

FCM360W 硬件设计手册

Wi-Fi&Bluetooth 模块系列

版本：1.0

日期：2023-10-18

状态：受控文件



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

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。

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 2023，保留一切权利。

Copyright © Quectel Wireless Solutions Co., Ltd. 2023.

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
-	2023-03-08	Mark WU	文档创建
1.0	2023-10-18	Rudolf YANG/Orange LI	受控版本

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
1 引言	9
1.1. 特殊符号	9
2 产品综述	10
2.1. 关键特性	11
2.2. 功能框图	12
3 应用接口	13
3.1. 引脚分配图	13
3.2. 引脚描述表	14
3.3. GPIO 复用	17
3.4. 应用接口	19
3.4.1. UART	19
3.4.2. SPI	21
3.4.3. I2C 接口*	22
3.4.4. SDIO 接口*	23
3.4.5. PWM 接口	24
3.4.6. I2S 接口	24
3.4.7. ADC 接口	25
4 工作特性	26
4.1. 电源供电	26
4.1.1. 供电参考电路	26
4.2. 开机	27
4.3. 复位	27
4.4. 下载模式	29
5 射频特性	30
5.1. Wi-Fi 特性	30
5.2. 蓝牙特性	31
5.3. 天线/天线接口	32
5.3.1. 引脚天线接口	32
5.3.1.1. 参考设计	32
5.3.1.2. 天线设计要求	33
5.3.1.3. 射频信号线布线指导	33
5.3.1.4. 射频连接器推荐	35
5.3.2. PCB 天线	36
5.3.3. 射频同轴连接器	38

5.3.3.1.	天线座规格	38
5.3.3.2.	手动插拔同轴电缆插头	39
5.3.3.3.	治具插拔同轴电缆插头	40
5.3.3.4.	推荐的射频连接器与连接线	40
6	电气性能和可靠性	41
6.1.	绝对最大额定值	41
6.2.	电源额定值	41
6.3.	Wi-Fi 功耗	42
6.4.	数字逻辑电平特性	42
6.5.	静电防护	43
7	结构与规格	44
7.1.	机械尺寸	44
7.2.	推荐封装	46
7.3.	俯视图和底视图	47
8	存储、生产和包装	49
8.1.	存储条件	49
8.2.	生产焊接	50
8.3.	包装规格	51
8.3.1.	载带	52
8.3.2.	胶盘	52
8.3.3.	模块贴片方向	53
8.3.4.	包装流程	53
9	附录 参考文档及术语缩写	55

表格索引

表 1: 特殊符号	9
表 2: 基本信息	10
表 3: 关键特性	11
表 4: 参数定义	14
表 5: 引脚描述	14
表 6: GPIO 复用表	17
表 7: UART 引脚定义	19
表 8: SPI 引脚定义	21
表 9: I2C 接口引脚定义	22
表 10: SDIO 接口引脚定义	23
表 11: PWM 接口引脚定义	24
表 12: I2S 接口引脚定义	24
表 13: ADC 接口引脚定义	25
表 14: ADC 接口特性	25
表 15: 电源引脚和地引脚定义	26
表 16: CHIP_EN 引脚定义	27
表 17: RESET_N 引脚定义	27
表 18: Wi-Fi 特性	30
表 19: 蓝牙特性	31
表 20: ANT_WIFI/BT 引脚定义	32
表 21: 天线要求	33
表 22: PCB 天线参数	36
表 23: 天线座主要特性	38
表 24: 绝对最大额定值 (单位: V)	41
表 25: 模块电源额定值 (单位: V)	41
表 26: 非信令模式功耗 (单位: mA)	42
表 27: VBAT I/O 特性 (单位: V)	42
表 28: ESD 耐受电压 (单位: kV)	43
表 29: 推荐的炉温测试控制要求	51
表 30: 载带尺寸表 (单位: mm)	52
表 31: 胶盘尺寸表 (单位: mm)	53
表 32: 参考文档	55
表 33: 术语缩写	55

图片索引

图 1: 功能框图	12
图 2: 引脚分配俯视图	13
图 3: UART0 电平转换电路	20
图 4: UART1 和 UART 2 参考电路	20
图 5: SPI 主模式连接示意图	21
图 6: SPI 从模式连接示意图	21
图 7: I2C 接口电路参考设计	22
图 8: SDIO 接口电路参考设计	23
图 9: 模块供电参考电路	26
图 10: 开机时序图	27
图 11: 开集驱动复位参考电路	28
图 12: 按键复位参考电路	28
图 13: 复位时序图	28
图 14: 下载模式参考电路	29
图 15: 天线接口参考设计	32
图 16: 两层 PCB 板微带线结构	33
图 17: 两层 PCB 板共面波导结构	34
图 18: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第三层)	34
图 19: 四层 PCB 板共面波导结构 (参考地为第四层)	34
图 20: 天线座尺寸 (单位: mm)	35
图 21: 与天线座匹配的插头规格	35
图 22: 射频连接器安装图 (单位: mm)	36
图 23: 主板净空区域	37
图 24: 底部禁止布线区域	37
图 25: 天线座尺寸 (单位: mm)	38
图 26: 与天线座匹配的插头规格 (单位: mm)	39
图 27: 插入同轴电缆插头示意图	39
图 28: 拔出同轴电缆插头示意图	40
图 29: 治具插拔同轴电缆插头示意图	40
图 30: 俯视及侧视尺寸图	44
图 31: 底部尺寸图 (底视图)	45
图 32: 推荐封装	46
图 33: 俯视图和底视图 (引脚天线接口)	47
图 34: 俯视图和底视图 (PCB 天线)	47
图 35: 俯视图和底视图 (射频同轴连接器)	48
图 36: 推荐的炉温曲线图	50
图 37: 载带尺寸图	52
图 38: 胶盘尺寸图	52
图 39: 模块贴片方向	53
图 40: 包装流程	54

1 引言

QuecOpen®是一种以移远通信模块作为主处理器的应用方案。随着通信技术的发展和市场的不断变化，越来越多的用户认识到 QuecOpen®解决方案的优势。其主要特点如下：

- 实现嵌入式应用快速开发，缩短产品开发周期
- 简化电路和硬件结构设计，降低成本
- 实现终端产品尺寸小型化
- 降低产品的功耗
- 支持空中无线升级技术
- 提升产品的竞争力和性价比
- 应用防拷贝加密技术，增强产品安全性

本文档定义了 在 QuecOpen®方案下，FCM360W 及其与客户应用相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 Wi-Fi 及蓝牙特性、硬件接口特性、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、AT 命令、参数等后所标记的星号（*）表示该功能、特性、接口、引脚、AT 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

FCM360W 是一款高性能的 MCU Wi-Fi 和蓝牙模块，支持 IEEE 802.11b/g/n/ax 和 BLE 5.1 协议，提供 UART、SPI、I2C*、I2S、SDIO*、ADC、PWM 等丰富的外设接口，可满足不同应用场景的需求。

FCM360W 为贴片式模块，封装紧凑，集成以下特性：

- 240 MHz RISC 处理器
- 48 KB ROM 和 512 KB SRAM 存储器，内置 4 MB/ 8 MB Flash
- 支持二次开发

表 2：基本信息

FCM360W	
封装	LCC
引脚数	39
尺寸	(25.5 ±0.2) mm × (18.0 ±0.2) mm × (3.2 ±0.2) mm
重量	约 1.65 g

2.1. 关键特性

表 3: 关键特性

基本信息	
协议与标准	<ul style="list-style-type: none"> ● Wi-Fi 协议: IEEE 802.11b/g/n/ax ● 蓝牙协议: BLE 5.1 ● 所有器件完全符合 EU RoHS 标准
供电电压	VBAT 供电: <ul style="list-style-type: none"> ● 3.0~3.6 V ● 典型值: 3.3 V
温度范围 ¹	<ul style="list-style-type: none"> ● 设计方案 1: <ul style="list-style-type: none"> - 正常工作温度: -40 °C ~ +85 °C - 存储温度: -45 °C ~ +95 °C ● 设计方案 2: <ul style="list-style-type: none"> - 正常工作温度: -40 °C ~ +105 °C - 存储温度: -45 °C ~ +115 °C
评估板套件	FCM360W TE-B ²
天线/天线接口	
天线/天线接口 ³	<ul style="list-style-type: none"> ● 引脚天线接口 (ANT_WIFI/BT) ● PCB 天线 ● 射频同轴连接器 ● 50 Ω 特性阻抗
应用接口 ⁴	
应用接口	UART、SPI、I2C*、I2S、SDIO*、PWM、ADC

¹ 模块提供两种温度范围设计方案, 详情请联系移远通信技术支持。在正常工作温度范围内, 模块的各项指标符合 IEEE 和蓝牙规范要求。

² 更多关于本 EVB 的详细信息, 请参考[文档\[1\]](#)。

³ 模块提供三种可选的天线或天线接口设计, 详情请联系移远通信技术支持。

⁴ 接口详情可参考[第 3.3 章](#)和[第 3.4 章](#)。

2.2. 功能框图

下图为模块的功能框图，阐述了其如下主要功能：

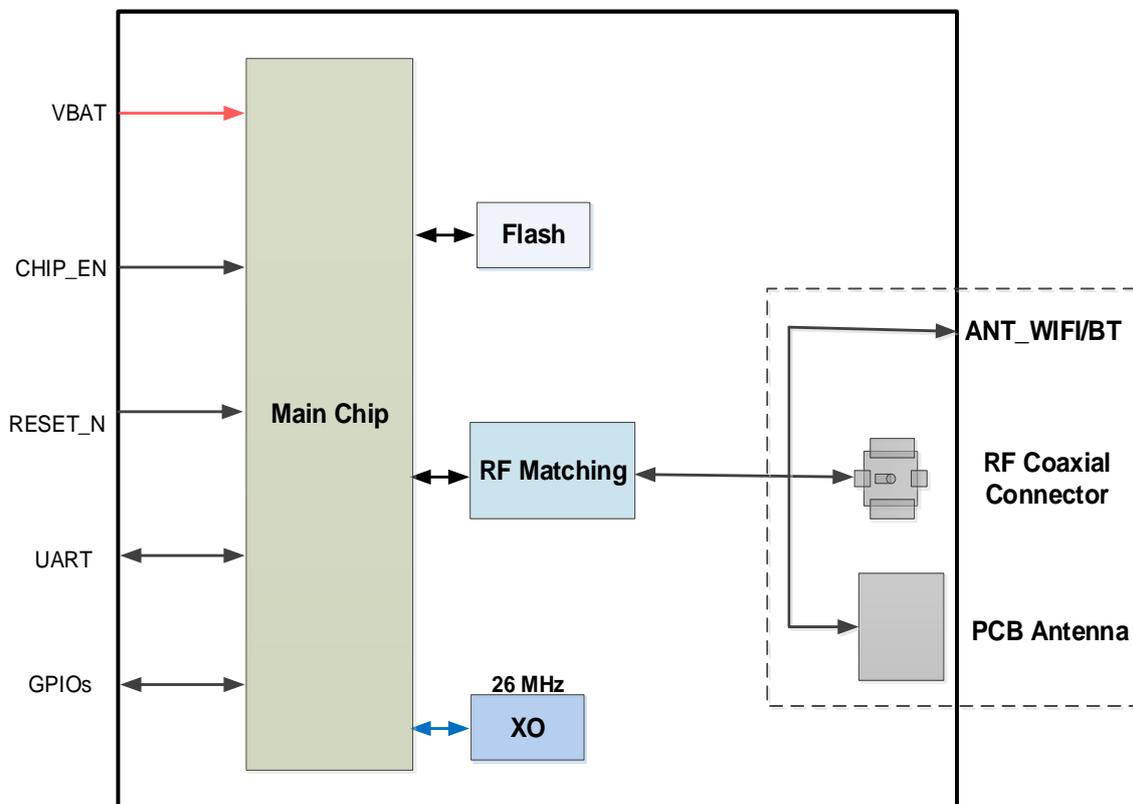


图 1：功能框图

备注

模块提供三种可选的天线或天线接口设计，详情请联系移远通信技术支持。

3 应用接口

3.1. 引脚分配图

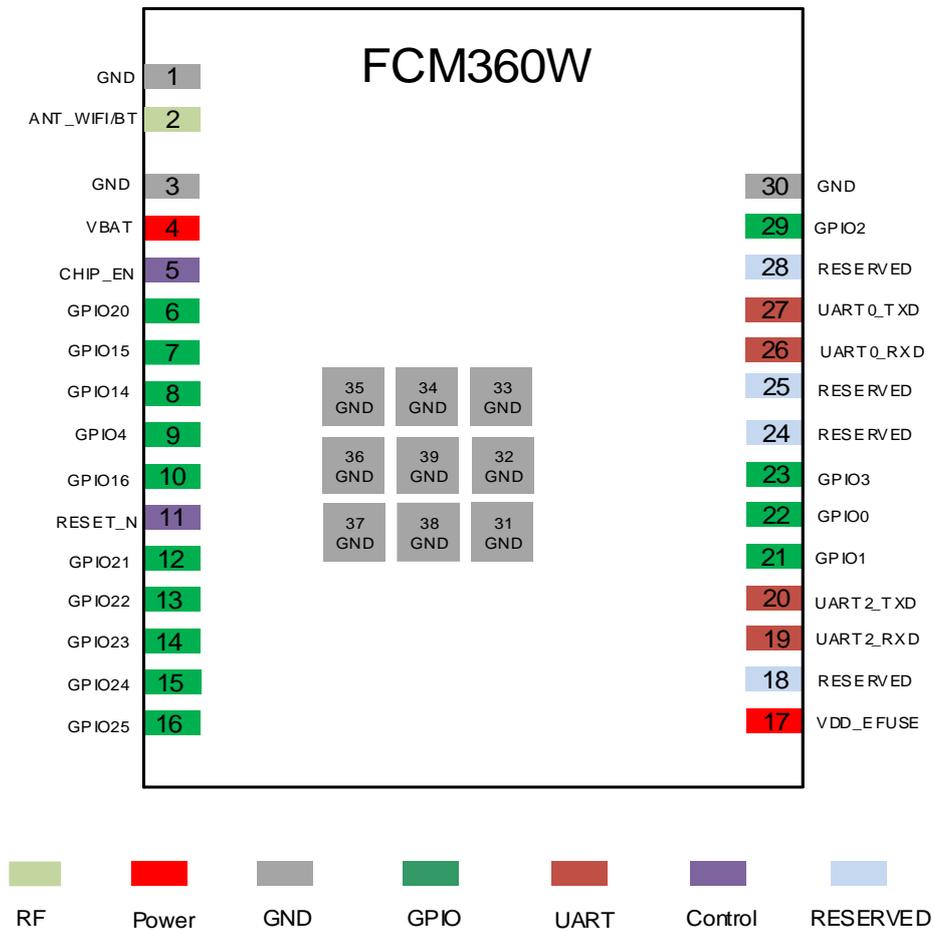


图 2: 引脚分配俯视图

备注

1. 所有 RESERVED 引脚和不用引脚需悬空。
2. 所有 GND 引脚需连接到地。
3. 模块默认支持 2 路 UART 和 14 路 GPIO 接口，复用情况可支持 SPI、I2C*、SDIO*、PWM、I2S、ADC 等接口。关于复用功能详细信息，请参考第 3.3 章和第 3.4 章。

3.2. 引脚描述表

表 4: 参数定义

参数	描述
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

DC 特性包含电压域、额定电流信息等。

表 5: 引脚描述

电源					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
VBAT	4	PI	模块主电源	Vmax = 3.6 V Vmin = 3.0 V Vnom = 3.3 V	电源必须能够提供 0.6 A 以上的电流。
VDD_EFUSE	17	PI	eFuse 编程电源	Vmax = 3.3 V Vmin = 0 V Vnom = 1.8 V	不用则悬空。
GND	1、3、30、31~39				
控制信号					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
RESET_N	11	DI	模块复位	VBAT	内部上拉至 VBAT； 低电平有效。
CHIP_EN	5	DI	模块使能		内部上拉至 VBAT； 高电平有效。
UART					
引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注

UART0_TXD	27	DO	UART0 发送	VBAT	须预留测试点。
UART0_RXD	26	DI	UART0 接收		
UART2_TXD	20	DO	UART2 发送		
UART2_RXD	19	DI	UART2 接收		

GPIO 接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注	
GPIO20	6	DIO	通用输入/输出	VBAT		
GPIO15	7	DIO	通用输入/输出			
GPIO14	8	DIO	通用输入/输出			
GPIO4	9	DIO	通用输入/输出			
GPIO16	10	DIO	通用输入/输出			
GPIO21	12	DIO	通用输入/输出			
GPIO22	13	DIO	通用输入/输出			
GPIO23	14	DIO	通用输入/输出			
GPIO24	15	DIO	通用输入/输出			
GPIO25	16	DIO	通用输入/输出			
GPIO1	21	DIO	通用输入/输出			中断唤醒。
GPIO0	22	DIO	通用输入/输出			
GPIO3	23	DIO	通用输入/输出			
GPIO2	29	DIO	通用输入/输出			中断唤醒。

射频天线接口

引脚名	引脚号	I/O	描述	DC 特性	备注
ANT_WIFI/BT	2	AIO	Wi-Fi/蓝牙天线接口		50 Ω 特性阻抗。

预留引脚

引脚名	引脚号	备注

RESERVED

18、24、25、28

保持悬空。

3.3. GPIO 复用

模块默认提供 14 路 GPIO 接口，复用情况下最多可支持 18 路 GPIO 接口。引脚定义如下表所示：

表 6: GPIO 复用表

引脚名	引脚号	复用功能 0 (GPIO 号)	复用功能 1	复用功能 2	复用功能 3	复用功能 4	复用功能 5	备注
GPIO4	9	GPIO4	TRST	UART0_RTS	PWM0	SPI_CS2	-	TRST: JTAG 测试复位
GPIO16	10	GPIO16	PWM2	UART1_CTS	IR_OUT	-	-	IR_OUT: 红外输出
GPIO21	12	GPIO21	SDIO_CMD	UART0_RXD	I2S_TXD	I2C_SDA	-	
GPIO22	13	GPIO22	PWM0	SDIO_DATA0	UART0_TXD	I2S_TX_WS	-	
GPIO23	14	GPIO23	PWM1	SDIO_DATA1	UART1_RTS	I2S_TX_SCK	-	
GPIO24	15	GPIO24	PWM2	SDIO_DATA2	UART1_CTS	I2S_MCLK	-	
GPIO25	16	GPIO25	PWM3	SDIO_DATA3	I2C_SDA	-	-	
GPIO20	6	GPIO20	ADC2	PWM3	I2S_MCLK	SD_DET	-	
GPIO15	7	GPIO15	ADC1	BOOTMODE1	PWM5	I2S_TX_WS	-	
GPIO14	8	GPIO14	ADC0	BOOTMODE0	PWM4	I2S_TXD	-	

UART2_RXD	19	GPIO17	WAKEUP	SPI_WP	PWM5	I2S_TX_WS	-	
UART2_TXD	20	GPIO13	SDIO_CLK	I2C_SCL	I2S_RXD	-	-	
GPIO1	21	GPIO1	SPI_CS0	TMS	UART1_RXD	PWM1	I2S_RXD	TMS: JTAG 测试模式选择
GPIO0	22	GPIO0	SPI_CLK	TCK	UART2_TXD	PWM0	I2S_TX_SCK	TCK: JTAG 测试时钟
GPIO3	23	GPIO3	SPI_MISO	TDI	UART0_CTS	PWM3	I2C_SDA	TDI: JTAG 测试数据输入
GPIO2	29	GPIO2	SPI_MOSI	TDO	UART1_TXD	PWM2	I2C_SCL	TDO: JTAG 测试数据输出
UART0_RXD	26	GPIO5	40M_CLK_OUT	IR_OUT	I2S_RX_WS	XTAL_I_32K	-	IR_OUT: 红外输出
UART0_TXD	27	GPIO6	COLD_RESET	32K_CLK_OUT	I2S_RX_SCK	XTAL_O_32K	-	

备注

1. GPIO0、GPIO1、GPIO2、UART2_RXD 均可支持中断唤醒，拉低后可唤醒模块立刻进入工作状态。
2. 通过 GPIO 复用来应用接口最大数量不可同时实现。对于模块可支持各种应用接口的最大数量，详情可参考 [第 3.4 章](#)。

3.4. 应用接口

3.4.1. UART

模块默认支持 2 路 UART：UART0、UART2，复用情况下最多可支持 3 路 UART：UART0、UART1 和 UART2。

表 7：UART 引脚定义

引脚名	引脚号	复用功能	I/O	描述	备注
UART0_TXD	27	-	DO	UART0 发送	
UART0_RXD	26	-	DI	UART0 接收	
GPIO3	23	UART0_CTS	DO	清除发送至模块	
GPIO4	9	UART0_RTS	DI	模块请求发送	
GPIO2	29	UART1_TXD	DO	UART1 发送	其他复用 UART 配置，见表 6。
GPIO1	21	UART1_RXD	DI	UART1 接收	
GPIO16	10	UART1_CTS	DO	清除发送至模块	
GPIO23	14	UART1_RTS	DI	模块请求发送	
UART2_TXD	20	-	DO	UART2 发送	
UART2_RXD	19	-	DI	UART2 接收	

UART0 可用于数据传输，波特率默认为 115200 bps，实测可达 2 Mbps。UART0 还可用于固件升级，波特率可自行配置，默认为 921600 bps。其中，默认 UART0（引脚 26、27）可用于数据传输、下载、调试、打印 log；通过引脚 12、13 复用来自的 UART0 只能用于数据传输、调试。

模块的 UART 电平为 3.3 V。若外部 MCU 系统电平为 1.8 V，则需在模块与 MCU 的 UART 连接中增加电平转换器。

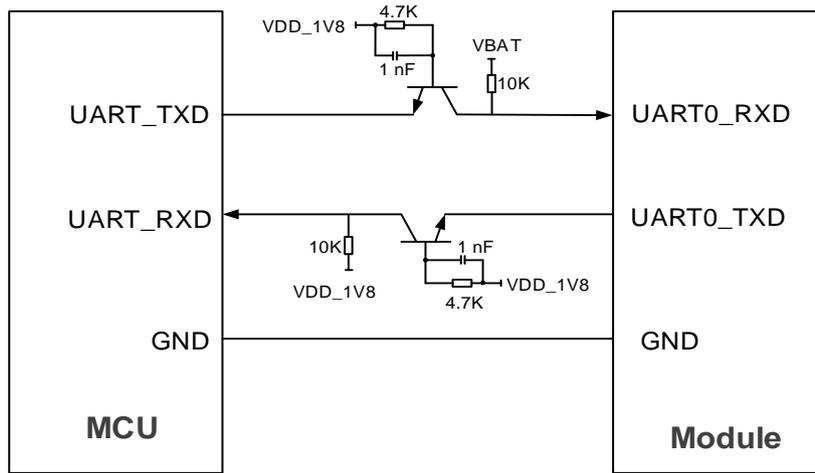


图 3: UART0 电平转换电路

备注

上图的晶体管电平转换电路不适用于波特率超过 460800 bps 的应用。

UART1、UART2 均可用于数据传输、AT 命令通信以及调试，默认波特率为 115200 bps，但不建议用于下载。标准版本固件中默认使用 UART2 进行 AT 命令通信。

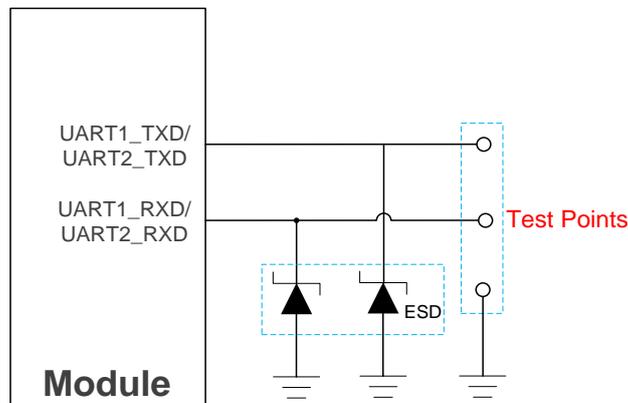


图 4: UART1 和 UART 2 参考电路

备注

UART1_TXD、UART2_TXD、UART1_RXD、UART2_RXD 须预留测试点。

3.4.2. SPI

复用情况下模块支持 1 路 SPI，支持主从模式；从模式下最大时钟频率可达 20 MHz，主模式下最大时钟频率可达 40 MHz。

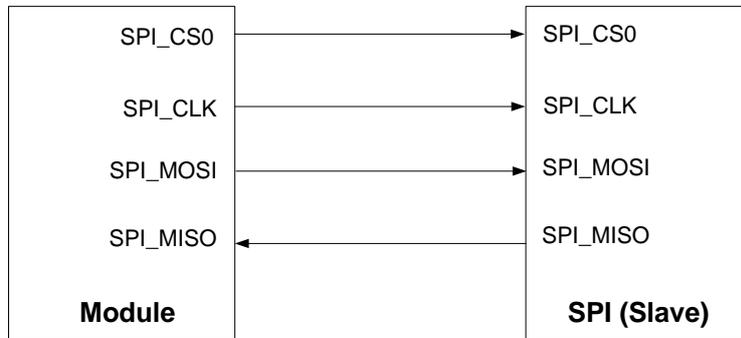


图 5: SPI 主模式连接示意图

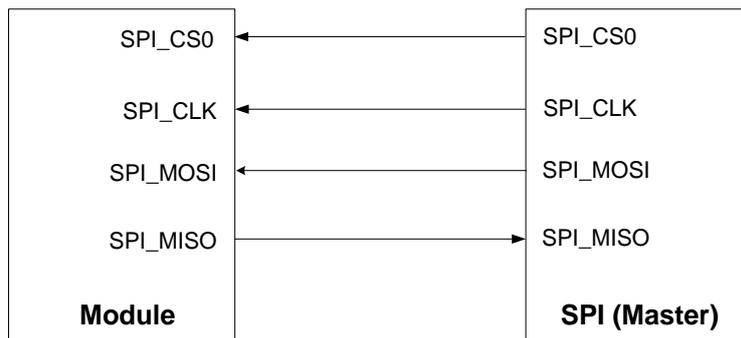


图 6: SPI 从模式连接示意图

表 8: SPI 引脚定义

引脚名	引脚号	复用功能	I/O	描述	备注
GPIO1	21	SPI_CS0	DIO	SPI 片选	主模式时为输出信号； 从模式时为输入信号。
GPIO0	22	SPI_CLK	DIO	SPI 时钟	主模式时为输出信号； 从模式时为输入信号。
GPIO3	23	SPI_MISO	DIO	SPI 主输入从输出	主模式时为输入信号； 从模式时为输出信号。
GPIO2	29	SPI_MOSI	DIO	SPI 主输出从输入	主模式时为输出信号； 从模式时为输入信号。

3.4.3. I2C 接口*

复用情况下模块支持 1 路 I2C 接口，支持主从模式。主要特性如下：

- AMBA 2.0 APB 总线协议
- 标准模式（100 kbps）和快速模式（400 kbps）
- 可编程主从模式
- 7 位和 10 位寻址模式
- 自动时钟延展
- 可编程时钟与数据时序
- DMA 数据传输
- 通用呼叫地址

表 9: I2C 接口引脚定义

引脚名	引脚号	复用功能	I/O	描述	备注
GPIO2	29	I2C_SCL	OD	I2C 串行时钟	其他复用 I2C 配置，见表 6。
GPIO3	23	I2C_SDA	OD	I2C 串行数据	

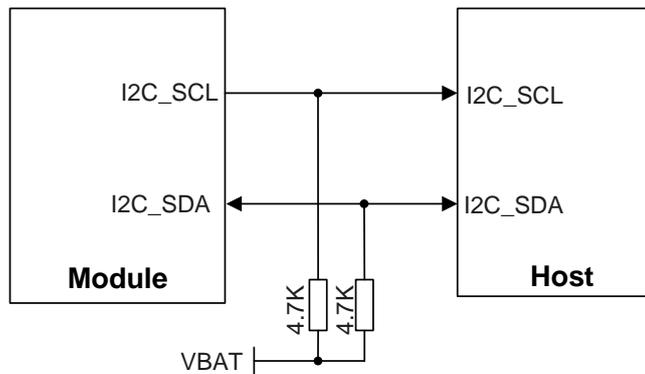


图 7: I2C 接口电路参考设计

3.4.4. SDIO 接口*

复用情况下模块支持 1 路 SDIO 接口，仅支持主模式。

表 10: SDIO 接口引脚定义

引脚名	引脚号	复用功能	I/O	描述
GPIO21	12	SDIO_CMD	DIO	SDIO 命令
UART2_TXD	20	SDIO_CLK	DI	SDIO 时钟
GPIO25	16	SDIO_DATA3	DIO	SDIO 数据位 3
GPIO24	15	SDIO_DATA2	DIO	SDIO 数据位 2
GPIO22	13	SDIO_DATA0	DIO	SDIO 数据位 0
GPIO23	14	SDIO_DATA1	DIO	SDIO 数据位 1
GPIO20	6	SD_DET	DI	SD 卡热插拔检测

SDIO 接口应用参考设计如下图所示：

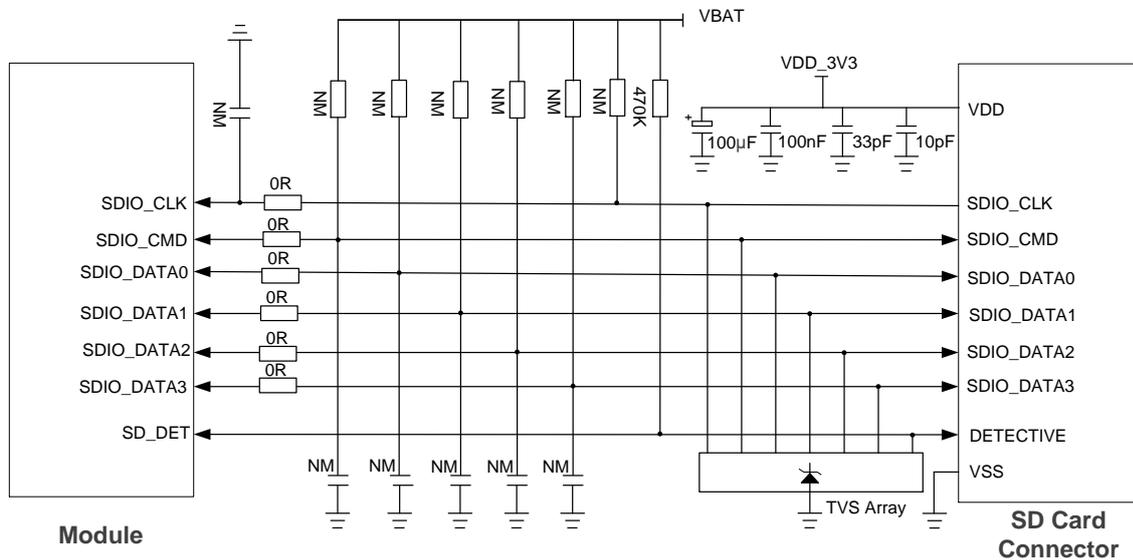


图 8: SDIO 接口电路参考设计

为确保接口设计符合 SDIO 3.0 规范，需遵循以下原则：

- 在模块和 SD 卡连接器之间串联 0 Ω 电阻并增加电容（默认不贴），将电容和电阻靠近 SD 卡连接器放置可有效调节信号质量。
- 在靠近 SD 卡连接器的位置摆放 TVS 阵列，且寄生电容不大于 2 pF。
- SDIO 信号线阻抗控制在 50 Ω ±10 %，建议在 PCB 内层走线且上下左右立体包地。
- SDIO 信号需远离敏感信号，如射频、模拟信号、时钟和 DC-DC 等噪声信号。
- SDIO 信号线与其他信号线之间的间距需大于 2 倍线宽，并且确保总线负载小于 15 pF。
- SDIO 信号线需做等长处理（相差小于 0.5 mm）。

3.4.5. PWM 接口

复用情况下模块最多支持 6 路 PWM 通道。引脚定义如下表所示：

表 11: PWM 接口引脚定义

引脚名	引脚号	复用功能	I/O	描述	备注
GPIO16	10	PWM2	DO	PWM2 输出	
GPIO23	14	PWM1	DO	PWM1 输出	
GPIO25	16	PWM3	DO	PWM3 输出	其他复用 PWM 配置，见表 6。
GPIO15	7	PWM5	DO	PWM5 输出	
GPIO14	8	PWM4	DO	PWM4 输出	
GPIO4	9	PWM0	DO	PWM0 输出	

3.4.6. I2S 接口

复用情况下模块支持 1 路 I2S 接口，用于数字音频数据在系统内部器件之间传输，例如编解码器、DSP、数字输入/输出接口、ADC、DAC 和数字滤波器等。

表 12: I2S 接口引脚定义

引脚名	引脚号	复用功能	I/O	描述	备注
GPIO1	21	I2S_RXD	DI	I2S 接收数据	其他复用 I2S 配置，见表 6。
GPIO14	8	I2S_TXD	DO	I2S 发送数据	

GPIO20	6	I2S_MCLK	OD	I2S 主时钟
GPIO0	22	I2S_TX_SCK	DIO	I2S 发送串行时钟
GPIO15	7	I2S_TX_WS	DIO	I2S 发送字段选择

3.4.7. ADC 接口

复用情况下模块最多支持 3 路 ADC 接口，电压范围为 0~3.3 V。为了提高 ADC 接口电压测量的准确度，ADC 接口在布线时需要包地处理。

表 13: ADC 接口引脚定义

引脚名	引脚号	复用功能	I/O	描述
GPIO20	6	ADC2	AI	通用 ADC 接口
GPIO15	7	ADC1	AI	通用 ADC 接口
GPIO14	8	ADC0	AI	通用 ADC 接口

表 14: ADC 接口特性

参数	最小值	典型值	最大值	单位
ADC 接口电压范围	0	-	3.3	V
ADC 接口分辨率	-	12	-	bit
ADC 采样率	-	1.25	-	MHz

备注

1. 模块在 VBAT 不供电的情况下，ADC 接口不能直接接任何输入电压。
2. 建议 ADC 接口采用分压电阻电路设计，使用 1 %精度的分压电阻。

4 工作特性

4.1. 电源供电

下表为模块的电源引脚和接地引脚定义。

表 15: 电源引脚和地引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	最小值	典型值	最大值	单位
VBAT	4	PI	模块主电源	3.0	3.3	3.6	V
GND	1、3、30、31~39						

4.1.1. 供电参考电路

模块由 VBAT 供电，推荐使用至少能够提供 0.6 A 电流能力的电源芯片。为了确保实现更好的电源供电性能，建议在靠近模块 VBAT 输入端并联 22 μF 的去耦电容以及 1 μF 、100 nF 的滤波电容。预留电容 C4 用于调试，默认不贴。同时，建议在靠近 VBAT 输入端增加一个 TVS 管以提高模块的浪涌电压承受能力。原则上，VBAT 走线越长，线宽越宽。

VBAT 输入端参考电路如下图所示：

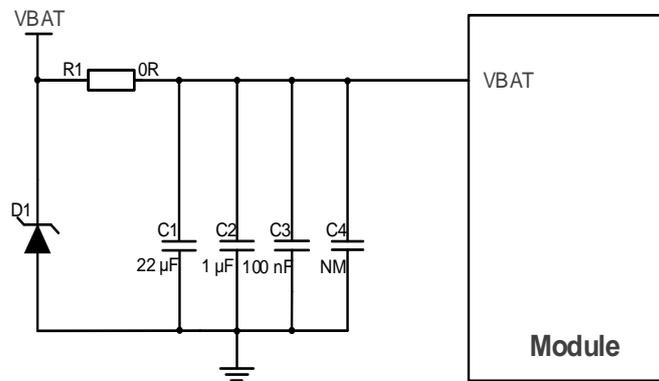


图 9: 模块供电参考电路

4.2. 开机

模块 VBAT 上电后，保持 CHIP_EN 引脚为高电平，即可实现模块自动开机。

表 16: CHIP_EN 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
CHIP_EN	5	DI	模块使能	内部上拉至 VBAT； 高电平有效。

模块开机时序图如下图所示：

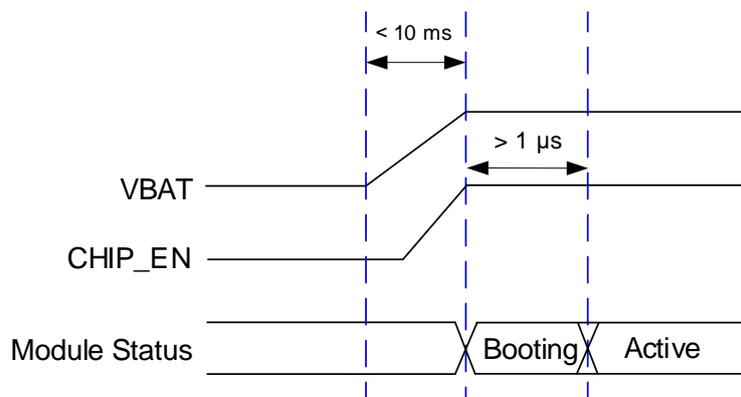


图 10: 开机时序图

4.3. 复位

拉低 RESET_N 引脚至少 100 ms 后释放可以使模块复位。

表 17: RESET_N 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
RESET_N	11	DI	模块复位	内部上拉至 VBAT； 低电平有效。

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_N 引脚。

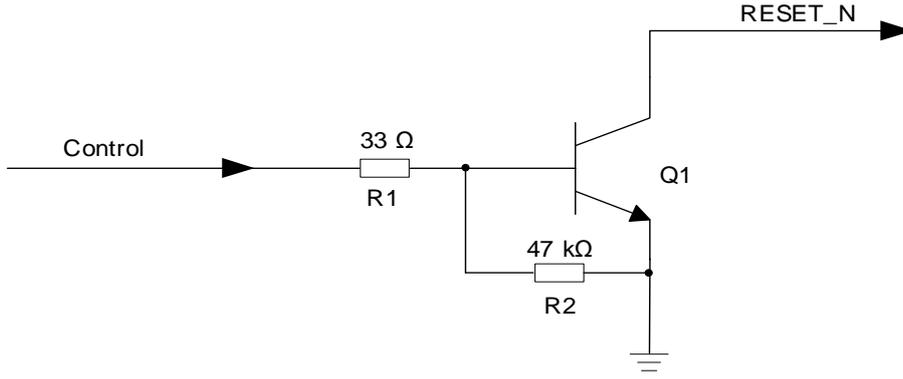


图 11: 开集驱动复位参考电路

另一种控制 RESET_N 引脚的方式是直接通过一个按键开关，按键附近需放置一个 TVS 管用于 ESD 防护，参考电路如下：

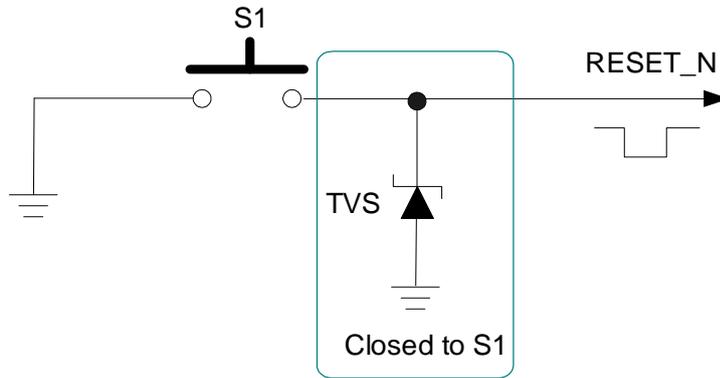


图 12: 按键复位参考电路

模块复位时序图如下图所示：

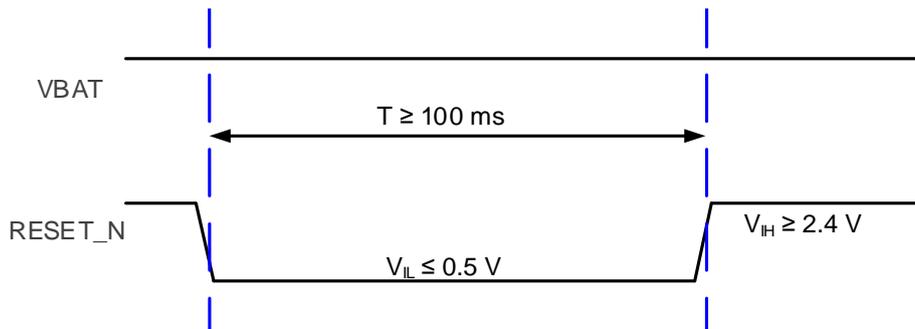


图 13: 复位时序图

4.4. 下载模式

在模块复位或者上电开机过程中，RESET_N 引脚为低电平时，模块会进入下载模式。在下载模式下可通过 UART0 下载固件。在硬件设计过程中，将模块的 RESET_N 引脚与串口芯片的 RTS 连接，或通过主机 GPIO 按下图中的波形控制 RESET_N，否则会导致下载失败。

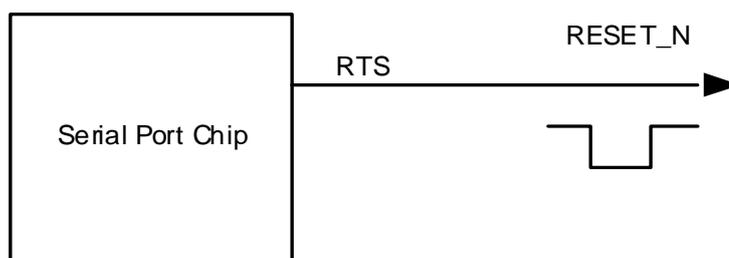


图 14：下载模式参考电路

5 射频特性

5.1. Wi-Fi 特性

表 18: Wi-Fi 特性

工作频率				
2.4 GHz: 2.400~2.4835 GHz				
调制方式				
BPSK、QPSK、CCK、16QAM、64QAM				
工作模式				
<ul style="list-style-type: none"> ● AP ● STA 				
加密模式				
WPA-PSK、WPA2-PSK、WPA3-SAE、AES-128				
数据传输速率				
<ul style="list-style-type: none"> ● 802.11b: 1 Mbps、2 Mbps、5.5 Mbps、11 Mbps ● 802.11g: 6 Mbps、9 Mbps、12 Mbps、18 Mbps、24 Mbps、36 Mbps、48 Mbps、54 Mbps ● 802.11n: HT20 (MCS 0~MCS 7)、HT40 (MCS 0~MCS 7) ● 802.11ax: HT20 (MCS 0~MCS 7) 				
条件 (VBAT = 3.3 V; 温度: 25 °C)		EVM	典型值; 单位: dBm; 公差: ±2 dB	
			发射功率	接收灵敏度
2.4 GHz	802.11b @ 1 Mbps	≤ 35 %	17	-92
	802.11b @ 11 Mbps		17	-86
	802.11g @ 6 Mbps	≤ -5 dB	14	-89
	802.11g @ 54 Mbps	≤ -25 dB	14	-73

802.11n, HT20 @ MCS 0	≤ -5 dB	14	-89
802.11n, HT20 @ MCS 7	≤ -27 dB	14	-70
802.11n, HT40 @ MCS 0	≤ -5 dB	13	-87
802.11n, HT40 @ MCS 7	≤ -27 dB	13	-67
802.11ax, HT20 @ MCS 0	≤ -5 dB	14	-89
802.11ax, HT20 @ MCS 7	≤ -27 dB	14	-69

5.2. 蓝牙特性

表 19: 蓝牙特性

工作频率		
2.400~2.4835 GHz		
调制方式		
GFSK		
工作模式		
低功耗蓝牙 (BLE)		
条件 (VBAT = 3.3 V; 温度: 25 °C)	典型值; 单位: dBm; 公差: ±2 dB ⁵	
	发射功率	接收灵敏度
BLE (1 Mbps)	6	-90
BLE (2 Mbps)	6	-89

⁵ 在高信道 (CH39) 时, 蓝牙接收灵敏度公差为±4 dB。

5.3. 天线/天线接口

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。

模块提供三种天线/天线接口设计：引脚天线接口（ANT_WIFI/BT）、PCB 天线和射频同轴连接器；当选用 PCB 天线或引脚天线接口时，模块上不焊接射频同轴天线座。

5.3.1. 引脚天线接口⁶

表 20: ANT_WIFI/BT 引脚定义

引脚名	引脚号	I/O	描述	备注
ANT_WIFI/BT	2	AIO	Wi-Fi/蓝牙天线接口	50 Ω 特性阻抗。

5.3.1.1. 参考设计

下图为射频天线接口的电路。为了达到更佳的射频性能，需预留 π 型匹配电路和 ESD 防护器件。预留匹配元件如 R1、C1、C2、D1 应尽量靠近天线放置，R1 推荐值为 0 Ω，TVS 寄生电容小于 0.05 pF，C1、C2、D1 默认不贴。

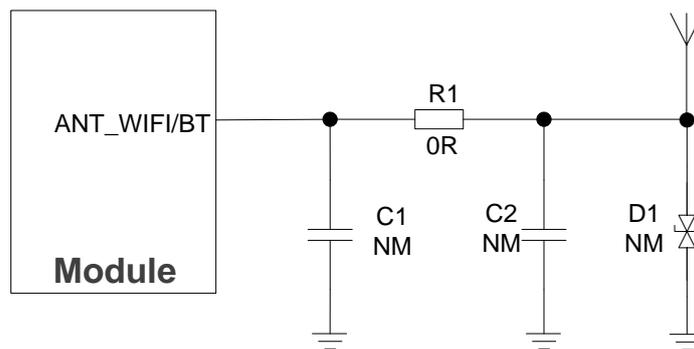


图 15: 天线接口参考设计

⁶ 模块提供三种可选的天线或天线接口设计，详情可联系移远通信技术支持。

5.3.1.2. 天线设计要求

表 21: 天线要求

类型	要求
频率范围 (GHz)	2.400~2.4835
插损 (dB)	< 1
VSWR	≤ 2
增益 (dBi)	1 (典型值)
最大输入功率 (W)	50
输入阻抗 (Ω)	50
极化类型	垂直

5.3.1.3. 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。

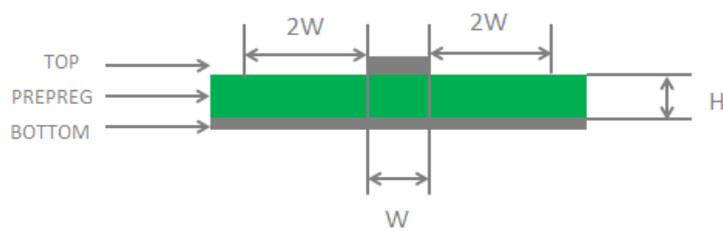


图 16: 两层 PCB 板微带线结构

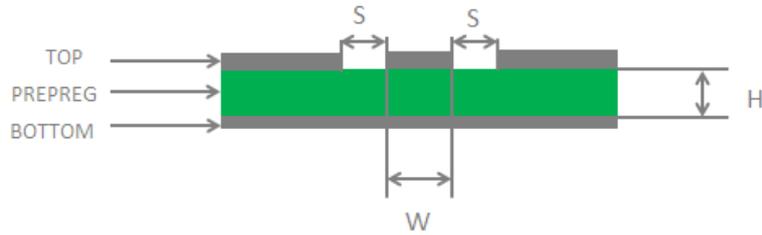


图 17：两层 PCB 板共面波导结构

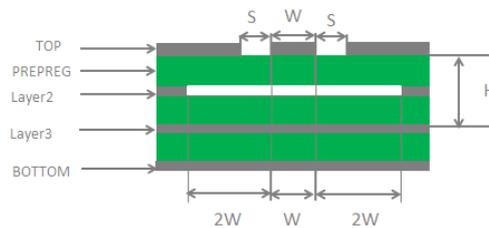


图 18：四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第三层）

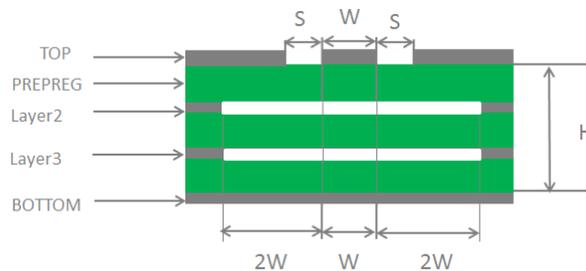


图 19：四层 PCB 板共面波导结构（参考地为第四层）

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° 。
- 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，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 [2]。

5.3.1.4. 射频连接器推荐

如果使用射频连接器的连接方式，则推荐使用 Hirose 的 U.FL-R-SMT 连接器。

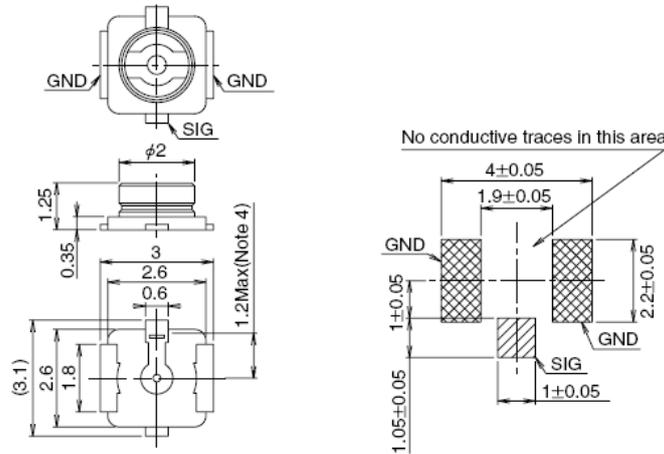


图 20: 天线座尺寸 (单位: mm)

可选择 U.FL-LP 系列的插头与 U.FL-R-SMT 天线座配合使用。

	U.FL-LP-040	U.FL-LP-066	U.FL-LP(V)-040	U.FL-LP-062	U.FL-LP-088
Part No.					
Mated Height	2.5mm Max. (2.4mm Nom.)	2.5mm Max. (2.4mm Nom.)	2.0mm Max. (1.9mm Nom.)	2.4mm Max. (2.3mm Nom.)	2.4mm Max. (2.3mm Nom.)
Applicable cable	Dia. 0.81mm Coaxial cable	Dia. 1.13mm and Dia. 1.32mm Coaxial cable	Dia. 0.81mm Coaxial cable	Dia. 1mm Coaxial cable	Dia. 1.37mm Coaxial cable
Weight (mg)	53.7	59.1	34.8	45.5	71.7
RoHS	YES				

图 21: 与天线座匹配的插头规格

下图为天线座与插头组装后的尺寸:

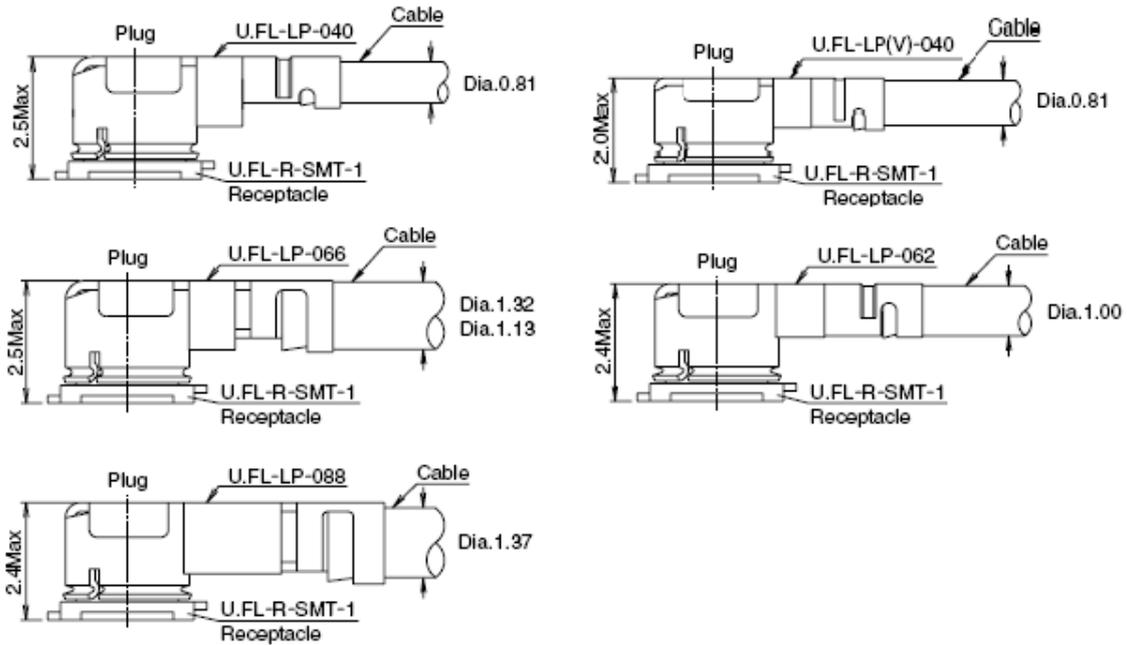


图 22: 射频连接器安装图 (单位: mm)

详细信息请访问<http://www.hirose.com>。

5.3.2. PCB 天线⁷

表 22: PCB 天线参数

参数	要求
频率 (GHz)	2.400~2.500
输入阻抗 (Ω)	50
VSWR	≤ 3
增益 (dBi)	-0.38 (典型值)
效率	26 %

使用 PCB 天线时, 模块尽量放置在主板 PCB 板边, 需要确保 PCB 天线与主板 PCB 和其它金属器件、连接器、PCB 过孔、走线、覆铜的距离至少 16 mm 以上, PCB 天线下方的主板 PCB 区域所有层需要净空。

⁷ 模块提供三种可选的天线或天线接口设计, 详情可联系移远通信技术支持。

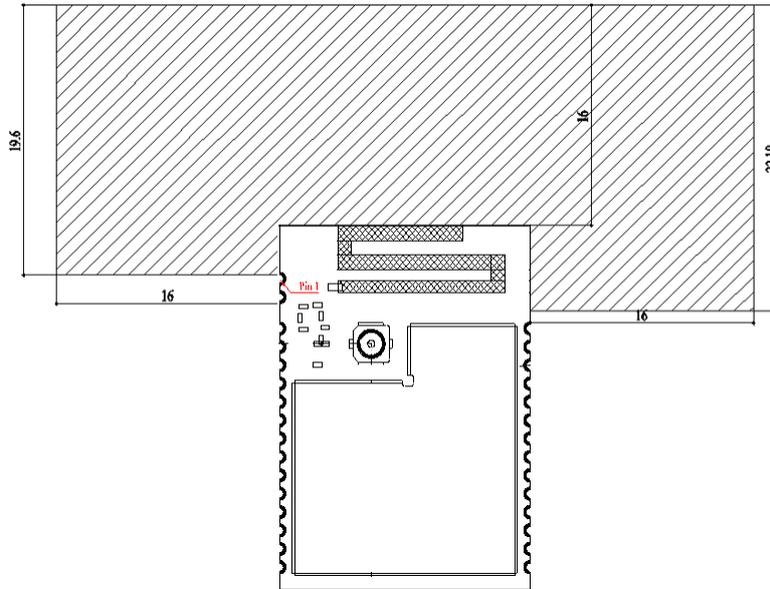


图 23: 主板净空区域

为确保模块性能，PCB 设计时模块底部射频测试点处禁止布线。禁止布线区域见下图红框标识：

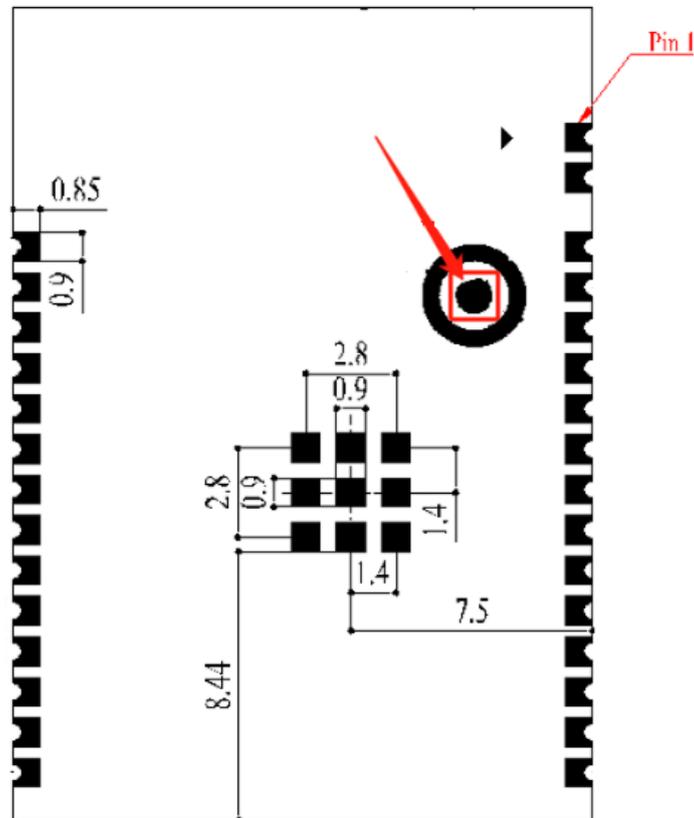


图 24: 底部禁止布线区域

5.3.3. 射频同轴连接器⁸

5.3.3.1. 天线座规格

模块提供的天线座结构尺寸如下：

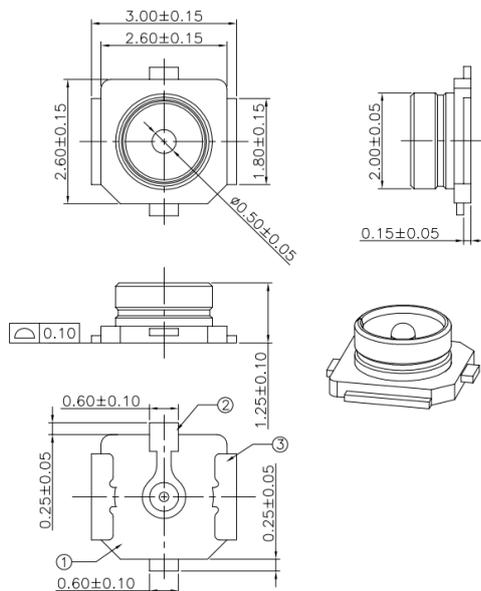


图 25: 天线座尺寸 (单位: mm)

表 23: 天线座主要特性

参数	规范
标称频率范围	DC~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)

⁸ 模块提供三种可选的天线或天线接口设计，详情可联系移远通信技术支持。

与模块天线座相匹配的射频插头支持以下几种类型规格：

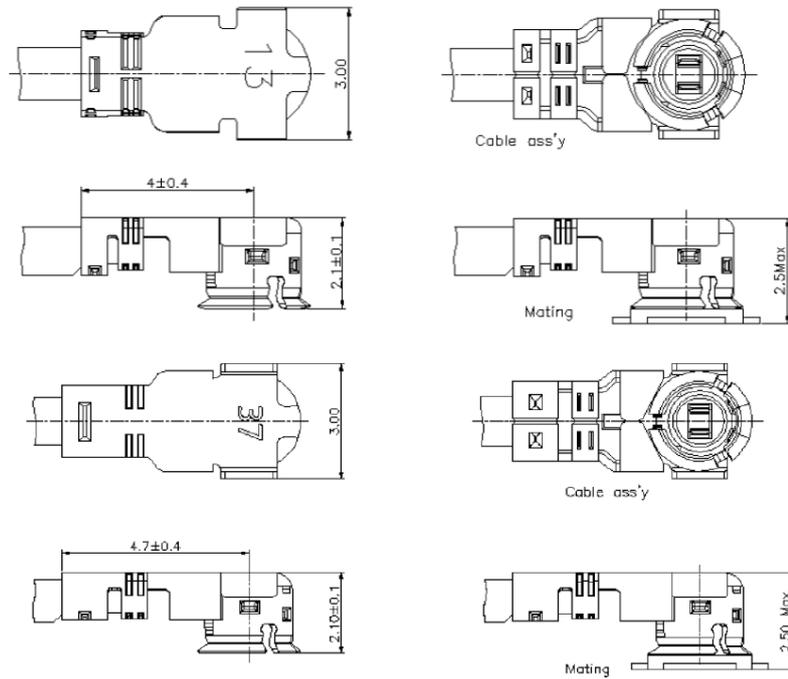


图 26：与天线座匹配的插头规格（单位：mm）

5.3.3.2. 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° 。

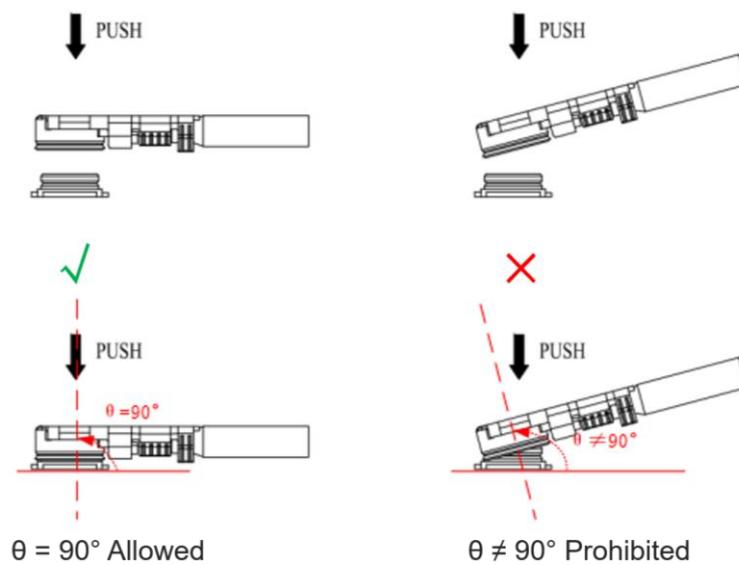


图 27：插入同轴电缆插头示意图

手动拔出同轴电缆插头示意图如下， θ 须为 90° 。

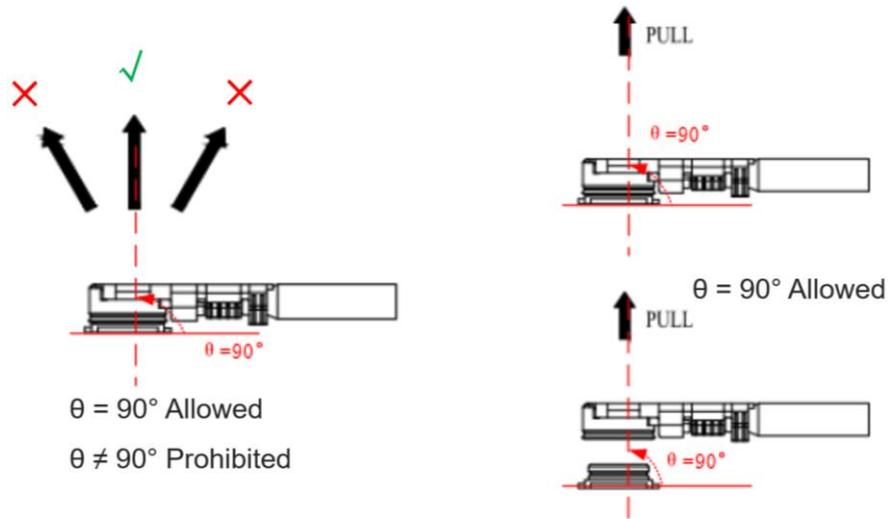


图 28: 拔出同轴电缆插头示意图

5.3.3.3. 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° 。

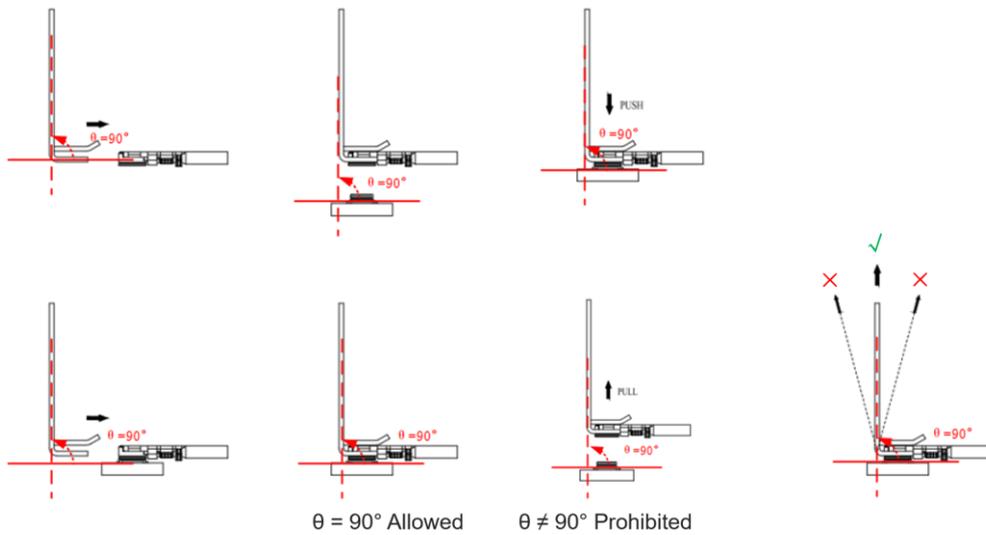


图 29: 治具插拔同轴电缆插头示意图

5.3.3.4. 推荐的射频连接器与连接线

推荐使用 I-PEX 的射频连接器和连接线，更多细节，请访问 <https://www.i-pex.com>。

6 电气性能和可靠性

6.1. 绝对最大额定值

下表为模块部分引脚电压或电流的绝对最大额定值

表 24: 绝对最大额定值 (单位: V)

参数	最小值	最大值
VBAT	-0.3	3.6
数字接口电压	-0.3	3.6
ADC[0:2]电压	0	3.3

6.2. 电源额定值

表 25: 模块电源额定值 (单位: V)

参数	描述	条件	最小值	典型值	最大值
VBAT	模块主电源	实际输入电压必须在该范围之内	3.0	3.3	3.6

6.3. Wi-Fi 功耗

表 26: 非信令模式功耗 (单位: mA)

条件		I _{VBAT} (典型值)	
802.11b	Tx 1Mbps @ 17 dBm	285	
	Tx 11 Mbps @ 17 dBm	277	
802.11g	Tx 6 Mbps @ 14 dBm	182	
	Tx 54 Mbps @ 14 dBm	167	
2.4 GHz	802.11n	Tx HT20 MCS 0 @ 14 dBm	184
		Tx HT20 MCS 7 @ 14 dBm	179
	802.11n	Tx HT40 MCS 0 @ 13 dBm	183
		Tx HT40 MCS 7 @ 13 dBm	172
	802.11ax	Tx HT20 MCS 0 @ 14 dBm	184
		Tx HT20 MCS 7 @ 14 dBm	180

6.4. 数字逻辑电平特性

表 27: VBAT I/O 特性 (单位: V)

参数	描述	最小值	最大值
V _{IH}	输入高电平	0.7 × V _{BAT}	V _{BAT}
V _{IL}	输入低电平	0	0.3 × V _{BAT}
V _{OH}	输出高电平	0.9 × V _{BAT}	-
V _{OL}	输出低电平	-	0.1 × V _{BAT}

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 28: ESD 耐受电压（单位：kV）

模型	测试结果	参考标准
人体模型	±4	ANSI/ESDA/JEDEC JS-001-2017
充电器件模型	±0.5	ANSI/ESDA/JEDEC JS-002-2018

7 结构与规格

本章节描述了模块的机械尺寸。所有的尺寸单位为毫米；所有未标注公差尺寸，公差为±0.2 mm。

7.1. 机械尺寸

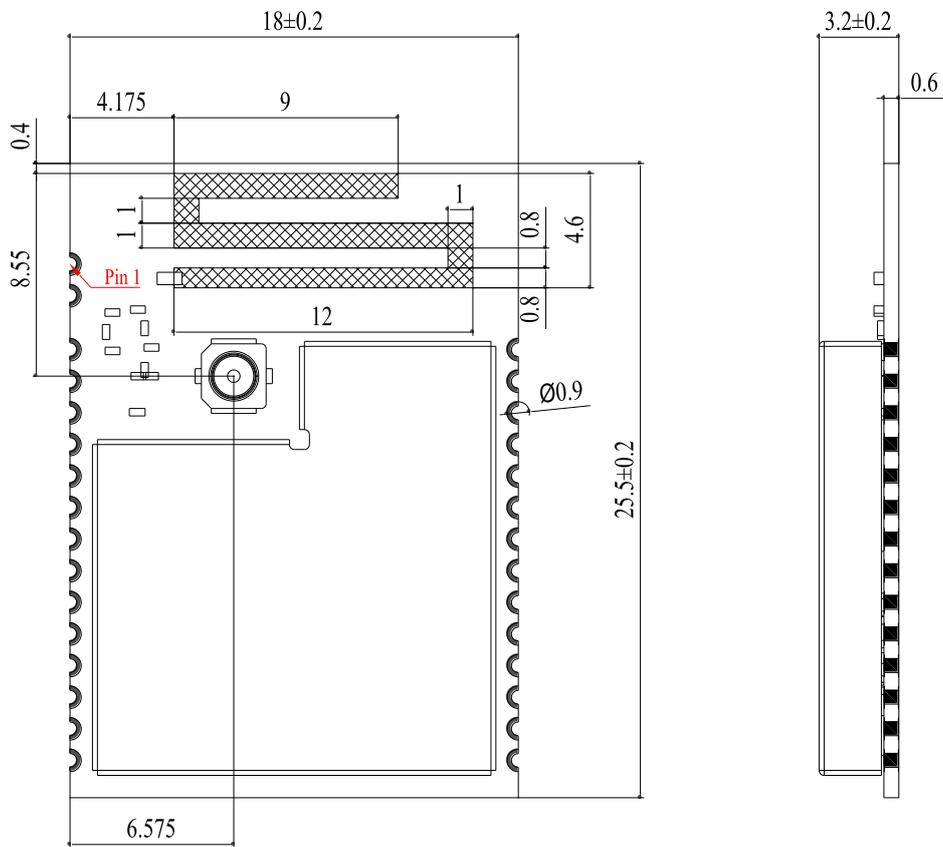


图 30: 俯视及侧视尺寸图

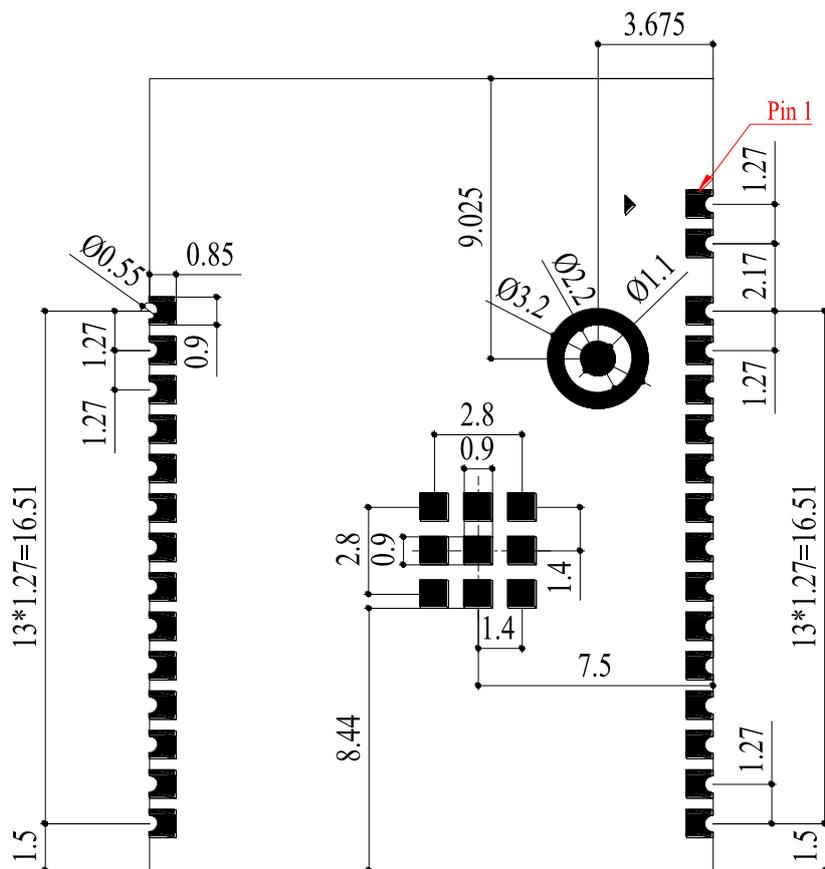


图 31: 底部尺寸图 (底视图)

备注

移远通信 FCM360W 的平整度参考 JEITA ED-7306 标准要求。

7.2. 推荐封装

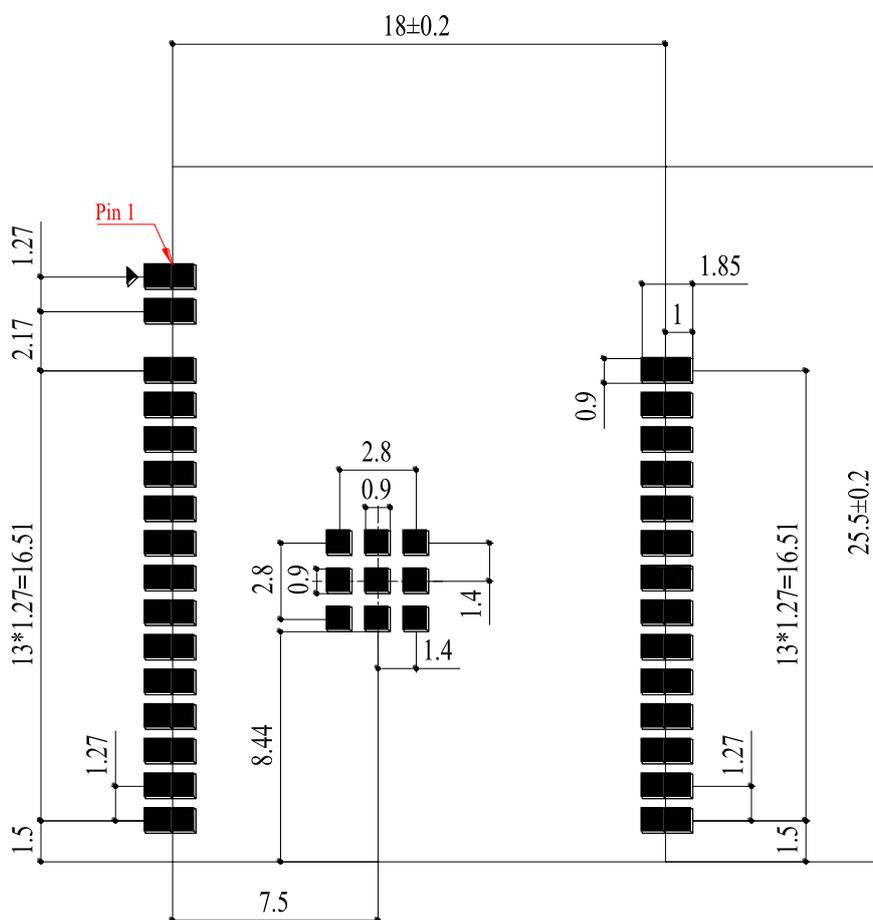


图 32: 推荐封装

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. 俯视图和底视图

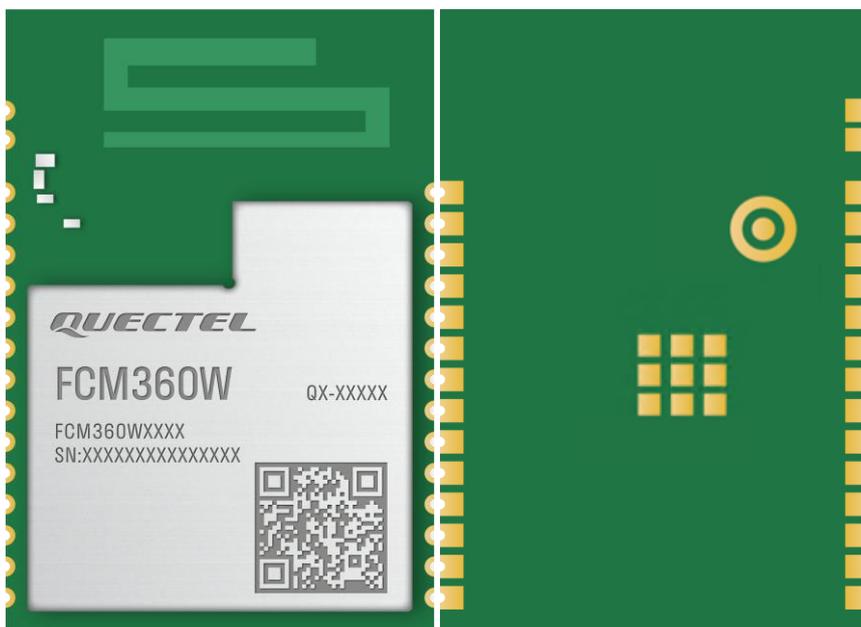


图 33: 俯视图和底视图 (引脚天线接口)



图 34: 俯视图和底视图 (PCB 天线)



图 35: 俯视图和底视图 (射频同轴连接器)

备注

1. 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。
2. 选用 PCB 天线或引脚天线接口时，模块上不焊接射频同轴天线座。

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 ± 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 ± 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⁹。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 ± 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。

⁹ 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。

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。

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 [3]。

推荐的回流焊峰值温度为 235~246 °C，最高不能超过 246 °C。为避免模块因反复受热而损坏，建议客户在完成 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：

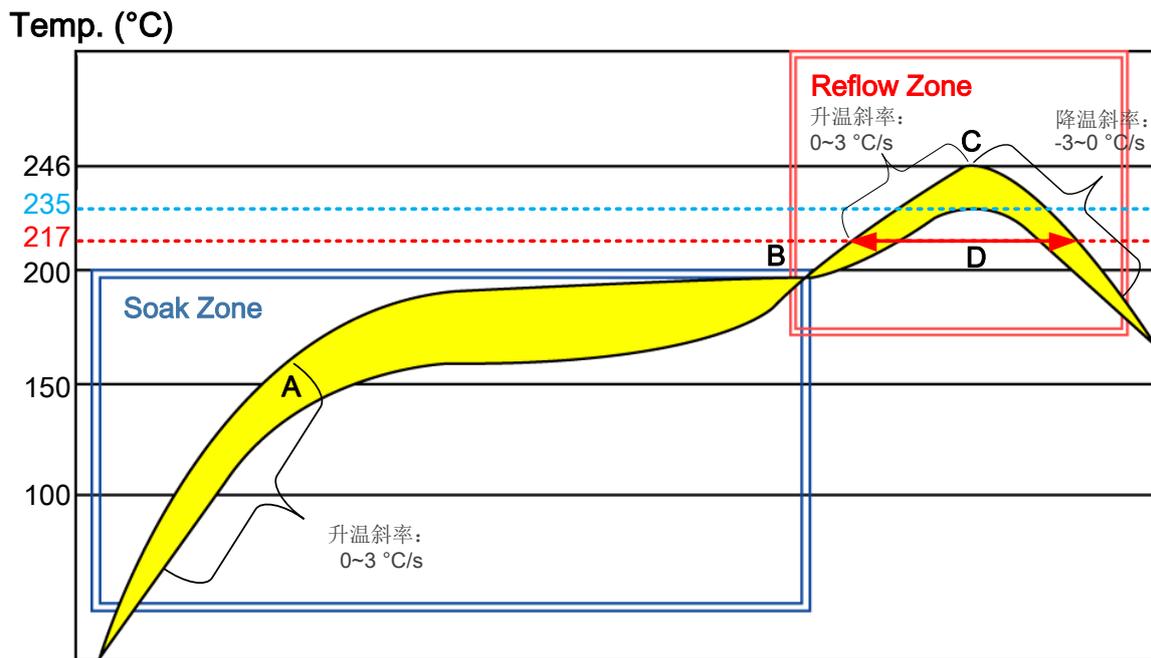


图 36: 推荐的炉温曲线图

表 29: 推荐的炉温测试控制要求

项目	要求
吸热区 (Soak Zone)	
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
回流焊区 (Reflow Zone)	
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
回流次数	
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. 因 SMT 流程的复杂性, 如遇不确定的情况或文档 [3] 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。

此模块采用载带包装, 具体方案如下:

8.3.1. 载带

载带包装的尺寸图表如下：

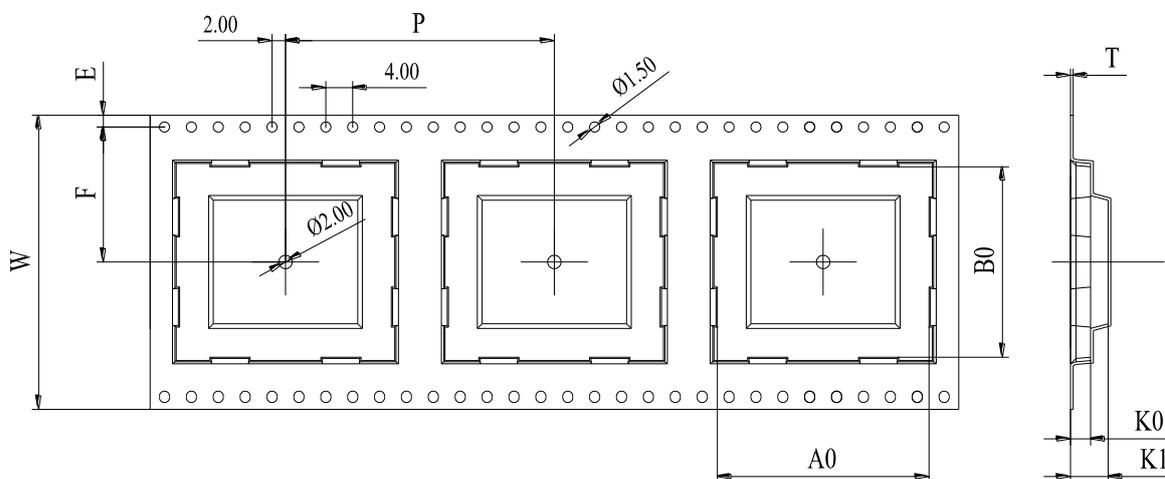


图 37：载带尺寸图

表 30：载带尺寸表（单位：mm）

W	P	T	A0	B0	K0	K1	F	E
44	32	0.4	18.4	25.9	3.7	6.8	20.2	1.75

8.3.2. 胶盘

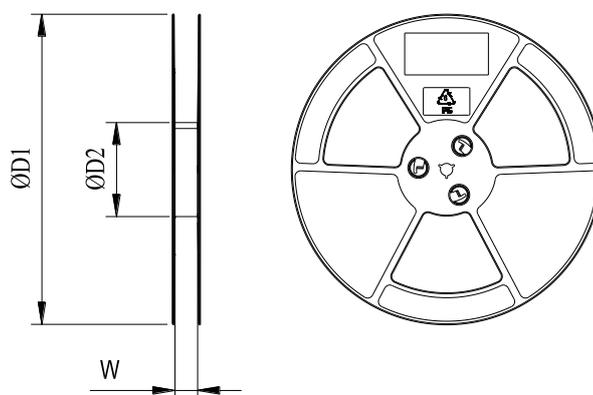


图 38：胶盘尺寸图

表 31: 胶盘尺寸表 (单位: mm)

$\phi D1$	$\phi D2$	W
330	100	44.5

8.3.3. 模块贴片方向

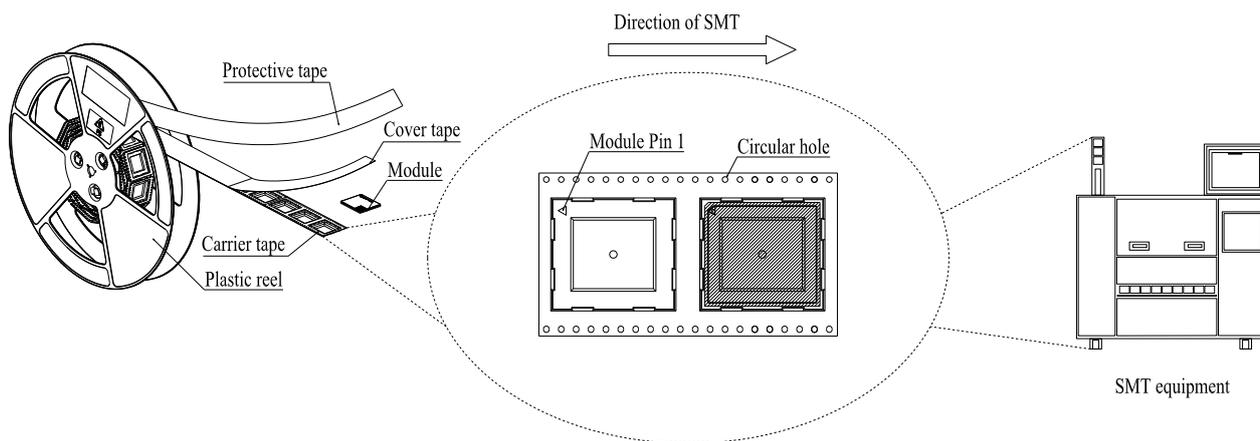
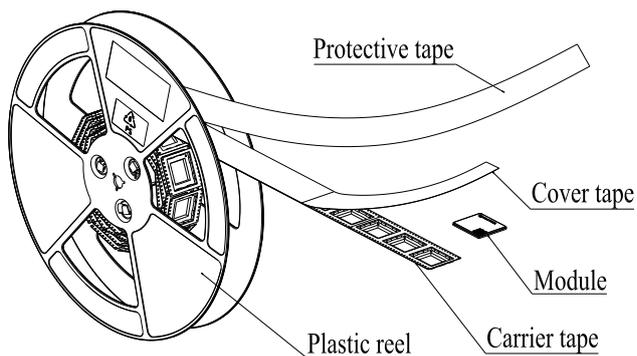


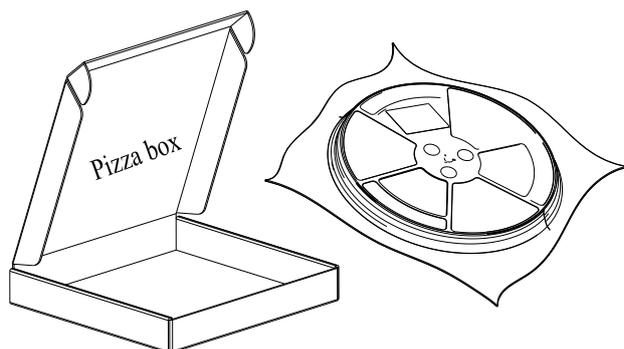
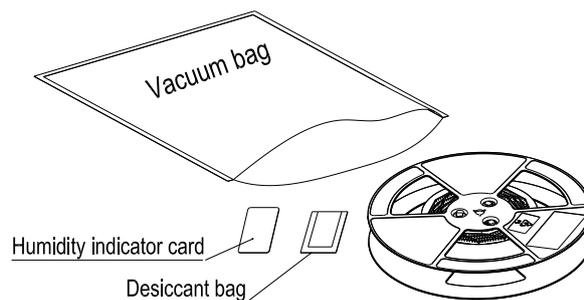
图 39: 模块贴片方向

8.3.4. 包装流程



将模块放入载带中，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。

将包装完成的胶盘和 1 张湿敏卡、1 包干燥剂放入真空袋中，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，封箱。1 个卡通箱可包装 1000 片模块。

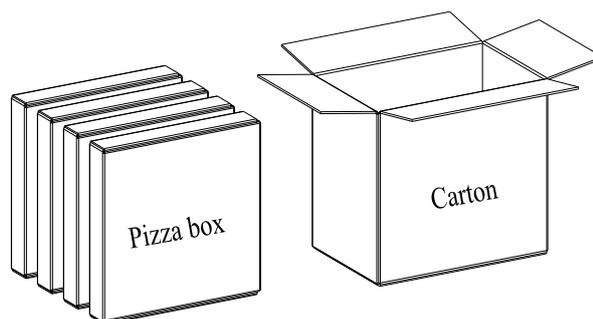


图 40: 包装流程

9 附录 参考文档及术语缩写

表 32: 参考文档

文档名称
[1] Quectel_FCM360W_TE-B_用户指导
[2] Quectel_射频 LAYOUT_应用指导
[3] Quectel_模块_SMT_应用指导

表 33: 术语缩写

缩写	英文全称	中文全称
ADC	Analog-to-Digital Converter	模数转换器
AES	Advanced Encryption Standard	高级加密标准
AMBA	Advanced Microcontroller Bus Architecture	高级微控制器总线架构
AP	Access Point	接入点
APB	Advanced Peripheral Bus	外围总线
BLE	Bluetooth Low Energy	蓝牙低功耗
BPSK	Binary Phase Shift Keying	二进制相移键控
CCK	Complementary Code Keying	补码键控
CS	Chip Select	片选
DAC	Digital-to-Analog Converter	数模转换器
DC	Direct Current	直流电
DMA	Direct Memory Access	直接内存访问

DSP	Digital Signal Processor	数字信号处理器
ESD	Electrostatic Discharge	静电防护
EVM	Error Vector Magnitude	矢量幅度误差
GFSK	Gauss frequency Shift Keying	高斯频移键控
GND	Ground	地
GPIO	General-Purpose Input/Output	通用型输入/输出
HT	High Throughput	高通量
I/O	Input/Output	输入/输出
I2C	Inter-Integrated Circuit	集成电路总线
I2S	Inter-IC Sound	集成电路内置音频总线
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	电气和电子工程师学会
JTAG	Joint Test Action Group	联合测试工作组
LCC	Leadless Chip Carrier (package)	无引脚芯片载体（封装）
MCS	Modulation and Coding Scheme	调制和编码方案
Mbps	Million Bits Per Second	每秒百万比特
MISO	Master In Slave Out	主机输入从机输出
MMC	MultiMedia Card	多媒体卡
MOSI	Master Out Slave In	主机输出从机输入
PCB	Printed Circuit Board	印刷电路板
PSK	Pre-Shared Key	预共享密钥
PWM	Pulse Width Modulation	脉冲宽度调制
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	正交幅度调制
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying	正交相移键控
RF	Radio Frequency	射频
RISC	Reduced Instruction-Set Computer	精简指令集计算机

RoHS	Restriction of Hazardous Substances	危害性物质限制指令
ROM	Read Only Memory	只读存储器
SAE	Simultaneous Authentication of Equals	等值同时认证
SMT	Surface Mount Technology	表面贴装技术
SPI	Serial Peripheral Interface	串行外设接口
SRAM	Static Random Access Memory	静态随机存储器
STA	Station	站点
TVS	Transient Voltage Suppressor	瞬变电压抑制二极管
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter	通用异步收/发器
(U)SIM	(Universal) Subscriber Identity Module	通用用户识别模块
V_{IH}	High-level Input Voltage	输入高电平
V_{IL}	Low-level Input Voltage	输入低电平
V_{max}	Maximum Voltage	最大电压
V_{min}	Minimum Voltage	最小电压
V_{nom}	Nominal Voltage	标称电压
V_{OH}	High-level Output Voltage	输出高电平
V_{OL}	Low-level Output Voltage	输出低电平
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio	电压驻波比
WPA	Wi-Fi Protected Access	Wi-Fi 访问保护
XO	Crystal Oscillator	晶体振荡器