

RM500Q-CN

硬件设计手册

5G 模块系列

版本：1.0

日期：2021-08-04

状态：受控文件



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
-	2021-02-07	Norton ZHANG/ Devon CHANG	文档创建
1.0	2021-08-04	Norton ZHANG/ Aragorn QIAO	受控版本

目录

安全须知.....	2
文档历史.....	3
目录.....	4
表格索引.....	7
图片索引.....	9
1 引言.....	10
1.1. 简介.....	10
1.2. 标准规范.....	10
1.3. 特殊符号.....	10
2 综述.....	11
2.1. 基本描述.....	11
2.2. 主要特性.....	12
2.3. 评估板.....	14
2.4. 功能框图.....	15
2.5. 引脚分配.....	16
2.6. 引脚描述.....	17
3 工作特性.....	22
3.1. 工作模式.....	22
3.1.1. 睡眠模式.....	22
3.1.2. 飞行模式.....	24
3.2. 与主机的通信模式.....	24
3.3. 电源设计.....	25
3.3.1. 减小电压跌落.....	25
3.3.2. 供电参考电路.....	26
3.3.3. 电压检测.....	27
3.4. 模块开机.....	27
3.5. 模块关机.....	29
3.5.1. 通过 FULL_CARD_POWER_OFF#关机.....	29
3.5.2. 通过 AT 命令关机.....	29
3.6. 模块复位.....	30
4 应用接口.....	33
4.1. (U)SIM 接口.....	33
4.1.1. (U)SIM 卡引脚定义.....	33
4.1.2. (U)SIM 热拔插.....	34
4.1.3. 常闭型(U)SIM 卡座.....	35
4.1.4. 常开型(U)SIM 卡座.....	36
4.1.5. 无检测引脚型(U)SIM 卡座.....	36
4.1.6. (U)SIM 电路注意事项.....	37
4.2. USB 接口.....	37

4.3.	PCIe 接口	38
4.3.1.	PCIe 工作模式	39
4.3.2.	PCIe 引脚定义	40
4.3.3.	PCIe 参考设计	41
4.3.4.	PCIe 时序	42
4.4.	PCM 接口	43
4.5.	控制和状态指示接口	44
4.5.1.	W_DISABLE1#	45
4.5.2.	W_DISABLE2#	45
4.5.3.	WWAN_LED#	46
4.5.4.	WAKE_ON_WAN#	47
4.5.5.	DPR*	48
4.5.6.	状态指示*	48
4.6.	蜂窝/WLAN 共存接口*	48
4.7.	天线调谐器控制接口	49
4.8.	控制引脚	49
5	射频特性	51
5.1.	天线接口	51
5.1.1.	天线接口介绍	51
5.1.2.	天线端口映射	52
5.1.3.	工作频率	52
5.1.4.	RF 接收灵敏度	53
5.1.5.	RF 输出功率	54
5.2.	GNSS 天线接口	54
5.2.1.	基本描述	54
5.2.2.	GNSS 工作频率	54
5.2.3.	GNSS 特性	55
5.3.	天线连接器	56
5.3.1.	天线连接器的位置	56
5.3.2.	天线连接器大小	57
5.3.3.	天线连接器安装	58
5.3.4.	推荐射频连接器装配	59
5.3.4.1.	手动插拔同轴电缆插头	59
5.3.4.2.	治具插拔同轴电缆插头	60
5.3.5.	推荐测试座和测试 cable 厂家	61
5.4.	天线要求	61
6	电气特性和可靠性	62
6.1.	电源要求	62
6.2.	耗流	62
6.3.	I/O 特性	64
6.4.	静电防护	65
6.5.	绝对最大额定值	66
6.6.	工作和存储温度	66

7	机械尺寸和包装	67
7.1.	模块机械尺寸	67
7.2.	模块设计效果图	68
7.3.	M.2 连接器.....	68
7.4.	包装	69
8	附录 参考文档及术语缩写	70

表格索引

表 1: 特殊符号	10
表 2: RM500Q-CN 模块支持的频段和 GNSS 类型	11
表 3: 模块主要特性	12
表 4: I/O 类型定义	17
表 5: 引脚描述	17
表 6: 工作模式	22
表 7: 电源和地引脚	25
表 8: FULL_CARD_POWER_OFF#引脚定义	27
表 9: 开机时间参数	28
表 10: FULL_CARD_POWER_OFF#控制模块关机时间参数	29
表 11: AT 命令关机时间参数	30
表 12: RESET#引脚定义	30
表 13: 模块复位时间参数	32
表 14: (U)SIM 接口引脚定义	33
表 15: USB 接口定义	37
表 16: PCIe 接口引脚定义	40
表 17: M.2 规范要求 PCIe 上电时序	42
表 18: PCIe 时序参数	43
表 19: PCM 接口引脚定义	44
表 20: 控制和状态指示接口	44
表 21: RF 功能状态	45
表 22: GNSS 功能状态	45
表 23: WWAN_LED#射频状态指示介绍	47
表 24: WAKE_ON_WAN#信号状态	47
表 25: DPR 信号的功能	48
表 26: 共存接口引脚定义	48
表 27: 天线调谐器控制接口定义	49
表 28: M.2 规范的配置引脚列表	49
表 29: 控制引脚定义	49
表 30: 天线接口引脚定义	51
表 31: RM500Q-CN 天线端口映射	52
表 32: RM500Q-CN 蜂窝网络工作频率	52
表 33: RM500Q-CN RF 传导接收灵敏度	53
表 34: RM500Q-CN 传导最大输出功率	54
表 35: GNSS 工作频率	54
表 36: GNSS 特性	55
表 37: RF 连接器主要特性	57
表 38: 天线要求	61
表 39: 电源要求	62
表 40: RM500Q-CN 耗流	62
表 41: I/O 特性	64

表 42: 1.8 V (U)SIM 卡 I/O 特性	64
表 43: 3.0 V (U)SIM 卡 I/O 特性	65
表 44: 静电放电特性 (温度: 25 °C, 湿度: 40 %)	65
表 45: 绝对最大额定值	66
表 46: 工作和存储温度	66
表 47: 参考文档	70
表 48: 术语和缩略语	70

图片索引

图 1: RM500Q-CN 模块功能框图	15
图 2: 引脚分配图	16
图 3: 睡眠模式下 DRX 运行时间与耗流关系图	23
图 4: 模块与主机 USB 连接示意图	23
图 5: 模块工作时的电源要求	25
图 6: VCC 引脚参考设计	26
图 7: 电源参考设计.....	26
图 8: 主机 GPIO 控制模块开/关机	27
图 9: 模块开机时序.....	28
图 10: FULL_CARD_POWER_OFF#关机时序图.....	29
图 11: AT 命令关机时序图.....	30
图 12: NPN 驱动 RESET#复位电路	31
图 13: 按键复位电路.....	31
图 14: RESET#复位时序图	32
图 15: 常闭型(U)SIM 卡座参考电路.....	35
图 16: 常开型(U)SIM 卡座参考电路.....	36
图 17: 6-pin (U)SIM 卡座参考电路.....	36
图 18: USB 3.1 和 2.0 接口参考电路	38
图 19: PCIe 参考电路.....	41
图 20: M.2 规范要求 PCIe 上电时序图	42
图 21: 模块要求 PCIe 上电时序图	42
图 22: 主模式时序图.....	43
图 23: 从模式时序图.....	44
图 24: W_DISABLE1#和 W_DISABLE2#参考电路.....	46
图 25: WWAN_LED#参考电路	46
图 26: WAKE_ON_WAN#参考电路.....	47
图 27: 控制引脚参考电路.....	50
图 28: 天线连接器分布示意图	56
图 29: 天线连接器尺寸（单位：mm）	57
图 30: 使用 Ø 0.81 mm 同轴电缆的匹配插头的规格.....	58
图 31: 使用 Ø 0.81 mm 同轴电缆时，RF 连接器和匹配插头之间的连接	58
图 32: 使用 Ø 1.13 mm 同轴电缆时，RF 连接器和匹配插头之间的连接	59
图 33: 插入同轴电缆插头示意图.....	59
图 34: 拔出同轴电缆插头示意图.....	60
图 35: 治具插拔同轴电缆插头示意图.....	60
图 36: RM500Q-CN 机械尺寸（单位：mm）	67
图 37: 模块俯视和底视图.....	68
图 38: 托盘尺寸（单位：毫米）	69
图 39: 托盘包装步骤.....	69

1 引言

1.1. 简介

本文档主要介绍 RM500Q-CN 模块及其射频和 M.2 硬件接口应用。

本文档有助于快速了解 RM500Q-CN 模块的接口规范、电气特性、机械规范及其他硬件信息。通过此文档的介绍，结合移远通信提供的相关手册和用户指导书，可快速使用该模块于多种无线应用场景。同时，可一并查看 RM500Q-CN 参考设计便于了解模块的外围电路设计，详情可参阅[文档 \[1\]](#)。

1.2. 标准规范

RM500Q-CN 符合以下标准规范：

- *PCI Express M.2 Specification Revision 3.0, Version 1.2*
- *PCI Express Base Specification Revision 3.0*
- *Universal Serial Bus Specification, Revision 3.1*
- *ISO/IEC 7816-3*
- *MIPI Alliance Specification for RF Front-End Control Interface version 2.0*
- 3GPP TS 27.007 和 3GPP TS 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。
[...]	在引脚名称后的，包含数字范围的中括号 [...] 表示所有相同类型的引脚。例如，ANTCTL [0:3] 表示所有四个 ANTCTL 引脚 ANTCTL0，ANTCTL1，ANTCTL2 和 ANTCTL3。

2 综述

2.1. 基本描述

RM500Q-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，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。RM500Q-CN 是标准的 M.2 Key-B WWAN 接口模块，符合 PCIe M.2 接口规范。更多详细信息，请参阅 *PCI Express M.2 Specification Revision 3.0, Version 1.2*。

RM500Q-CN 支持 Windows、Linux 和 Android 等嵌入式系统，并支持 GNSS 多模定位功能和语音功能以满足不同的应用场景需求。

RM500Q-CN 为工规级模块，仅适用于工业级和商业级应用。

模块支持的频段和 GNSS 类型如下表所示：

表 2：RM500Q-CN 模块支持的频段和 GNSS 类型

网络制式	RM500Q-CN
5G NR SA	n1/n28 ¹ /n41/n78/n79
5G NR NSA	n41/n78/n79
LTE-FDD	B1/B3/B5/B8
LTE-TDD	B34/B38/B39/B40/B41
WCDMA	B1/B8
GNSS	GPS/GLONASS/BeiDou(CAMPASS)/Galileo/QZSS

¹ n28 支持带宽为 703~733 MHz。

RM500Q-CN 模块可应用于如下终端场景：

- 平板电脑和笔记本电脑
- 远程监控设备
- 智慧测量设备
- 无线 CPE
- 智能电视
- 户外直播设备
- 无线路由器和交换机
- 其他无线终端设备

2.2. 主要特性

下表详细描述了 RM500Q-CN 模块的主要特性。

表 3：模块主要特性

参数	说明
功能接口	<ul style="list-style-type: none"> ● PCIe M.2 接口
供电	<ul style="list-style-type: none"> ● VCC 供电电压范围：3.135~4.4 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 3.1 和 USB 2.0 规范，USB 3.1 最大数据传输速率可达 10 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、软件调试和 GNSS NMEA 语句输出 ● USB 虚拟串口驱动：支持 Windows 7/8/8.1/10、Linux 2.6~5.10、Android 4.x~10.x 操作系统下的 USB 驱动
PCIe 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 符合 PCIe Gen3 规范，传输速率可达 8 Gbps，PCIe x 1 ● 用于发送 AT 命令、数据传输、固件升级、软件调试和 GNSS NMEA 语句输出
PCM 接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 可通过外置音频编解码器实现语音功能 ● 支持 16 位线性数据编码格式 ● 支持长短帧同步 ● 支持主从模式，且模块主模式时须是长帧同步
发射功率	<ul style="list-style-type: none"> ● WCDMA 频段：Class 3（24 dBm +1/-3 dB） ● LTE 频段：Class 3（23 dBm ±2 dB）

5G NR 特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 5G NR 频段: Class 3 (23 dBm \pm2 dB) ● 5G NR n41/n78/n79 频段 HPUE: Class 2 (26 dBm +2/-3 dB)
	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 3GPP Rel-15 ● 支持调制类型: <ul style="list-style-type: none"> - 上行: $\pi/2$-BPSK、QPSK、16QAM、64QAM 和 256QAM - 下行: QPSK、16QAM、64QAM 和 256QAM ● 支持 MIMO: <ul style="list-style-type: none"> - 上行: 2 \times 2 MIMO², n41/n78/n79 - 下行: 4 \times 4 MIMO, n1/n41/n78/n79 ● 支持 SCS 15 kHz³ 和 30 kHz³ ● 支持 SA 和 NSA 组网模式, 所有 5G 频段均支持 SA, n41/n78/n79 频段支持 NSA ● 支持 Option 3x、3a 和 Option 2 ● 最大传输速率⁴: <ul style="list-style-type: none"> - NSA: 下行 2.5 Gbps; 上行 525/550 Mbps⁵ - SA: 下行 2.1 Gbps; 上行 900 Mbps
LTE 特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 3GPP Rel-15 ● 最大支持 DL Cat 16/UL Cat 18 ● 支持调制类型: <ul style="list-style-type: none"> - 上行: QPSK、16QAM、64QAM 和 256QAM - 下行: QPSK、16QAM、64QAM 和 256QAM 支持 1.4~20 MHz (3CA) 射频带宽 ● 支持 1.4/3/5/10/15/20 MHz 射频带宽 ● B1/ B41 频段支持下行 4 \times 4 MIMO ● 最大传输速率⁴: 下行 1 Gbps; 上行 200 Mbps
	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 3GPP Rel-9 DC-HSDPA、HSPA+、HSDPA、HSUPA 和 WCDMA ● 支持 QPSK、16QAM 和 64QAM 调制 ● 最大传输速率⁴: <ul style="list-style-type: none"> - DC-HSDPA: 42 Mbps (下行) - HSUPA: 5.76 Mbps (上行) - WCDMA: 下行/上行 384 kbps
UMTS 特性	
分集接收天线接口	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 5G NR/LTE/WCDMA 分集接收
GNSS 特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 协议: NMEA 0183 ● 数据更新频率: 默认 1 Hz
天线接口	<ul style="list-style-type: none"> ● ANT0、ANT1_GNSSL5、ANT2 和 ANT3_GNSSL1 四个天线接口
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

² 仅在 5G TDD SA 模式下支持上行 2 \times 2 MIMO。

³ 5G NR FDD 频段只能支持 15 kHz SCS; 5G NR TDD 频段只能支持 30 kHz SCS。

⁴ 最大速率为理论值, 实际速率参考网络配置。

⁵ 525 Mbps 为典型值; 550 Mbps 为在 LTE 和 5G NR 上行 256QAM 均开启时的理论速率 (EN-DC 中 LTE UL 256QAM 默认为禁用, 暂无运营商部署, 且未经全面测试)。

网络协议	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 QMI 和 MBIM 协议
固件升级接口	<ul style="list-style-type: none"> ● USB 2.0 接口 ● PCIe 接口 ● DFOTA
短消息服务 (SMS)	<ul style="list-style-type: none"> ● 文本和 PDU 模式 ● 点对点短信收发 ● SMS 小区广播 ● SMS 存储：默认存储在模块
物理特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 尺寸：(30.0 ±0.15) mm × (52.0 ±0.15) mm × (2.3 ±0.2) mm ● 重量：约 8.9 g
温度范围	<ul style="list-style-type: none"> ● 工作温度：-30 ~ +75 °C ⁶ ● 扩展温度：-40 ~ +85 °C ⁷ ● 存储温度：-40 ~ +90 °C
RoHS	<ul style="list-style-type: none"> ● 所有器件均符合 EU RoHS 标准

2.3. 评估板

为便于 RM500Q-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 5G M.2 EVB、USB 转 232 串口线、USB Type-B 和 Type-C 线、天线及其他外设。详细信息请参考文档 [3]。

⁶ 在正常温度范围内工作时，模块的相关性能指标均满足 3GPP 标准要求。为满足此工作温度范围，需要增加相应的散热措施，例如使用散热器、热导管和均热板等。

⁷ 在扩展温度范围工作时，模块仍能保持正常工作状态，具备语音、短信、数据收发等功能，不会出现不可恢复的故障，射频和网络基本不受影响。仅个别指标（如输出功率）等参数的值可能会超出 3GPP 标准的范围。当温度回落至正常工作温度范围时，模块的各项指标仍符合 3GPP 标准。为满足此工作温度范围，需要增加相应的散热措施，例如使用散热器、热导管和均热板等。关于模块散热措施，请参考文档 [4]。

2.4. 功能框图

下图为 RM500Q-CN 模块的功能框图，包括了如下主要功能：

- 电源管理单元
- 基带芯片
- LPDDR4X + NAND 存储器
- 射频部分
- M.2 Key-B 接口

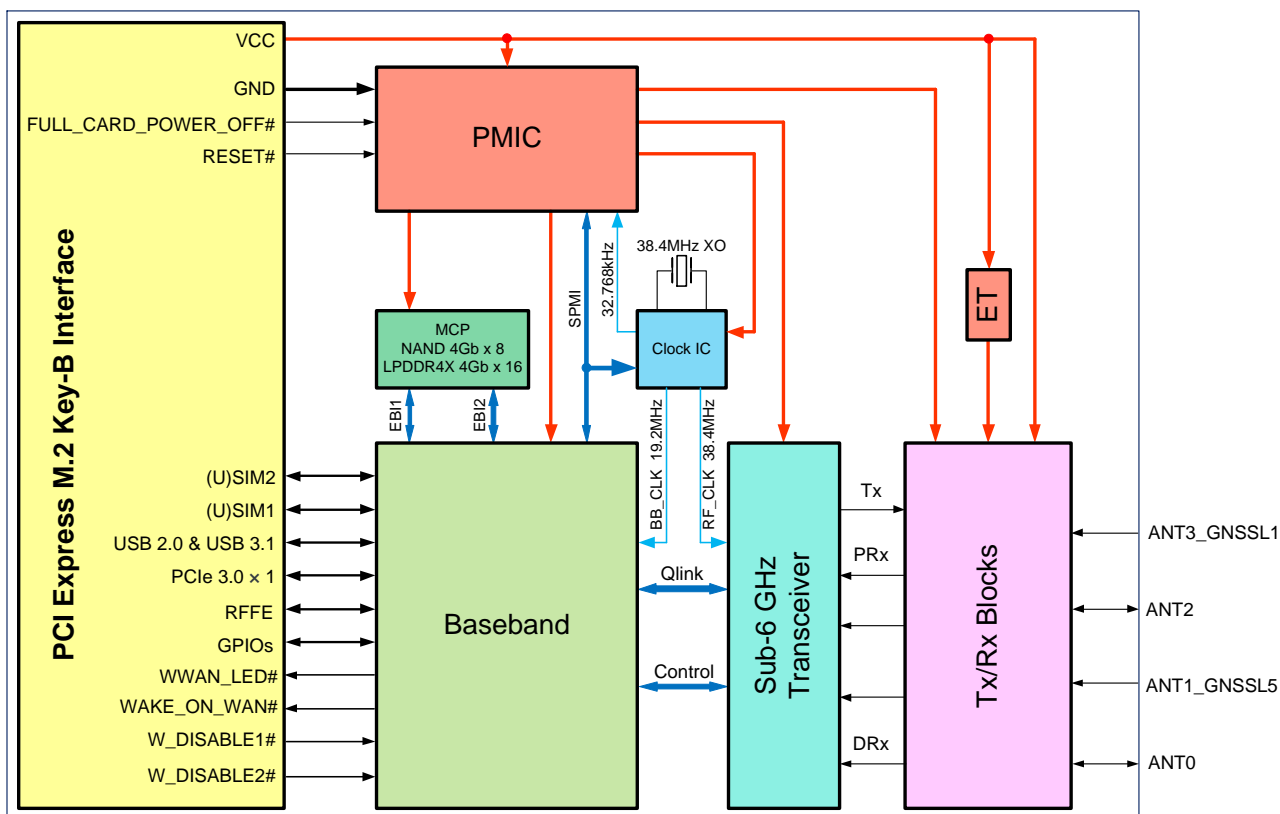


图 1: RM500Q-CN 模块功能框图

2.5. 引脚分配

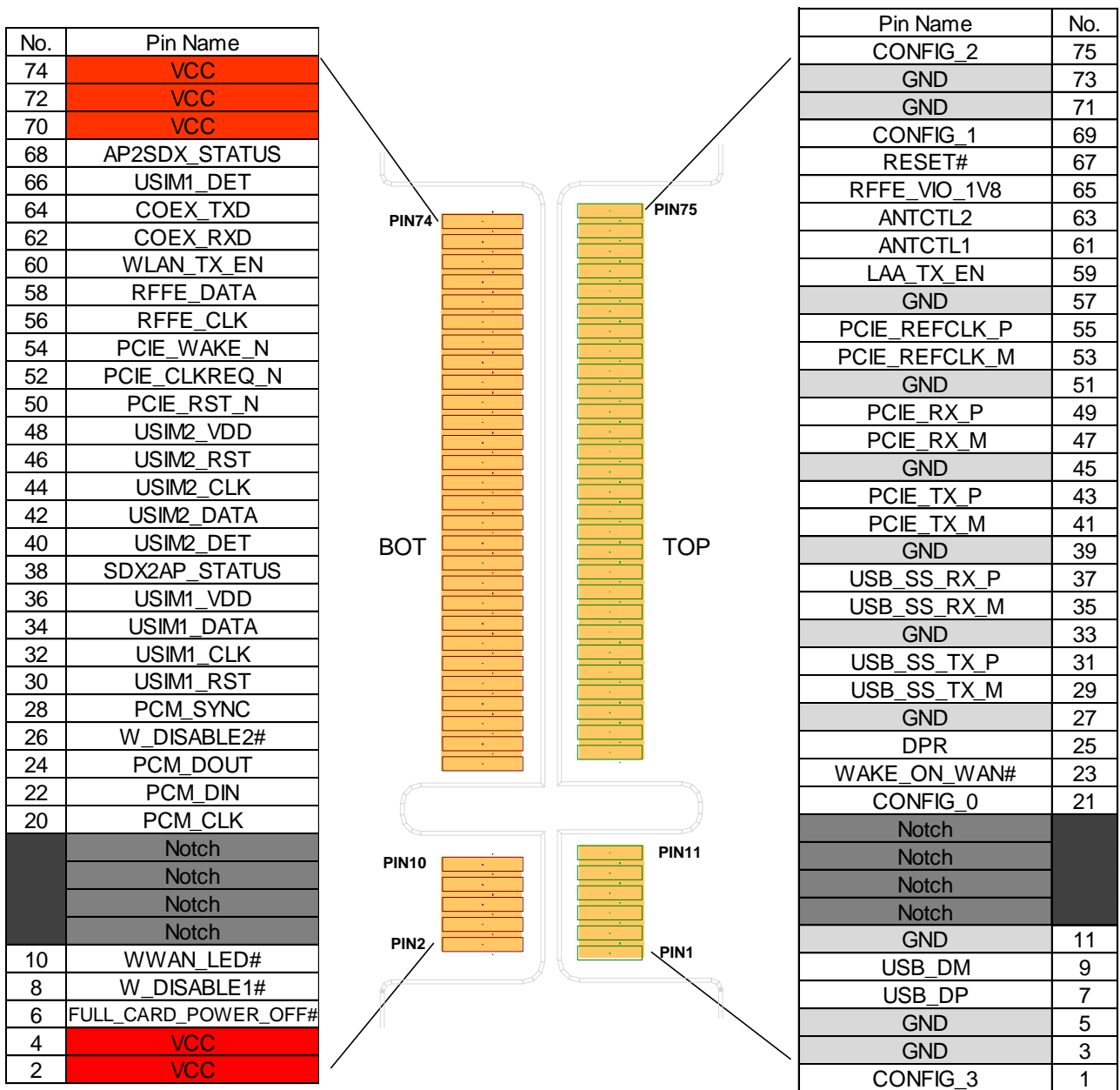


图 2：引脚分配图

2.6. 引脚描述

下表为文档各章节中所提到的 I/O 类型。

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
PI	电源输入
PO	电源输出
PU	上拉
PD	下拉

表 5：引脚描述

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
1	CONFIG_3	DO	模块内部悬空		
2	VCC	PI	模块主电源	Vmin = 3.135 V Vnom = 3.7 V Vmax = 4.4 V	
3	GND		地		
4	VCC	PI	模块主电源	Vmin = 3.135 V Vnom = 3.7 V Vmax = 4.4 V	
5	GND		地		

6	FULL_CARD_POWER_OFF#	DI	模块开/关机 高电平：开机 低电平：关机	$V_{IHmax} = 4.4\text{ V}$ $V_{IHmin} = 1.19\text{ V}$ $V_{ILmax} = 0.2\text{ V}$	模块内部下拉 100 k Ω 电阻
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#	DO, OD	射频状态指示		
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, PD	PCM 时钟	1.8 V	
21	CONFIG_0	DO	模块内部悬空		
22	PCM_DIN	DI	PCM 数据输入	1.8 V	
23	WAKE_ON_WAN#	DO, OD	唤醒主机		
24	PCM_DOUT	DO, PD	PCM 数据输出	1.8 V	
25	DPR*	DI, PU	动态功率回退控制 默认高电平	1.8 V	
26	W_DISABLE2#	DI, OD	GNSS 开启/关闭 低电平有效	1.8/3.3 V	
27	GND		地		
28	PCM_SYNC	DIO, PD	PCM 帧同步	1.8 V	
29	USB_SS_TX_M	AO	USB 3.1 发送 (-)		

30	USIM1_RST	DO, PD	(U)SIM1 卡复位	USIM1_VDD 1.8/3.0 V
31	USB_SS_TX_P	AO	USB 3.1 发送 (+)	
32	USIM1_CLK	DO, PD	(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 3.1 接收 (-)	
36	USIM1_VDD	PO	(U)SIM1 卡电源	1.8/3.0 V
37	USB_SS_RX_P	AI	USB 3.1 接收(+)	
38	SDX2AP_STATUS*	DO, PD	模块状态指示	1.8 V
39	GND		地	
40	USIM2_DET ⁸	DI, PD	(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, PD	(U)SIM2 卡时钟	USIM2_VDD 1.8/3.0 V
45	GND		地	
46	USIM2_RST	DO, PD	(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 卡电源	USIM2_VDD 1.8/3.0 V
49	PCIE_RX_P	AI	PCle 接收 (+)	
50	PCIE_RST_N	DI, OD	PCle 复位 低电平有效	
51	GND		地	
52	PCIE_CLKREQ_N	DO, OD	PCle 时钟请求	

⁸ 该引脚默认为下拉，仅当通过 **AT+QSIMDET** 使能(U)SIM 热插拔功能时，由软件配置上拉至 1.8 V。

			低电平有效		
53	PCIE_REFCLK_M	AIO	PCIe 参考时钟 (-)		
54	PCIE_WAKE_N	DO, OD	PCIe 唤醒 低电平有效		
55	PCIE_REFCLK_P	AIO	PCIe 参考时钟 (+)		
56	RFFE_CLK ⁹	DO, PD	RFFE 时钟	1.8 V	
57	GND				
58	RFFE_DATA ⁹	DO, PD	RFFE 数据	1.8 V	
59	LAA_TX_EN*	DO	LAA 传输时 SDR 指示 WLAN	1.8 V	
60	WLAN_TX_EN*	DI	WLAN 传输时 WLAN 指示 SDR	1.8 V	
61	ANTCTL1*	DO, PD	通用射频控制	1.8 V	
62	COEX_RXD*	DI, PD	LTE/5G 与 WLAN 共 存串口接收	1.8 V	
63	ANTCTL2*	DO, PD	通用射频控制	1.8 V	
64	COEX_TXD*	DO, PD	LTE/5G 与 WLAN 共 存串口发送	1.8 V	
65	RFFE_VIO_1V8 ⁹	PO	RFFE 供电电源	1.8 V	
66	USIM1_DET ⁸	DI, PD	(U)SIM1 卡检测	1.8 V	
67	RESET#	DI	模块复位 低电平有效	V _{IHmax} = 1.575 V V _{IHmin} = 1.25 V V _{ILmax} = 0.45 V	内部通过 100 kΩ 电阻 上拉至 1.5 V
68	AP2SDX_STATUS*	DI	AP 状态指示	1.8 V	
69	CONFIG_1	DO	模块内部接地		
70	VCC	PI	模块主电源	V _{min} = 3.135 V V _{nom} = 3.7 V V _{max} = 4.4 V	
71	GND		地		
72	VCC	PI	模块主电源	V _{min} = 3.135 V V _{nom} = 3.7 V V _{max} = 4.4 V	

⁹ 若需要该功能，请联系移远通信了解详细信息。

73	GND		地	
74	VCC	PI	模块主电源	Vmin = 3.135 V Vnom = 3.7 V Vmax = 4.4 V
75	CONFIG_2	DO	模块内部悬空	

备注

所有未连接、预留和未使用的引脚均无需外接信号。

3 工作特性

3.1. 工作模式

下表简要叙述了模块的工作模式。

表 6：工作模式

模式	描述
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 (Voice/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。
最少功能模式	执行 AT+CFUN=0 命令可以将模块设置成最少功能模式。该模式下，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、电话和网络端数据。
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。

3.1.1. 睡眠模式

在睡眠模式下，RM500Q-CN 的 DRX 工作状态能够使模块耗流降到最小值，且 DRX 周期值由网络端广播。下图为 DRX 运行时间与模块睡眠模式下耗流的关系。DRX 周期越长，模块耗流越低。

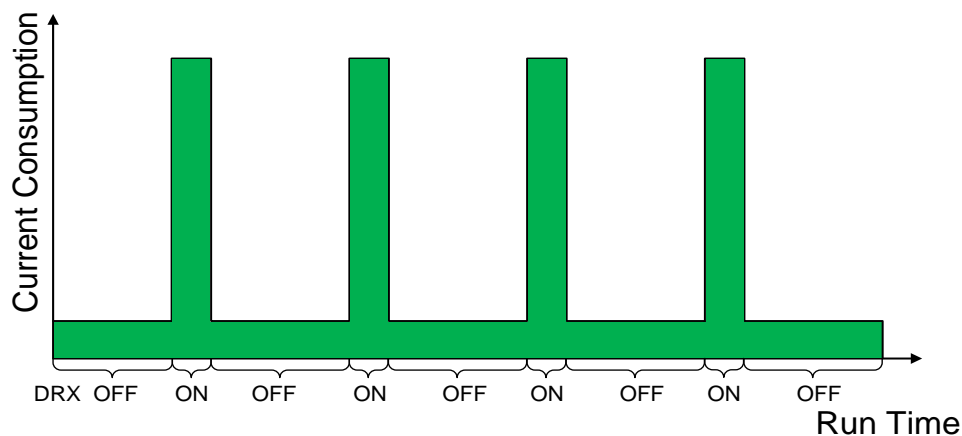


图 3：睡眠模式下 DRX 运行时间与耗流关系图

如果主机端支持 USB 挂起/恢复和唤醒功能，则同时满足以下两个条件可使模块进入睡眠模式。

- 执行 **AT+QSCLK=1** 命令使能模块进入睡眠模式；
- 与模块 USB 接口相连接的主机端 USB 总线进入挂起状态。

下图为 RM500Q-CN 与主机端 USB 连接示意图。

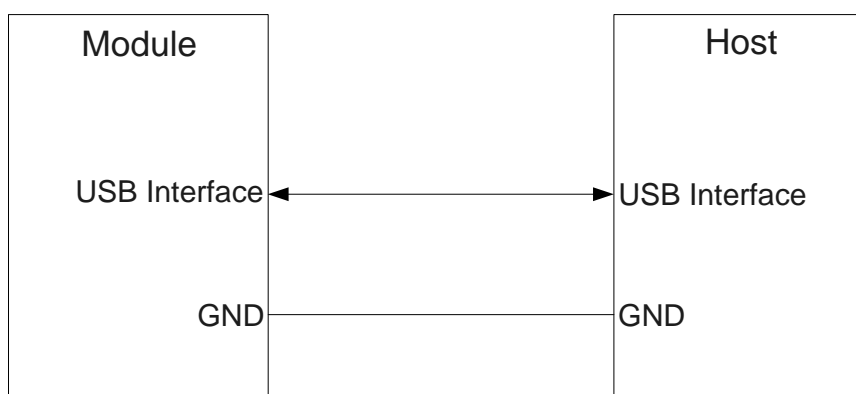


图 4：模块与主机 USB 连接示意图

模块和主机将在以下两种情况下被唤醒：

- 主机通过 USB 总线向 RM500Q-CN 发送数据以唤醒模块；
- 当模块有 URC 上报时，将通过 USB 总线发送唤醒信号以唤醒主机。

3.1.2. 飞行模式

RM500Q-CN 支持通过 W_DISABLE1#引脚开启模块的飞行模式。详细信息，请参考第 4.5.1 章。

3.2. 与主机的通信模式

RM500Q-CN 支持通过 USB 和 PCIe 两种接口与主机进行数据通信。

USB 模式

- 支持 USB 2.0/3.1
- 支持 MBIM/QMI/QRTR/AT
- 支持通过 AT 命令从 USB 模式切换至 PCIe 模式

RM500Q-CN 与主机之间默认通过 USB2.0/3.1 接口进行通信。如需使用 PCIe 接口进行通信，可通过 AT 命令将通信模式切换至 PCIe 模式，详细信息请查阅文档 [5]。

因 RM500Q-CN 不支持 USB 3.1 升级固件，建议保留 USB 2.0 接口用于固件升级。

基于 USB-AT 的 PCIe 模式

- 支持 MBIM/QMI/QRTR/AT
- 支持通过 AT 命令从 PCIe 模式切换回 USB 模式

在基于 USB-AT 的 PCIe 通信模式工作时（通过 AT 命令从 USB 通信模式切换到 PCIe 通信模式），RM500Q-CN 支持 MBIM/QMI/QRTR/AT，并且可以通过 AT 命令（参考文档 [5]）从 PCIe 模式切换回 USB 模式。

基于 USB-AT 的 PCIe 模式下，模块不支持通过 PCIe 接口进行固件升级，因此须保留 USB 2.0 接口用于固件升级。

基于 eFuse 的 PCIe 模式

- 支持 MBIM/QMI/QRTR/AT
- 支持非 X86 系统和 X86 系统（可满足 BIOS PCIe 早期初始化功能）

可通过 eFuse 烧录的方式将模块配置成 PCIe 通信模式，通过此方法切换至 PCIe 模式后，模块将无法再切换回 USB 模式。

基于 eFuse 的 PCIe 模式下，模块支持通过 PCIe 接口升级固件。若主机不支持 PCIe 升级，则可通过使用 5G M.2 EVB 为模块升级固件，详细信息请参考文档 [3]。

3.3. 电源设计

表 7：电源和地引脚

引脚号	引脚名称	I/O	DC 特性	描述
2、4、70、72、74	VCC	PI	3.135~4.4 V	直流源供电，典型值为 3.7V
3、5、11、27、33、39、45、51、57、71、73	GND			地

3.3.1. 减小电压跌落

RM500Q-CN 供电电压范围为 3.135~4.4 V，需要确保输入电压不低于 3.135 V，否则模块将自动关机。下图为模块供电电源要求：电压纹波须小于 100 mV；供电电压为 3.3 V 时，最大电压跌落须小于 165 mV。

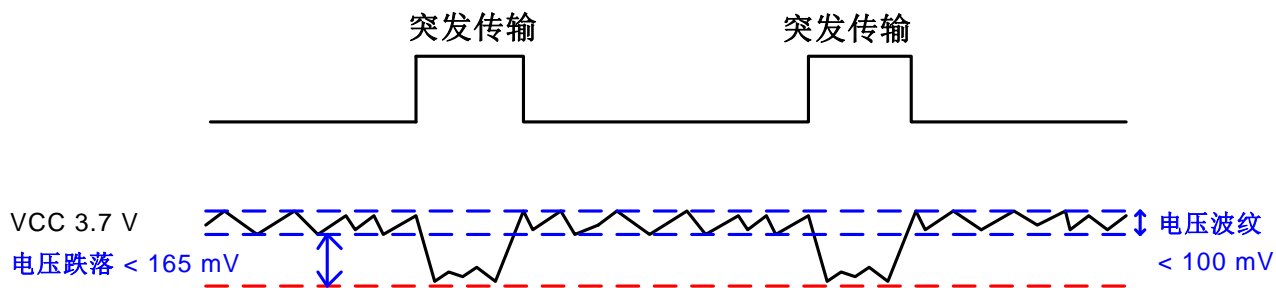


图 5：模块工作时的电源要求

确保模块电源的持续供电电流能力至少为 3.0 A。为减小电压跌落，需在靠近 VCC 引脚处放置 2 个低 ESR（ESR = 0.7 Ω ）的 220 μ F 储能电容。为了减少电源干扰，建议在靠近 VCC 引脚处放置 4 个低 ESR 的片式多层陶瓷电容（MLCC：1 μ 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，建议在靠近模块 VCC 引脚处放置反向耐压为 5.1 V 且耗散功率大于 0.5 W 的稳压二极管。下图为 VCC 引脚参考设计。

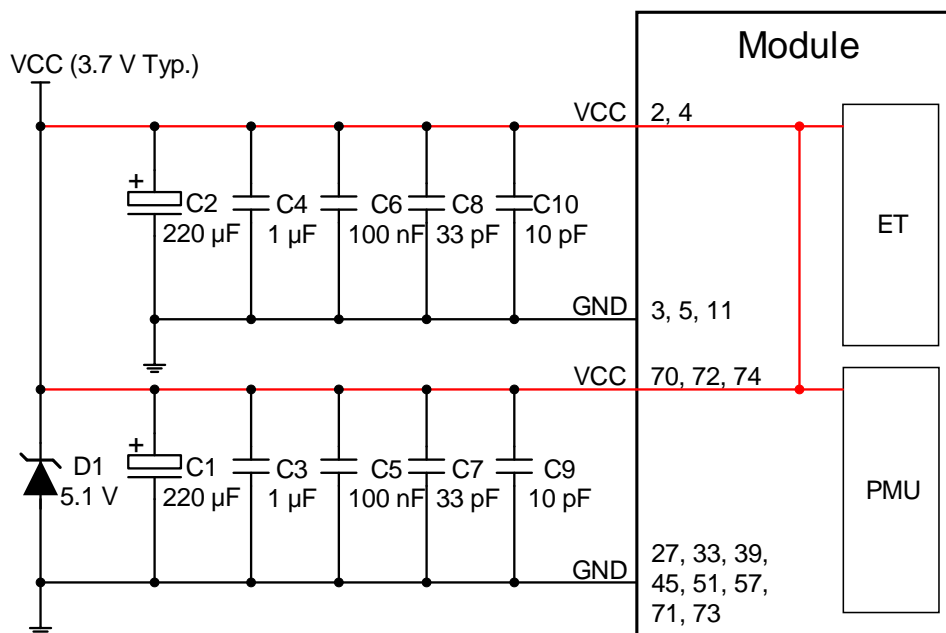


图 6: VCC 引脚参考设计

3.3.2. 供电参考电路

由于模块的性能很大程度上取决于供电电源，因此模块的电源设计非常重要。如果电源 IC 输入和输出电压之间的压降较小，建议使用 LDO 为模块供电。如果电源 IC 的输入和输出电压 ($VCC = 3.7 V$ 典型值) 之间存在较大电压差，则首选降压型 DC-DC 转换器为模块供电。

如下图，输入电压为 5.0 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，电流负载能力为 3.0 A。

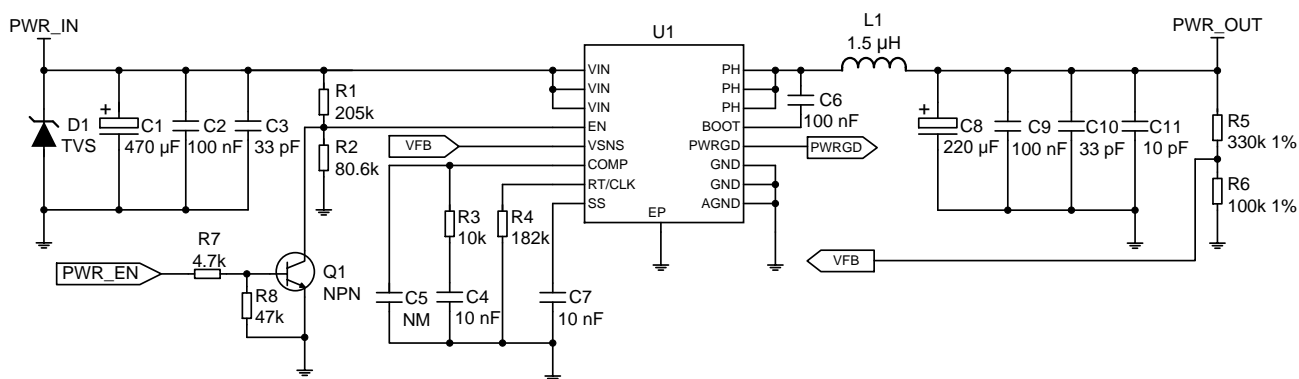


图 7: 电源参考设计

备注

为避免损坏模块内部 Flash，当模块正在工作时，不可直接关断模块电源。建议通过主机端 GPIO 拉低 FULL_CARD_POWER_OFF# 引脚至少 7 秒后再断开模块电源的方式进行关机。

3.3.3. 电压检测

AT+CBC 命令可用于查询 VCC 的电压值。详细信息，请参阅文档 [5]。

3.4. 模块开机

FULL_CARD_POWER_OFF# 可用于控制模块开/关机。FULL_CARD_POWER_OFF# 引脚可以由 1.8 V 或 3.3 V 电平的 GPIO 控制。

当该引脚输入信号为高电平 ($\geq 1.19\text{ V}$) 时，模块将开机。当输入信号为低电平 ($\leq 0.2\text{ V}$) 时，模块将关机。

表 8: FULL_CARD_POWER_OFF# 引脚定义

引脚号	引脚名称	I/O	描述	DC 特性	备注
6	FULL_CARD_POWER_OFF#	DI, PD	模块开/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 低电平时，模块关机； 高电平时，模块开机。

建议通过主机 GPIO 控制 FULL_CARD_POWER_OFF# 进行模块开/关机。下图为参考电路。

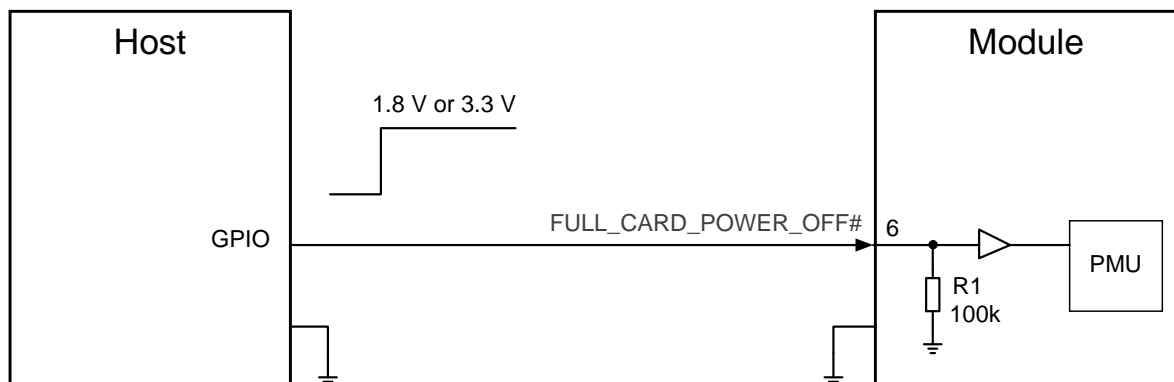
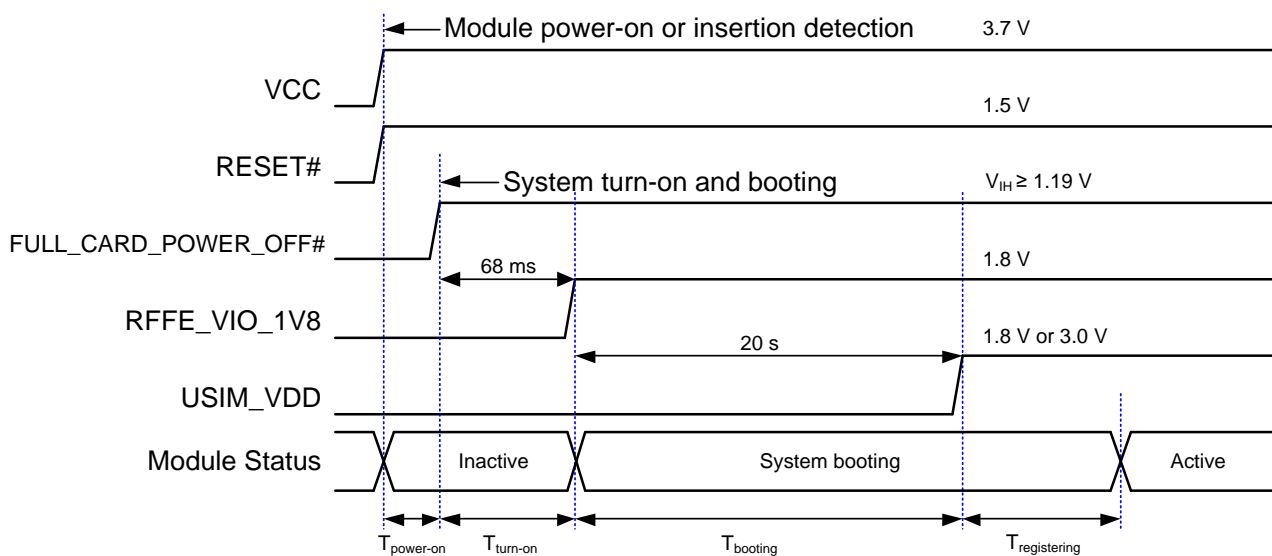


图 8: 主机 GPIO 控制模块开/关机

下图为模块开机时序。



注：主机端GPIO控制FULL_CARD_POWER_OFF#可使模块开/关机。

图 9：模块开机时序

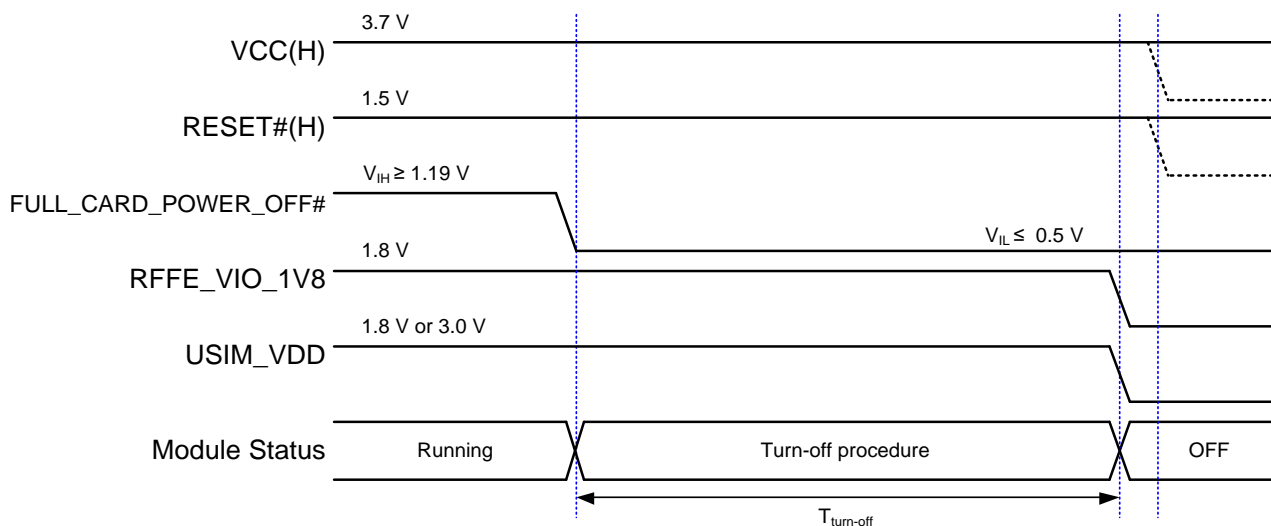
表 9：开机时间参数

参数	最小值	典型值	最大值	备注
$T_{power-on}$	0 ms	20 ms	-	主机 GPIO 控制模块上电时间，该值由主机端控制
$T_{turn-on}$	-	68 ms	-	模块系统开机时间
$T_{booting}$	20 s	22 s	-	模块系统初始化时间
$T_{registering}$	-	-	-	注网时长，该值与模块所处网络环境有关

3.5. 模块关机

3.5.1. 通过 FULL_CARD_POWER_OFF#关机

通过主机 GPIO 控制模块关机，当 VCC 供电时，拉低 FULL_CARD_POWER_OFF#引脚 ($\leq 0.2\text{ V}$)，模块将关机。下图为模块关机时序图。



注：

1. 主机GPIO拉低FULL_CARD_POWER_OFF#控制模块关机；
2. 如虚线所示，建议模块完成关机流程后断开VCC并拉低RESET#。

图 10: FULL_CARD_POWER_OFF#关机时序图

表 10: FULL_CARD_POWER_OFF#控制模块关机时间参数

参数	最小值	典型值	最大值	备注
$T_{\text{turn-off}}$	6.84 s	-	-	关机时长

3.5.2. 通过 AT 命令关机

执行 **AT+QPOWD** 命令后模块将进入关机流程。详情可参考文档 [5] 中的 **AT+QPOWD** 命令。

当执行 AT 关机命令后，需等待模块 USB/PCIe 接口移除之后拉低 FULL_CARD_POWER_OFF#引脚。若不拉低 FULL_CARD_POWER_OFF#引脚，模块将重新开机。下图为通过 AT 命令关机的时序图。

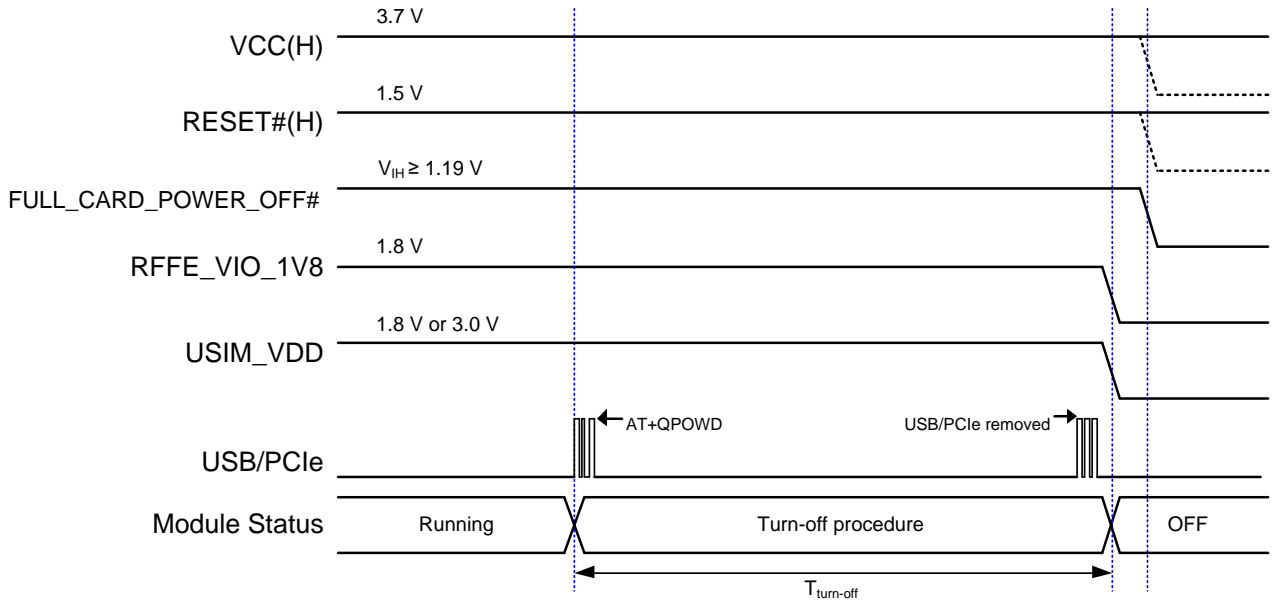


图 11: AT 命令关机时序图

表 11: AT 命令关机时间参数

参数	最小值	典型值	最大值	备注
$T_{\text{turn-off}}$	6.84	-	-	关机时长

3.6. 模块复位

RESET#为模块复位信号, 低电平有效。当该引脚为低电平时, 模块将进入复位状态。

表 12: RESET#引脚定义

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
67	RESET#	DI, PU	模块复位 低电平有效	$V_{IH\text{max}} = 1.575 \text{ V}$ $V_{IH\text{min}} = 1.25 \text{ V}$ $V_{IL\text{max}} = 0.45 \text{ V}$	内部通过 100 kΩ 电阻 上拉至 1.5 V

备注

触发模块复位后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。

拉低 RESET# 引脚 250~600 ms 可复位模块。如下图，可使用 NPN 型三极管或按键控制 RESET#。

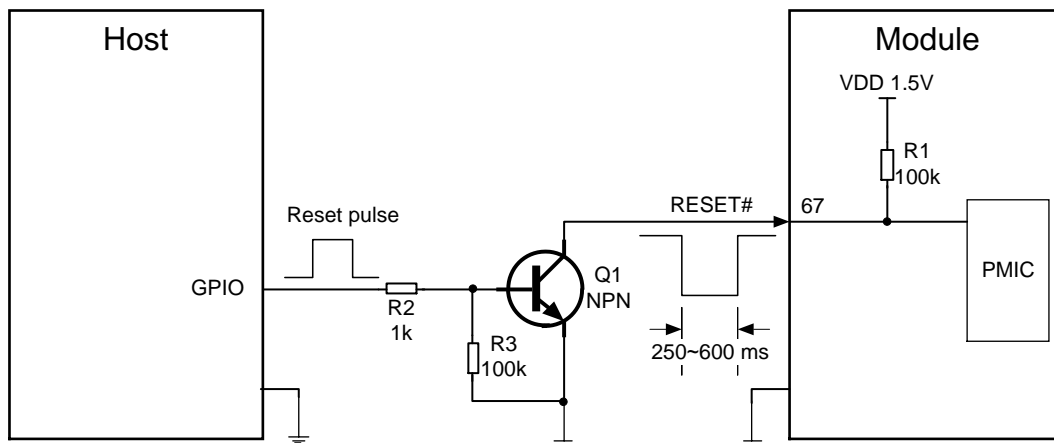
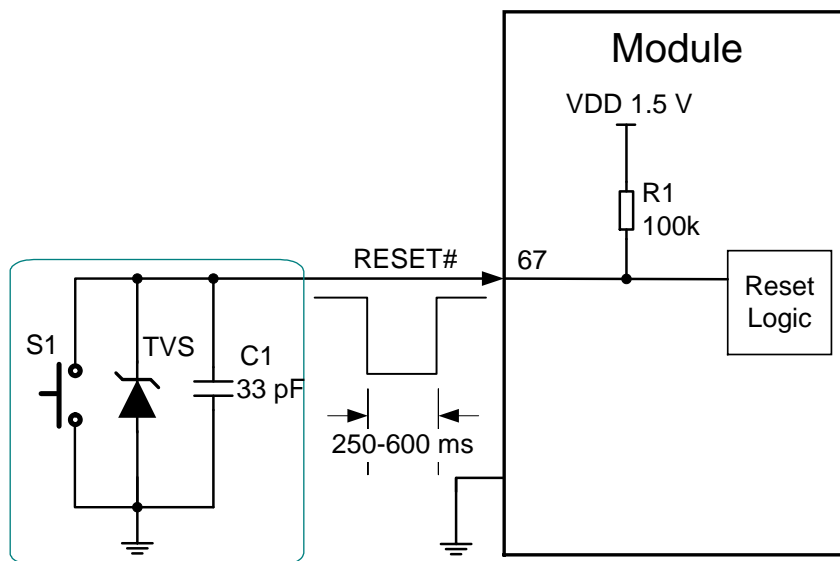


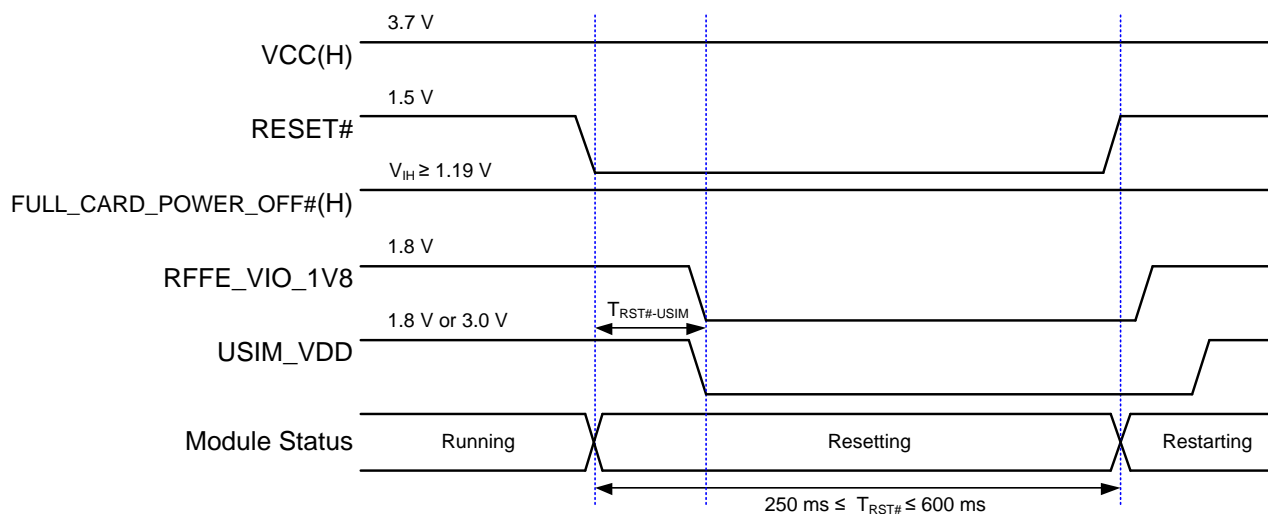
图 12: NPN 驱动 RESET# 复位电路



注：建议 C1 的容值不大于 47 pF

图 13: 按键复位电路

下图为复位时序图。



注：主机GPIO只需控制RESET#便可使模块进入复位状态。

图 14：RESET#复位时序图

表 13：模块复位时间参数

参数	最小值	典型值	最大值	备注
$T_{RST\#-USIM}$	200	-	-	拉低复位信号至 USIM_VDD 掉电的时长
$T_{RST\#}$	250 ms	400 ms	600 ms	$T_{RST\#} \geq 600$ ms 将会使模块二次复位

4 应用接口

RM500Q-CN 的物理接口和电气特性符合 *PCI Express M.2 Specification* 规范。本章节主要介绍模块引脚定义和接口应用。

- (U)SIM 接口
- USB 接口
- PCIe 接口
- PCM 接口
- 控制和状态指示接口
- 蜂窝/WLAN 共存接口*
- 天线调谐器接口*
- 配置引脚

4.1. (U)SIM 接口

RM500Q-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。

4.1.1. (U)SIM 卡引脚定义

RM500Q-CN 有 2 个(U)SIM 接口，支持双卡单待功能。下表为(U)SIM 引脚定义。

表 14: (U)SIM 接口引脚定义

引脚号	引脚名	I/O	描述	备注
36	USIM1_VDD	PO	(U)SIM1 卡电源	1.8/3.0V
34	USIM1_DATA	DIO, PU	(U)SIM1 卡数据	USIM1_VDD 1.8/3.0 V
32	USIM1_CLK	DO, PD	(U)SIM1 卡时钟	USIM1_VDD 1.8/3.0 V
30	USIM1_RST	DO, PD	(U)SIM1 卡复位	USIM1_VDD 1.8/3.0 V

66	USIM1_DET ¹⁰	DI, PD	(U)SIM1 卡检测	1.8 V
48	USIM2_VDD	PO	(U)SIM2 卡电源	1.8/3.0V
42	USIM2_DATA	DIO, PU	(U)SIM2 卡数据	USIM2_VDD 1.8/3.0 V
44	USIM2_CLK	DO, PD	(U)SIM2 卡时钟	USIM2_VDD 1.8/3.0 V
46	USIM2_RST	DO, PD	(U)SIM2 卡复位	USIM2_VDD 1.8/3.0 V
40	USIM2_DET ¹⁰	DI, PD	(U)SIM2 卡检测	1.8 V

4.1.2. (U)SIM 热拔插

通过(U)SIM 检测引脚 USIM1_DET 和 USIM2_DET，模块可支持(U)SIM 卡热插拔功能。USIM_DET 是电平触发引脚，支持高/低电平检测。(U)SIM 卡热插拔功能默认关闭。

AT+QSIMDET 命令可配置(U)SIM 卡热插拔功能。

AT+QSIMDET (U)SIM 卡检测	
测试命令 AT+QSIMDET=?	响应 +QSIMDET: (支持的<enable>列表),(支持的<insert_level>列表) OK
读命令 AT+QSIMDET?	响应 +QSIMDET: <enable>,<insert_level> OK
写命令 AT+QSIMDET=<enable>,<insert_level>	响应 OK 若出现任何错误: ERROR
最长响应时间	300 ms
特性	该命令在模块重启后生效；配置后自动保存。

¹⁰ 该引脚默认为下拉，仅当通过 AT+QSIMDET 使能(U)SIM 热插拔功能时，由软件配置上拉至 1.8 V。

参数

<enable>	整型。开启/关闭(U)SIM 卡检测 <u>0</u> 关闭 1 开启
<insert_level>	整型。插入(U)SIM 卡时，(U)SIM_DET 引脚检测到的电平状态。 0 低电平 1 高电平

备注

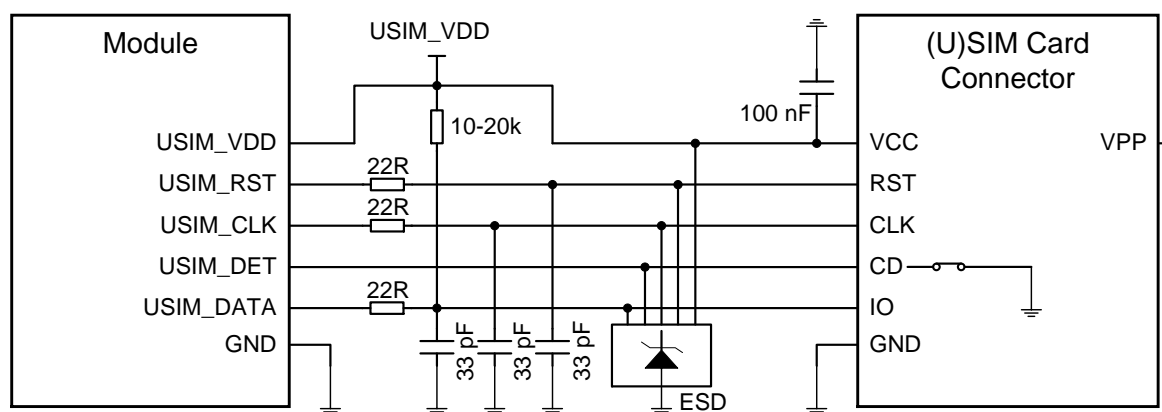
1. 如果<insert_level>的配置值与(U)SIM_DET 硬件设计不一致，则热插拔功能无效。
2. 配置 **AT+QSIMDET** 后，重启模块后该命令方可生效。
3. 下划线指示参数的默认值。
4. USIM1_DET 和 USIM2_DET（下文统称为“USIM_DET”）默认为下拉，仅当通过 **AT+QSIMDET** 使能(U)SIM 热插拔功能时，由软件配置上拉至 1.8 V。

4.1.3. 常闭型(U)SIM 卡座

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，此类型卡座适用高电平检测(U)SIM 卡拔插。配置 **AT+QSIMDET=1,1** 使能(U)SIM 卡热插拔功能后，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。

- 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。
- 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。

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ESD器件均应放置在靠近(U)SIM卡座的位置。

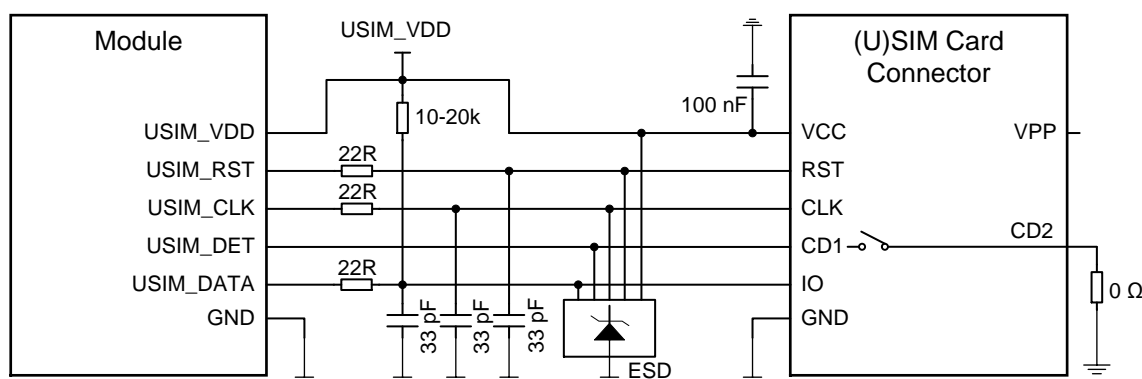
图 15：常闭型(U)SIM 卡座参考电路

4.1.4. 常开型(U)SIM 卡座

对于常开型(U)SIM 卡座，当无(U)SIM 卡嵌入卡座时，CD1 和 CD2 为断开状态，此类型卡座适用低电平检测(U)SIM 卡拔插。配置 **AT+QSIMDET=1,0** 使能(U)SIM 卡热插拔功能后，当(U)SIM 卡嵌入卡座时，USIM_DET 将由高电平变为低电平；当(U)SIM 卡移除时，USIM_DET 将由低电平变为高电平。

- 当嵌入(U)SIM 卡时，卡座 CD1 引脚下拉至地，USIM_DET 引脚变为低电平。
- 当未嵌入(U)SIM 卡时，卡座 CD1 与 CD2 引脚开路，USIM_DET 引脚为高电平。

下图为常开型(U)SIM 卡座参考设计电路。

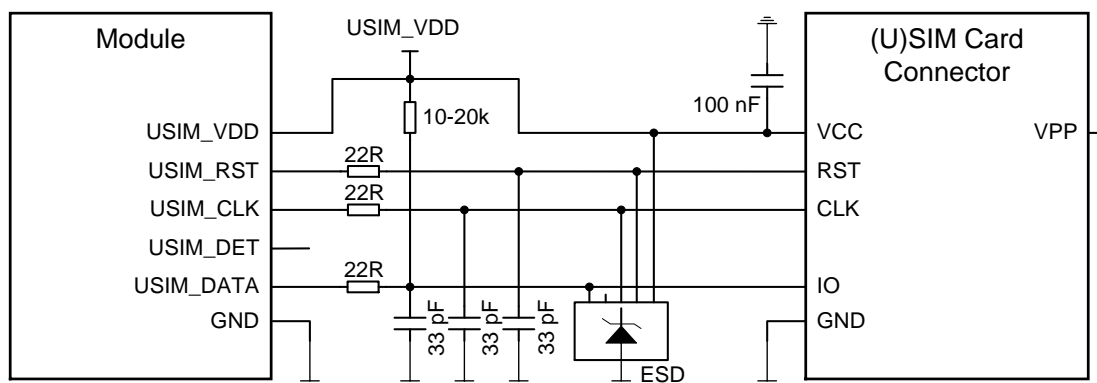


注：在PCB器件布局时，图中SIM卡相关的电阻、电容和ESD器件均应放置在靠近(U)SIM卡座的位置。

图 16：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ESD器件均应放置在靠近(U)SIM卡座的位置。

图 17：6-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 卡在实际应用中的可靠性，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放置，(U)SIM 卡相关的阻容和 ESD 器件均应靠近卡座放置，尽量保证(U)SIM 卡信号线走线长度不超过 200 mm。
- (U)SIM 卡信号线布线远离射频线和 VBAT 电源线等敏感信号源。
- 为防止 USIM_CLK 与 USIM_DATA 信号串扰，布线不可太靠近，并且在两条走线之间增加 GND 进行隔离。
- 为确保良好的 ESD 防护性能，建议(U)SIM 卡的引脚增加 ESD 二极管，且 ESD 器件结电容不大于 10 pF。在(U)SIM 卡各信号线上需串联 22 Ω 的电阻，用以抑制电磁干扰。同时添加 33 pF 的电容以滤除射频干扰。
- USIM_DATA 必须加 10~20 k Ω 的上拉电阻，并且靠近卡座放置。

4.2. USB 接口

RM500Q-CN 提供了一个集成的通用串行总线（USB）接口，该接口符合 USB 3.1 和 2.0 标准规范，支持 USB 3.1 超高速（10 Gbps）模式和 USB 2.0 高速（480 Mbps）及全速（12 Mbps）模式。USB 接口可用于发送 AT 命令，传输数据，输出 GNSS NMEA 语句，调试软件和升级固件。

请注意，USB 3.1 不支持固件升级，USB 2.0 支持固件升级。

表 15：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 (+)	90 Ω 差分阻抗
9	USB_DM	AIO	USB 2.0 差分数据 (-)	
29	USB_SS_TX_M	AO	USB 3.1 发送 (-)	
31	USB_SS_TX_P	AO	USB 3.1 发送 (+)	
35	USB_SS_RX_M	AI	USB 3.1 接收 (-)	
37	USB_SS_RX_P	AI	USB 3.1 接收 (+)	

有关 USB 3.1 和 2.0 规范的详细信息，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 3.1 和 2.0 接口的参考电路。

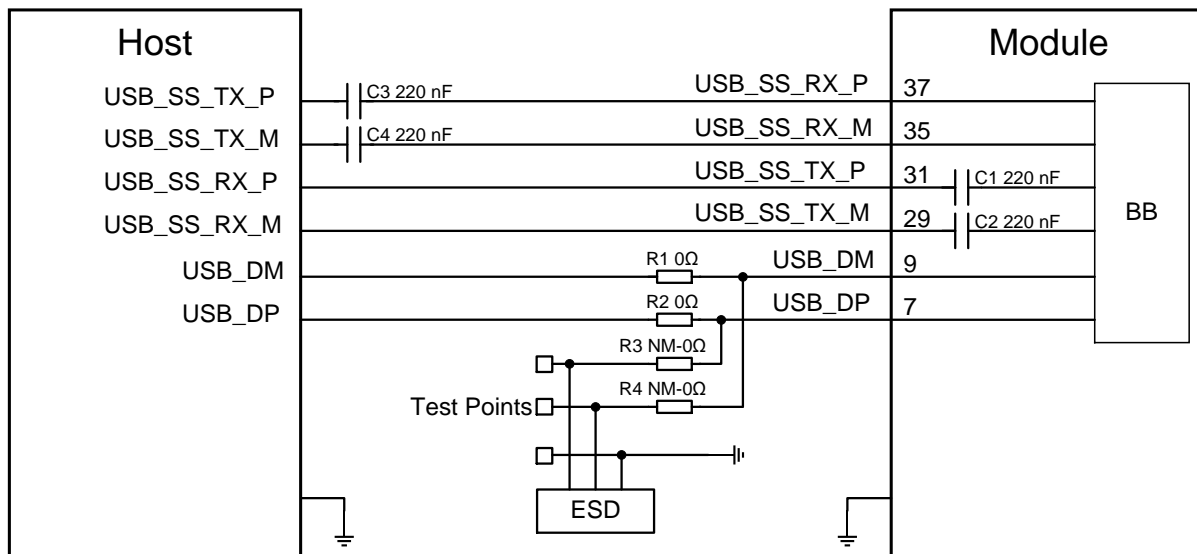


图 18: USB 3.1 和 2.0 接口参考电路

耦合电容 C3 和 C4 须放置在靠近主机端位置且两电容彼此靠近。C1 和 C2 已集成在模块内部，终端设备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 布局时最小化走线残桩。

为了符合 USB 2.0 & USB 3.1 的规范，在 USB 电路设计时应遵循以下原则：

- USB 差分走线需包地处理，USB 2.0 和 USB 3.1 差分线的阻抗均控制在 90 Ω。
- 对于 USB 2.0 和 USB 3.1，走线总长度均应小于 120 mm；对于 USB 2.0 信号，差分对内走线等长差值控制在 2 mm 以内；对于 USB 3.1 信号，差分对内走线等长差值控制在 0.7 mm 以内，Tx 和 Rx 之间差值控制在 10 mm 以内。
- USB 走线应远离晶体、晶振、磁性装置、PCIe 和射频信号等敏感信号源，建议将 USB 差分线布局在 PCB 内层，且上下左右立体包地。
- 由于 ESD 器件的寄生电容会影响 USB 数据传输。对于 USB 2.0，ESD 寄生电容应不超过 1 pF，对于 USB 3.1 应不超过 0.15 pF。
- USB 通路上并联的 ESD 器件尽量靠近 USB 连接器放置。
- 为便于模块调试，建议在 USB_DP 和 USB_DM 上分别串联 0 Ω 电阻。

4.3. PCIe 接口

RM500Q-CN 提供了一个集成的 PCIe Gen3 接口，传输速率最高可达 8 Gbps，该接口符合 *PCI Express Base Specification Revision 3.0*。

4.3.1. PCIe 工作模式

RM500Q-CN 的 PCIe 支持 EP（Endpoint）和 RC（Root Complex）两种模式。EP 模式时，模块被配置为根节点设备。RC 模式时，模块被配置为根聚合体设备。RM500Q-CN 默认为 EP 模式。

AT+QCFG="pcie/mode" 可用于配置模块为 EP/RC 模式

AT+QCFG="pcie/mode" 配置 PCIe RC/EP 模式	
设置命令 AT+QCFG="pcie/mode"[,<mode>]	响应 若省略可选参数，则查询当前配置： +QCFG: "pcie/mode",<mode> OK 若指定可选参数，则设置 PCIe RC/EP 模式： OK 若出现任何错误： ERROR
最长响应时间	300 ms
特性	该命令在模块重启后生效；配置后自动保存。

参数

<mode>	整型。配置 PCIe RC 或 EP 模式
<u>0</u>	PCIe EP 模式
1	PCIe RC 模式

备注

1. 下划线指示参数的默认值。
2. 关于该命令详细信息，请参阅 [文档 \[5\]](#)。

4.3.2. PCIe 引脚定义

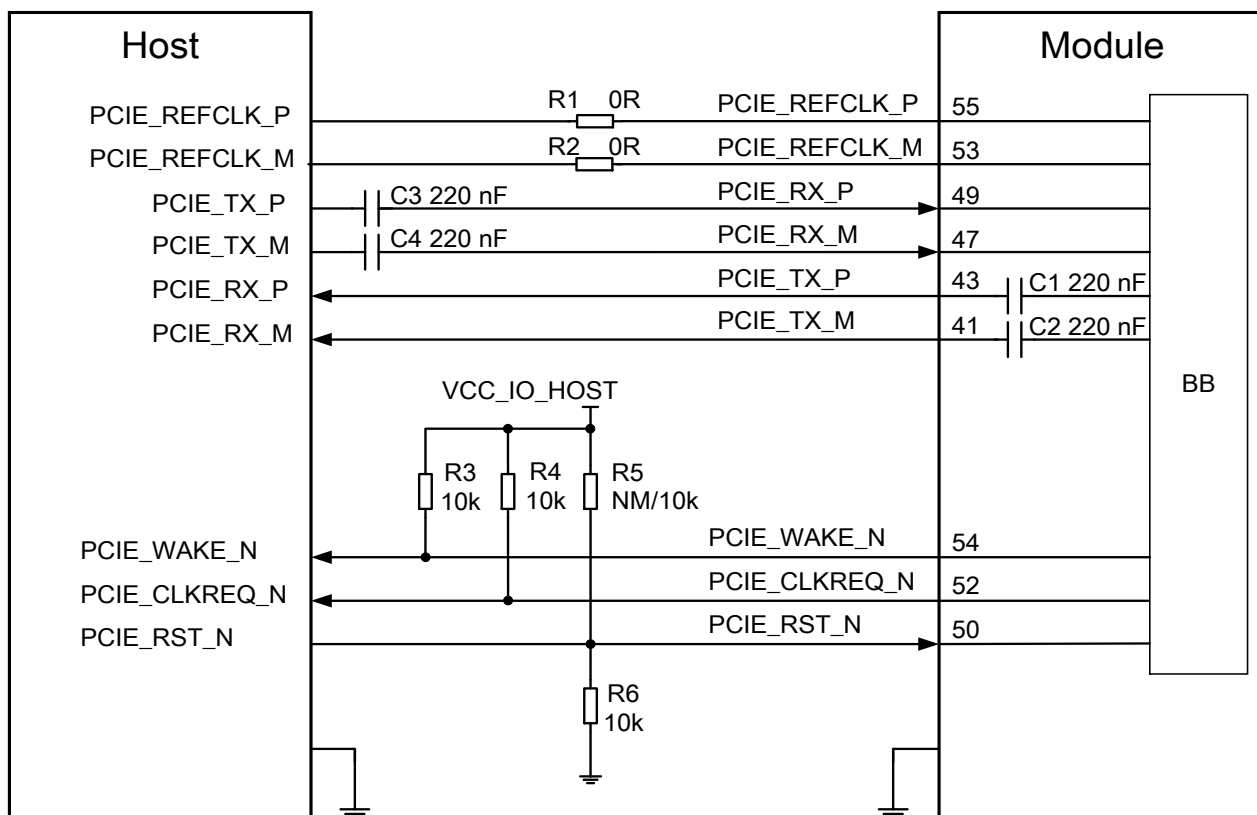
下表为 PCIe 接口引脚定义

表 16: PCIe 接口引脚定义

引脚号	引脚名	I/O	描述	备注
55	PCIE_REFCLK_P	AIO	PCIe 参考时钟 (+)	100 MHz, 差分阻抗为 85 Ω
53	PCIE_REFCLK_M	AIO	PCIe 参考时钟 (-)	
49	PCIE_RX_P	AI	PCIe 接收 (+)	差分阻抗为 85 Ω
47	PCIE_RX_M	AI	PCIe 接收 (-)	
43	PCIE_TX_P	AO	PCIe 发送 (+)	
41	PCIE_TX_M	AO	PCIe 发送 (-)	
50	PCIE_RST_N	DI, OD	PCIe 复位 低电平有效	-
52	PCIE_CLKREQ_N	DO, OD	PCIe 时钟请求 低电平有效	
54	PCIE_WAKE_N	DO, OD	PCIe 唤醒 低电平有效	

4.3.3. PCIe 参考设计

下图为 PCIe 参考设计电路。



注：因50、52、54引脚为漏极开路，VCC_IO_HOST的电压域由主机端决定。

图 19：PCIe 参考电路

为确保 PCIe 信号完整性，PCB 布局时应将耦合电容 C3 和 C4 放置在靠近主机端的位置。C1 和 C2 已集成在模块内部，终端设备设计时无需添加这两个电容。

为满足 PCIe 规范，PCIe 接口设计时应遵循以下原则：

- PCIe 的各信号走线时应远离射频、音频和晶振等敏感信号源；
- PCIe 走线不可布局在元器件下方，且禁止与其他信号交叉走线；
- 为避免直流偏置，Tx/Rx 通路上需串联耦合电容。模块内部 Tx 端已经放置耦合电容，只需在主机 Tx 端放置即可；
- PCIe 走线长度应不大于 300 mm；
- PCIe Tx/Rx/REFCLK 每组差分线对内走线长度差值不能超过 0.7 mm；
- PCIe Tx/Rx/REFCLK 信号线差分阻抗均控制在 $85\ \Omega \pm 10\%$ 。

4.3.4. PCIe 时序

下图为 PCI Express M.2 规范中由系统电源适配器供电时的 PCIe 上电时序。

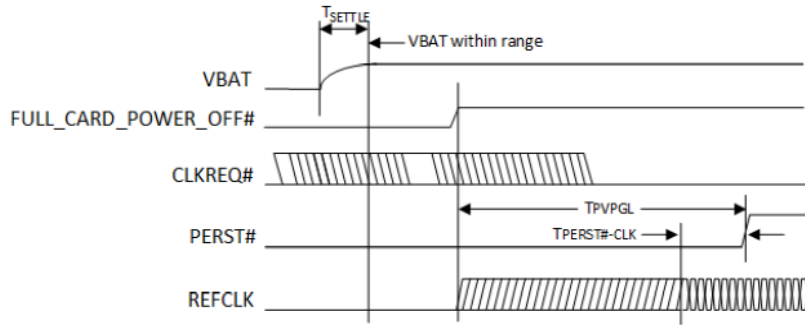


图 20: M.2 规范要求 PCIe 上电时序图

表 17: M.2 规范要求 PCIe 上电时序

参数	最小值	典型值	最大值	备注
T_{PVGL}	50 ms	-	-	开机信号与拉高 PERST#复位信号之间的时长
T_{PERST_CLK}	100 μ s	-	-	PERST#复位信号未激活之前, REFCLK 信号稳定的时长

下图为 RM500Q-CN PCIe 信号时序。

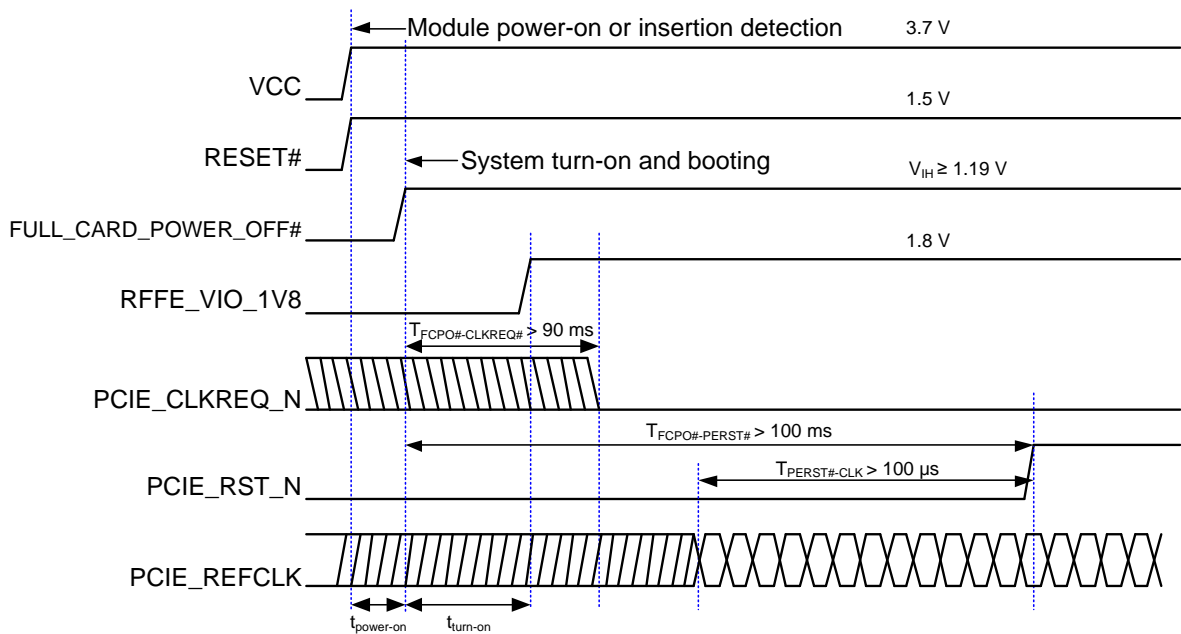


图 21: 模块要求 PCIe 上电时序图

表 18: PCIe 时序参数

参数	最小值	典型值	最大值	备注
T _{power-on}	0 ms	20 ms	-	FULL_CARD_POWER_OFF#与 VCC 间的时长
T _{turn-on}	-	68 ms	-	系统开机时间
T _{FCPO#-CLKREQ#}	90 ms	100 ms	-	PCIe 时钟请求时长
T _{FCPO#-PERST}	100 ms	-	-	PCIe 复位时长
T _{PERST#-CLK}	100 μ s	-	-	PERST#无效前 REFCLK 稳定时长

4.4. PCM 接口

RM500Q-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：

- 主要模式（短帧同步）：该模式下，模块可同时作为主/从机
- 辅助模式（长帧同步）：该模式下，模块仅作为主机工作

在主要模式下，在 PCM_CLK 的下降沿进行数据采样，并在上升沿进行数据传输。PCM_SYNC 下降沿代表 MSB 模式。此模式下，PCM 接口在 8 kHz PCM_SYNC 时支持 256 kHz, 512 kHz, 1024 kHz 或 2048 kHz 四种 PCM_CLK 时钟频率，并在 16 kHz PCM_SYNC 时支持 4096 kHz PCM_CLK。

在辅助模式下，在 PCM_CLK 的下降沿进行数据采样，并在上升沿进行数据传输。PCM_SYNC 上升沿代表 MSB 模式。在此模式下，PCM 接口仅在 256 kHz PCM_CLK 和 8 kHz PCM_SYNC 占空比为 50 % 的情况下工作。

RM500Q-CN 支持 16 位线性数据格式。下图为主模式时 8 kHz PCM_SYNC 和 2048 kHz PCM_CLK 下的时序图，以及从模式时 8 kHz PCM_SYNC 和 256 kHz PCM_CLK 下的时序图。

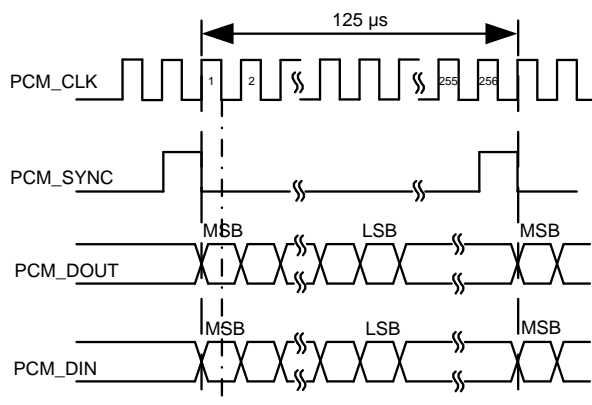


图 22: 主模式时序图

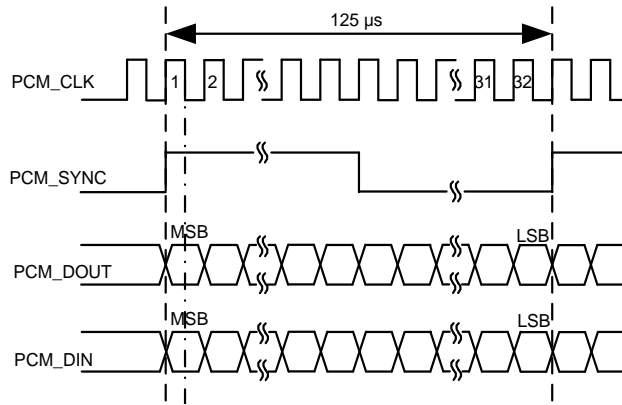


图 23: 从模式时序图

PCM 接口可搭配音频编解码器进行音频相关的设计，下表为 PCM 接口定义。

表 19: PCM 接口引脚定义

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
20	PCM_CLK	DIO, PD	PCM 时钟	1.8 V	主模式时，输出信号。 从模式时，输入信号。
22	PCM_DIN	DI, PD	PCM 数据输入	1.8 V	-
24	PCM_DOUT	DO, PD	PCM 数据输出	1.8 V	-
28	PCM_SYNC	DIO, PD	PCM 帧同步	1.8 V	-

RM500Q-CN 可通过 AT 命令配置 PCM 的时钟和工作模式，默认配置是从模式，使用短帧同步格式以及 2048 kHz PCM_CLK 和 8 kHz PCM_SYNC。有关 **AT+QDAI** 命令的详细信息，请参阅文档 [5]。

4.5. 控制和状态指示接口

表 20: 控制和状态指示接口

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性
8	W_DISABLE1#	DI, OD	飞行模式控制 低电平有效	1.8/3.3 V
10	WWAN_LED#	DO, OD	射频状态指示	VCC

23	WAKE_ON_WAN#	DO, OD	唤醒主机 低电平有效	1.8/3.3 V
25	DPR*	DI, PU	动态功率回退控制	1.8 V
26	W_DISABLE2#	DI, OD	GNSS 功能关闭 低电平有效	1.8/3.3 V
38	SDX2AP_STATUS*	DO, PD	模块状态指示	1.8 V
68	AP2SDX_STATUS*	DI, PD	AP 状态指示	1.8 V

4.5.1. W_DISABLE1#

主机 GPIO 可通过拉低 W_DISABLE1# 引脚开启模块的飞行模式。在飞行模式下，射频功能是关闭的。该引脚在模块内部默认上拉，兼容 1.8 V 和 3.3 V 电压域。

RM500Q-CN 也支持通过软件 AT 命令开启和关闭 RF 功能，如下表所示：

表 21：RF 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

4.5.2. W_DISABLE2#

主机 GPIO 可通过拉低 W_DISABLE2# 引脚关闭模块的 GNSS 功能。该引脚在模块内部默认上拉，兼容 1.8 V 和 3.3 V 电压域。

表 22：GNSS 功能状态

W_DISABLE2#	AT 命令	GNSS 功能状态
高电平	AT+QGPS=1	开启
高电平	AT+QGPPSEND	关闭

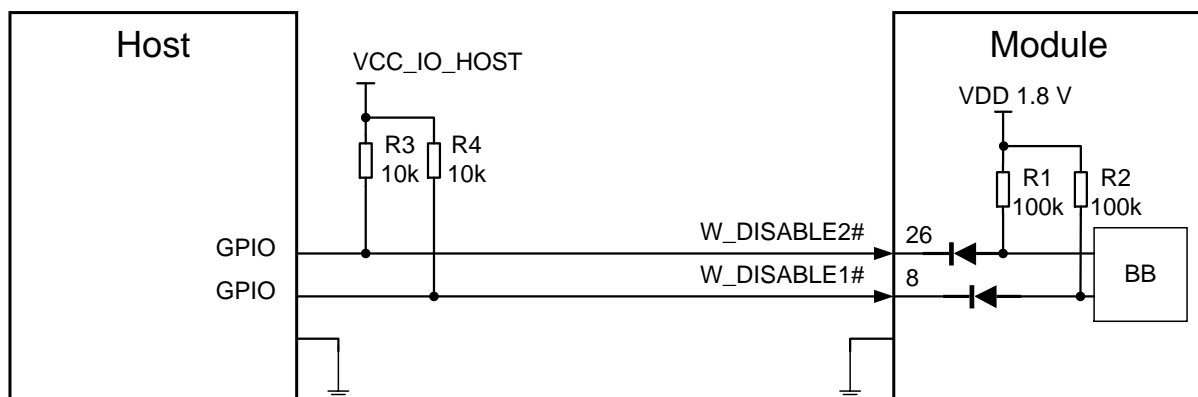
低电平

AT+QGPS=1

低电平

AT+QGSEND

下图为 W_DISABLE1#和 W_DISABLE2#的参考设计。这两个引脚在 RM500Q-CN 内部均已上拉至 1.8 V，且均为低电平有效。



注：VCC_IO_HOST可以为1.8 V或3.3 V。

图 24：W_DISABLE1#和 W_DISABLE2#参考电路

4.5.3. WWAN_LED#

WWAN_LED#用于指示模块的 RF 工作状态，该引脚灌电流最大为 10 mA。

如下图所示，为了避免该引脚工作在过流状态，须在 LED 通路上串联一个限流电阻。WWAN_LED# 引脚为低电平或 PWM 脉冲时，LED 点亮。

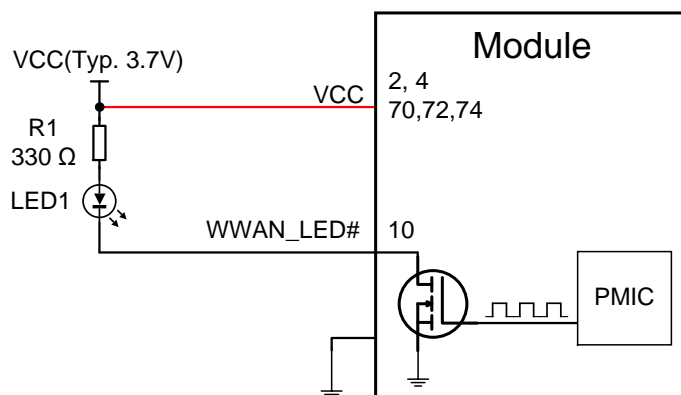


图 25：WWAN_LED#参考电路

表 23: WWAN_LED#射频状态指示介绍

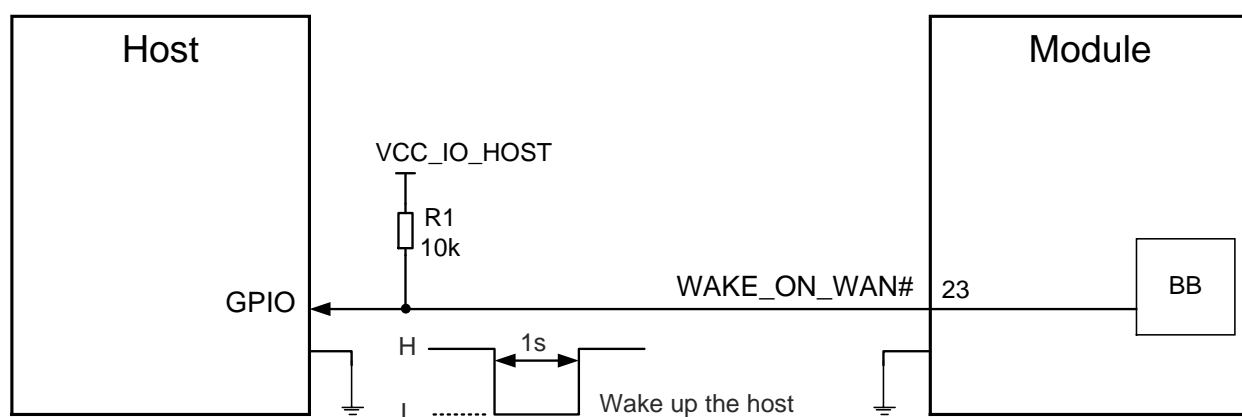
WWAN_LED#逻辑电平	描述
低电平（指示灯亮）	射频功能开启
高电平（指示灯灭）	<p>如下满足任一条，RF 功能将关闭：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● (U)SIM 卡未供电； ● W_DISABLE1#为低电平（开启飞行模式）； ● AT+CFUN=4（关闭射频功能）。

4.5.4. WAKE_ON_WAN#

WAKE_ON_WAN#是一个漏极开路引脚。如下图所示，主机端须添加一个上拉电阻。当模块有 URC 上报时，将通过该引脚输出持续时间为 1 s 的低电平脉冲信号以唤醒主机设备。

表 24: WAKE_ON_WAN#信号状态

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



注：VCC_IO_HOST可以为1.8 V或3.3 V。

图 26: WAKE_ON_WAN#参考电路

4.5.5. DPR*

RM500Q-CN 提供了一个 DPR (Dynamic Power Reduction, 动态降功率) 引脚, 用于 SAR (Specific Absorption Rate, 比吸收率) 检测。通过该引脚, 信号从靠近主机系统的传感器发送至模块以提供输入触发从而降低模块的射频发射功率。

表 25: DPR 信号的功能

DPR	功能
高电平/悬空	RF 最大发射功率不会回退
低电平	执行 AT+QCFG="sarcfg" 命令后模块将降低发射功率。

备注

有关 **AT+QCFG="sarcfg"** 命令的详细信息, 请参考文档 [5]。

4.5.6. 状态指示*

RM500Q-CN 提供了两个状态指示引脚, 用于指示模块与 IPQ807x 进行数据通信时的工作状态。引脚 38 (SDX2AP_STATUS) 从模块输出状态指示信号给 IPQ807x, 引脚 68 (AP2SDX_STATUS) 从 IPQ807x 输出状态指示信号给模块。

4.6. 蜂窝/WLAN 共存接口*

RM500Q-CN 提供了蜂窝网络与 WLAN 之间的共存接口, 下表为此接口的引脚定义。

表 26: 共存接口引脚定义

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性
59	LAA_TX_EN	DO	LAA 传输时 SDR 指示 WLAN	1.8 V
60	WLAN_TX_EN	DI	WLAN 传输时 WLAN 指示 SDR	1.8 V
62	COEX_RXD	DI, PD	LTE/5G 与 WLAN 共存串口接收	1.8 V
64	COEX_TXD	DO, PD	LTE/5G 与 WLAN 共存串口发送	1.8 V

4.7. 天线调谐器控制接口

ANTCTL[1:2] 和 RFFE 引脚用于天线调谐器控制。关于接口的更多详细信息将在本文档之后的版本中更新。

表 27：天线调谐器控制接口定义

引脚号	引脚名	I/O	描述	DC 特性	备注
56	RFFE_CLK ¹¹	DO, PD	RFFE 时钟	1.8 V	
58	RFFE_DATA ¹¹	DO, PD	RFFE 数据	1.8 V	
65	RFFE_VIO_1V8 ¹¹	PO	RFFE 供电电源	1.8 V	最大输出电流为 50 mA
61	ANTCTL1*	DO, PD	通用射频控制	V _{OLmax} = 0.45 V	
63	ANTCTL2*	DO, PD		V _{OHmin} = 1.35 V V _{OHmax} = 1.8 V	

4.8. 控制引脚

RM500Q-CN 提供了四个配置引脚，定义如下表。

表 28：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

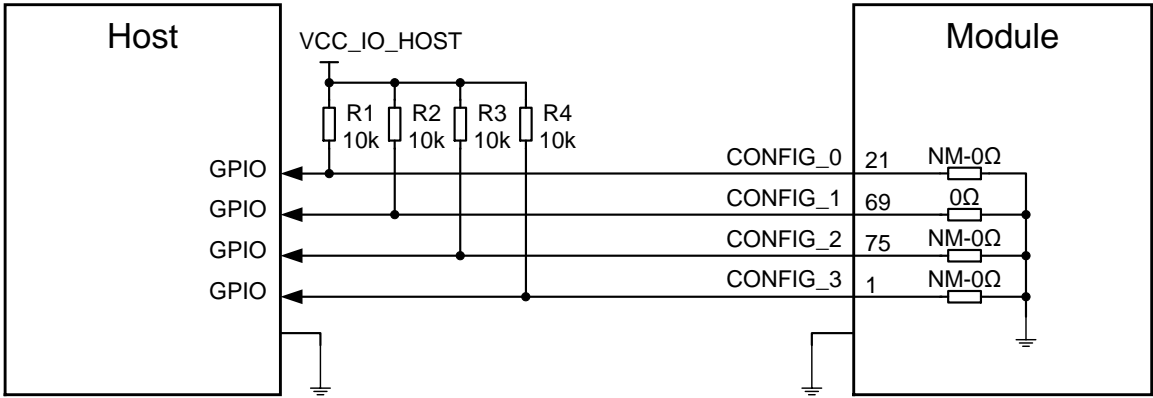
表 29：控制引脚定义

引脚号	引脚名	I/O	电压域	描述
21	CONFIG_0	DO	0	模块内部悬空
69	CONFIG_1	DO	0	模块内部接地

¹¹ 若需要该功能，请联系移远通信了解详细信息。

75	CONFIG_2	DO	0	模块内部悬空
1	CONFIG_3	DO	0	模块内部悬空

下图为 4 个控制引脚的参考电路。



注：VCC_IO_HOST可以为1.8 V或3.3 V。

图 27：控制引脚参考电路

5 射频特性

RM500Q-CN 提供四个天线接口：ANT0、ANT1_GNSSL5、ANT2 和 ANT3_GNSSL1，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

下表为射频天线接口的引脚定义。

表 30：天线接口引脚定义

引脚名称	I/O	描述	备注
ANT0	AIO	Antenna 0 接口： - 5G NR: n41/n78/n79 TRX1 ¹² ; - LTE: LMHB TRX; - WCDMA: LMHB TRX	50 Ω 特性阻抗
ANT1_GNSSL5	AI	Antenna 1 接口： - 5G NR: n78/n79 DRX1 ¹² /n41 DRX0 - LTE: MHB DRX MIMO; - GNSS: L5	50 Ω 特性阻抗
ANT2	AIO	Antenna 2 接口： - 5G NR: n41/n78/n79 TRX0; - LTE: MHB PRX MIMO;	50 Ω 特性阻抗
ANT3_GNSSL1	AI	Antenna 3 接口： - 5G NR: n78/n79 DRX0/n41 DRX1 ¹² ; - LTE: LMHB DRX; - WCDMA: LMHB DRX - GNSS: L1	50 Ω 特性阻抗

¹² NR TRX1 = TX MIMO + PRX MIMO; NR DRX1 = DRX MIMO.

5.1.2. 天线端口映射

表 31: RM500Q-CN 天线端口映射

天线 接口	5G NR			WCDMA/LTE	LB (MHz)	MHB (MHz)	n78 (MHz)	n79 (MHz)
	Refarmed	n41	n78/n79					
ANT0	LMHB TRX	TRX1	TRX1 ¹²	LTE LMHB TRX; WCDMA LMHB TRX;	703~960	1710~2690	3300~3800	4400~5000
ANT1_ GNSSL5	MHB PRX MIMO	DRX0	DRX1 ¹²	LTE MHB DRX MIMO;	-	1166~2690	3300~3800	4400~5000
ANT2	MHB DRX MIMO	TRX0	TRX0	LTE MHB PRX MIMO;	-	2100~2690	3300~3800	4400~5000
ANT3_ GNSSL1	LMHB DRX	DRX1 ¹²	DRX0	LTE LMHB DRX; WCDMA LMHB DRX;	703~960	1559~2690	3300~3800	4400~5000

5.1.3. 工作频率

表 32: RM500Q-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	UMTS	5G NR
IMT (2100)	1920~1980	2110~2170	B1	-	B1	n1
DCS (1800)	1710~1785	1805~1880	B3	-	-	-
Cell (850)	824~849	869~894	B5	-	-	-
EGSM (950)	880~915	925~960	B8	-	B8	-
700 APAC	703~748	758~803	-	-	-	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-B41-XGP	2496~2690	2496~2690	-	B41	-	n41
n78	3300~3800	3300~3800	-	-	-	n78
n79	4400~5000	4400~5000	-	-	-	n79

5.1.4. RF 接收灵敏度

下表为 RM500Q-CN 模块的接收灵敏度。

表 33: RM500Q-CN RF 传导接收灵敏度

制式	频段	主集	分集	SIMO ¹³	3GPP (SIMO)
WCDMA	WCDMA B1	-110.6	-110.8	-112.6	-106.7 dBm
	WCDMA B8	-110.9	-113.6	-114.1	-103.7 dBm
LTE	LTE-FDD B1 (10 MHz)	-98.3	-98.3	-100.6	-96.3 dBm
	LTE-FDD B3 (10 MHz)	-99.5	-99	-101.5	-93.3 dBm
	LTE-FDD B5 (10 MHz)	-100.1	-101.5	-102.9	-94.3 dBm
	LTE-FDD B8 (10 MHz)	-98.9	-101.2	-102.1	-93.3 dBm
	LTE-TDD B34 (10 MHz)	-99.4	-99	-101.6	-96.3 dBm
	LTE-TDD B38 (10 MHz)	-97.3	-97.8	-100.0	-96.3 dBm
	LTE-TDD B39 (10 MHz)	-98.6	-98.7	-101.2	-96.3 dBm
	LTE-TDD B40 (10 MHz)	-99.1	-98	-101.1	-96.3 dBm
	LTE-TDD B41 (10 MHz)	-96	-96.7	-98.9	-94.3 dBm
	5G NR-FDD n1 (20 MHz) (SCS: 15 kHz)	-93.8	-94.1	-96.8	-94.0 dBm
5G NR	5G NR-FDD n28 (20 MHz) (SCS: 15 kHz)	-95.5	-95.8	-98.1	-90.8 dBm
	5G NR-TDD n41 (100 MHz) (SCS: 30 kHz)	-85	-86	-88.2	-84.7 dBm
	5G NR-TDD n78 (100 MHz) (SCS: 30 kHz)	-87.3	-85.7	-89.7	-87.8 dBm
	5G NR-TDD n79 (100 MHz) (SCS: 30 kHz)	-87.6	-88.5	-90.3	-87.8 dBm

¹³ SIMO 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. RF 输出功率

下表为 RM500Q-CN 模块的 RF 输出功率。

表 34: RM500Q-CN 传导最大输出功率

制式	频段	最大值	最小值
WCDMA	WCDMA 频段	24 dBm +1/-3 dB (Class 3)	< -50 dBm
LTE	LTE 频段	23 dBm \pm 2 dB (Class 3)	< -40 dBm
5G NR	5G NR 频段	23 dBm \pm 2 dB (Class 3)	< -40 dBm (BW: 5~20 MHz) ¹⁴
	5G NR HPUE 频段 (n41/n78/n79)	26 dBm +2/-3 dB (Class 2)	< -40 dBm (BW: 5~20 MHz) ¹⁴

5.2. GNSS 天线接口

5.2.1. 基本描述

RM500Q-CN 模块内部集成了全球导航卫星系统解决方案。

模块支持标准 NMEA-0183 协议，默认通过 USB 接口以 1 Hz 的频率更新输出 NMEA 语句。

模块的 GNSS 功能默认为关闭状态，可通过 AT 命令将其打开。有关 GNSS 定位技术和配置的更多详细信息，请参阅文档 [6]。

5.2.2. GNSS 工作频率

下表为 GNSS 工作频率，RM500Q-CN 通过 ANT3_GNSSL1 和 ANT1_GNSSL5 接收 GNSS 信号。

表 35: GNSS 工作频率

类型	频率	单位
GPS/Galileo/QZSS	1575.42 \pm 1.023 (L1)	MHz
	1176.45 \pm 10.23 (L5)	
Galileo	1575.42 \pm 2.046 (E1)	MHz
	1176.45 \pm 10.23 (E5a)	

¹⁴ 对于 5G NR TDD 频段，此要求的标准参考为 3GPP TS 38.101-1 clause 6.3.1

QZSS	1575.42 (L1) 1176.45 (L5)	MHz
GLONASS	1597.5~1605.8	MHz
BeiDou	1561.098 ±2.046	MHz

备注

1. 保证射频信号走线的特性阻抗为 50 Ω。
2. 将 π 型匹配元件尽可能放置在靠近天线的位置。
3. (U)SIM 卡，USB 接口，显示屏连接器和 SD 卡等信号应远离射频走线。
4. 两条射频信号走线之间保持 75 dB 的隔离度。
5. 每个天线之间保持 15 dB 隔离度，以提高接收灵敏度。
6. 5G NR UL MIMO Tx0 和 Tx1 天线之间保持 20 dB 隔离度。

5.2.3. GNSS 特性

下表为 RM500Q-CN 模块的 GNSS 特性。

表 36: GNSS 特性

参数	描述	条件	典型值	单位
接收灵敏度 (GNSS)	冷启动	独立模式	-147	dBm
	重捕	独立模式	-157	dBm
	追踪	独立模式	-158	dBm
首次定位时间 (TTFF) (GNSS)	冷启动 @ open sky	独立模式	31.53	s
		XTRA 开启	14.13	s
	温启动 @ open sky	独立模式	29.53	s
		XTRA 开启	1.06	s
	热启动 @ open sky	独立模式	1.14	s
		XTRA 开启	1.06	s
定位精度 (GNSS)	CEP-50	独立模式 @ open sky	1	m

备注

1. 追踪灵敏度：模块可以保持锁定的最小 GNSS 信号功率（连续定位至少 3 分钟）。
2. 重获取灵敏度：丢失锁定后 3 分钟内，模块保持锁定所需的最小 GNSS 信号功率。
3. 冷启动灵敏度：执行冷启动命令后 3 分钟内，模块可以成功定位的最小 GNSS 信号功率。

5.3. 天线连接器

5.3.1. 天线连接器的位置

RM500Q-CN 有四个天线连接器：ANT0、ANT1_GNSSL5、ANT2 和 ANT3_GNSSL1，如下图所示。



图 28：天线连接器分布示意图

5.3.2. 天线连接器大小

RM500Q-CN 安装标准的 2 mm × 2 mm 插座天线连接器，天线连接器的 PN 为 IPEX 20579-001E，连接器尺寸如下图所示：

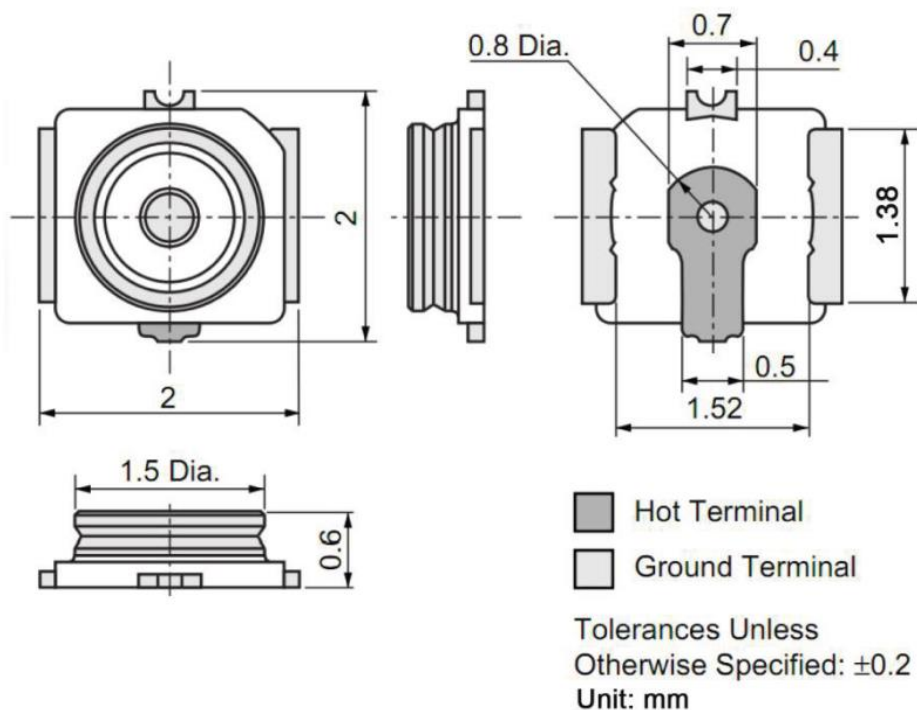


图 29：天线连接器尺寸（单位：mm）

表 37：RF 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 °C ~ +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）

5.3.3. 天线连接器安装

与 RM500Q-CN RF 连接器相匹配的射频插头支持两种类型规格，使用 $\varnothing 0.81$ mm 同轴线缆时最大高度为 1.2 mm，使用 $\varnothing 1.13$ mm 同轴线缆时最大高度为 1.45 mm。.

下图为 $\varnothing 0.81$ mm 同轴线缆匹配插头的规格。

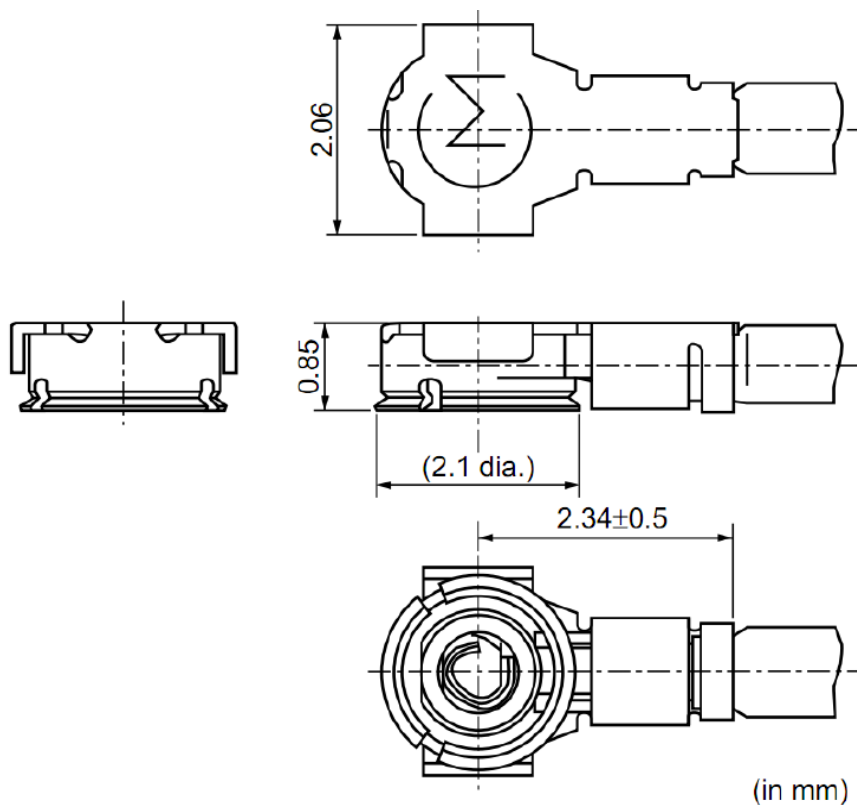


图 30：使用 $\varnothing 0.81$ mm 同轴电缆的匹配插头的规格

下图为 $\varnothing 0.81$ 毫米同轴线缆搭配 RM500Q-CN 上的 RF 连接器和匹配插头之间的连接图。

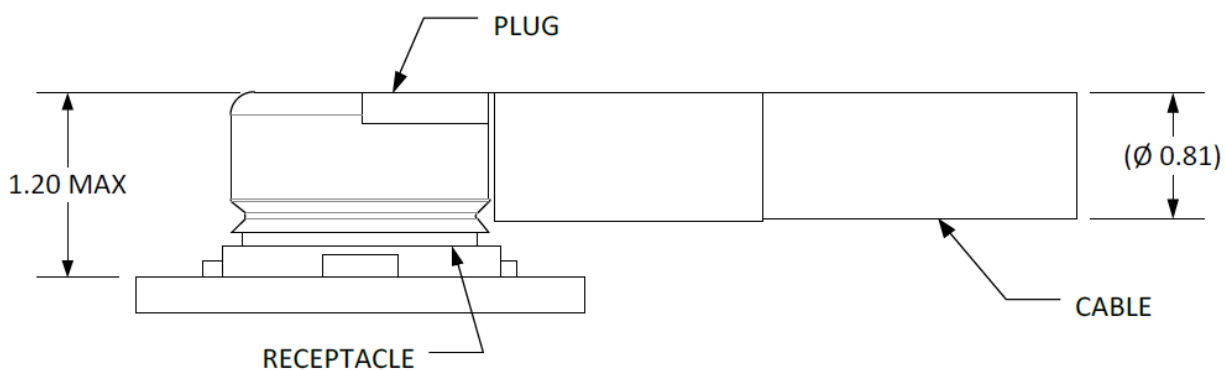


图 31：使用 $\varnothing 0.81$ mm 同轴电缆时，RF 连接器和匹配插头之间的连接

下图为 $\varnothing 1.13$ 毫米同轴电缆搭配 RM500Q-CN 上的 RF 连接器和匹配插头之间的连接图。

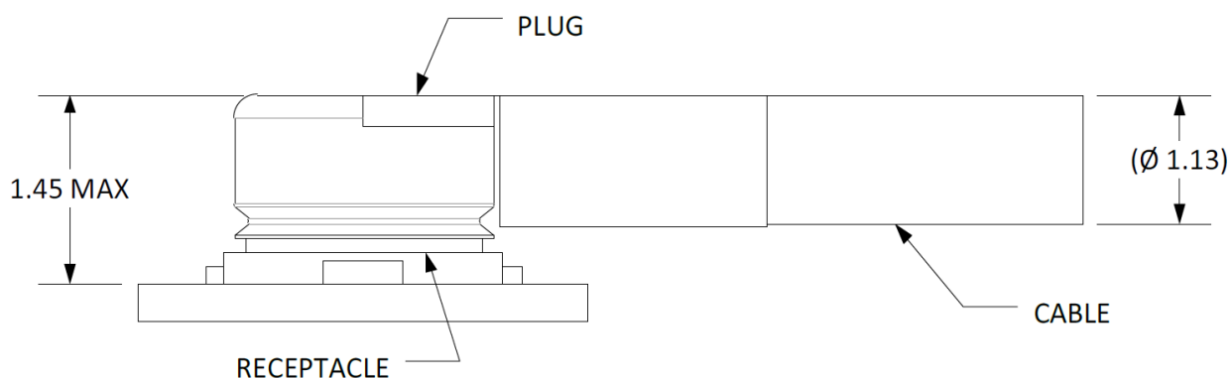


图 32：使用 $\varnothing 1.13$ mm 同轴电缆时，RF 连接器和匹配插头之间的连接

5.3.4. 推荐射频连接器装配

5.3.4.1. 手动插拔同轴电缆插头

手动插入同轴电缆插头示意图如下， θ 须为 90° 。

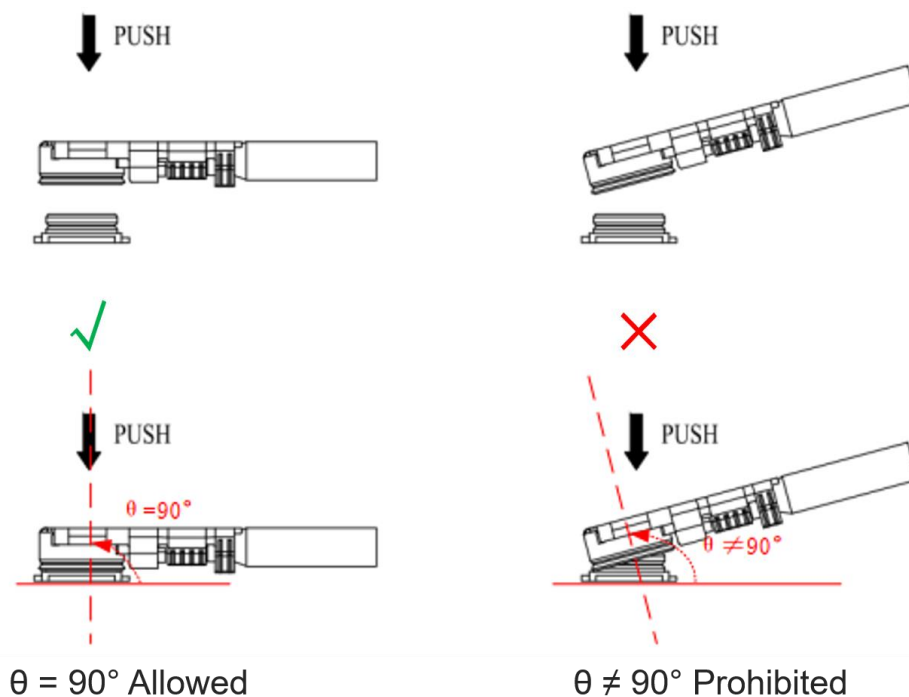


图 33：插入同轴电缆插头示意图

手动拔出同轴电缆插头示意图如下， θ 须为 90° 。

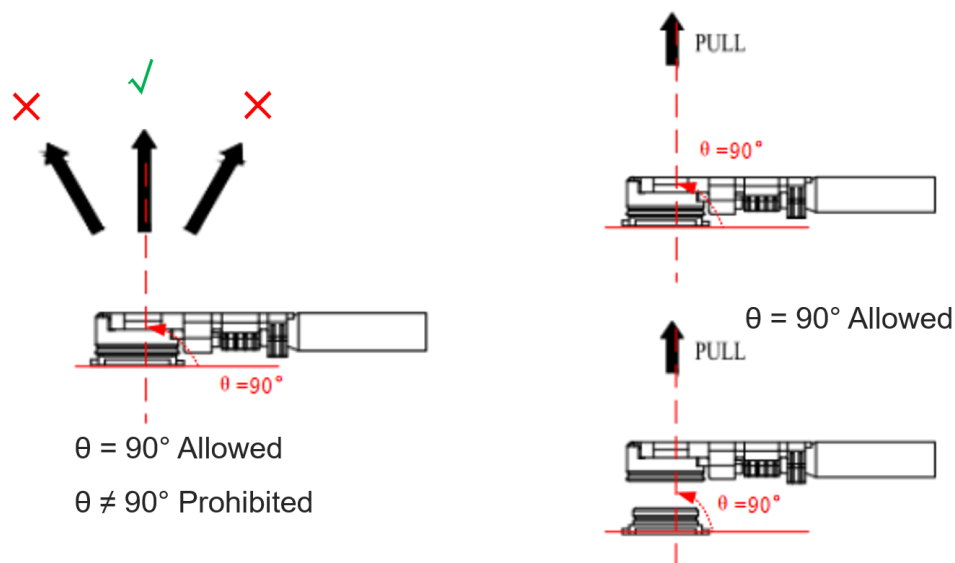


图 34：拔出同轴电缆插头示意图

5.3.4.2. 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， θ 须为 90° 。

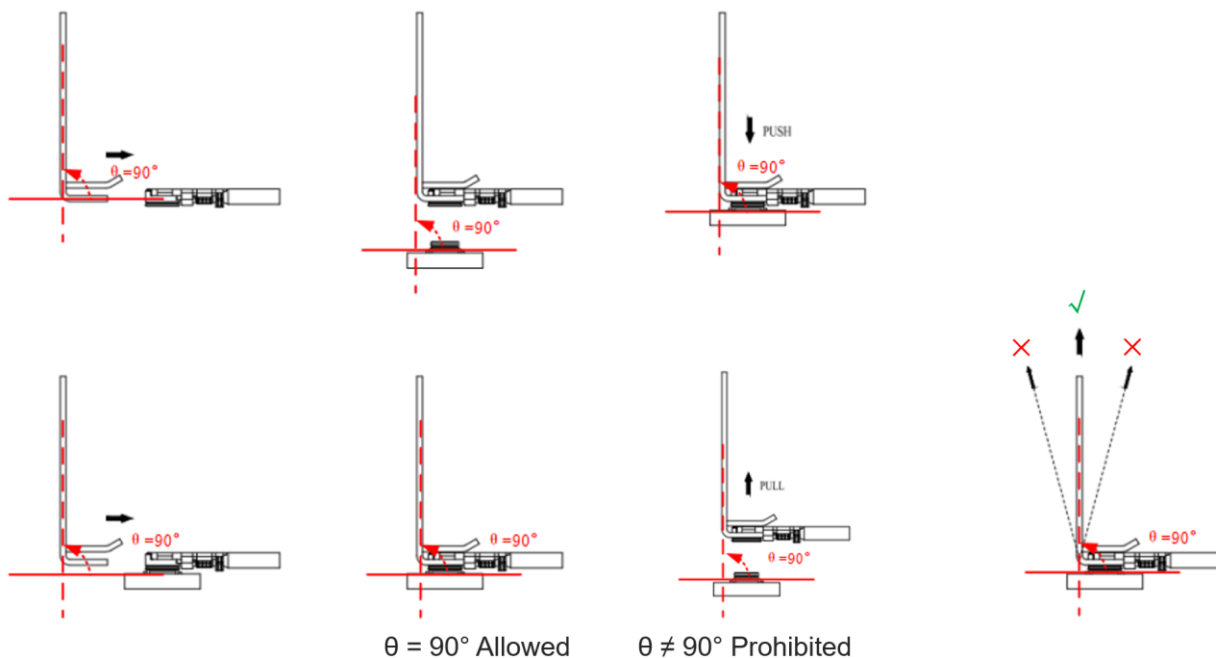


图 35：治具插拔同轴电缆插头示意图

5.3.5. 推荐测试座和测试 cable 厂家

推荐使用 I-PEX 的 RF 连接器和连接线，详细信息请访问 <https://www.i-pex.com>。

5.4. 天线要求

WCDMA、LTE、5G NR 天线和 GNSS 天线规格要求如下表所示。

表 38: 天线要求

类型	要求
GNSS	频率范围: 1559~1606 MHz 极性: 右旋圆极化或线性 VSWR: < 2 (典型值) 无源天线增益: > 0 dBi
WCDMA/LTE/5G NR	VSWR: ≤ 3 效率: > 30 % 输入阻抗: 50 Ω 线缆插入损耗: <ul style="list-style-type: none"> ● < 1 dB: <ul style="list-style-type: none"> WCDMA B8 LTE B5/B8 5G NR n28 ● < 1.5 dB: <ul style="list-style-type: none"> WCDMA B1 LTE B1/B3/B34/B39 5G NR n1 ● < 2 dB: <ul style="list-style-type: none"> LTE B38/B40/B41 5G NR n41/n78/n79

6 电气特性和可靠性

本章节主要介绍 RM500Q-CN 的电气特性和可靠性。

6.1. 电源要求

根据 *PCIe M.2 Electromechanical Specification Rev 1.0* 规范说明，模块的典型输入电压为 3.7 V。下表为模块的电源要求。

表 39：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	3.135	3.7	4.4	V
电源纹波	-	-	30	100	mV
电压跌落	-	-	-	165	mV

6.2. 耗流

表 40：RM500Q-CN 耗流

描述	条件	典型值	单位
关机模式	模块关机	71.8	μA
睡眠模式	AT+CFUN=0 (USB disconnected)	4.615	mA
	WCDMA PF = 64 (USB disconnected)	6.11	mA
	LTE-FDD PF = 64 (USB disconnected)	6.98	mA
	LTE-TDD PF = 64 (USB disconnected)	7.04	mA
空闲模式	WCDMA PF = 64 (USB disconnected)	40.97	mA

	WCDMA PF = 64 (USB connected)	66.96	mA
	LTE-FDD PF = 64 (USB disconnected)	42.56	mA
	LTE-FDD PF = 64 (USB connected)	68.67	mA
	LTE-TDD PF = 64 (USB disconnected)	42.67	mA
	LTE-TDD PF = 64 (USB connected)	68.56	mA
WCDMA 最大发射功率 (GNSS 关闭)	WCDMA B1 HSDPA CH10700 @ 23 dBm	450	mA
	WCDMA B1 HSUPA CH10700 @ 23 dBm	460	mA
	WCDMA B8 HSDPA CH3012 @ 23 dBm	390	mA
	WCDMA B8 HSUPA CH3012 @ 23 dBm	395	mA
LTE 最大发射功率 (GNSS 关闭)	LTE-FDD B1 CH300 @ 23 dBm	630	mA
	LTE-FDD B3 CH1575 @ 23 dBm	600	mA
	LTE-FDD B5 CH2525 @ 23 dBm	460	mA
	LTE-FDD B8 CH3625 @ 23 dBm	515	mA
	LTE-TDD B34 CH36275 @ 23 dBm	305	mA
	LTE-TDD B38 CH38000 @ 23 dBm	340	mA
	LTE-TDD B39 CH38450 @ 23 dBm	310	mA
	LTE-TDD B40 CH39150 @ 23 dBm	325	mA
	LTE-TDD B41 CH40620 @ 23 dBm	410	mA
5G NR 最大发射功率 (GNSS 关闭)	5G NR-TDD n41 CH501204 @ 23 dBm	515	mA
	5G NR-TDD n41 CH518598 @ 23 dBm	510	mA
	5G NR-TDD n41 CH535998 @ 23 dBm	505	mA
	5G NR-TDD n78 CH620668 @ 23 dBm	565	mA
	5G NR-TDD n78 CH636666 @ 23 dBm	465	mA
	5G NR-TDD n78 CH652666 @ 23 dBm	505	mA
	5G NR-TDD n79 CH695090 @ 23 dBm	570	mA
	5G NR-TDD n79 CH713522 @ 23 dBm	530	mA

	5G NR-TDD n79 CH731976 @ 23 dBm	545	mA
	5G NR-FDD n1 CH423000 @ 23 dBm	640	mA
	5G NR-FDD n1 CH428000 @ 23 dBm	650	mA
	5G NR-FDD n1 CH433000 @ 23 dBm	645	mA
	5G NR-FDD n28 CH152600 @ 23 dBm	550	mA
	5G NR-FDD n28 CH154600 @ 23 dBm	545	mA
	5G NR-FDD n28 CH156600 @ 23 dBm	555	mA
WCDMA 语音通话	WCDMA B1 CH10700 @ 23 dBm	530	mA
	WCDMA B8 CH3012 @ 23 dBm	450	mA

6.3. I/O 特性

表 41: I/O 特性

参数	描述	最小值	最大值	单位
V _{IH}	输入高电压	1.65	2.1	V
V _{IL}	输入低电压	-0.3	0.54	V
V _{OH}	输出高电压	1.3	1.8	V
V _{OL}	输出低电压	0	0.4	V

表 42: 1.8 V (U)SIM 卡 I/O 特性

参数	描述	最小值	最大值	单位
USIM_VDD	(U)SIM 卡供电电源	1.65	1.95	V
V _{IH}	输入高电压	0.7 × USIM_VDD	USIM_VDD + 0.3	V
V _{IL}	输入低电压	-0.3	0.2 × USIM_VDD	V
V _{OH}	输出高电压	0.8 × USIM_VDD	USIM_VDD	V
V _{OL}	输出低电压	0	0.4	V

表 43: 3.0 V (U)SIM 卡 I/O 特性

参数	描述	最小值	最大值	单位
USIM_VDD	(U)SIM 卡供电电源	2.7	3.05	V
V _{IH}	输入高电压	0.7 × USIM_VDD	USIM_VDD + 0.3	V
V _{IL}	输入低电压	-0.3	0.2 × USIM_VDD	V
V _{OH}	输出高电压	0.8 × USIM_VDD	USIM_VDD	V
V _{OL}	输出低电压	0	0.4	V

6.4. 静电防护

在模块应用过程中，由于人体静电、微电子间带电摩擦等产生的静电会通过各种途径泄放至模块，会对模块造成一定的损坏，因此 ESD 防护应受到重视。在开发、测试和生产组装等过程中均应采取 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的位置，应增加防静电保护器件，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 44: 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. 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 45：绝对最大额定值

参数	最小值	最大值	单位
VCC	-0.3	4.7	V
数字引脚电压	-0.3	2.3	V

6.6. 工作和存储温度

表 46：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 ¹⁵	-30	+25	+75	°C
扩展温度范围 ¹⁶	-40	-	+85	°C
存储温度范围	-40	-	+90	°C

¹⁵ 在正常温度范围内工作时，模块的相关性能指标均满足 3GPP 标准要求。为满足此工作温度范围，需要增加相应的散热措施，例如使用散热器、热导管和均热板等。

¹⁶ 在扩展温度范围工作时，模块仍能保持正常工作状态，具备语音、短信、数据收发等功能，不会出现不可恢复的故障，射频和网络基本不受影响。仅个别指标（如输出功率）等参数的值可能会超出 3GPP 标准的范围。当温度回落至正常工作温度范围时，模块的各项指标仍符合 3GPP 标准。为满足此工作温度范围，需要增加相应的散热措施，例如使用散热器、热导管和均热板等。关于模块散热措施，请参考文档 [4]。

7 机械尺寸和包装

本章主要介绍 RM500Q-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 ± 0.2 mm。

7.1. 模块机械尺寸

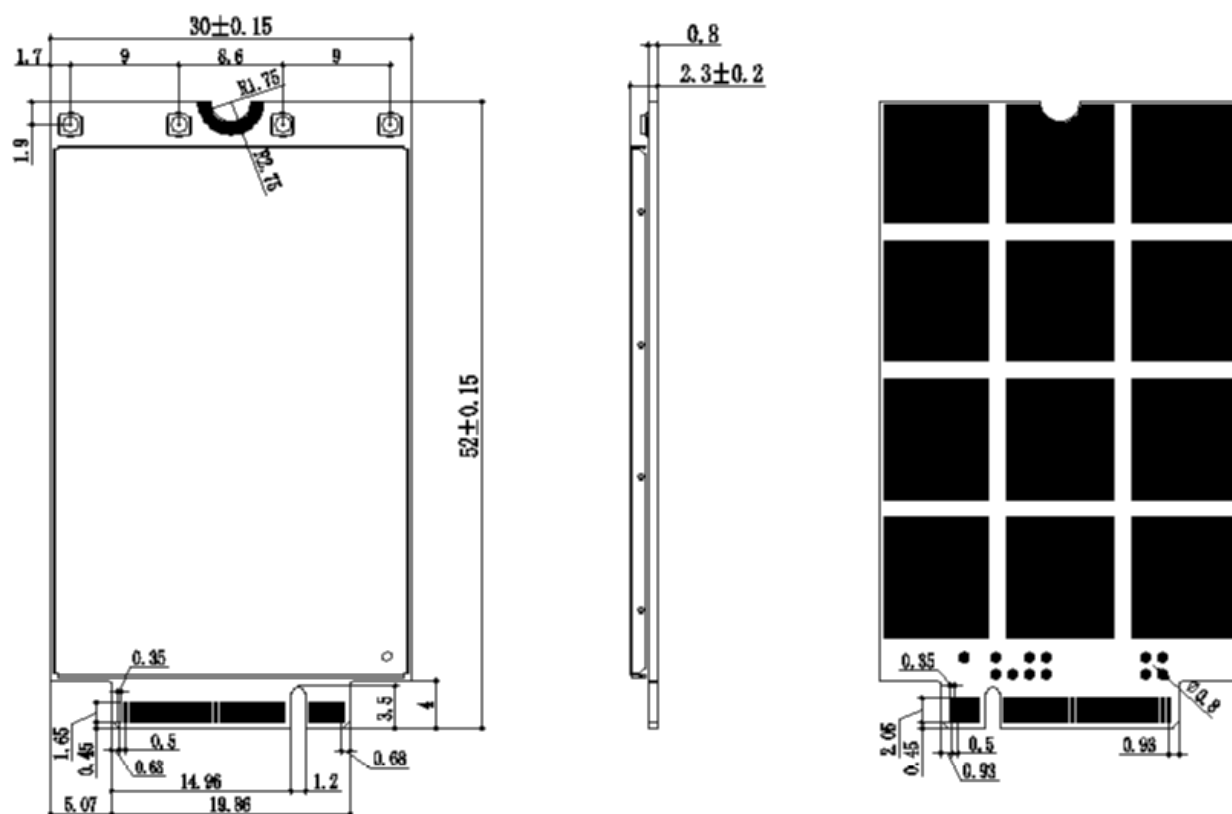


图 36: RM500Q-CN 机械尺寸（单位：mm）

7.2. 模块设计效果图

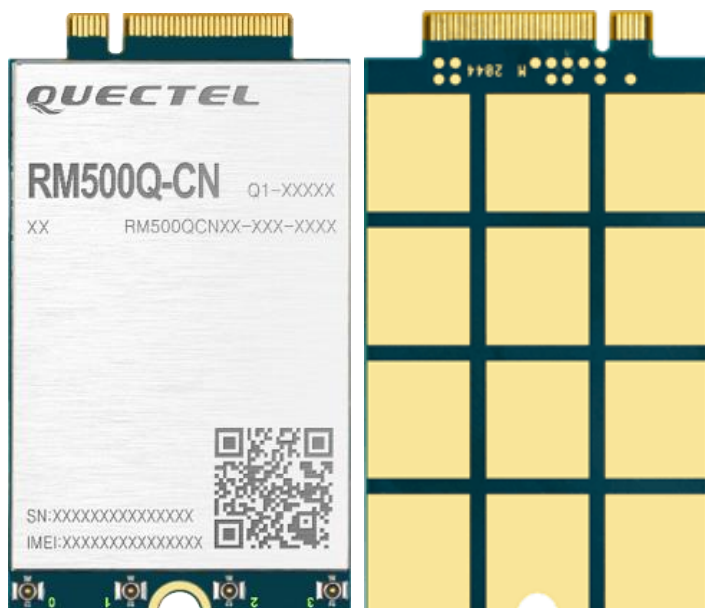


图 37：模块俯视和底视图

备注

上图仅供参考，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

RM500Q-CN 采用标准的 PCI Express M.2 连接器，更多信息请参考 *PCI Express M.2 Specification Revision 3.0*。

7.4. 包装

RM500Q-CN 模块出厂包装在托盘中。下图为托盘尺寸。

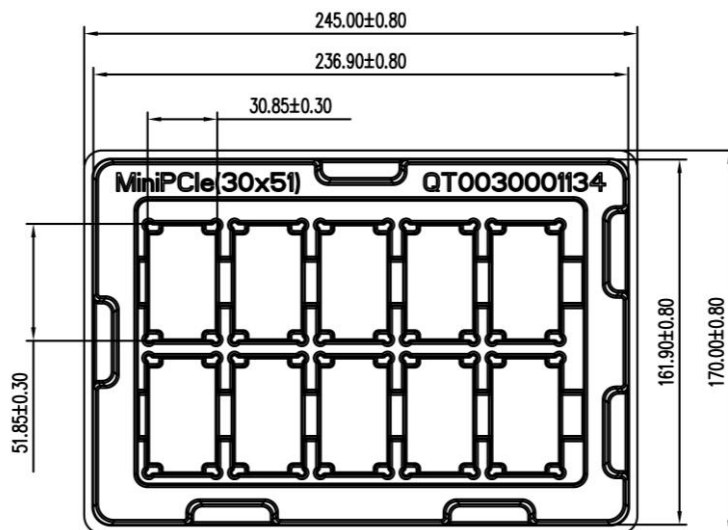


图 38: 托盘尺寸 (单位: 毫米)

每个托盘包含 10 个模块，托盘包装程序如下。

1. 使用 10 个托盘一次性包装 100 个模块（托盘尺寸：245 mm × 170 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（纸箱尺寸：250 mm × 175 mm × 128 mm），然后用密封贴纸在封条上贴上标签。



图 39: 托盘包装步骤

8 附录 参考文档及术语缩写

表 47：参考文档

文档名称
[1] Quectel_RM50xQ_Series_Reference_Design
[2] Quectel_RM500Q-CN_CA&EN-DC_Features
[3] Quectel_5G_M.2_EVB_User_Guide
[4] Quectel_RM50xQ 系列_热设计指导
[5] Quectel_RG50xQ&RM5xxQ_Series_AT_Commands_Manual
[6] Quectel_RM50xQ&RM5xxQ_Series_GNSS_Application_Note

表 48：术语和缩略语

缩写	英文全称	中文全称
BIOS	Basic Input Output System	基本输入/输出系统
bps	bits per second	位每秒
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
DPR	Dynamic Power Reduction	动态功率回退
EIRP	Equivalent Isotropically Radiated Power	等效全向辐射功率
EMI	Electromagnetic Interference	电磁干扰
ESD	Electrostatic Discharge	静电释放

FDD	Frequency Division Duplexing	频分复用
GLONASS	Global Navigation Satellite System (Russia)	格洛纳斯导航卫星系统（俄罗斯）
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	授权频谱辅助接入
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
PPP	Point-to-Point Protocol	点对点协议
QMI	Qualcomm MSM (Mobile Station Modems) Interface	高通信息接口
RC	Root Complex	根聚合体
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) 用户识别卡
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