

Bluetooth® 4.2 低功耗模块

特性

- 得到充分认证的 Bluetooth® 智能模块
- 板载 Bluetooth 4.2 低功耗协议栈
- 通过 UART 实现的 ASCII 命令接口 API
- 适用于无主机操作的脚本引擎
- 紧凑的外形—— RN4870/71 系列提供从 6 mm x 8 mm 到 12 mm x 22 mm 的四种不同尺寸：
 - RN4870: 12 mm x 22 mm
 - RN4871: 9 mm x 11.5 mm
 - RN4870U: 12 mm x 15 mm
 - RN4871U: 6 mm x 8 mm
- 用于信标服务的信标私有服务
- 用于串行数据应用的 UART 透明服务
- 无线远程配置

工作特性

- 工作电压: 1.9V 至 3.6V (典型值为 3.3V)
- 温度范围: -20°C 至 +70°C
- 支持 UART
- 最多 3 个脉宽调制 (Pulse Width Modulation, PWM) 输出

RF/模拟特性

- 工作于 ISM 频带 2.402 GHz 至 2.480 GHz
- 通道: 0-39
- 接收灵敏度: -90 dBm
- 发送功率: 0 dBm
- RSSI 监视器

MAC/基带/高层特性

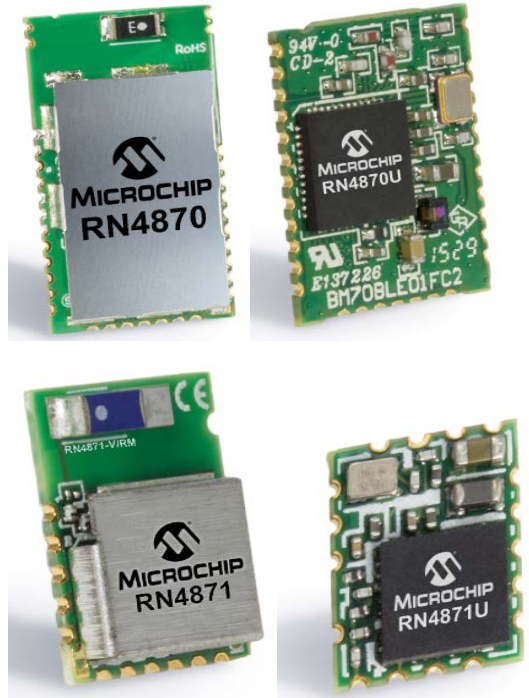
- 安全 AES128 加密
- GAP、GATT、SM、L2CAP 和集成公共配置文件
- 客户最多可创建五个公共服务和四个私有服务
- 键盘 I/O 验证
- 可通过软件配置为外设/中央以及客户端/服务器角色

天线选择

- 陶瓷芯片天线 (RN4870/RN4871)
- 通过 RF 焊盘连接外部天线 (RN4870U/RN4871U)

应用

- 健康/医疗设备
- 体育活动/健身测量仪
- 信标应用
- 物联网 (Internet of Things, IoT) 传感器标签
- 遥控
- 可穿戴智能设备和配件
- 智能能源/智能家居
- 工业控制



说明

RN487x 模块基于 Microchip 的 IS187x Bluetooth LE IC, 为实现 Bluetooth 4.2 低功耗连接提供了完整的解决方案。这些模块通过两线或四线 UART 接口与 Microchip 的简单 ASCII 命令集接口, 可轻松集成到大多数应用中。RN 系列的所有产品均可由主机单片机通过几条简单的 ASCII 命令进行动态配置。RN487x 系列还支持板上脚本功能, 可自动实现基本操作, 而无需主机单片机。RN4870 (12 mm x 22 mm) 和 RN4871 (9 mm x 11.5 mm) 模块将 Microchip Bluetooth LE 芯片与所有必需的外设元件及板上芯片天线相结合, 创建了一种易于使用/即插即用的解决方案。该系列中的所有模块均通过 Bluetooth SIG 认证。RN4870 和 RN4871 通过了 FCC 模块化认证, 并获得了全球大多数其他政府的法规批准。有关最新的认证列表, 请访问 www.microchip.com/wireless。RN4870U (12 mm x 15 mm) 和 RN4871U (6 mm x 8 mm) 面向空间严重受限或需要远程定位天线的各类设计提供了紧凑灵活的非屏蔽选项。

目录

1.0	器件概述	3
2.0	规范	9
3.0	接口引脚	11
4.0	物理尺寸和属性	13
5.0	应用参考电路	23
6.0	ASCII命令API	29
7.0	支持的服务	31
8.0	天线特性	33
9.0	时序特性	35
10.0	法规批准	37
11.0	订购信息	43
	Microchip网站	45
	变更通知客户服务	45
	客户支持	45
	产品标识体系	46

致 客 户

我们旨在提供最佳文档供客户正确使用 Microchip 产品。为此，我们将不断改进出版物的内容和质量，使之更好地满足您的需求。出版物的质量将随新文档及更新版本的推出而得到提升。

如果您对本出版物有任何问题和建议，请通过电子邮件联系我公司 TRC 经理，电子邮件地址为 CTRC@microchip.com。我们期待您的反馈。

最新数据手册

欲获得本数据手册的最新版本，请访问我公司网站：

<http://www.microchip.com>

查看数据手册中任意一页下边角处的文献编号即可确定其版本。文献编号中紧跟数字串后的字母是版本号，例如：DS30000000A_CN 是文档的 A 版本。

勘误表

现有器件可能带有一份勘误表，描述了实际运行与数据手册中记载内容之间存在的细微差异以及建议的变通方法。一旦我们了解到器件 / 文档存在某些差异时，就会发布勘误表。勘误表上将注明其所适用的硅片版本和文件版本。

欲了解某一器件是否存在勘误表，请通过以下方式之一查询：

- Microchip 网站 <http://www.microchip.com>
- 当地 Microchip 销售办事处（见最后一页）

在联络销售办事处时，请说明您所使用的器件型号、硅片版本和数据手册版本（包括文献编号）。

客户通知系统

欲及时获知 Microchip 产品的最新信息，请到我公司网站 www.microchip.com 上注册。

1.0 器件概述

表1-1给出了RN4870/71系列提供的各种封装和特性选项。表1-2提供了RN4870/71系列中所有模块的引脚功能说明。图1-1至图1-4给出了不同模块的引脚分配。

1.1 概述

RN4870/71 蓝牙低功耗 (Bluetooth Low Energy, BLE) 模块将 Bluetooth 4.2 基带控制器、板载蓝牙协议栈、数字与模拟 I/O 和 RF 功率放大器集成到一个解决方案中。

表1-1: RN4870/71 系列

部件编号 ⁽¹⁾	板上天线	屏蔽	引脚数	尺寸
RN4870-V/RM118	是	是	33	12 mm x 22 mm
RN4870U-V/RM118	否	否	30	12 mm x 15 mm
RN4871-V/RM118	是	是	16	9 mm x 11.5 mm
RN4871U-V/RM118	否	否	17	6 mm x 8 mm

注 1: 部件编号的最后三位数字表示固件版本。发布时, 最新固件版本为1.18。确保查看产品网页上的最新部件编号和固件版本。

表1-2: 引脚说明

RN4870U	RN4870	RN4871U	RN4871	名称	类型	说明
—	1	—	—	GND	电源	参考地
—	2	—	—	GND	电源	参考地
1	3	12	13	GND	电源	参考地
2	4	11	14	VBAT	电源	正电源输入。范围: 1.9V至3.6V
—	—	10	—	BK_IN	电源	降压电源输入 可连接到VBAT引脚 连接到10 μF低ESR陶瓷电容 电压范围: 1.9V至3.6V
3	5	—	—	P2_2	D I/O	GPIO PWM1 默认: 输入; 拉高
4	6	—	—	VDD_IO	电源	VDD: 电源输入 与VBAT相同的输入引脚 可连接到VBAT引脚
5	7	—	—	VDD_IO	电源	VDD: 电源输入 与VBAT相同的输入引脚 可连接到VBAT引脚
6	8	—	—	ULPC_O	电源	1.2V ULPC LDO输出 用于诊断 不要连接任何引脚或器件 测量时, 将1 μF旁路电容接地
7	9	—	—	P2_3	D I/O	GPIO PWM2 默认: 输入; 拉高
8	10	—	—	BK_O	电源	1.55V降压电源输出, 用于诊断 不要连接
—	—	13	6	P1_6	D I/O A O/p	GPIO
—	—	14	5	P1_7	D I/O A O/p	GPIO

RN4870/71

表1-2: 引脚说明 (续)

RN4870U	RN4870	RN4871U	RN4871	名称	类型	说明
9	11	15	15	P2_7	D I/O A I/p	GPIO; 默认: 输入; 拉高 AD14 默认情况下, 配置为TX_IND引脚
10	12	—	—	P1_1	D I/O A I/p	GPIO; 默认: 输入; 拉高 AD9 默认情况下, 配置为BLEDK_STATUS1_IND引脚
11	13	2	3	P1_2	D I/O A I/p	GPIO; 默认: 输入; 拉高 AD10
12	14	3	4	P1_3	D I/O	GPIO; 默认: 输入; 拉高 AD11
13	15	8	11	P0_0	D I/O	GPIO; 默认: 输入; 拉高 AD0 默认情况下, 配置为UART_CTS引脚
14	16	—	—	P1_0	D I/O	GPIO; 默认: 输入; 拉高 AD8 默认情况下, 配置为BLEDK_STATUS2_IND引脚
15	17	6	9	P3_6	D I/O	GPIO; 默认: 输入; 拉高 PWM0 默认情况下, 配置为UART_RTS引脚
16	18	16	16	P2_0	D I/p	系统配置输入; 1: 应用模式 0: 测试模式, 用于闪存更新和EEPROM设置 默认: 输入; 拉高
17	19	—	—	P2_4	D I/O	GPIO; 默认: 输入; 拉高
18	20	—	—	NC	—	无连接
19	21	7	10	RST_N	D I/p	模块复位; 低电平有效; 内部拉高
20	22	5	7	UART_RX	D I/p	UART数据输入
21	23	4	8	UART_TX	D O/p	UART数据输出
22	24	—	—	P3_1	D I/O	GPIO; 默认: 输入; 拉高 默认情况下, 配置为RSSI_IND引脚
23	25	—	—	P3_2	D I/p	GPIO; 默认: 输入; 拉高 默认情况下, 配置为LINK_DROP引脚
24	26	—	—	P3_3	D I/p	GPIO; 默认: 输入; 拉高 默认情况下, 配置为UART_RX指示引脚
25	27	—	—	P3_4	D I/p	GPIO; 默认: 输入; 拉高 默认情况下, 配置为PAIRING_KEY引脚
26	28	—	—	P3_5	D I/O A I/p	GPIO; 默认: 输入; 拉高 LED1; 指示模块开启还是关闭
27	29	—	—	P0_7	D I/O	GPIO; 默认: 输入; 拉高 默认情况下, 配置为 LOW_BATTERY_INDICATOR引脚
28	30	9	12	P0_2	D I/O	AD2 LED0; 指示模块处于开启模式还是关闭模式
29	31	17	2	GND	电源	参考地
—	32	—	—	GND	电源	参考地

表1-2: 引脚说明 (续)

RN4870U	RN4870	RN4871U	RN4871	名称	类型	说明
30	—	1	1	BT_RF	A I/O	外部天线连接 (50Ω)
—	33	—	—	GND	电源	参考地

图注: 引脚类型缩写: A = 模拟 D = 数字 I/O = 输入/输出 I/p = 输入 O/p = 输出

图1-1: 引脚图——RN4870U

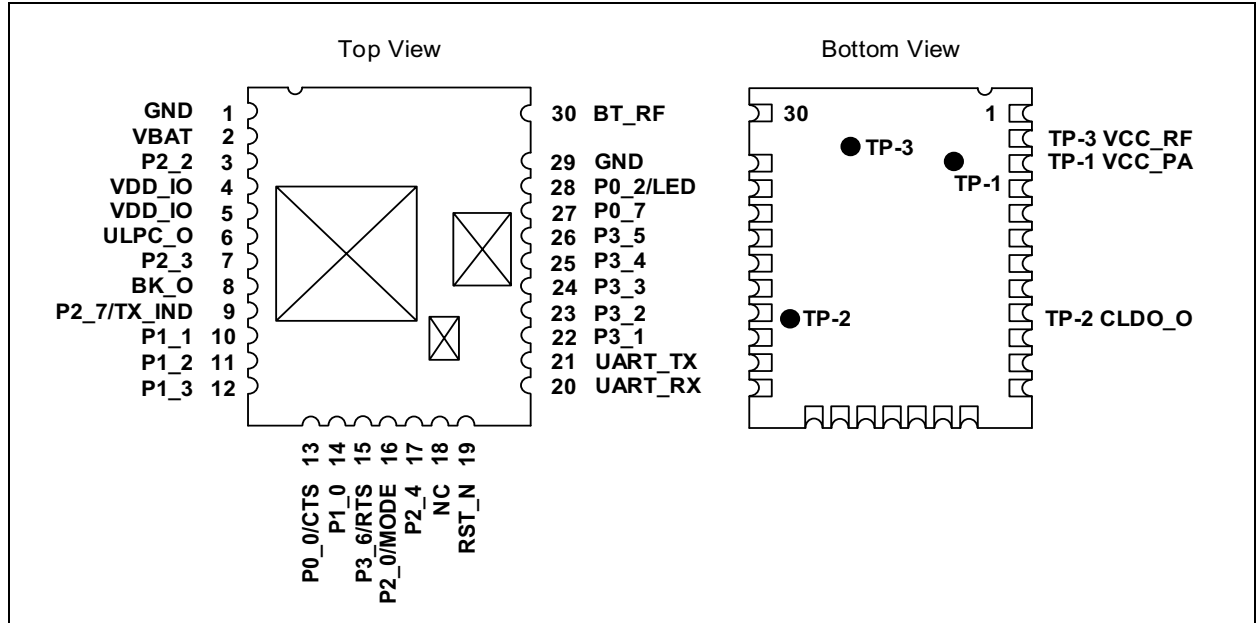
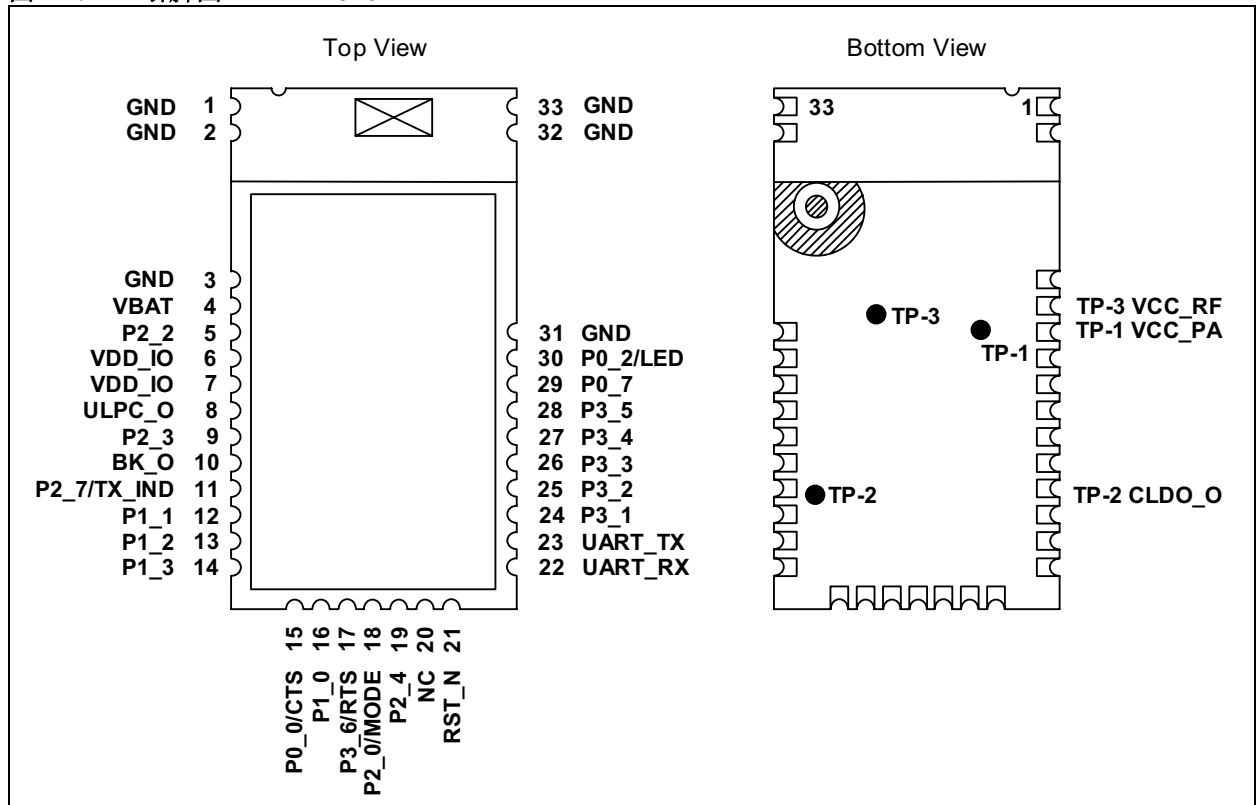


图1-2: 引脚图——RN4870



RN4870/71

图1-3: 引脚图——RN4871U

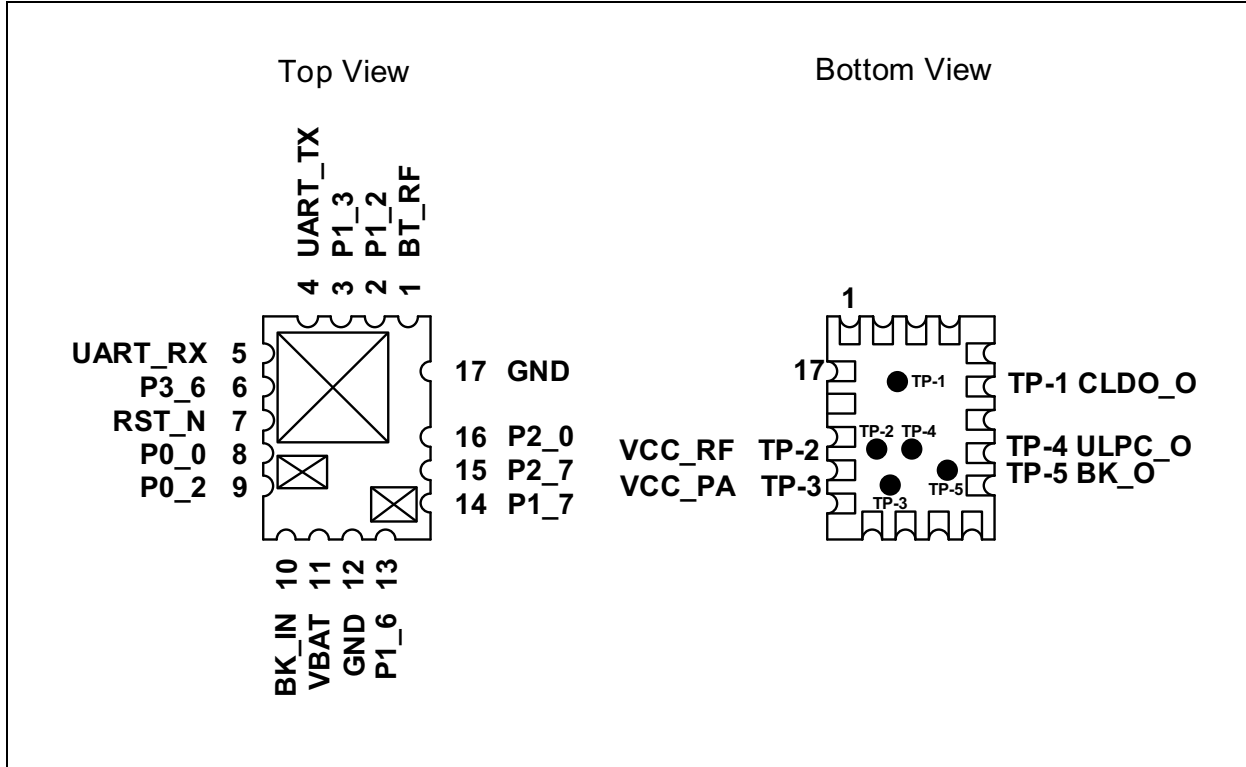
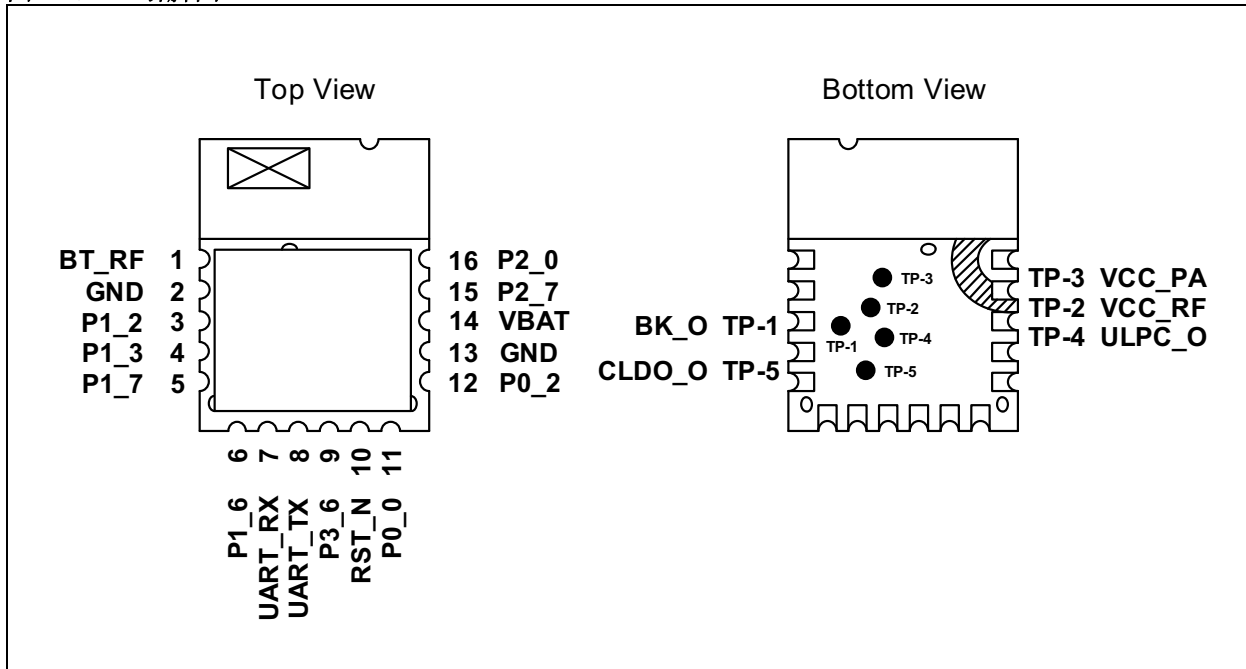


图1-4: 引脚图——RN4871



1.2 模块配置

RN4870和RN4871模块的GPIO引脚可通过ASCII命令接口配置为不同功能。表1-3给出了RN4870/71模块中的各个可配置引脚及其默认配置设置。表1-4提供了每

个可用功能的详细信息。表1-5给出了由状态1和状态2指示引脚指示的模块状态。表1-6给出了模块底部测试焊盘的详细信息，该测试焊盘用于在测试期间进行诊断。图1-5给出了模块的所有关键元件。

表1-3: RN4870和RN4871中的可配置引脚及其默认功能

引脚名称	所在模块		默认功能
	RN4870	RN4871	
P0_7	x	—	电池低电量指示
P1_0	x	—	状态2
P1_1	x	—	状态1
P2_2	x	—	无
P2_4	x	—	无
P3_1	x	—	RSSI指示
P3_2	x	—	链路断开
P3_3	x	—	UART RX指示
P3_4	x	—	配对密钥
P3_5	x	—	无
P1_2	x	x	无
P1_3	x	x	无
P1_6	—	x	UART RX指示
P1_7	—	x	无

表1-4: 可配置功能及其说明

功能名称	说明
电池低电量指示	VDD低于指定电压时，引脚输出变为低电平。要设置阈值电压，需更改EEPROM设置。
状态1	该指示引脚和状态2引脚配合使用来指示模块的当前状态。有关状态指示的详细信息，请参见表1-5。
状态2	该指示引脚和状态1引脚配合使用来指示模块的当前状态。有关状态指示的详细信息，请参见表1-5。
RSSI指示	该指示引脚用于根据RSSI值指示链路质量。如果RSSI值低于指定阈值，则RSSI指示引脚变为低电平。可在EEPROM中设置RSSI链路质量的阈值。
链路断开	该引脚用于强制模块断开与对等设备的当前BLE链路。将链路断开引脚拉低会强制连接关闭。该引脚需拉低至少10 ms。
UART RX指示	该引脚用于在模块处于低功耗模式下时使能UART通信。未处于低功耗模式时，模块将运行在16 MHz时钟下。如果已通过命令SO, 1在模块上使能低功耗模式，则模块将运行在32 kHz时钟下，从而降低功耗。但在低功耗模式下，由于UART不工作，因此主机MCU无法通过UART与模块进行通信。如果用户希望在低功耗模式下通过UART提供数据或命令，则必须将UART RX指示引脚拉低，并且用户需要等待至少5毫秒才能发送数据。将UART RX指示引脚拉低可使模块运行在16 MHz时钟下并可使能UART。

RN4870/71

表1-4: 可配置功能及其说明 (续)

功能名称	说明
配对密钥	该引脚用于强制模块进入待机模式。该引脚必须拉低至少 160 ms。
RF有效指示	该指示引脚用于指示模块当前是否正在执行有效传输并接收BLE数据。

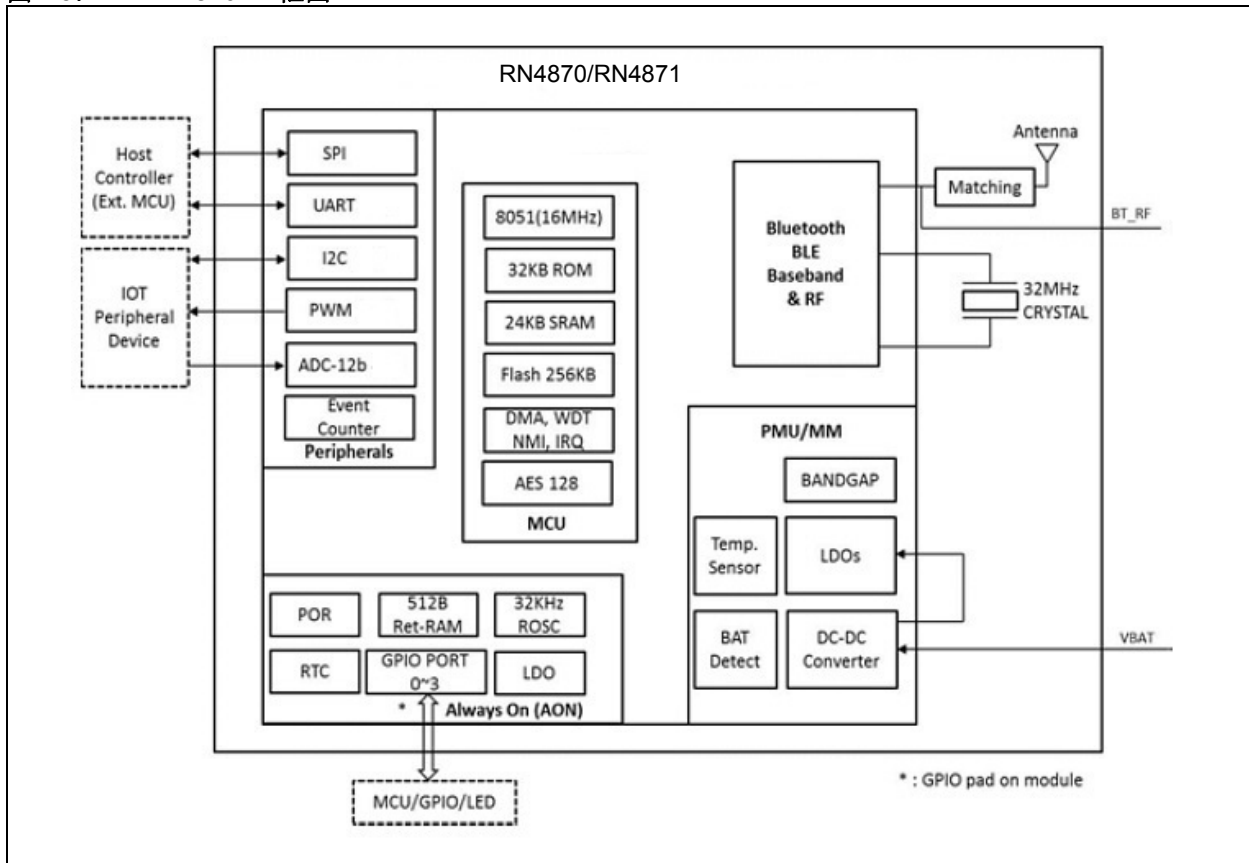
表1-5: 状态指示引脚

状态 1	状态 2	状态
高电平	高电平	上电
高电平	低电平	待机状态
低电平	低电平	连接已建立
低电平	高电平	数据会话打开 (透明 UART)

表1-6: 底部测试点

RN4870U	RN4870	RN4871U	RN4871	符号	说明
TP-1	TP-1	TP-3	TP-3	VCC_PA	1.55V RF PA LDO
TP-2	TP-2	TP-1	TP-5	CLDO_O	1.2V CLDO 输出
TP-3	TP-3	TP-2	TP-2	VCC_RF	1.2V RF LDO 输出
—	—	TP-4	TP-4	ULPC_O	1.2V ULPC LDO 输出
—	—	TP-5	TP-1	BK_O	1.55V 降压稳压输出

图1-5: RN4870/71 框图



2.0 规范

表2-1提供了模块的一般规范。表2-2和表2-3提供了模块的电气特性和电流消耗。

表2-1: 一般规范

规范	说明
标准符合性	Bluetooth 4.2
频带	2.402 GHz 至 2.480 GHz
调制方法	GFSK
最大数据速率 (透明 UART)	10 kBps (iOS®9)
天线	陶瓷
接口	UART、AIO 和 PIO
工作范围	1.9V 至 3.6V
灵敏度	-90 dBm
RF 发送功率	0 dBm
工作温度范围	-20°C 至 +70°C
存储温度范围	-65°C 至 +150°C
工作相对湿度范围	10% 至 90%
存储相对湿度范围	10% 至 90%
潮湿敏感等级	2

表2-2: 电气特性

参数	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压 (VDD)	1.9	—	3.6	V
I/O 电源电压 (VDD_IO = VDD)	1.9	—	3.6	V
I/O 电压				
V _{IL} 输入逻辑低电压	V _{SS}	—	0.3 V _{DD}	V
V _{IH} 输入逻辑高电压	0.7 V _{DD}	—	V _{DD}	V
V _{OL} 输出逻辑低电压	V _{SS}	—	0.2 V _{DD}	V
V _{OH} 输出逻辑高电压	0.8 V _{DD}	—	V _{DD}	V
复位				
V _{TH,RES} 阈值电压	—	1.6	—	V
复位为低电平的持续时间	63	—	—	ns
输入和三态电流				
上拉电阻	34	48	74	kΩ
下拉电阻	29	47	86	kΩ
泄漏电流	-1	—	1	μA
ADC (模数转换器)				
满量程 (BAT_IN)	0	3.0	3.6	V
满量程 (AD0 至 AD15)	0	—	3.6	V
转换时间 (ENOB 8 位)	—	131	—	μs
转换时间 (ENOB 10 位)	—	387	—	μs
工作电流	—	—	500	μA

RN4870/71

表2-3: 电流消耗

参数	最小值	典型值	最大值	单位
电源电流				
发送模式峰值电流 (VDD = 3V, TX = 0 dBm, 降压模式)	—	—	13	mA
接收模式峰值电流 (VDD = 3V, 降压模式)	—	—	13	mA
链路静态电流	—	60	—	μA
待机电流	1.9	—	2.9	μA
节能	1	—	1.7	μA
温度传感器 (PTS)				
检测到的温度范围	-20	—	+70	°C
数字输出	1387	—	2448	—
分辨率	—	12	—	单位/度
精度	-3	—	+3	°C
转换时间 (ENOB 10位)	—	12.35	—	ms
工作电流	—	—	200	μA

表2-4: 各种应用模式期间的电流消耗

测试模式	测试条件(1)	平均电流消耗	备注
待机模式	通告间隔: 100 ms	0.23 mA	—
	通告间隔: 500 ms	0.077 mA	—
BLE 连接模式 (无数据交换)	连接间隔: 500 ms	0.08 mA	模块在透明 UART 模式下设置
使能透明 UART 正在发送数据	连接间隔: 18.75 ms	3.87 mA	发送数据吞吐量: 9.863 kBps
	连接间隔: 40 ms	2.77 mA	发送数据吞吐量: 4.676 kBps
使能透明 UART 正在接收数据	连接间隔: 18.75 ms	3.06 mA (以响应方式写入)	吞吐量: 4.956 kBps
		3.9 mA (以可靠的突发发送方式写入)	吞吐量: 9.382 kBps
	连接间隔: 40 ms	2.14 mA (以响应方式写入)	吞吐量: 2.494 kBps (以响应方式写入)
		3.03 mA (以可靠的突发发送方式写入)	吞吐量: 5.056 kBps
关断模式	—	1.44 μA	—

注 1: 测试条件: 输入电压: 3.3V; 测试电话: 运行 iOS 9.02 版本的 iPhone6

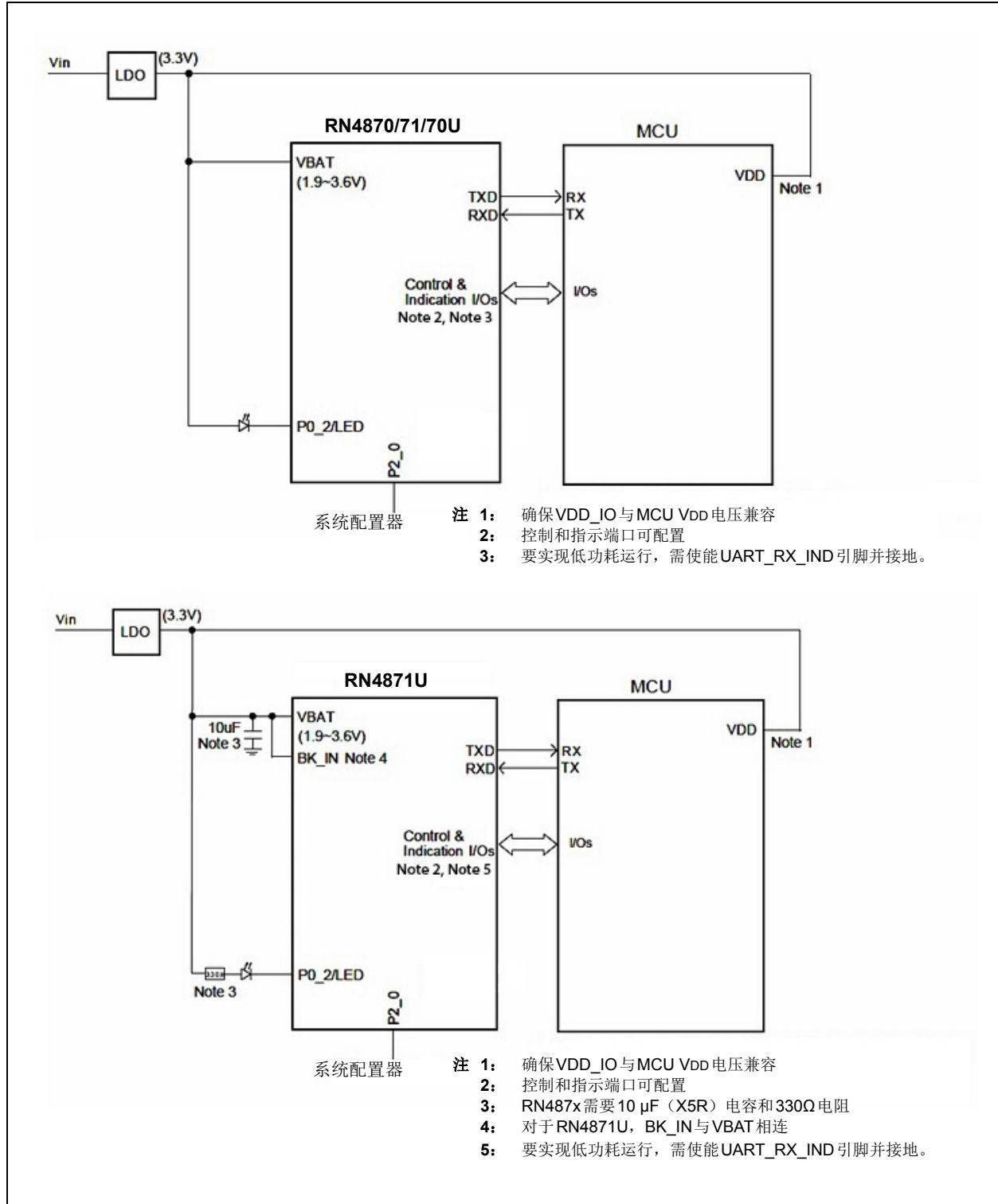
3.0 接口引脚

图3-1给出了为RN487x和主机MCU使用3.3V低压差稳压器的电源方案。该方案能够确保为模块和MCU使用相同的电压。

图3-1还给出了到主机MCU的基本UART连接。

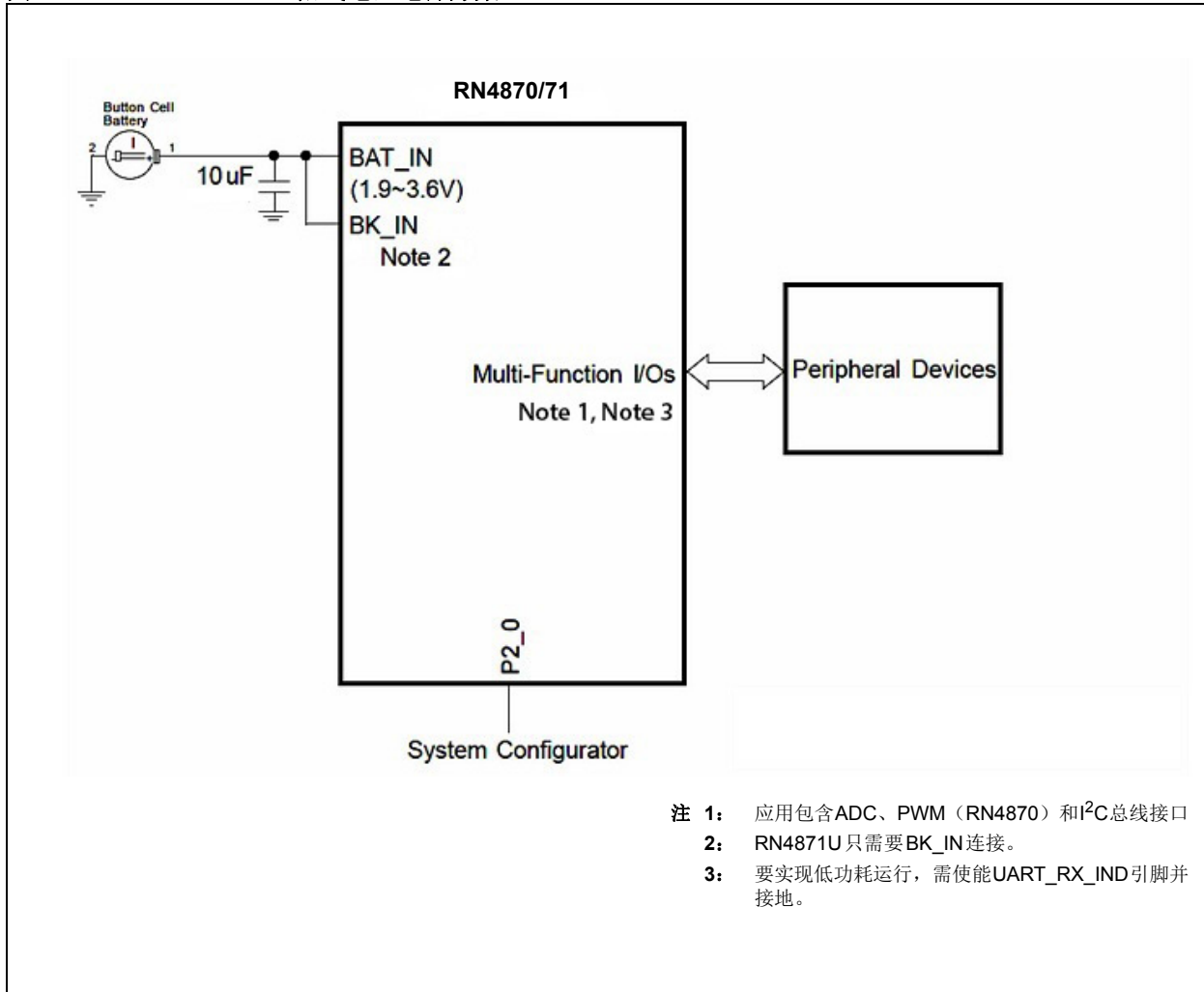
图3-2给出了通过纽扣式电池运行RN4870/71的推荐连接。

图3-1: 电源方案



RN4870/71

图 3-2: RN4870/71 纽扣式电池电源方案



RN4870上的配置引脚也可通过基于Windows®的用户界面 (User Interface, UI) 配置工具BLEDK3进行配置。

4.0 物理尺寸和属性

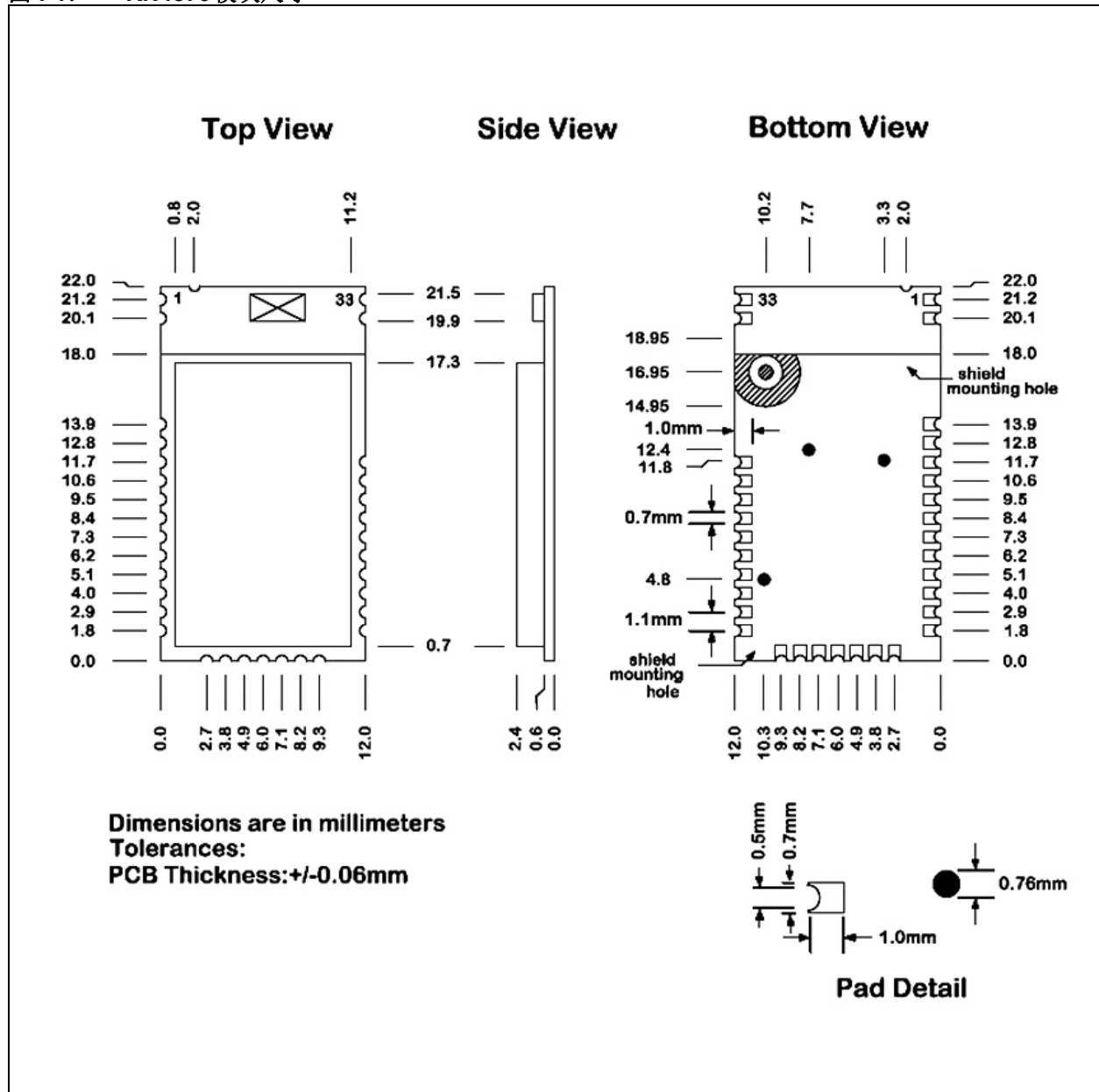
4.1 RN4870 模块

图4-1给出了RN4870模块的物理尺寸。图4-2给出了推荐的PCB布线，而图4-3给出了推荐的安装细节。

确保测试引脚区域附近没有顶部覆铜层（用阴影禁用区表示），如图4-2所示。主机PCB布线时，天线下方区域不得包含任何顶层、内层或底层覆铜，如图4-3所

示。低阻抗地平面可确保最佳无线电性能（最佳范围和最低噪声）。图4-3还给出了为实现最佳天线性能，模块左右两侧的最小地平面面积。为降低主机PCB EMC噪声，可根据需要将地平面扩大至超出建议的最小面积。为获得最佳范围性能，应使所有外部金属与陶瓷芯片天线最少相隔30 mm。

图4-1: RN4870模块尺寸



RN4870/71

图4-2: 推荐的RN4870 PCB布局

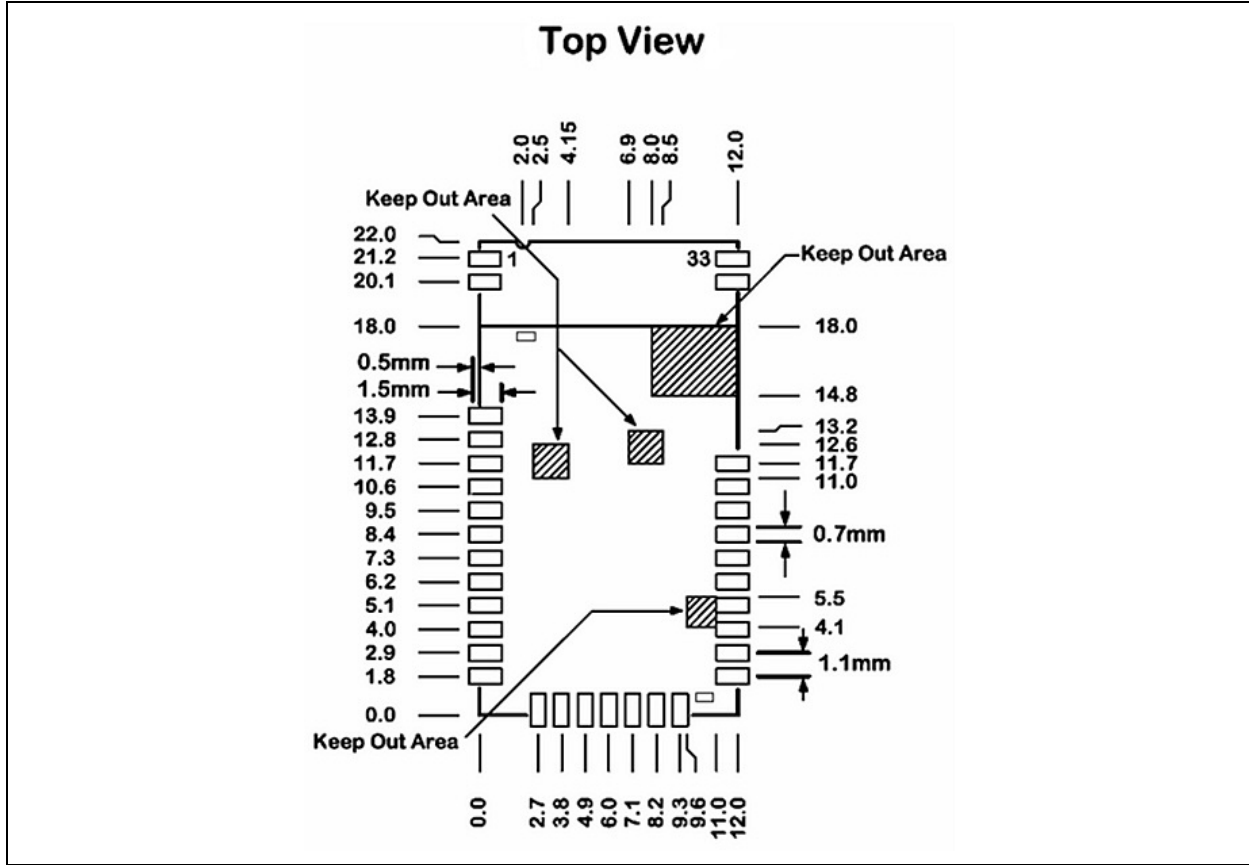
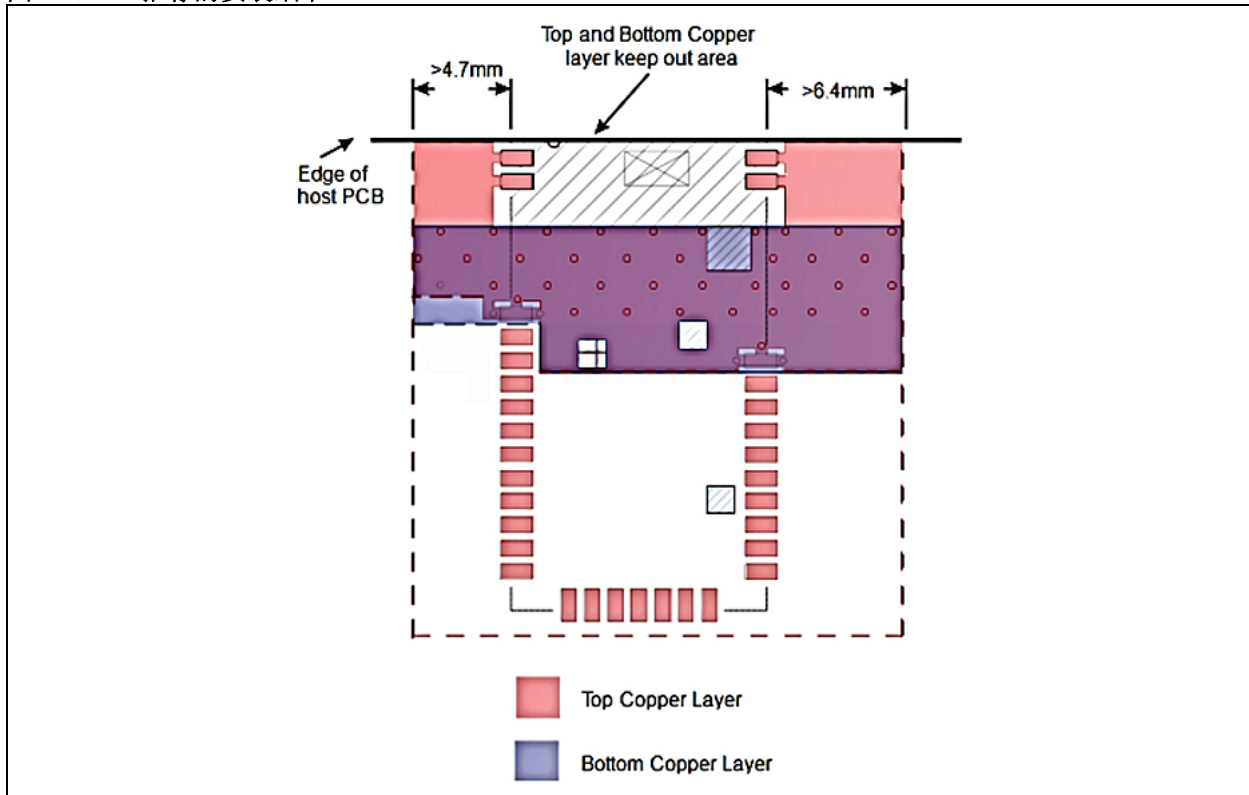


图4-3: 推荐的安装细节



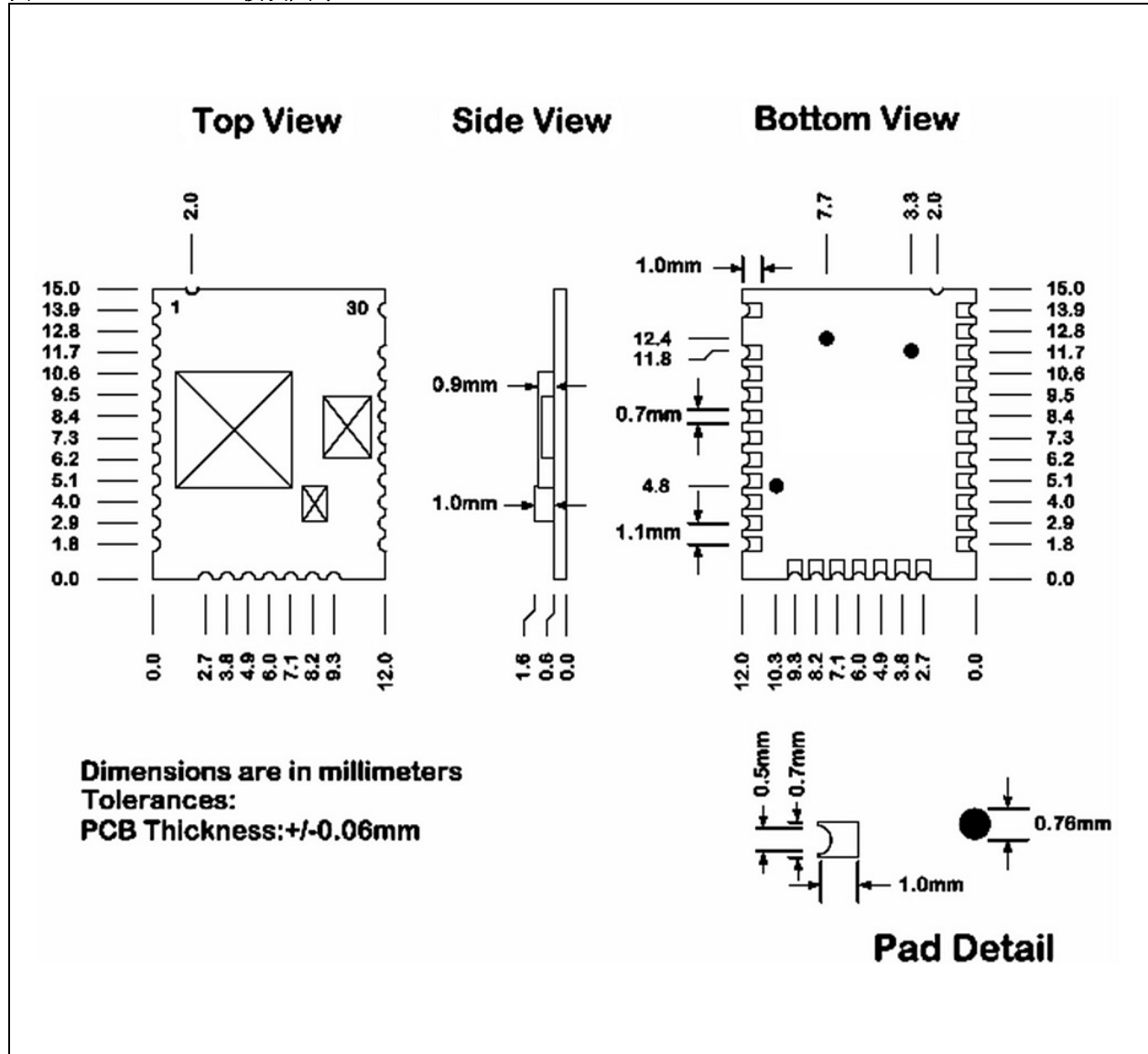
4.2 RN4870U 模块

图4-4给出了RN4870U模块的物理尺寸。图4-5给出了推荐的PCB布线，而图4-6给出了推荐的安装细节。

低阻抗地平面可确保最佳无线电性能（最佳范围和最低噪声）。引脚30（BT_RF）可通过50Ω电阻或主机PCB 50Ω微带走线连接到PCB走线天线或元件（芯片）天线

等外部天线。可扩展此走线，以包含用于天线衰减补偿和阻抗匹配的无源器件，或提供测试点。建议微带走线尽可能短，以最大程度降低损耗并实现最佳阻抗匹配。如果微带走线较长，则建议使用50Ω阻抗。

图4-4: RN4870U 模块尺寸



RN4870/71

图4-5: 推荐的RN4870U PCB布局

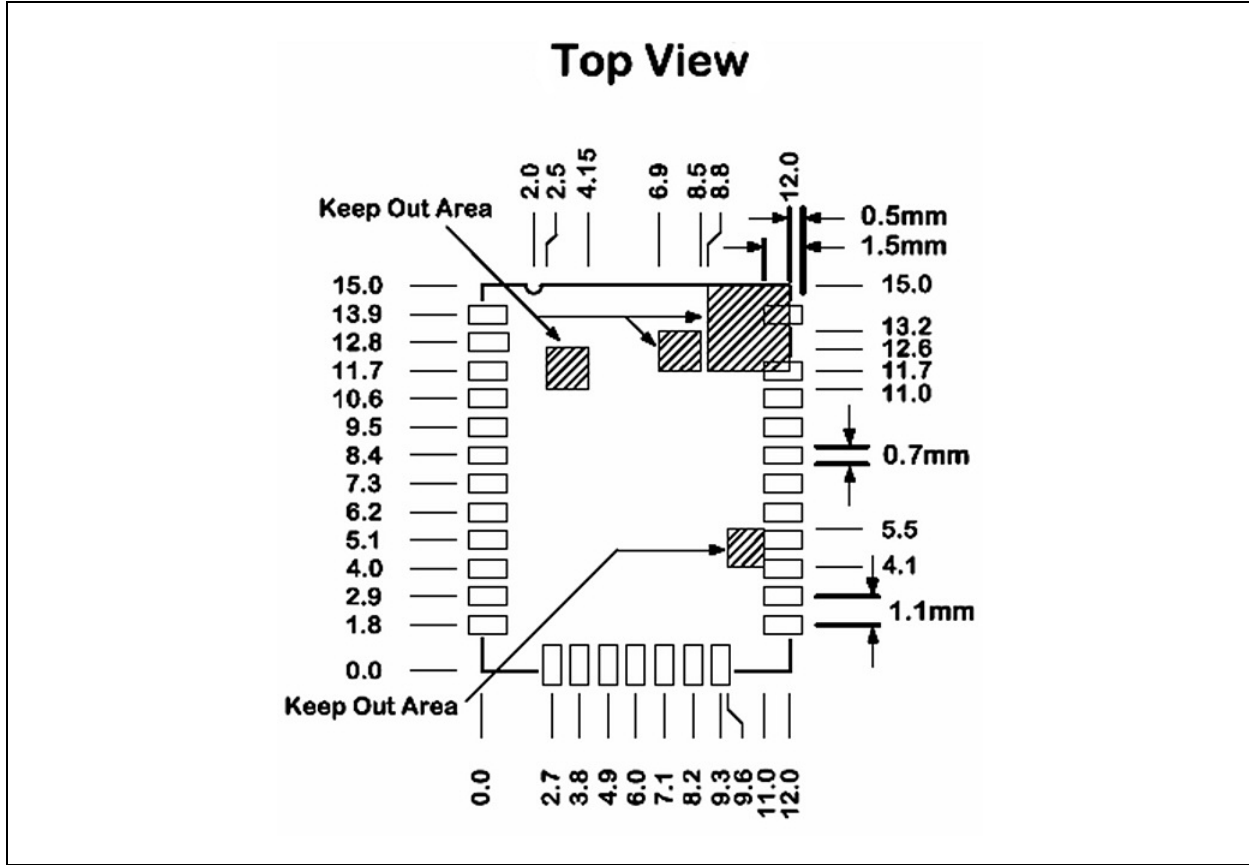
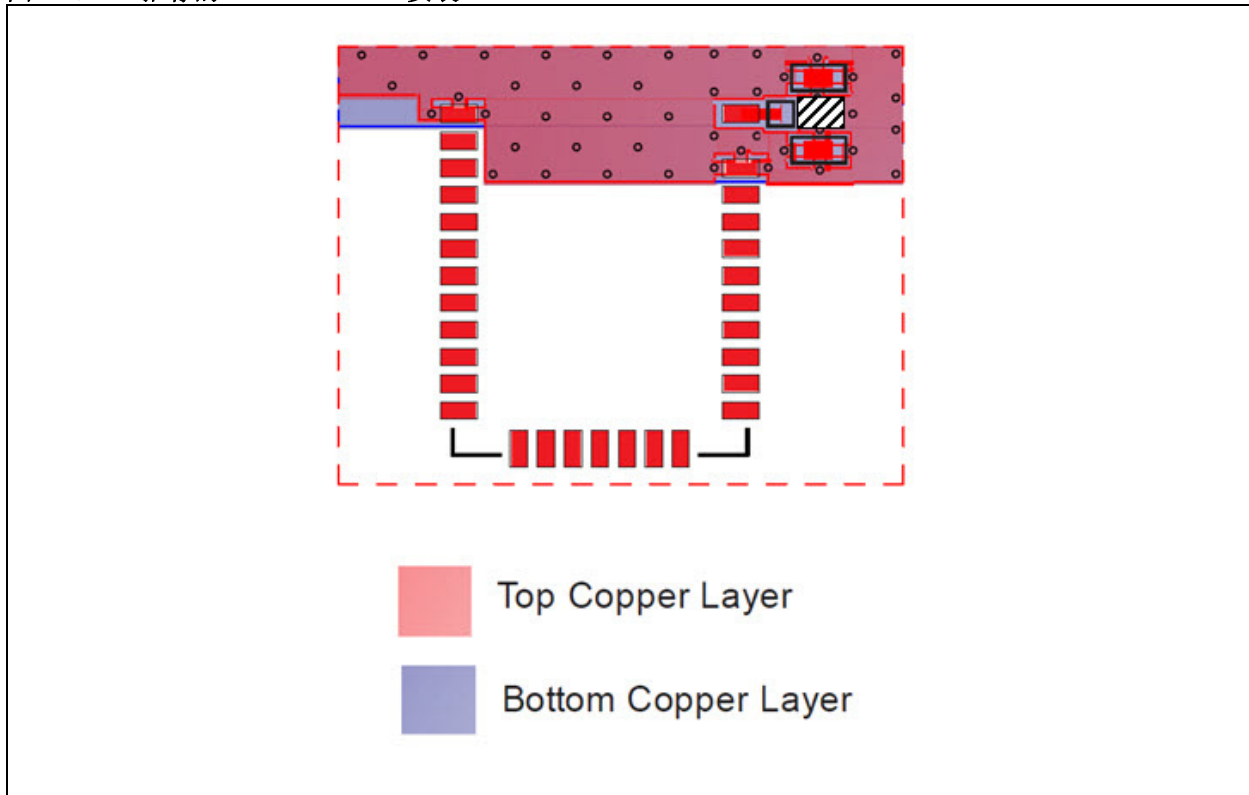


图4-6: 推荐的RN4870U PCB安装



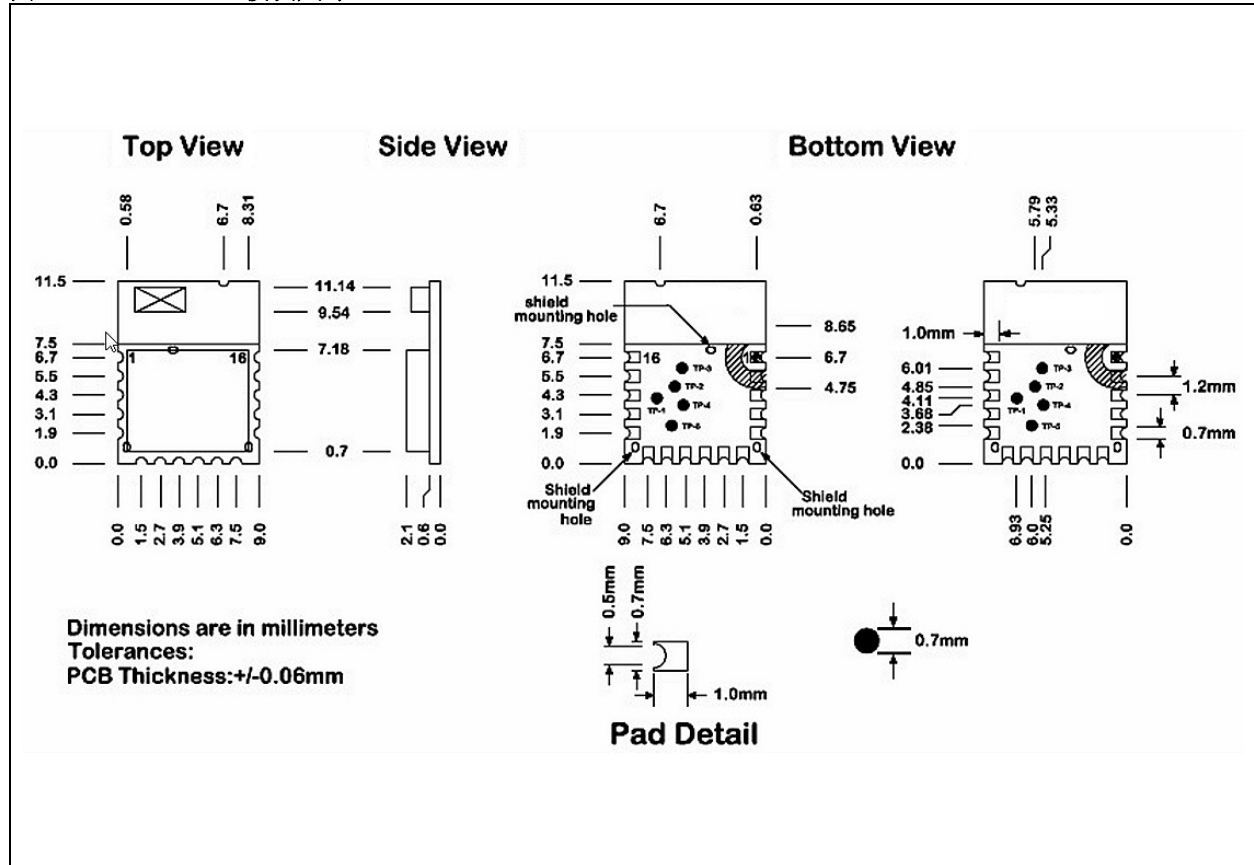
4.3 RN4871 模块

图4-7给出了RN4871模块的物理尺寸。图4-8给出了推荐的PCB布线，而图4-9给出了推荐的安装细节。

确保测试引脚区域附近没有顶部覆铜层（用阴影禁用区表示），如图4-8所示。主机PCB布线时，天线下方区域不得包含任何顶层、内层或底层覆铜，如图4-9所

示。低阻抗地平面可确保最佳无线电能（最佳范围和最低噪声）。图4-9还给出了为实现最佳天线性能，天线部分周围需留出的空白区域。为降低主机PCB EMC噪声，可根据需要将地平面扩大至超出建议的最小面积。为获得最佳范围性能，应使所有外部金属与陶瓷芯片天线最少相隔30 mm。

图4-7: RN4871 模块尺寸



RN4870/71

图4-8: 推荐的RN4871 PCB布局

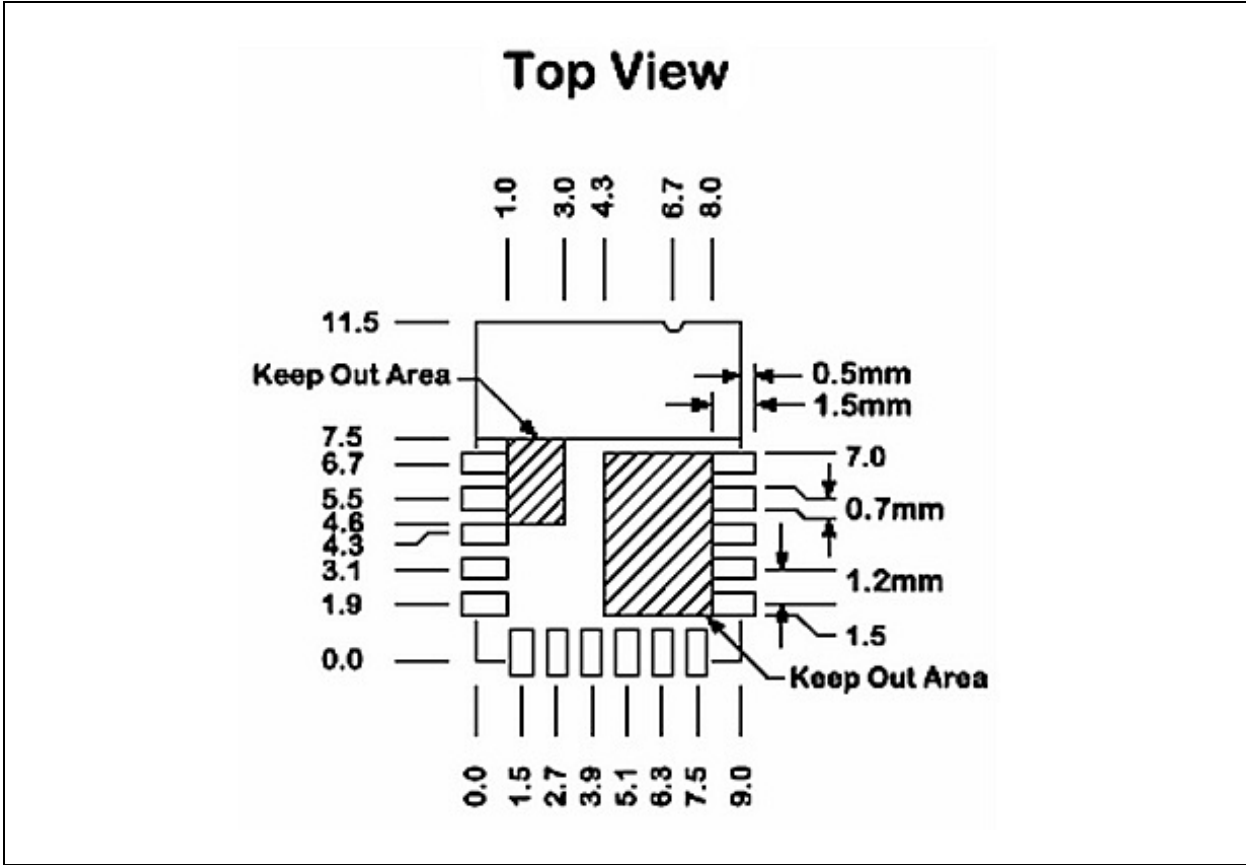
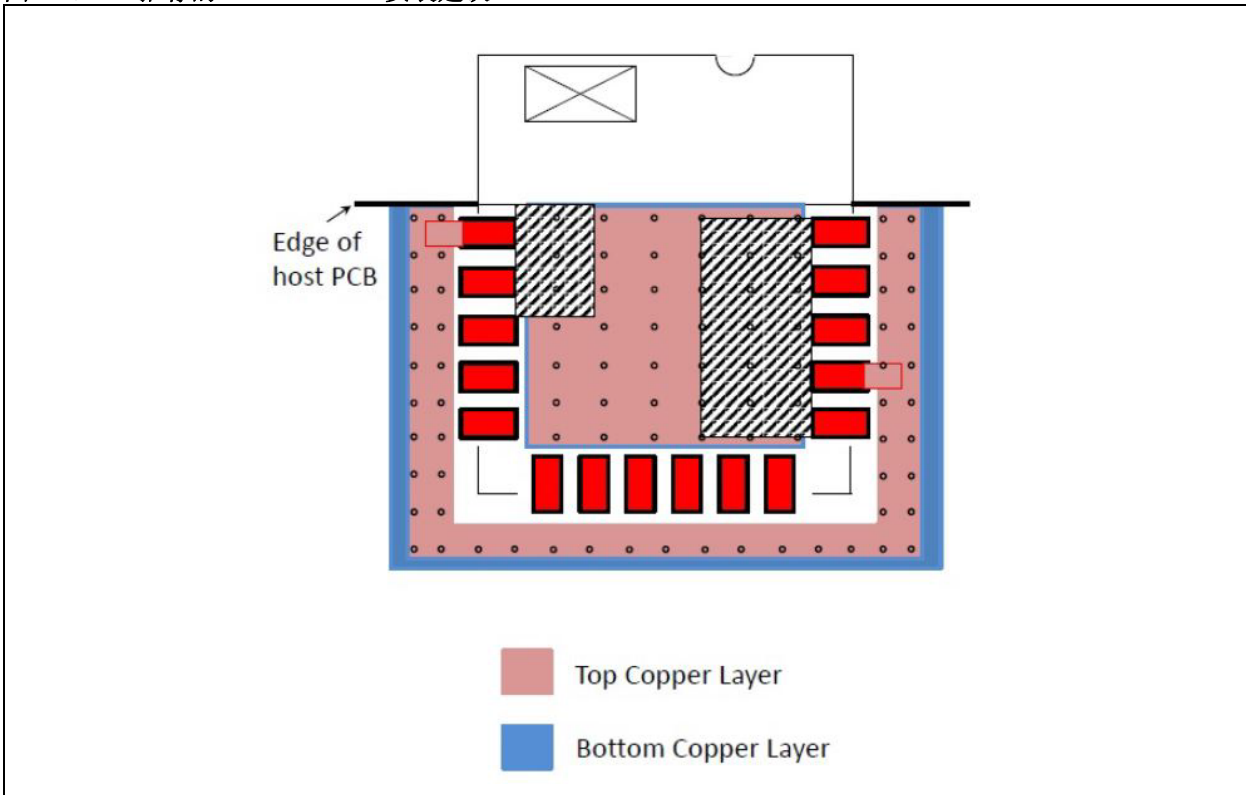


图4-9: 推荐的RN4871 PCB安装建议

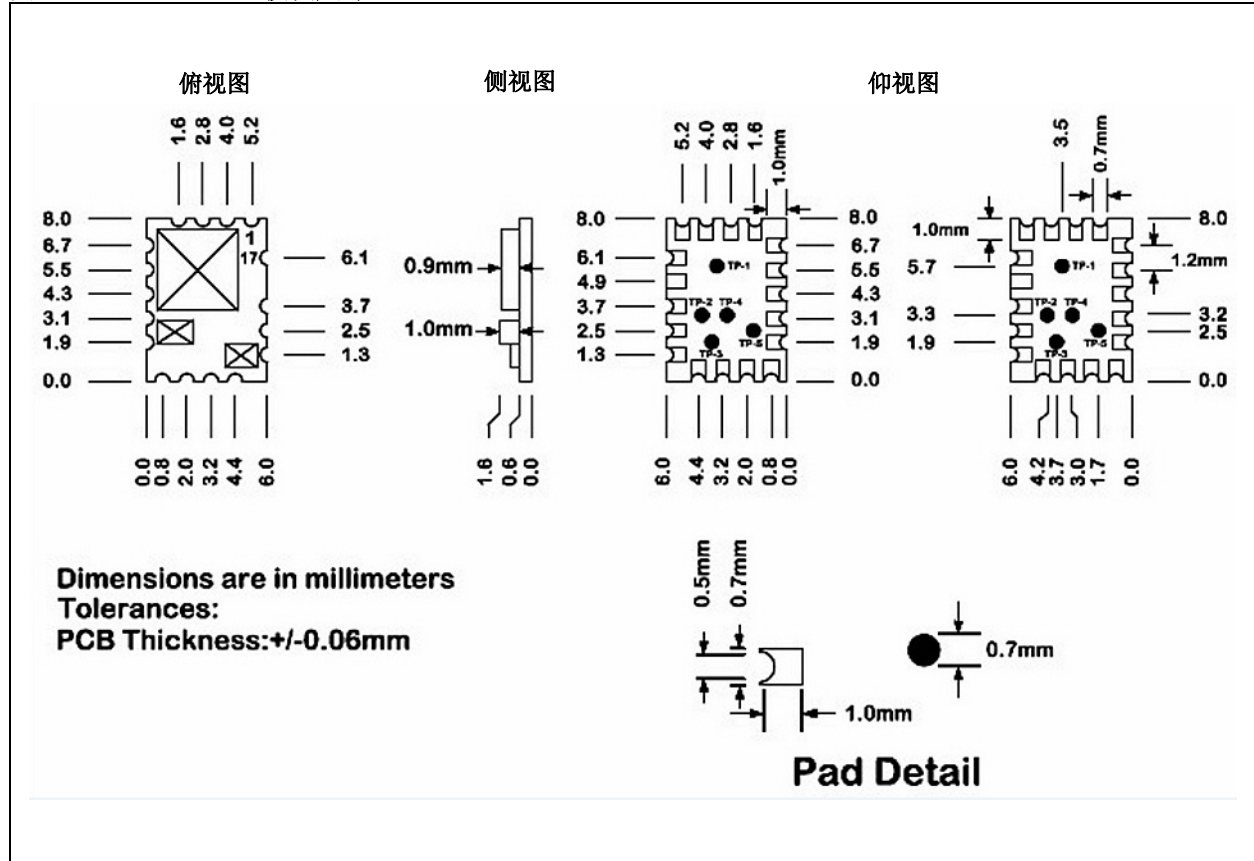


4.4 RN4871U 模块

图4-10给出了RN4871U模块的物理尺寸。图4-11给出了推荐的PCB布线。强烈推荐采用图4-12中建议的主机PCB布线。图4-13给出了模块在主机PCB板上的推荐放置方式。为实现最佳发送和接收灵敏度，需将模块放置在电路板边缘。

低阻抗地平面可确保最佳无线电性能（最佳范围和最低噪声）。引脚1（BT_RF）可通过50Ω电阻或主机PCB 50Ω微带走线连接到PCB走线天线或元件（芯片）天线等外部天线。可扩展此走线，以包含用于天线衰减补偿和阻抗匹配的无源器件，或提供测试点。建议微带走线尽可能短，以最大程度降低损耗并实现最佳阻抗匹配。如果微带走线较长，则建议使用50Ω阻抗。

图4-10: RN4871U 模块尺寸



RN4870/71

图4-11: 推荐的RN4871U PCB布局

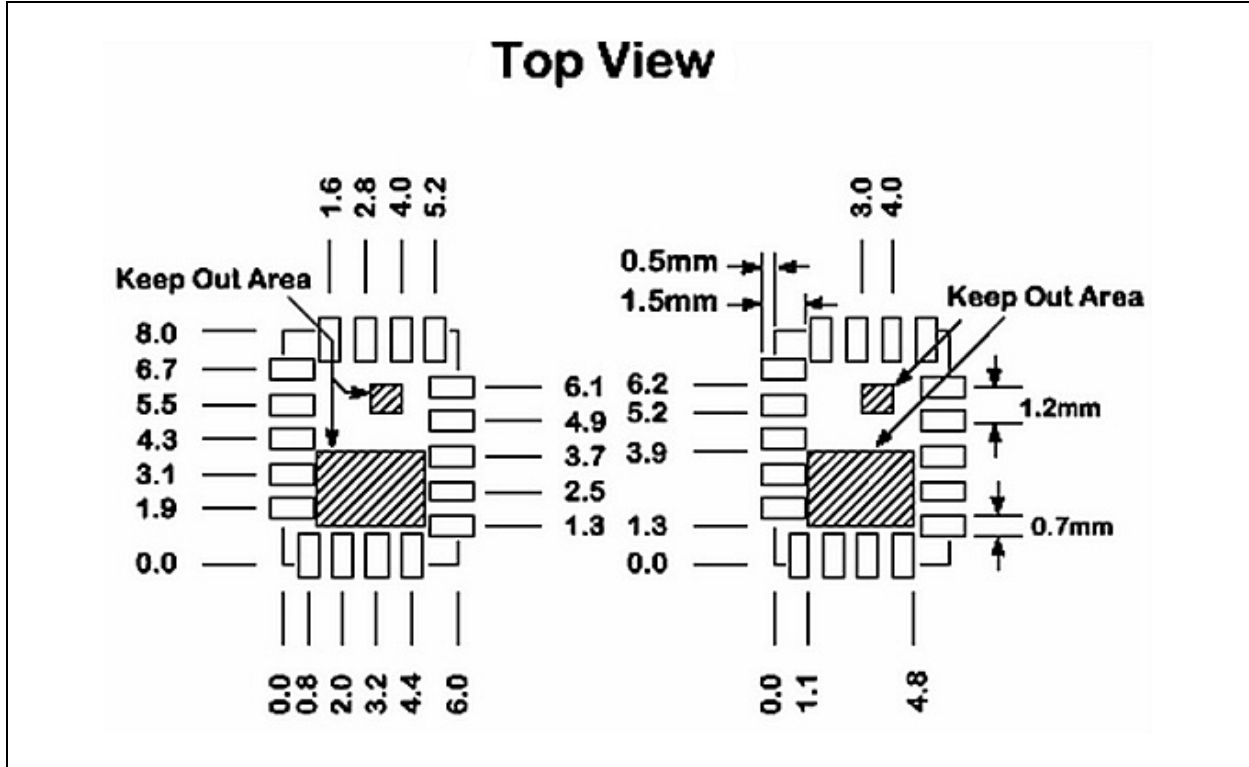


图4-12: 推荐的RN4871U PCB安装

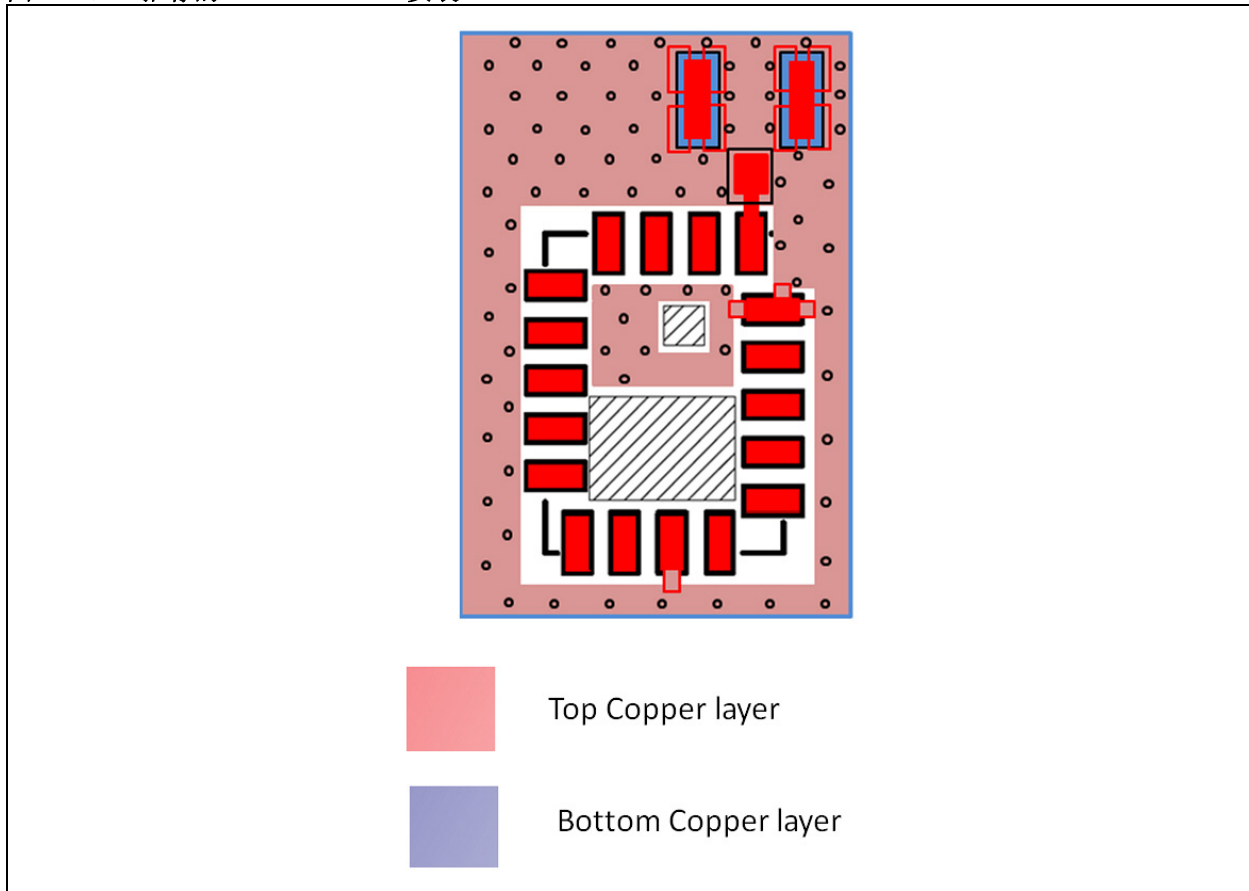
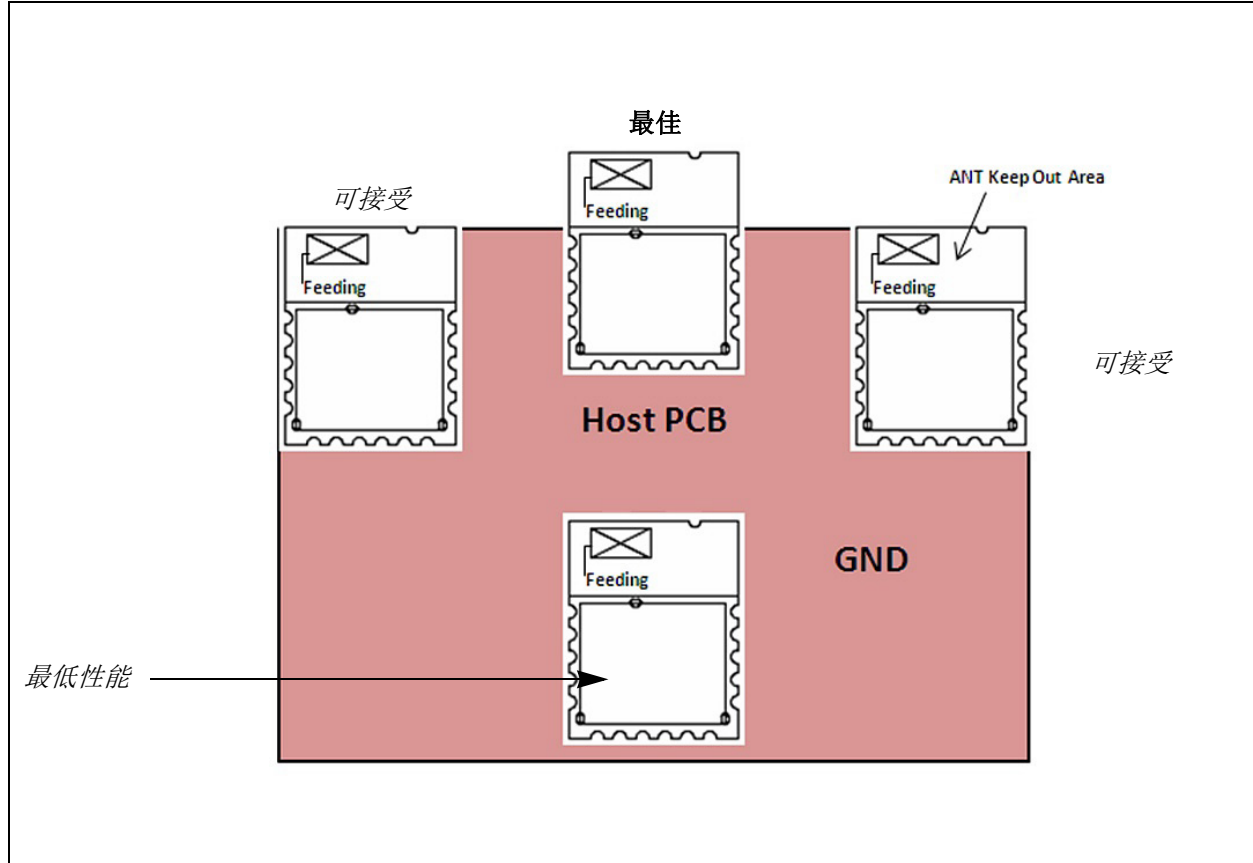


图4-13: 模块在主机PCB上的推荐放置方式



4.5 焊接建议

RN4870/71 蓝牙模块使用标准无铅回流焊规范IPC/ JEDEC J-STD-020装配。

模块可使用标准含铅和无铅回流焊规范焊接到主机PCB上。

为避免损坏模块，请遵循以下建议：

- Microchip Technology的应用笔记AN233《有关回流焊接的建议》(DS00233D_CN)中提供了有关回流焊接的建议
- 不要超过250°C的峰值温度 (T_p)
- 有关具体的回流曲线建议，请参见焊膏数据手册
- 使用免清洗助焊剂/焊膏
- 不要清洗，因为水分可能会被封在外壳内
- 仅使用一个流程。如果PCB需要使用多个流程，则将模块焊接置于最后一个流程。

RN4870/71

注:

5.0 应用参考电路

5.1 外部配置和编程

RN4870/71 模块可使用外部配置和编程工具实现配置和固件编程操作。图5-1给出了模块与外部编程插座之间所需的必要连接。建议在主机PCB上包含这些引脚连接以便进行开发。要访问各配置和指示引脚，请使用表1-2、表1-3、表1-4和表1-5。

5.2 参考电路

图5-2至图5-5给出了RN4870/71系列的各个模块的参考电路。在这些电路中，电源输入范围为1.9V至3.6V。使用电池电源输入时，建议添加电池反向保护电路。请注意，VDD_IO电压与电源输入相同。使用LED连接时，电源输入必须高于3.0V。对于RN4870U，还必须包含RF天线匹配电路，如图5-3所示。

图5-1: 外部编程插座配置

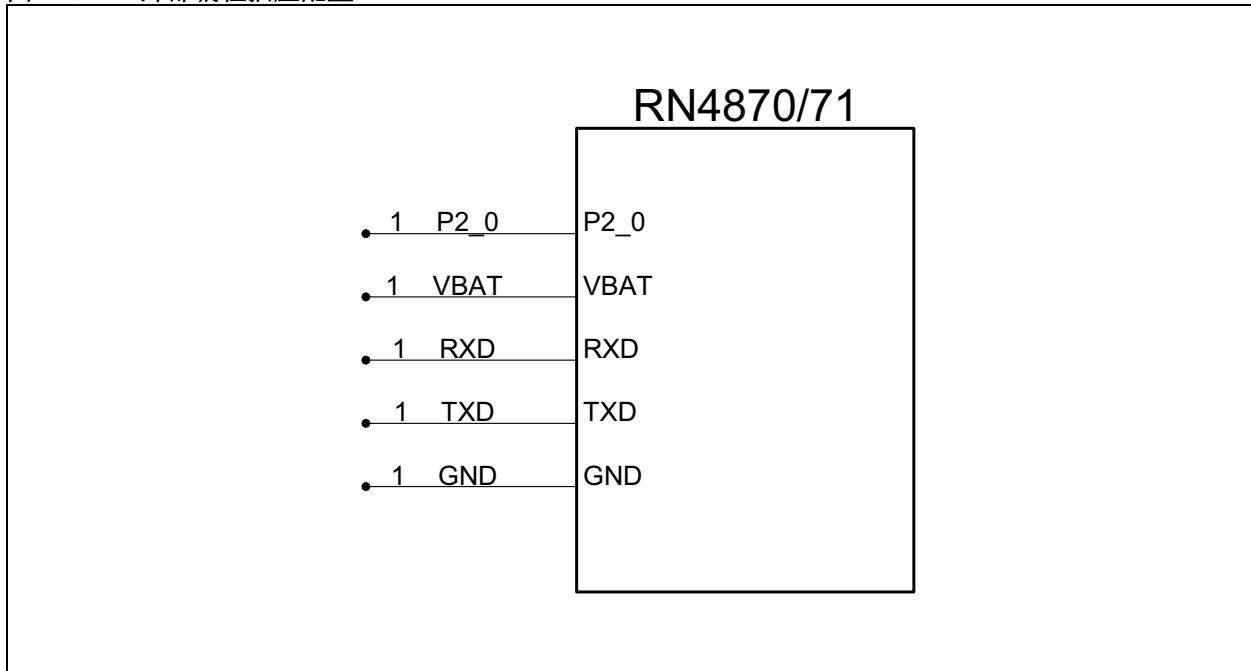


图 5-2: RN4870 参考电路

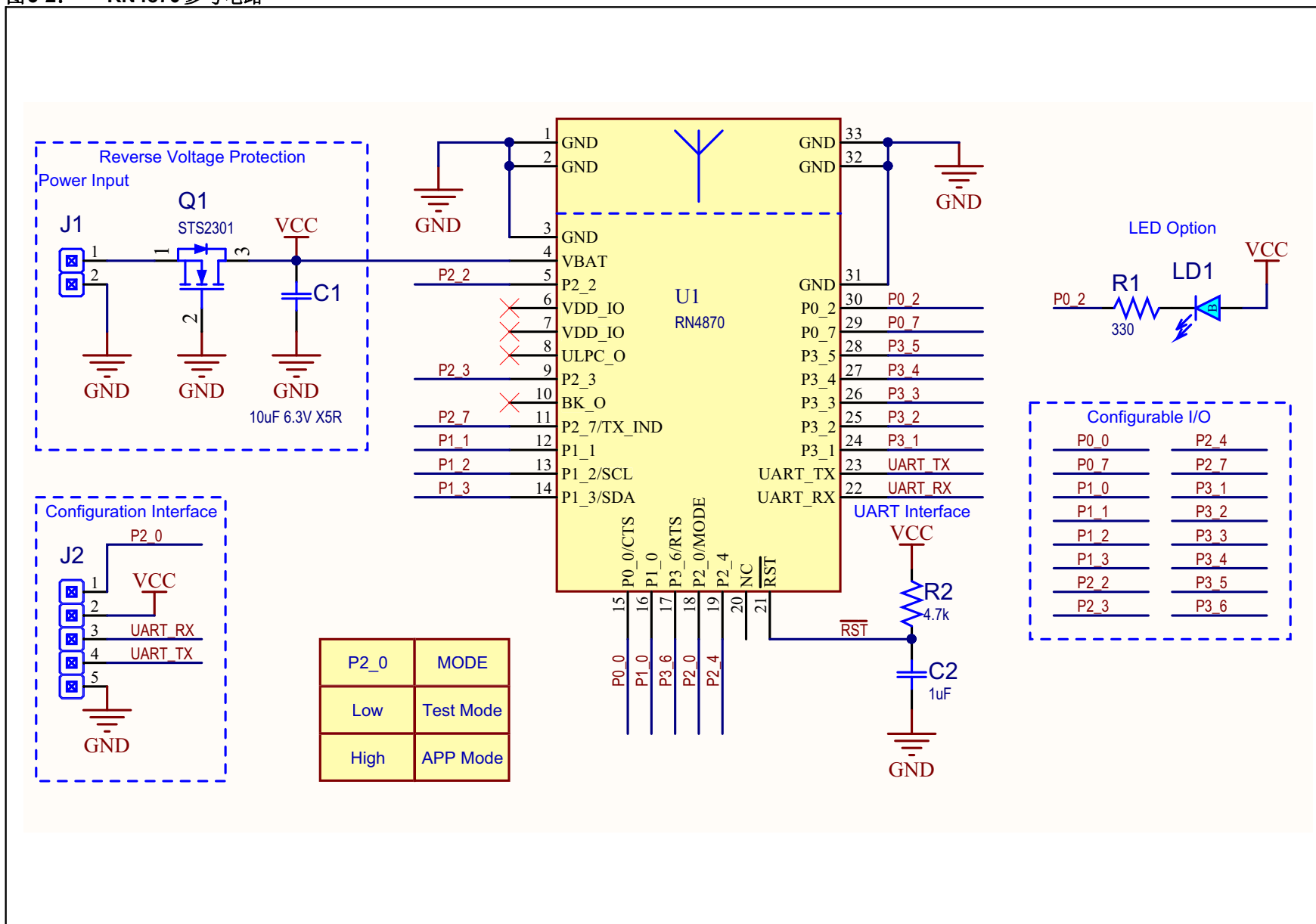


图5-3: RN4870U 参考电路

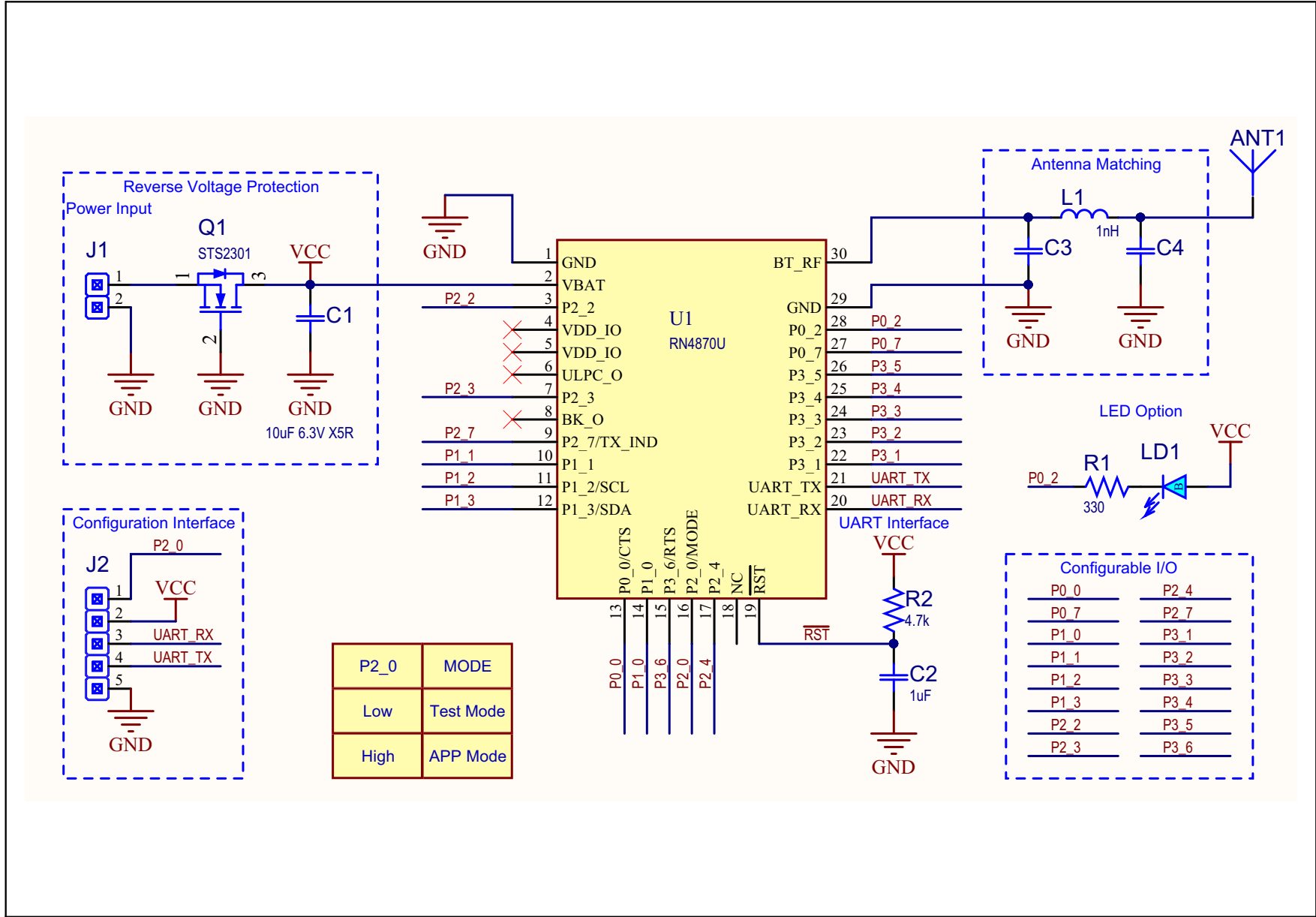


图5-4: RN4871 参考电路

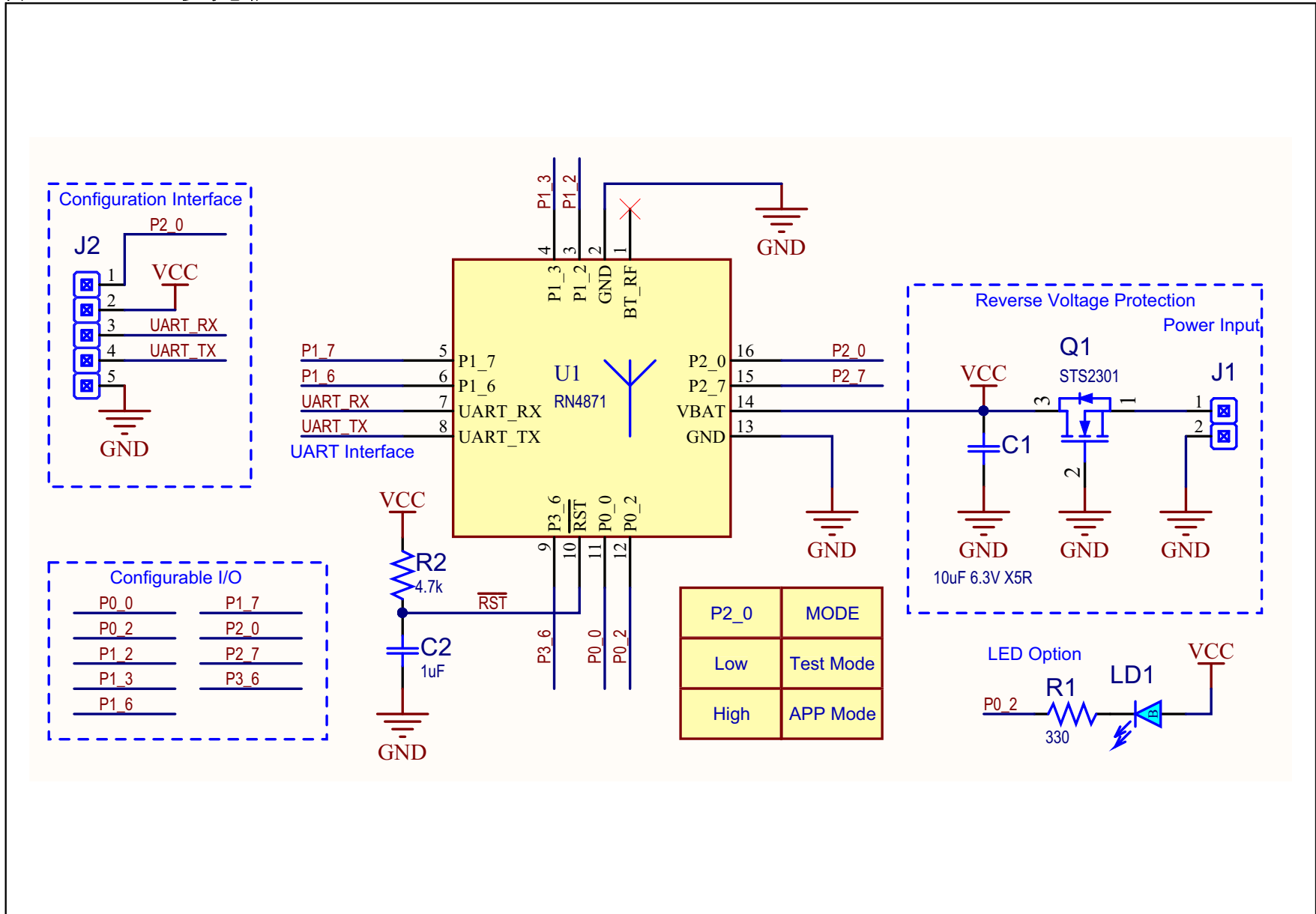
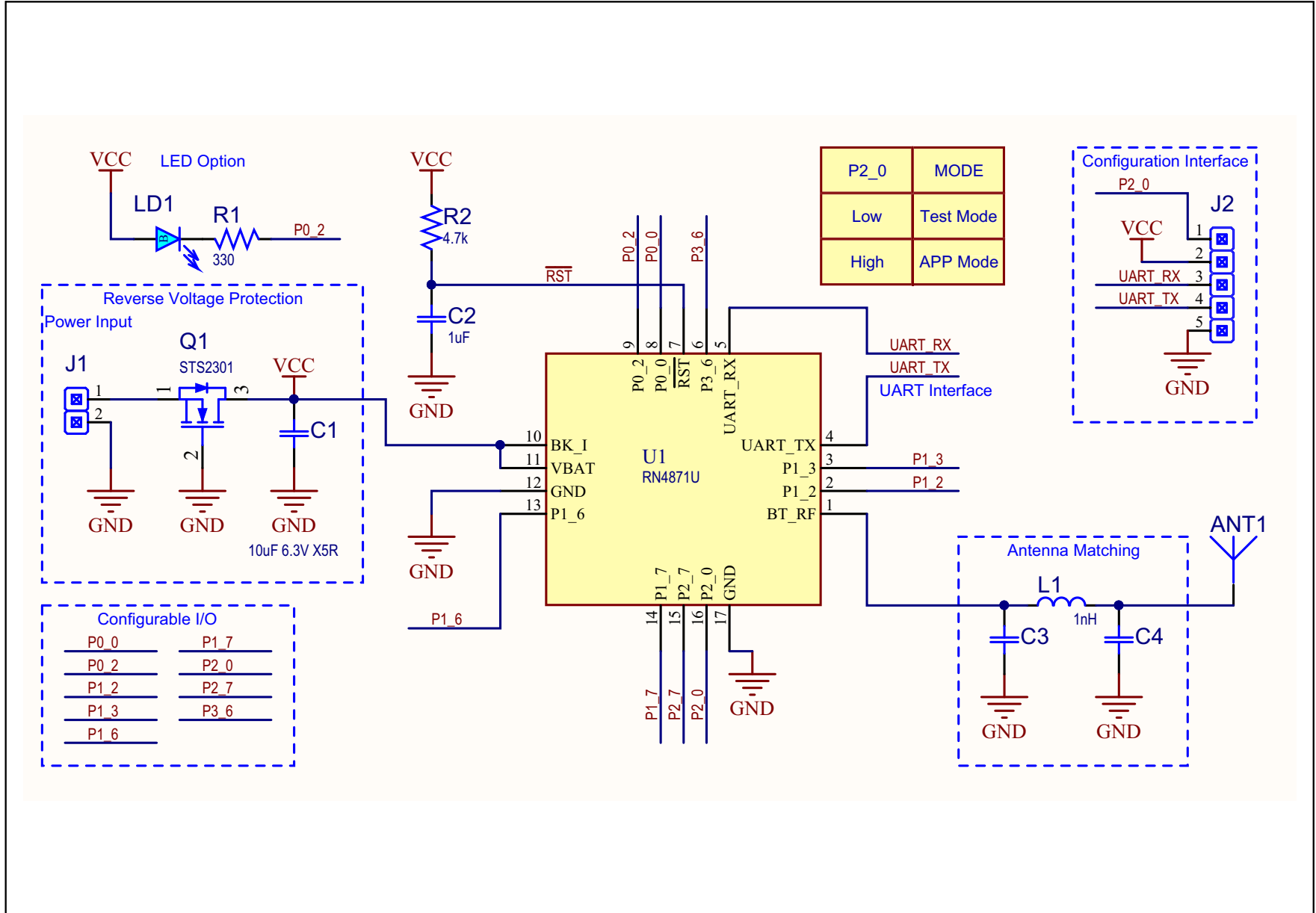


图 5-5: RN4871U 参考电路



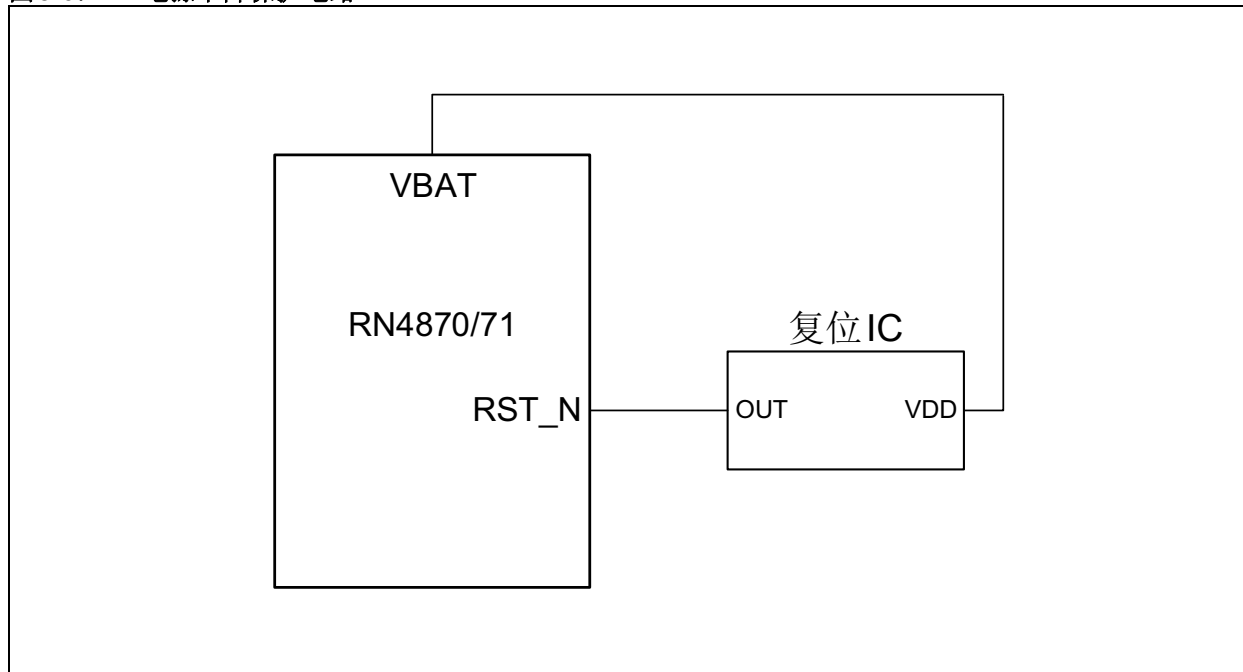
RN4870/71

5.3 电源下降保护

为避免电源降至1.9V以下时可能造成的任何问题，建议使用电源下降保护电路。本质上，该电路由延时 ≤ 10 ms的漏极开路复位IC组成，该IC能够在电源电

压为1.8V时触发复位。图5-6给出了建议的电源下降保护电路。

图5-6: 电源下降保护电路



6.0 ASCII命令API

“RN4870/71 Bluetooth® Low Energy Module User's Guide” (DS50002466A) 中介绍了RN4870/71命令应用程序编程接口 (Application Programming Interface, API)。

以下是可用的命令选项及其类别:

- 连接
 - 建立连接
 - 断开连接
 - 绑定/解除绑定当前连接
 - 开始/停止扫描其他设备
 - 向白名单添加对等设备或从白名单删除对等设备
 - 读取RSSI值
 - 停止连接过程
- I/O
 - 读/写I²C
 - 更改EEPROM中的设置
 - 配置引脚功能
 - 配置GPIO掩码
 - 设置/获取GPIO状态
 - 读取和写入模拟数据
 - PWM控制
- 系统
 - 重启
 - 出厂默认值
 - 进入和退出命令模式
 - 进入低功耗模式
- 脚本
 - 进入脚本模式
 - 声明事件处理程序
 - 执行当前脚本
 - 列出当前脚本
 - 清除脚本
 - 定义用户功能
- GATT服务
 - 创建/删除公共服务/特性
 - 读/写特性值
 - 设置特性通知
- GAP角色
 - 中央设备、外围设备、观察者设备和广播者设备
- 通告
 - 启动/停止
 - 设置自定义通告内容
 - 设置扫描响应内容
 - 设置信标内容
- 私有服务
 - 创建/删除私有服务/特性
 - 读/写特性值
 - 设置特性通知
- 透明UART
 - 使能/禁止
 - 外围设备侧配置
 - 中央设备侧配置
- 模块远程配置
- 读取各个设备的信息或配置文件设置

RN4870/71

注:

7.0 支持的服务

RN4870支持四个内置GATT服务：

- 设备信息公共服务
- Airpatch私有服务，用于处理无线（Over The Air, OTA）更新
- BeaconThings，用于处理信标服务控制
- UART透明私有服务，用于处理数据流功能

除上述预定义的私有服务外，RN4870还可创建私有服务。如果蓝牙低功耗连接的两个端点（例如中央设备和外围设备）均支持这些服务，则可交换数据。例如，两个RN4870模块可定义具有各自独特特性的自定义（私有）服务。可通过命令API轻松交换数据。私有服务未通过Bluetooth SIG注册，因此无法与其他蓝牙低功耗设备互操作，除非设备可实现相应私有服务。内置私有服务的一个示例是透明UART。有关如何使用RN4870创建自定义服务的示例，请参见“RN4870/71 Bluetooth® Low Energy Module User's Guide”（DS50002466A）。

RN4870允许自定义服务，最多支持五个公共服务和四个私有服务。每个自定义服务最多支持八个自定义特性。所有服务定义均存储在片上非易失性存储器（Non-Volatile Memory, NVM）中，用户只能对模块设置一次。

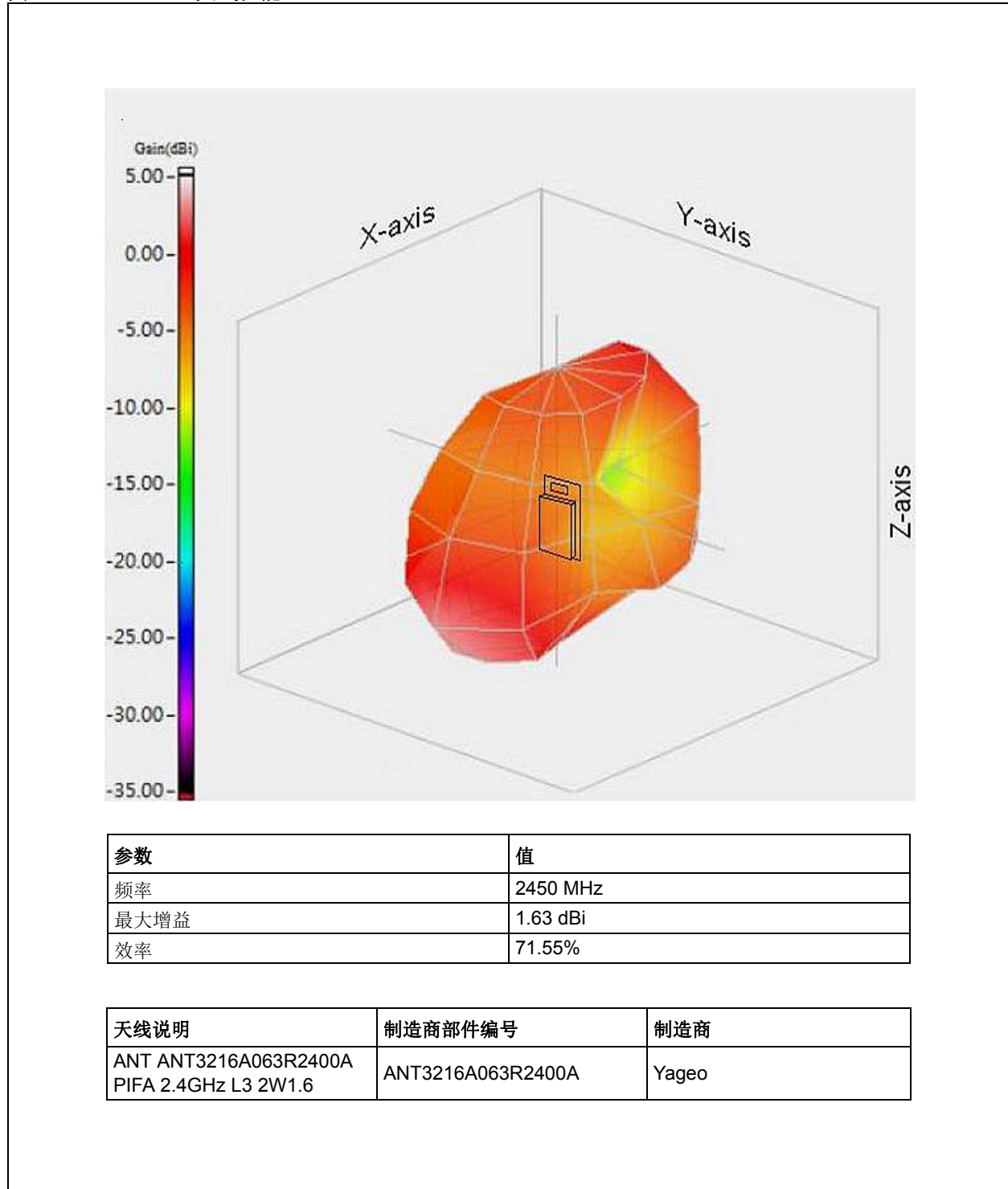
RN4870/71

注:

8.0 天线特性

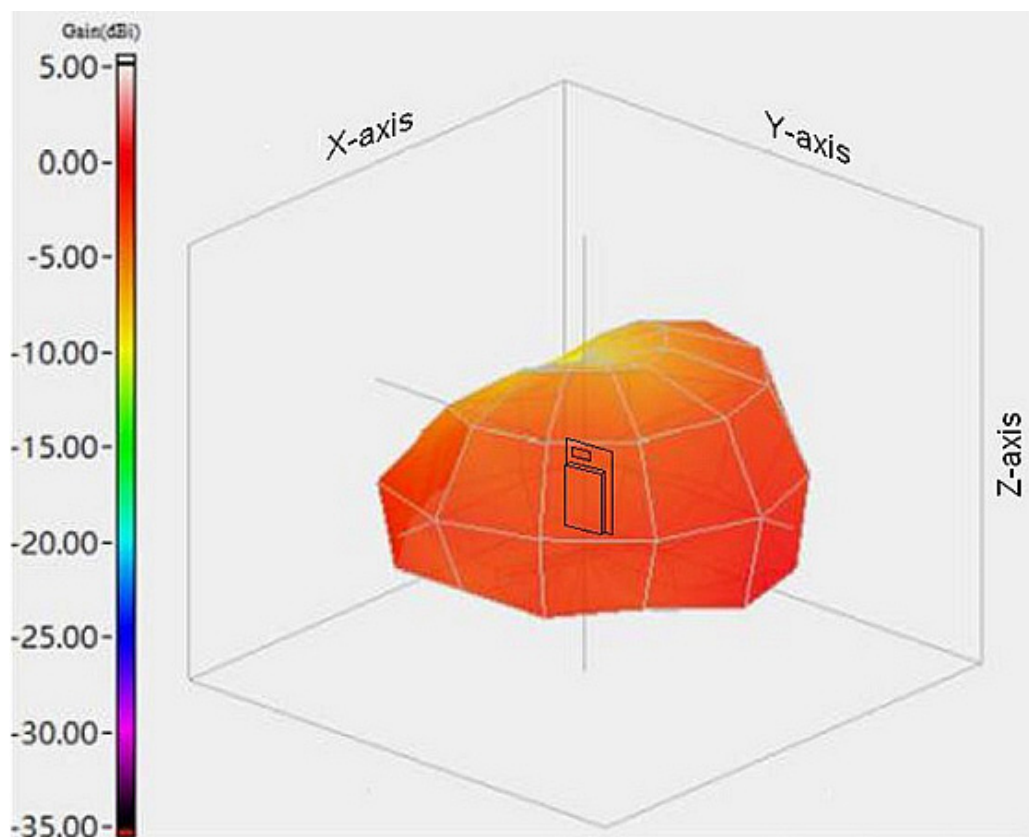
RN4870 和 RN4871 模块均包含一个集成陶瓷芯片天线。图 8-1 和图 8-2 给出了模块的天线性能。

图 8-1: RN4870 天线性能



RN4870/71

图8-2: RN4871天线性能



参数	值
频率	2442 MHz
最大增益	0.1 dBi
效率	42.7%

天线说明	制造商部件编号	制造商
ANT AANT3216LL00R2400A PIFA 2.4GHz L3 2W1.6	ANT3216LL00R2400A	Yageo

9.0 时序特性

图9-1给出了RN4870/71模块在测试模式和应用模式下复位时的时序图。图9-2给出了模块上电时的时序图。在应用模式下，当RN4870/71在复位后准备好与MCU通信

时，该模块会提供一个UART响应，指示复位已完成。有关更多详细信息，请参见“RN4870/71 Bluetooth® Low Energy Module User's Guide” (DS50002466A)。

图9-1: 复位后准备进入测试模式和应用模式时的RN4870/71 UART时序图

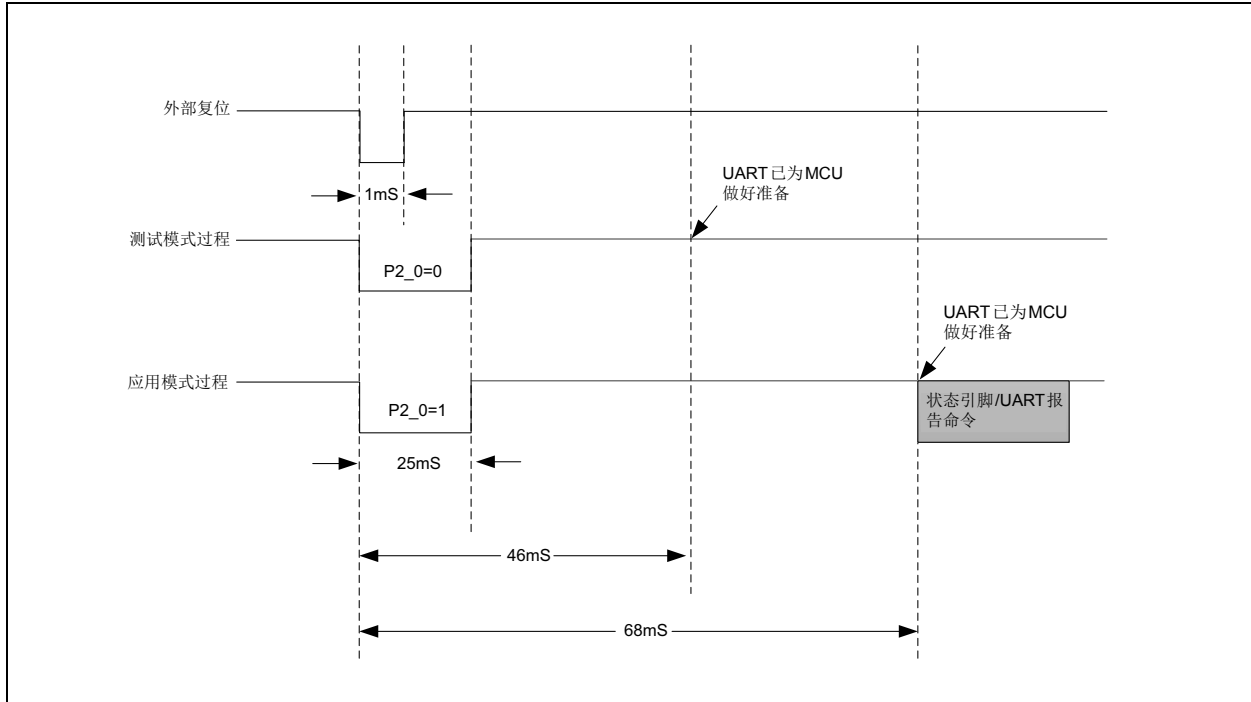
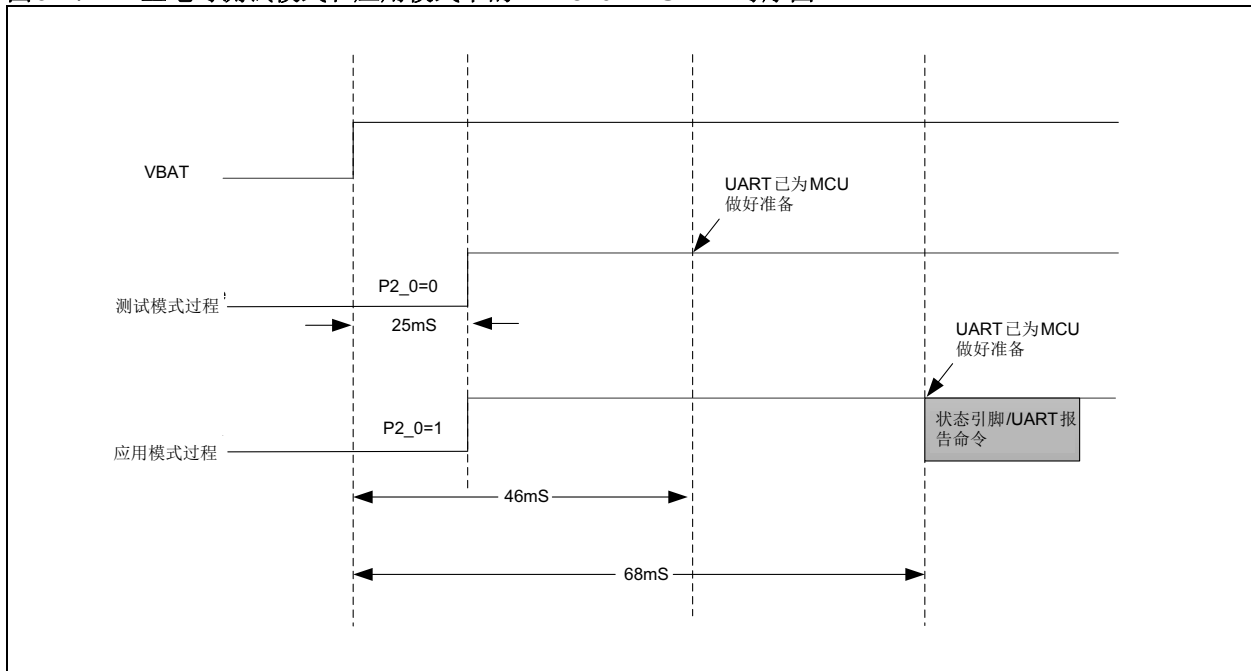


图9-2: 上电时测试模式和应用模式下的RN4870/71 UART时序图



RN4870/71

表9-1给出了RN4870/71模块各种UART波特率时的误差率。系统时钟以16 MHz运行。

表9-1: RN4870/71 各种波特率时的误差率

设定的波特率	测得的波特率	误差
921600	941176	-2.12%
460800	457143	0.79%
307200	307692	-0.16%
230400	231884	-0.64%
115200	115942	-0.64%
57600	57971	-0.64%
38400	38095	0.79%
19200	19048	0.79%
9600	9524	0.79%

10.0 法规批准

本节概述了RN4870/71模块在以下国家/地区的法规信息：

- 美国
- 加拿大
- 欧洲
- 日本
- 韩国
- 中国台湾
- 其他法规监管

10.1 美国

RN4870/71模块获得了联邦通信委员会（FCC）CFR47“电信卷”第15部分C子部分“Intentional Radiators”（有意辐射体）单一模块化批准，符合第15.212部分“Modular Transmitter”（模块化发射器）批准。单一模块化发射器批准定义为完整的RF发射子组件，旨在集成到其他设备中，无论主机如何，必须证明其符合FCC规则与政策。具有模块化授权的发射器可由被批准人或其他设备制造商安装在不同的最终用途产品（即，主机、主机产品或主机设备）中，之后，主机产品可能无需对特定模块或限定模块设备所提供的发射器功能进行额外的测试或设备授权。

主机产品本身需要符合所有其他适用的FCC设备授权法规、要求以及与发射器模块部分无关的设备功能。例如，必须视情况证明符合主机产品中其他发射器元件的规定；符合数字设备、计算机外设和无线电接收器等非有意辐射体的要求（第15部分B子部分）；符合发射器模块上非发射器功能的其他授权要求（即验证或符合性声明）（例如，蓝牙和Wi-Fi发射器模块可能还包含数字逻辑功能）。

10.1.1 标签和用户信息要求

RN4870模块标有自己的FCC ID编号；当将模块安装到另一个设备中时，如果FCC ID不可见，那么内部安装了此模块的最终产品的外部必须显示一个标签，指代所包含的模块。外部标签可使用以下措辞：

对于RN4870模块：

包含发射器模块
FCC ID: A8TBM70ABCDEF GH
或
包含FCC ID: A8TBM70ABCDEF GH

此设备符合FCC规则的第15部分。设备操作受以下两个条件制约：(1) 此设备不能导致有害干扰，(2) 此设备必须接受接收到的所有干扰，包括可能导致意外操作的干扰。

由于受RN4871大小的限制，FCC标识符（FCC ID）未显示在模块上。因此，FCC ID必须置于内部安装有该模块的最终产品外部，同时还必须显示一个标签，指代所包含的模块。外部标签可使用以下措辞：

对于RN4871模块：

包含发射器模块
FCC ID: A8TBM71S2
或
包含FCC ID: A8TBM71S2

此设备符合FCC规则的第15部分。设备操作受以下两个条件制约：(1) 此设备不能导致有害干扰，(2) 此设备必须接受接收到的所有干扰，包括可能导致意外操作的干扰。

RN4870/71

产品的用户手册中应包含以下声明：

依照FCC规则的第15部分，已对此设备进行测试，证明符合B类数字设备的限制。这些限制旨在针对住宅安装环境中的有害干扰提供合理的保护。此设备会产生、使用和辐射射频能量，如果不按照指示进行安装和使用，可能会对无线电通信产生有害干扰。但是，并不保证在特定安装环境中不会产生干扰。如果此设备确实对无线电或电视接收产生有害干扰（可以通过关闭并打开设备进行确定），建议用户尝试通过以下一种或多种方式来消除干扰：

- 调整接收天线的方向或位置。
- 增大设备与接收器之间的间距。
- 将设备连接到不同于接收器所连接电路的其他电路的插座上。
- 咨询经销商或有经验的无线电/电视技术人员，获取帮助。

有关第15部分设备的标签和用户信息要求的更多信息，请参见FCC工程和技术办公室（Office of Engineering and Technology, OET）实验室部门知识数据库（Knowledge Database, KDB）中提供的KDB出版物784748

（<http://apps.fcc.gov/oetcf/kdb/index.cfm>）。

10.1.2 RF 暴露

由FCC管辖的所有发射器都必须符合RF暴露要求。KDB出版物447498通用RF暴露准则提供了一些准则，帮助确定所建议的或现有的发射设施、操作或设备是否符合联邦通信委员会（FCC）所采用的人体暴露于射频（Radio Frequency, RF）场的限制。

实现了列出的输出功率。该授权书仅在模块售予OEM集成商且必须由OEM或OEM集成商进行安装时有效。该发射器限制为使用在该认证应用中进行测试的特定天线，并且不得与任何其他天线或发射器处于一个主机设备上或配合工作，除非遵循FCC多发射器产品程序。此模块经批准可安装到手机和/或便携式主机平台。

10.1.3 有用的网站

联邦通信委员会（FCC）：
<http://www.fcc.gov>

FCC工程和技术办公室（OET）实验室部门知识数据库（KDB）：

<http://apps.fcc.gov/oetcf/kdb/index.cfm>

10.2 加拿大

RN4870/71模块已通过加拿大工业部（Industry Canada, IC）的无线电标准程序（Radio Standards Procedure, RSP）RSP-100以及无线电标准规范（Radio Standards Specification, RSS）RSS-Gen、RSS-210和RSS-247的认证，可以在加拿大使用。模块化批准允许在主机设备中安装模块，而无需重新认证设备。

10.2.1 标签和用户信息要求

标签要求（摘自RSP-100——第10版第3节）：主机设备应正确标记以标识主机设备内的模块。

模块化设备（摘自RSP-100——第10版第7节）：当模块安装在主机设备中后，模块上的加拿大工业部认证标签应始终清晰可见，否则主机设备必须进行标记以显示模块的加拿大工业部认证编号，并在前面标明“包含发射器模块”或“包含”字样，或者表示相同含义的用词，如下所示：

对于RN4870模块：

包含发射器模块
IC: 12246A-BM70BLES1F2

由于受RN4871大小的限制，加拿大工业部认证编号未显示在模块上。因此，主机设备必须进行标记以显示模块的加拿大工业部认证编号，并在前面标明“包含发射器模块”或“包含”字样，或者表示相同含义的用词，如下所示：

包含发射器模块
IC: 12246A-BM71S2

免许可证无线电设备的用户手册注意事项（摘自2014年11月RSS-Gen第4版第8.4节）：免许可证无线电设备的用户手册必须在醒目位置包含以下或同义的注意事项，也可以在设备上给出或在手册和设备上同时给出：

本设备符合加拿大工业部免许可证RSS。设备操作受以下两个条件制约：

- (1) 此设备不能导致干扰，
- (2) 此设备必须接受所有干扰，包括可能导致设备意外操作的干扰。

Le présent appareil est conforme aux CNR d'Industrie Canada applicables aux appareils radio exempts de licence. L'exploitation est autorisée aux deux conditions suivantes:

- (1) l'appareil ne doit pas produire de brouillage;
- (2) l'utilisateur de l'appareil doit accepter tout brouillage radioélectrique subi, même si le brouillage est susceptible d'en compromettre le fonctionnement.

10.2.2 RF 暴露

由IC管辖的所有发射器都必须符合RSS-102——无线电通讯设备（所有频段）的射频（RF）暴露合规性中列出的RF暴露要求。

10.2.3 有用的网站

加拿大工业部：<http://www.ic.gc.ca/>

10.3 欧洲

RN4870/71模块是通过了R&TTE指令评估且带有CE标识的无线电模块，以集成到最终产品中为目的进行制造和测试。

RN4870/71模块已通过测试，符合R&TTE指令1999/5/EC对健康和安全（条款3.1(a)）、电磁兼容性（Electromagnetic Compatibility, EMC）（条款3.1(b)）以及无线电（条款3.2）的基本要求，这些要求汇总于表10-1和表10-2欧洲合规性测试中。公告机构的意见也已发布。所有测试报告均可在<http://www.microchip.com>上的RN4870/71产品网页获取。

R&TTE 合规协会在文档“**Technical Guidance Note 01**”（**技术说明指导01**）中提供了有关模块化设备的指导，可从以下网址下载该文档：

http://www.rteca.com/html/download_area.htm。

注： 为保持与表10-1中列出的测试的符合性，应按照本数据手册中的安装说明安装模块且不得修改。

将无线电模块集成到最终产品中时，集成商将成为最终产品的制造商，因此将负责证明最终产品符合R&TTE指令的基本要求。

10.3.1 标签和用户信息要求

包含RN4870/71模块的最终产品的标签必须遵循CE标识要求。R&TTE合规协会的**Technical Guidance Note 01**中提供了有关最终产品CE标识的指导。

RN4870/71

10.3.2 有用的网站

“European Radio Communications Committee (ERC) Recommendation 70-03 E” 是一篇很有用的文档，可以用作帮助理解在欧洲使用短程设备（Short Range Device, SRD）的起点，它可以从欧洲无线电通信办公室（European Radio Communications Office, ERO）的网站：<http://www.ero.dk/> 下载。

其他有用的网站：

- 无线电与电信终端设备（R&TTE）：
http://ec.europa.eu/enterprise/rtte/index_en.htm

- 欧洲邮电管理委员会（CEPT）：
<http://www.cept.org/>
- 欧洲电信标准协会（ETSI）：
<http://www.etsi.org>
- 欧洲无线电通信办公室（ERO）：
<http://www.ero.dk/>
- 无线电与电信终端设备合规协会（R&TTE CA）：
<http://www.rtteca.com/>

表10-1: RN4870的欧洲合规性测试

认证	标准	条款	实验室	报告编号
安全	EN60950-1:2006/A11:2009/A1:2010/ A12:2011/A2:2013	(3.1(a))	TUV Rheinland	10051261 003
健康	EN 62479:2010	(3.1(b))		10053580 001
EMC	EN 301 489-1 V1.9.2 EN 301 489-17 V2.2.1			10051137 002
无线电	EN 300 328 V1.9.1	(3.2)		10053580 001
公告机构意见	CE0197			10048935 001

表10-2: RN4871的欧洲合规性测试

认证	标准	条款	实验室	报告编号
安全	EN60950-1:2006/A11:2009/A1:2010/ A12:2011/A2:2013	(3.1(a))	TUV Rheinland	10053210 001
健康	EN 62479:2010	(3.1(b))		10053433 001
EMC	EN 301 489-1 V1.9.2 EN 301 489-17 V2.2.1			10052964 001
无线电	EN 300 328 V1.9.1	(3.2)		10053433 001
公告机构意见	CE0197			10048936 001

10.4 日本

RN4870/71 模块已获得类型认证并标有自己的技术合规性标识和认证编号，符合日本内务与通信部（Ministry of Internal Affairs and Communications, MIC）依照日本无线电法案管控的技术标准。

如果遵循安装说明并且不允许对模块进行任何修改，则将此模块集成到最终产品中时无需额外的无线电认证。下列情况下可能需要额外执行测试：

- 如果主机产品受电气设备安全性（例如，由交流市电供电）的影响，则可能需要对主机产品执行产品安全电气设备和材料（Product Safety Electrical Appliance and Material, PSE）测试。集成商应联系其合规性实验室来确定是否需要执行该测试。
- VCCI 提供有志愿性质的针对主机产品的电气兼容性（EMC）测试，网址如下：
http://www.vcci.jp/vcci_e/index.html

10.4.1 标签和用户信息要求

包含 RN4870/71 模块的最终产品上的标签必须遵循日本标识要求。模块集成商应参考日本内务和通信部（MIC）网站上提供的标签要求。

RN4870 模块标有自己的技术合规性标识和认证编号。内部使用该模块的最终产品必须贴有一个标签以指代其内部通过类型认证的模块：

包含发射器模块，认证编号如下：



由于受 RN4871 大小的限制，技术合规性标识和认证编号未显示在模块上。因此，内部使用该模块的最终产品必须贴有一个标签以指代其内部通过类型认证的模块：

包含发射器模块，认证编号如下：



10.4.2 有用的网站

内务和通信部（MIC）：
<http://www.tele.soumu.go.jp/e/index.htm>

无线电工业协会（ARIB）：
<http://www.arib.or.jp/english/>

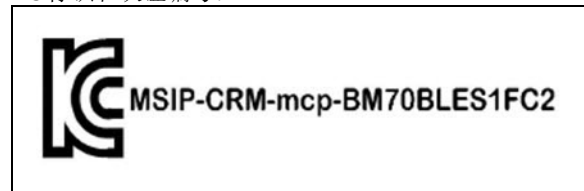
10.5 韩国

RN4870/71 模块已获得无线电波法案的合规性认证。如果遵循安装说明并且不允许对模块进行任何修改，则将此模块集成到最终产品中时无需额外的无线电认证。

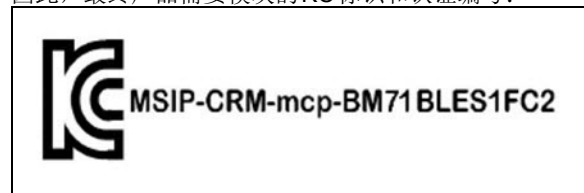
10.5.1 标签和用户信息要求

包含 RN4870/71 模块的最终产品上的标签必须遵循 KC 标识要求。模块集成商应参考韩国通信委员会（Korea Communications Commission, KCC）网站上提供的韩国标签要求。

RN4870 模块标有自己的 KC 标识。最终产品需要模块的 KC 标识和认证编号：



由于受 RN4871 大小的限制，KC 标识未显示在模块上。因此，最终产品需要模块的 KC 标识和认证编号：



10.5.2 有用的网站

韩国通信委员会（KCC）：
<http://www.kcc.go.kr>

韩国无线电研究机构（RRA）：
<http://rra.go.kr>

10.6 中国台湾

RN4870/71 模块已获得电信法案的合规性批准。客户若要在产品中使用合规性批准，应联系 Microchip Technology 销售或分销合作伙伴以获取授权书。

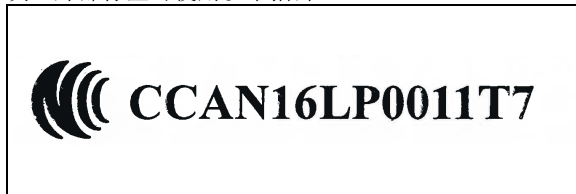
如果遵循安装说明并且不允许对模块进行任何修改，则将此模块集成到最终产品中时无需额外的无线电认证。

10.6.1 标签和用户信息要求

RN4870 模块标有自己的 NCC ID 编号；当将模块安装到另一个设备中时，如果 NCC ID 不可见，那么设备外部必须显示一个标签，指代所包含的模块。外部标签可使用以下措辞：



由于受 RN4871 大小的限制，NCC ID 未显示在模块上。因此，设备外部还必须显示一个标签，指代所包含的模块。外部标签可使用以下措辞：



用户手册中应包含以下用繁体中文书写的警告（用于 RF 器件）：

注意！

依據 低功率電波輻射性電機管理辦法

第十二條 經型式認證合格之低功率射頻電機，

非經許可，

公司、商號或使用者均不得擅自變更頻率、加大功率或變更原設計

之特性及功能。

第十四條 低功率射頻電機之使用不得影響飛航安全及干擾合法通信；

經發現有干擾現象時，應立即停用，並改善至無干擾時方得繼續使用。

前項合法通信，指依電信規定作業之無線電信。

低功率射頻電機須忍受合法通信或工業、科學及醫療用電波輻射性

電機設備之干擾。

10.6.2 有用的网站

台湾通讯传播委员会（NCC）：
<http://www.ncc.gov.tw>。

10.7 其他法规监管

如果客户需要其他法规监管认证，或者客户出于其他原因需要重新认证模块，则可以使用认证实用程序。如需更多法规认证实用程序和文档的信息，请与您当地的 Microchip Technology 销售办事处联系。

11.0 订购信息

表 11-1 提供了 RN4870/71 模块的订购信息。

表 11-1: 订购信息

部件编号	说明
RN4870-V/RM118	带天线和屏蔽的 Bluetooth 4.2 BLE 单模式、2 类、表面贴装模块。尺寸: 12 mm x 22 mm
RN4870U-V/RM118	带外部天线但无屏蔽的 Bluetooth 4.2 BLE 单模式、2 类、表面贴装模块。尺寸: 12 mm x 15 mm
RN4871-V/RM118	带天线和屏蔽的 Bluetooth 4.2 BLE 单模式、2 类、表面贴装模块。尺寸: 9 mm x 11.5 mm
RN4871U-V/RM118	带外部天线但无屏蔽的 Bluetooth 4.2 BLE 单模式、2 类、表面贴装模块。尺寸: 6 mm x 8 mm

请访问 <http://www.microchip.com> 获取 Microchip 产品目前的定价信息和代理商列表。

RN4870/71

附录A： 版本历史

版本A（2016年4月）

本文档的初始版本。

MICROCHIP 网站

Microchip 网站 (www.microchip.com) 为客户提供在线支持。客户可通过该网站方便地获取文件和信息。只要使用常用的互联网浏览器即可访问。网站提供以下信息：

- **产品支持** —— 数据手册和勘误表、应用笔记和示例程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及归档软件
- **一般技术支持** —— 常见问题解答 (FAQ)、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 顾问计划成员名单
- **Microchip 业务** —— 产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会和活动安排表、Microchip 销售办事处、代理商以及工厂代表列表

变更通知客户服务

Microchip 的变更通知客户服务有助于客户了解 Microchip 产品的最新信息。注册客户可在他们感兴趣的某个产品系列或开发工具发生变更、更新、发布新版本或勘误表时，收到电子邮件通知。

欲注册，请登录 Microchip 网站 www.microchip.com。在“支持” (Support) 下，点击“变更通知客户 (Customer Change Notification)” 服务后按照注册说明完成注册。

客户支持

Microchip 产品的用户可通过以下渠道获得帮助：

- 代理商或代表
- 当地销售办事处
- 应用工程师 (FAE)
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或应用工程师 (FAE) 寻求支持。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本文档后附有销售办事处的联系方式。

也可通过 <http://microchip.com/support> 获得网上技术支持。

RN4870/71

产品标识体系

欲订货，或获取价格、交货等信息，请与我公司生产厂或各销售办事处联系。

部件编号	V	RM	XXX	示例:
器件	温度范围	封装	固件版本号	RN4870-V/RM118: 多种温度
器件:	RN4870: 陶瓷芯片天线 RN4870U: 外部天线 RN4871: 陶瓷芯片天线 RN4871U: 外部天线			
温度范围:	V = -20°C 至 +70°C (多种温度)			
封装:	RM = 无线电模块			注 1: 卷带式标识符仅出现在产品目录的部件编号描述中。该标识符用于订货目的，不会印刷在器件封装上。关于包装是否提供卷带式选项的信息，请咨询当地的 Microchip 销售办事处。

请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点：

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信：在正常使用的情况下，Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前，仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知，所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字千年版权法案 (Digital Millennium Copyright Act)》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下，能访问您的软件或其他受版权保护的成果，您有权依据该法案提起诉讼，从而制止这种行为。

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分，因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应尽的责任。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适用性或特定用途的适用性的声明或担保。Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和 / 或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任，并加以赔偿。除非另外声明，在 Microchip 知识产权保护下，不得暗或以其他方式转让任何许可证。

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2009 认证。Microchip 的 PIC[®] MCU 与 dsPIC[®] DSC、KeeLoq[®] 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器 and 模拟产品严格遵守公司的质量体系流程。此外，Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO/TS 16949 ==

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、AnyRate、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KeeLoq、KeeLoq 徽标、Kleer、LANCheck、LINK MD、MediaLB、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、PICSTART、PIC32 徽标、RightTouch、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash 及 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、ETHERSYNCH、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、mTouch、Precision Edge 和 QUIET-WIRE 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BodyCom、chipKIT、chipKIT 徽标、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNet 徽标、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PureSilicon、RightTouch 徽标、REAL ICE、Ripple Blocker、Serial Quad I/O、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 为 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

Silicon Storage Technology 为 Microchip Technology Inc. 在除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC 为 Microchip Technology Inc. 的子公司 Microchip Technology Germany II GmbH & Co. & KG 在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2016, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-0629-7

全球销售及及服务网点

美洲

公司总部 **Corporate Office**
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277

技术支持:
<http://www.microchip.com/support>

网址: www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Duluth, GA
Tel: 1-678-957-9614
Fax: 1-678-957-1455

奥斯汀 Austin, TX
Tel: 1-512-257-3370

波士顿 Boston
Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 Chicago
Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

克里夫兰 Cleveland
Independence, OH
Tel: 1-216-447-0464
Fax: 1-216-447-0643

达拉斯 Dallas
Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit
Novi, MI
Tel: 1-248-848-4000

休斯敦 Houston, TX
Tel: 1-281-894-5983

印第安纳波利斯 Indianapolis
Noblesville, IN
Tel: 1-317-773-8323
Fax: 1-317-773-5453

洛杉矶 Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608

纽约 New York, NY
Tel: 1-631-435-6000

圣何塞 San Jose, CA
Tel: 1-408-735-9110

加拿大多伦多 Toronto
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

亚太总部 **Asia Pacific Office**
Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2943-5100

Fax: 852-2401-3431

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511
Fax: 86-28-8665-7889

中国 - 重庆
Tel: 86-23-8980-9588
Fax: 86-23-8980-9500

中国 - 东莞
Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 杭州
Tel: 86-571-8792-8115
Fax: 86-571-8792-8116

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460
Fax: 86-25-8473-2470

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 - 上海
Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 武汉
Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252
Fax: 86-29-8833-7256

中国 - 厦门
Tel: 86-592-238-8138
Fax: 86-592-238-8130

中国 - 珠海
Tel: 86-756-321-0040
Fax: 86-756-321-0049

亚太地区

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-213-7828

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-5778-3666
Fax: 886-3-5770-9555

澳大利亚 Australia - Sydney
Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-3090-4444
Fax: 91-80-3090-4123

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

印度 India - Pune
Tel: 91-20-3019-1500

日本 Japan - Osaka
Tel: 81-6-6152-7160
Fax: 81-6-6152-9310

日本 Japan - Tokyo
Tel: 81-3-6880-3770
Fax: 81-3-6880-3771

韩国 Korea - Daegu
Tel: 82-53-744-4301
Fax: 82-53-744-4302

韩国 Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 或
82-2-558-5934

马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-6201-9857
Fax: 60-3-6201-9859

马来西亚 Malaysia - Penang
Tel: 60-4-227-8870
Fax: 60-4-227-4068

菲律宾 Philippines - Manila
Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

新加坡 Singapore
Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

泰国 Thailand - Bangkok
Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

欧洲

奥地利 Austria - Wels
Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 Denmark - Copenhagen
Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

法国 France - Paris
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 Germany - Dusseldorf
Tel: 49-2129-3766400

德国 Germany - Karlsruhe
Tel: 49-721-625370

德国 Germany - Munich
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

意大利 Italy - Milan
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

意大利 Italy - Venice
Tel: 39-049-7625286

荷兰 Netherlands - Drunen
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

波兰 Poland - Warsaw
Tel: 48-22-3325737

西班牙 Spain - Madrid
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

瑞典 Sweden - Stockholm
Tel: 46-8-5090-4654

英国 UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820