

---

---

**MRF24WG0MA/MB 数据手册**  
**2.4 GHz IEEE 802.11b/g™**

---

---

**特性**

- 符合 IEEE 802.11 的 RF 收发器
- 惟一的序列化 MAC 地址
- 数据速率：对于 802.11b，为 1 到 11 Mbps/ 对于 802.11g，为 6 到 54 Mbps
- 兼容 IEEE 802.11b/g/n 网络
- 小尺寸：21 mm x 31 mm 的 36 引脚表面贴装模块
- 集成的 PCB 天线 (MRF24WG0MA)
- 可选配备超小型同轴 (U.FL) 连接器的外部天线 (MRF24WG0MB)
- 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、加拿大和欧洲的无线电法规认证 (分别为 FCC、IC 和 ETSI)
- 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：2.8V 至 3.6V (典型值为 3.3V)
- 温度范围：-40°C 至 +85°C
- 简单的带中断的 4 线 SPI 接口
- 低电流：
  - 接收 (RX) 模式——156 mA (典型值)
  - 发送 (TX) 模式——240 mA (+18 dBm 典型值)
  - 节能 (PS) 模式——4 mA (典型值)
  - 冬眠模式——0.1 mA (典型值)

**RF/ 模拟特性**

- 工作于 ISM 波段 2.400 至 2.484 GHz
- 信道 1-11
- DSSS/OFDM 调制
- 应用吞吐量：4500 kbps
- 1 Mbps 时的典型灵敏度为 -95 dBm
- 使用控制功能时的典型 802.11b 发送功率为 +18 dBm
- 使用控制功能时的典型 802.11g 发送功率为 +16 dBm
- 集成的低相位噪声 VCO、RF 频率合成器、PLL 环路滤波器和 PA
- 集成的 RSSI ADC 和 I/Q DAC，主机可获取 RSSI 读数

**MAC/ 基带特性**

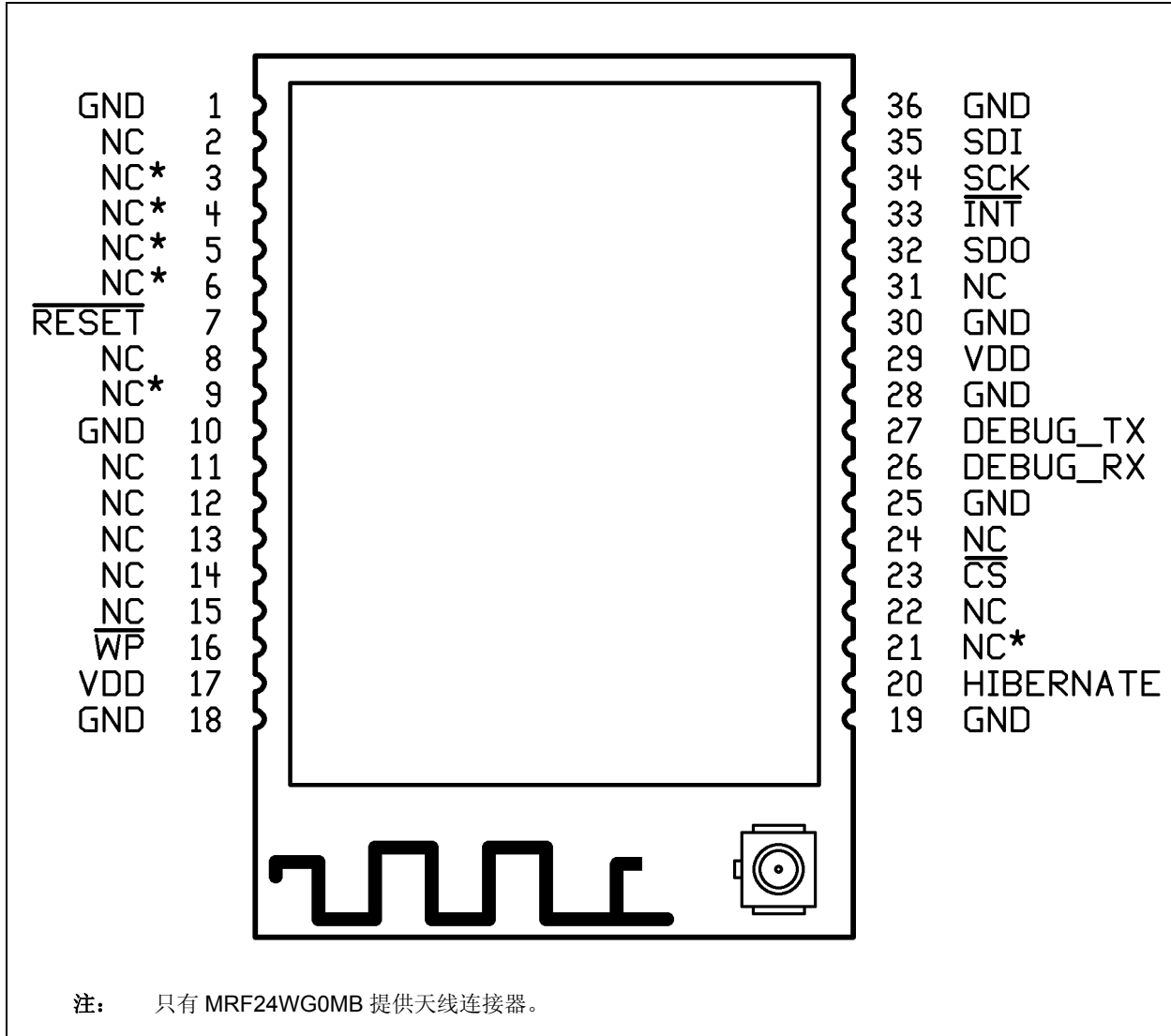
- 硬件 CSMA/CA 访问控制、自动 ACK 和 FCS 创建与检查
- MAC 数据包自动重发
- 硬件安全引擎 (基于 AES 和 RC4 的加密)
- 支持 802.1x 和 802.1i 安全性：WEP、WPA-PSK 和 WPA-2-PSK。
- 支持基础结构、Adhoc 和 Wi-Fi® Direct 客户端
- 实现 Wi-Fi 保护设置 (Wi-Fi Protected Setup, WPS) 和 SoftAP，以简化产品调试

**应用**

- 公共事业和智能能源：
  - 温控器
  - 智能仪表
  - 白色家电
  - HVAC
- 消费类电子产品：
  - 遥控器
  - 网络收音机
  - 家庭安防
  - 玩具
- 工业控制：
  - 化学传感器
  - HVAC
  - 安防系统
  - 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

# MRF24WG0MA/MB

引脚图



## 目录

1.0 器件概述 .....	5
2.0 电路说明 .....	11
3.0 法规批准 .....	21
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](mailto: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](http://www.microchip.com) 上注册。

# MRF24WG0MA/MB

---

注:

## 1.0 器件概述

MRF24WG0MA 和 MRF24WG0MB 是符合 IEEE 802.11 的低功耗 2.4 GHz 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。这些模块还为运行 WPA-EAP 应用安全的主机提供加速。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。

MRF24WG0MA 模块经批准可以与集成的 PCB 螺旋天线配合使用。

MRF24WG0MB 模块附带超小型同轴连接器（U.FL），经批准可以与一系列通过模块认证的天线类型配合使用。有关具体建议，请参见第 2.7 节“外部天线”。

MRF24WG0MA/MB 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，以及管理和数据包通信。

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<sup>®</sup> MCU 组合在一起可支持 IEEE 标准 802.11 和 IP 服务。例如，这样便可立即实现无线 Web 服务器和电子邮件客户端。

在美国、加拿大和欧洲，MRF24WG0MA/MB 模块都获得了模块化器件的法规批准（分别由 FCC、IC 和 ETSI 认证）。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。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 MRF24WG0MA/MB 模块。它通过一个四线串行从动 SPI 接口（产生中断、冬眠、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。串行跟踪端口工作在 3.3V，需要一个电平转换器才能与 RS-232 设备配合工作。该端口提供模块状态消息的串行输出，对调试很有帮助。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 MRF24WG0MA/MB 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 Microchip TCP/IP 协议栈内部的命令 API 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，随免费下载的 *Microchip 应用库* 一起提供。

# MRF24WG0MA/MB

图 1-1: MRF24WG0MA/MB 框图

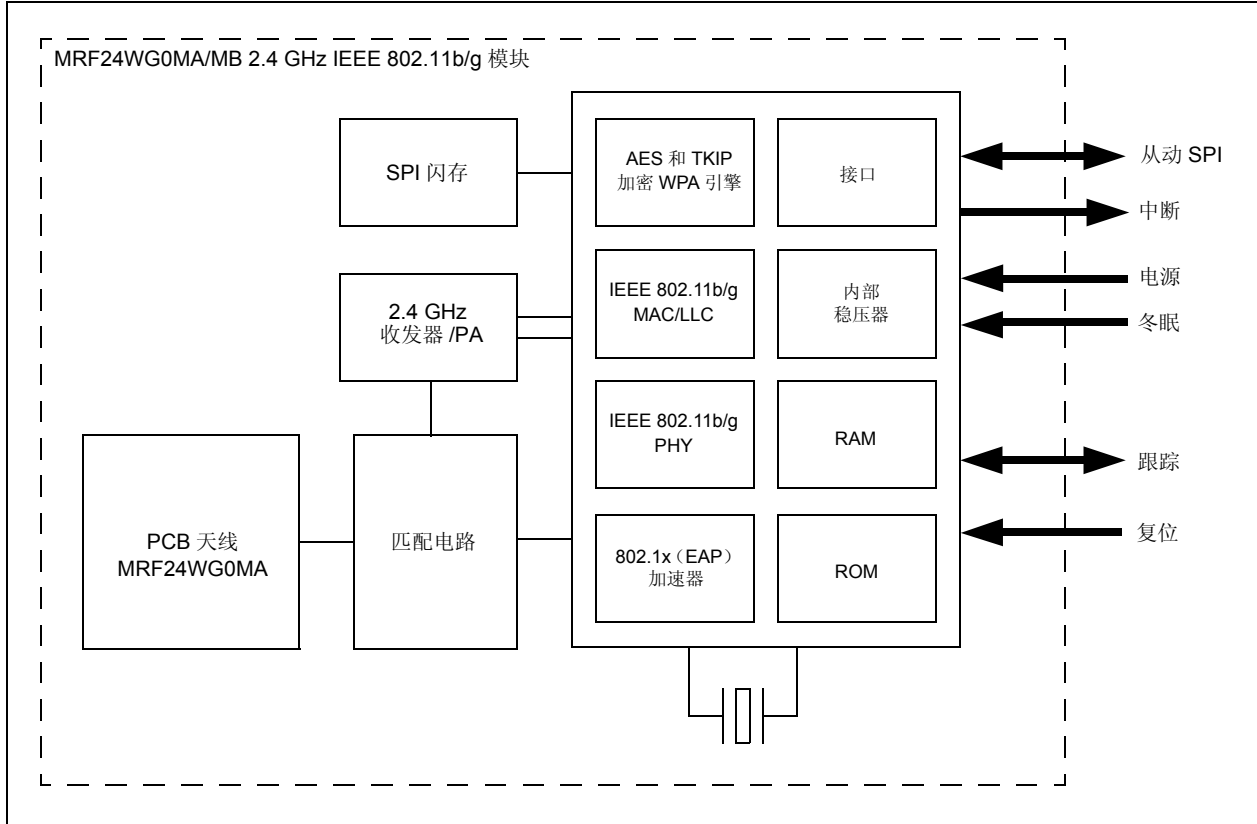


图 1-2: 单片机与 MRF24WG0MA/MB 的连接

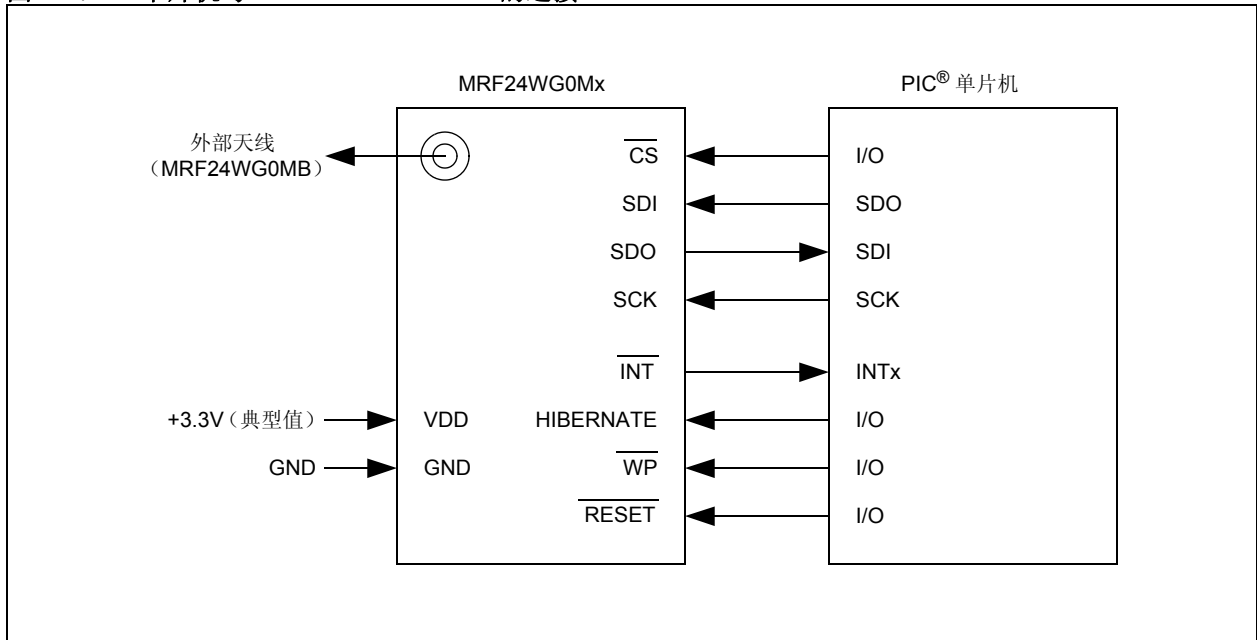


表 1-1: 引脚说明

引脚	符号	类型	说明
1	GND	P	地
2	NC*	NC*	无连接 <sup>(3)</sup>
3	NC*	NC*	无连接 <sup>(3)</sup>
4	NC*	NC*	无连接 <sup>(4)</sup>
5	NC*	NC*	无连接 <sup>(3)</sup>
6	NC*	NC*	无连接 <sup>(3)</sup>
7	$\overline{\text{RESET}}$	I: 持续 <sup>(1)</sup>	模块复位输入
8	NC	NC	不要连接
9	NC*	NC*	无连接 <sup>(3)</sup>
10	GND	P	地
11	NC	NC	不要连接
12	NC	NC	不要连接
13	NC	NC	不要连接
14	NC	NC	不要连接
15	NC	NC	不要连接
16	$\overline{\text{WP}}^{(2)}$	I	写保护（此引脚用于使能闪存更新）
17	VDD	P	电源
18	GND	P	地
19	GND	P	地
20	HIBERNATE	I	冬眠模式使能（高电平输入将禁止模块）
21	NC*	NC*	无连接 <sup>(3)</sup>
22	NC	NC	不要连接
23	$\overline{\text{CS}}$	I: 持续 <sup>(1)</sup>	SPI 片选输入，需要持续驱动或上拉
24	NC	NC	不要连接
25	GND	P	地
26	DEBUGRX	I	串行调试端口输入（见第 2.0 节“电路说明”）
27	DEBUGHTX	O	串行调试端口输出（见第 2.0 节“电路说明”）
28	GND	P	地
29	VDD	P	电源
30	GND	P	地
31	NC	NC	不要连接
32	SDO	O	SPI 数据输出
33	$\overline{\text{INT}}$	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	地

图注： 引脚类型缩写：P = 电源输入，I = 输入，O = 输出，NC = 不要连接，NC\* = 无连接

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。

2：  $\overline{\text{WP}}$  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，以使能现场闪存更新。

3： 类型为“NC\*”的信号是先前系列器件上的 JTAG 功能引脚。这些引脚上的信号不起作用，不会影响器件的工作。

4： 该信号应悬空或拉高才能支持功耗最低的 802.11PS 模式。

# MRF24WG0MA/MB

## 1.2 安装细节

MRF24WG0MA/MB 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: MRF24WG0MA/MB 模块的物理尺寸

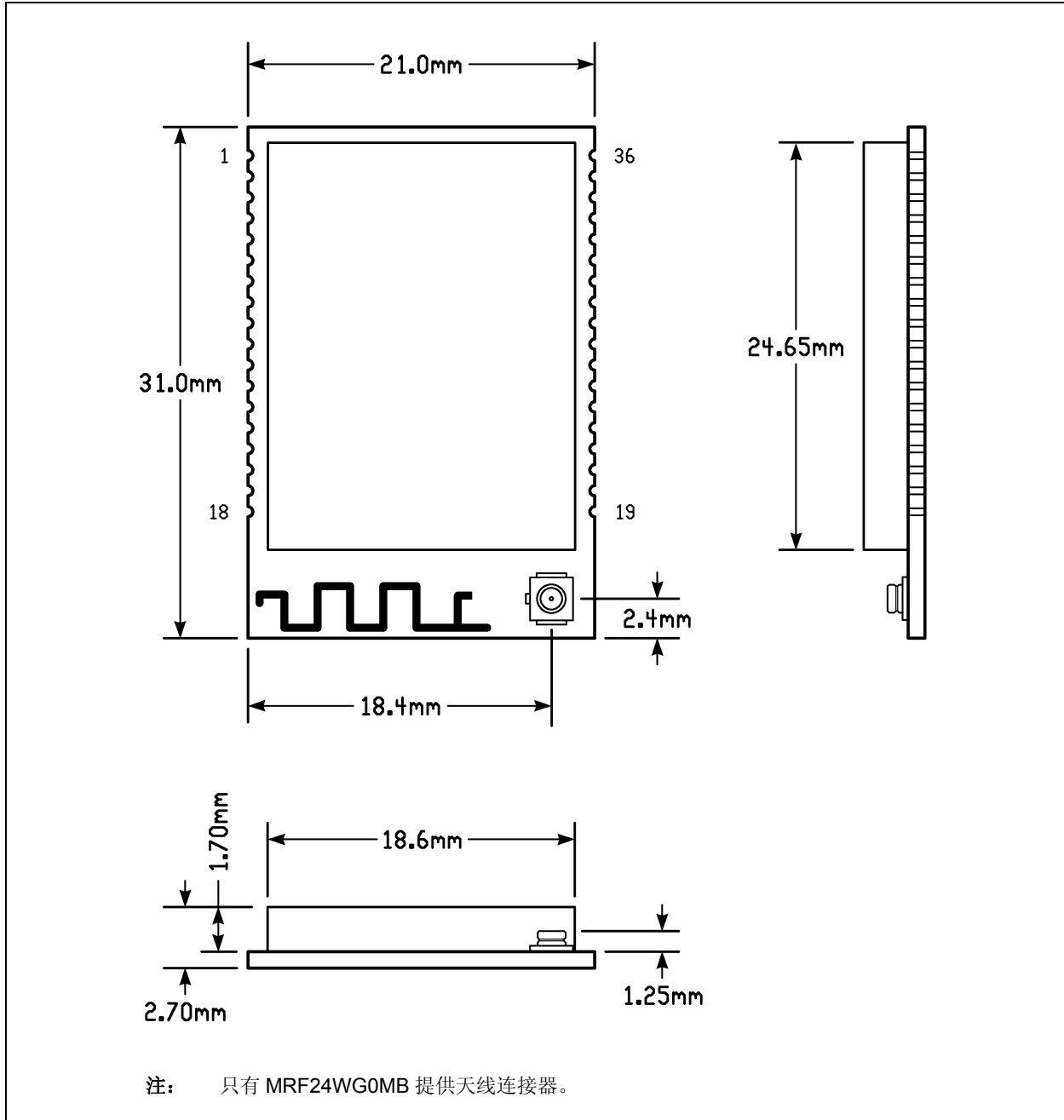


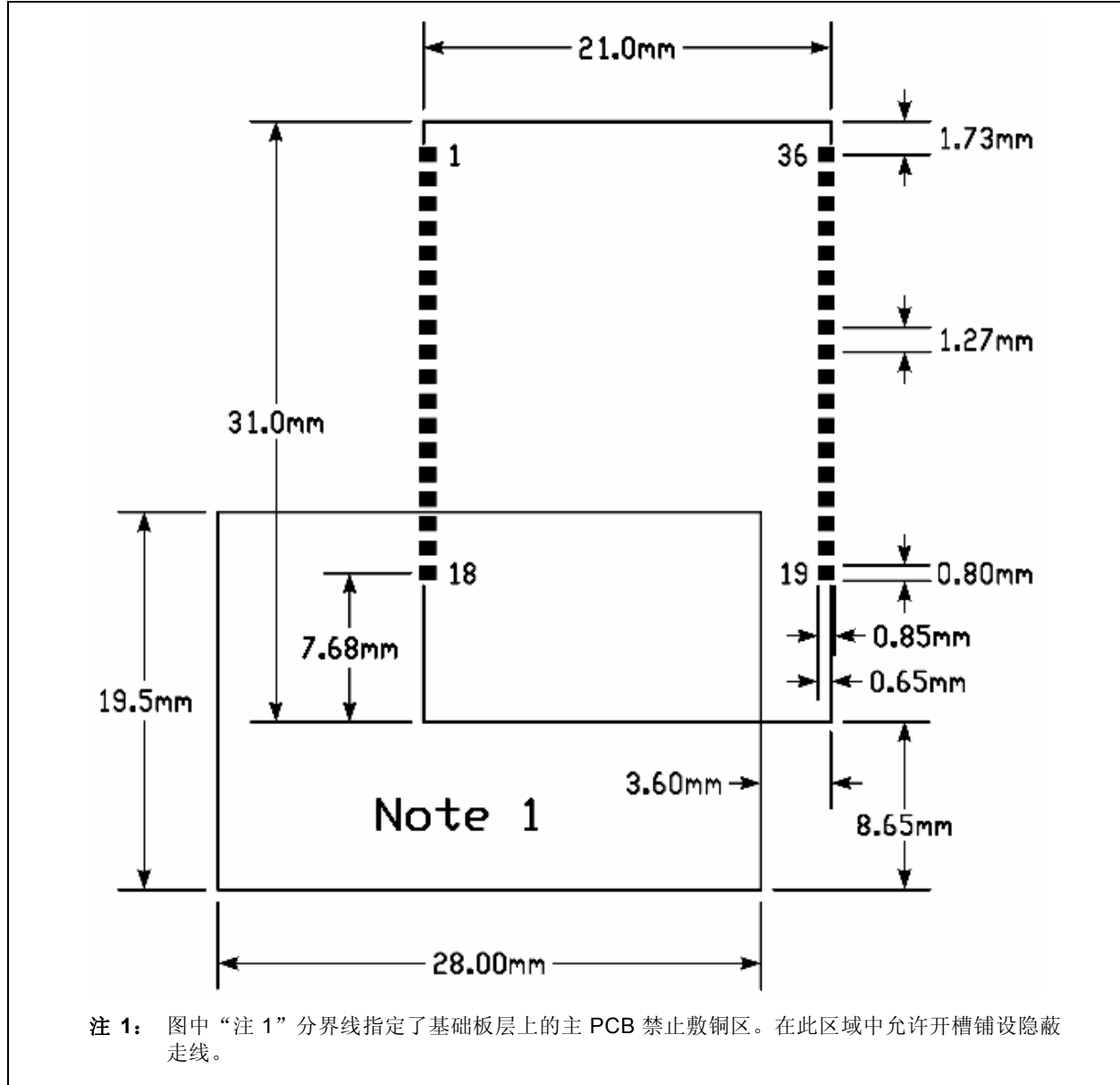


图 1-4 显示了建议的模块在主 PCB 上的布局。

MRF24WG0MA 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



# MRF24WG0MA/MB

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: 初步的模块回流曲线和设定点

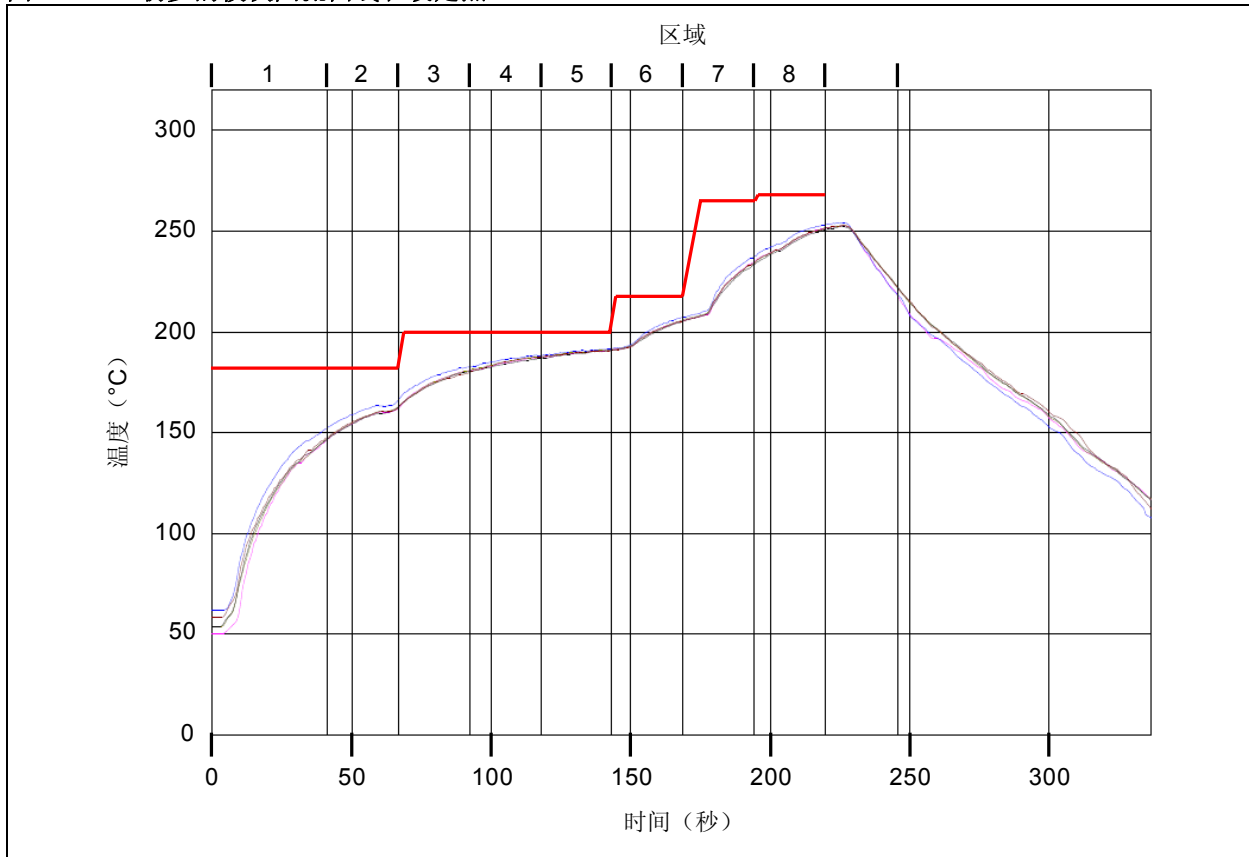


表 1-2: 模块回流曲线 (1)

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

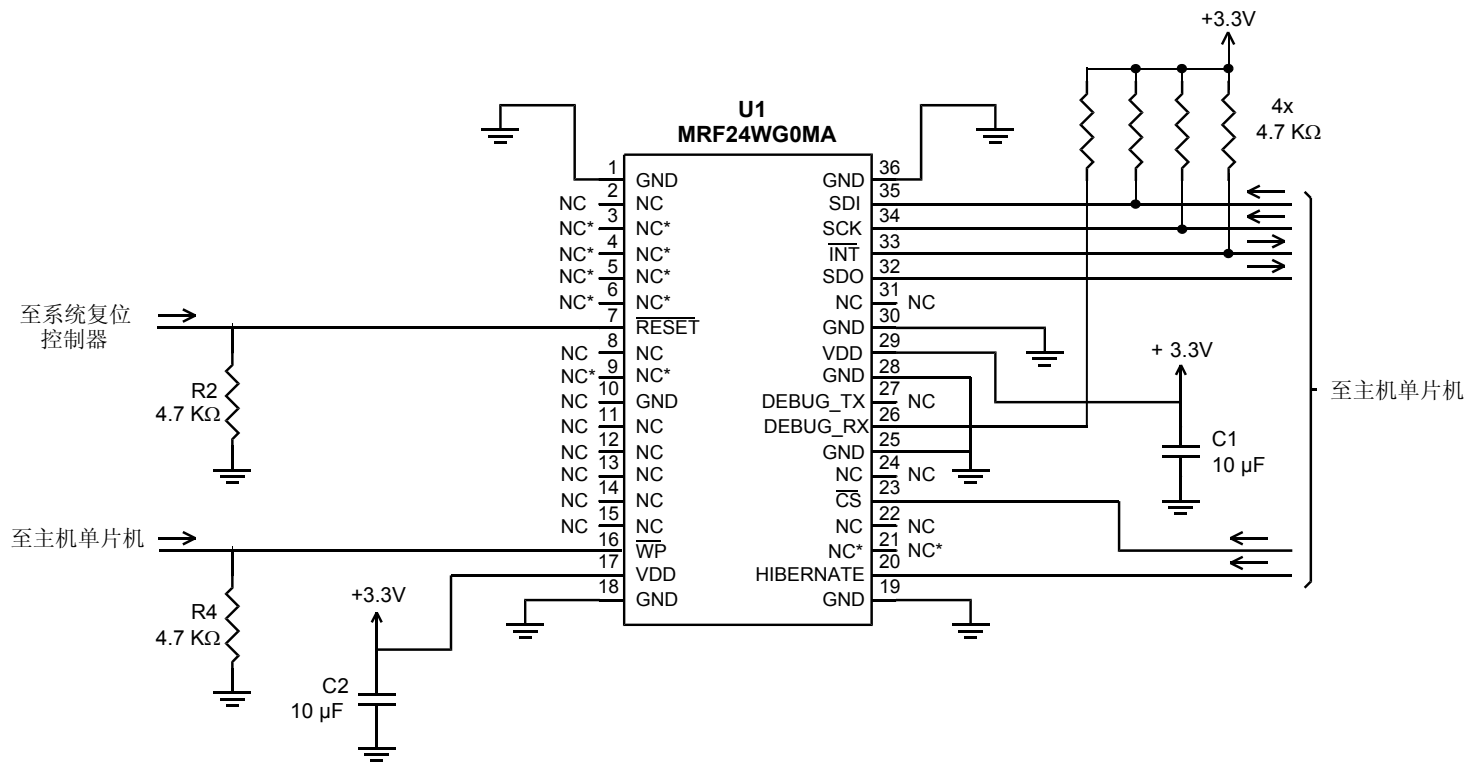
注 1: 传送速度: 90 cm/ 分钟

## 2.0 电路说明

MRF24WG0MA/MB 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: MRF24WG0MA/MB 应用示例原理图



注： 该示例应用原理图仅提供设计建议。有关模块引脚说明，请参见第 1.0 节“器件概述”中的表 1-1。

# MRF24WG0MA/MB

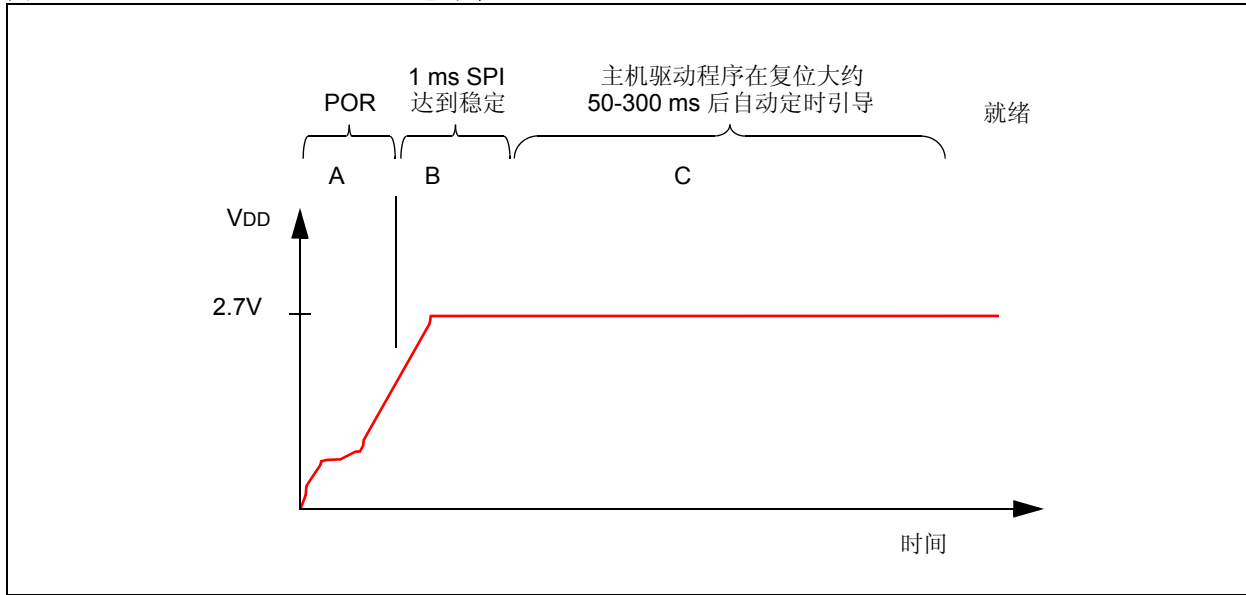
## 2.2 上电顺序

将 HIBERNATE 引脚驱动为高电平，以禁止数字和模拟内核电源的内部稳压器。图2-2显示了MRF24WG0MA/MB的上电顺序。

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部分是在使能模块电源时对 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MRF24WG0MA/MB模块提供充足的初始驱动电流，则可能需要增加该时间。C部分表示由驱动程序控制以从复位周期中恢复。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。

图 2-2: MRF24WG0MA/MB 上电时序



## 2.3 功耗状态

MRF24WG0MA/MB 有多种功耗状态。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操作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。

模块包含大约 70  $\mu\text{F}$  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 1 分钟的间隔内进入冬眠状态则不怎么省电。

### 2.3.2 节能（PS）模式

PS 模式是低功耗动态状态，可自动实现 802.11 节能功能。在此模式下（如果使能），模块将在所有活动结束后进入 PS 模式。

如果有任何 PIC 器件干预，模块将自主唤醒，以便可以从接入点检查 DTIM 信标。如果有通信队列等待模块执行，模块将唤醒，并在下一个可能的机会从接入点获取数据。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 间隔在接入点设定。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天到数周。此模式的特征是从该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

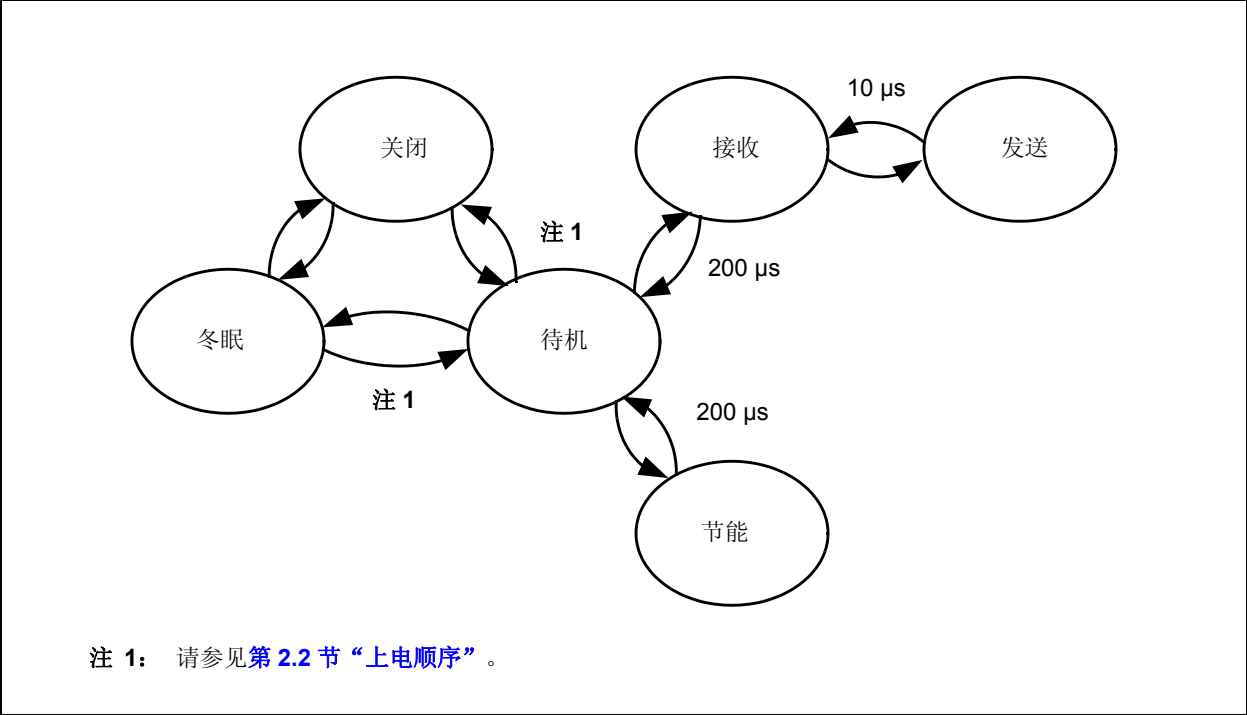
待机状态不受用户控制，但需要注意的是，在功率跟踪期间，它有助于识别和跟踪某些模块操作。

表 2-1: MRF24WG0MA/MB 功耗状态定义

状态	VDD	$\overline{\text{CS}}$	说明
关闭	0V	0V	电源完全断开
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
节能	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

# MRF24WG0MA/MB

图 2-3: MRF24WG0MA/MB 功耗状态图



## 2.4 串行跟踪端口接口

出于串行调试目的，MRF24WG0MA/MB 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（波特率）、8（数据）、N（极性）、1（停止位）和 N（流控制）的状态下。

## 2.5 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（INT）配合使用。在工作期间，若有数据可供 PIC 单片机使用，MRF24WG0MA/MB 模块会将 INT 线置为有效（逻辑低电平）。数据传输到主机 PIC 单片机后，MRF24WG0MA/MB 将 INT 线置为无效（逻辑高电平）。SPI SCK 频率最高可达 25 MHz。

从动 SPI 接口实现 [CPOL = 0; CPHA = 0] 和 [CPOL = 1; CPHA = 1] 工作模式（0 和 3）。即，“片选”（CS）有效后，在时钟的第一个上升沿开始，在时钟控制下传输数据。

数据以首先移入最高有效位（MSb）的方式置于总线上。

CS 引脚必须通过传输电路翻转，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。

## 2.6 PCB 天线

对于 MRF24WG0MA，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，请根据第 1.0 节“器件概述”的图 1-4 中所示细节将模块放置在主 PCB 上。

下面的几张天线辐射特性图是 PCB 天线的模拟结果。图 2-4 显示了模拟图，图 2-5 和图 2-6 显示了二维（2D）和三维（3D）辐射特性图。

计算出的辐射场平均值在图 2-5 中以黄色突出显示。XZ 平面的辐射特性图以红色显示，YZ 平面的辐射特性图以黑色显示。如图所示，最强辐射发生在 XY 平面（红色特性图）。

图 2-6 显示了 3D 辐射“圆环”相对于模块方向的相对位置。这对于放置模块以获取最大范围来说是非常有用的指南。

图 2-7 显示了用各种颜色表示辐射幅值分布的 3D 辐射特性图。值范围为 -9 dB 到 +0.3 dB。这对于解读 2D 辐射特性图非常有用。

# MRF24WG0MA/MB

图 2-4: PCB 天线模拟图

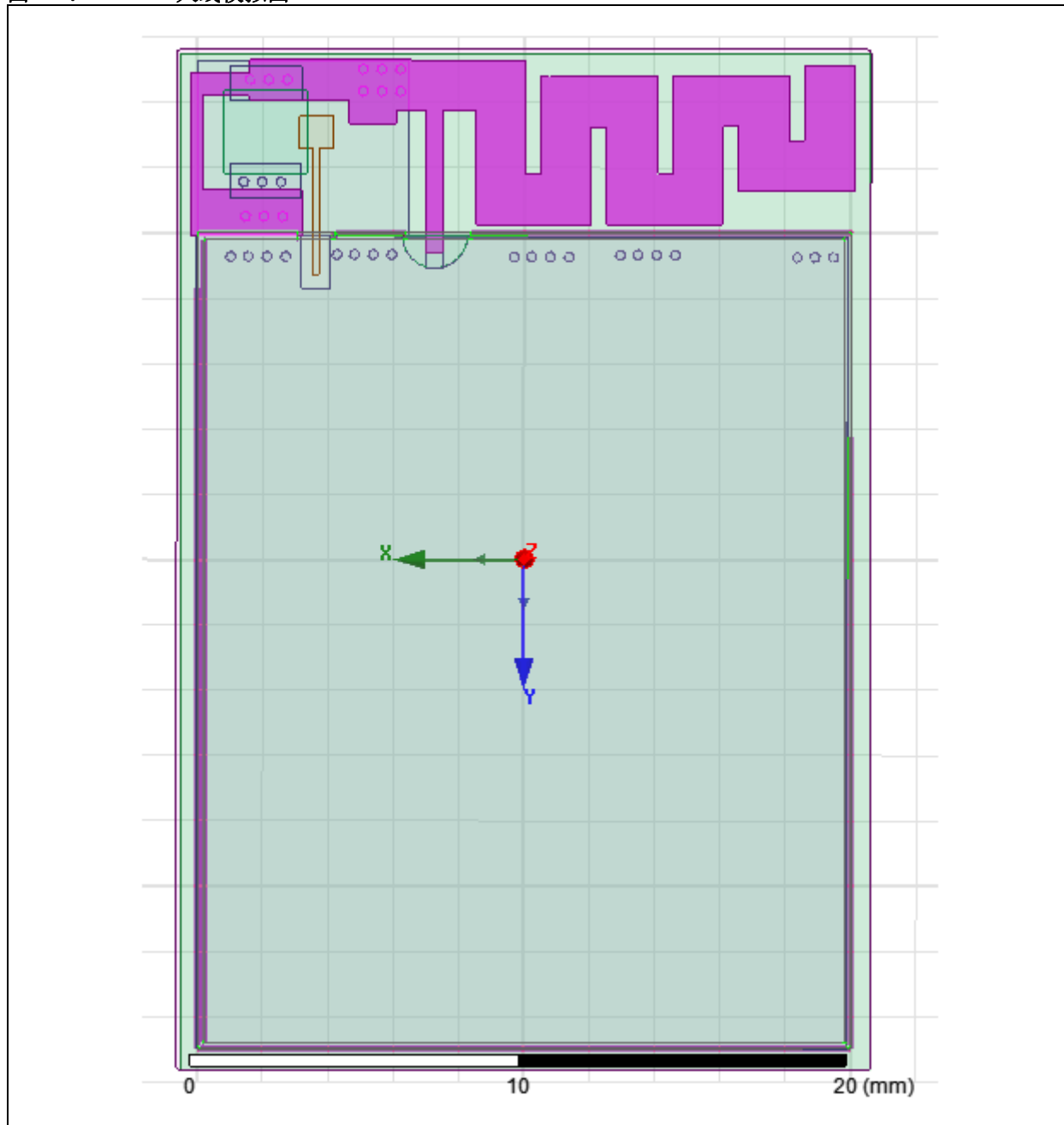
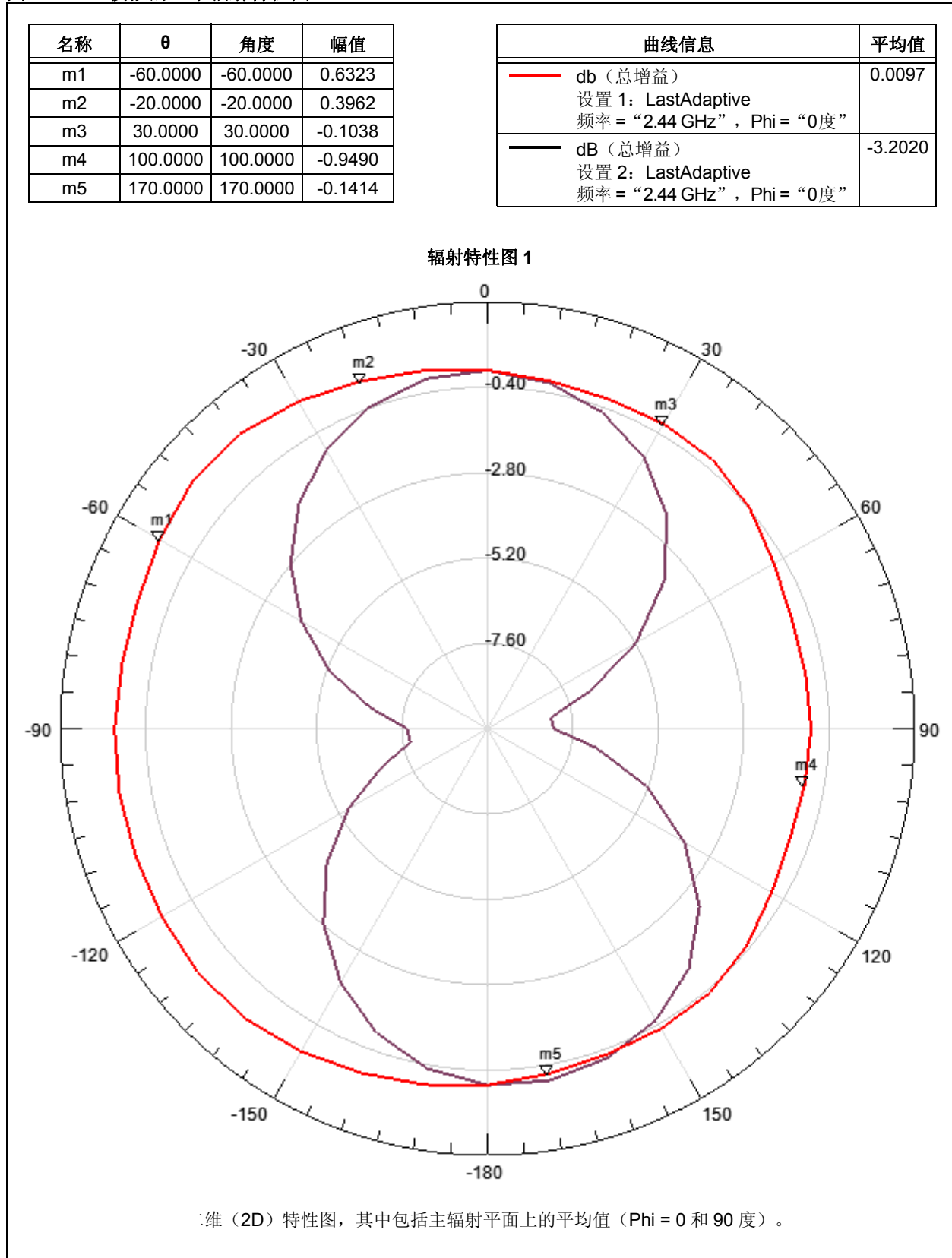




图 2-5: 模拟的二维辐射特性图



# MRF24WG0MA/MB

图 2-6: 模拟的三维辐射特性图

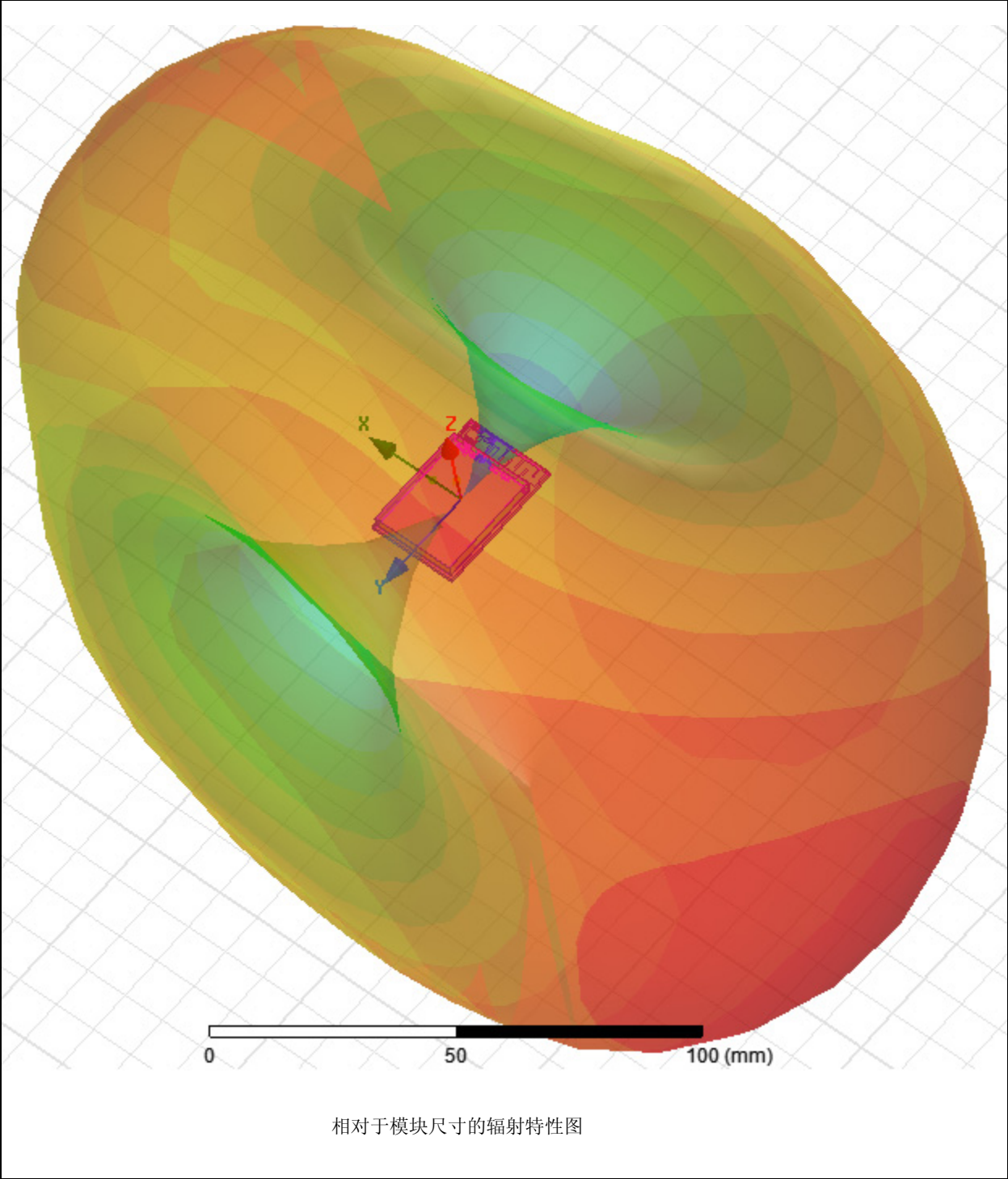
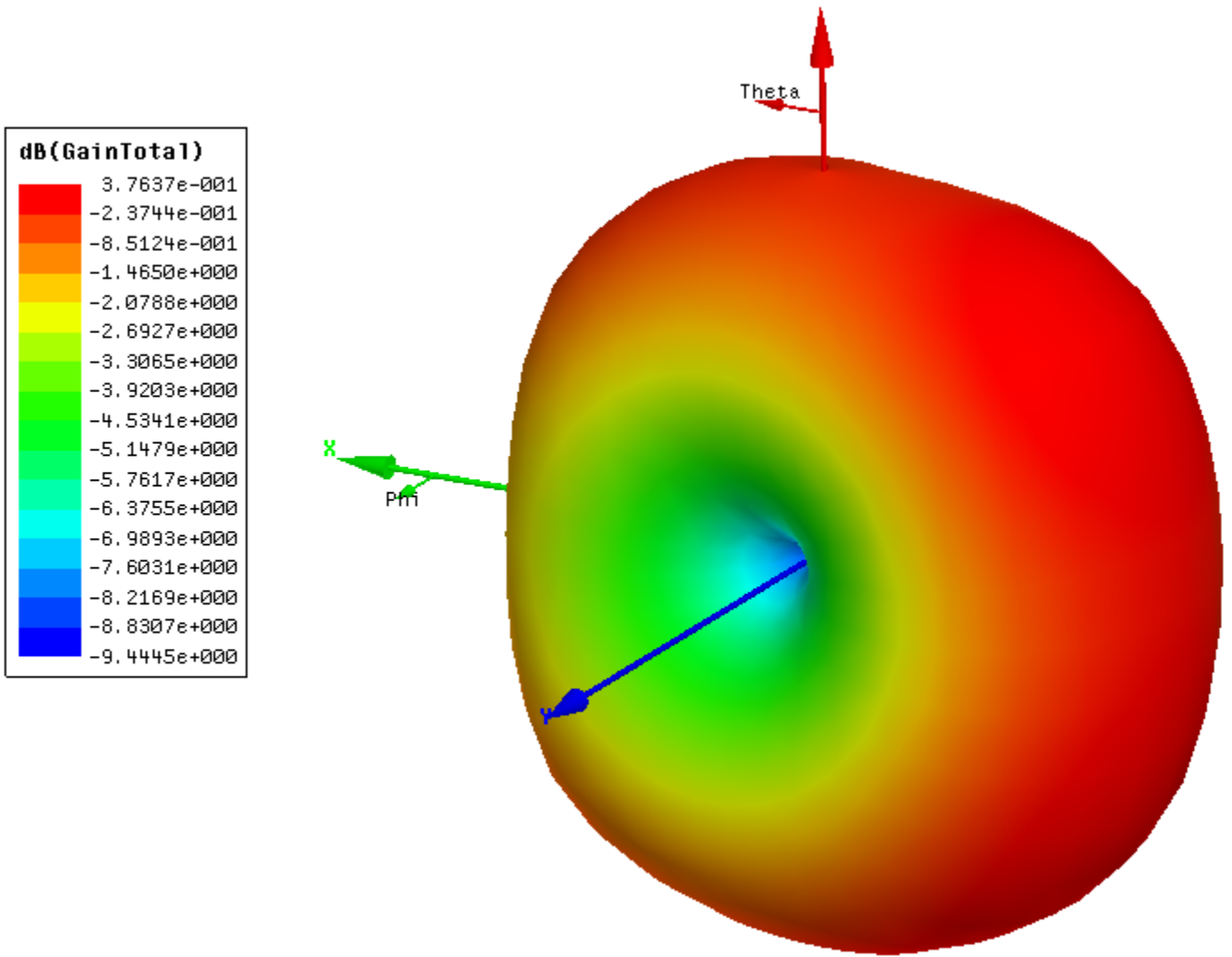


图 2-7: 模拟的三维辐射特性图



三维 (3D) 特性图和幅值分布

# MRF24WG0MA/MB

---

## 2.7 外部天线

MRF24WG0MB 模块配有一个 50Ω 超小型同轴 (U.FL) 连接器，用于连接外部 2.4 GHz 天线。

**警告：** U.FL 连接器是易碎品，只能承受非常有限的插入次数。

天线的选择范围限制在已经过模块测试的天线类型。有关经过测试且批准可以与 MRF24WG0MB 模块配合使用的天线类型的列表，请参见第 3.0 节“法规批准”中相应国家的信息。

表 2-2 提供了可用于模块的经过批准的天线列表。

**表 2-2: 批准的外部天线类型**

类型	制造商	部件编号	增益
偶极	Aristotle	RFA-02-C2M2-D034	2 dBi
PCB	Aristotle	RFA-02-P33-D034	1 dBi
PCB	Aristotle	RFA-02-P05-D034	2 dBi
PIFA	Aristotle	RFA-02-G03-D034	0 dBi

## 3.0 法规批准

在美国和加拿大，MRF24WG0MA/MB 模块都获得了模块化器件的法规认证。模块化法规认证使最终用户可以在最终产品中装入 MRF24WG0MA/MB 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 发射器）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。

MRF24WG0MA/MB 模块已经过测试，符合 EN 300 328 V1.7.1（2006-10）欧洲标准。可以针对最终产品认证和符合性声明（Declaration of Conformity, DoC）进行模块测试。根据最终应用的要求，可能还需要其他测试。

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）。

有关合规性的详细信息，请参见以下部分中具体国家或地区的无线电法规。

### 3.1 美国

MRF24WG0MA/MB 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 认证，并且获得了符合第 15.212 部分 “模块化发射器” 认证的模块化认证。MRF24WG0MA/MB 模块可以集成到最终产品中，无需获取后续和单独的针对人为辐射体的 FCC 批准。

MRF24WG0MA/MB 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用词：

包含发射器模块 FCC ID:

W70MRF24WG0MAMB

或者

包含 FCC ID:

W70MRF24WG0MAMB

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。

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 / 电视技师，获取帮助。

# MRF24WG0MA/MB

## 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 (关于人体暴露于射频电磁场的 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射频 (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短于此距离。

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 MRF24WG0MA/MB 模块, 集成商需要负责依照 FCC 规则 2.1091 进行特定的能量比吸收率 (SAR) 测试。

## 3.1.2 批准的外部天线类型

为了保持美国的模块化认证, 只能使用经过测试的天线类型。允许使用不同天线制造商提供的相同天线类型和天线增益 (等于或小于)。

使用第 2.0 节 “电路说明” 的表 2-2 中列出的天线类型对 MRF24WG0MB 模块进行测试。

## 3.1.3 有用的网站

联邦通信委员会 (FCC):  
<http://www.fcc.gov>。

## 3.2 加拿大

MRF24WG0MA/MB 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。模块化认证允许在主设备中安装模块, 而无需重新认证设备。

主设备的标签要求 (摘自 2010 年 12 月 RSS-Gen 第 3 版第 3.2.1 节):

主设备应正确标记以标识主设备内的模块。

当模块安装在主设备中后, 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语, 如下所示:

包含发射器模块 IC: 7693A-24WG0MAMB

免许可证无线电设备的用户手册注意事项 (摘自 2010 年 12 月 RSS-Gen 第 3 版第 7.1.3 节):

免许可证无线电设备的用户手册必须在醒目位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 标准。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, et (2) l'utilisateur de l'appareil doit accepter tout brouillage radioélectrique subi, même si le brouillage est susceptible d'en compromettre le fonctionnement.

## 3.2.1 批准的外部天线类型

发射器天线（摘自 2010 年 12 月 RSS-Gen 第 3 版第 7.1.2 节）：

MRF24WG0MB 模块只能与经过批准的天线一起销售或工作。可能批准发射器与多种天线类型配合使用。天线类型包括具有相似的带内和带外辐射特性图的天线。应使用正在批准的各种发射器和天线类型组合中增益最高的天线进行测试，并且发射器输出功率设置在最大级别。与成功通过发射器测试的天线相比，类型相同且增益相等或较小的任何天线也将被认为通过发射器认证，可以与发射器一起使用和销售。

如果使用天线连接器上的测量值确定 RF 输出功率，则应根据测量值或天线制造商提供的数据声明设备天线的有效增益。对于输出功率大于 10 毫瓦的发射器，应将总天线增益与测量的 RF 输出功率相加，以展示与指定辐射功率限值的符合性。发射器用户手册应在醒目位置给出以下注意事项：

按照加拿大工业部规定，该无线电发射器只能使用加拿大工业部批准用于该发射器的天线类型和最大（或较小）增益工作。为了减小对其他用户的潜在无线干扰，天线类型及其增益应选择成等效全向辐射功率（Effective Isotropic Radiated Power, EIRP）不超过成功通信所需的功率。

Conformément à la réglementation d'Industrie Canada, le présent émetteur radio peut fonctionner avec une antenne d'un type et d'un gain maximal (ou inférieur) approuvé pour l'émetteur par Industrie Canada. Dans le but de réduire les risques de brouillage radioélectrique à l'intention des autres utilisateurs, il faut choisir le type d'antenne et son gain de sorte que la puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) ne dépasse pas l'intensité nécessaire à l'établissement d'une communication satisfaisante.

上述注意事项应附加在设备上，而不是包含在用户手册中。

配有可拆卸天线的发射器的用户手册还应在醒目位置给出以下注意事项：

此无线电发射器（按认证编号或型号（如果为 II 类）标识设备）已经过加拿大工业部批准，可以与下面列出的指示了每种天线类型的最大允许增益和所需天线阻抗的天线类型配合使用。该列表中未包含且增益大于为该类型指定的最大增益的天线类型严禁与此设备配合使用。

Conformément à la réglementation d'Industrie Canada, le présent émetteur radio peut fonctionner avec une antenne d'un type et d'un gain maximal (ou inférieur) approuvé pour l'émetteur par Industrie Canada. Dans le but de réduire les risques de brouillage radioélectrique à l'intention des autres utilisateurs, il faut choisir le type d'antenne et son gain de sorte que la puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) ne dépasse pas l'intensité nécessaire à l'établissement d'une communication satisfaisante.

紧接上述注意事项，制造商应提供已批准与发射器配合使用的所有天线类型的列表，并指示每种天线类型的最大允许天线增益（dBi）和所需阻抗。

第 2.0 节“电路说明”的表 2-2 中列出了批准用于 MRF24WG0MA/MB 模块的外部天线类型。

## 3.2.2 有用的网站

加拿大工业部：<http://www.ic.gc.ca/>



# MRF24WG0MA/MB

## 3.3 欧洲

MRF24WG0MA/MB 模块符合表 3-1 中汇总的发射标准。可以针对产品认证和符合性声明 (DoC) 进行模块测试。

**注：** 为保持与已测试过的 ETSI 标准的符合性，不得修改模块。

欧洲标准不提供类似于美国和加拿大的模块化认证 (分别为 FCC 和 IC)。但是，可将完成的合规性测试作为客户的产品合规性认证申请的一部分。模块测试报告数据可用作客户产品测试计划的一部分，可大幅减少客户的合规性认证负担。

根据最终应用的要求，可能还需要其他测试。最终产品的制造商负责对最终产品进行测试，确定在销售该设备的特定国家或地区内，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)。

### 3.3.1 外部天线要求

使用第 2.0 节 “电路说明” 的表 2-2 中列出的天线类型来执行欧洲符合性测试。

### 3.3.2 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 (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/rte/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/rte/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>

表 3-1: 测试的发射标准

规范			测试方法
发射标准			
EN 300 328 V1.7.1 (2006-10)	4.3.1	最大发射功率	5.7.2
EN 300 328 V1.7.1 (2006-10)	4.3.2	最大 EIRP 频谱密度	5.7.3
EN 300 328 V1.7.1 (2006-10)	4.3.3	频率范围	5.7.4
EN 300 328 V1.7.1 (2006-10)	4.3.6	发射器杂散发射	5.7.5
EN 300 328 V1.7.1 (2006-10)	4.3.7	接收器杂散发射	5.7.6



## 3.4 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。该实用程序可在安装有 Windows® 的 PC 上运行，使用 USB-SPI 转换器连接到 MRF24WG0MA/MB 模块。要使用该实用程序，MRF24WG0MA/MB 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 MRF24WG0MA/MB 模块的 SPI 信号必须是三态信号，同时禁用“复位”和“冬眠”。需要从 MRF24WG0MA/MB 模块获得以下信号才能连接到 PC（通过 USB 适配器）：

- SDO
- SDI
- $\overline{CS}$
- SCK
- $\overline{INT}$
- 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。

## 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)。MRF24WG0MA/MB 模块属于 ASD 类别。

这些模块已在 ASD 模块测试计划 (采用 IEEE 802.11a、b 和 g 设备 (1.0 版) 的测试引擎) 中通过了 Wi-Fi 802.11 认证。

# MRF24WG0MA/MB

---

注:

## 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<sup>(1)</sup>**

参数	最小值	最大值	注释
存储温度	-40°C	+125°C	—
VDD	0V	3.60V	—
SDI、CS 和 SCK 上的 VIN	-0.3V	3.60V	—

**注 1:** 使用列出的绝对最大值并不意味着能正常工作。超出这些参数值的工作没有保障，并可能缩短元件的使用寿命。

**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	-40	—	+85	°C
VDD——用于 FCC 和 IC	2.80	3.3	3.60	V
VDD——用于 ETSI	3.0	3.3	3.60	V

**表 4-4: 电流消耗<sup>(1)</sup> (标称条件: 25°C, VDD = 3.3V)**

参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
IDD, 冬眠 = 3.3V	—	0.1	—	mA	—
IDD, 节能 (软件使能)	—	4 <sup>(2)</sup>	—	mA	—
IDD, RX ON (接收时天线端口的 1 Mbps 调制信号为 -91 dBm)	—	156	—	mA	—
IDD, TX ON, 802.11b, +18 dBm	—	237	—	mA	在 11 Mbps 时测得
IDD, TX ON, 802.11g, +16 dBm	—	226	—	mA	在 6 Mbps 时测得

**注 1:** 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。

**2:** 节能电流是指 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）。

# MRF24WG0MA/MB

表 4-5: 接收器交流特性<sup>(1)</sup>

参数	最小值	典型值	最大值	单位
Flo	2412	—	2484	MHz
RX 最小输入电平灵敏度, 1 Mbps, 8% PER	—	-95	—	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, Flo = 2437 MHz, 在天线端口测量。

表 4-6: 发射器交流特性<sup>(1)</sup>

参数	最小值	典型值	最大值	单位
Flo	2412	—	2484	MHz
平均 POUT (符合发射频谱屏蔽)	—	+18	—	dBm
平均 POUT 增益, 步长分辨率从 +5 至 +10 dBm <sup>(2)</sup>	—	0.5	—	dB
平均 POUT 增益, 步长分辨率从 -5 至最大值 <sup>(2)</sup>	—	1.0	—	dB

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

2: 增益步长控制未校准。显示步长仅供计划之用。

图 4-1: SPI 输入时序

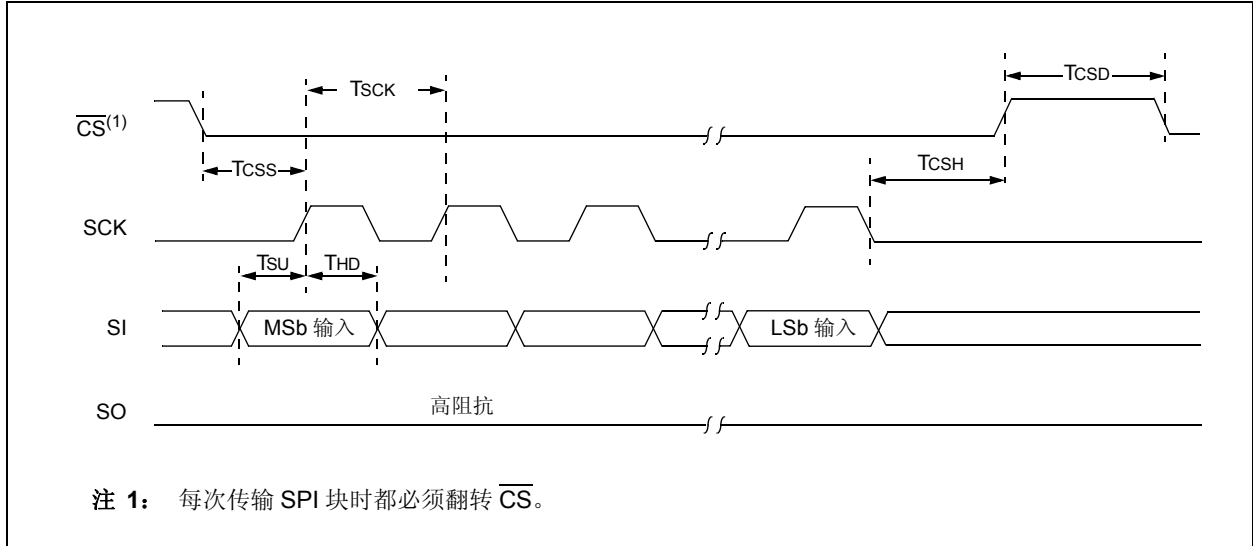


图 4-2: SPI 输出时序

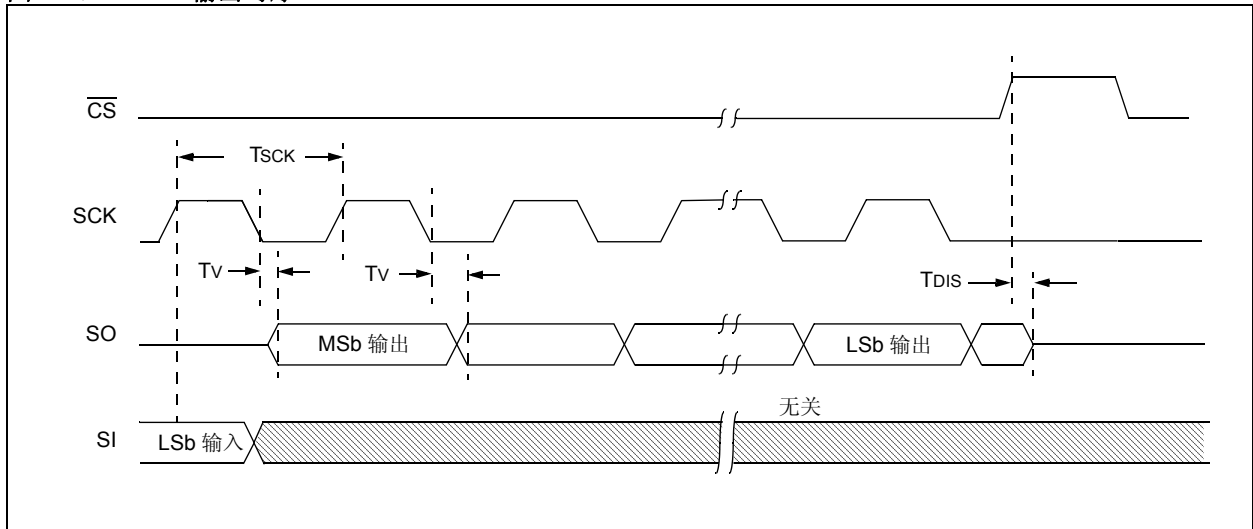


表 4-7: SPI 接口交流特性

符号	参数	最小值	最大值	单位
T <sub>SCK</sub>	SCK 周期	40	—	ns
T <sub>CSD</sub>	$\overline{CS}$ 高电平时间	50	—	ns
T <sub>CSS</sub>	$\overline{CS}$ 建立时间	50	—	ns
T <sub>CSH</sub>	$\overline{CS}$ 保持时间	50	—	ns
T <sub>SU</sub>	SDI 建立时间	10	—	ns
T <sub>HD</sub>	SDI 保持时间	10	—	ns
T <sub>V</sub>	SDO 有效时间	—	15	ns

# MRF24WG0MA/MB

---

注:

## 附录 A: 版本历史

### 版本 A (2012 年 8 月)

本文档的初始版本。

### 版本 B (2012 年 10 月)

此版本包括以下更新:

- 更新了表 1-1: “引脚说明”并增加了新的注
- 更新了图 2-1: “MRF24WG0MA/MB 应用示例原理图”
- 更新了第 2.3.1 节 “冬眠状态”

# MRF24WG0MA/MB

---

注:



## MICROCHIP 网站

Microchip 网站 ([www.microchip.com](http://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](http://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。

# MRF24WG0MA/MB

---

---

## 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： MRF24WG0MA/MB 文献编号： DS70686B\_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？

---

---

## 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	T	-X
器件	模块	模块类型	卷带式	温度范围

器件	MRF24WG0MA/MB; VDD 范围为 2.8V 至 3.60V
温度范围	I = -40°C 至 +85°C (工业级温度)

示例:  
a) MRF24WG0MA-I/RM = 工业级温度

# MRF24WG0MA/MB

---

注:

---

---

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，不得暗中以其他方式转让任何许可证。

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

#### 商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、dsPIC、FlashFlex、KEELOQ、KEELOQ 徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PIC<sup>32</sup> 徽标、rfPIC、SST、SST 徽标、SuperFlash 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、MTP、SEEVAL 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

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

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、BodyCom、chipKIT、chipKIT 徽标、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、REAL ICE、rfLAB、Select Mode、SQI、Serial Quad I/O、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock、ZENA 和 Z-Scale 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。

GestIC 和 ULPP 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。

© 2013, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-62077-252-2

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<sup>®</sup> MCU 与 dsPIC<sup>®</sup> DSC、KEELOQ<sup>®</sup> 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。

## 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](http://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: 86-571-2819-3187  
Fax: 86-571-2819-3189

#### 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  
Fax: 886-7-330-9305

#### 台湾地区 - 台北

Tel: 886-2-2508-8600  
Fax: 886-2-2508-0102

#### 台湾地区 - 新竹

Tel: 886-3-5778-366  
Fax: 886-3-5770-955

#### 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 - 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 - 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 - Druenen

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