



MICROCHIP

MRF24J40MC

数据手册

具有 PA/LNA 和外部天线连接器的
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更安全的产品之一。
- 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、BodyCom、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、PICKtail、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。

© 2012, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-62076-545-6

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

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、非易失性存储器和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和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

具有 PA/LNA 和外部天线连接器的 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® 和 MiWi™ 开发环境专用无线网络协议
- 带中断的 4 线串行外设接口 (Serial Peripheral Interface, SPI)
- 小尺寸: 0.9" x 1.3" (22.9 mm x 33.0 mm), 可表面贴装: 引脚与 MRF24J40MB 兼容
- 集成晶振、内部稳压器、匹配电路、功率放大器和低噪声放大器
- 外部天线连接器: 超小型同轴 (U.FL), 50Ω
- 易于集成到最终产品中: 最大程度地减少产品开发工作, 缩短上市时间
- 通过美国、加拿大、欧洲和澳大利亚 / 新西兰的无线电法规认证 (分别为 FCC、IC、ETSI 和 C-TICK)
- 兼容 Microchip 单片机系列 (PIC16、PIC18、PIC24、dsPIC33 和 PIC32)
- 范围最高为 4000 英尺

工作特性:

- 工作电压: 2.7V – 3.6V (典型值为 3.3V)
- 温度范围: -40°C 到 +85°C (工业级)
- 低电流:
 - 接收 (Rx) 模式: 25 mA (典型值)
 - 发送 (Tx) 模式: 120 mA (典型值)
 - 休眠: 12 μA (典型值)

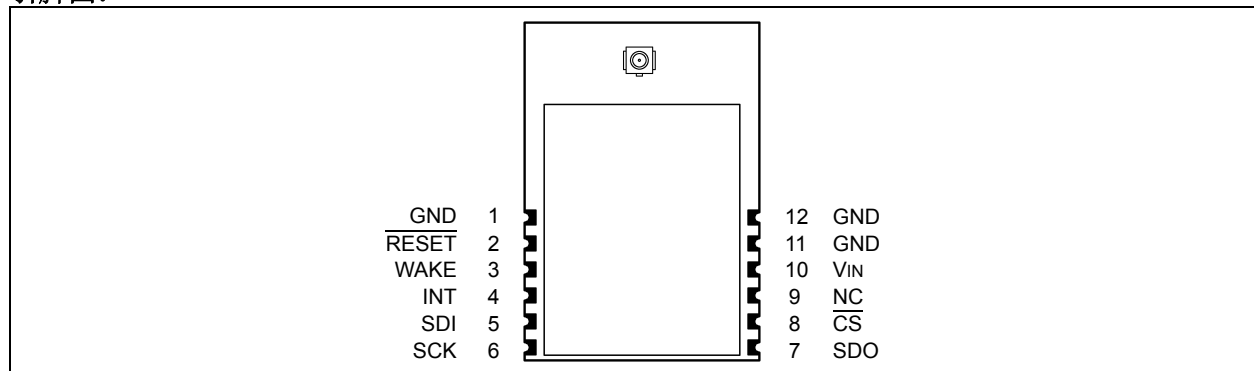
RF/ 模拟特性:

- 工作于 ISM 波段 2.405 GHz – 2.475 GHz
- 数据速率: 250 kbps
- 最大输入电平为 -23 dBm 时, 典型灵敏度为 -108 dBm
- Tx 功率控制范围为 45 dB 时, 输出功率典型值为 +19 dBm
- 集成低相位噪声 VCO、频率合成器和 PLL 环路滤波器
- 数字 VCO 和滤波器校准
- 集成 RSSI ADC 和 I/Q DAC
- 集成 LDO
- 高接收器 RSSI 动态范围

MAC/ 基带特性:

- 硬件 CSMA-CA 机制、自动 ACK 响应和 FCS 检查
- 独立信标、发送和 GTS FIFO
- 支持所有 CCA 模式和 RSS/LQI
- 能够自动进行数据包重发
- 硬件安全引擎 (AES-128), 具有 CTR、CCM 和 CBC-MAC 模式
- 支持对 MAC 子层和上层进行加密和解密

引脚图:



MRF24J40MC

目录

1.0 器件概述	5
2.0 电路说明	11
3.0 法规认证	17
4.0 电气特性	23
附录 A: 版本历史	25
Microchip 网站	27
变更通知客户服务	27
客户支持	27
读者反馈表	28
产品标识体系	29

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

MRF24J40MC 是符合 2.4 GHz IEEE 标准 802.15.4™ 的表面贴装模块，具有集成晶振、内部稳压器、匹配电路、功率放大器（Power Amplifier, PA）和带 50Ω 外部天线连接器的低噪声放大器（Low Noise Amplifier, LNA）。MRF24J40MC 模块在无需许可证的 2.4 GHz 频带下工作。使用这种集成式模块的客户无需大量设计 RF 电路和天线，也无需进行合规性测试，从而缩短其最终产品的上市时间。

MRF24J40MC 模块兼容 Microchip 的 ZigBee® 和 MiWi™ 开发环境软件协议栈。可以从 Microchip 网站 <http://www.microchip.com/wireless> 免费下载 MiWi 开发环境软件协议栈，其中包含源代码。

在美国和加拿大，MRF24J40MC 模块都获得了模块化器件的法规认证（分别为 FCC 和 IC）。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 MRF24J40MC 模块放置于成品中，而无需进行针对人为辐射体（RF 发射器）的法规测试。为保持符合性，请参见第 3.1.1 节“MRF24J40MC 设置”（适用于美国）和第 3.2.1 节“MRF24J40MC 设置”（适用于加拿大）中的模块设置。

MRF24J40MC 模块已经过测试，符合 ETS 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。为保持对欧洲的符合性，请参见第 3.3.1 节“MRF24J40MC 设置”中的模块设置。根据最终应用的要求，可能还需要其他测试。

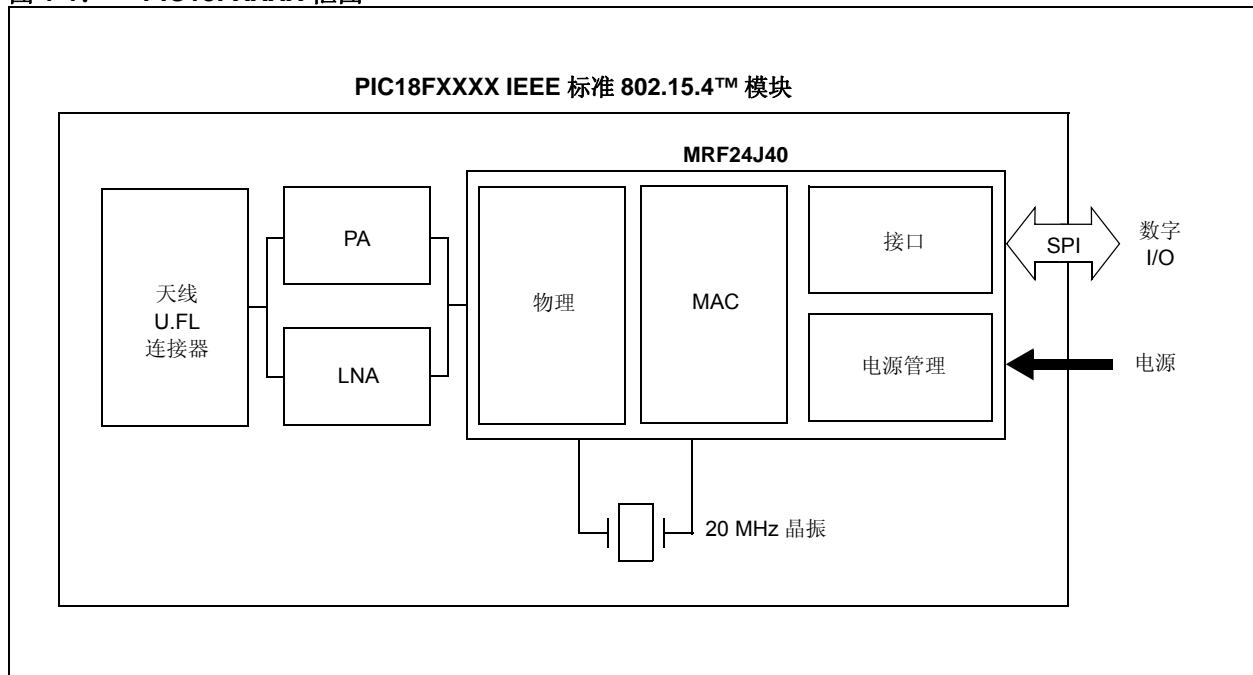
1.1 接口说明

图 1-1 给出了 MRF24J40MC 模块的简化框图。该模块基于 Microchip Technology MRF24J40 IEEE 802.15.4™ 2.4 GHz RF 收发器 IC。该模块可连接多种常见的 Microchip PIC® 单片机，提供的引脚包括 4 线 SPI 接口、中断、唤醒、复位、电源和地，如图 1-2 所示。表 1-1 提供了引脚说明。

《MRF24J40 数据手册》（DS39776B_CN）中介绍了 MRF24J40MC 模块的串行通信和模块配置。关于具体的串行接口协议和寄存器定义，请参见数据手册。

关于 MRF24J40MC 模块特有的具体寄存器设置，另请参见第 1.3 节“操作”。

图 1-1: PIC18FXXXX 框图



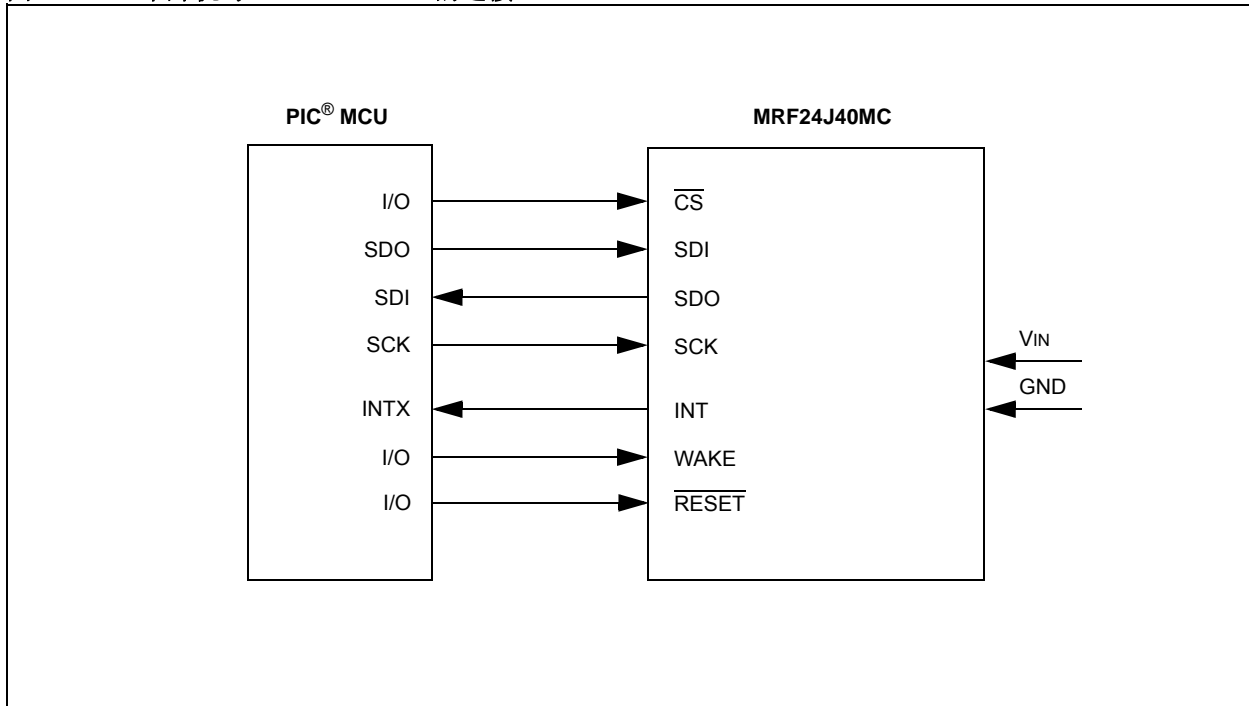
MRF24J40MC

表 1-1: 引脚说明

引脚	符号	类型	说明
1	GND	地	地
2	$\overline{\text{RESET}}$	DI	全局硬件复位引脚
3	WAKE	DI	外部唤醒触发信号
4	INT	DO	到单片机的中断引脚
5	SDI	DI	串行接口数据输入
6	SCK	DI	串行接口时钟
7	SDO	DO	MRF24J40 的串行接口数据输出
8	$\overline{\text{CS}}$	DI	串行接口使能
9	NC	—	无连接
10	V _{IN}	电源	电源
11	GND	地	地
12	GND	地	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 MRF24J40MC 的连接



1.2 安装细节

MRF24J40MC 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 0.032", 边缘有槽式安装孔。图 1-4 是针对 MRF24J40MC 建议的主 PCB 布局。

MRF24J40MC 配有 50Ω 超小型同轴 (U.FL) 连接器。

警告: U.FL 连接器是易碎品, 只能承受非常有限的插入次数。

图 1-3: 模块细节

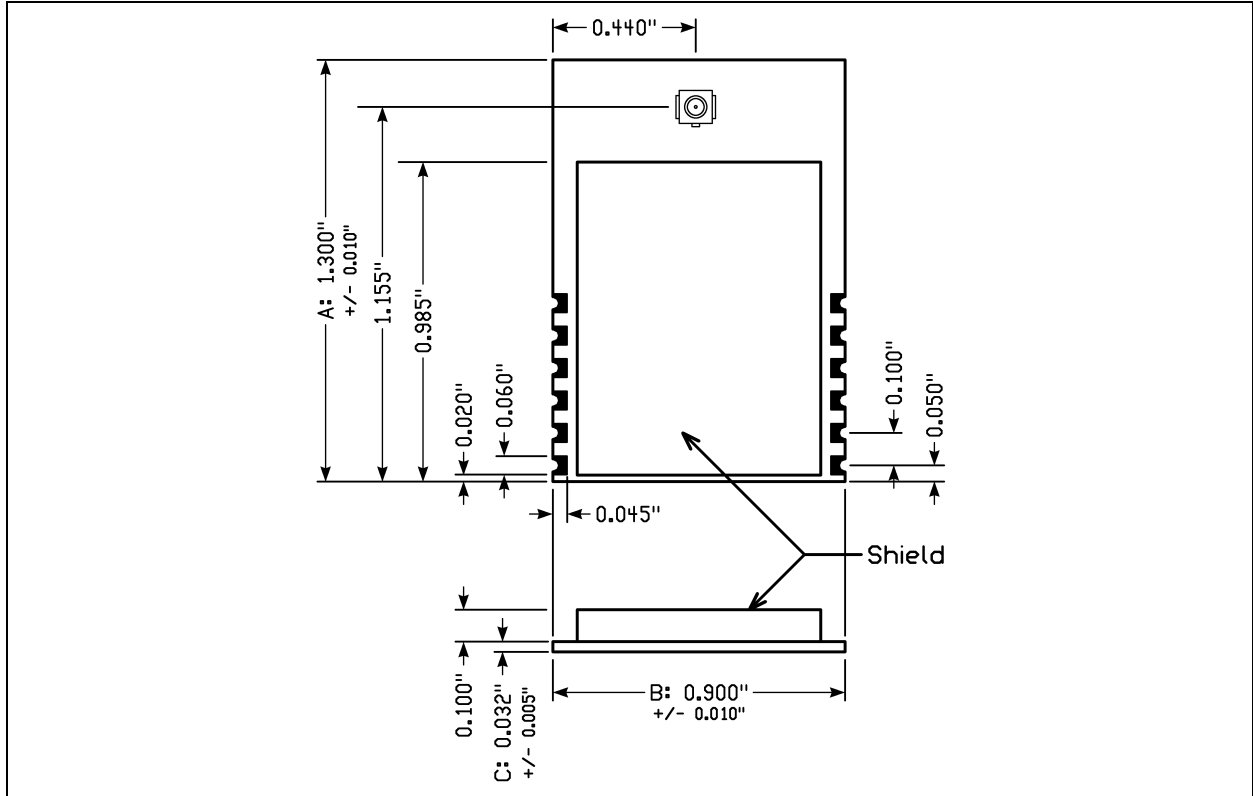
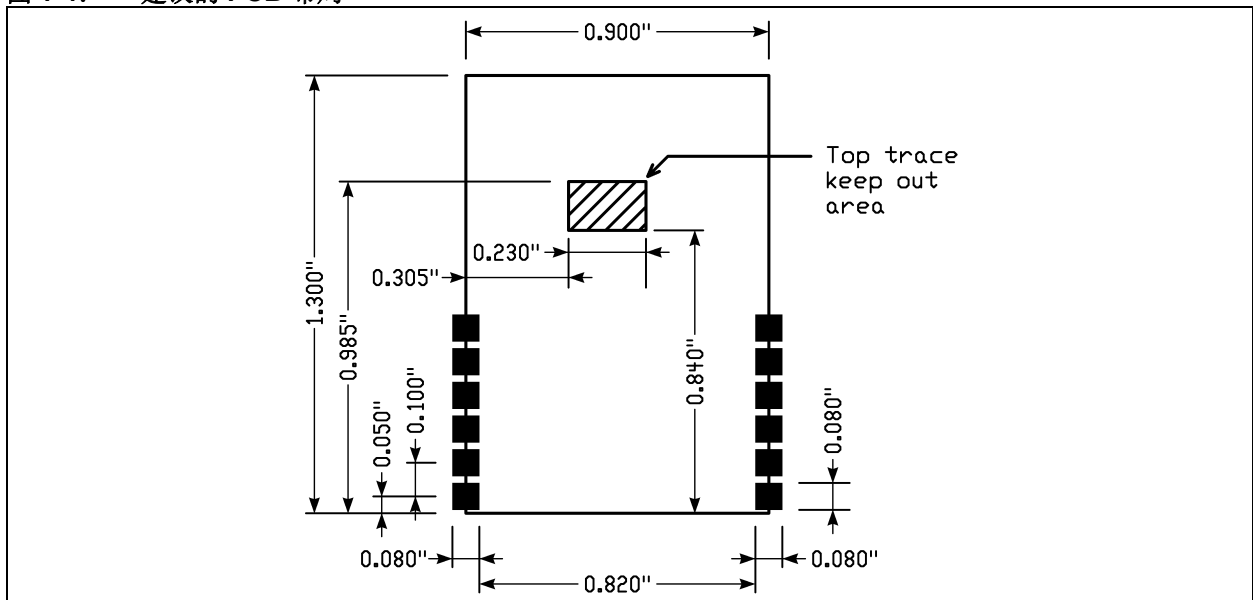


图 1-4: 建议的 PCB 布局



MRF24J40MC

1.3 操作

MRF24J40MC 模块基于 Microchip Technology MRF24J40 2.4 GHz IEEE 802.15.4 RF 收发器 IC。

《MRF24J40 数据手册》(DS39776B_CN) 中介绍了串行通信和模块配置。

本节强调了 MRF24J40MC 模块设计独有的操作设置，为了使模块正常工作，必须遵循这些设置。

1.3.1 PA/LNA 控制

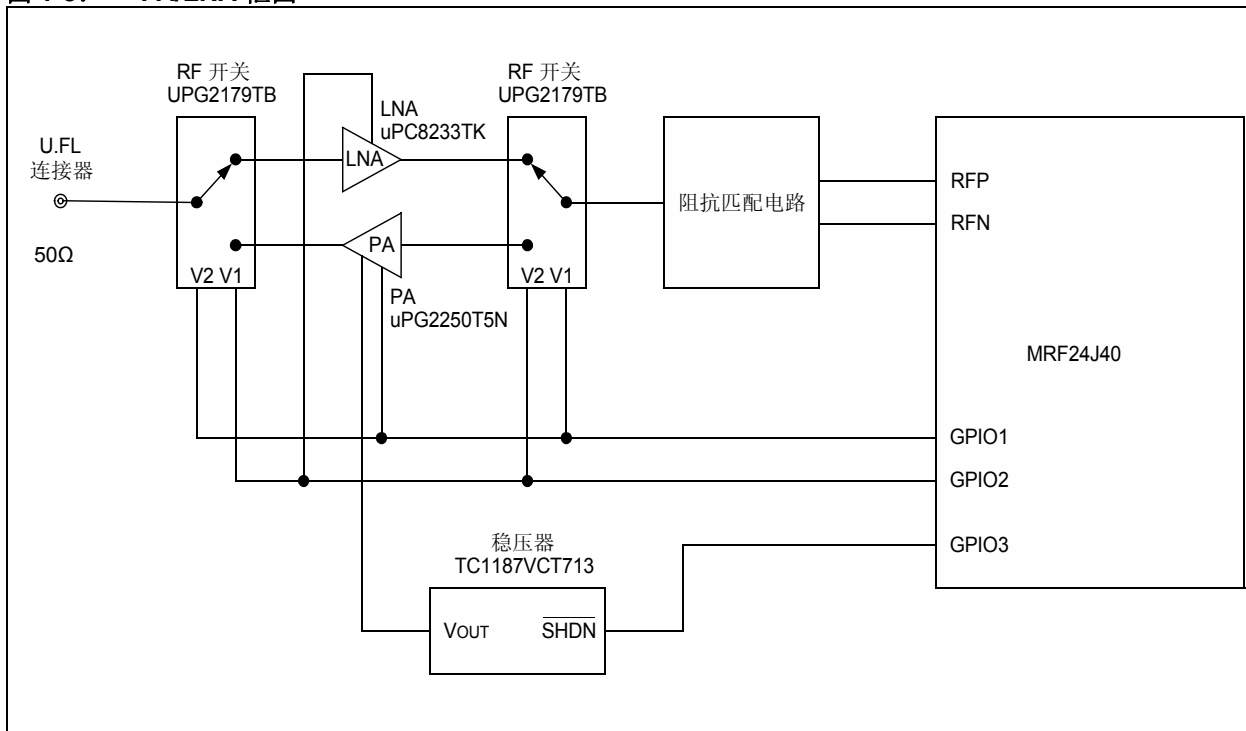
PA U3 和 LNA U2 的操作由 MRF24J40 内部 RF 状态机通过 RF 开关 U1 和 U4 以及 MRF24J40 上的 GPIO1 和 GPIO2 引脚控制。图 1-5 显示了 PA/LNA 框图。图 2-2 是模块的原理图。

通过设置 TESTMODE (0x22<2:0>) = 111 将内部 RF 状态机配置为 PA/LNA 模式。当 MRF24J40 接收和发送数据时，GPIO1 和 GPIO2 引脚会自动控制 RF 开关、PA 和 LNA。

注： 《MRF24J40 数据手册》(DS39776B_CN) 的第 4.2 节“外部 PA/LNA 控制”中记录了 PA/LNA 控制操作的完整说明。

稳压器 U5 为 PA 提供稳压后的 2.2V 电压。这样可为 PA 提供模块的 V_{IN} 电压范围内的稳定电压。U5 通过 GPIO3 使能或关断。确保 GPIO3 方向已设置为输出 (TRISGP3 (0x34<3>) = 1)。设置逻辑高电平 (GPIO3 (0x33<3>) = 1) 将使能稳压器并为 PA 提供电压。设置逻辑低电平 (GPIO3 (0x33<3>) = 0) 将关断稳压器，从而禁止 PA，并提供最低关断电流。

图 1-5: PA/LNA 框图



1.3.2 能量检测 (ED)

执行能量检测之前 (见《MRF24J40 数据手册》(DS39776B_CN) 的第 3.6.1 节 “RSSI 固件请求 (RSSI 模式 1)”), 请执行以下步骤:

1. 将内部 RF 状态机配置为正常工作模式 (TESTMODE (0x22F<2:0>) = 000)。
2. 将 GPIO2 和 GPIO1 方向配置为输出 (TRISGP2 (0x34<2>) = 1 且 TRISGP1 (0x34<1>) = 1)。
3. 将 GPIO2 (0x33<2>) 置 1 并将 GPIO1 (0x32<1>) 置 0。这样可使能 LNA 并禁止 PA。
4. 按照《MRF24J40 数据手册》(DS39776B_CN) 的第 3.6.1 节 “RSSI 固件请求 (RSSI 模式 1)” 中的步骤执行能量检测。

注: LNA 将放大接收到的信号。RSSI 值将包括接收信号强度加上 LAN 放大值。

1.3.3 休眠

为了使 MRF24J40MC 模块在休眠期间产生最低功耗, 需要禁止 PA、PA 稳压器和 LNA。为此, 请执行以下步骤:

1. 将内部 RF 状态机配置为正常工作模式 (TESTMODE (0x22F<2:0>) = 000)。
2. 将 GPIO3、GPIO2 和 GPIO1 方向配置为输出 (TRISGP3 (0x34<3>) = 1、TRISGP2 (0x34<2>) = 1 且 TRISGP1 (0x34<1>) = 1)。
3. 将 GPIO2 (0x33<2>) 置 0 并将 GPIO1 (0x32<1>) 置 0。这将禁止 LNA 和 PA。
4. 将 GPIO3 (0x33<3>) 置 0。这将关断为 PA 提供 2.2V 电压的稳压器 U5。
5. 按照《MRF24J40 数据手册》(DS39776B_CN) 中的步骤将 MRF24J40 置于休眠模式。

唤醒模块时, 重新使能 PA/LNA 模式。

MRF24J40MC

1.3.4 发射功率设置

表 1-2 列出了寄存器 RFCON3 (0x203<7:3>) 中的功率设置以及天线连接器 J1 的输出功率。

表 1-2: 发射功率设置

RFCON3 (0x203<7:3>)	MRF24J40 功率设置	输出功率 ⁽¹⁾ (dBm)
11111	-36.3	-26.4
11110	-34.9	-25.2
11101	-33.7	-24.1
11100	-32.8	-23.4
11011	-31.9	-22.7
11010	-31.2	-22.4
11001	-30.5	-21.9
11000	-30.0	-21.6
10111	-26.3	-15.7
10110	-24.9	-14.5
10101	-23.7	-13.7
10100	-22.8	-12.9
10011	-21.9	-12.3
10010	-21.2	-11.8
10001	-20.5	-11.5
10000	-20.0	-11.1
01111	-16.3	-6.6
01110	-14.9	-5.5
01101	-13.7	-4.7
01100	-12.8	-4.0
01011	-11.9	-3.4
01010	-11.2	-2.9
01001	-10.5	-2.5
01000	-10.0	-2.0
00111	-6.3	10.7
00110	-4.9	18.0
00101	-3.7	18.5

注 1: 天线连接器 J1 处的典型输出功率 (通道 11, 50Ω 阻抗)。

注: 有关为满足每个将使用该模块的国家 / 地区的认证要求而必需的最大功率设置, 请参见第 3.0 节“法规认证”。

2.0 电路说明

MRF24J40MC 是符合 2.4 GHz IEEE 标准 802.15.4™ 的表面贴装模块，具有集成晶振、内部稳压器、匹配电路、功率放大器和带 50Ω 外部天线连接器的低噪声放大器。

MRF24J40MC 模块可连接多种常见的 Microchip PIC 单片机，提供的引脚包括 4 线 SPI 接口、中断、唤醒、复位、电源和地。图 2-1 显示了一个应用原理图示例。

《MRF24J40 数据手册》(DS39776B_CN) 中介绍了 MRF24J40MC 模块的串行通信和寄存器定义。关于具体的串行接口协议和寄存器定义，请参见数据手册。关于 MRF24J40MC 模块特有的具体寄存器设置，另请参见第 1.3 节“操作”。

2.1 外部天线

MRF24J40MC 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 MRF24J40MC 模块配合使用的天线类型的列表，请参见第 3.0 节“法规认证”中相应国家的消息。

2.2 模块原理图

图 2-2 给出了模块原理图，表 2-1 中显示了物料清单 (Bill of Materials, BOM)。

MRF24J40MC 模块基于 Microchip Technology MRF24J40 IEEE 802.15.4™ 2.4 GHz RF 收发器 IC (U6)。串行 I/O (SCK、SDI、SDO 和 CS)、RESET、WAKE 和 INT 引脚连接至模块引脚。SDO 信号是由 U7 缓冲的三态信号，用于解决芯片勘误表中存在的问题，其中，SOD 信号在 CS 引脚恢复其无效状态之后不会释放为高阻抗状态。

晶振 X1 是 20 MHz 晶振，其频率容差在 25°C 时为 ±10 ppm，符合 IEEE 标准 802.15.4 符号速率容差 ±40 ppm。

阻抗匹配电路由以下元件组成：L11、L12、L13、C25、C27 和 C31。L12 还是 MRF24J40 上的 RFP 和 RFN 引脚的上拉电阻。C25 电容还可起到隔离直流的作用。RF 开关 U1 和 U2 在功率放大器 U3 (发射时) 与低噪声放大器 U2 (接收时) 之间进行切换。在 PA U3 之后放置带通滤波器 FL1 以减少谐波。其余无源元件提供偏置和去耦功能。

图 2-1: MRF24J40MC 应用原理图

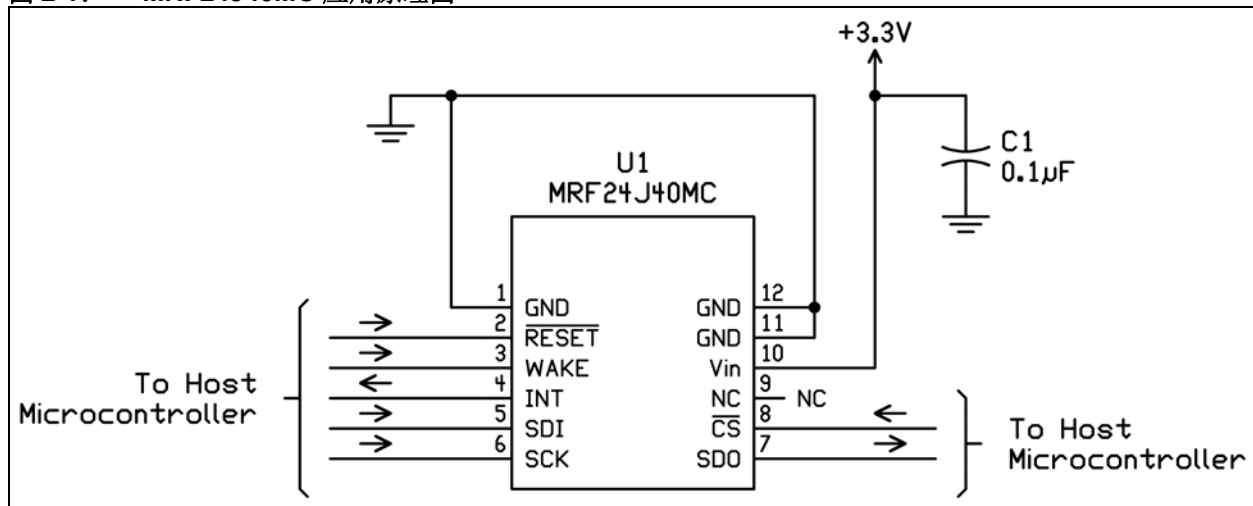


图 2-2: MRF24J40MC 原理图

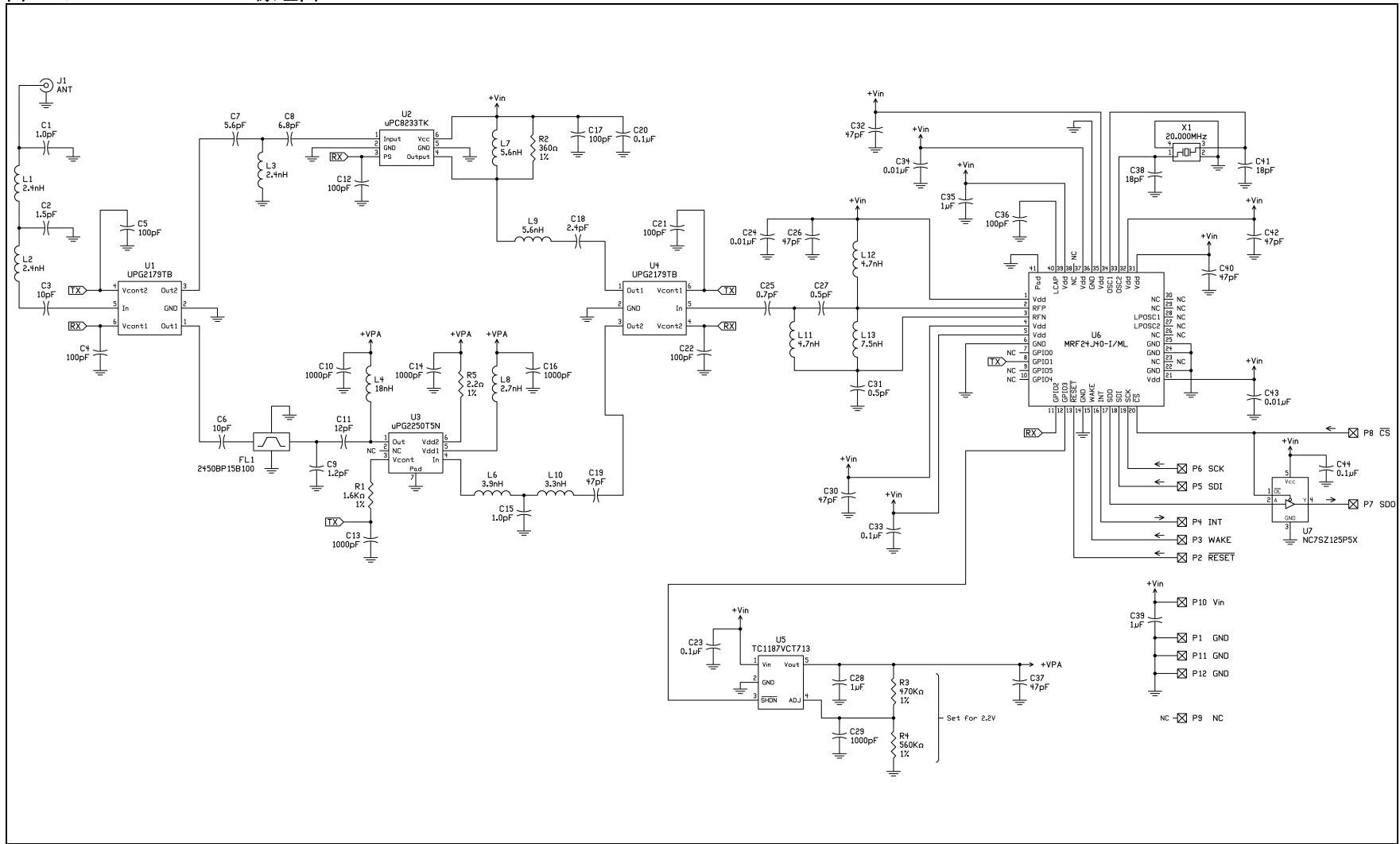


表 2-1: MRF24J40MC 物料清单

标识	值	说明	制造商	部件编号	备注
C27 和 C31	0.5 pF	电容, 陶瓷, 50V, ±0.1 pF, UHI Q NP0, SMT 0402	Johanson Technology	500R07S0R5BV4T	不能替代
C25	0.7 pF	电容, 陶瓷, 50V, ±0.1 pF, UHI Q NP0, SMT 0402	Johanson Technology	500R07S0R7BV4T	不能替代
C1 和 C15	1.0 pF	电容, 陶瓷, 50V, ±0.25 pF, HI-Q C0G, SMT 0402	Murata Electronics	GJM1555C1H1R0CB01D	—
C9	1.2 pF	电容, 陶瓷, 50V, ±0.1 pF, UHI Q NP0, SMT 0402	Johanson Technology	500R07S1R2BV4T	不能替代
C2	1.5 pF	电容, 陶瓷, 50V, ±0.25 pF, HI-Q C0G, SMT 0402	Murata Electronics	GJM1555C1H1R5CB01D	—
C18	2.4 pF	电容, 陶瓷, 50V, ±0.25 pF, HI-Q C0G, SMT 0402	Murata Electronics	GJM1555C1H2R4CB01D	—
C7	5.6 pF	电容, 陶瓷, 50V, ±0.25 pF, HI-Q C0G, SMT 0402	Murata Electronics	GJM1555C1H5R6CB01D	—
C8	6.8 pF	电容, 陶瓷, 50V, ±0.25 pF, HI-Q C0G, SMT 0402	Murata Electronics	GJM1555C1H6R8CB01D	—
C3 和 C6	10 pF	电容, 陶瓷, 50V, ±5%, HI-Q C0G, SMT 0402	Murata Electronics	GJM1555C1H100JB01D	—
C11	12 pF	电容, 陶瓷, 50V, ±5%, HI-Q C0G, SMT 0402	Murata Electronics	GJM1555C1H120JB01D	—
C38 和 C41	18 pF	电容, 陶瓷, 50V, ±5%, C0G, SMT 0402	Murata Electronics	GRM1555C1H180JZ01D	不能替代
C19、C26、C30、C32、C37、C40 和 C42	47 pF	电容, 陶瓷, 50V, ±5%, C0G, SMT 0402	Murata Electronics	GRM1555C1H470JZ01D	—
C4、C5、C12、C17、C21、C22 和 C36	100 pF	电容, 陶瓷, 50V, ±5%, C0G, SMT 0402	Murata Electronics	GRM1555C1H101JZ01D	—
C10、C13、C14、C16 和 C29	1000 pF	电容, 陶瓷, 50V, ±10%, X7R, SMT 0402	Murata Electronics	GRM155R71H102KA01D	—
C24、C34 和 C43	0.01 μF	电容, 陶瓷, 25V, ±10%, X7R, SMT 0402	Murata Electronics	GRM155R71E103KA01D	—
C20、C23、C33 和 C44	0.1 μF	电容, 陶瓷, 10V, ±10%, X5R, SMT 0402	Murata Electronics	GRM155R61A104KA01D	—
C28、C35 和 C39	1 μF	电容, 陶瓷, 6.3V, ±20%, X5R, SMT 0402	Murata Electronics	GRM155R60J105ME19D	—
FL1	—	滤波器, 带通, 2.4 GHz	Johanson Technology	2450BP15B100E	—
J1	—	连接器, Receptical, 超小型同轴 SMD	Hirose Electric Co Ltd	U.FL-R-SMT(10)	—

MRF24J40MC

表 2-1: MRF24J40MC 物料清单 (续)

标识	值	说明	制造商	部件编号	备注
L1、L2 和 L3	2.4 nH	电感, 陶瓷, ± 0.3 nH, SMT 0402	Johanson Technology	L-07C2N4SV6T	不能替代
L8	2.7 nH	电感, 陶瓷, ± 0.3 nH, SMT 0402	Johanson Technology	L-07C2N7SV6T	不能替代
L10	3.3 nH	电感, 陶瓷, ± 0.3 nH, SMT 0402	Johanson Technology	L-07C3N3SV6T	不能替代
L6	3.9 nH	电感, 陶瓷, ± 0.3 nH, SMT 0402	Johanson Technology	L-07C3N9SV6T	不能替代
L11 和 L12	4.7 nH	电感, 陶瓷, ± 0.3 nH, SMT 0402	Johanson Technology	L-07C4N7SV6T	不能替代
L7 和 L9	5.6 nH	电感, 陶瓷, ± 0.3 nH, SMT 0402	Johanson Technology	L-07C5N6SV6T	不能替代
L13	7.5 nH	电感, 陶瓷, $\pm 5\%$, SMT 0402	Johanson Technology	L-07C7N5JV6T	不能替代
L4	18 nH	电感, 陶瓷, $\pm 5\%$, SMT 0402	Johanson Technology	L-07C18NJV6T	不能替代
R5	2.2 欧	电阻, 1%, ± 100 ppm/C, SMT 0402	Vishay/Dale	CRCW04022R00FKED	—
R2	360 欧	电阻, 1%, ± 100 ppm/C, SMT 0402	Panasonic – ECG	ERJ-2RKF3600X	—
R1	1.60 千欧	电阻, 1%, ± 100 ppm/C, SMT 0402	Panasonic – ECG	ERJ-2RKF1601X	—
R3	470 千欧	电阻, 1%, ± 100 ppm/C, SMT 0402	Yageo	RC0402FR-07470KL	—
R4	560 千欧	电阻, 1%, ± 100 ppm/C, SMT 0402	Panasonic – ECG	ERJ-2RKF5603X	—
U6	MRF24J40	收发器, 2.4 GHz, IEEE 802.15.4 QFN	Microchip Technology Inc.	MRF24J40-I/ML	—
U7	NC7SZ125P5X	缓冲器, 三态, SC-70-5	Fairchild Semiconductor	NC7SZ125P5X	—
U5	TC1187VCT713	稳压器, LDO	Microchip Technology Inc.	TC1187VCT713	—
U1 和 U4	UPG2179TB	开关, RF, SPDT, 6-SMINI	CEL/NEC	UPG2179TB-E4-A	—
U2	UPC8233TK	放大器, 低噪声, 6MINIMOLD	CEL/NEC	UPC8233TK-A	—
U3	UPG2250T5N	放大器, RF, 6-TSON	CEL/NEC	UPG2250T5N-E2-A	—
X1	20.000 MHz	晶振, 20.000 MHz, 3.5 x 2.5 mm SMD	Abracon	ABM8-156-20.000MHz	—

2.3 印刷电路板

MRF24J40MC 模块的 PCB 采用耐高温 FR4 材料制造，共四层，厚度为 0.032 英寸。图 2-3 至图 2-8 显示了这些层。PCB 的层叠如图 2-9 所示。

图 2-3: 顶部丝网印刷层

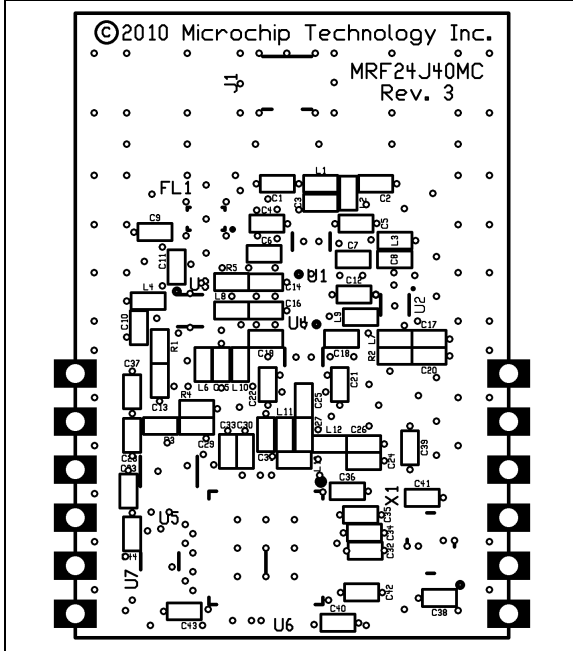


图 2-4: 顶层铜箔

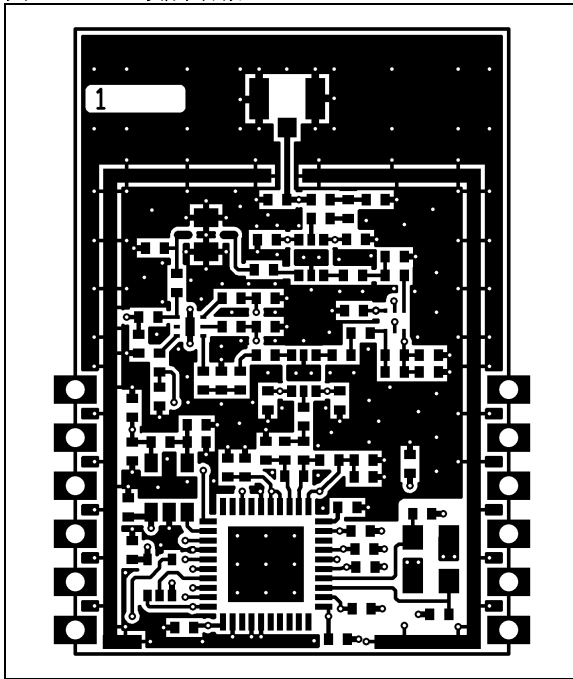


图 2-5: 第 2 层——接地层

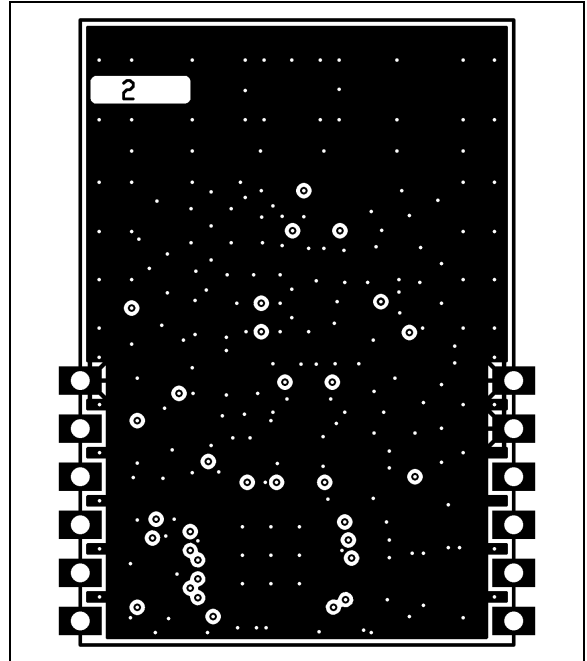
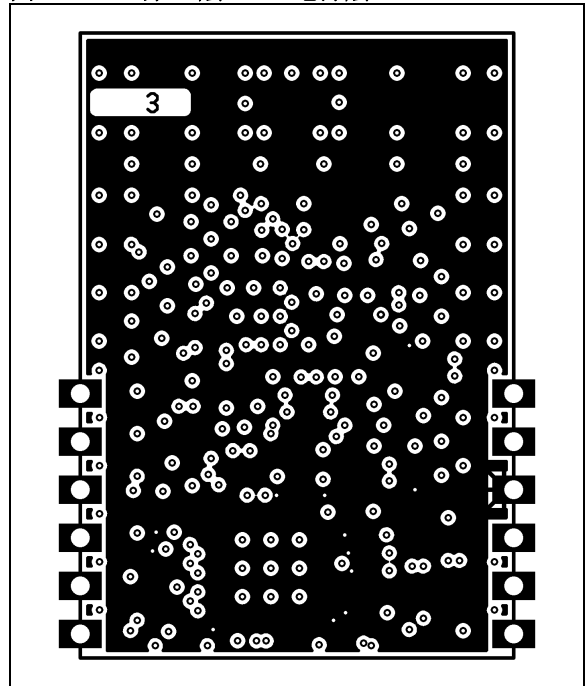


图 2-6: 第 3 层——电源层



MRF24J40MC

图 2-7: 底层铜箔

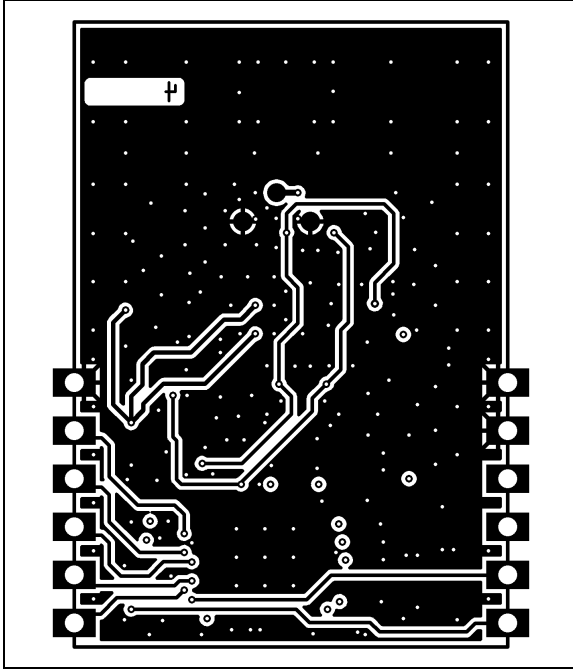


图 2-8: 底部丝网印刷层

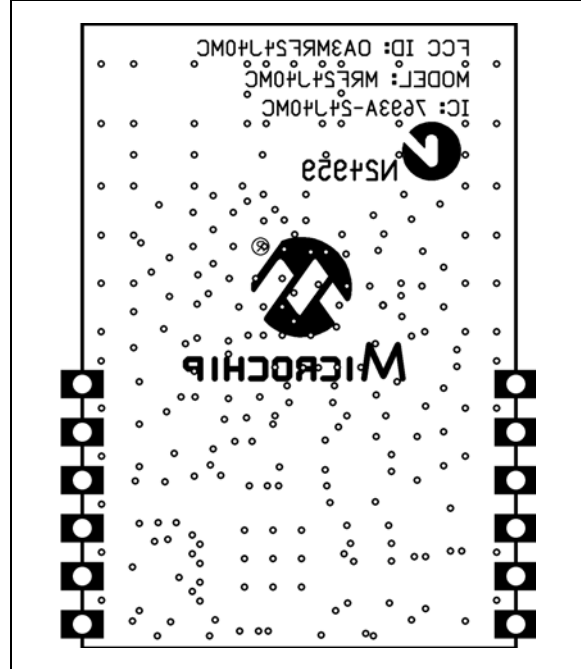
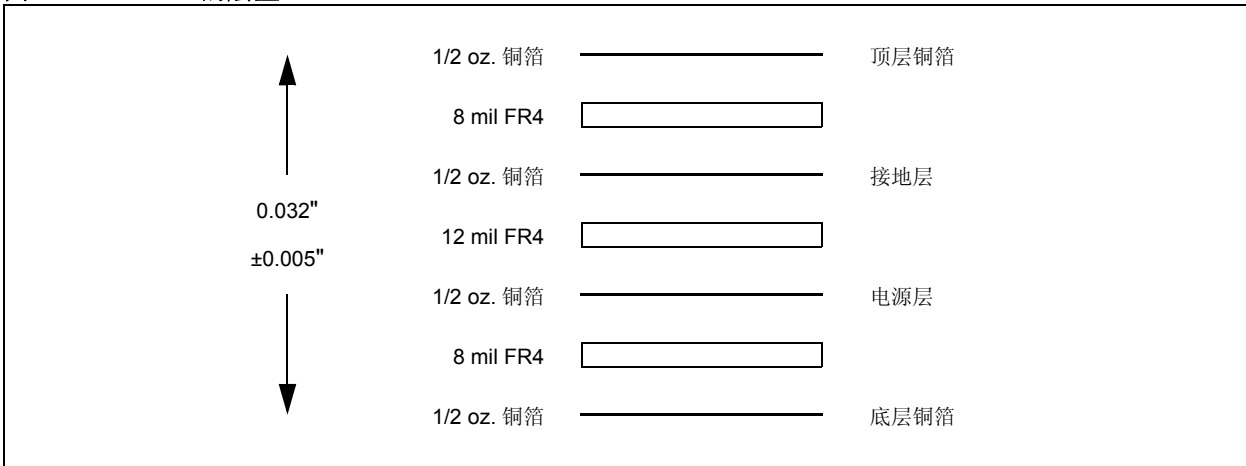


图 2-9: PCB 的层叠



3.0 法规认证

在美国和加拿大，MRF24J40MC 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产品中装入 MRF24J40MC 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。最终用户必须遵从已获得认证的制造商提出的所有指令，这些指令指示对于合规性所必需的安装和 / 或操作条件。

MRF24J40MC 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。

最终产品的制造商仍然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（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涉及 IEEE 标准 802.15.4 设备的法规要求。该标准可从 IEEE 标准网页下载：

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

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

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”，MRF24J40MC 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。MRF24J40MC 模块可以集成到成品中，无需获取后续和单独的 FCC 认证。

MRF24J40MC 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。外部标签可使用以下用词：

包含发射器模块 FCC ID：
OA3MRF24J40MC

- 或 -

包含 FCC ID: OA3MRF24J40MC

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。

用户手册应包括以下声明：

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。

MRF24J40MC

3.1.1 MRF24J40MC 设置

为符合 FCC 要求，最终产品的制造商必须遵循以下设置：

- MRF24J40MC 发射功率设置不得超过 18.5 dBm (RFFCON3 0x203<7:3> = 00101)。请参见第 1.3.4 节“发射功率设置”。
- 只能选择通道 11 至 25 (RFFCON0 0x200)。

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），MRF24J40MC 功率设置用于经过测试的相同天线类型。

使用表 3-1 中列出的天线类型对 MRF24J40MC 模块进行测试。

3.1.3 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 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（在工作期间，天线与人的距离低于 20 厘米）中使用 MRF24J40MC 模块，最终产品的制造商负责依照 FCC 规则 2.1091 进行能量比吸收率 (Specific Absorption Rate, SAR) 测试。

3.1.4 有用的网站

联邦通信委员会 (FCC) <http://www.fcc.gov>

表 3-1: 批准的外部天线类型

类型	制造商	部件编号	增益	输出功率 (1)
鞭形和偶极	Aristotle Enterprises Inc.	RFA-02-5-F7H1-70B-150	5 dBi	18.5 dBm

注 1: 天线连接器 J1 处的典型输出功率（通道 11，50Ω 阻抗）。

3.2 加拿大

MRF24J40MC 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词, 如下所示:

包含发射器模块 IC: 7693A-24J40MC

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 MRF24J40MC 设置

为符合加拿大工业部 (IC) 要求, 最终产品的制造商必须遵循以下设置:

- MRF24J40MC 发射功率设置不得超过 18.5 dBm (RFCON3 0x203<7:3> = 00101)。请参见第 1.3.4 节“发射功率设置”。
- 只能选择通道 11 至 25 (RFCON0 0x200)。

3.2.2 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):

MRF24J40MC 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。

MRF24J40MC

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。

表 3-2 列出了批准用于 MRF24J40MC 模块的外部天线类型。

3.2.3 有用的网站

加拿大工业部：<http://www.ic.gc.ca/>

表 3-2: 批准的外部天线类型

类型	制造商	部件编号	增益	输出功率 ⁽¹⁾	E.I.R.P.
鞭形和偶极	Aristotle Enterprises Inc.	RFA-02-5-F7H1-70B-150	5 dBi	18.5 dBm	23.5 dBm

注 1: 天线连接器 J1 处的典型输出功率（通道 11，50Ω 阻抗）

3.3 欧洲

MRF24J40MC 模块符合表 3-3 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，且必须遵循第 1.3 节“操作”中的设置。

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 MRF24J40MC 设置

为符合 ETSI 要求，最终产品的制造商必须遵循以下设置：

- MRF24J40MC 发射功率设置不得超过 18.5 dBm 峰值 (RFCON3 0x203<7:3> = 00101)，对于 ETSI 300 328 要求则等于平均值 9.8 dBm (占比为 20%)。MRF24J40MC 模块与 2 dBi 天线连接时，EIRP 小于 20 dBm。请参见第 1.3.4 节“发射功率设置”。

只能选择通道 11 至 25 (RFCON0 0x200)。

3.3.2 外部天线要求

外部天线的最大增益不得超过 3 dBi，以满足 ETSI EN 300 328 v1.7.1 (2006-10) 的第 4.3.2.2 节“对于除 FHSS (DSSS 和 OFDM 等) 之外的宽带调制，最大 e.i.r.p. 频谱密度限值为 10 mW/MHz”中的最大 e.i.r.p. 频谱密度限制。

3.3.3 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。

其他有用的网站包括：

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>

表 3-3: 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

MRF24J40MC

3.4 澳大利亚 / 新西兰

按照以下条款的要求，MRF24J40MC 模块符合澳大利亚合规性等级 1、2 和 3 以及新西兰合规性等级 1、2 和 3:

- 澳大利亚 1992 年无线电通讯法案第 182 节;
- 澳大利亚 1997 年电信法案第 407 节; 以及
- 新西兰 1989 年无线电通讯法案第 134 节。

3.4.1 MRF24J40MC 设置

为符合 ETSI 要求，最终产品的制造商必须遵循以下设置:

- MRF24J40MC 发射功率设置不得超过 18.5 dBm 峰值 (RFCON3 0x203<7:3> = 00101)，对于 ETSI 300 328 要求则等于平均值 9.8 dBm (占空比为 20%)。MRF24J40MC 模块与 2 dBi 天线连接时，EIRP 小于 20 dBm。请参见第 1.3.4 节“发射功率设置”。
- 只能选择通道 11 至 25 (RFCON0 0x200)。

3.4.2 外部天线要求

外部天线的最大增益不得超过 3 dBi，以满足 ETSI EN 300 328 v1.7.1 (2006-10) 的第 4.3.2.2 节“对于除 FHSS (DSSS 和 OFDM 等) 之外的宽带调制，最大 e.i.r.p. 频谱密度限值为 10 mW/MHz”中的最大 e.i.r.p. 频谱密度限制。

3.4.3 有用的网站

澳大利亚通讯及媒体管理局——无线电通讯 (短程设备) 标准:

http://www.acma.gov.au/WEB/STANDARD/pc=PC_100141

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、模拟和数字电路的电源电压	2.7	—	3.6	V
数字 I/O 的电源电压	2.7	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	休眠时钟和 PA 稳压器已禁止	—	12 μA	—	μA
发送	最大输出功率时	—	120 mA	—	mA
接收	—	—	25 mA	—	mA

表 4-3: 接收器交流特性

典型值在 TA = 25°C, VDD = 3.3V, LO 频率 = 2.445 GHz 条件下测得

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
RF 输入频率	兼容 IEEE 标准 802.15.4™, 2003	2.405	—	2.480	GHz
RF 灵敏度	—	—	-108	—	dBm
最大 RF 输入	50Ω	—	—	-23	dBm
LO 泄漏	频率为 2.405 GHz – 2.48 GHz 时在阻抗匹配电路匹配网络输入端测得	—	-60	—	dBm
输入返回损耗曲线	50Ω	-8	-12	—	dB
噪声系数 (包括匹配)	—	—	1.8	—	dB
相邻信道抑制	±5 MHz 时	30	—	—	dB
备用信道抑制	±10 MHz 时	40	—	—	dB
RSSI 范围	—	—	50	—	dB
RSSI 误差	—	-5	—	5	dB

MRF24J40MC

表 4-4: 发射器交流特性

典型值在 $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 3.3\text{V}$, LO 频率 = 2.445 GHz 条件下测得

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
RF 载波频率	—	2.405	—	2.475	GHz
最大 RF 输出功率	50 Ω	—	19 ⁽¹⁾	—	dBm
RF 输出功率控制范围	—	—	45	—	dB
Tx 增益控制分辨率	由寄存器设定	—	1.25	—	dB
载波抑制	—	—	-30	—	dBc
O-QPSK 信号的 Tx 频谱屏蔽	输出功率为 0 dBm 时, 偏移频率 >3.5 MHz	-33	—	—	dBm
Tx EVM	—	—	15	—	%

注 1: 天线连接器 J1 的输出功率。

附录 A： 版本历史

版本 A（2011 年 3 月）

本文档的初始版本。

MRF24J40MC

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。

MRF24J40MC

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: MRF24J40MC 文献编号: DS75002A_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。

<p>部件编号</p> <p>M X T -X</p> <p>器件 模块 模块类型 卷带式 温度范围</p>	<p>示例：</p> <p>a) MRF24J40MC-I/RM：工业级温度，托盘式。</p> <p>b) MRF24J40MCT-I/RM：工业级温度，卷带式。</p>
<p>器件 MRF24J40MC：具有 PA/LNA 和外部天线连接器的 2.4 GHz IEEE 标准 802.15.4 RF 收发器模块</p> <p>温度范围 I = -40°C 至 +85°C（工业级）</p>	

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: 86-571-2819-3187
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: 886-7-536-4818
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: 886-3-5778-366
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: 81-66-152-7160
Fax: 81-66-152-9310

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

器件概述 5
电路说明 11
法规认证 17
电气特性 23
附录 A: 版本历史 25
Microchip 网站 27
变更通知客户服务 27
客户支持 27
读者反馈表 28
产品标识体系 29



MICROCHIP
