

# BC32 QuecPython

## 硬件设计手册

**NB-IoT 模块系列**

版本：1.0.0

日期：2024-08-27

状态：临时文件



上海移远通信技术股份有限公司（以下简称“移远通信”）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 5108 6236 邮箱：[info@quectel.com](mailto: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，请随时登录网址：  
<http://www.quectel.com/cn/support/technical.htm> 或发送邮件至：[support@quectel.com](mailto:support@quectel.com)。

## 前言

移远通信提供该文档内容以支持客户的产品设计。客户须按照文档中提供的规范、参数来设计产品。同时，您理解并同意，移远通信提供的参考设计仅作为示例。您同意在设计您目标产品时使用您独立的分析、评估和判断。在使用本文档所指导的任何硬软件或服务之前，请仔细阅读本声明。您在此承认并同意，尽管移远通信采取了商业范围内的合理努力来提供尽可能好的体验，但本文档和其所涉及服务是在“可用”基础上提供给您的。移远通信可在未事先通知的情况下，自行决定随时增加、修改或重述本文档。

## 使用和披露限制

### 许可协议

除非移远通信特别授权，否则我司所提供硬软件、材料和文档的接收方须对接收的内容保密，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。

### 版权声明

移远通信产品和本协议项下的第三方产品可能包含受移远通信或第三方材料、硬软件和文档版权保护的相关资料。除非事先得到书面同意，否则您不得获取、使用、向第三方披露我司所提供的文档和信息，或对此类受版权保护的资料进行复制、转载、抄袭、出版、展示、翻译、分发、合并、修改，或创造其衍生作品。移远通信或第三方对受版权保护的资料拥有专有权，不授予或转让任何专利、版权、商标或服务商标权的许可。为避免歧义，除了正常的非独家、免版税的产品使用许可，任何形式的购买都不可被视为授予许可。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，移远通信有权追究法律责任。

### 商标

除另行规定，本文档中的任何内容均不授予在广告、宣传或其他方面使用移远通信或第三方的任何商标、商号及名称，或其缩略语，或其仿冒品的权利。

### 第三方权利

您理解本文档可能涉及一个或多个属于第三方的硬软件和文档（“第三方材料”）。您对此类第三方材料的使用应受本文档的所有限制和义务约束。

移远通信针对第三方材料不做任何明示或暗示的保证或陈述，包括但不限于任何暗示或法定的适销性或特定用途的适用性、平静受益权、系统集成、信息准确性以及与许可技术或被许可人使用许可技术相关的不侵犯任何第三方知识产权的保证。本协议中的任何内容都不构成移远通信对任何移远通信产品或任何其他硬件、设备、工具、信息或产品的开发、增强、修改、分销、营销、销售、提供销售或以其他方式维持生产的陈述或保证。此外，移远通信免除因交易过程、使用或贸易而产生的任何和所有保证。

## 隐私声明

为实现移远通信产品功能，特定设备数据将会上传至移远通信或第三方服务器（包括运营商、芯片供应商或您指定的服务器）。移远通信严格遵守相关法律法规，仅为实现产品功能之目的或在适用法律允许的情况下保留、使用、披露或以其他方式处理相关数据。当您与第三方进行数据交互前，请自行了解其隐私保护和数据安全政策。

## 免责声明

- 1) 移远通信不承担任何因未能遵守有关操作或设计规范而造成损害的责任。
- 2) 移远通信不承担因本文档中的任何因不准确、遗漏、或使用本文档中的信息而产生的任何责任。
- 3) 移远通信尽力确保开发中功能的完整性、准确性、及时性，但不排除上述功能错误或遗漏的可能。除非另有协议规定，否则移远通信对开发中功能的使用不做任何暗示或法定的保证。在适用法律允许的最大范围内，移远通信不对任何因使用开发中功能而遭受的损害承担责任，无论此类损害是否可以预见。
- 4) 移远通信对第三方网站及第三方资源的信息、内容、广告、商业报价、产品、服务和材料的可访问性、安全性、准确性、可用性、合法性和完整性不承担任何法律责任。

版权所有©上海移远通信技术股份有限公司 2024，保留一切权利。

**Copyright © Quectel Wireless Solutions Co., Ltd. 2024.**

## 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

## 修订记录

版本	日期	作者	变更表述
-	2024-08-27	Forest LIN/ Zero ZHANG/ Felix YE	文档创建
1.0.0	2024-08-27	Forest LIN/ Zero ZHANG/ Felix YE	临时版本

## 目录

安全须知.....	3
文档历史.....	4
目录.....	5
表格索引.....	7
图片索引.....	8
<b>1 引言.....</b>	<b>9</b>
1.1. 特殊符号.....	9
<b>2 产品综述.....</b>	<b>10</b>
2.1. 频段及功能.....	10
2.2. 关键特性.....	11
2.3. 功能框图.....	12
2.4. 引脚分配图.....	14
2.5. 引脚描述表.....	15
2.6. 评估板套件.....	18
<b>3 工作特性.....</b>	<b>19</b>
3.1. 工作模式.....	19
3.1.1. NB-IoT 工作模式.....	19
3.1.2. GSM/GPRS 模式.....	20
3.2. 省电模式.....	21
3.2.1. 浅休眠模式.....	21
3.2.2. 深休眠模式.....	21
3.3. 电源设计.....	22
3.3.1. 电源接口.....	22
3.3.2. 供电参考.....	22
3.3.3. 电压稳定性要求.....	23
3.3.4. 电源电压检测.....	24
3.4. 开机.....	24
3.5. 关机.....	25
3.6. 复位.....	26
<b>4 应用接口.....</b>	<b>28</b>
4.1. (U)SIM 接口.....	28
4.2. UART 接口.....	30
4.2.1. 主 UART 接口.....	31
4.2.2. 调试 UART.....	32
4.2.3. UART 接口应用场景.....	32
4.3. SPI 接口.....	34
4.4. I2C 接口.....	35
4.5. 网络状态指示*.....	35
4.6. ADC 接口.....	36

<b>5</b>	<b>射频特性.....</b>	<b>37</b>
5.1.	蜂窝网络.....	37
5.1.1.	天线接口和工作频段.....	37
5.1.1.	发射功率.....	38
5.1.1.	接收灵敏度.....	38
5.1.1.	参考设计.....	40
5.1.2.	射频信号线布线指导.....	40
5.1.3.	天线设计要求.....	42
<b>6</b>	<b>电气性能和可靠性.....</b>	<b>43</b>
6.1.	绝对最大值.....	43
6.2.	工作和存储温度.....	43
6.3.	功耗.....	44
6.4.	数字逻辑电平特性.....	46
6.5.	静电防护.....	47
<b>7</b>	<b>机械尺寸.....</b>	<b>48</b>
7.1.	模块机械尺寸.....	48
7.2.	推荐封装.....	50
7.3.	模块俯视图和底视图.....	51
<b>8</b>	<b>存储、生产和包装.....</b>	<b>52</b>
8.1.	存储条件.....	52
8.2.	生产焊接.....	53
8.3.	包装规格.....	55
8.3.1.	载带.....	55
8.3.2.	胶盘.....	55
8.3.3.	贴片方向.....	56
8.3.4.	包装流程.....	57
<b>9</b>	<b>附录 A 参考文档及术语缩写.....</b>	<b>58</b>
<b>10</b>	<b>附录 B 复用引脚及其功能.....</b>	<b>61</b>

## 表格索引

表 1: 特殊符号 .....	9
表 2: 基本信息 .....	10
表 3: 模块支持的频段 .....	10
表 4: 关键特性 .....	11
表 5: 编码格式和耦合时最大网络数据速度率 .....	12
表 6: I/O 参数定义 .....	15
表 7: 引脚描述表 .....	15
表 8: AP 工作模式 .....	19
表 9: Modem 工作模式 .....	19
表 10: 模块系统工作模式 .....	19
表 11: 工作模式 .....	20
表 12: 电源引脚定义 .....	22
表 13: PWRKEY 接口引脚定义 .....	24
表 14: 复位引脚定义 .....	26
表 15: (U)SIM 接口引脚定义 .....	28
表 16: UART 接口引脚定义 .....	30
表 17: SPI 接口引脚定义 .....	34
表 18: I2C 接口引脚定义 .....	35
表 19: NETLIGHT 引脚定义 .....	35
表 20: NETLIGHT 的工作状态 .....	35
表 21: ADC 接口引脚定义 .....	36
表 22: 蜂窝天线引脚定义 .....	37
表 23: 模块工作频段 .....	37
表 24: 射频发射功率 .....	38
表 25: GSM RF 传导灵敏度 .....	38
表 26: NB-IoT 单传接收灵敏度 (吞吐量 $\geq 95\%$ ) .....	39
表 27: NB-IoT 128 次重传接收灵敏度 (吞吐量 $\geq 95\%$ ) .....	39
表 28: 天线设计要求 .....	42
表 29: 绝对最大值 .....	43
表 30: 工作和存储温度范围 .....	43
表 31: NB-IoT 模式耗流 .....	44
表 32: GSM/GPRS 模式耗流 .....	45
表 33: VDD_EXT I/O 特性 (单位: V) .....	46
表 34: (U)SIM 接口 I/O 特性 (单位: V) .....	46
表 35: ESD 性能参数 (温度: 25~30 °C, 湿度: 40 $\pm$ 5%) .....	47
表 36: 推荐的炉温测试控制要求 .....	53
表 37: 载带尺寸表 (单位: mm) .....	55
表 38: 胶盘尺寸表 (单位: mm) .....	56
表 39: 参考文档 .....	58
表 40: 术语缩写 .....	58
表 41: 多路复用引脚及其功能 .....	61



## 图片索引

图 1: 功能框图.....	13
图 2: 引脚分配图.....	14
图 3: 模块功耗参考示意图.....	21
图 4: 深休眠唤醒时序.....	22
图 5: VBAT 输入端参考电路.....	23
图 6: 模块发射时的电压电流波形图.....	23
图 7: 开集驱动开机参考电路.....	24
图 8: 按键开机参考电路.....	25
图 9: 开机时序图.....	25
图 10: 关机时序图 (AT 命令关机).....	26
图 11: 开集驱动参考复位电路.....	27
图 12: 按键复位参考电路.....	27
图 13: 复位时序图.....	27
图 14: 6-pin (U)SIM1 接口参考电路图.....	29
图 15: 6-pin (U)SIM2 接口参考电路图.....	29
图 16: 主 UART 三线制连接方式示意图.....	31
图 17: 带硬件流控的主 UART 连接方式示意图.....	31
图 18: 调试 UART 接口参考设计.....	32
图 19: 晶体管电平转换参考电路 (主 UART).....	32
图 20: RS-232 接口匹配示意图.....	33
图 21: SPI 电路参考设计.....	34
图 22: 网络状态灯指示参考电路.....	36
图 23: 射频天线参考电路.....	40
图 24: 两层 PCB 板微带线结构.....	40
图 25: 两层 PCB 板共面波导结构.....	41
图 26: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第三层).....	41
图 27: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第四层).....	41
图 28: BC32 俯视及侧视尺寸图.....	48
图 29: 底视尺寸图.....	49
图 30: 推荐封装.....	50
图 31: 俯视图和底视图.....	51
图 32: 推荐的炉温曲线图.....	53
图 33: 载带尺寸图 (单位: mm).....	55
图 34: 胶盘尺寸图.....	56
图 35: 贴片方向.....	56
图 36: 包装流程.....	57

# 1 引言

QuecPython®是通过将 MicroPython®移植到移远通信模块上来实现的，可以用于调用模块软件功能和外部硬件接口，帮助用户进行嵌入式应用程序二次开发。其主要优势包括：

- 高效便捷的 Python 开发：提供丰富的 API 接口，最大程度地确保接口的稳定性和功能丰富性
- 兼容 MicroPython®：便于用户进行更新和迁移
- 高数据安全性：高度保证数据安全性的体系结构
- 强大的可移植性：其设计框架便于快速移植和适配到不同的应用平台上

本文档主要介绍在 QuecPython®方案下 BC32 模块及其与客户应用连接的空中接口和硬件接口，可以帮助客户快速了解模块的硬件接口特性、射频特性、电气特性、机械规范以及其他相关信息。

## 1.1. 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、命令、参数等后所标记的星号（*）表示该功能、特性、接口、引脚、命令、参数等正在开发中，因此暂不支持；模块型号后所标记的星号（*）表示该型号暂无样品。

## 2 产品综述

BC32 是高性能、低功耗的四频段 NB-IoT 模块系列，支持 NB-IoT 和 GSM/GPRS。通过 NB-IoT 无线电通信协议 3GPP Rel-13 和 Rel-14，模块可与网络运营商的基础设备建立通信。

模块为贴片模式，尺寸小，封装紧凑，能最大限度地满足终端设备对小尺寸模块产品的需求，并为客户提供可靠的连接方式。

**表 2: 基本信息**

BC32	
封装	LCC
引脚数	50 个
尺寸	(23.6 ±0.15) mm × (19.9 ±0.15) mm × (2.2 ±0.2) mm
重量	1.8 ±0.1 g

### 2.1. 频段及功能

**表 3: 模块支持的频段**

网络制式	BC32
LTE Cat NB2	B3/B5/B8/B20/B28
GSM/GPRS	GSM850、EGSM900、DCS1800、PCS1900

## 2.2. 关键特性

表 4: 关键特性

参数	说明
供电电压	供电电压范围: 3.4~4.2 V 典型值: 3.8 V
省电	深休眠模式典型耗流: 4 $\mu$ A
短消息 (SMS)*	Text 和 PDU 模式 短消息存储设备: (U)SIM 卡
(U)SIM 接口	支持(U)SIM 卡: 1.8 /3.0 V
UART 接口	<b>主 UART:</b> 用于数据传输, 支持的波特率最大为 921600 bps <b>调试 UART:</b> 用于软件调试、升级、获取底层日志, 支持的波特率为 921600 bps
SPI 接口	1 个 SPI 接口, 支持 39 MHz*通信速率
I2C 接口	最多可支持 2 个 I2C 接口 支持速率: 100 kbps 标准模式及 400 kbps 高速模式
ADC 接口	1 个 ADC 接口
AT 命令	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 符合 3GPP TS 27.007 和 3GPP TS 27.005 定义的命令</li> <li>● 符合移远通信增强型 AT 命令</li> </ul>
天线接口	RF_ANT: 50 $\Omega$ 特性阻抗
发射功率	NB-IoT 发射功率: 23 dBm $\pm$ 2 dB GSM 发射功率: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Class 4: 33 dBm <math>\pm</math>2 dB (GSM850 和 EGSM900)</li> <li>● Class 1: 30 dBm <math>\pm</math>2 dB (DCS1800 和 PCS1900)</li> </ul>
NB-IoT 频段	B3/B5/B8/B20/B28
GSM 特性	四频: GSM850/EGSM900/DCS1800/PCS1900 调制方式: GMSK 模块可自动搜寻频率 频段选择可以通过 AT 命令来设置 符合 GSM Phase 2/2+
GPRS 连接特性	GPRS 多时隙等级为 12 (默认) GPRS 多时隙等级为 1~12 (可配置) GPRS 移动台等级 B
GPRS 数据特性	GPRS 数据下行传输: 最大 85.6 kbps GPRS 数据上行传输: 最大 85.6 kbps

	调制方式: GMSK 编码格式: CS-1、CS-2、CS-3 和 CS-4
网络协议特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 支持 PPP 协议的 PAP 和 CHAP 认证</li> <li>● 支持 UDP/ TCP/ CoAP*/ LwM2M*/ SNTP/ PPP/ MQTT/ TLS*/ DTLS/ HTTP/ HTTPS/ CMUX*</li> </ul>
温度范围	正常工作温度 <sup>1</sup> : -25 °C ~ +75 °C 扩展工作温度 <sup>2</sup> : -40 °C ~ +85 °C 存储温度: -40 °C ~ +90 °C
固件升级	通过调试 UART 接口或 DFOTA 升级
RoHS	所有器件完全符合欧盟 RoHS 标准

表 5: 编码格式和耦合时最大网络数据速度率

编码格式	1 时隙	2 时隙	4 时隙
CS-1	9.05 kbps	18.1 kbps	36.2 kbps
CS-2	13.4 kbps	26.8 kbps	53.6 kbps
CS-3	15.6 kbps	31.2 kbps	62.4 kbps
CS-4	21.4 kbps	42.8 kbps	85.6 kbps

### 2.3. 功能框图

下图为模块的功能框图，阐述了其如下主要功能：

- 射频部分
- 基带部分
- 电源管理
- 接口部分

<sup>1</sup> 在此工作温度范围内，模块的各项指标符合 3GPP 标准的要求。

<sup>2</sup> 在此工作温度范围内，模块仍能保持正常工作状态，具备短消息\*、数据传输等功能；不会出现不可恢复的故障；射频频谱、网络基本不受影响。仅个别指标如 P<sub>out</sub> 等参数的值可能会降低并跌破 3GPP 标准所指定的公差。当温度返回至正常工作温度范围时，模块的各项指标仍符合 3GPP 标准的要求。

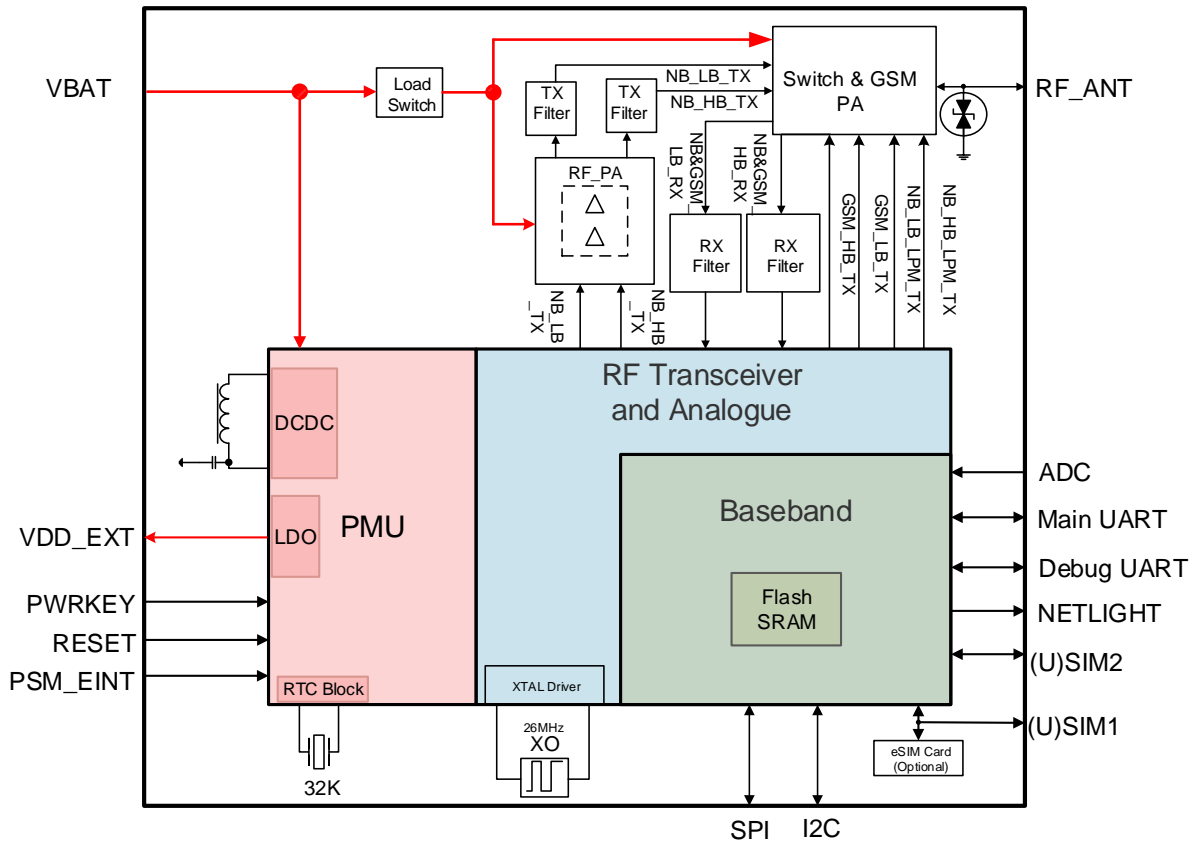


图 1: 功能框图

## 2.4. 引脚分配图

下图为 BC32 模块的引脚分配图。

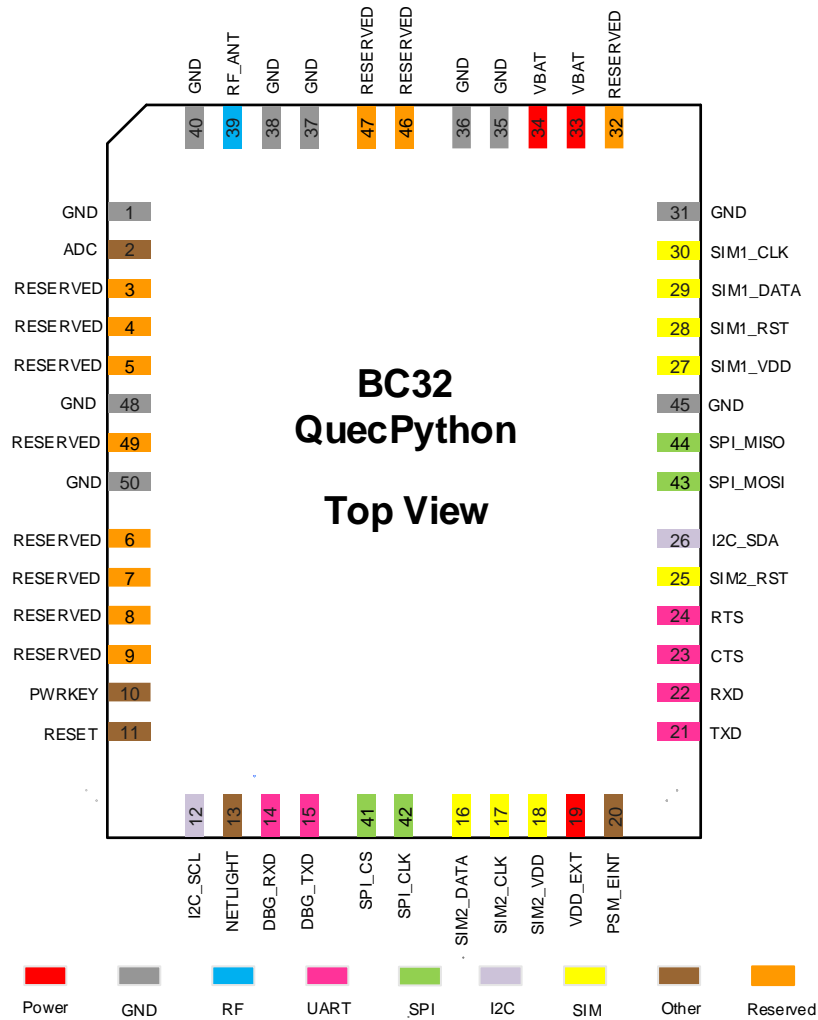


图 2: 引脚分配图

### 备注

所有预留的引脚请悬空。

## 2.5. 引脚描述表

表 6: I/O 参数定义

类型	描述
AI	模拟输入
AIO	模拟输入/输出
DI	数字输入
DO	数字输出
DIO	数字输入/输出
PI	电源输入
PO	电源输出

DC 特性包含电压域、额定电流信息等。

表 7: 引脚描述表

电源接口						
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注	
VBAT	33、34	PI	模块主电源	Vmax = 4.2 V Vmin = 3.4 V Vnom = 3.8 V	电源必须能够提供 2 A 的电流。 建议预留测试点。	
VDD_EXT	19	PO	2.8 V 输出电源	Vnom = 2.8 V	深休眠模式下无电压输出； 可作为模块 I/O 口上拉电源； 不建议用于外部电路供电。	
GND	1、31、35、36、37、38、40、45、48、50					
模块开关机						
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注	
PWRKEY	10	DI	模块开/关机	Vnom = 1.07 V	低电平有效。 建议预留测试点。	



复位接口						
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注	
RESET	11	DI	模块复位	Vnom = 1.07 V	低电平有效。 不用则建议预留测试点。	
PSM_EINT 接口						
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注	
PSM_EINT	20	DI	深休眠唤醒	Vnom = 1.07 V	低电平有效。	
网络状态指示接口*						
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注	
NETLIGHT	13	DO	网络状态指示	VDD_EXT	不用则悬空。	
主 UART 接口						
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注	
RXD	22	DI	主 UART 接收	VDD_EXT	如果只需要使用 TXD、RXD 进行通信，建议将主 UART 其它引脚悬空。建议预留测试点。	
TXD	21	DO	主 UART 发送			
CTS*	23	DO	模块清除发送			连接至 MCU 的 CTS。
RTS*	24	DI	请求发送至模块			连接至 MCU 的 RTS。
调试 UART 接口						
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注	
DBG_TXD	15	DO	调试 UART 发送	VDD_EXT	不用则悬空。 须预留测试点。	
DBG_RXD	14	DI	调试 UART 接收			
(U)SIM1 接口						
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注	
SIM1_VDD	27	PO	(U)SIM1 卡电源	Vnom = 1.8/3.0V	模块自动选择 1.8 V 或 3.0 V。	
SIM1_DATA	29	DIO	(U)SIM1 卡数据	SIM1_VDD	支持 NB-IoT。	

SIM1_CLK	30	DO	(U)SIM1 卡时钟		/GSM/GPRS 双模式(U)SIM 卡； (U)SIM 接口建议使用 TVS 管进行 ESD 防护。
SIM1_RST	28	DO	(U)SIM1 卡复位		

**(U)SIM2 接口\***

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SIM2_VDD	18	PO	(U)SIM2 卡电源	Vnom = 1.8/3.0 V	模块自动选择 1.8 V 或 3.0 V。 只支持 GSM/GPRS 模式(U)SIM 卡； (U)SIM 接口建议使用 TVS 管 ESD 保护，(U)SIM 卡座到模块最长布线不要超过 200 mm； 不用则悬空。
SIM2_DATA	16	DIO	(U)SIM2 卡数据		
SIM2_CLK	17	DO	(U)SIM2 卡时钟		
SIM2_RST	25	DO	(U)SIM2 卡复位	SIM2_VDD	

**ADC 接口**

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ADC	2	AI	通用 ADC 接口	电压输入范围：0~1.8 V	

**天线接口**

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
RF_ANT	39	AIO	NB-IoT/GSM 天线接口		50 Ω 特性阻抗。

**SPI 接口**

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
SPI_MISO	44	DI	SPI 主输入从输出		VDD_EXT
SPI_MOSI	43	DO	SPI 主输出从输入		
SPI_CLK	42	DO	SPI 时钟		
SPI_CS	41	DO	SPI 片选		

**I2C 接口**

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
-----	-----	-----	----	-------	----

I2C_SCL	12	DO	I2C 串行时钟	VDD_EXT	需要外部上拉，不用则悬空。
I2C_SDA	26	DIO	I2C 串行数据		
预留引脚					
引脚名	引脚号		备注		
RESERVED	3~5、6~9、32、46、47、49		保持悬空。		

## 2.6. 评估板套件

移远通信提供评估板（BC32-TE-B）及套件，用于模块的开发和测试。更多详情，请参考[文档 \[1\]](#)。

# 3 工作特性

## 3.1. 工作模式

### 3.1.1. NB-IoT 工作模式

下表简要叙述了模块 NB-IoT 部分（AP 和 Modem）以及整个模块系统的各个工作模式。

表 8：AP 工作模式

模式	功能	
工作模式	Normal (正常工作模式)	正常工作状态：此模式下 AP 有任务正在处理，例如 AT 命令交互等。
	Idle (空闲模式)	空闲状态：当 AP 所有任务处于挂起状态，AP 将会进入空闲模式。

表 9：Modem 工作模式

模式	功能	
工作模式	Connected (已连接模式)	连接状态：此模式下模块可以进行数据发送和接收。Modem 在此模式下可切换到 DRX/eDRX 模式或 PSM 模式。
	DRX/eDRX	空闲状态：Modem 处于空闲状态，只有寻呼窗口内可接收下行数据。Modem 在此模式下可切换至 Connected 或 PSM 模式。
	PSM	省电状态：Modem 处于非连接状态，无法接收下行数据。Modem 在此模式下可切换至 Connected 模式。

表 10：模块系统工作模式

模式	功能	
工作模式	Active	唤醒状态：当 AP 处于 Normal 状态或 Modem 处在 Connected 状态时，

(唤醒模式)	模块将处于 Active 模式，此模式下所有业务都可正常处理，功耗最高。
Light Sleep (浅休眠模式)	浅休眠状态：当 AP 处于 Idle（空闲）并且 Modem 处于 DRX 状态时，模块将进入 Light Sleep（浅休眠）模式。此时 AP 的任务被挂起，Modem 不接收下行数据或者仅在寻呼窗口接收下行数据，功耗会大幅下降到微安（ $\mu\text{A}$ ）级别。
Deep Sleep (深休眠模式)	深休眠状态：当 AP 处于 Idle（空闲）并且 Modem 进入 PSM 模式，模块将进入 Deep Sleep（深休眠）模式。此时 CPU 会掉电，仅有内部 RTC 仍在工作；此时模块功耗最低，仅 $4\ \mu\text{A}$ 左右。

### 3.1.2. GSM/GPRS 模式

下表简要地叙述了 GSM/GPRS 的各种工作模式。

表 11：工作模式

模式	功能	
GSM/GPRS 模式	GSM/GPRS Sleep (睡眠)	可以最小化模块工作在 GSM/GPRS 模式下的耗流。该模式下，模块仍能够接收数据包，短消息，可通过主 UART 唤醒模块。
	GSM Idle (空闲)	软件正常运行。模块注册上 GSM 网络，能够接收和发送消息。
	GPRS Idle (空闲)	模块没有注册到 GPRS 网络，不能通过 GPRS 信道访问。
	GPRS Standby (待机)	模块注册上 GPRS 网络，但没有激活 PDP 上下文。
	GPRS Ready (活跃)	PDP 上下文成功激活，但无数据传送，此状态下模块可以发送或接收数据。
	GPRS Data (数据传输)	GPRS 数据传送。此模式下，模块的功耗取决于功率控制等级，工作 RF 频段以及 GPRS 多时隙配置。

#### 备注

可通过配置实现优先搜寻 NB-IoT 还是 GSM 网络，默认优先搜索 NB-IoT 网络。详细信息，请参考 [https://python.quectel.com/doc/API\\_reference/zh/iotlib/net.html](https://python.quectel.com/doc/API_reference/zh/iotlib/net.html)。

### 3.2. 省电模式

根据不同的系统需求，有以下方式可以使模块进入到相应的低功耗状态。

#### 3.2.1. 浅休眠模式

浅休眠模式下，UART 接口仍然工作，可以通过 UART 接口唤醒模块。

#### 3.2.2. 深休眠模式

模块在深休眠模式下耗流极低（典型耗流：4  $\mu$ A）。Deep Sleep 的主要目的是降低模块功耗，延长电池的供电时间。

在深休眠模式下，UART 接口不工作，下图为模块在不同模式下的功耗示意图。

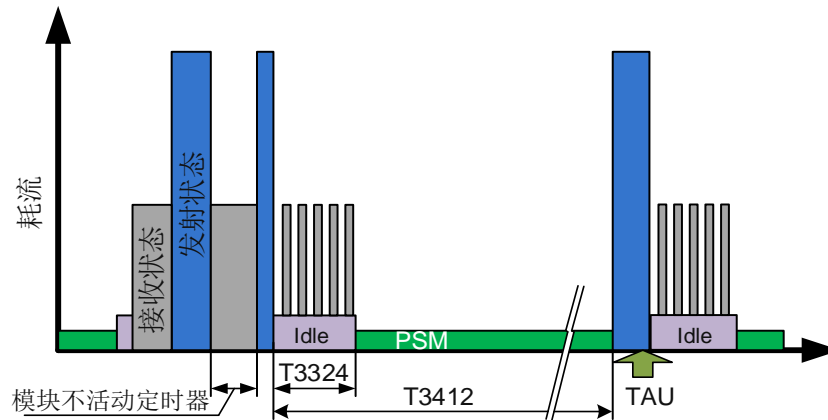


图 3: 模块功耗参考示意图

模块进入 Deep Sleep 的一般过程如下：模块 Modem 在与网络端建立连接或跟踪区更新（TAU）时，网络会下发 T3324 和 T3412 定时器配置到模块，Modem 在进入空闲（DRX/eDRX）状态后会启动 T3324 和 T3412 定时器，当 T3324 定时器超时后，Modem 进入 PSM。当所有 AP 任务处于挂起状态时，模块 AP 将进入空闲模式。满足上述条件后（Modem 处于 PSM 且 AP 处于空闲模式），模块会自动进入深休眠模式。

模块在针对紧急业务进行连网或初始化 PDN（公共数据网络）时，Modem 不能申请进入 PSM，因而模块也将无法进入深休眠。

如下任意一种方式可使模块从深休眠模式退出：

- T3412 定时器超时后，模块将自动退出深休眠模式。
- 当模块处于深休眠模式时，拉低 PSM\_EINT 可将模块从深休眠模式唤醒，时序图如下所示：

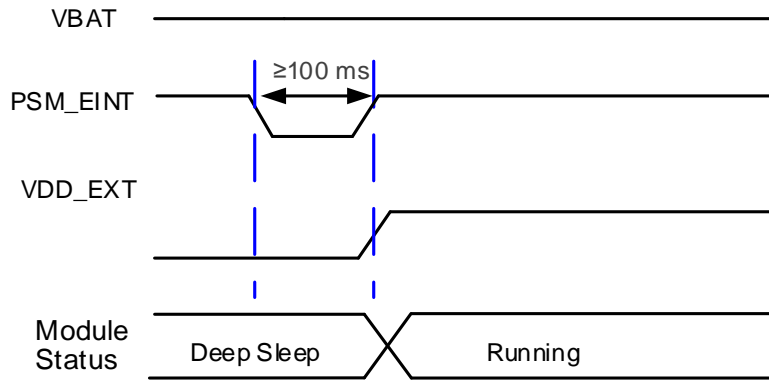


图 4: 深休眠唤醒时序

### 3.3. 电源设计

#### 3.3.1. 电源接口

模块有 2 个 VBAT 引脚，用于连接外部电源。

表 12: 电源引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VBAT	33、34	PI	模块主电源	3.4	3.8	4.2	V
GND	1、31、35、36、37、38、40、45、48、50	-	地	-	-	-	-

#### 3.3.2. 供电参考

电源设计对模块性能至关重要。模块可使用低静态电流、输出电流能力达到 2 A 的 LDO 稳压器作为供电电源，同时也支持锂亚电池或锂锰电池作为供电电源。

为了确保实现更好的电源供电性能，在靠近模块 VBAT 输入端，建议并联一个低 ESR ( $ESR \leq 0.7 \Omega$ ) 的 470  $\mu\text{F}$  的电容，以及 100 nF、33 pF 和 10 pF 滤波电容。同时，建议在靠近 VBAT 输入端增加一个 TVS 管以提高模块的静电、浪涌电压承受能力。同时建议 VBAT 的 PCB 走线尽量短且足够宽，以减小 VBAT 走线的等效阻抗，确保在最大发射功率时大电流下不会产生太大的电压跌落。建议 VBAT 走线宽度不少于 2 mm，并且走线越长，线宽越宽。

VBAT 输入端参考电路如下图所示。

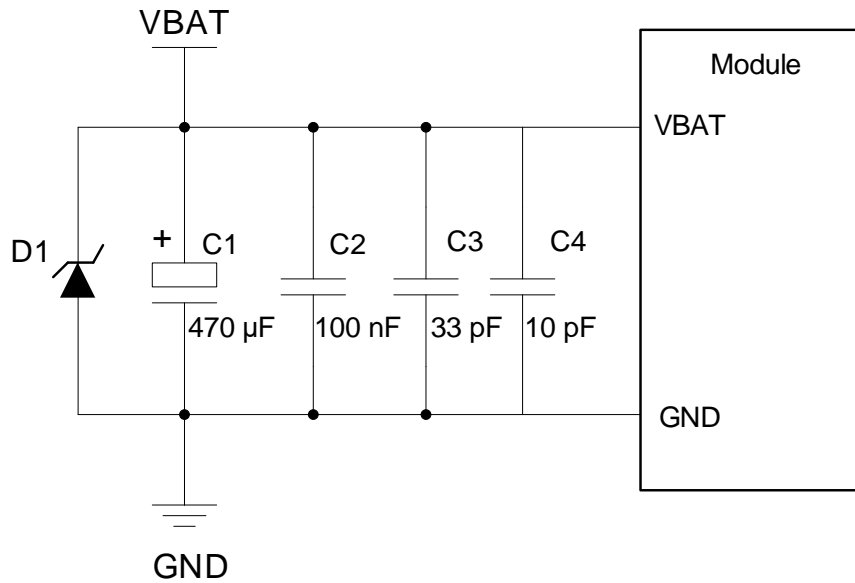


图 5: VBAT 输入端参考电路

### 3.3.3. 电压稳定性要求

在 GSM/GPRS 模块的应用设计中，电源设计非常重要。GSM 模式发射时每隔 4.615 ms 会有一个持续 577 μs（即 1/8 的 TDMA 周期（4.615 ms））的突发脉冲。在突发脉冲阶段内，电源必须能够提供高的峰值电流，保证电压不会跌落到模块最低工作电压。

对于 BC32 模块，在 GSM 最大发射功率等级下模块的峰值电流会达到 1.6 A，这会引起 VBAT 端电压的跌落。为确保模块能够稳定正常工作，BC32 模块的 VBAT 电压最低不可跌至 3.4 V 以下。

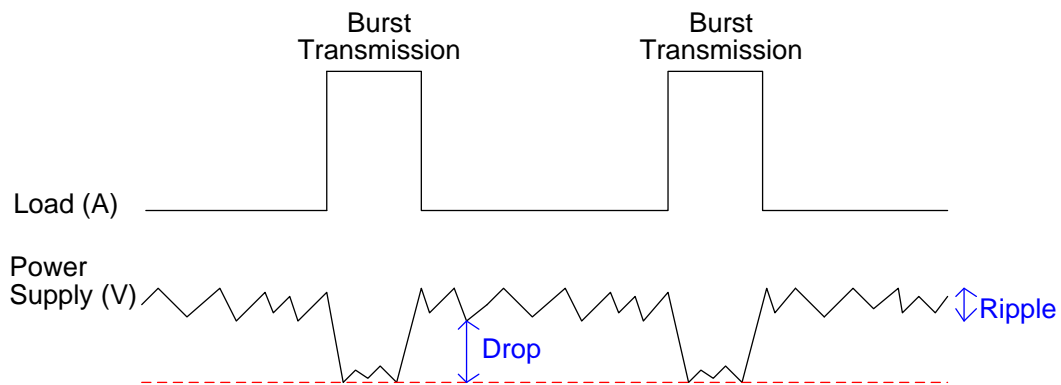


图 6: 模块发射时的电压电流波形图



### 3.3.4. 电源电压检测

可使用 **AT+CBC** 监测查询当前 VBAT 电压，电压值单位为毫伏。请参考文档 [2] 了解详情。

## 3.4. 开机

表 13: PWRKEY 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
PWRKEY	10	DI	模块开/关机	低电平有效。 建议预留测试点

模块处于重新上电状态时，可以通过拉低 PWRKEY 引脚使其开机。

推荐使用开集驱动电路来控制 PWRKEY 引脚。下图为参考电路：

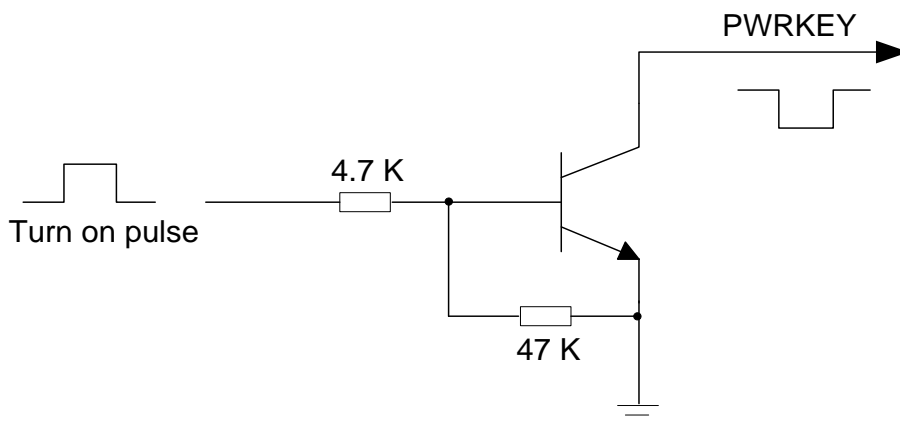


图 7: 开集驱动开机参考电路

也可以直接通过按键开关来控制 PWRKEY，为防止接触产生的静电冲击，因此按键附近需放置一颗 TVS 管用于 ESD 防护。

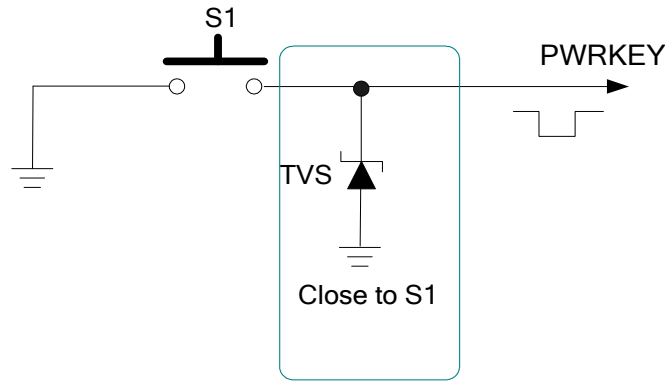


图 8：按键开机参考电路

开机时序图如下图所示：

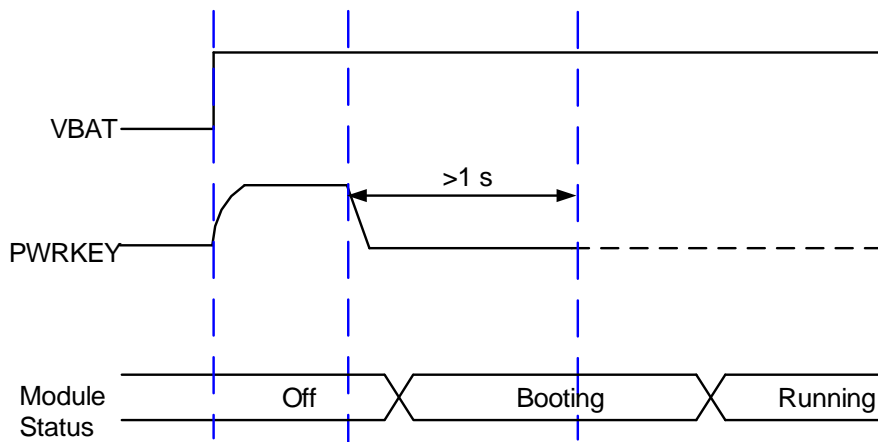


图 9：开机时序图

### 备注

1. PWRKEY 只用作模块断电后再上电的开机情形。若模块通过 AT 命令关机后，在没有断电的情况下需要再次开机，则需要通过拉低 PSM\_EINT 引脚最少 100 ms 来实现。
2. 在给 VBAT 上电之前，其电压应低于 0.5 V，以保证 VBAT 上电后 PWRKEY 正常初始化。

## 3.5. 关机

执行 **AT+QPOWD=1** 命令可使模块关机。该命令可使模块从网络注销，在彻底关闭电源之前使软件能够保存重要数据。关机之后，模块进入关机模式，无法执行进一步的 AT 命令。

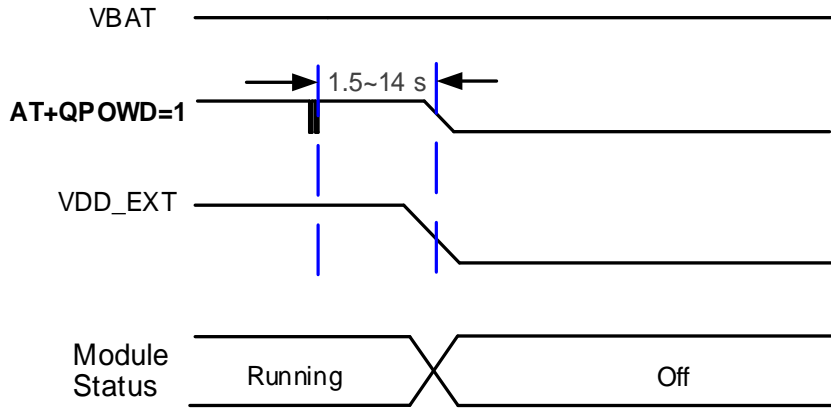


图 10: 关机时序图 (AT 命令关机)

发送关机命令后，模块反馈如下信息：

**NORMAL POWER DOWN**

如上信息返回后，AT 命令将不能再被执行，继而模块进入关机状态。

关于 **AT+QPOWD** 命令的详细信息，请参考文档 [2]。

### 3.6. 复位

通过拉低 RESET 引脚 1 s 以上并释放可以使模块复位。

表 14: 复位引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
RESET	11	DI	模块复位	低电平有效。 不用则建议预留测试点。

硬件复位参考电路如下图所示。推荐使用开集驱动电路来控制 RESET 引脚。

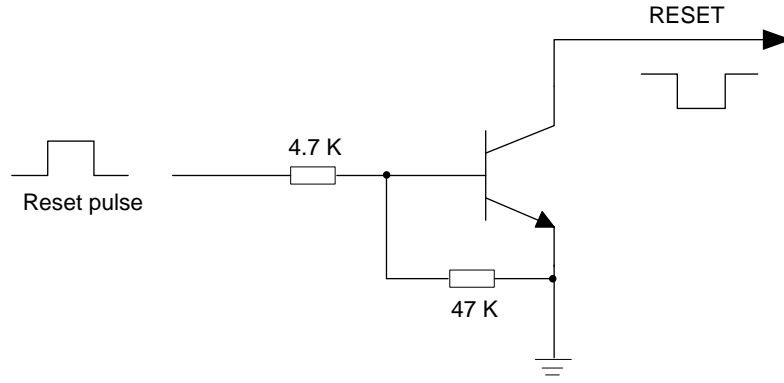


图 11：开集驱动参考复位电路

也可以使用按键控制 RESET 引脚实现模块复位。

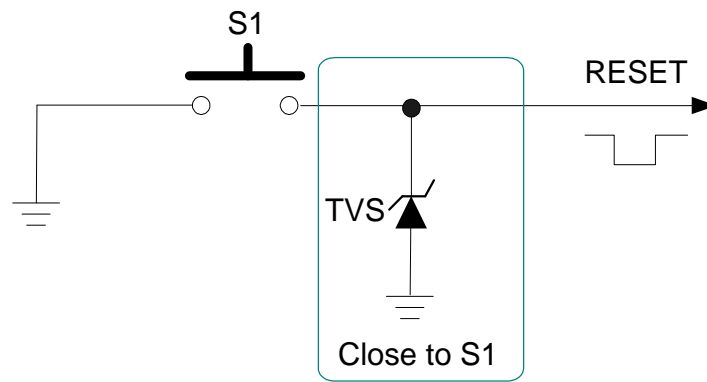


图 12：按键复位参考电路

复位时序图如下所示：

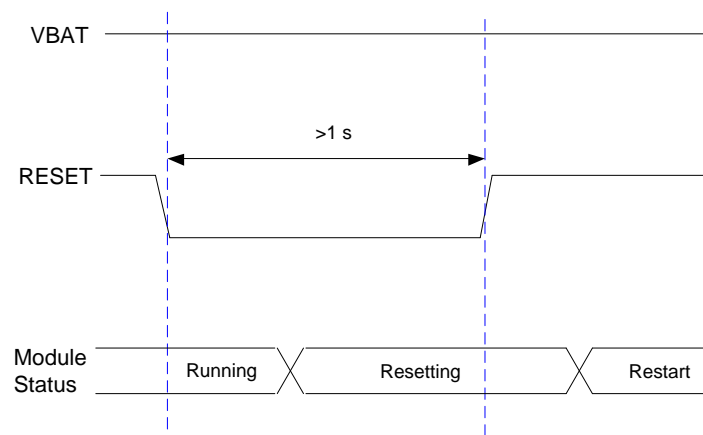


图 13：复位时序图

# 4 应用接口

## 4.1. (U)SIM 接口

(U)SIM 卡由模块内部的电源供电，支持 1.8 V 和 3.0 V 工作电压。

表 15: (U)SIM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
SIM1_VDD	27	PO	(U)SIM1 卡电源	模块自动选择 1.8 V 或 3.0 V。
SIM1_DATA	29	DIO	(U)SIM1 卡数据	支持 NB-IoT/GSM/GPRS 双模式 (U)SIM 卡；
SIM1_CLK	30	DO	(U)SIM1 卡时钟	(U)SIM 接口建议使用 TVS 管进行 ESD 防护，(U)SIM 卡座到模块最长布线不要超过 200 mm。
SIM1_RST	28	DO	(U)SIM1 卡复位	
SIM2_VDD*	18	PO	(U)SIM2 卡电源	模块自动选择 1.8 V 或 3.0 V。
SIM2_DATA*	16	DIO	(U)SIM2 卡数据	只支持 GSM/GPRS 模式(U)SIM 卡；(U)SIM 接口建议使用 TVS 管 ESD 保护，(U)SIM 卡座到模块最长布线不要超过 200 mm；
SIM2_CLK*	17	DO	(U)SIM2 卡时钟	
SIM2_RST*	25	DO	(U)SIM2 卡复位	不用则悬空。

下图是 6-pin (U)SIM1 接口参考电路：

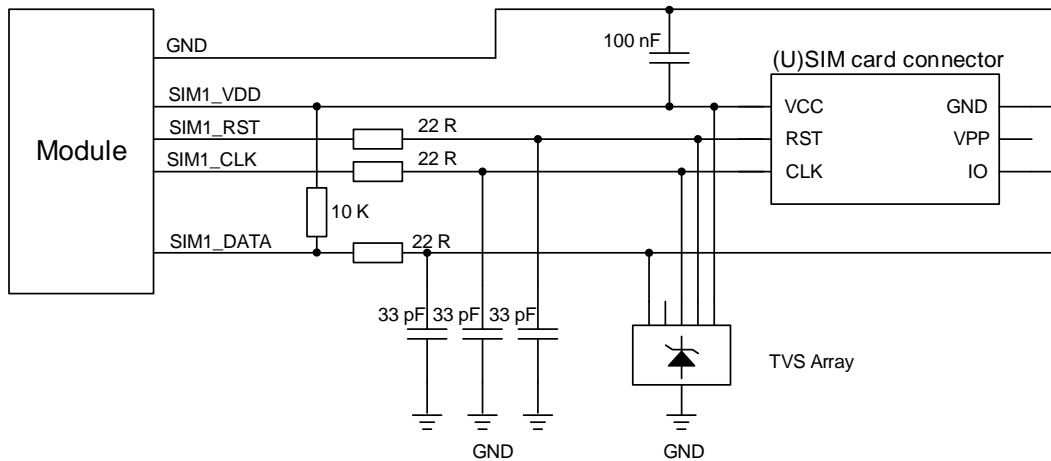


图 14: 6-pin (U)SIM1 接口参考电路图

下图是 6-pin (U)SIM2 接口参考电路：

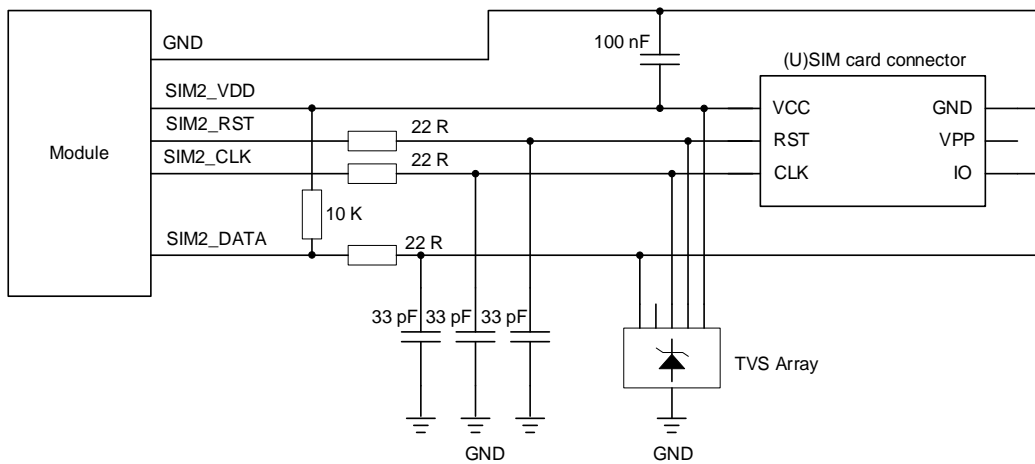


图 15: 6-pin (U)SIM2 接口参考电路图

备注

如果 PCB 板上在模块与 USIM 卡座的 GND 之间有完整的地平面，可将 USIM 卡座的 GND 直接连接到就近的 GND 平面上。否则，建议将 USIM 卡座的地连接到模块的 GND 引脚，且 GND 走线越短越好。

在(U)SIM 接口的电路设计中, 为了确保(U)SIM 卡的良好性能和可靠性, 在电路设计中建议遵循以下原则:

- (U)SIM 卡座靠近模块摆放, 尽量保证(U)SIM 卡信号线布线不超过 200 mm。
- (U)SIM 卡信号线远离 RF 线和 VBAT 电源线。
- (U)SIM 卡座的 GND 与模块的 GND 都要保持良好的接地效果。为保证相同的电势, 需确保 SIM\_VDD 布线宽度不小于 0.5 mm; 且在 SIM\_VDD 与 GND 之间的旁路电容不超过 1  $\mu$ F, 并且靠近(U)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 信号也需要地保护。
- 为确保良好的 ESD 防护性能, 建议在外部 USIM 卡座的引脚增加 TVS 阵列。TVS 阵列寄生电容应不大于 15 pF, 可以访问 <http://www.onsemi.com> 来选择合适的 TVS 器件。ESD 保护器件尽量靠近外部 USIM 卡座摆放, 外部 USIM 卡座信号走线应先从外部 USIM 卡座连到 ESD 保护器件再从 ESD 保护器件连到模块。在模块和外部 USIM 卡之间需要串联 22  $\Omega$  的电阻, 从而抑制杂散 EMI、增强 ESD 防护。外部 USIM 卡的外围器件应尽量靠近外部 USIM 卡座摆放。
- 在 USIM\_CLK、USIM\_RST 和 USIM\_DATA 线上并联 33 pF 电容用于滤除射频干扰。
- SIM\_DATA 上的上拉电阻有利于增加(U)SIM 卡的抗干扰能力。建议靠近卡座位置增加上拉电阻。

## 4.2. UART 接口

模块提供了两路 UART 接口: 主 UART 和调试 UART。

RTS\*和 CTS\*引脚用作硬件流控, 模块硬件流控默认关闭。当客户需要硬件流控时, 引脚 RTS\*、CTS\* 必须连接到客户端。

表 16: UART 接口引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
RXD	22	DI	主 UART 接收	如果只需要使用 TXD、RXD 进行通信, 建议将主 UART 其它引脚悬空。
TXD	21	DO	主 UART 发送	建议预留测试点。
RTS*	24	DI	请求发送至模块	连接至 MCU 的 RTS。
CTS*	23	DO	模块清除发送	连接至 MCU 的 CTS。
DBG_TXD	15	DO	调试 UART 发送	不用则悬空。
DBG_RXD	14	DI	调试 UART 接收	须预留测试点

### 4.2.1. 主 UART 接口

- 数据线：TXD 和 RXD；硬件流控控制线：RTS\*和 CTS\*。
- 用于数据传输，支持的波特率最大为 921600 bps。

主 UART 的连接方式较为灵活，如下是两种常用的连接方式。

三线制的 UART 请参考如下的连接方式。

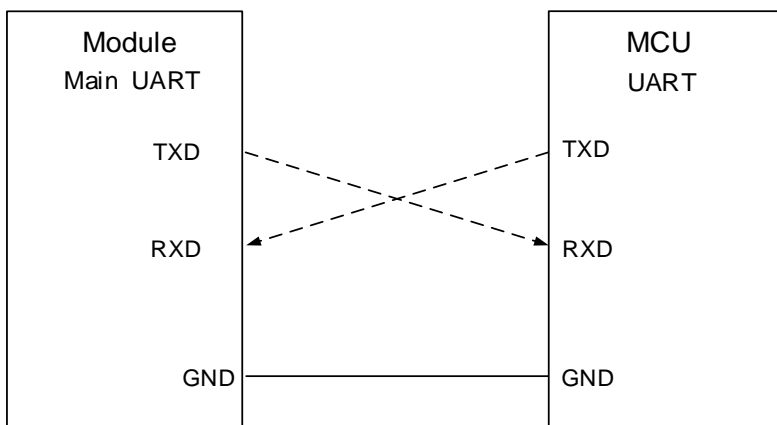


图 16：主 UART 三线制连接方式示意图

带硬件流控的主 UART 连接请参考下图，此连接方式可提高大数据传输的可靠性，防止数据丢失。

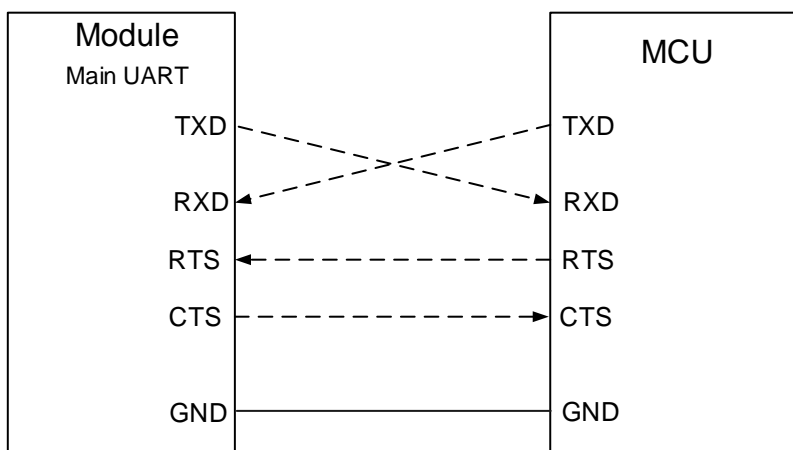


图 17：带硬件流控的主 UART 连接方式示意图

#### 备注

请务必留意，UART 接口硬件流控 CTS、RTS 引脚采用直连方式，并注意输入输出方向。



### 4.2.2. 调试 UART

- 数据线：DBG\_TXD 和 DBG\_RXD。
- 可用作软件调试和固件升级，波特率为 921600 bps。

调试 UART 连线参考如下方式连接：

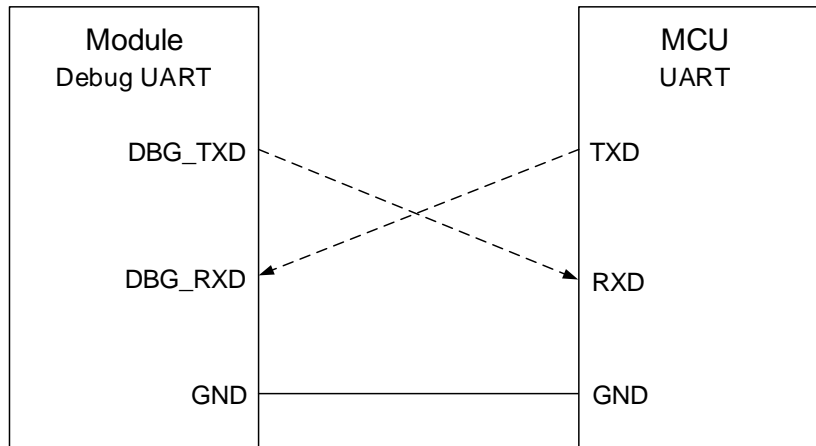


图 18: 调试 UART 接口参考设计

### 4.2.3. UART 接口应用场景

该模块的串口电压域为 2.8 V。若客户应用系统的电压域为 3.3 V，可参考如下电平转换电路，虚线部分的输入和输出电路设计可参考实线部分，但需注意连接方向。

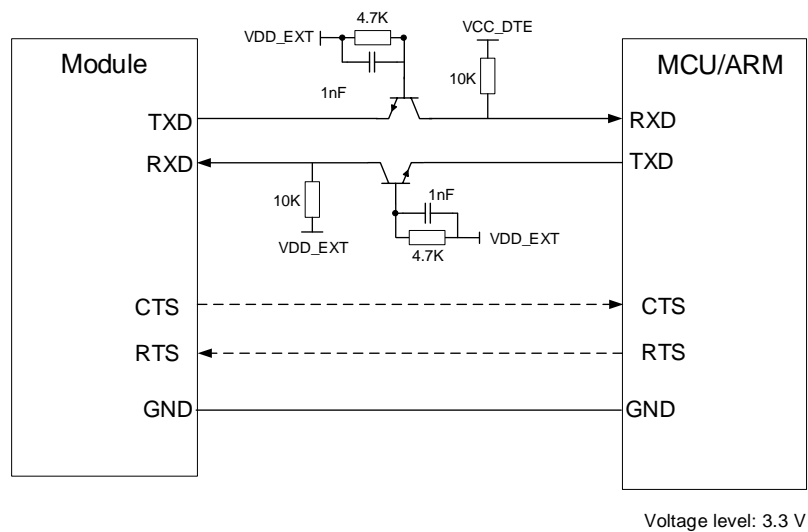


图 19: 晶体管电平转换参考电路（主 UART）

备注

1. 晶体管电平转换方案，不适合超过 460 kbps 的波特率应用。
2. 如需了解更多关于电平匹配方面的详情，请参考文档 [3]。

当模块和 PC 机进行通信时，由于模块的 UART 是 2.8 V CMOS 电平，需要在它们之间加 RS-232 电平转换电路。下图是标准 RS-232 接口和模块之间的连接示意图。客户需要确保电平转换芯片连接到模块的 IO 电压是 2.8 V。

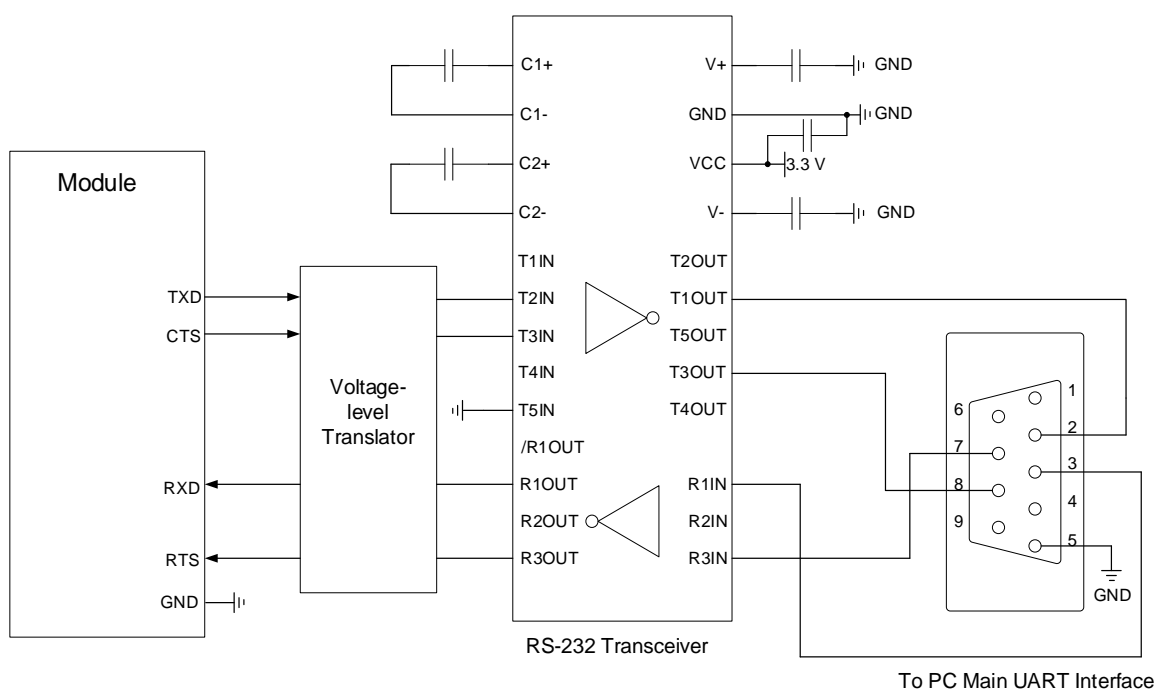


图 20: RS-232 接口匹配示意图

请访问供应商网站选择合适的 RS-232 电平转换 IC，如 <https://www.analog.com/en/index.html> 和 <http://www.exar.com>。

备注

为增加 UART 通讯稳定性，建议增加 UART 硬件流控设计。

### 4.3. SPI 接口

模块提供一个 SPI 接口（模块做主机），支持 39 MHz\*通信速率，下表列出 SPI 接口的引脚定义：

表 17：SPI 接口引脚定义

引脚名称	引脚号	I/O	描述	备注
SPI_CS	41	DO	SPI 片选	
SPI_CLK	42	DO	SPI 时钟	
SPI_MOSI	43	DO	SPI 主输出从输入	
SPI_MISO	44	DI	SPI 从输出主输入	

该模块的 SPI 接口电压域为 VDD\_EXT，参考电路入下图所示：

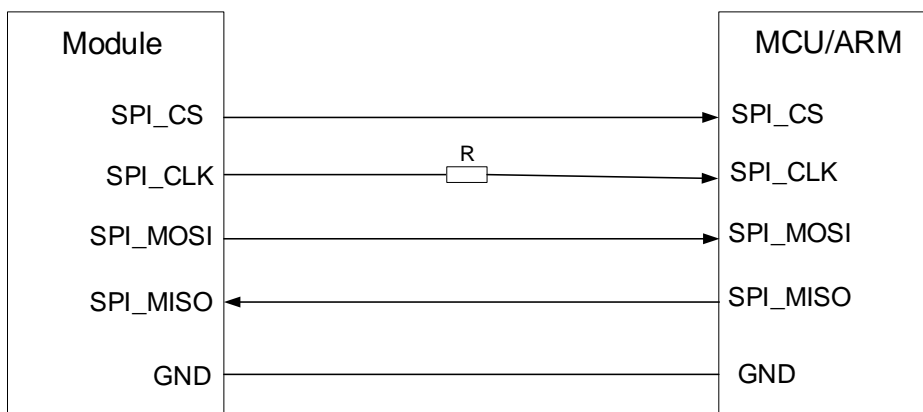


图 21：SPI 电路参考设计

#### 备注

1. 图中电阻 R 的值需要根据实际电路设计进行选择，通常电阻值为 15~33 Ω。
2. 若与外接设备电压域不匹配，则需要在模块和设备之间增加一个支持 SPI 最大通信速率的电平转换芯片。

## 4.4. I2C 接口

模块最多可提供 2 个 I2C 接口，I2C 接口的主要特点如下：

- 支持 100 kbps 标准模式
- 支持 400 kbps 高速模式

表 18: I2C 接口引脚定义

引脚名称	引脚号	复用功能	I/O	描述	备注
I2C1_SCL	12	-	DO	I2C1 串行时钟	
I2C1_SDA	26	-	DIO	I2C1 串行数据	需要外部上拉，不用则悬空。
SPI_MOSI	43	I2C2_SCL	DO	I2C2 串行时钟	
SPI_MISO	44	I2C2_SDA	DIO	I2C2 串行数据	

## 4.5. 网络状态指示\*

NETLIGHT 信号可以用来指示模块的网络状态，该功能默认关闭，NETLIGHT 引脚输出低电平。功能需要通过命令 **AT+QLEDMODE=1** 开启。详细信息参考[文档 \[2\]](#)。

表 19: NETLIGHT 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
NETLIGHT	13	DO	网络状态指示	不用则悬空。

表 20: NETLIGHT 的工作状态

网络模式	NETLIGHT 高低电平状态	模块工作状态
	高电平 64 ms (灯亮) / 低电平 800 ms (灯灭)	模块正常启动后的找网状态
NB-IoT 模式	高电平 64 ms (灯亮) / 低电平 2000 ms (灯灭)	模块注册到网络且处于连接状态
	持续低电平 (灯灭)	模块处于其它状态时

	高电平 64 ms (灯亮) / 低电平 800 ms (灯灭)	模块未注册到网络
GSM/GPRS 模式	高电平 64 ms (灯亮) / 低电平 2000 ms (灯灭)	模块注册到网络
	高电平 64 ms (灯亮) / 低电平 600 ms (灯灭)	GPRS 数据传输通讯

网络状态指示灯的连接参考电路如下图所示：

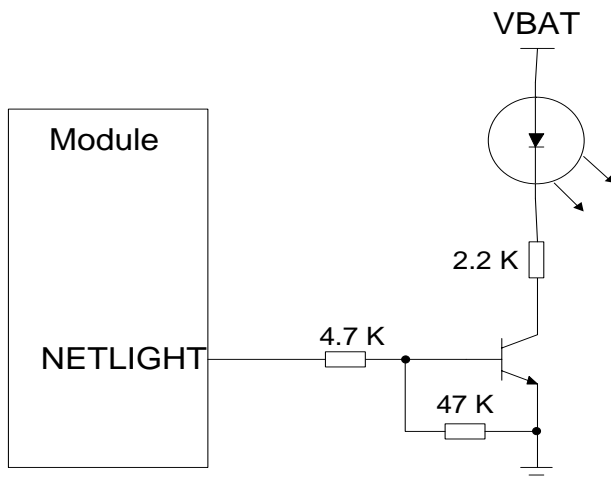


图 22：网络状态灯指示参考电路

## 4.6. ADC 接口

模块提供一个 10 位模数转换输入接口来测量电压值。

表 21：ADC 接口引脚定义

引脚名称	引脚号	I/O	描述	备注
ADC	2	AI	通用 ADC 接口	电压输入范围：0~1.8 V

# 5 射频特性

请根据具体的项目情况选择合适的天线类型与设计方案，并调整天线参数。在终端产品量产前，需对射频设计进行全面的性能测试。本章节的全部内容仅作参考，在设计目标产品时仍需进行独立分析、评估和判断。

## 5.1. 蜂窝网络

### 5.1.1. 天线接口和工作频段

表 22: 蜂窝天线引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述
RF_ANT	39	AIO	NB-IoT/GSM 天线接口
GND	38、40		地

表 23: 模块工作频段

频段	接收频率 (MHz)	发射频率 (MHz)
GSM850	869~894	824~849
EGSM900	925~960	880~915
DCS1800	1805~1880	1710~1785
PCS1900	1930~1990	1850~1910
B3	1805~1880	1710~1785
B5	869~894	824~849
B8	925~960	880~915
B20	791~821	832~862

B28	758~803	703~748
-----	---------	---------

### 5.1.1. 发射功率

表 24: 射频发射功率

频段	发射功率最大值	发射功率最小值
GSM850	33 dBm $\pm$ 2 dB	5 dBm $\pm$ 5 dB
EGSM900	33 dBm $\pm$ 2 dB	5 dBm $\pm$ 5 dB
DCS1800	30 dBm $\pm$ 2 dB	0 dBm $\pm$ 5 dB
PCS1900	30 dBm $\pm$ 2 dB	0 dBm $\pm$ 5 dB
B3	23 dBm $\pm$ 2 dB	< -40 dBm
B5	23 dBm $\pm$ 2 dB	< -40 dBm
B8	23 dBm $\pm$ 2 dB	< -40 dBm
B20	23 dBm $\pm$ 2 dB	< -40 dBm
B28	23 dBm $\pm$ 2 dB	< -40 dBm

#### 备注

1. NB-IoT 部分为上行 QPSK 和 BPSK 调制数据；GSM 部分为 GMSK 调制数据。
2. 该设计符合 3GPP Rel-14 中的 NB-IoT 协议。
3. 在 GPRS 网络 4 时隙发送模式下，最大输出功率将减小 4.0 dB。该设计符合 3GPP TS 51.010-1 第 13.16 章所述规范。

### 5.1.1. 接收灵敏度

表 25: GSM RF 传导灵敏度

频段	接收灵敏度 (dBm)	3GPP 标准 (dBm)
GSM850	< -109	-107.5
EGSM900	< -109	-107.5
DCS1800	< -109	-107.5

PCS1900	< -109	-107.5
---------	--------	--------

**表 26: NB-IoT 单传接收灵敏度 (吞吐量  $\geq 95\%$ )**

频段	接收灵敏度 (dBm)	3GPP 标准 (dBm)
B3	<-114	-107.5
B5	<-114	-107.5
B8	<-114	-107.5
B20	<-114	-107.5
B28	<-114	-107.5

**表 27: NB-IoT 128 次重传接收灵敏度 (吞吐量  $\geq 95\%$ )**

频段	接收灵敏度 (dBm)
B3	-129
B5	-129
B8	-129
B20	-129
B28	-129



### 5.1.1. 参考设计

对于天线接口的外围电路设计，为了能够更好地调节射频性能，建议预留双 L 型匹配电路，双 L 型匹配电路元件应尽量靠近天线放置，且需要根据实际情况选贴。默认情况下，C1、C2 不贴，只在 R1 贴 0 Ω 电阻。

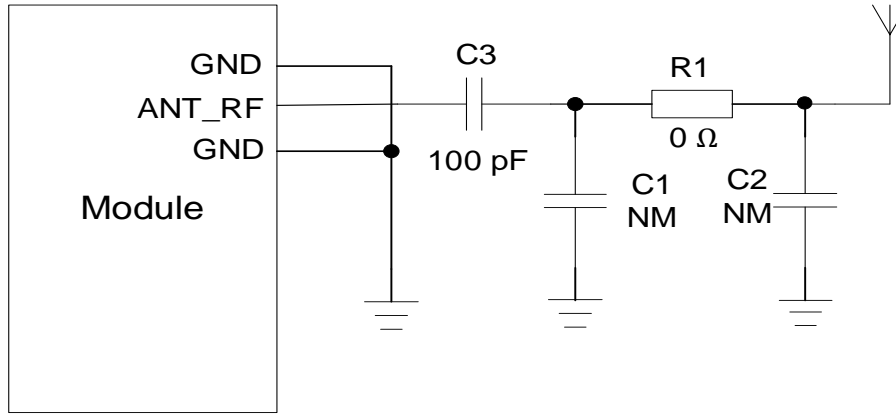


图 23: 射频天线参考电路

模块提供了一个射频焊盘接口供连接外部天线。模块射频接口两侧都有接地焊盘，以达到更好接地效果。

### 备注

若天线端口外围设计存在直流电，则必须在 C3 位置贴隔直电容，防止发生对地短路，电容值建议为 100 pF，可根据实际要求调整。若外围设计中无直流电，则无需预留 C3 位置。

### 5.1.2. 射频信号线布线指导

设计 PCB 时，所有射频信号线的特性阻抗应控制在 50 Ω。一般情况下，射频信号线的阻抗由材料的介电常数、走线宽度 (W)、对地间隙 (S)、以及参考地平面的高度 (H) 决定。PCB 特性阻抗的控制通常采用微带线与共面波导两种方式。为了体现设计原则，下面几幅图展示了阻抗线控制在 50 Ω 时，微带线以及共面波导的结构设计。

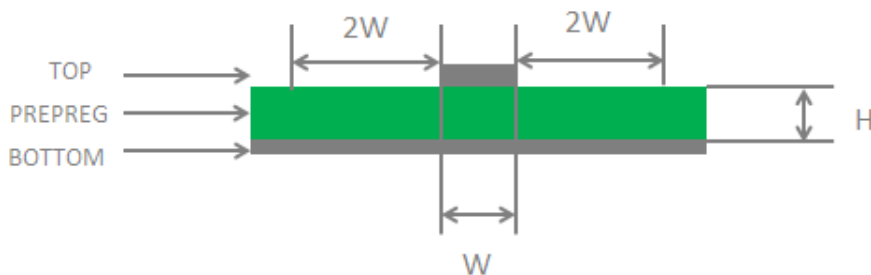


图 24: 两层 PCB 板微带线结构

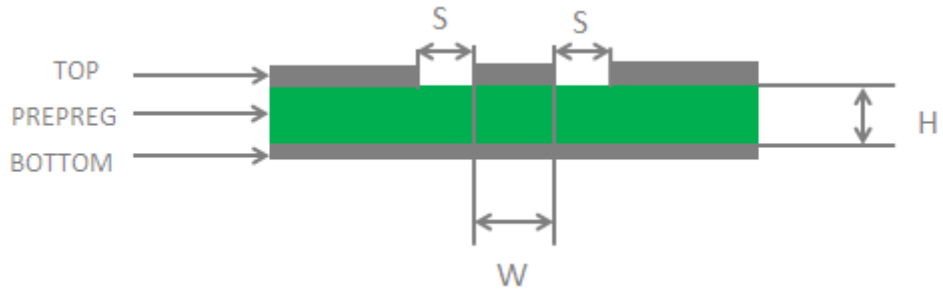


图 25: 两层 PCB 板共面波导结构

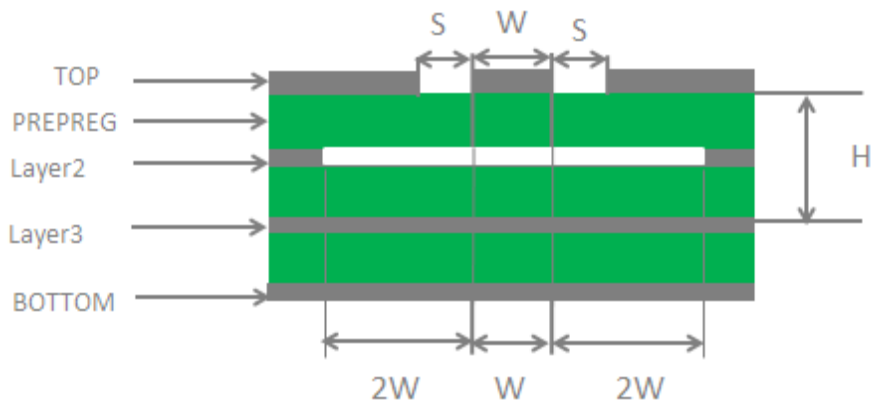


图 26: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第三层)

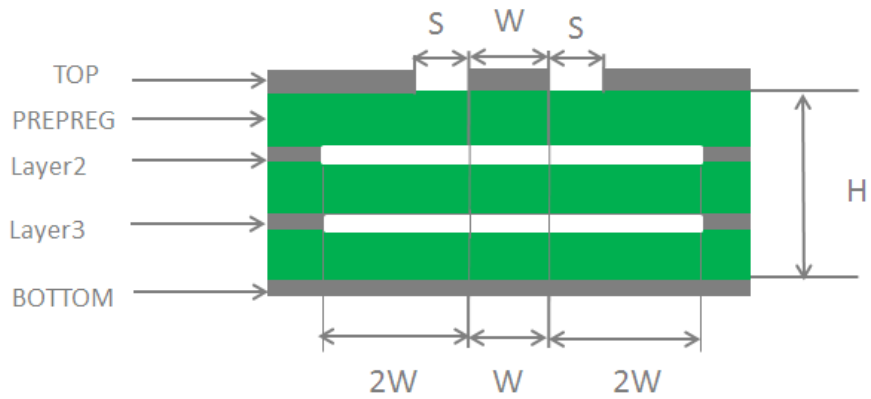


图 27: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第四层)

在射频天线接口的电路设计中，为了确保射频信号的良好性能与可靠性，建议遵循以下设计原则：

- 应使用阻抗模拟计算工具对射频信号线进行精确的  $50\ \Omega$  阻抗控制。
- 与射频引脚相邻的地引脚不做热焊盘，要与地充分接触。
- 射频引脚到射频连接器之间的距离应尽量短，同时避免直角走线，建议走线夹角保持为  $135^\circ$ 。
- 建立连接器件的封装时，信号脚需与地保持距离。
- 射频信号线参考的地平面应完整；在信号线和参考地周边增加一定量的地孔可以帮助提升射频性能；地孔和信号线之间的距离应至少为 2 倍线宽 ( $2 \times W$ )。
- 射频信号线必须远离干扰源（例如：DC-DC 电源、(U)SIM/USB/SDIO 高频数字信号、屏幕信号、时钟信号等），避免和相邻层的任何信号线交叉或平行。

更多关于射频布线的说明，请参考文档 [4]。

### 5.1.3. 天线设计要求

为了最小化 RF 走线或者 RF 线缆损耗，必须谨慎设计。建议线损和天线要满足下述表格要求。

表 28：天线设计要求

天线类型	要求
蜂窝	<ul style="list-style-type: none"> <li>● VSWR: <math>\leq 2</math></li> <li>● 增益: <math>\geq 1\ \text{dBi}</math></li> <li>● 最大输入功率: <math>50\ \text{W}</math></li> <li>● 输入阻抗: <math>50\ \Omega</math></li> <li>● 极化: 垂直方向</li> <li>● 插入线损:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; <math>1\ \text{dB}</math>: LB (<math>&lt; 1\ \text{GHz}</math>)</li> <li>&lt; <math>1.5\ \text{dB}</math>: MB (<math>1\sim 2.3\ \text{GHz}</math>)</li> </ul> </li> </ul>

# 6 电气性能和可靠性

## 6.1. 绝对最大值

下表所示是 BC32 模块数字和模拟引脚的电源供电电压最大耐受值。

表 29: 绝对最大值

参数	最小值	最大值	单位
VBAT	-	4.35	V
数字引脚电压	-	3	V

## 6.2. 工作和存储温度

表 30: 工作和存储温度范围

参数	最小值	典型值	最大值	单位
正常工作温度 <sup>3</sup>	-25	+25	+75	°C
扩展温度范围 <sup>4</sup>	-40	-	+85	°C
存储温度	-40	-	+90	°C

<sup>3</sup> 在此工作温度范围内，模块的各项指标符合 3GPP 标准的要求。

<sup>4</sup> 在此工作温度范围内，模块仍能保持正常工作状态，具备短消息\*、数据传输等功能；不会出现不可恢复的故障；射频频谱、网络基本不受影响。仅个别指标如 P<sub>out</sub> 等参数的值可能会降低并跌破 3GPP 标准所指定的公差。当温度返回至正常工作温度范围时，模块的各项指标仍符合 3GPP 标准的要求。

### 6.3. 功耗

表 31: NB-IoT 模式耗流

模块模式	AP 模式	Modem 模式及描述	最小值	平均值	最大值	单位	
深休眠	空闲模式	PSM	-	4	-	μA	
		eDRX = 40.96 s, PTW=10.24 @ ECL0	-	850	-	μA	
浅休眠	空闲模式	DRX = 1.28 s @ ECL0	-	1.8	-	mA	
		DRX = 2.56 s @ ECL0	-	1.2	-	mA	
唤醒模式 <sup>5</sup>	正常工作模式	B3 @ 23 dBm	-	-	280	mA	
		B5 @ 23 dBm	-	-	280	mA	
		Single-tone @ Connected (15 kHz 载波频率)	B8 @ 23 dBm	-	-	300	mA
			B20 @ 23 dBm	-	-	280	mA
		B28 @ 23 dBm	-	-	300	mA	
		B3 @ 23 dBm	-	-	280	mA	
		Single-tone @ Connected (3.75 kHz 载波频率)	B5 @ 23 dBm	-	-	280	mA
			B8 @ 23 dBm	-	-	300	mA
			B20 @ 23 dBm	-	-	280	mA
			B28 @ 23 dBm	-	-	300	mA

#### 备注

上表中的数据均为移远通信实验室仪器实际测试结果。

<sup>5</sup> Active 模式下的“最大值”是指射频发射时的最大脉冲电流值。

表 32: GSM/GPRS 模式耗流

条件	耗流 (mA)
<b>低功耗模式</b>	
睡眠模式 @ DRX=5	1
<b>AT+CFUN=0</b>	0.7
<b>GPRS 数据传输</b>	
<b>数据传输模式, GPRS (3 收, 2 发) Class 12</b>	
GSM850	440
EGSM900	440
DCS1800	320
PCS1900	320
<b>数据传输模式, GPRS (2 收, 3 发) Class 12</b>	
GSM850	530
EGSM900	530
DCS1800	430
PCS1900	430
<b>数据传输模式, GPRS (4 收, 1 发) Class 12</b>	
GSM850	280
EGSM900	280
DCS1800	220
PCS1900	220
<b>数据传输模式, GPRS (1 收, 4 发) Class 12</b>	
GSM850	590
EGSM900	590
DCS1800	540
PCS1900	540

备注

GPRS Class 12 为默认设置。模块支持的 GPRS 多时隙能力范围从 Class 1 到 Class 12，当设置较低的多时隙能力等级时，模块对电源供电电流的要求会相应降低。

## 6.4. 数字逻辑电平特性

表 33: VDD\_EXT I/O 特性 (单位: V)

参数	描述	最小值	最大值
V <sub>IH</sub>	输入高电平	0.7 × VDD_EXT	-
V <sub>IL</sub>	输入低电平	-	0.3 × VDD_EXT
V <sub>OH</sub>	输出高电平	0.8 × VDD_EXT	-
V <sub>OL</sub>	输出低电平	-	0.2 × VDD_EXT

表 34: (U)SIM 接口 I/O 特性 (单位: V)

参数	描述	最小值	最大值
V <sub>IH</sub>	输入高电平	0.7 × SIM1/2_VDD	-
V <sub>IL</sub>	输入低电平	-	0.2 × SIM1/2_VDD
V <sub>OH</sub>	输出高电平	0.8 × SIM1/2_VDD	-
V <sub>OL</sub>	输出低电平	-	0.1 × SIM1/2_VDD

## 6.5. 静电防护

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放电给模块，并可能对模块造成一定的损坏，因此应重视静电防护并采取合理的静电防护措施。例如：在研发、生产、组装和测试等过程中，佩戴防静电手套；设计产品时，在电路接口处和其他易受静电放电影响的点位增加防静电保护器件。

**表 35: ESD 性能参数 (温度: 25~30 °C, 湿度: 40 ±5 %)**

测试点	接触放电	空气放电	单位
VBAT、GND	±5	±10	kV
天线接口	±5	±10	kV
其他接口	±0.5	±1	kV



# 7 机械尺寸

该章节描述了模块的结构与规格，所有的尺寸单位为毫米。所有未标注公差，其大小均为  $\pm 0.2$  mm。

## 7.1. 模块机械尺寸

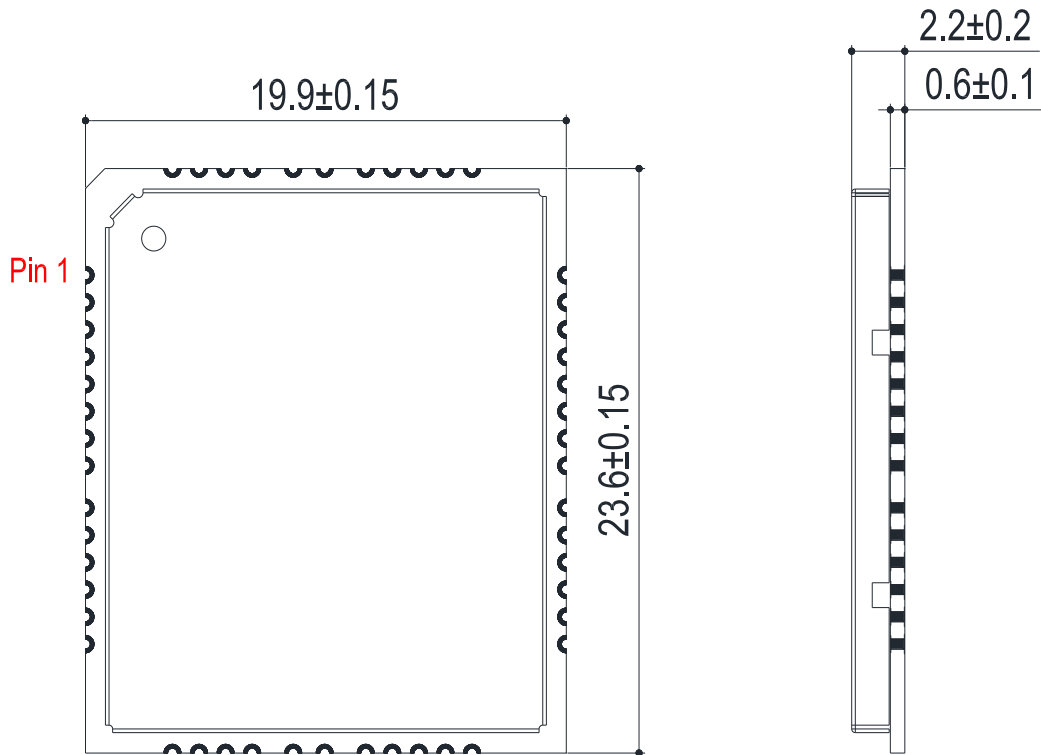


图 28：俯视图及侧视图尺寸图

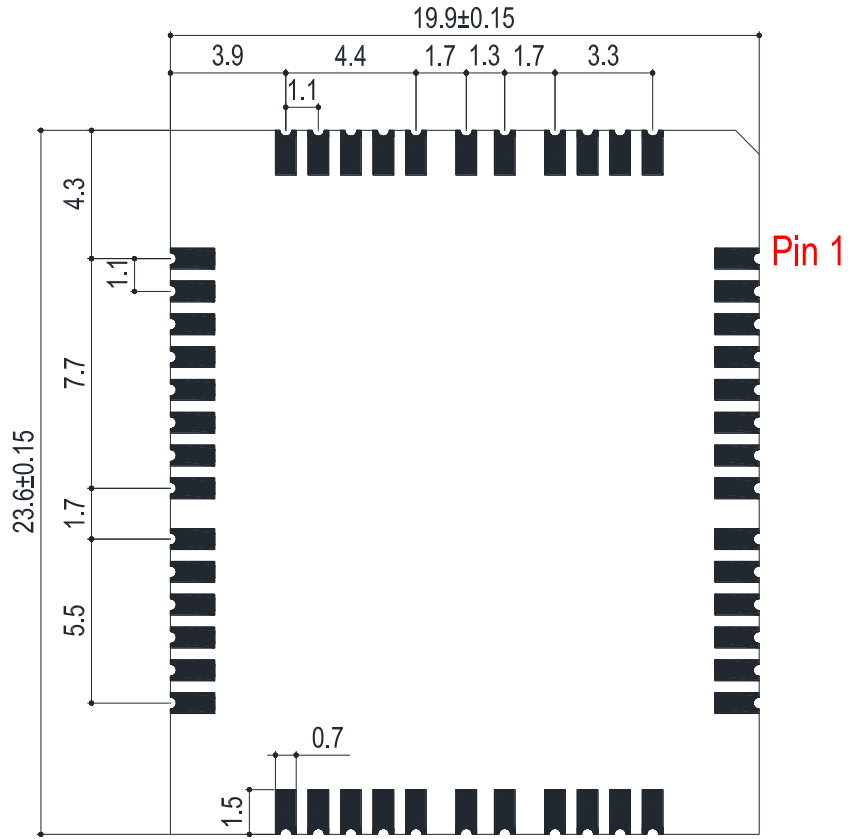


图 29: 底视尺寸图

备注

模块平整度标准: ≤ 0.13 mm。

## 7.2. 推荐封装

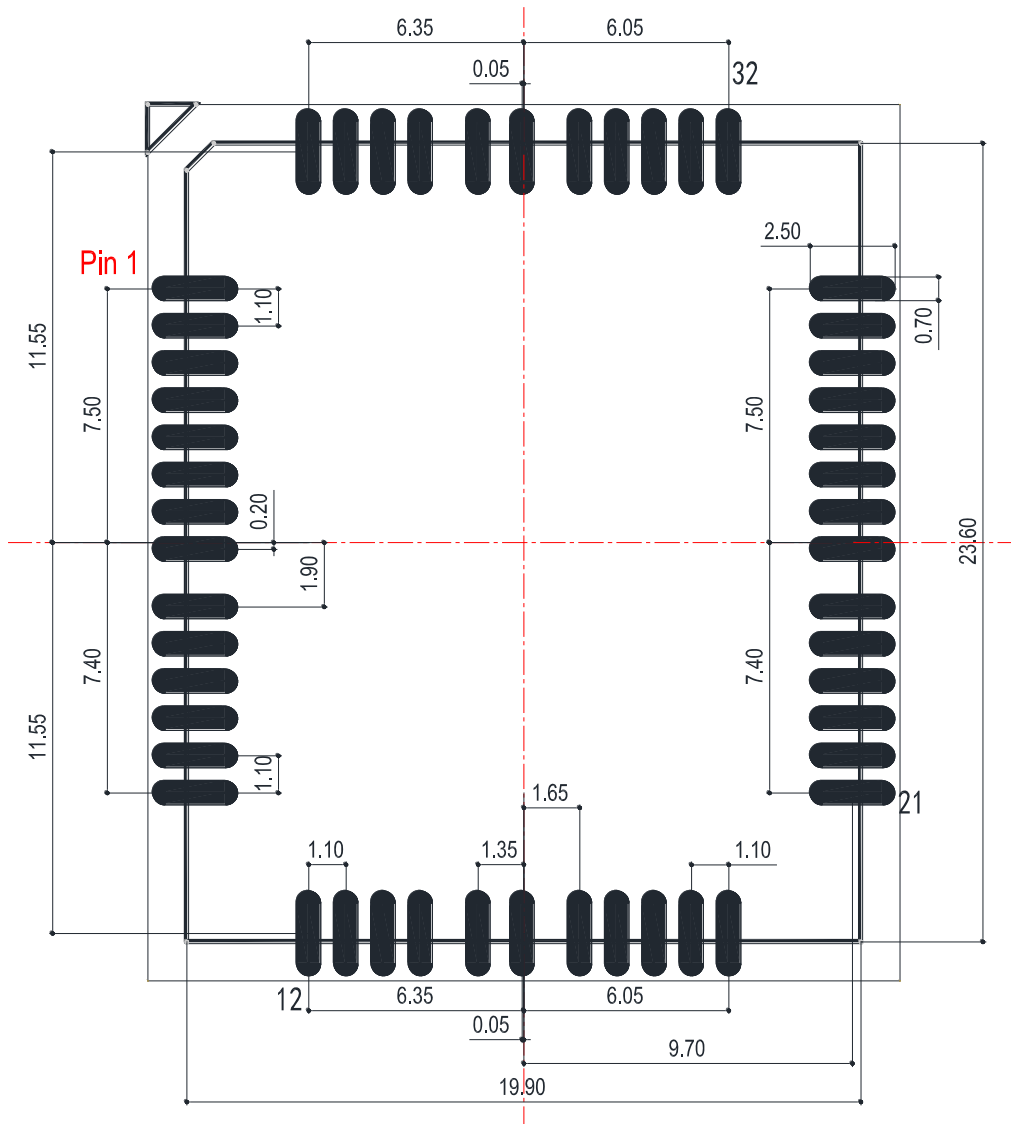


图 30: 推荐封装

### 备注

为确保器件的焊接质量，方便后续的维修操作，客户主板上模块与其他元器件之间的距离至少为 3 mm。

### 7.3. 模块俯视图和底视图

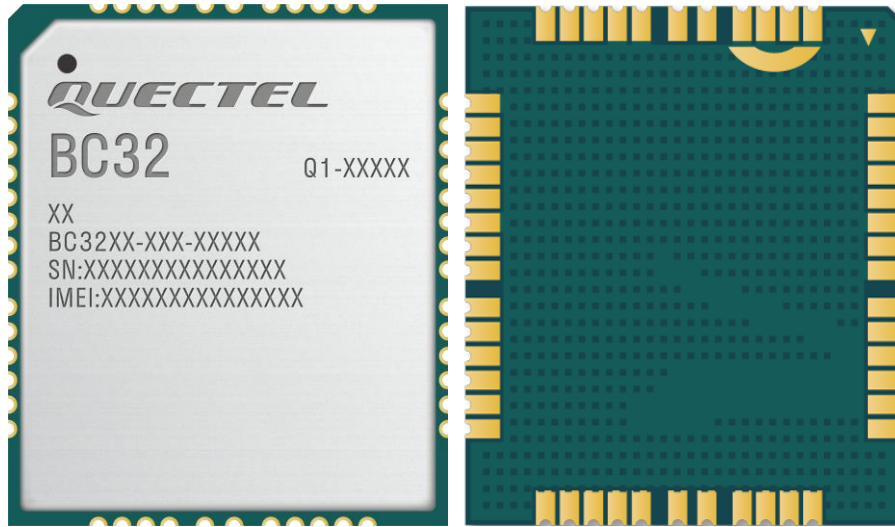


图 31：俯视图和底视图

#### 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。

# 8 存储、生产和包装

## 8.1. 存储条件

模块出货时，采用真空密封袋进行包装。模块的湿度敏感等级为 3（MSL 3），其存储需遵循如下条件：

1. 推荐存储条件：温度  $23 \pm 5$  °C，且相对湿度为 35~60 %。
2. 在推荐存储条件下，模块可在真空密封袋中存放 12 个月。
3. 在温度为  $23 \pm 5$  °C、相对湿度低于 60 % 的车间条件下，模块拆封后的车间寿命为 168 小时<sup>6</sup>。在此条件下，可直接对模块进行回流生产或其他高温操作。否则，需要将模块存储于相对湿度小于 10 % 的环境中（例如，防潮柜）以保持模块的干燥。
4. 若模块处于如下条件，需要对模块进行预烘烤处理以防止模块吸湿受潮再高温焊接后出现的 PCB 起泡、裂痕和分层：
  - 存储温湿度不符合推荐存储条件；
  - 模块拆封后未能根据以上第 3 条完成生产或存放；
  - 真空包装漏气、物料散装；
  - 模块返修前。
5. 模块的预烘烤处理：
  - 需要在  $120 \pm 5$  °C 条件下高温烘烤 8 小时；
  - 二次烘烤的模块须在烘烤后 24 小时内完成焊接，否则仍需在防潮柜内保存。

### 备注

1. 为预防和减少模块因受潮导致的起泡、分层等焊接不良的发生，应严格进行管控，不建议拆开真空包装后长时间暴露在空气中。
2. 烘烤前，需将模块从包装取出，将裸模块放置在耐高温器具上，以免高温损伤塑料托盘或卷盘。若只需短时间烘烤，请参考 *IPC/JEDEC J-STD-033* 规范。
3. 拆包、放置模块时请注意 ESD 防护，例如，佩戴防静电手套。

<sup>6</sup> 此车间寿命仅在车间环境符合 *IPC/JEDEC J-STD-033* 规范时适用；不确定车间温湿度环境是否满足条件，或相对湿度大于 60 % 的情况下，请在拆封后 24 小时内完成贴片回流。请勿提前大量拆包。

## 8.2. 生产焊接

用印刷刮板在网板上印刷锡膏，使锡膏通过网板开口漏印到 PCB 上，印刷刮板力度需调整合适。为保证模块印膏质量，模块焊盘部分对应的钢网厚度推荐为 0.15~0.18 mm。详细信息请参考文档 [5]。

推荐的回流焊温度为 238 °C~246 °C，最高不能超过 246 °C。为避免模块因反复受热而损坏，强烈推荐客户在完成 PCB 板第一面的回流焊之后再贴模块。推荐的炉温曲线图（无铅 SMT 回流焊）和相关参数如下图表所示：

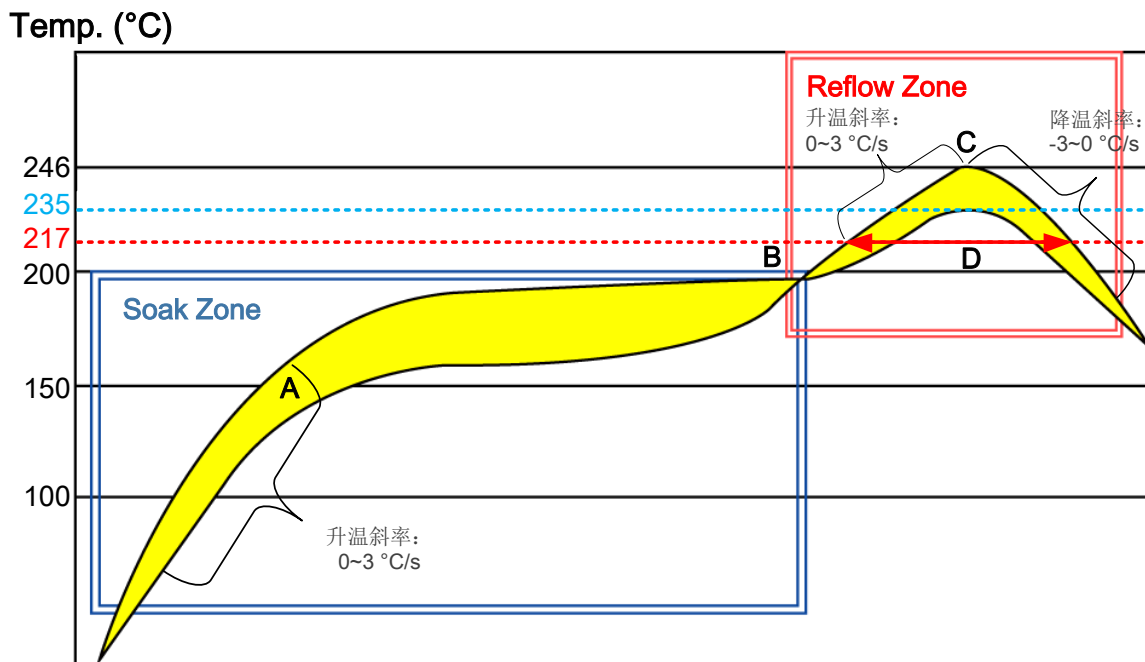


图 32：推荐的炉温曲线图

表 36：推荐的炉温测试控制要求

项目	要求
<b>吸热区 (Soak Zone)</b>	
升温斜率	0~3 °C/s
恒温时间 (A 和 B 之间的时间：150~200 °C 期间)	70~120 s
<b>回流焊区 (Reflow Zone)</b>	
升温斜率	0~3 °C/s
回流时间 (D: 超过 217 °C 的期间)	40~70 s

最高温度	235~246 °C
冷却降温斜率	-3~0 °C/s
<b>回流次数</b>	
最大回流次数	1

**备注**

1. 以上工艺参数要求，均针对焊点实测温度。PCB 上焊点最热点和最冷点均需要满足以上规范要求。
2. 在生产焊接或者其他可能直接接触移远通信模块的过程中，不得使用任何有机溶剂（如酒精、异丙醇、丙酮、三氯乙烯等）擦拭模块屏蔽罩；否则可能会造成屏蔽罩生锈。
3. 移远通信洋白铜镭雕屏蔽罩可满足：12 小时中性盐雾测试后，镭雕信息清晰可辨识，二维码可扫描（可能会有白色锈蚀）。
4. 如需对模块进行喷涂，请确保所用喷涂材料不会与模块屏蔽罩或 PCB 发生化学反应，同时确保喷涂材料不会流入模块内部。
5. 请勿对移远通信模块进行超声波清洗，否则可能会造成模块内部晶体损坏。
6. 请勿使用含汞（Hg）的材料，例如胶水，对模块进行处理。即使是符合 RoHS 标准，即汞含量低于 1000 ppm（0.1 %）的材料也不可。
7. 腐蚀性气体可能会对模块内的电子元器件产生腐蚀，进而影响其可靠性和性能，甚至导致模块的实际使用寿命无法达到原设计寿命。切勿在有腐蚀性气体（如硫化氢、二氧化硫、氯气和氨气等）的环境中存放或使用未加保护的模块。
8. 因 SMT 流程的复杂性，如遇不确定的情况或文档 [6]未提及的流程（如选择性波峰焊、超声波焊接），请于 SMT 流程开始前与移远通信技术支持确认。

### 8.3. 包装规格

本章节仅用于体现包装的关键参数和包装流程，所有图示仅供参考，具体包材的外观、结构以实际交货为准。

此模块采用载带和胶盘包装，具体方案如下：

#### 8.3.1. 载带

载带的尺寸图表如下：

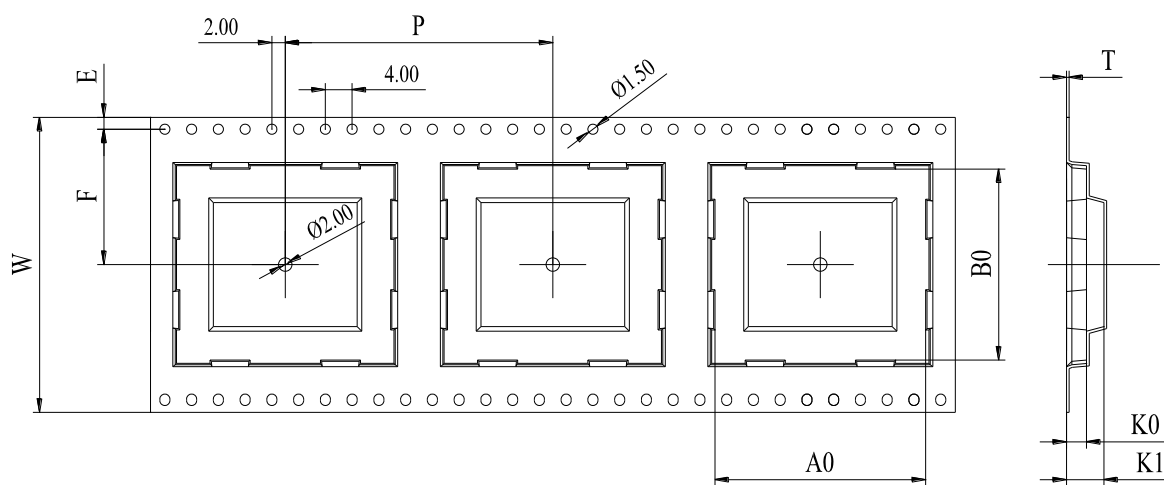


图 33：载带尺寸图（单位：mm）

表 37：载带尺寸表（单位：mm）

W	P	T	A0	B0	K0	K1	F	E
44	32	0.35	20.2	24	3.15	6.65	20.2	1.75

#### 8.3.2. 胶盘

胶盘的尺寸图表如下：



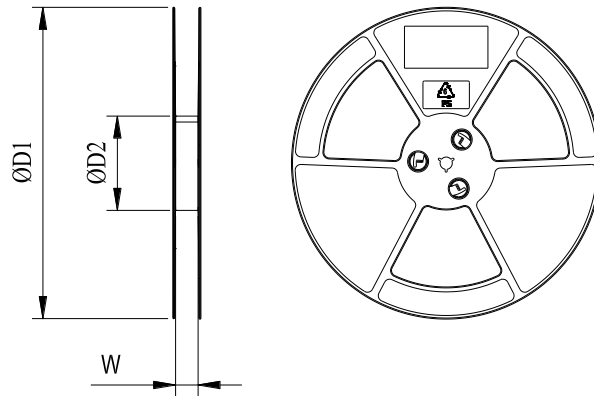


图 34: 胶盘尺寸图

表 38: 胶盘尺寸表 (单位: mm)

øD1	øD2	W
330	100	44.5

### 8.3.3. 贴片方向

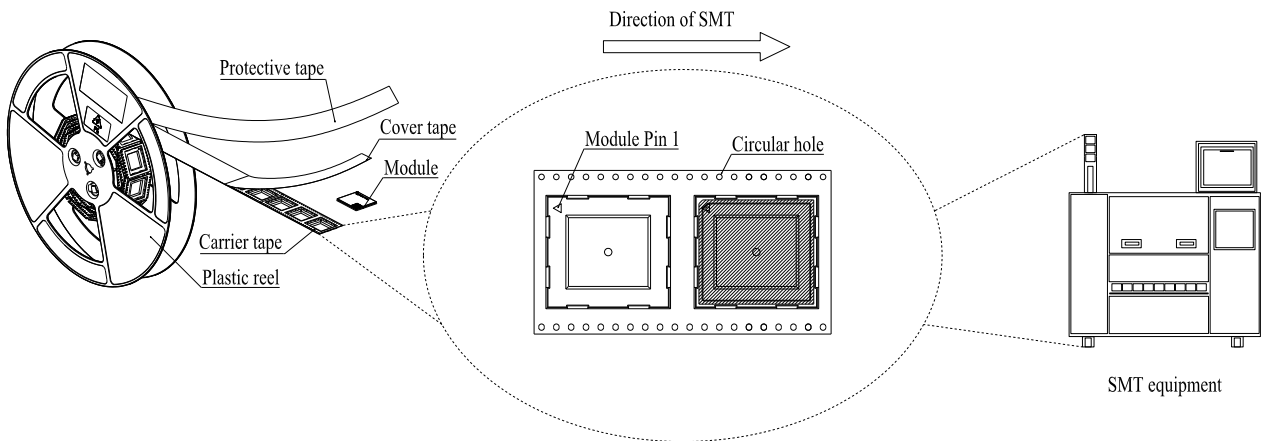
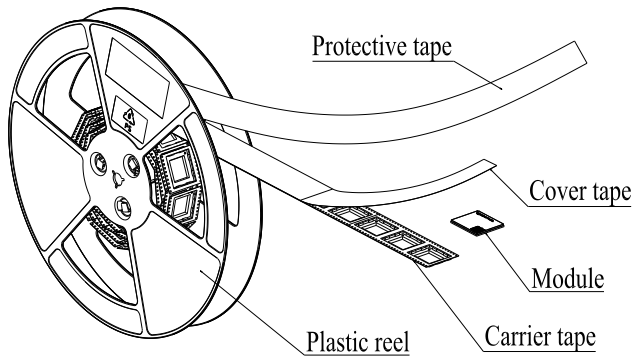


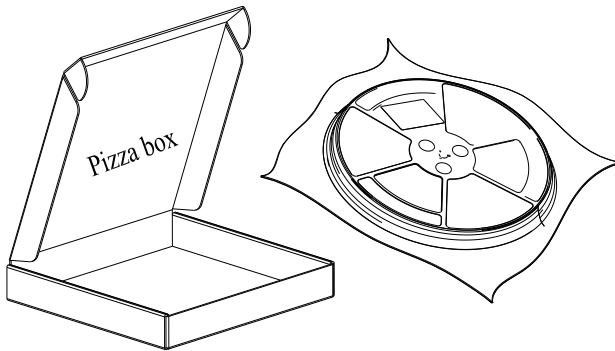
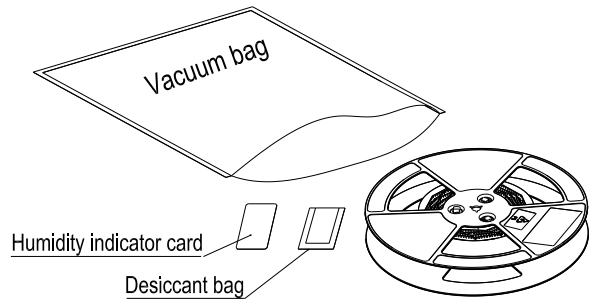
图 35: 贴片方向

8.3.4. 包装流程



将模块放入载带腔体中，使用上带热封；再将热封后的载带缠绕到胶盘中，用保护带缠绕防护。1 个胶盘可装载 250 片模块。

将包装完成的胶盘、湿敏卡以及干燥剂放入 1 个真空袋中并抽真空。



将抽真空后的胶盘放入披萨盒内。

将 4 个披萨盒放入 1 个卡通箱内并封箱。1 个卡通箱可包装 1000 片模块。

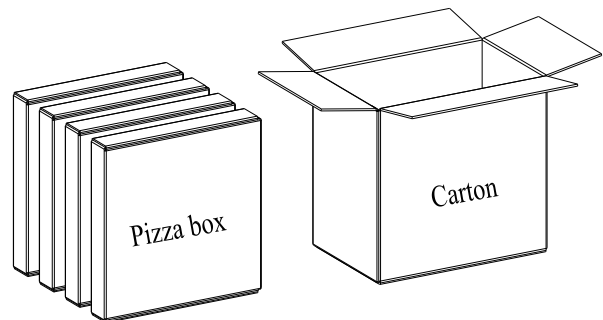


图 36: 包装流程

## 9 附录 A 参考文档及术语缩写

表 39: 参考文档

文档名称
[1] Quectel_BC32-TE-B_用户指导
[2] Quectel_BC32_AT 命令手册
[3] Quectel_BC32_QuecPython_参考设计手册
[4] Quectel_射频 LAYOUT_应用指导
[5] Quectel_Module_Stencil_Design_Requirements
[6] Quectel_模块_SMT_应用指导

表 40: 术语缩写

缩写	英文全称	中文全称
ADC	Analog-to-Digital Converter	模数转换器
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol	挑战握手认证协议
CS	Coding Scheme	编码策略
CTS	Clear to Send	清除发送
DRX	Discontinuous Reception	不连续接收
DTX	Discontinuous Transmission	不连续发射
EGSM	Enhanced GSM	增强型 GSM
ESD	Electrostatic Discharge	静电释放
GPRS	General Packet Radio Service	通用分组无线服务
GSM	Global System for Mobile Communications	全球移动通信系统

HR	Half Rate	半速率
HTTP	Hypertext Transfer Protocol	超文本传输协议
I/O	Input/Output	输入/输出
IC	Integrated Circuit	集成电路
Iomax	Maximum Output Load Current	最大输出电流
kbps	Kilo Bits Per Second	每秒千比特
MT	Mobile Terminated	移动台终止
NTP	Network Time Protocol	网络时间协议
PAP	Password Authentication Protocol	密码验证协议
PCB	Printed Circuit Board	印刷电路板
PDU	Protocol Data Unit	协议数据单元
PPP	Point-to-Point Protocol	点对点协议
RF	Radio Frequency	电磁频率
RTC	Real Time Clock	实时时钟
RX	Receive Direction	接收方向
(U)SIM	(Universal) Subscriber Identification Module	(全球)用户识别卡
SMS	Short Message Service	短消息
TCP	Transmission Control Protocol	传输控制协议
TDMA	Time Division Multiple Access	时分多址
TE	Terminal Equipment	终端设备
TX	Transmitting Direction	发射方向
UART	Universal Asynchronous Receiver & Transmitter	通用异步收发传输器
URC	Unsolicited Result Code	非请求结果码
UDP	User Datagram Protocol	用户数据报协议
Vmax	Maximum Voltage	最大电压

Vnom	Nominal Voltage	标称电压
Vmin	Minimum Voltage	最小电压
V <sub>IHmax</sub>	Maximum High-level Input Voltage	最大输入高电平
V <sub>IHmin</sub>	Minimum High-level Input Voltage	最小输入高电平
V <sub>ILmax</sub>	Maximum Low-level Input Voltage	最大输入低电平
V <sub>ILmin</sub>	Minimum Low-level Input Voltage	最小输入低电平
V <sub>OHmax</sub>	Maximum High-level Output Voltage	最大输出高电平
V <sub>OHmin</sub>	Minimum High-level Output Voltage	最小输出高电平
V <sub>OLmax</sub>	Maximum Low-level Output Voltage	最大输出低电平
V <sub>OLmin</sub>	Minimum Low-level Output Voltage	最小输出低电平
<b>通讯录缩略词</b>		
ON	SIM (or ME) Own Numbers (MSISDNs) list	SIM/ME 自带号码（移动台国际用户识别码）列表
SM	SIM phonebook	SIM 通讯录

# 10 附录 B 复用引脚及其功能

表 41: 多路复用引脚及其功能

引脚号	引脚名称	默认功能	复用功能 1	复用功能 2	复用功能 3	复用功能4	复位状态 <sup>7</sup>	驱动能力
2	ADC0	ADC0					AI, L	3 mA
12	I2C_SCL	I2C_SCL	GPIO1		I2C0_SCL		DO, L	3 mA
13	NETLIGHT	NETLIGHT	GPIO2			PWM1*	DO, L	3 mA
14	DBG_RXD	DBG_RXD					DI, H	3 mA
15	DBG_TXD	DBG_TXD					DO, H	3 mA
41	SPI_CS	SPI_CS	GPIO3	SPI0_CS			DO, L	3 mA
42	SPI_SCLK	SPI_SCLK	GPIO4	SPI0_CLK			DO, L	3 mA
20	PSM_EINT	PSM_EINT					DI, L	3 mA

<sup>7</sup> 表示复位后各引脚状态（“AI”表示“模拟输入”，“DI”表示“输入”，“DO”表示“输出”，“H”表示“高电平”，“L”表示“低电平”）。

21	TXD	TXD	GPIO5	UART0_TXD		DO, L	1 mA
22	RXD	RXD	GPIO6	UART0_RXD		DI, L	1 mA
23	CTS	CTS	GPIO7	UART0_RTS*		DO, L	1 mA
24	RTS	RTS	GPIO8	UART0_CTS*		DI, L	1 mA
26	I2C_SDA	I2C_SDA	GPIO9		I2C0_SDA	DIO, L	3 mA
43	SPI_MOSI	SPI_MOSI	GPIO10	SPI0_MOSI	I2C1_SCL	DO, L	3 mA
44	SPI_MISO	SPI_MISO	GPIO11	SPI0_MISO	I2C1_SDA	DI, L	3 mA