



MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

数据手册

2.4 GHz IEEE 标准 802.11b™
RF 收发器模块

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 safest 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《数字器件千年版权法案 (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, 是您自身应负的责任。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、适销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。在 Microchip 知识产权保护下, 不得暗中或以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、dsPIC、KEELOQ、KEELOQ 徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PIC³² 徽标、rfPIC 和 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

FilterLab、Hampshire、HI-TECH C、Linear Active Thermistor、MXDEV、MXLAB、SEEVAL 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、chipKIT、chipKIT 徽标、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、REAL ICE、rfLAB、Select Mode、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

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

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2011, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-61341-322-7

**QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO/TS 16949:2002 ==**

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-16949:2002 认证。公司在 PIC[®] MCU 与 dsPIC[®] DSC、KEELOQ[®] 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器和模拟产品方面的质量体系流程均符合 ISO/TS-16949:2002。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。



MICROCHIP

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

2.4 GHz IEEE 标准 802.11b™ RF 收发器模块

特性:

- 符合 IEEE 标准 802.11 的 RF 收发器
- 惟一的序列化 MAC 地址
- 数据速率: 1 和 2 Mbps
- 兼容 IEEE 标准 802.11b/g/n
- 小尺寸: 21 mm x 31 mm 的 36 引脚表面贴装模块
- 集成的 PCB 天线 (MRF24WB0MA)
- 可选配备超小型同轴 (U.FL) 连接器的外部天线 (MRF24WB0MB)
- 范围: 最大 400 米 (1300 英尺)
- 易于集成到最终产品中——加快产品开发, 缩短上市时间
- 通过美国 (FCC)、加拿大 (IC)、欧洲 (ETSI) 和日本 (ARIB) 的无线电法规认证
- 通过 Wi-Fi® 认证 (WFA ID: WFA7150)
- 设计与 Microchip 单片机系列 (PIC18、PIC24、dsPIC33 和 PIC32) 以及可下载的 Microchip TCP/IP 协议栈配合使用

工作特性:

- 单一工作电压: 2.7V–3.6V (典型值为 3.3V)
- 温度范围: -20° C 至 +85° C (扩展商业级)
- 简单的带中断的 4 线 SPI 接口
- 低电流:
 - 接收 (RX) 模式——85 mA (典型值)
 - 发送 (TX) 模式——154 mA (+10 dBm 典型值)
 - 休眠——250 μ A (典型值)
 - 冬眠——<0.1 μ A (典型值)

RF/模拟特性:

- 工作于 ISM 波段 2.400–2.484 GHz
- 可对 14 个信道进行分别选择或域限制
- DSSS 调制
- 数据速率——1000 kbps
- 1 Mbps 时的典型灵敏度为 -91 dBm
- 使用控制功能时的典型输出功率为 +10 dBm
- 集成的低相位噪声 VCO、RF 频率合成器、PLL 环路滤波器和 PA

- 数字 VCO 和滤波器校准
- 集成的 RSSI ADC 和 I/Q DAC, 主机可获取 RSSI 读数
- 平衡的接收器和发射器特性, 适用于低功耗应用

MAC/基带特性:

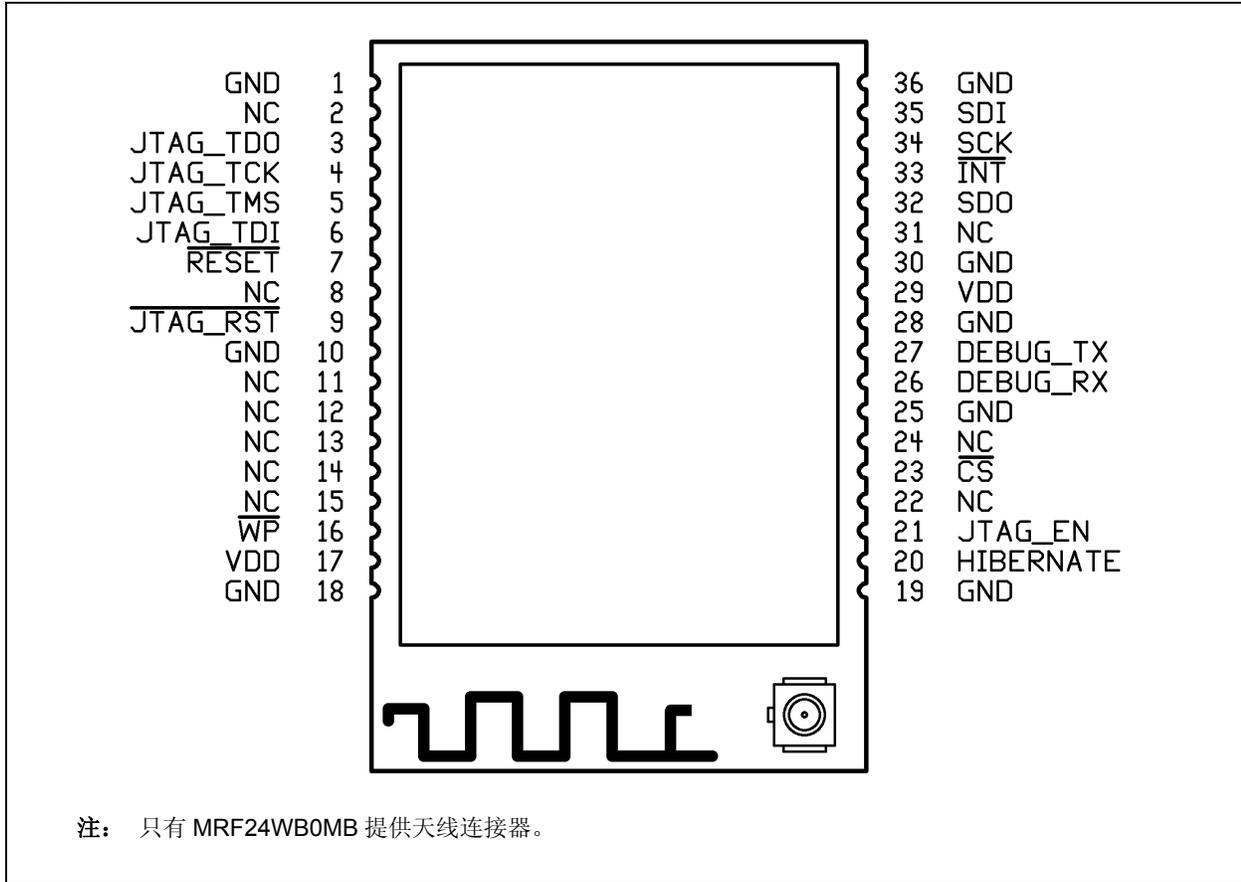
- 硬件 CSMA/CA 访问控制、自动 ACK 和 FCS 创建与检查
- MAC 数据包自动重发
- 硬件安全引擎 (基于 AES 和 RC4 的加密)
- 支持 802.1x 和 802.1i 安全性: WEP、WPA-PSK 和 WPA-2-PSK

应用:

- 公共事业和智能能源
 - 温控器
 - 智能仪表
 - 白色家电
 - HVAC
- 消费电子产品
 - 遥控器
 - 网络收音机
 - 家庭安全
 - 玩具
- 工业控制
 - 化学传感器
 - HVAC
 - 安全系统
 - M2M 通信
- 远程设备管理
 - 位置与资产跟踪
 - 汽车
 - 代码更新
- 零售业
 - POS 终端
 - 无线价格标签
 - 数字远程
- 医疗、健身和保健
 - 血糖仪
 - 健身器材
 - 患者病史跟踪

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

引脚图



MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

目录

1.0 器件概述	7
2.0 电路说明	13
3.0 法规批准	23
4.0 电气特性	27
附录 A: 版本历史	31
Microchip 网站	33
变更通知客户服务	33
客户支持	33
读者反馈表	34
产品标识体系	35

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要求。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，或将本数据手册后附的《读者反馈表》传真到 86-21-5407 5066。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，请查询我公司的网站：

<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。文献编号中数字串后的字母是版本号，例如：DS30000A是DS30000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。

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

注:

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

1.0 器件概述

MRF24WB0MA 和 MRF24WB0MB 是符合 2.4 GHz IEEE 标准 802.11 的低功耗表面贴装模块，含有所有相关的 RF 元件——晶振、带集成 MAC 的旁路和无源偏置电路、基带、RF 和功率放大器，以及支持 AES 和 TKIP (WEP、WPA 和 WPA2 安全性) 的内置硬件。集成式模块设计使设计人员可以免去 RF 与天线设计任务以及合规性测试，从而最终缩短上市时间。

MRF24WB0MA 模块经批准可以与集成的 PCB 螺旋天线配合使用。

MRF24WB0MB 附带超小型同轴连接器 (U.FL)，经批准可以与一系列通过预先认证的天线配合使用。有关具体建议，请参见第 2.8 节“外部天线”。

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 模块设计为与 Microchip 的 TCP/IP 软件协议栈配合使用。该软件协议栈集成有驱动程序，其实现的 API 在模块中用于命令和控制，以及管理和数据包流量。

Microchip TCP/IP 软件协议栈可以从 Microchip 网站 (<http://www.microchip.com/wireless>) 的 *Microchip 应用库* 中免费下载 (包括应用示例和源代码)。

模块与运行 TCP/IP 协议栈的 PIC 组合在一起可支持 IEEE 标准 802.11 和 IP 服务。这样便可立即实现无线 Web 服务器。

在美国 (FCC)、加拿大 (IC) 及欧洲 (ETSI)，MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 模块都获得了模块化器件的法规批准。模块化批准消除了对昂贵的 RF 和天线设计的需求，允许最终用户将模块放置于成品中，而无需进行针对人为辐射体 (RF 发送器) 的法规测试。这两种模块也通过了日本的无线电类型批准认证。有关集成商应遵守的具体要求，请参见第 3.0 节“法规批准”。

1.1 接口说明

图 1-1 中的框图表示 MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 模块。它通过一个四线串行从动 SPI 接口 (产生中断、冬眠 (Hibernate)、复位、电源和接地信号) 与 Microchip PIC18、PIC24、dsPIC33 或 PIC32 单片机连接。模块运行在标称值为 3.3V 的单电源电压上。还支持可选 JTAG 和串行调试功能，以实现可测试性。调试端口工作在 3.3V，需要一个电平转换器才能与 RS-232 设备配合工作。图 1-2 显示了 Microchip PIC MCU 与模块之间的连接的简单示例。表 1-1 列出了引脚说明。

与 MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 之间的数据通信通过 SPI 接口进行，第 2.0 节“电路说明”中详细介绍了该接口。Microchip PIC 单片机通过命令 API 从 Microchip TCP/IP 协议栈内部与模块进行通信。Microchip TCP/IP 协议栈的在线帮助中详细介绍了命令 API，该在线帮助可从 *Microchip 应用库* 免费下载。

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

图 1-1: MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 框图

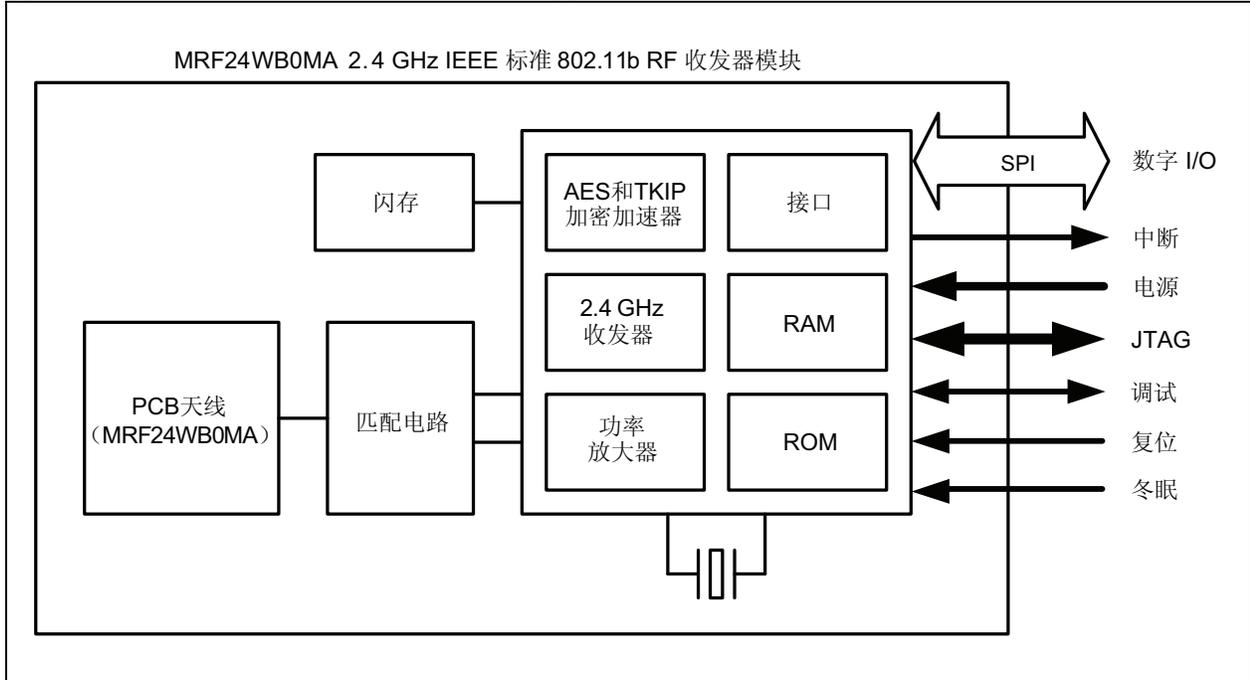
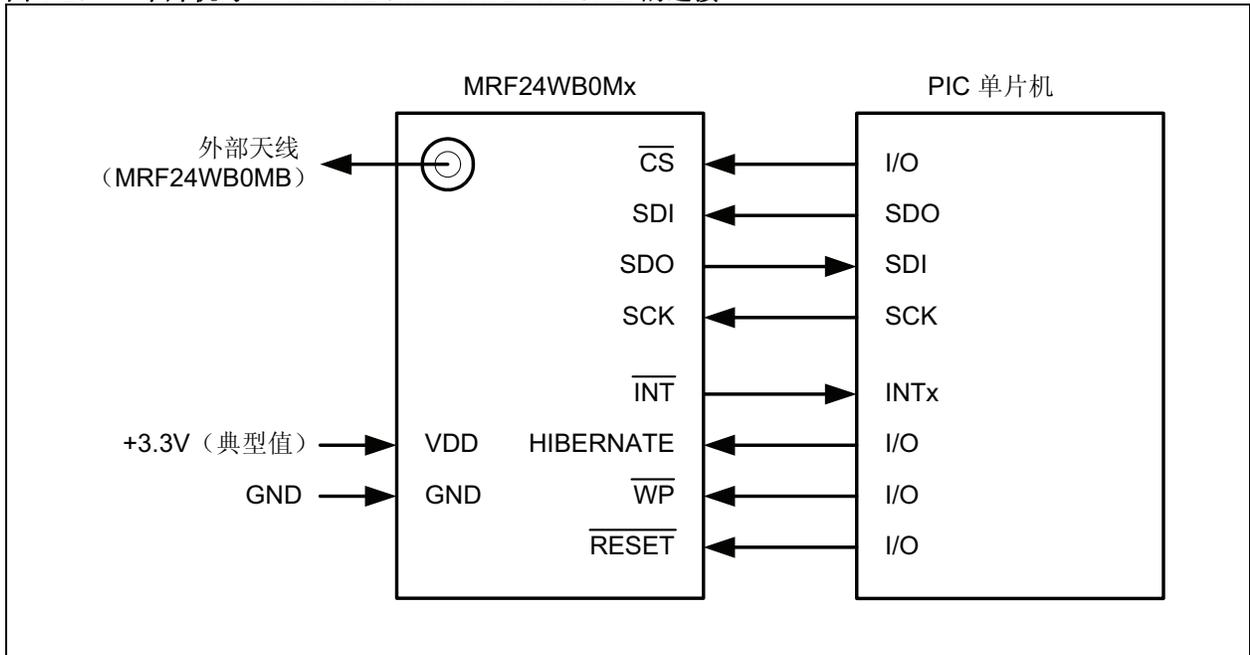


图 1-2: 单片机与 MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 的连接



MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

表 1-1: 引脚说明

引脚	符号	类型	说明
1	GND	P	接地
2	NC	NC	不连接
3	JTAGTDO	O	JTAG 测试数据输出
4	JTAGTCK	I: 持续 ⁽¹⁾	JTAG 时钟输入
5	JTAGTMS	I	JTAG 模式输入
6	JTAGTDI	I	JTAG 测试数据输入
7	RESET	I: 持续 ⁽¹⁾	模块复位输入
8	NC	NC	不连接
9	JTAGRST	I	JTAG 复位输入 (可选; 见第 2.0 节 “电路说明”)
10	GND	P	接地
11	NC	NC	不连接
12	NC	NC	不连接
13	NC	NC	不连接
14	NC	NC	不连接
15	NC	NC	不连接
16	WP ⁽²⁾	I	写保护 (此引脚用于使能闪存更新)
17	VDD	P	电源
18	GND	P	接地
19	GND	P	接地
20	HIBERNATE	I	冬眠模式使能 (高电平输入将禁止模块)
21	JTAGEN	I	JTAG 测试使能
22	NC	NC	不连接
23	CS	I: 持续 ⁽¹⁾	SPI 芯片选择输入, 需要恒定驱动或上拉
24	NC	NC	不连接
25	GND	P	接地
26	DEBUGRX	I	串行调试端口输入 (见第 2.0 节 “电路说明”)
27	DEBUTX	O	串行调试端口输出 (见第 2.0 节 “电路说明”)
28	GND	P	接地
29	VDD	P	电源
30	GND	P	接地
31	NC	NC	不连接
32	SDO	O	SPI 数据输出
33	INT	O	中断输出 (漏极开路——需要上拉)
34	SCK	I	SPI 时钟输入
35	SDI	I	SPI 数据输入
36	GND	P	接地

图注: 引脚类型缩写: P = 电源输入、I = 输入、O = 输出、NC = 不连接

注 1: 类型 “I: 持续” 的信号必须由主机持续驱动, 或者处于上拉或下拉状态 (以防主机在低功耗模式期间将信号置为三态)。持续驱动用于确保规定的器件操作, 并在低功耗模式期间将漏电流降至最低。

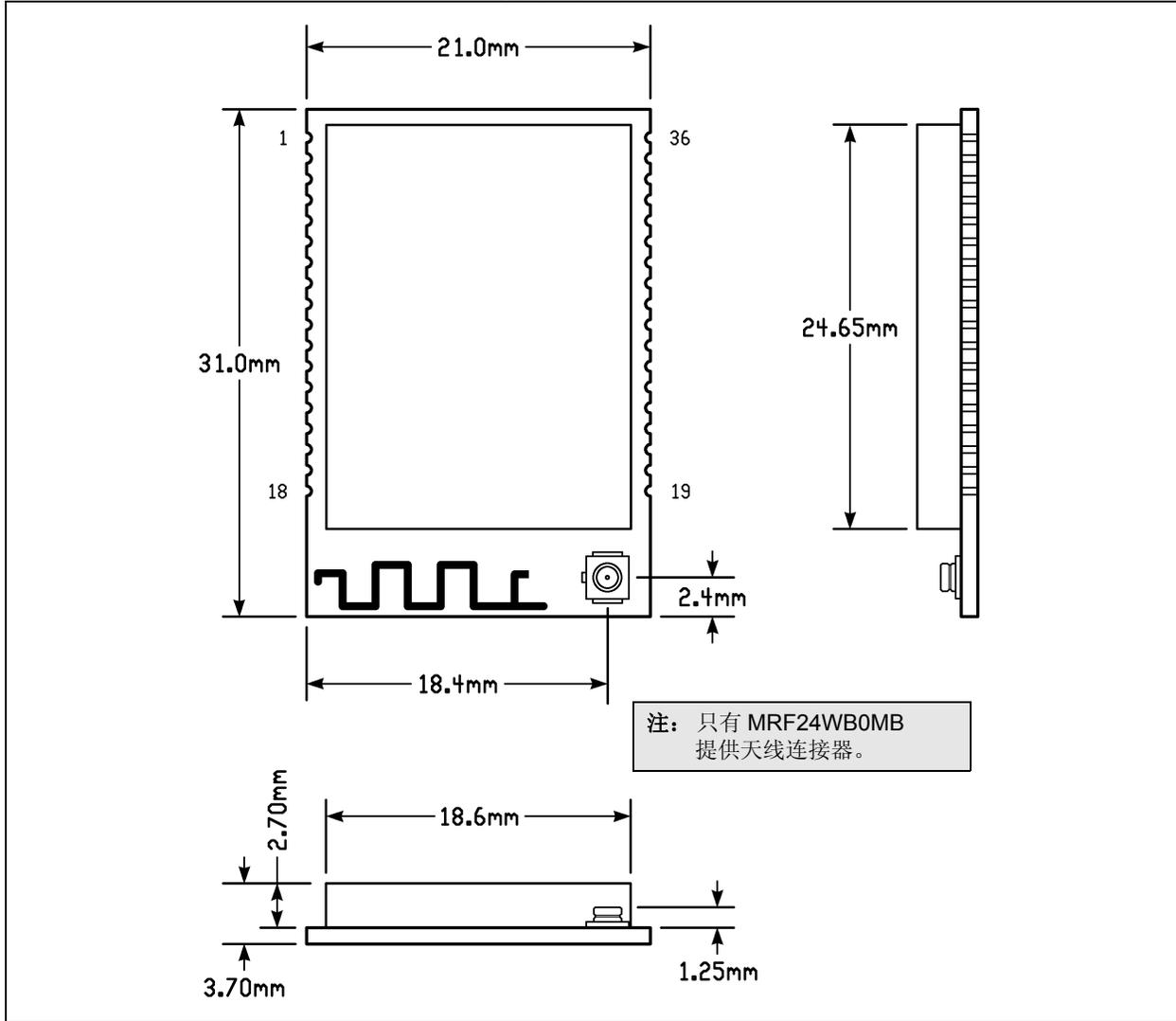
注 2: WP 用作内部模块 SPI 闪存的写保护。出于生产目的, 此引脚应该拉低。此引脚可由主机单片机控制, 以能使现场闪存更新。

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

1.2 安装细节

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 是可表面贴装的模块。
模块尺寸如图 1-3 中所示。模块印刷电路板 (Printed Circuit Board, PCB) 的厚度为 1 毫米, 在两侧有槽式安装孔。

图 1-3: MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 模块的物理尺寸



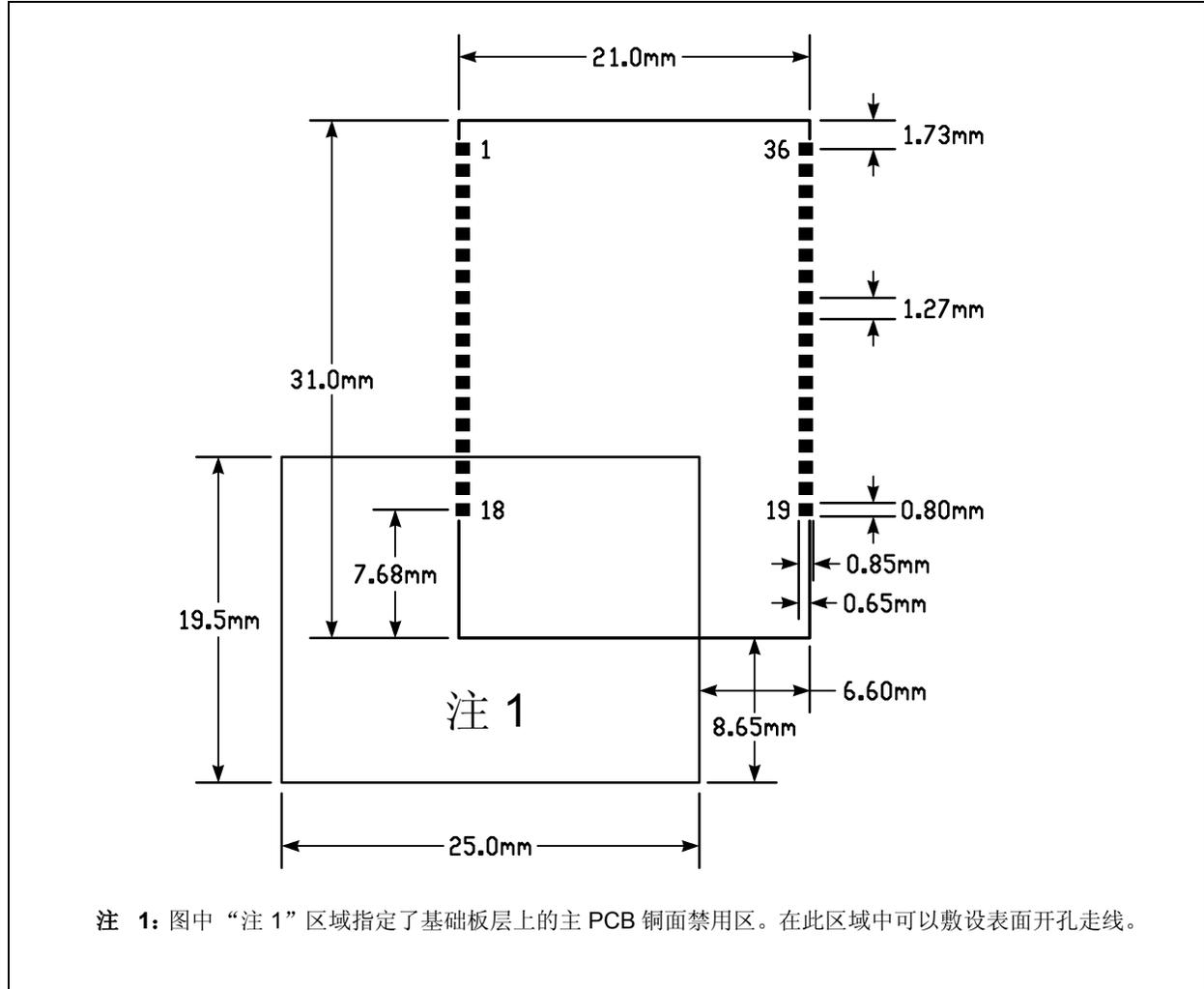
MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

图 1-4 显示了针对模块建议的主 PCB 布局。

MRF24WB0MA 具有集成的 PCB 天线。为获得最佳性能，请遵循图 1-4 中显示的安装细节。

为获得最佳性能，请将模块安装在 PCB 上，并确保图 1-4 的禁用区内没有金属障碍物。调节天线，以将 FR4 PCB 材料置于模块下方。不要“切除”天线下方的主 PCB 材料。

图 1-4: 建议的主 PCB 布局



MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

图 1-5 显示了将器件安装到主 PCB 上时建议使用的模块回流曲线。

图 1-5: 建议的模块回流曲线和设定值

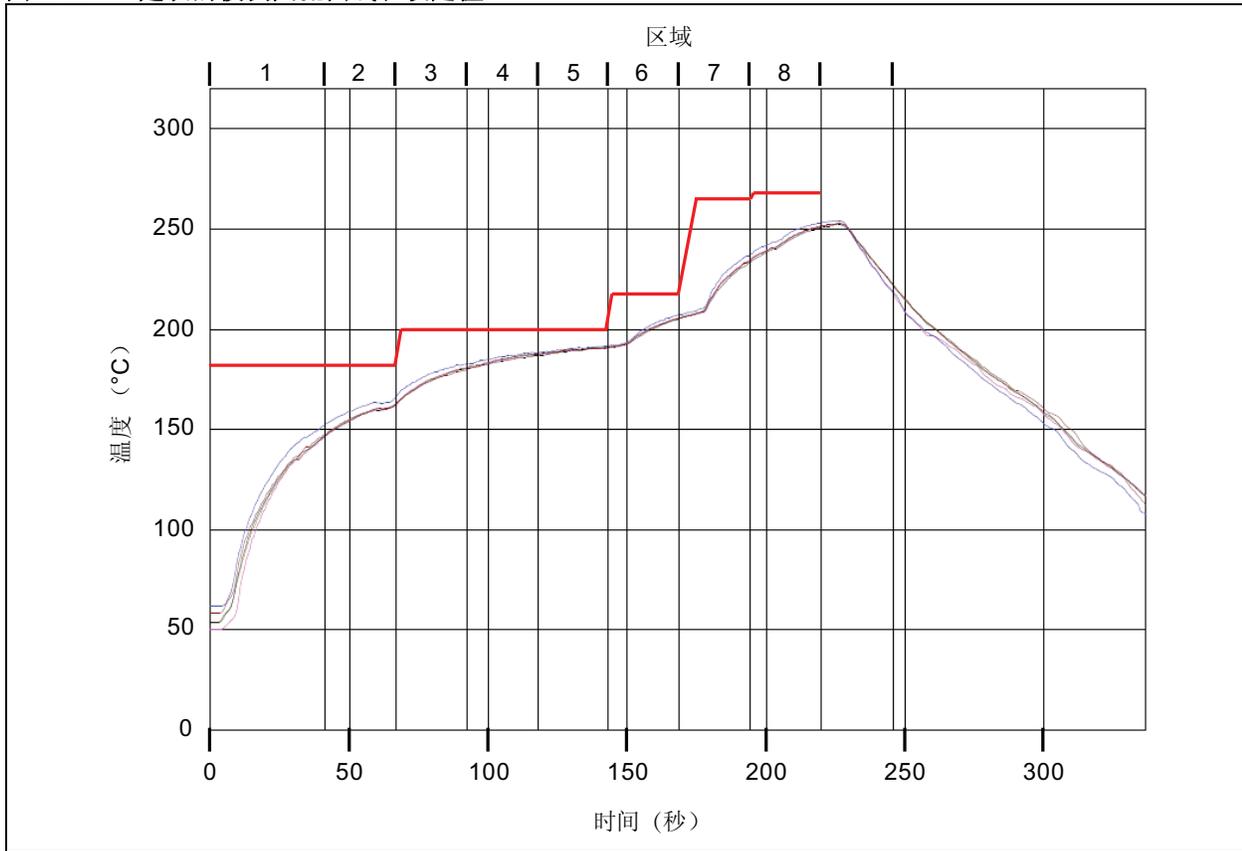


表 1-2: 模块回流曲线⁽¹⁾

区域	1	2	3	4	5	6	7	8
温度 (°C)	180°	180°	200°	200°	200°	220°	265°	270°

注 1: 传送速度: 90 cm/分钟

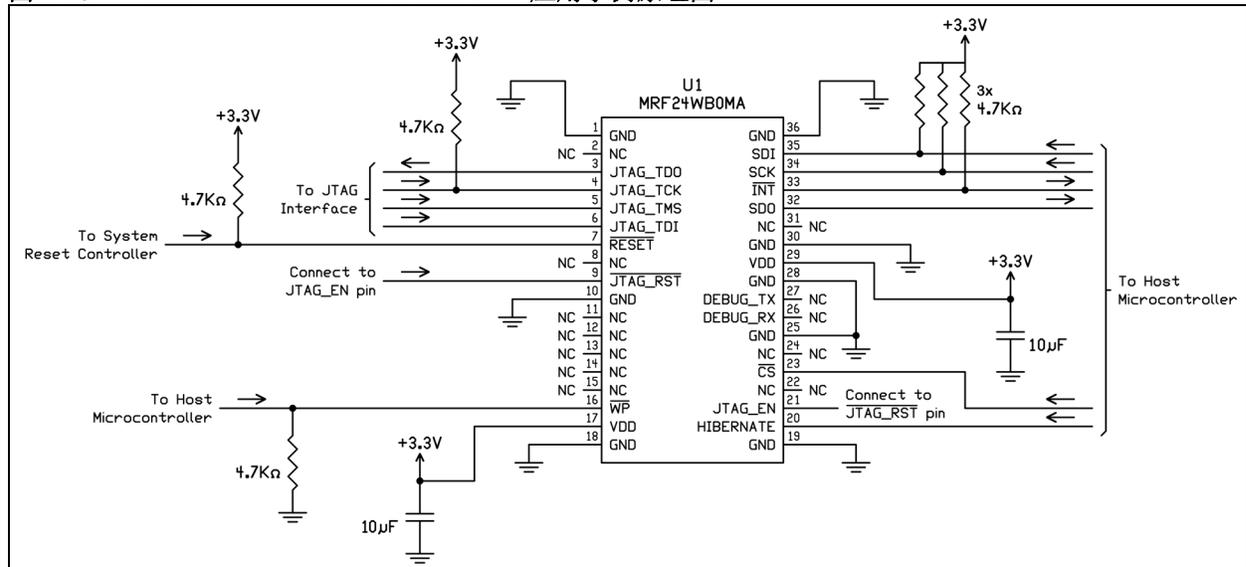
MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

2.0 电路说明

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 使用最少的外部元件通过仅限数字的连接与Microchip PIC18、PIC24、dsPIC33 和 PIC32 微处理器连接。本节将详细介绍模块的使用，以图 2-1 中所示的主机连接示例开始介绍。

2.1 原理图

图 2-1: MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 应用示例原理图



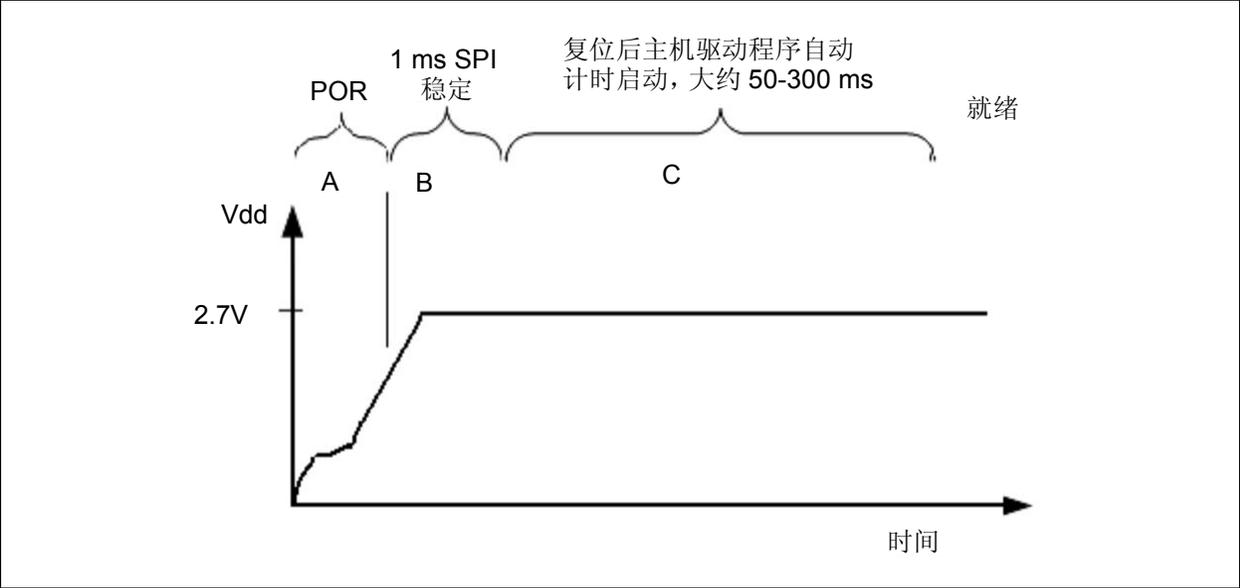
2.2 上电时序

将 HIBERNATE 引脚驱动为高电平，以禁止数字和模拟核心电源的内部稳压器。图 2-2 显示了 MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 的上电时序。

内部有一个上电复位 (Power-on-Reset, POR) 电路用于将模块保持为复位状态，直到 VDD 达到规范要求为止。冬眠信号和复位信号还用于控制启动。在图 2-2 中，A 部分由内部 POR 控制，B 部分是在启用模块电源时对 SPI 总线的补偿，用于稳定 SPI 总线。禁止“冬眠”后，主机软件提供 1 ms 的启动时间，以使 SPI 稳定下来。该时间在主机驱动程序中预先设定，如果未能向 MRF24WB0M 模块提供充足的初始驱动电流，则需要增加该时间。C 部分是复位期间驱动程序控制的释放。这大约需要 300 ms 并由协议栈驱动程序监视。用户软件无需为启动提供额外时间。

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

图 2-2: MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 上电时序



MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

2.3 功耗状态

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 有几种功耗状态。包括冬眠、休眠和活动（两个子状态），如图 2-3 中所示。功耗状态的选择直接影响系统特性以及整体功耗或电池使用寿命。此外，还有一个不受用户控制的“待机”状态。

2.3.1 冬眠状态

“关闭”状态的定义是未对器件供电。冬眠模式是模块可以达到的最接近于受控关闭的模式。该模式通过 HIBERNATE 引脚控制（高电平输入可将模块置于冬眠模式）。处于冬眠模式时，模块仅消耗泄漏电流，但不保持状态。冬眠必须由 PIC MCU 完全控制，要求 TCP/IP 协议栈在唤醒时重新启动。

模块包含大约 70 μF 的内部大电容。应该预先分配电源，以在冬眠释放时提供足够的电荷来实现所需的启动时间，或者必须在冬眠释放后和释放复位前在软件中提供足够的延迟。

此状态可以使嵌入式产品获得最长的电池使用寿命。但是在不到 30 秒的间隔内进入冬眠状态则不怎么省电。如果使用 AA 电池的器件除了每小时唤醒一次进行少量数据传输（<500 字节）外都处于冬眠状态，则电池使用寿命预计可超过一年。

2.3.2 休眠状态

休眠状态是低功耗动态状态，可自动实现 802.11 节能功能。在此模式下（如果启用），模块将在所有活动结束后进入节能模式。

如果有任何 PIC 器件干预，模块将自主唤醒，以便可以从访问点检查 DTIM 信标。如果有数据排队等待模块执行时，模块将唤醒，并在下一个可能的机会从访问点获取数据。采集数据时，如果出现正常的“数据可用”指示，模块将中断 PIC 单片机。如果在进行 DTIM 检查时没有数据可用，模块将重新进入节能状态，直至出现下一个 DTIM。DTIM 间隔在访问点设定。此状态可以提供无线电的“像似开启”特性，与“始终开启”相比，可以节省大量电能。此模式的电池使用寿命预计为数周到数周。此模式的特征是从低功耗状态下开始数据传输的延时非常低（低至 200 ms）。

2.3.3 活动状态

活动状态被认为是无线电路完全开启的两个状态之一。两个活动状态是接收状态（RX ON）和发送状态（TX ON）。

2.3.4 待机状态

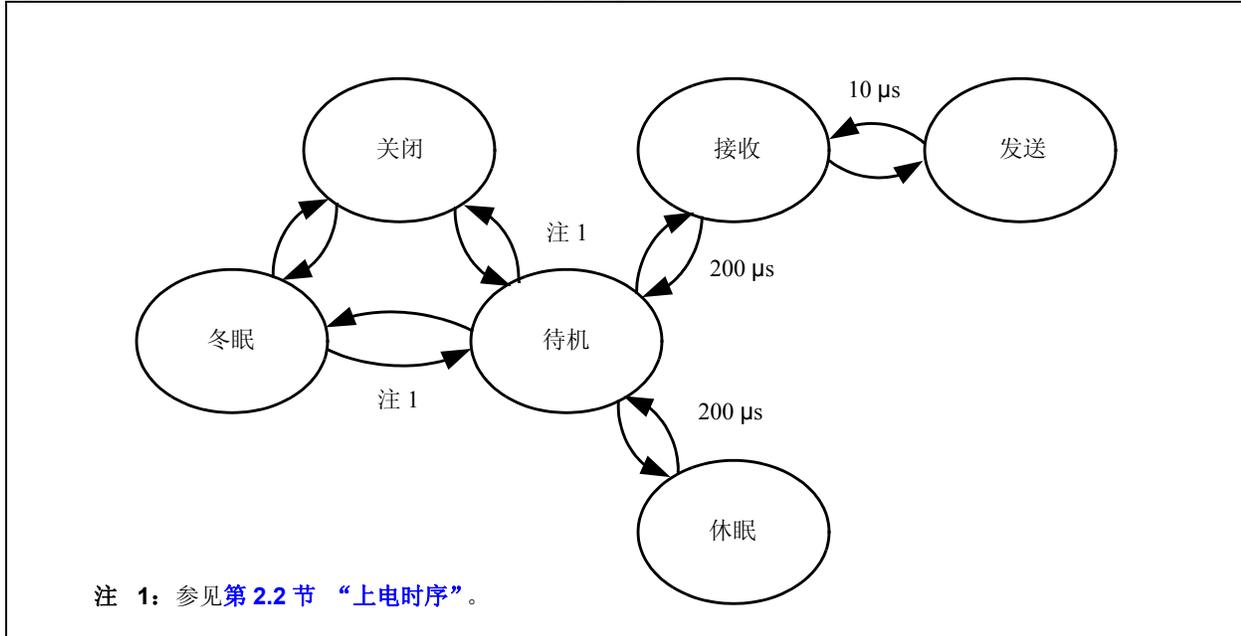
待机状态不受用户控制，但需要注意的是，在功率跟踪期间，它有助于识别和跟踪某些模块操作。

表 2-1: MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 功耗状态定义

状态	VDD	$\overline{\text{CS}}$	说明
关闭	0V	0V	完全关断
冬眠	3.3V	3.3V	所有内部电源稳压器均关闭——通过 HIBERNATE 引脚使能
休眠	3.3V	0V	通过 TCP/IP 驱动程序使能
接收	3.3V	0V	接收电路开启并接收
发送	3.3V	0V	发送电路开启并发送
待机	3.3V	0V	仅为状态机转换状态——不受用户控制

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

图 2-3: MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 功耗状态图



2.4 JTAG 接口

联合测试行动小组 (Joint Test Action Group, JTAG) 是名为 标准测试访问端口和边界扫描架构 的 IEEE 1149.1 标准的常用名称, 该标准适用的测试访问接口用于通过边界扫描方式测试印刷电路板。MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 支持 JTAG 边界扫描。JTAG 端口提供可选的硬件 JTAG 复位输入 JTAGRST。JTAG_EN 和 JTAGRST 需要驱动为高电平, 以使能 JTAG 模式。在正常工作期间不应使能 JTAG。此功能会影响功耗状态电流。

2.5 调试串行接口

出于串行调试目的, MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 集成了一个“发送数据”引脚 (DEBUGTX) 和一个“接收数据”引脚 (DEBUGRX)。这两个引脚可以通过适当的外部电平转换器连接到市面上的 RS-232 线路驱动器/接收器。串行接口工作在 19200, 8, N, 1, N 的状态下。

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

2.6 SPI 接口

从动串行外设接口（Serial Peripheral Interface，SPI）用于与主机 PIC 单片机连接。从动 SPI 接口与中断线路（INT）配合使用。在工作期间，如果 PIC 单片机的数据可用，MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 模块将使能（逻辑低电平）INT 线。数据传输到主机 PIC 单片机后，MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 将禁用（逻辑高电平）INT 线。SPI SCK 频率最高可达 25 MHz。

从动 SPI 接口采用 [CPOL=0; CPHA=0] 和 [CPOL=1; CPHA=1] 工作模式（0 和 3）。即，使能“片选”（CS）后，在时钟的第一个上升沿开始对数据计时。

数据首先置于具有最高有效位（MSb）的总线上。

CS 引脚必须通过传输块翻转，无法长期保持低电平。CS 的下降沿用于指示传输开始。CS 的上升沿用于指示传输完成。

第 4.0 节“电气特性”中的图 4-1 显示了 SPI 时序图。表 4-7 详细说明了 SPI 时序的交流特性。

2.7 PCB 天线

对于 MRF24WB0MA，PCB 天线在顶层铜箔走线中制作并覆有焊锡掩模。天线下方的各层都没有铜箔走线。

建议将模块安装在主 PCB 的边缘上。允许将 PCB 材料置于模块的天线结构下方，只要主 PCB 上的该区域内没有铜箔走线或铜面。为获得最佳性能，请根据图 1-4 中所示细节将模块放置在主 PCB 上。

下面的图 2-4、图 2-5 和图 2-6 中所示的天线辐射特性图分别参考了三个对应于模块方向的测量轴（绘制在每个图的中心）。

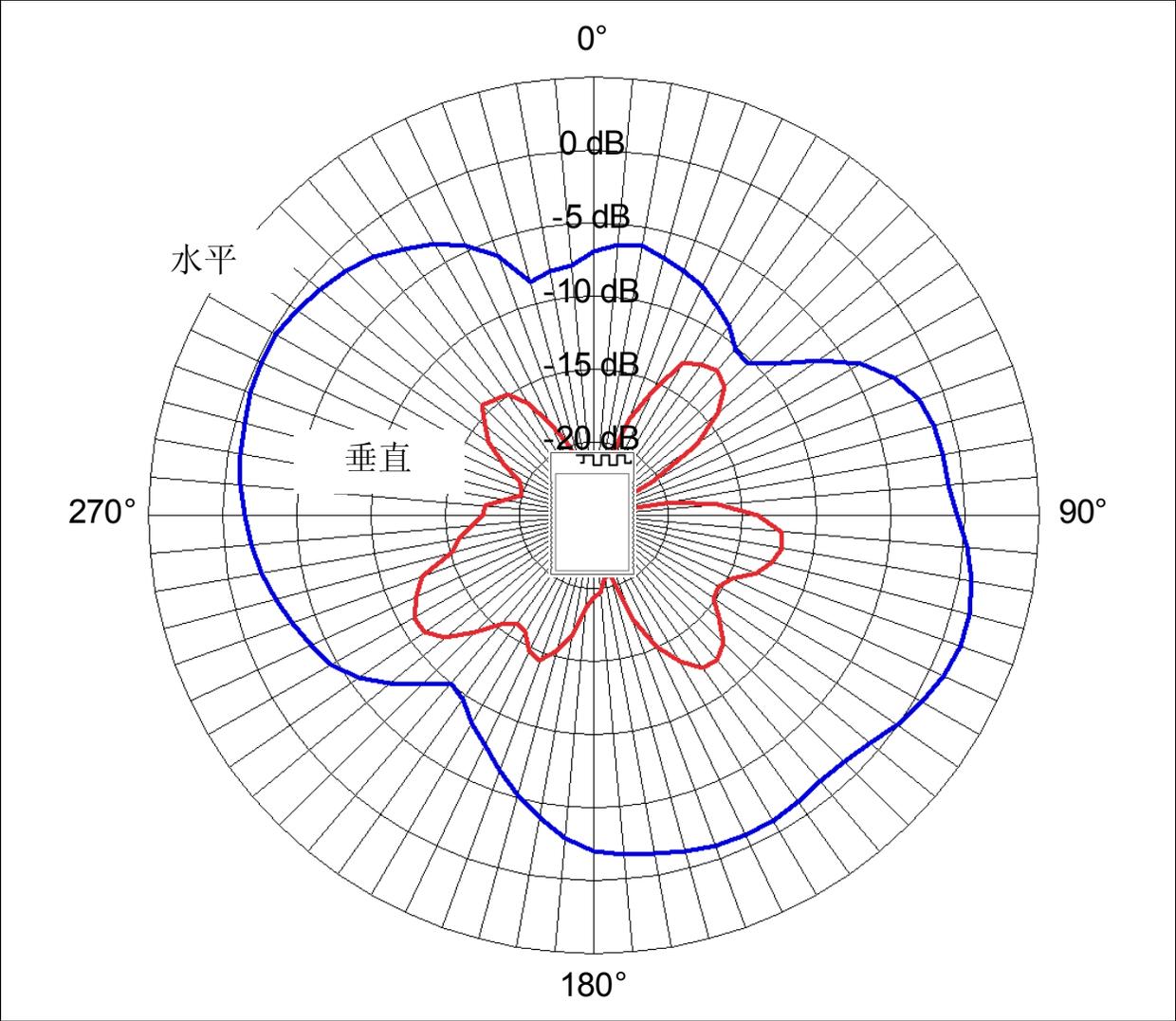
每个图中的水平和垂直数据分别用蓝色和红色表示，对应于测量天线绕模块旋转 360 度后的方向（极化）。

水平测量通过与模块 PCB 平行的接收天线来完成。垂直测量则垂直于模块 PCB 进行。

这些辐射特性图可让设计人员了解模块在链路的另一端相对于接收/发送天线位置的性能。图 2-4、图 2-5 和图 2-6 显示了 PCB 天线的预期模拟辐射特性图。

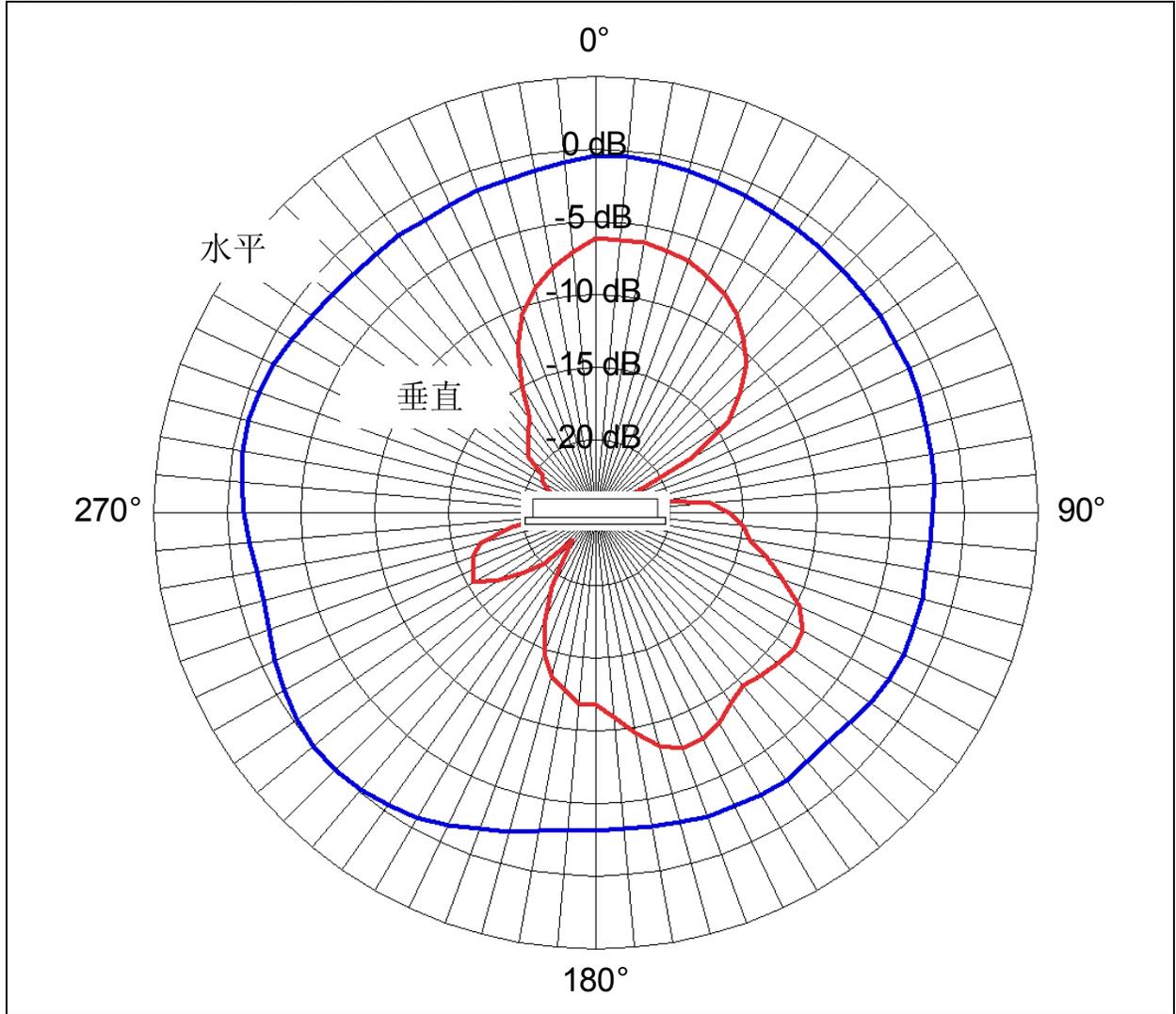
MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

图 2-4: 方位角辐射特性图, 2.44 GHz



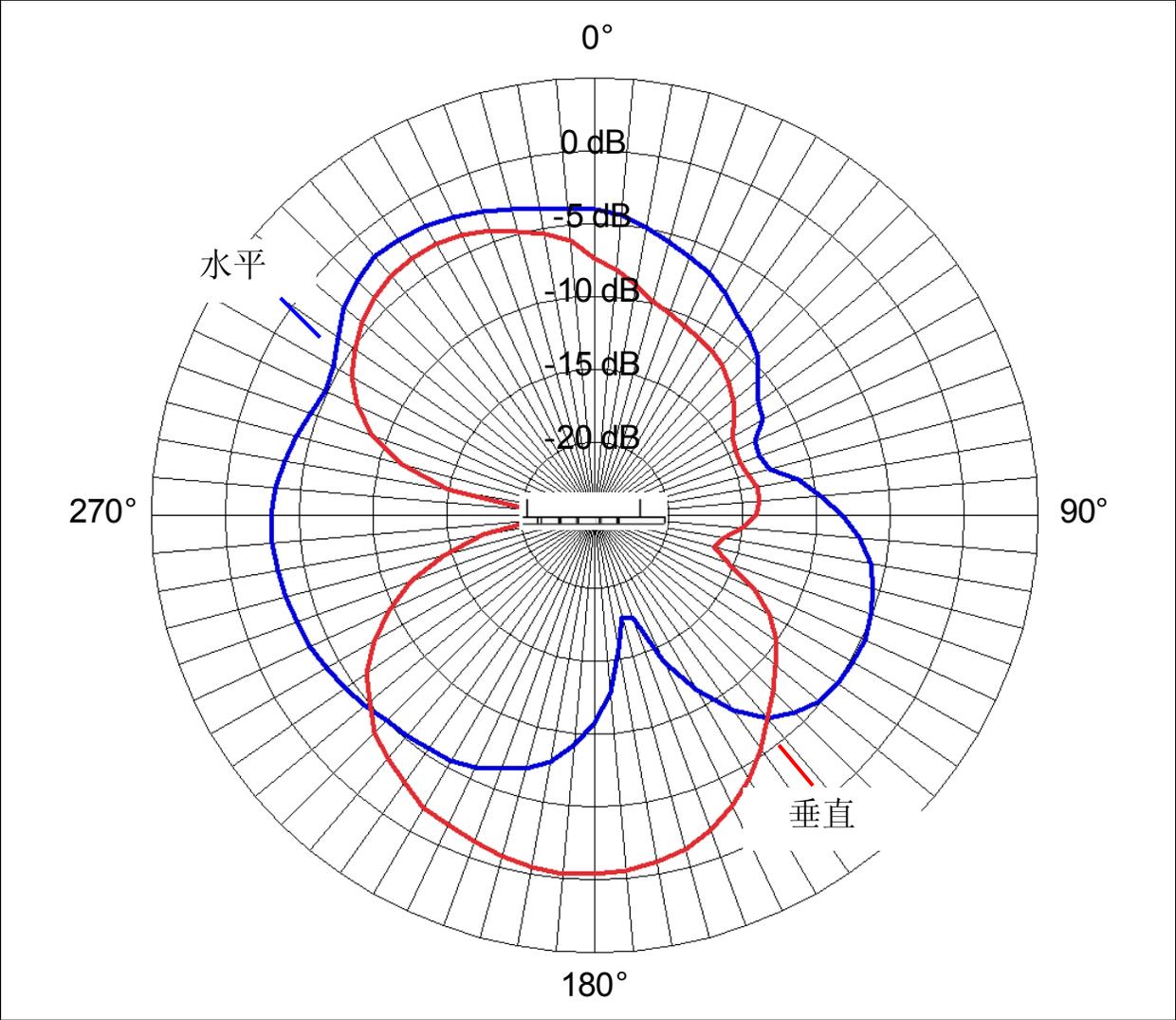
MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

图 2-5: 含有 PCB 天线的一侧的辐射特性图, 2.44 GHZ



MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

图 2-6: 沿引脚边缘的辐射特性图, 2.44 GHz



MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

2.8 外部天线

MRF24WB0MB 经过法规认证，可使用多种天线。仅当使用以下天线，或使用的天线在材料和功能上与以下天线等效时，模块化认证才有效。所有天线都通过超小型同轴（U.FL 或 IPEX）连接器连接到模块。

表 2-2 提供了可用于模块的天线列表。

表 2-2: 经过认证的外部天线列表

部件编号	类型	增益 (dBi)	VSWR 最大值	连接器	厂商
RFA-02-P05	PCB	2	2.0	IPEX	Aristotle
RFA-02-L6H1-70-35	双极	2	2.0	IPEX	Aristotle
RFA-02-D3	双极	1.5	2.0	IPEX	Aristotle
RFA-02-L2H1	双极	2	2.0	IPEX	Aristotle
RFA-02-3-C5H1	双极	3	2.0	IPEX	Aristotle
RFA-02-5-C7H1	双极	5	2.0	IPEX	Aristotle
RFA-02-5-F7H1	双极	5	2.0	IPEX	Aristotle
WF2400-15001A	双极	5	2.0	IPEX	Saytec
WF2400-15001AR	双极	5	2.0	RF-IPEX	Saytec
WF2400-10001I	双极	2	2.0	IPEX	Saytec
WF2400-10001R	双极	2	2.0	RF-IPEX	Saytec
AN2400-5901RS, 与连接器 SMASFR8-3152H-00X00I 配合使用	全向	9	2.0	IPEX	Saytec
AN2400-5901RS, 与连接器 SMASFR8-3152H-00X00IR 配合使用	全向	9	2.0	RF-IPEX	Saytec

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

注:

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

3.0 法规批准

在美国、加拿大和欧洲国家，MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 模块都获得了模块化器件的法规批准。模块化法规批准使最终用户可以在产品中装入 MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 模块，并且在未对模块电路进行任何变更或修改的情况下，无需进行针对人为辐射体（RF 发送器）的法规测试。如果进行变更或修改，用户可能会失去操作此设备的权利。最终用户必须遵从被批准人提出的所有指令，这些指令指示对于合规性所必需的安装和/或操作条件。

集成商可能仍然需要负责对最终产品进行测试，确定在最终设备所销售的特定国家或地区，安装了此模块的设备是否符合其他合规性要求（例如：数字设备辐射和计算机外设要求等）。

关于合规性的详细信息，请参见具体国家或地区的无线电法规。

3.1 美国

依照 2000 年 6 月 26 日发布的 FCC 公告 DA 00-1407 第 15 部分“无需授权的模块化发射器批准”，MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 获得了联邦通信委员会（FCC）CFR47“电信卷”第 15 部分 C 子部分“人为辐射体”15.247 和模块化批准。MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 模块可以集成到产品中，无需获取后续和单独的 FCC 批准。

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 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产品的外部必须显示一个标签，指代所包含的模块。目前可使用的术语示例如下：

包含发射器模块 FCC ID:
W7OZG2100-ZG2101

或者

包含 FCC ID: W7OZG2100-ZG2101

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。

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、使用和辐射无线电频能量，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/电视技师，获取帮助。

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

3.1.1 RF 暴露

由 FCC 管辖的所有发射器都必须符合 RF 暴露要求。OET 公告 65 (关于人体暴露于无线电频电磁场的 FCC 准则合规性的评估) 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无线电频 (RF) 场的限制。此公告提供了关于评估合规性的准则和建议。

在适合的情况下, 可以通过以下方式实现移动设备和无需授权设备的人体暴露准则合规性: 使用警告标签, 并为用户提供关于发射结构与正确安装的天线之间的最小间距的信息。

在手册和 OEM 产品中, 必须包含以下声明, 作为 “警告” 声明, 提醒用户注意 FCC RF 暴露合规性:

为了满足对于移动设备和基站发射设备的 FCC RF 暴露要求, 在设备工作期间, 此设备的天线和人员之间必须保持 20 厘米以上的间距。为了确保合规性, 建议工作时的距离不要低于此距离。

用于此发射器的天线不得与任何其他天线或发射器处于同一位置或一起配合工作。

如果在便携应用 (即, 在工作期间, 天线与人的距离低于 20 厘米) 中使用 MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 模块, 集成商需要负责依照 FCC 规则 2.1091 进行能量比吸收率 (SAR) 测试。

3.1.2 有用的网站

联邦通信委员会 (FCC):
<http://www.fcc.gov>。

3.2 加拿大

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 模块已通过加拿大工业部 (IC) 的无线电标准规范 (RSS) “RSS-210” 和 “RSS-Gen” 的认证, 可以在加拿大使用。

根据 “7.1.1 小节, RSS-Gen”, Issue 2, June 2007, 模块化发射器批准:

“满足以下条件时, 包含单独认证模块的主设备不需要重新认证:

- a) 主设备 (作为独立单位, 不包含任何单独认证模块) 符合所有适用的无线电标准规范。
- b) 主设备及其包含的所有单独认证模块整体满足 RSS-102 的 RF 暴露合规性要求 (如果适用)。
- c) 主设备符合它所包含的每个模块的认证标签要求。”

以下示例演示了标签合规性。

注: 最终配置中的模块的合规性由申请者负责。如果主设备包含的一个或多个单独认证模块的原始描述中提供的关于天线配置的指令未得到遵从, 则不认为主设备通过认证。

根据 “5.2 小节, RSS-Gen”, Issue 2, June 2007, 设备标签:

“对于要在加拿大使用的所有 I 类无线电设备, 在每个发射器、接收器或其不可分组合上都应永久性显示申请者的名称 (即, 制造商的名称、商标或品牌名称)、型号和认证编号。此信息应以除解体或销毁之外的其他方法无法消除的方式附加。字符的大小应可不借助放大手段而清晰可辨, 但不需要大于 8 点字体大小。如果因设备太小而无法满足此条件, 可以在加拿大工业部同意的情况下将此信息包含在用户手册中。”

标签示例如下:

包含 IC: 8248A-G21ZEROG

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

根据“7.1.6 小节, RSS-Gen”, Issue 2, June 2007, 数字电路:

“如果设备包含与无线电发射器无直接关联的数字电路, 那么除了 ICES-003 标签要求之外, 设备还必须符合 ICES-003 A 类或 B 类要求 (适用时)。只要此型号在加拿大进行销售, 设备标签中显示的名称对应的制造商或进口商都应保存所获得的测试数据 (对于 ICES-003 测试), 并在加拿大工业部要求时提供。

3.2.1 有用的网站:

加拿大工业部: <http://www.ic.gc.ca/>

3.3 欧洲

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 模块已经过认证, 可在欧洲国家使用。已经完成了以下测试:

测试标准 ETSI EN 300 328 V1.7.1 (2006-10):

- 最大发射功率
- 最大 EIRP 频谱密度
- 频率范围
- 辐射发射

测试标准 ETSI EN 301 489-1:2008 和 ETSI EN 301 489-17:2008:

- 辐射发射
- 静电放电
- 辐射 RF 敏感性

模块完全符合

- 辐射发射 EN 55022
- 静电放电 EN 61000-4-2
- 辐射抗扰度 EN 61000-4-3
- EN 60950-1
- CE 标志
- RoHS

ETSI 不提供类似于美国 (FCC) 和加拿大 (IC) 的模块化批准。但是, 可将上面完成的测试作为客户认证申请的一部分。测试报告数据可以包含在测试计划中, 可大幅减少客户的认证负担。

European Radio Communications Committee (ERC) Recommendation “70-03 E” 是一个很有用的文档, 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 (ERO) 的网站 <http://www.ero.dk/> 下载。

最终用户需要负责确保在最终设备所销售的每个国家或地区, 设备符合协调频率和标签要求。

3.3.1 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/>

3.4

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。该实用程序可在安装有 Window 的 PC 上运行, 使用 USB-SPI 转换器连接到 MRF24WB0M 模块。要使用该实用程序, MRF24WB0M 模块必须为非复位状态, 并且不能被系统主机访问。即, 发送到 MRF24WB0M 的 SPI 信号必须是三态信号, 同时禁用“复位”和“冬眠”。需要从 MRF24WB0M 获得以下信号才能连接到 PC (通过 USB 适配器):

- SD0
- SDI
- CS
- SCK
- INT
- GND

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 销售人员联系。

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

3.5 Wi-Fi® 联盟

Wi-Fi 联盟认证的重点是基于 802.11 标准的设备互操作性测试。

从历史上看，当认证过程和程序由 Wi-Fi 联盟成员制定时，绝大部分 802.11 客户端以 PC 为中心，认证测试足以应对这些类型的设备。在接下来的几年中，不以 PC 为中心的 Wi-Fi 设备的数量大幅增加。

这些非标准设备已作为一类产品被 Wi-Fi 联盟命名为应用特定设备 (Application Specific Device, ASD)。ASD 是无法在标准联盟测试计划下进行测试的 802.11 设备 (例如客户端或接入点 (access point, AP))，因为它们不符合标准测试配置并且/或者它们被设计用来执行特定应用。其示例包括但不限于：条形码扫描仪、寻呼机、记录设备、监控设备以及电缆调制解调器。

用于验证 ASD 合规性 (通过标准测试床) 的 AP 或客户端将满足适用的系统互操作性测试计划 (称为“标准测试计划”) 中指定的所有要求 (特别免除的要求除外)。MRF24WB0MA 和 MRF24WB0MB 模块均属于 ASD 类别。

这些模块已获得如下认证：使用 WPA2、WPA 和 WEP 的 Wi-Fi 802.11 系统互操作性 ASD 模式测试计划 (采用 IEEE 802.11a、b 和 g 设备 (1.0 版) 的测试引擎)。

按照 Wi-Fi 联盟批准的 ASD 测试计划，Microchip MRF24WB0MA 和 MRF24WB0MB 模块化解决方案的定义如下：

“成员无线解决方案是包括 MAC、基带、RF 和功率放大器个人 STA 在内的单芯片 802.11b 模块。该方案将简单易用的 API 用于嵌入式市场，并且工作时不一定需要 OS。支持 1 和 2Mbps (TX 和 RX)。还支持 WEP、WPA Personal 和 WPA2 Personal 安全性。支持的加密方式为 AES 和 TKIP。成员无线解决方案通过 SPI 总线与主机连接。成员无线解决方案的部分应用如下：

- 传感器 / 控制，如工业和工厂传感器、HVAC 以及照明设备
- 消费电子产品，如遥控器、玩具和网络收音机

本认证确保 MRF24WB0MA 和 MRF24WB0MB 模块已通过现有消费和商业 Wi-Fi 设备的严格互操作性测试，并且认证已完成 (WFA ID: WFA7150)。所执行的认证工作将节省客户的时间和资金。有关模块化政策的信息，请参见 WFA 模块化政策 (2.2 版；2006 年 3 月)。”

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

4.0 电气特性

表 4-1: 数字电气特性 (标称条件: 25° C, VDD = 3.3V)

参数	最小值	典型值	最大值	单位
VIL (输入低电压)	-0.3	—	0.8	V
VIH (输入高电压)	2	—	5.5	V
VOL (输出低电压)	—	—	0.4	V
VOH (输出高电压)	2.4	—	—	V
IOI (VOL 最大时的输出低电平电流)	—	8.5	—	mA
IOH (VOH 最小时的输出高电平电流)	—	15.4	—	mA

表 4-2: 绝对最大值⁽¹⁾

参数	最小值	最大值	注释
存储温度	-40° C	+125° C	—
VDD	0V	4.2V, 持续 0.5 ms	高于此值的 VDD 及持续时间将禁止无线电
SDI、 $\overline{\text{CS}}$ 和 SCK 上的 VIN	-0.3V	5.5V	—

注 1: 使用列出的绝对最大值并不意味着能正常工作。工作在这些参数值下没有保障, 并可能减少元件的使用寿命。

表 4-3: 建议的工作条件

参数	最小值	典型值	最大值	单位
环境温度 ⁽²⁾	-20	—	+85	°C
VDD——用于 FCC 和 IC	2.70	3.3	3.63 ⁽¹⁾	V

注 1: 最大工作电压为 3.63V 时, 模块将检测到 4.2V 的过压状态并在 0.5 秒后禁止 RF 发射功能。这是一项 RF 认证要求, 用于在无法预见的过压情况下禁止发射。

2: 工业部件编号的环境温度范围为 -40° C 至 85° C。有关工业温度部件的信息, 请与 Microchip 销售联系。

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

表 4-4: 电流消耗⁽³⁾ (标称条件: 25° C, VDD = 3.3V)

参数	最小值	典型值	最大值	单位
I _{DD} , 冬眠 = 3.3V	—	0.1	—	μA
I _{DD} , 休眠 (软件使能)	—	250 ⁽¹⁾	—	μA
I _{DD} , 待机 (过渡状态)	—	10	—	mA
I _{DD} core ⁽²⁾ , RX ON (接收时天线端口的 2 Mbps 调制信号为 -83 dBm)	—	85	—	mA
I _{DD} core, TX ON, +0 dBm	—	115	—	mA
I _{DD} core, TX ON, +10 dBm	—	154	—	mA

注 1: 休眠电流是指 DTIM 信标之间的“待机”期间消耗的电流。模块将在收到 DTIM 前 2 ms 唤醒并打开其接收器，也可能打开发射器 (如果要发送数据)。

2: I_{DD} core 是指器件消耗的电流，不包括 SPI 端口的 I/O 消耗。

3: 电流消耗值表示典型峰值电流，测得的电流条件对应于 85% 占空比调制信号。Wi-Fi 应用通常工作在小于 85% TX 占空比的条件下。TX 电流取决于发射功率设置、发射数据速率以及使用的带宽等条件。RX 电流受连接距离影响。

表 4-5: 接收器交流特性⁽¹⁾

参数	最小值	典型值	最大值	单位
F _{lo}	2412	—	2484	MHz
RX 最小输入电平灵敏度, 1 Mbps, 8% PER	—	-91	—	dBm
RX 最小输入电平灵敏度, 2 Mbps, 8% PER	—	-88	—	dBm
RX 最大输入电平 (功率), 1 Mbps, 8% PER	—	-4	—	dBm
RX 最大输入电平 (功率), 2 Mbps, 8% PER	—	-4	—	dBm

注 1: 标称条件: 25° C, VDD = 3.3V, F_{lo} = 2437 MHz, 在天线端口测量。

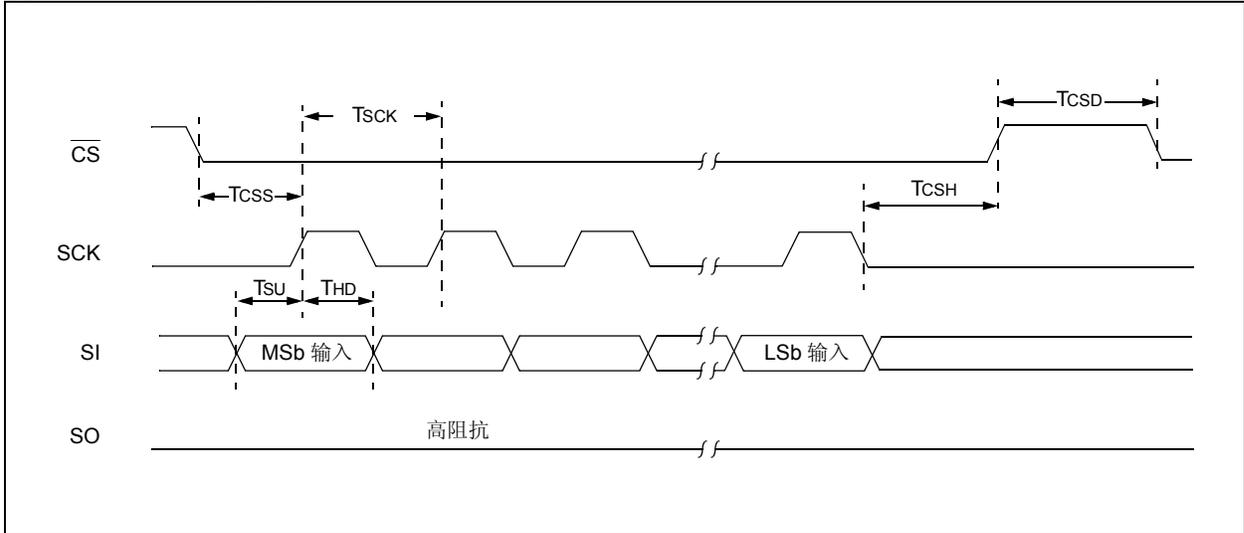
表 4-6: 发射器交流特性⁽¹⁾

参数	最小值	典型值	最大值	单位
F _{lo}	2412	—	2484	MHz
平均 P _{out} (符合发射频谱屏蔽)	—	+10	—	dBm
平均 P _{out} 增益, 步长分辨率从 +5 至 +10 dBm	—	0.5	—	dB
平均 P _{out} 增益, 步长分辨率从 -5 至 +5 dBm	—	1.0	—	dB
平均 P _{out} 稳定变化	-0.5	—	0.5	dB

注 1: 标称条件: 25° C, VDD = 3.3V, F_{lo} = 2437 MHz, 2 Mbps, 调制信号在天线端口测量。

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

图 4-1: SPI 输入时序



每次传输 SPI 块时都必须翻转 \overline{CS} 。

图 4-2: SPI 输出时序

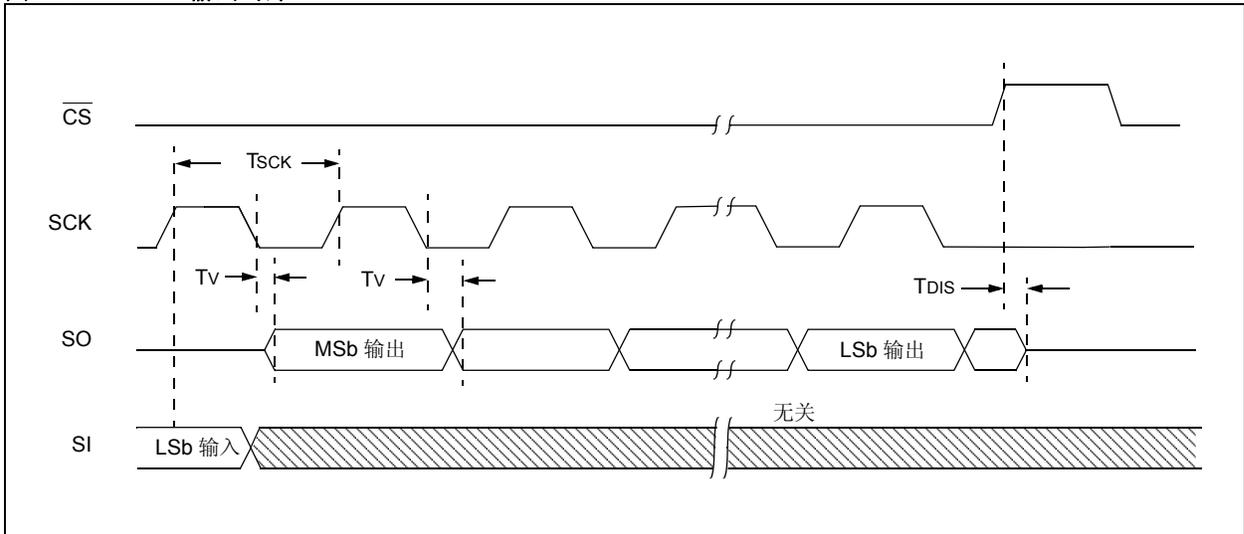


表 4-7: SPI 接口交流特性

符号	参数	最小值	最大值	单位
T _{SCK}	SCK 周期	40	—	nS
T _{CSD}	\overline{CS} 高电平时间	50	—	nS
T _{CSS}	\overline{CS} 设置时间	50	—	nS
T _{CSH}	\overline{CS} 保持时间	50	—	nS
T _{SU}	SDI 设置时间	10	—	nS
T _{HD}	SDI 保持时间	10	—	nS
T _V	SDO 有效时间	—	15	nS

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

注:

附录 A： 版本历史

版本 A（2010 年 4 月）

这是本文档的初始版本。

版本 B（2011 年 6 月）

此版本包括以下更新：

- 更新“[工作特性：](#)”，将温度范围更改为 -20° C 至 +85° C
- 更新[表 1-1](#)：增加引脚 23 的类型和引脚说明。
- 更新[表 4-3](#)
- 替换[图 2-2](#)
- 更新[第 2.0 节 “电路说明”](#)
- 增加[第 3.4 节](#)
- 更新“[产品标识体系](#)”中订货代码上的温度
- 少量更改整篇文档的文字和格式。

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

注:

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。只要使用常用的因特网浏览器即可访问。网站提供以下信息：

- **产品支持**——数据手册和勘误表、应用笔记和样本程序、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存档软件
- **一般技术支持**——常见问题 (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，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://support.microchip.com> 获得网上技术支持。

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

读者反馈表

我们努力为您提供最佳文档，以确保您能够成功使用 Microchip 产品。如果您对文档的组织、条理性、主题及其他有助于提高文档质量的方面有任何意见或建议，请填写本反馈表并传真给我公司 TRC 经理，传真号码为 86-21-5407-5066。

请填写以下信息，并从下面各方面提出您对本文档的意见。

致： TRC 经理 总页数 _____
关于： 读者反馈
发自： 姓名 _____
公司 _____
地址 _____
国家 / 省份 / 城市 / 邮编 _____
电话： (_____) _____ 传真： (_____) _____

应用 (选填)：

您希望收到回复吗？ 是 ___ 否 ___

器件： MRF24WB0MA/MRF24WB0MB 文献编号： DS70632B_CN

问题：

1. 本文档中哪些部分最有特色？

2. 本文档是否满足了您的软硬件开发要求？如何满足的？

3. 您认为本文档的组织结构便于理解吗？如果不便于理解，那么问题何在？

4. 您认为本文档应该添加哪些内容以改善其结构和主题？

5. 您认为本文档中可以删减哪些内容，而又不会影响整体使用效果？

6. 本文档中是否存在错误或误导信息？如果存在，请指出是什么信息及其具体页数。

7. 您认为本文档还有哪些方面有待改进？

MRF24WB0MA/MRF24WB0MB

产品标识体系

欲订购器件（包括工业器件）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。

器件编号	M	X	I	-X	示例:
器件	模块	模块类型	卷带式	温度范围	a) MRF24WB0MA/RM = 扩展商业级温度, 托盘式 b) MRF24WB0MB/RM = 扩展商业级温度, 托盘式
器件	MR24WB0MA/MRF24WB0MB; VDD 范围为 2.7V 至 3.6V				
温度范围	-20° C 至 +85° C (扩展商业级) -40° C 至 +85° C (工业级温度)				



MICROCHIP

全球销售及服务中心

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

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

Farmington Hills, MI
Tel: 1-248-538-2250
Fax: 1-248-538-2260

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

圣克拉拉 Santa Clara

Santa Clara, CA
Tel: 1-408-961-6444
Fax: 1-408-961-6445

加拿大多伦多 Toronto

Mississauga, Ontario,
Canada
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: 852-2401-1200
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 - 杭州

Tel: 86-571-2819-3180
Fax: 86-571-2819-3189

中国 - 香港特别行政区

Tel: 852-2401-1200
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: 86-755-8203-2660
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: 886-7-213-7830
Fax: 886-7-330-9305

台湾地区 - 台北

Tel: 886-2-2500-6610
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹

Tel: 886-3-6578-3000
Fax: 886-3-6578-370

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: 91-20-2566-1512
Fax: 91-20-2566-1513

日本 Japan - Yokohama

Tel: 81-45-471-6166
Fax: 81-45-471-6122

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 - 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

荷兰 Netherlands - Drunen

Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

西班牙 Spain - Madrid

Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

英国 UK - Wokingham

Tel: 44-118-921-5869
Fax: 44-118-921-5820

05/02/11