



MRF24J40MA

数据手册

2.4 GHz IEEE 标准 802.15.4™

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之中。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。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、Accuron、dsPIC、KEELOQ、KEELOQ 徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、rfPIC、SmartShun 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、Linear Active Thermistor、MXDEV、MXLAB、SEEVAl、SmartSensor 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、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、In-Circuit Serial Programming、ICSP、ICEPIC、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、PICkit、PICDEM、PICDEM.net、PICtail、PIC³² 徽标、PowerCal、PowerInfo、PowerMate、PowerTool、REAL ICE、rfLAB、Select Mode、Total Endurance、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。

© 2008, Microchip Technology Inc. 版权所有。

**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。

2.4 GHz IEEE 标准 802.15.4™ RF 收发器模块

特性:

- 符合 IEEE 标准 802.15.4™ 的 RF 收发器
- 支持 ZigBee®、MiWi™、MiWi™ P2P 和专有的无线联网协议
- 小尺寸：0.7" x 1.1"（17.8 mm x 27.9 mm），可表面贴装
- 集成的晶振、内置稳压器、匹配电路和 PCB 天线
- 易于集成到最终产品中——最大程度降低产品开发周期，缩短上市时间
- 通过美国（FCC）、加拿大（IC）和欧洲（ETSI）的无线电法规认证
- 与 Microchip 单片机系列（PIC16F、PIC18F、PIC24F/H、dsPIC33 和 PIC32）兼容
- 范围最大可达 400 米

工作特性:

- 工作电压：2.4-3.6V（典型值为 3.3V）
- 温度范围：-40°C 至 +85°C（工业级）
- 简单的 4 线 SPI 接口
- 低电流消耗：
 - 接收（RX）模式：19 mA（典型值）
 - 发送（TX）模式：23 mA（典型值）
 - 休眠：2 μA（典型值）

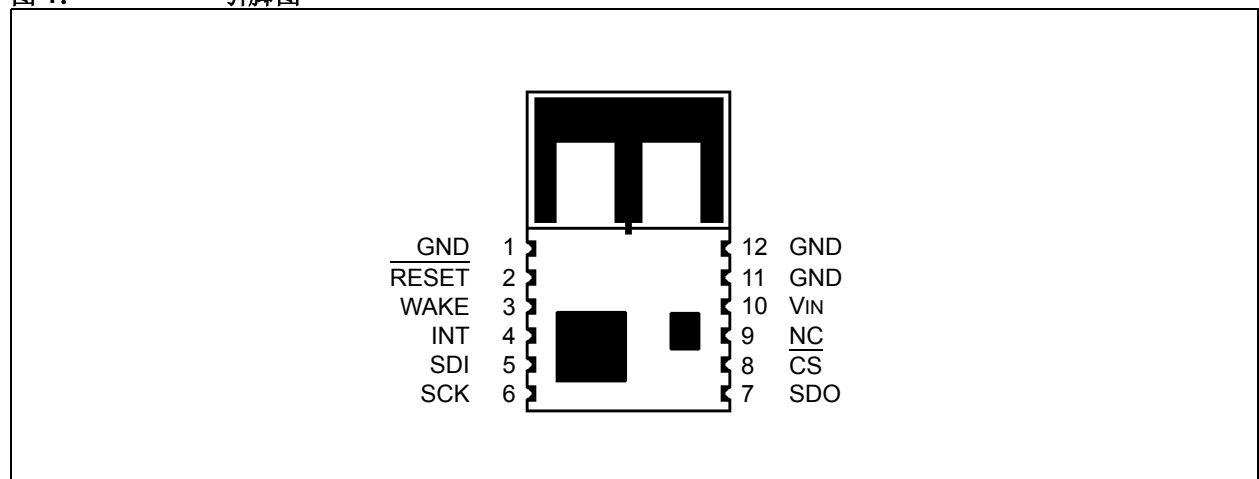
RF/ 模拟特性:

- ISM 波段 2.405-2.48 GHz 工作
- 数据速率：250 kbps
- -94 dBm 的典型灵敏度，+5 dBm 的最大输入级
- +0 dBm 的典型输出功率，36 dB 的发送功率控制范围
- 集成的低相位噪声 VCO、频率合成器和 PLL 环路滤波器
- 数字 VCO 和滤波器校准
- 集成的 RSSI ADC 和 I/Q DAC
- 集成的 LDO
- 高动态范围接收器和 RSSI

MAC/ 基带特性:

- 硬件 CSMA-CA 机制，自动 ACK 响应和 FCS 检查
- 独立的信标、发送和 GTS FIFO
- 支持所有 CCA 模式和 RSS/LQI
- 支持数据包自动重发
- 硬件安全引擎（AES-128），具有 CTR、CCM 和 CBC-MAC 模式
- 支持对 MAC 子层和上层的加密和解密

图 1: 引脚图



MRF24J40MA

目录

1.0 器件概述	3
2.0 电路说明	7
3.0 法规批准	15
4.0 电气特性	19
附录 A: 版本历史	21
索引	23
Microchip 网站	25
变更通知客户服务	25
客户支持	25
读者反馈表	26
产品标识体系	27

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。

1.0 器件概述

MRF24J40MA 是符合 2.4 GHz IEEE 标准 802.15.4™ 的表面贴装模块，具有集成的晶振、内置稳压器、匹配电路和 PCB 天线。MRF24J40MA 模块在无需授权的 2.4 GHz 频段工作，符合 FCC、IC 和 ETSI 的规定。集成式模块设计使集成商可以免去大量的 RF 与天线设计，以及免去合规性测试，从而缩短上市时间。

MRF24J40MA 模块与 Microchip 的 ZigBee®、MiWi™ 和 MiWi P2P 软件协议栈兼容。每种软件协议栈都可以从 Microchip 网站 <http://www.microchip.com/wireless> 免费下载（包括源代码）。

在美国（FCC）、加拿大（IC）和欧洲（ETSI），MRF24J40MA 模块都获得了模块化器件的法规批准。模块化法规批准免去代价高昂的 RF 和天线设计，让最终用户可以在产品中装入 MRF24J40MA 模块，而无需

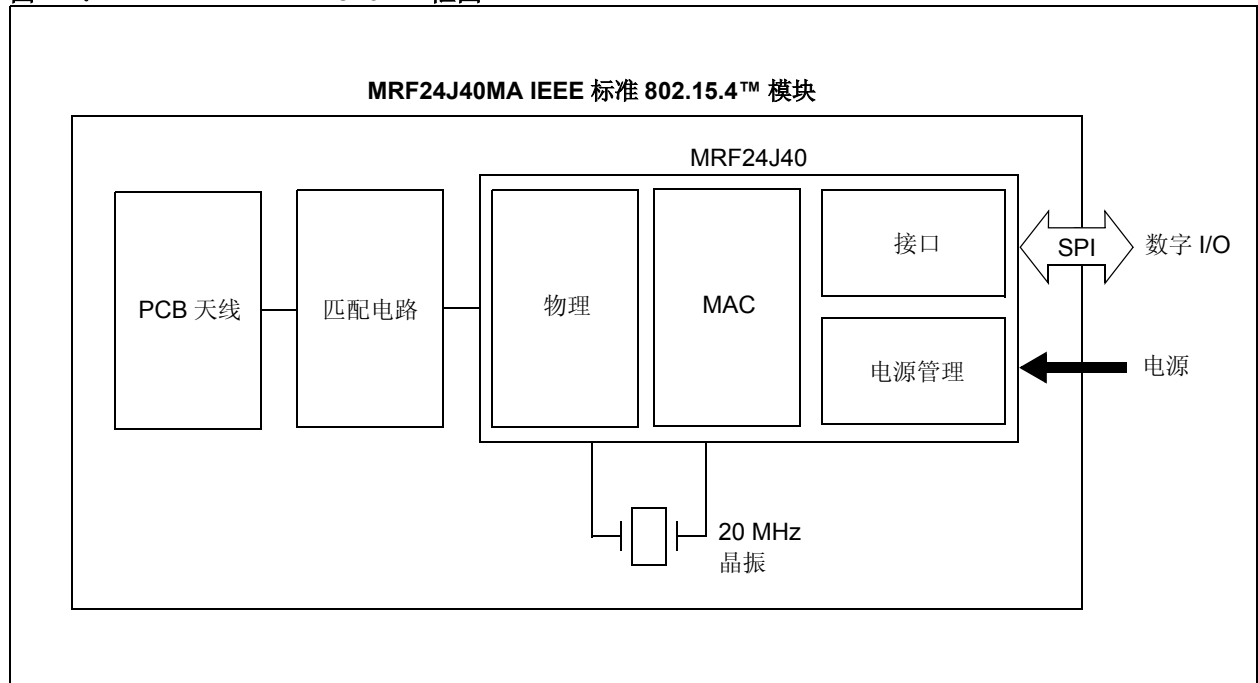
进行针对人为辐射体（RF 发送器）的法规测试。关于集成商需要遵循的具体要求，请参见第 3.0 节“法规批准”。

1.1 接口说明

图 1-1 给出了 MRF24J40MA 模块的简化框图。该模块基于 Microchip 的 MRF24J40 IEEE 802.15.4™ 2.4 GHz RF 收发器芯片。模块通过 4 线串行 SPI 接口、中断、唤醒、复位、电源和地与许多流行的 Microchip PIC® 单片机连接，如图 1-2 中所示。表 1-1 给出了引脚说明。

“MRF24J40 IEEE 802.15.4™ 2.4 GHz RF Transceiver Data Sheet” (DS39776) 中描述了与 MRF24J40MA 模块的数据通信。关于具体的串行接口协议和寄存器定义，请参见 MRF24J40 数据手册。

图 1-1: MRF24J40MA 框图



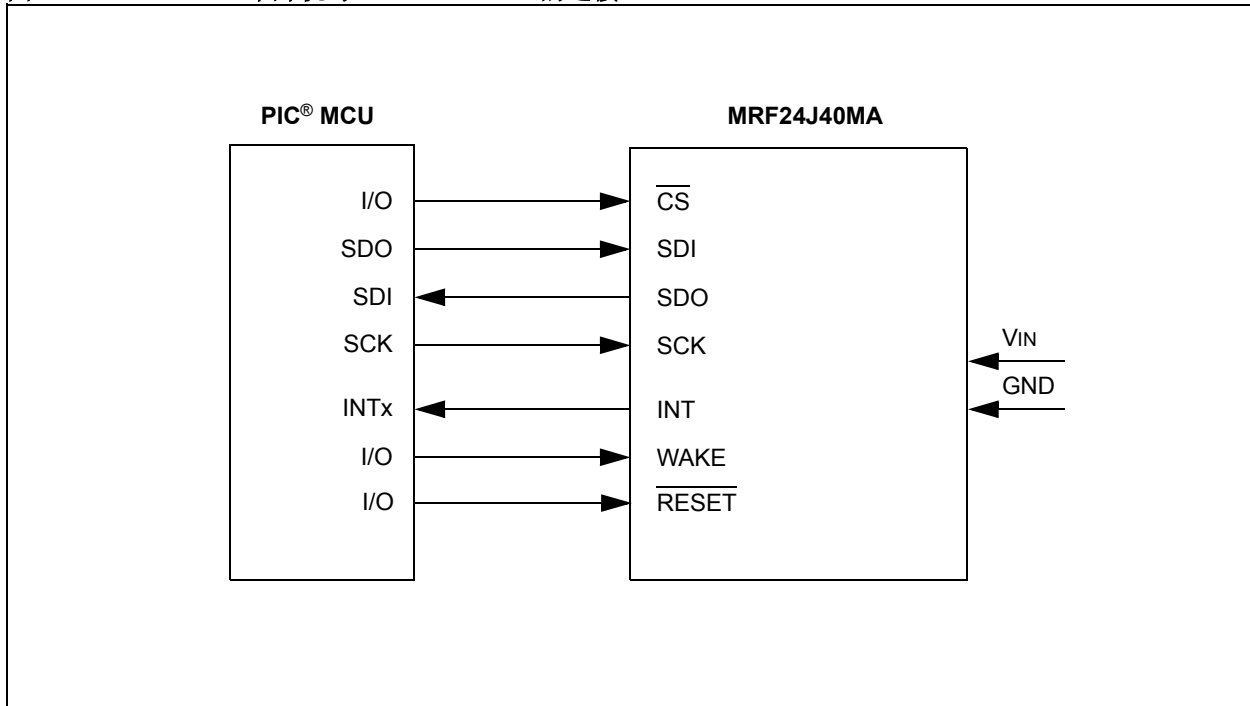
MRF24J40MA

表 1-1: 引脚说明

引脚	符号	类型	说明
1	GND	电源	接地
2	RESET	DI	全局硬件复位引脚
3	WAKE	DI	外部唤醒触发器
4	INT	DO	单片机的中断引脚
5	SDI	DI	串行接口数据输入
6	SCK	DI	串行接口时钟
7	SDO	DO	来自 MRF24J40 的串行接口数据输出
8	CS	DI	串行接口使能
9	NC	—	无连接 (允许引脚悬空; 不可连接任何信号)
10	VIN	电源	电源
11	GND	接地	接地
12	GND	接地	接地

图注: 引脚类型缩写: D = 数字, I = 输入, O = 输出

图 1-2: 单片机与 MRF24J40MA 的连接



1.2 安装细节

MRF24J40MA 是可表面贴装模块。图 1-3 中给出了模块尺寸。模块印刷电路板 (Printed Circuit Board, PCB) 的厚度为 0.032 英寸, 在边缘处有槽式安装孔。图 1-4 是针对 MRF24J40MA 所建议的主 PCB 布局。

MRF24J40MA 具有集成的 PCB 天线。要获得最佳性能, 请遵循图 1-5 中所示的安装细节。建议将模块安装到主 PCB 的边缘处, 并且天线周围大约 1.2 英寸的区域没有任何金属物体。MRF24J40MA 周围的主 PCB 地平面用作 PCB 天线的地网。建议将地平面在模块周围延伸至少 0.4 英寸。

图 1-3: 模块细节

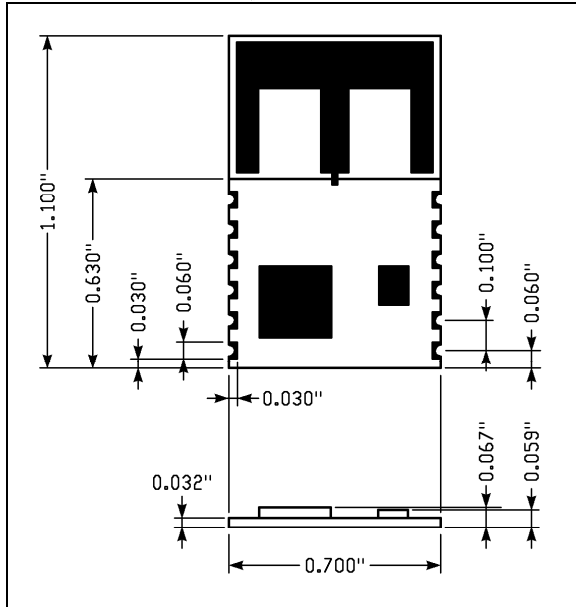
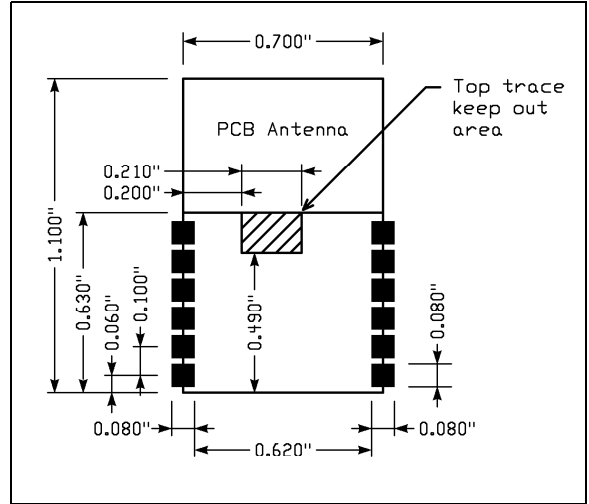
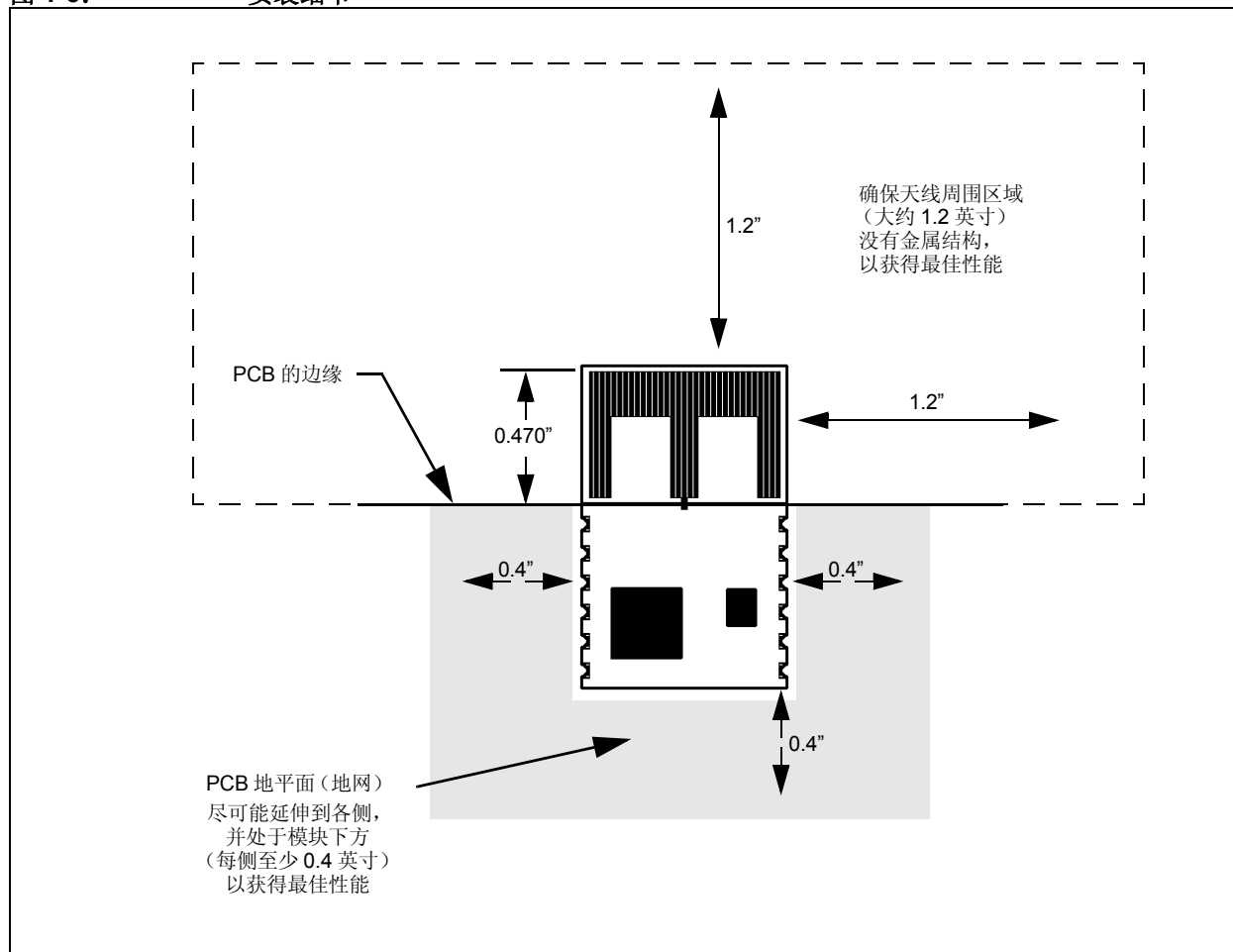


图 1-4: 建议的 PCB 布局



MRF24J40MA

图 1-5: 安装细节



2.0 电路说明

MRF24J40MA 是完全符合 2.4 GHz IEEE 标准 802.15.4™ 的表面贴装模块，具有集成的晶振、内置稳压器、匹配电路和 PCB 天线。MRF24J40MA 模块通过 4 线串行 SPI 接口、中断、唤醒、复位、电源和地与许多流行的 Microchip PIC 单片机连接。“*MRF24J40 IEEE 802.15.4™ 2.4 GHz RF Transceiver Data Sheet*” (DS39776) 中描述了与 MRF24J40MA 模块的数据通信。关于具体的串行接口协议和寄存器定义，请参见 MRF24J40 数据手册。

2.1 原理图

图 2-1 中给出了模块的原理图，表 2-1 列出了元器件清单 (Bill of Materials, BOM)。

MRF24J40MA 模块基于 Microchip Technology 的 MRF24J40 IEEE 802.15.4™ 2.4 GHz RF 收发器 IC。串行 I/O (SCK、SDI、SDO 和 CS)、RESET、WAKE 和 INT 等引脚引到模块引脚。SDO 信号通过 IC2 进行三态缓冲，以解决一个硅片勘误，即在 CS 引脚恢复为其无效状态后，SDO 信号不会释放为高阻抗状态。晶振 X1 是 20 MHz 的晶振，25°C 时的频率容差为 ±10 ppm，满足 IEEE 标准 802.15.4 中 ±40 ppm 的符号速率容差。以下元件构成 balun 电路：L1、L3、C2 和 C14。L2 是 MRF24J40 中的 RFP 和 RFN 引脚的 RF 扼流和上拉电感。C15 是 DC 模块电容。以下元件构成低通滤波器：L4、C16 和 C17。余下的电容用于提供 RF 和数字旁路。

MRF24J40MA

图 2-1: MRF24J40MA 原理图

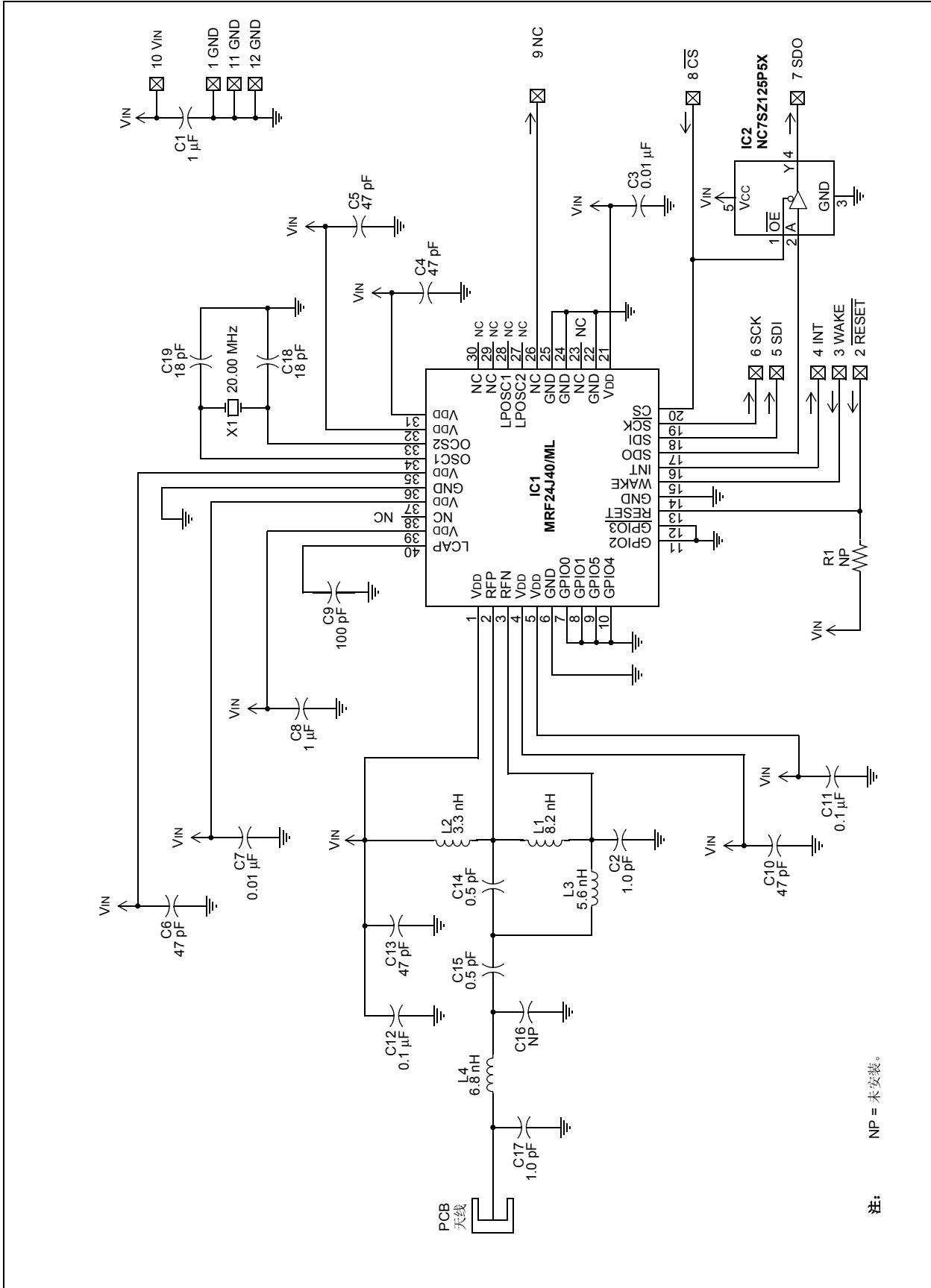


表 2-1: MRJ24J40MA 元器件清单

标识符	说明	制造商	器件编号
C1	贴片电容 0402 X5R 1U	Murata	GRM155R60J105ME19D
C2	贴片电容 0402 COG 1.0P	Murata	GRM1555C1H1R0CZ01D
C3	贴片电容 0402 X7R 10N	Murata	GRM155R71E103KA01D
C4	贴片电容 0402 COG 47P	Murata	GRM1555C1H470JZ01D
C5	贴片电容 0402 COG 47P	Murata	GRM1555C1H470JZ01D
C6	贴片电容 0402 COG 47P	Murata	GRM1555C1H470JZ01D
C7	贴片电容 0402 X7R 10N	Murata	GRM155R71E103KA01D
C8	贴片电容 0402 X5R 1U	Murata	GRM155R60J105ME19D
C9	贴片电容 0402 COG 100P	Murata	GRM1555C1H101JZ01D
C10	贴片电容 0402 COG 47P	Murata	GRM1555C1H470JZ01D
C11	贴片电容 0402 X5R 100N	Murata	GRM155R61A104KA01D
C12	贴片电容 0402 X5R 100N	Murata	GRM155R61A104KA01D
C13	贴片电容 0402 COG 47P	Murata	GRM1555C1H470JZ01D
C14	贴片电容 0402 COG 0.5P	Murata	GRM1555C1HR50CZ01D
C15	贴片电容 0402 COG 0.5P	Murata	GRM1555C1HR50CZ01D
C16	空		
C17	贴片电容 0402 COG 1.0P	Murata	GRM1555C1H1R0CZ01D
C18	贴片电容 0402 COG 18P	Murata	GRM1555C1H180JZ01D
C19	贴片电容 0402 COG 18P	Murata	GRM1555C1H180JZ01D
IC1	IEEE 802.15.4™ RF 收发器	Microchip	MRF24J40-I/ML
IC2	缓冲器, SC70 封装	Fairchild	NC7SZ125P5X
L1	贴片电感 0402 8.2N	Panasonic	ELJ-RF8N2JFB
L2	贴片电感 0402 3.3N	Panasonic	ELJ-RF3N3DFB
L3	贴片电感 0402 5.6N	Panasonic	ELJ-RF5N6DFB
L4	贴片电感 0402 6.8N	Panasonic	ELJ-RF6N8JFB
R1	空		
X1	20 MHz 晶振	Abracon	ABM8-156-20.0000MHZ-T

MRF24J40MA

2.2 印刷电路板

MRF24J40MA 模块印刷电路板使用 FR4 材料制作，具有 4 层，厚度为 0.032 英寸。图 2-2 至图 2-6 显示了这些层。图 2-7 显示了 PCB 的堆叠。

图 2-2: 顶层丝印

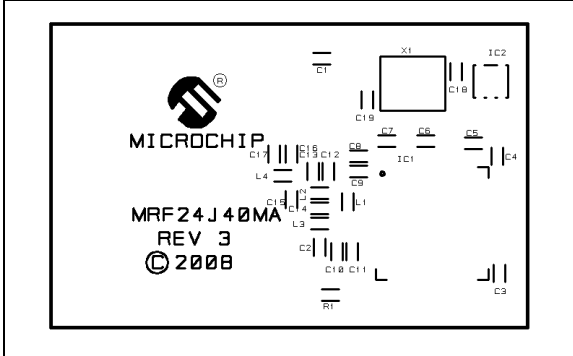


图 2-3: 顶层铜箔

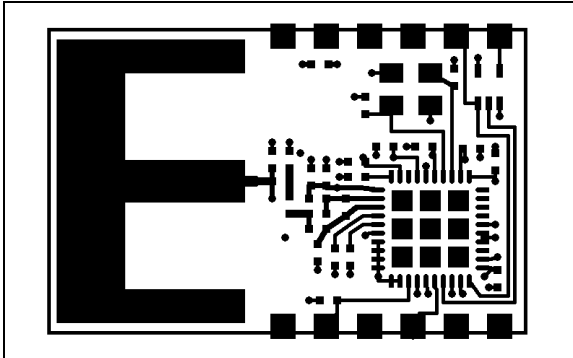


图 2-4: 第 2 层 —— 地平面

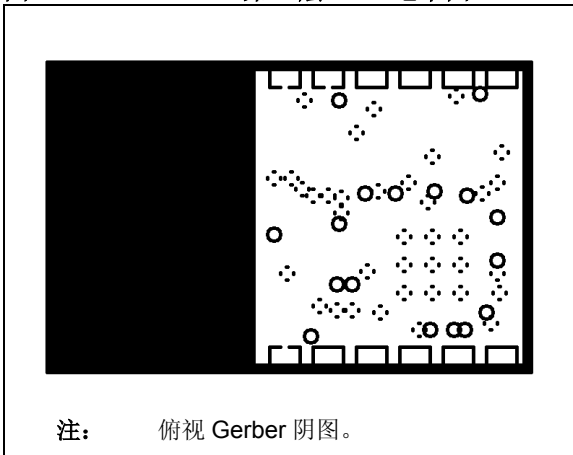


图 2-5: 第 3 层 —— 电源平面

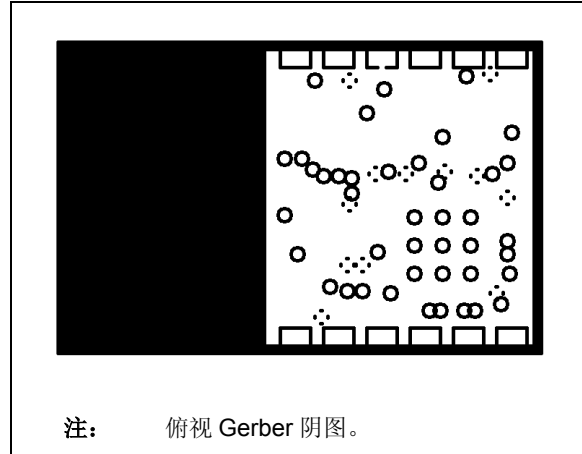


图 2-6: 底层铜箔

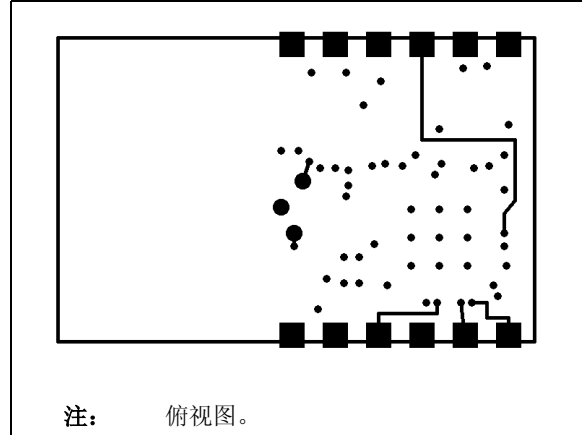
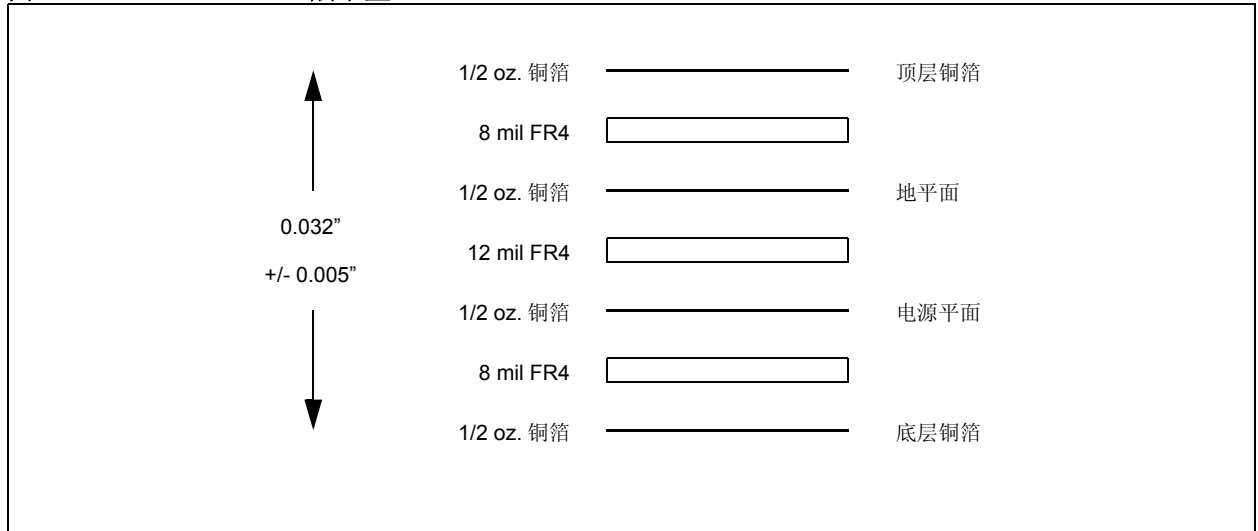


图 2-7: PCB 层堆叠



MRF24J40MA

2.3 PCB 天线

PCB 天线在顶层铜箔走线中制作。图 2-8 给出了走线尺寸。天线下方的各层都没有铜箔走线。元件下方的地平面和电源平面用作 PCB 天线的地网。主 PCB 中另外的地平面可以极大地增强模块的性能。要获得最佳性能，请遵循第 1.2 节“安装细节”中的建议，在主 PCB 上放置模块。

印刷电路板（PCB）天线是使用 Ansoft Corporation（www.ansoft.com）的 Ansoft Designer[®] 和 HFSS[™] 3D 全波求解器软件设计和模拟的。设计目标是制作出具有最佳辐射特性的紧凑、低成本的天线。图 2-9 给出了模拟图，图 2-10 和图 2-11 分别给出了 2D 和 3D 辐射特性图。如辐射特性图所示，天线的性能取决于模块的方向。图 2-12 给出了阻抗模拟图，图 2-13 给出了实际的阻抗测量图。离散匹配电路用于对天线与 MRF24J40 收发器 IC 进行阻抗匹配。

图 2-8: PCB 天线尺寸

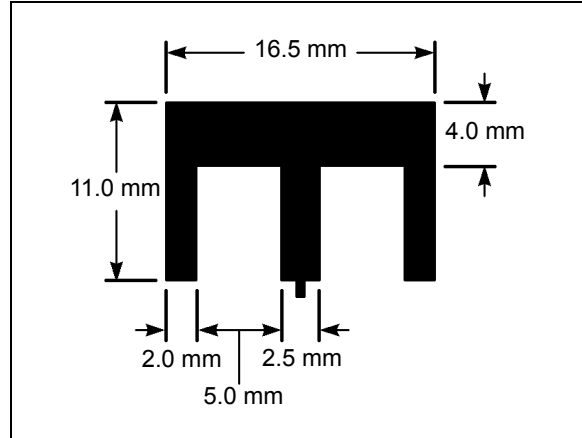


图 2-9: PCB 天线模拟图

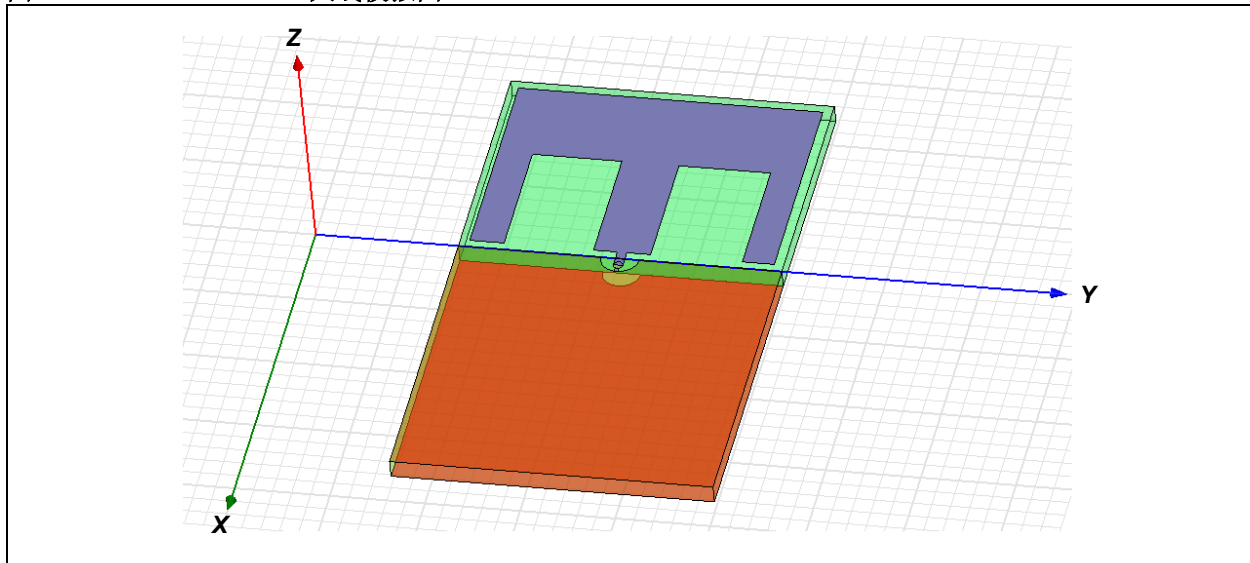


图 2-10: 模拟的 2D 辐射特性图

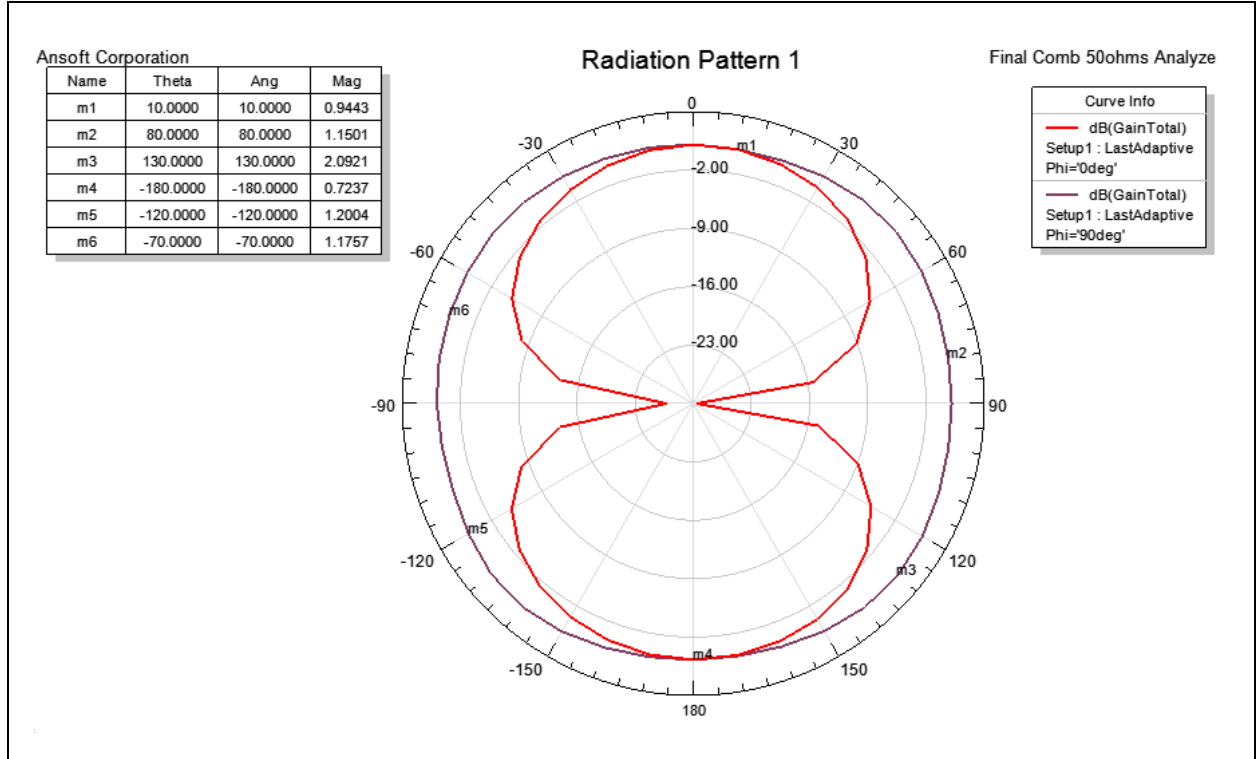
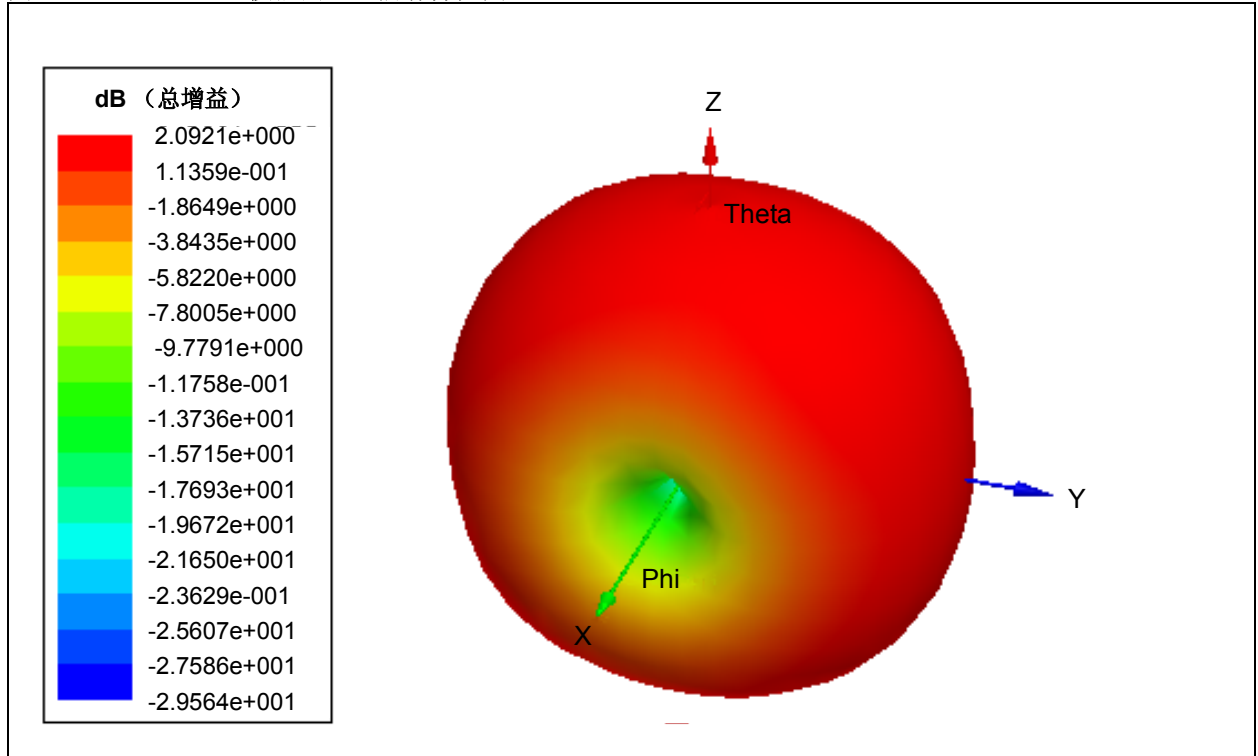


图 2-11: 模拟的 3D 辐射特性图



MRF24J40MA

图 2-12: 模拟的 PCB 天线阻抗

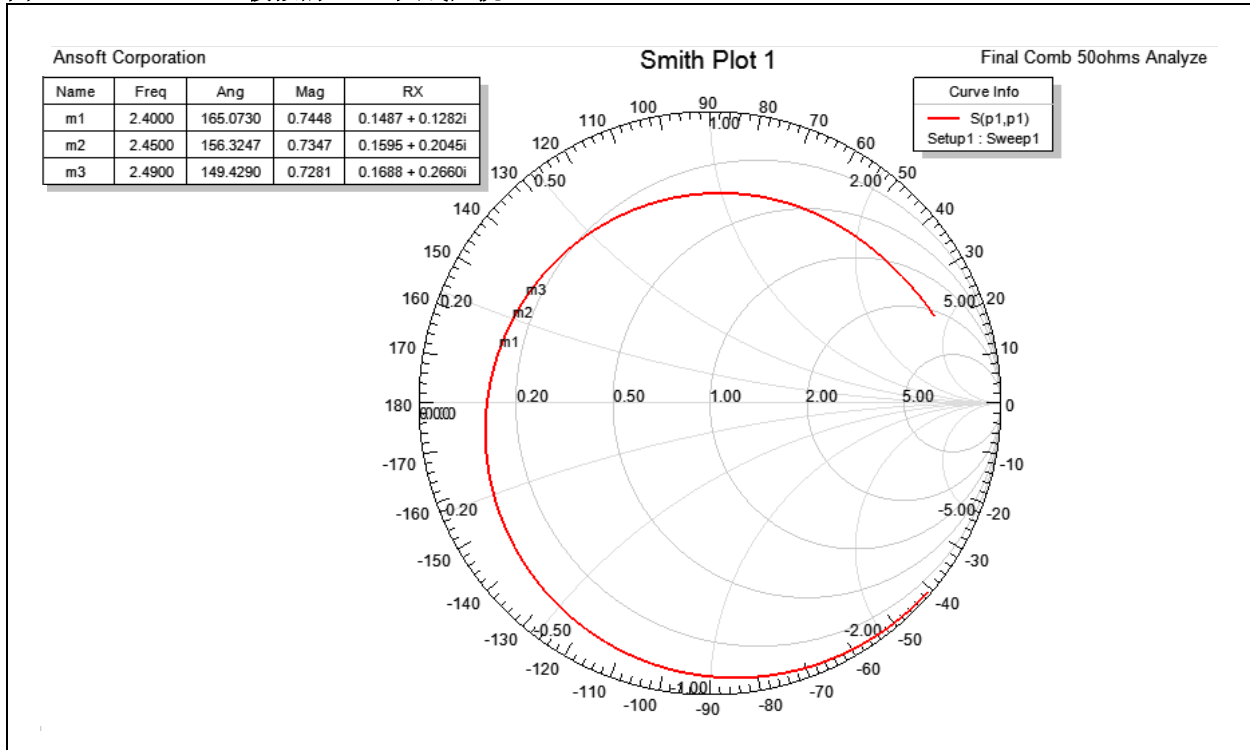
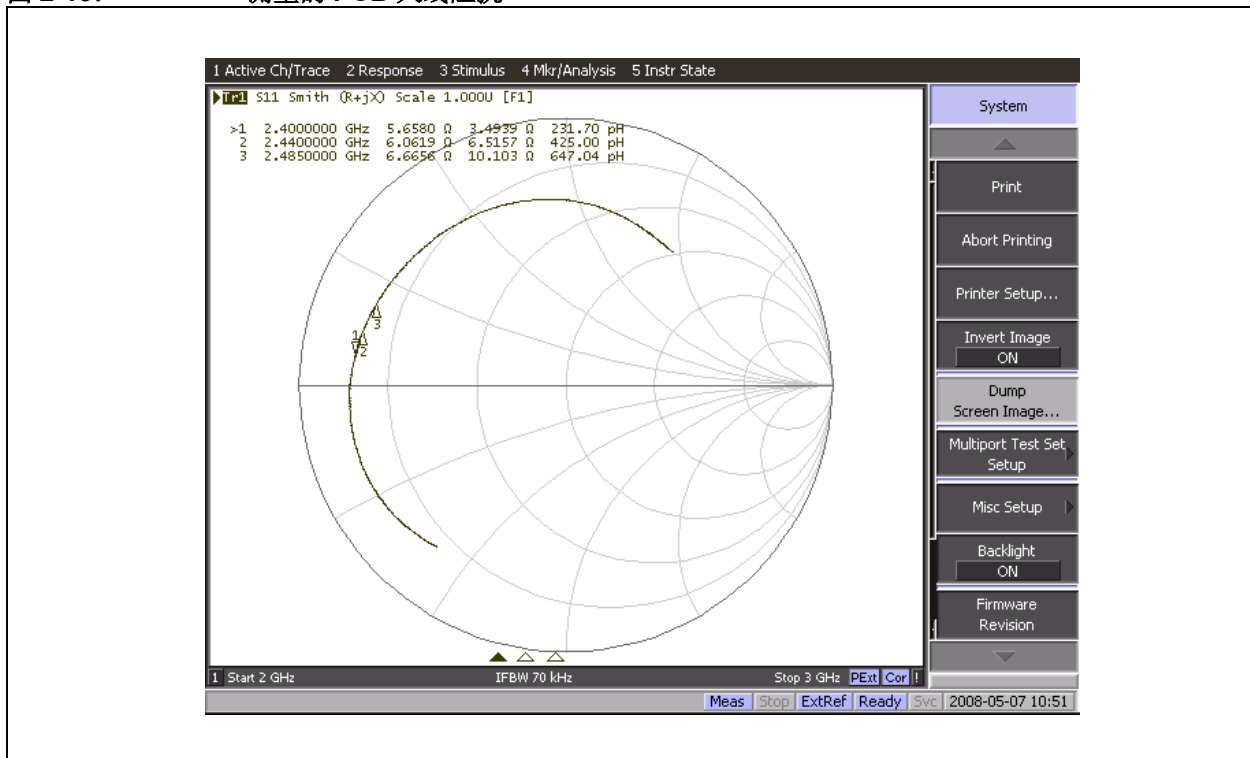


图 2-13: 测量的 PCB 天线阻抗



3.0 法规批准

在美国、加拿大和欧洲国家，MRF24J40MA 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 MRF24J40MA 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）。

IEEE 标准 802.15.4 文档的附录 F 很好地汇总了各个国家或地区关于 IEEE 标准 802.15.4 设备的法规要求。标准可以从以下 IEEE 标准网页下载：

<http://standards.ieee.org/getieee802/802.15.html>。

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”，MRF24J40MA 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。MRF24J40MA 模块可以集成到产品中，无需获取后续和单独的 FCC 批准。

MRF24J40MA 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。这一外部标签可以使用如下语句：

包含发射器模块 FCC ID: OA3MRF24J40MA

- 或者 -

包含 FCC ID: OA3MRF24J40MA

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) 此设备可能会导致有害干扰，(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。

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。

MRF24J40MA

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（在工作期间，天线与人的距离低于 20 厘米）中使用 MRF24J40MA 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

MRF24J40MA 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。

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：

包含 IC: 7693A-24J40MA

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

MRF24J40MA 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

“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/>

MRF24J40MA

注:

4.0 电气特性

表 4-1: 建议的工作条件

参数	最小值	典型值	最大值	单位
环境工作温度	-40	—	+85	°C
RF、模拟和数字电路的供电电压	2.4	—	3.6	V
数字 I/O 的供电电压	2.4	3.3	3.6	V
输入高电压 (VIH)	0.5 x VDD	—	VDD + 0.3	V
输入低电压 (VIL)	-0.3	—	0.2 x VDD	V

表 4-2: 电流消耗

(TA = 25°C, VDD = 3.3V)

芯片模式	条件	最小值	典型值	最大值	单位
休眠	休眠时钟被禁用	—	2	—	µA
发送 (TX)	处于最大输出功率	—	23	—	mA
接收 (RX)		—	19	—	mA

表 4-3: 接收器交流特性

典型值是 TA = 25°C、VDD = 3.3V、LO 频率 = 2.445 GHz 条件下的值

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
RF 输入频率	符合 IEEE 标准 802.15.4™, 2003	2.405	—	2.480	GHz
RF 灵敏度		—	-94	—	dBm
最大 RF 输入		+5	—	—	dBm
LO 泄漏	在频率 2.405-2.48 GHz, 在 balun 匹配网络输入上测量	—	-60	—	dBm
输入回波损耗	通过 balun 匹配网络在外部与 50 欧姆 的源匹配	-8	-12	—	dB
噪声系数 (包括匹配)		—	8	—	dB
邻近信道抑制	+/-5 MHz 时	30	—	—	dB
相间信道抑制	+/-10 MHz 时	40	—	—	dB
RSSI 范围		—	50	—	dB
RSSI 误差		-5	—	5	dB

MRF24J40MA

表 4-4: 发送器交流特性

典型值是 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、LO 频率 = 2.445 GHz 条件下的值

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
RF 载波频率		2.405	—	2.480	GHz
最大 RF 输出功率		—	0	—	dBm
RF 输出功率控制范围		—	36	—	dB
TX 增益控制分辨率	通过寄存器设定	—	1.25	—	dB
载波抑制		—	-30	—	dBc
O-QPSK 信号的 TX 频谱屏蔽	0 dBm 输出功率时, 偏移频率 > 3.5 MHz	-33	—	—	dBm
TX EVM		—	15	—	%

附录 A: 版本历史

版本 A (2008 年 6 月)

MRF24J40MA 器件的原始数据手册。

版本 B (2008 年 11 月)

将 C17 改为 1.0 pF，并除去 CLKOUT 信号。

MRF24J40MA

注:

索引

A

安装细节 5

B

版本历史 21
 变更通知客户服务 25

C

串行 I/O
 SCK, SDI, SDO, \overline{CS} 7

D

电路说明 7
 电气特性 19
 电流消耗 19
 建议的工作条件 19
 读者反馈 26
 短程设备 (SRD) 17

F

FCC ID 编号 15
 FCC RF 暴露合规性 16
 法规批准 15
 加拿大 16
 美国 15
 欧洲 17
 辐射特性图
 2D 13
 3D 13

G

概述 3
 更多信息 2
 勘误表 2
 客户通知系统 2

J

交流特性
 发送器 20
 接收器 19
 接口说明 3

K

勘误表 2
 客户通知服务 25
 客户通知系统 2
 客户支持 25
 框图
 单片机与 MRF24J40MA 的连接 4
 MRF24J40MA 3

M

MAC/ 基带特性 1
 Microchip 因特网网站 25
 MiWi P2P 3
 MiWi 协议 3
 MRF24J40MA 原理图 8
 MRF24J40MA 元器件清单 (BOM) 9
 MRF24J40 数据手册 3, 7

N

能量比吸收率 (SAR) 16

O

欧洲无线电通信办公室 (ERC) 17

P

PCB 层
 第 2 层 —— 地平面 10
 第 3 层 —— 电源平面 10
 底层铜箔 10
 顶层丝印 10
 顶层铜箔 10
 堆叠 11
 PCB 天线 12
 尺寸 12
 模拟图 12

R

RF/ 模拟特性 1
 RF 暴露 15

S

SPI 7

T

天线阻抗
 测量的 PCB 14
 模拟的 PCB 14

W

WWW, 在线支持 2
 WWW 地址 25

Y

引脚说明 4
 引脚图 1
 印刷电路板 (PCB) 10
 因特网地址 25
 有用的网站 16, 17

Z

ZigBee 协议 3

MRF24J40MA

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 的客户通知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。

MRF24J40MA

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： MRF24J40MA 文献编号： DS70329B_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。

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	MRF24J40MA ; VDD 范围为 2.4V 至 3.6V			
温度范围	I	= -40°C 至 +85°C (工业级)		

示例:

- a) MRF24J40MA-I = 工业级温度, 托盘式
- b) MRF24J40MAT-I = 工业级温度, 卷带式



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://support.microchip.com>
网址: www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Duluth, GA

Tel: 678-957-9614
Fax: 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

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

科科莫 Kokomo
Kokomo, IN
Tel: 1-765-864-8360
Fax: 1-765-864-8387

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: 408-961-6444
Fax: 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: 86-10-8528-2100
Fax: 86-10-8528-2104

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

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

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

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

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-536-4818
Fax: 886-7-536-4803

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2500-6610
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-572-9526
Fax: 886-3-572-6459

亚太地区

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

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-4182-8400
Fax: 91-80-4182-8422

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

01/02/08