述	备注
ANT0	AIO	天线 0 接口： LTE: LMHB TRX 5G NR: n1/n28* TRX & n41/n77/n78/n79 TRX1	50 Ω 特性阻抗
ANT1	AIO	天线 1 接口： 5G NR: n41 DRX0 & n77/78/79 DRX1 & n1 DRX MIMO	50 Ω 特性阻抗
ANT2	AIO	天线 2 接口： 5G NR: n41/77/78/79 TRX0 & n1 PRX MIMO	50 Ω 特性阻抗
ANT3	AIO	天线 3 接口： LTE: LMHB DRX 5G NR: n1/n28* DRX & n41 DRX1 & n77/78/79 DRX0	50 Ω 特性阻抗

5.1.2. 天线端口映射

表 25：RM500U-CN 天线端口映射

天线	4G LTE	5G NR				低频 (MHz)	中高频 (MHz)	n77/78 (MHz)	n79 (MHz)
		n1	n28*	n41	n77/ 78/79				
ANT 0	LMHB TRX	TRX	TRX	TRX1	TRX1	699~960	1710~2690	3300~4200	4400~5000

ANT 1	-	DRX MIMO	-	DRX0	DRX1	-	1710~2690	3300~4200	4400~5000
ANT 2	-	PRX MIMO	-	TRX0	TRX0	-	2110~2690	3300~4200	4400~5000
ANT 3	LMHB DRX	DRX	DRX	DRX1	DRX0	699~960	2110~2690	3300~4200	4400~5000

5.1.3. 工作频率

5.1.3.1. 蜂窝网络工作频率

表 26: RM500U-CN 蜂窝网络工作频率

频段	发射频率 (MHz)	接收频率 (MHz)	LTE-FDD	LTE-TDD	WCDMA	5G NR
B1	1920~1980	2110~2170	B1	-	B1	n1
B2	1850~1910	1930~1990	B2	-	B2	-
B3	1710~1785	1805~1880	B3	-	-	-
B5	824~849	869~894	B5	-	B5	-
B7	2500~2570	2620~2690	B7	-	-	-
B8	880~915	925~960	B8	-	B8	-
B20	832~862	791~821	B20	-	-	-
B28	703~748	758~803	B28	-	-	n28
B34	2010~2025	2010~2025	-	B34	-	-
B38	2570~2620	2570~2620	-	B38	-	-
B39	1880~1920	1880~1920	-	B39	-	-
B40	2300~2400	2300~2400	-	B40	-	-
B41	2496~2690	2496~2690	-	B41	-	n41
n77	3300~4200	3300~4200	-	-	-	n77
n78	3300~3800	3300~3800	-	-	-	n78
n79	4400~5000	4400~5000	-	-	-	n79

5.1.4. 射频接收灵敏度

表 27: RM500U-CN 传导接收灵敏度

频段	主集	分集	主集 + 分集 ¹⁾	3GPP (主集 + 分集)
WCDMA B1	TBD	TBD	TBD	-106.7 dBm
WCDMA B2	TBD	TBD	TBD	-104.7 dBm
WCDMA B5	TBD	TBD	TBD	-104.7 dBm
WCDMA B8	TBD	TBD	TBD	-103.7 dBm
LTE-FDD B1 (10 MHz)	TBD	TBD	TBD	-96.3 dBm
LTE-FDD B2 (10 MHz)	TBD	TBD	TBD	-94.3 dBm
LTE-FDD B3 (10 MHz)	TBD	TBD	TBD	-93.3 dBm
LTE-FDD B5 (10 MHz)	TBD	TBD	TBD	-94.3 dBm
LTE-FDD B7 (10 MHz)	TBD	TBD	TBD	-94.3 dBm
LTE-FDD B8 (10 MHz)	TBD	TBD	TBD	-93.3 dBm
LTE-FDD B20 (10 MHz)	TBD	TBD	TBD	-93.3 dBm
LTE-FDD B28 (10 MHz)	TBD	TBD	TBD	-94.8 dBm
LTE-TDD B34 (10 MHz)	TBD	TBD	TBD	-96.3 dBm
LTE-TDD B38 (10 MHz)	TBD	TBD	TBD	-96.3 dBm
LTE-TDD B39 (10 MHz)	TBD	TBD	TBD	-96.3 dBm
LTE-TDD B40 (10 MHz)	TBD	TBD	TBD	-96.3 dBm
LTE-TDD B41 (10 MHz)	TBD	TBD	TBD	-94.3 dBm
n1	TBD	TBD	TBD	TBD
n28	TBD	TBD	TBD	TBD
n41	TBD	TBD	TBD	TBD
n77	TBD	TBD	TBD	TBD
n78	TBD	TBD	TBD	TBD

n79	TBD	TBD	TBD	TBD
-----	-----	-----	-----	-----

备注

¹⁾ 主集 + 分集是一种智能天线技术，在发送端使用单个天线，在接收端使用两个天线，可以提高 Rx 性能。

5.1.5. 射频输出功率

表 28：射频输出功率

频段	发射功率最大值	发射功率最小值
WCDMA B1/B2/B5/B8	24 dBm +1/-3 dB	< -49 dBm
LTE-FDD B1/B2/B3/B5/B7/B8/B20/B28	23 dBm ±2 dB	< -39 dBm
LTE-TDD B34/B38/B39/B40/B41 LTE-TDD B41 (HPUE)	23 dBm ±2 dB 26 dBm ±2 dB	< -39 dBm
5G NR n41	23 dBm +2/-2 dB (Class 3)	< -40 dBm (BW: 10~100 MHz) ¹⁾
5G NR n77/n78/n79	23 dBm +2/-3 dB (Class 3)	
5G NR n41/n77/n78/n79 (HPUE)	26 dBm +2/-3 dB (Class 2)	
5G NR n1	23 dBm +2/-2 dB (Class 3)	< -40 dBm (BW: 5~20 MHz) ¹⁾
5G NR n28*	23 dBm +2/-2.5 dB (Class 3)	

备注

¹⁾ 对于 5G NR TDD 频段，此要求的标准参考为《3GPP TS 38.101-1 [2] clause 6.3.1》

5.2. 射频连接器

5.2.1. 射频连接器位置

RM500U-CN 有四个射频连接器，位置如下图所示：



图 32: 射频连接器位置图

5.2.2. 射频连接器尺寸

RM500U-CN 装配有标准的 2 mm × 2 mm 射频连接器，方便天线的安装连接，连接器尺寸如下图所示：

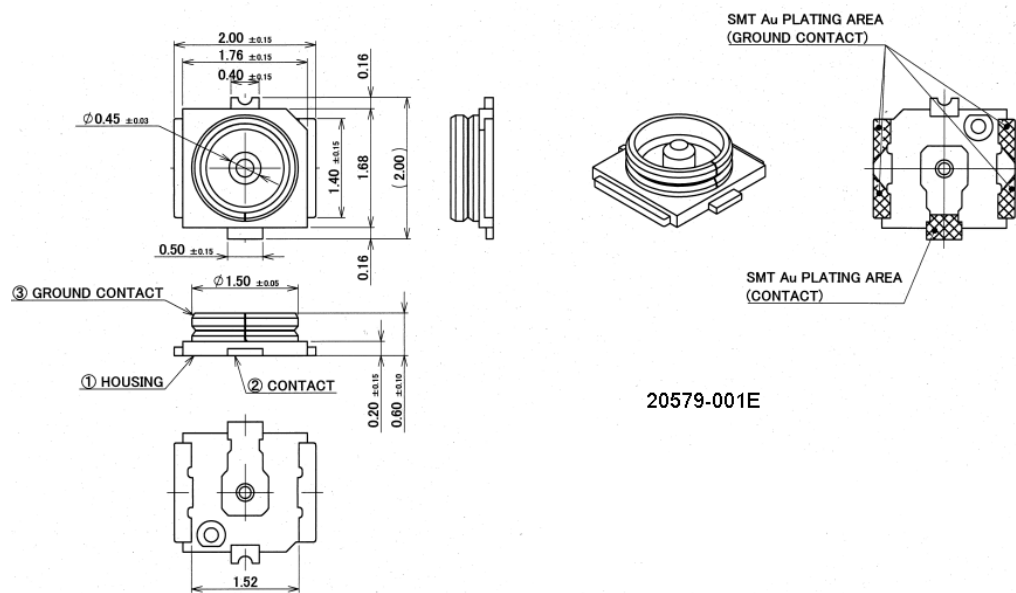


图 33: 射频连接器尺寸（单位：mm）

表 29: 射频连接器主要特性

参数	规范
标称频率范围	DC to 6 GHz
标称阻抗	50 Ω
温度范围	-40 ~ +85 °C
电压驻波比 (VSWR)	符合要求: 最大 1.3 (DC~3 GHz) 最大 1.45 (3~6 GHz)

5.2.3. 天线安装

与模块射频连接器进行连接的天线连接器支持两种规格，最大高度为 1.2 mm，直径为 0.81 mm 的同轴电缆或者最大高度为 1.45 mm，直径为 1.13 mm 的同轴电缆。

下图展示了同轴线直径为 0.81 mm 的插头规格：

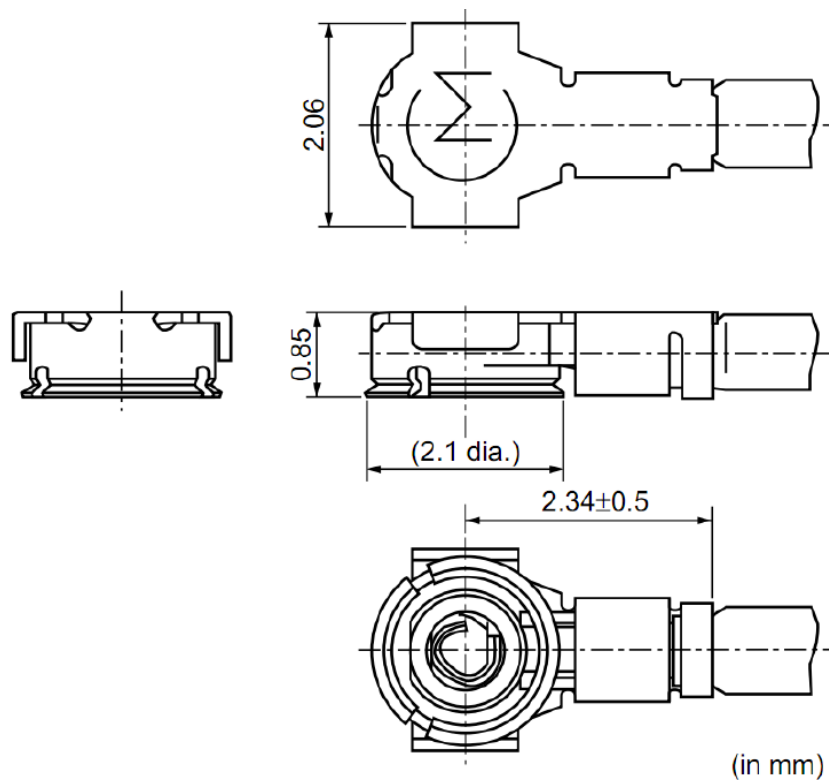


图 34: 同轴线直径为 0.81 mm 的插头规格

下图展示了模块上的射频连接器和铜轴线直径 0.81 mm 的插头之间的连接：

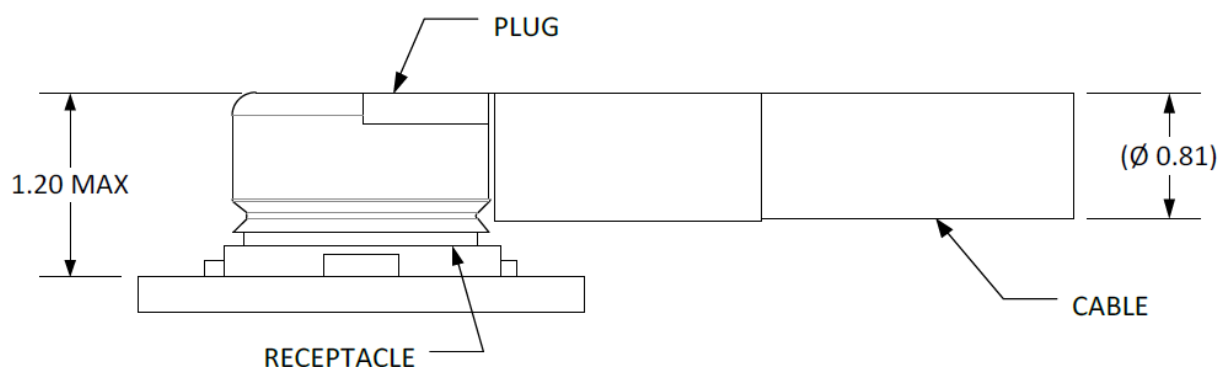


图 35：同轴线直径为 0.81 mm 插头和射频连接器之间的连接

下图展示了同轴线直径为 1.13 mm 的插头和模块上的射频连接器之间的连接：

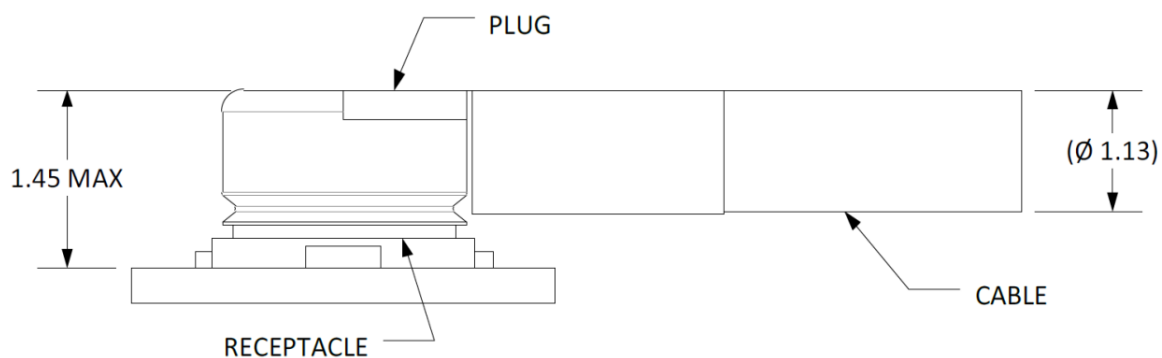


图 36：同轴线直径为 1.13 mm 插头和射频连接器之间的连接

5.2.4. 推荐射频连接器装配

5.2.4.1. 手动插拔同轴电缆插头

下图展示了安装天线连接器的方式， $\theta = 90^\circ$ OK， $\theta \neq 90^\circ$ NG。

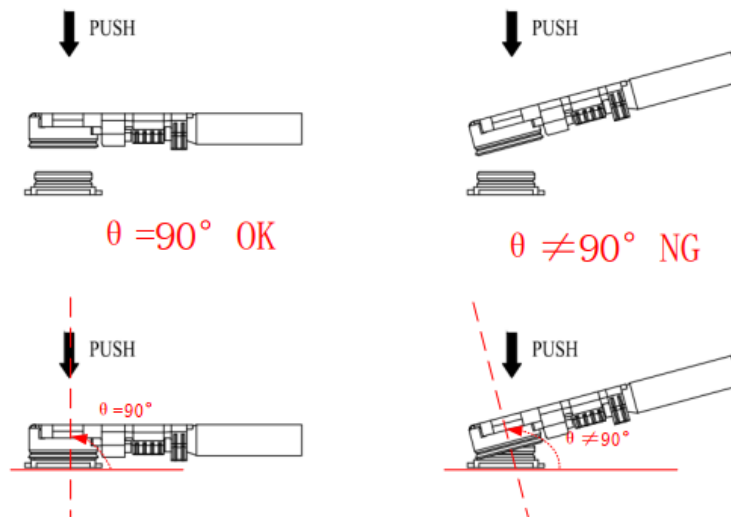


图 37：插入同轴电缆插头示意图

下图展示了拔出同轴线插头的示意图， $\theta = 90^\circ$ OK， $\theta \neq 90^\circ$ NG。

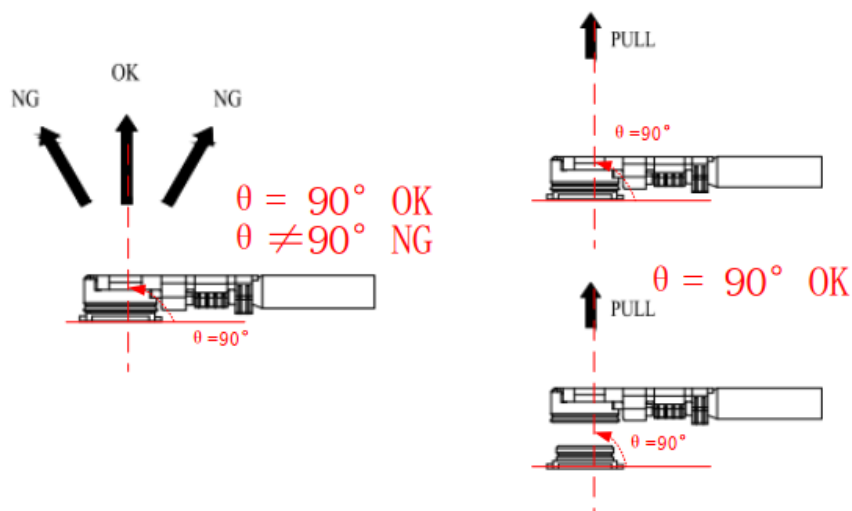


图 38：拔出同轴电缆插头示意图

5.2.4.2. 治具插拔同轴电缆插头

治具插拔同轴电缆插头示意图如下， $\theta = 90^\circ$ OK， $\theta \neq 90^\circ$ NG。

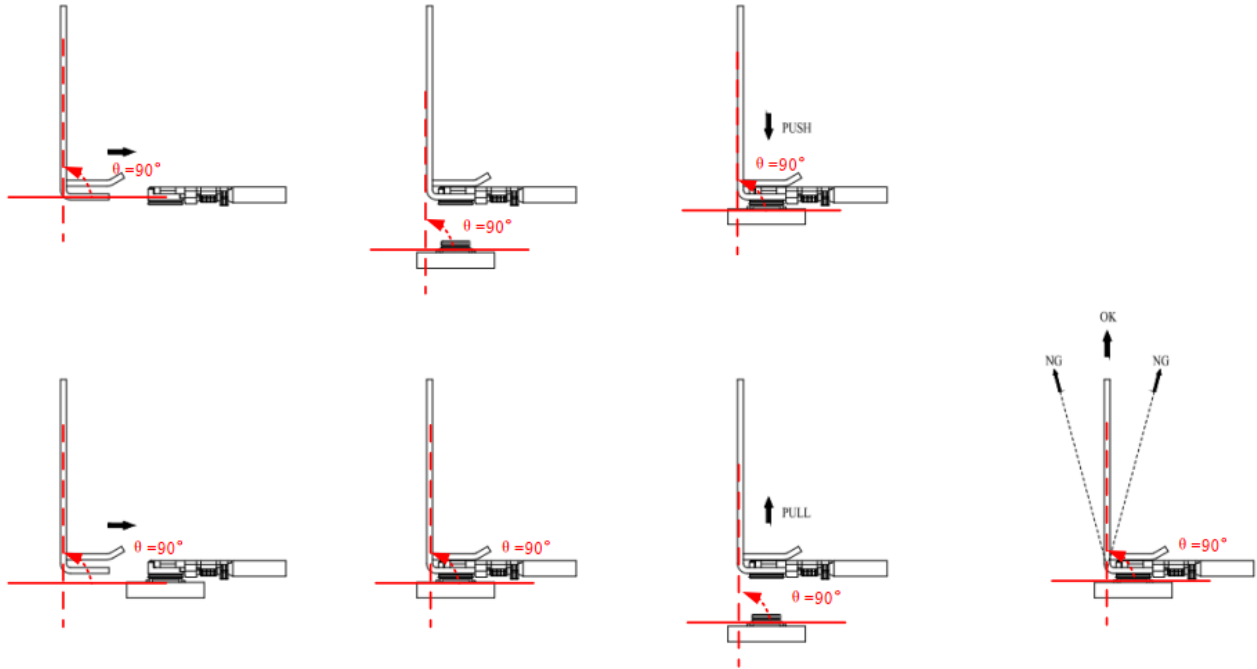


图 39: 治具插拔同轴电缆插头示意图

5.2.5. 推荐的射频连接器和线的制造商

更多信息，请访问 <https://www.i-pex.com>。

6 电气特性和可靠性

6.1. 电源要求

根据《PCI Express M.2 Specification Revision 3.0, Version 1.2》规范说明，RM500U-CN 的典型输入电压为 3.7 V。下表为 RM500U-CN 的电源要求。

表 30：电源要求

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VCC	模块主电源	3.4	3.7	4.4	V
电源纹波		-	30	100	mV
电压跌落		-	-	165	mV

6.2. 耗流

表 31：RM500U-CN 耗流

描述	条件	典型值	单位
关机模式	模块关机	85	μA
	AT+CFUN=0 (USB disconnected)	TBD	mA
	WCDMA PF = 64 (USB disconnected)	TBD	mA
睡眠模式	WCDMA PF = 128 (USB disconnected)	TBD	mA
	WCDMA PF = 512 (USB disconnected)	TBD	mA
	LTE-FDD PF = 32 (USB disconnected)	TBD	mA

	LTE-FDD PF = 64 (USB disconnected)	TBD	mA
	LTE-FDD PF = 128 (USB disconnected)	TBD	mA
	LTE-TDD PF = 32 (USB disconnected)	TBD	mA
	LTE-TDD PF = 64 (USB disconnected)	TBD	mA
	LTE-TDD PF = 128 (USB disconnected)	TBD	mA
空闲模式	WCDMA PF = 64 (USB disconnected)	TBD	mA
	WCDMA PF = 64 (USB connected)	TBD	mA
	LTE-FDD PF = 64 (USB disconnected)	TBD	mA
	LTE-FDD PF = 64 (USB connected)	TBD	mA
	LTE-TDD PF = 64 (USB disconnected)	TBD	mA
	LTE-TDD PF = 64 (USB connected)	TBD	mA
WCDMA 最大发射功率 (GNSS 关闭)	WCDMA B1 HSDPA CH10700 @ 23 dBm	TBD	mA
	WCDMA B1 HSUPA CH10700 @ 23 dBm	TBD	mA
	WCDMA B2 HSDPA CH9800 @ 23 dBm	TBD	mA
	WCDMA B2 HSUPA CH9800 @ 23 dBm	TBD	mA
	WCDMA B5 HSDPA CH4408 @ 23 dBm	TBD	mA
	WCDMA B5 HSUPA CH4408 @ 23 dBm	TBD	mA
	WCDMA B8 HSDPA CH3012 @ 23 dBm	TBD	mA
	WCDMA B8 HSUPA CH3012 @ 23 dBm	TBD	mA
LTE 最大发射功率 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 CH300 @ 23 dBm	TBD	mA
	LTE-FDD B2 CH900 @ 23 dBm	TBD	mA
	LTE-FDD B3 CH1575 @ 23 dBm	TBD	mA
	LTE-FDD B5 CH2525 @ 23 dBm	TBD	mA
	LTE-FDD B7 CH3100 @ 23 dBm	TBD	mA
	LTE-FDD B8 CH3625 @ 23 dBm	TBD	mA
	LTE-FDD B20 CH6300 @ 23 dBm	TBD	mA

5G NR 最大发射功率 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B28 CH9435 @ 23 dBm	TBD	mA
	LTE-TDD B34 CH36275 @ 23 dBm	TBD	mA
	LTE-TDD B38 CH38000 @ 23 dBm	TBD	mA
	LTE-TDD B39 CH38450 @ 23 dBm	TBD	mA
	LTE-TDD B40 CH39150 @ 23 dBm	TBD	mA
	LTE-TDD B41 CH40620 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-FDD n1 CH424000 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-FDD n1 CH428000 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-FDD n1 CH432000 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-FDD n28 CH153600 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-FDD n28 CH156600 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-FDD n28 CH158600 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-TDD n41 CH501204 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-TDD n41 CH518598 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-TDD n41 CH535998 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-TDD n78 CH620668 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-TDD n78 CH636666 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-TDD n78 CH652666 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-TDD n79 CH695090 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-TDD n79 CH713522 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-TDD n79 CH731976 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-FDD n1 CH423000 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-FDD n1 CH428000 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-FDD n1 CH433000 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-FDD n28 CH152600 @ 23 dBm	TBD	mA
	5G NR-FDD n28 CH156100 @ 23 dBm	TBD	mA

	5G NR-FDD n28 CH159600 @ 23 dBm	TBD	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B1 CH10700 @ 23 dBm	TBD	mA
	WCDMA B8 CH3012 @ 23 dBm	TBD	mA

6.3. 数字逻辑电平特性

表 32: I/O 特性要求

参数	描述	最小值	最大值	单位
V_{IH}	输入高电压	0	$0.3 \times V_{pad}$	V
V_{IL}	输入低电压	$0.7 \times V_{pad}$	V_{pad}	V
V_{OH}	输出高电压	$0.9 \times V_{pad}$	V_{pad}	V
V_{OL}	输出低电压	0	$0.1 \times V_{pad}$	V

备注

V_{pad} 为模块 I/O 电压域。

6.4. 静电防护

在模块应用过程中，由于人体静电和微电子间带电摩擦等产生的静电会通过各种途径放电给模块，可能对模块造成一定的损坏，因此 ESD 防护应受到重视。在开发、生产组装和测试等过程中，尤其在产品设计中，均应采取 ESD 防护措施。例如，在电路设计的接口处以及易受静电放电损坏或影响的位置，应增加防静电保护，在产品生产过程中应佩戴防静电手套等。

下表为模块的静电放电特性。

表 33：静电放电特性（温度：25 °C，湿度：40 %）

测试接口	接触放电	空气放电	单位
VCC、GND	±5	±10	kV
天线接口	±4	±8	kV
其他接口	±0.5	±1	kV

6.5. 散热设计

RM500U-CN 设计用于工作在一个扩展的温度范围。为了在长时间的高温或极端条件下（如以最大的功率或数据速率）工作时达到最佳性能，强烈建议在模块和主 PCB 之间添加散热垫或其他导热化合物进行散热。

底部散热区域（即添加热垫区域）如下图所示，模块内部的 BB、PMU、PA 芯片上也添加导热化合物。尺寸以毫米为单位。

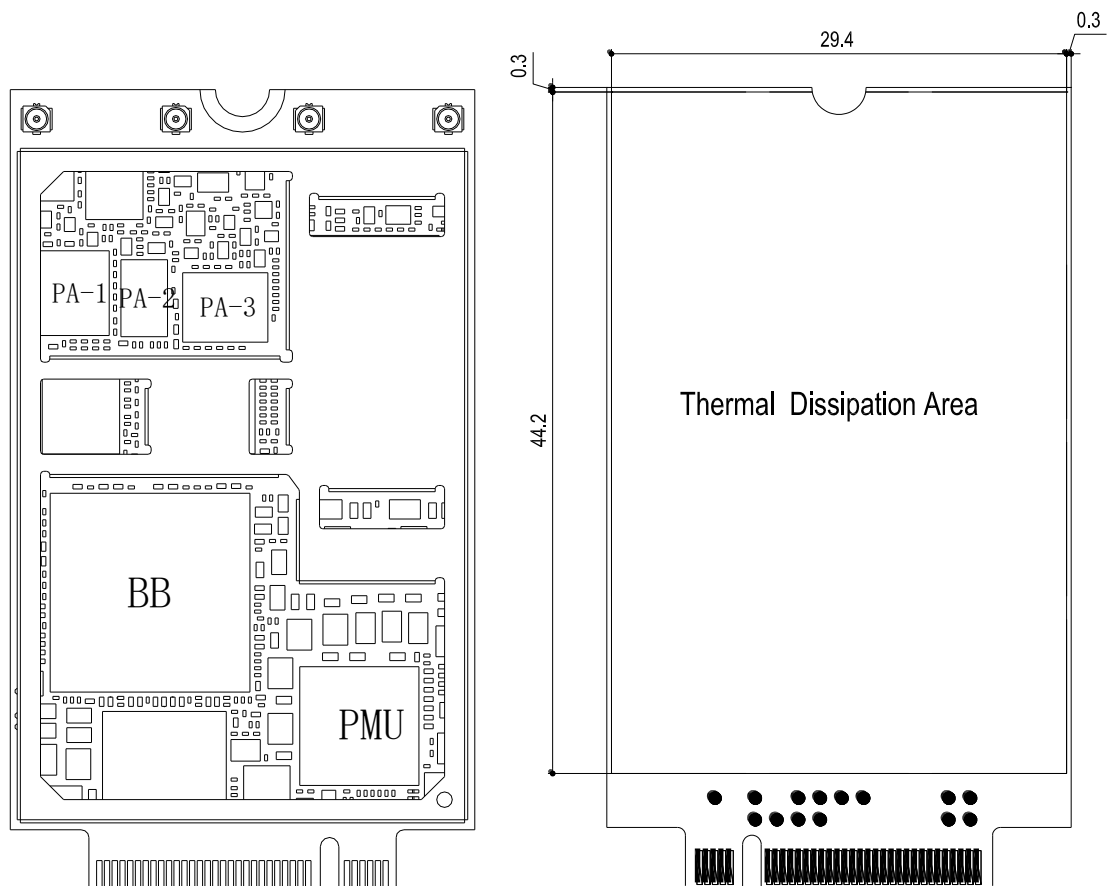


图 40：内部点胶器件和底部散热区域

其他增强散热性能的措施如下所示：

- 在 PCB 上增加尽可能多的地过孔；
- 最大化模块上方/周围的气流；
- 使模块远离其他热源；
- 模块的固定孔必须接到 PCB 的主地；
- 模块背面散热区域正下方的主板 PCB 建议露铜；
- 如果可能的话，在模块上表面放置一个散热器，并且这个散热器的散热翅片越多越好。

备注

如果需要在模块上添加防护涂层，请勿使用任何可能与 PCB 或屏蔽盖发生化学反应的涂层材料，并防止涂层材料流入模块。

6.6. 绝对最大额定值

下表为模块的数字和模拟引脚上的电源和电压的绝对最大额定值。

表 34：绝对最大额定值

参数	最小值	最大值	单位
VCC	-0.3	6	V
VCC 最大电流	0	TBD	A
数字接口电压	-0.3	1.98	V

6.7. 工作和存储温度

表 35：工作和存储温度

参数	最小值	典型值	最大值	单位
工作温度范围 ¹⁾	-30	+25	+60	°C
扩展温度范围 ²⁾	-40	-	+85	°C

存储温度范围	-40	-	+90	°C
--------	-----	---	-----	----

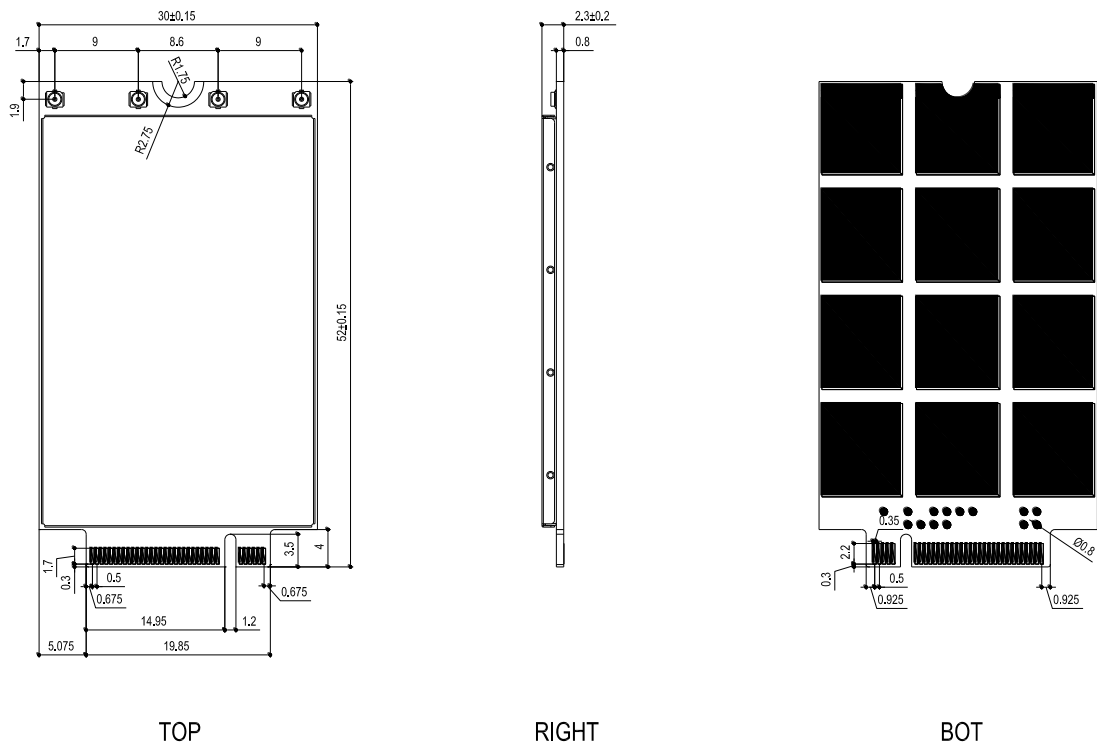
备注

- 1) 当模块在此温度范围工作时，模块的相关性能满足 3GPP 标准要求。
- 2) 为了满足这个扩展的温度范围，您需要确保有效的散热，例如，通过添加被动或主动散热器。在此范围内，模块仍可在没有任何不可恢复的故障的情况下建立和维护语音、短信、紧急呼叫等功能。无线电频谱和无线电网络不受影响，但是一个或多个参数(如 Pout)的值可能会减少，超过 3GPP 规定的公差。当温度恢复到正常工作温度水平时，模块将再次满足 3GPP 规格。

7 机械尺寸和包装

本章主要介绍 RM500U-CN 模块的机械尺寸和包装规格。除非另有说明，否则所有尺寸均以毫米为单位，公差为 ± 0.05 mm。

7.1. 模块机械尺寸



Quectel_RM500U-CN_2D_Dimensions
Unlabeled tolerance: ± 0.15 mm

图 41: RM500U-CN 机械尺寸 (单位: mm)

7.2. 模块设计效果图



图 42：模块俯视和底视图

备注

如上为模块的设计效果图。实际的产品外观和标签信息，请参照移远通信的模块实物。

7.3. M.2 连接器

RM500U-CN 采用标准的 PCI Express M.2 连接器，该连接器符合文档 [4] 中列出的规格和标准。

7.4. 包装

RM500U-CN 模块包装在托盘中。下图为托盘尺寸。

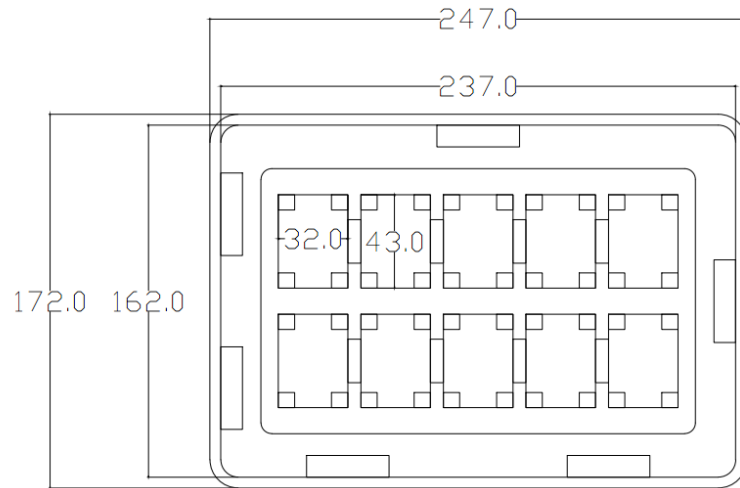


图 43: 托盘尺寸 (单位: 毫米)

每个托盘包含 10 个模块。最小的包装包含 100 个模块。纸盘包装程序如下。

1. 使用 10 个托盘一次性包装 100 个模块 (托盘尺寸: 247 mm × 172 mm)。
2. 将一个空托盘放在堆叠 10 个托盘组合的顶部。
3. 如下图所示, 用胶带将纸叠固定为 “#” 形。
4. 用包装袋包装堆叠, 然后用胶带将其固定。
5. 将 IMEI 号列表放入纸箱中。
6. 密封纸箱, 然后用密封贴纸 (纸箱尺寸: 250 mm × 175 mm × 128 mm) 在封条上贴上标签。



图 44: 托盘包装步骤

8 附录 参考文档及术语缩写

表 36: 参考文档

编号	文档名称	描述
[1]	Quectel_PCl_e_Card_EVB_User_Guide	PCle card EVB 用户指导
[2]	Quectel_RG50xQ&RM5xxQ_Series_AT_Commands_Manual	RG50xQ、RM5xxQ 系列模块 AT 命令手册
[3]	Quectel_射频 LAYOUT_应用指导	射频设计应用指导
[4]	PCI Express M.2 Specification Revision 3.0	PCI express M.2 规范
[5]	Quectel_RM500U-CN_CA&EN-DC_Features	RM500U-CN 模块 CA&EN-DC 特性

表 37: 术语和缩略语

术语	英文全称	中文全称
bps	bits per second	位每秒
CPE	Customer-Premise Equipment	用户驻地设备
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol	挑战握手认证协议
DC-HSPA+	Double Carrier-High-Speed Packet Access+	双载波增强型高速分组接入
DFOTA	Delta Firmware Over-The-Air	固件空中差分升级
DL	Downlink	下行链路
EIRP	Equivalent Isotropically Radiated Power	等效全向辐射功率
ESD	Electrostatic Discharge	静电释放
FDD	Frequency Division Duplexing	频分复用
GNSS	Global Navigation Satellite System	全球导航卫星系统
GPS	Global Positioning System	全球定位系统

GRFC	Generic RF Control	通用射频控制
HSPA	High Speed Packet Access	高速数据包接入
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access	高速上行数据包接入
kbps	Kilo Bits Per Second	千比特每秒
LAA	License-Assisted Access	辅助许可访问
LED	Light Emitting Diode	发光二极管
LTE	Long Term Evolution	长期演进技术
Mbps	Mega Bits Per Second	兆比特每秒
MBIM	Mobile Broadband Interface Model	移动宽带接口模型
MIMO	Multiple-Input Multiple-Output	多入多出
MLCC	Multilayer Ceramic Chip Capacitor	片式多层陶瓷电容器
MMS	Multimedia Messaging Service	多媒体信息服务
MO	Mobile Originated	终端呼叫
MSB	Most Significant Bit	最高有效位
MT	Mobile Terminated	移动终端
NMOS	Negative-channel MOS (Metal-Oxide-Semiconductor)	N 型金属-氧化物-半导体
NPN	Negative-Positive-Negative	负-正-负极
PAP	Password Authentication Protocol	密码认证协议
PCB	Printed Circuit Board	印刷电路板
PCIe	Peripheral Component Interconnect Express	外设部件互连标准
PCM	Pulse Code Modulation	脉冲编码调制
PDU	Protocol Data Unit	协议数据单元
PME	Power Management Event	电源管理事件
PPP	Point-to-Point Protocol	点对点协议
RC	Root Complex	根复合体

RF	Radio Frequency	射频
RFFE	RF Front-End	射频前端
Rx	Receive	接收
SAR	Specific Absorption Rate	比吸收率
SCS	Subcarrier Spacing	载波间隔
SDR	Software-Defined Radio	软件无线电
SIMO	Single-Input Multiple-Output	单入多出
SMS	Short Message Service	短消息服务
Tx	Transmit	发送
UART	Universal Asynchronous Receiver & Transmitter	通用异步收发传输器
UL	Uplink	上行
URC	Unsolicited Result Code	非请求结果码
USB	Universal Serial Bus	通用串行总线
(U)SIM	(Universal) Subscriber Identity Module	（全球）用户识别模块
V _{IH}	Input High Voltage Level	输入高电压电平
V _{IL}	Input Low Voltage Level	输入低电压电平
V _{OH}	Output High Voltage Level	输出高电压电平
V _{OL}	Output Low Voltage Level	输出低电压电平
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access	宽带码分多址
WLAN	Wireless Local Area Network	无线局域网