



**MICROCHIP**

---

**MRF89XAM9A**

**数据手册**

915 MHz 超低功耗  
Sub-GHz 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、PIC<sup>32</sup> 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: 978-1-62076-544-9

**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<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和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

## 915 MHz 超低功耗 Sub-GHz 收发器模块

### 特性

- 模块基于 MRF89XA 集成式超低功耗 Sub-GHz 收发器 IC 设计
- 支持 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: 0.7" x 1.1" (17.8 mm x 27.9 mm), 可表面贴装——引脚兼容 MRF89XAM8A
- 集成晶振、内部稳压器、匹配电路和印刷电路板 (Printed Circuit Board, PCB) 天线
- 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
- 兼容 Microchip 单片机系列 (PIC16、PIC18、PIC24、dsPIC33 和 PIC32)
- 通过美国和加拿大的模块化器件认证 (分别为 FCC 和 IC), 以及澳大利亚/新西兰的无线电法规认证 (C-TICK)

### 工作特性

- 工作电压: 2.1–3.6V (典型值为 3.3V)
- 温度范围: -40°C 至 +85°C (工业级)
- 低电流:
  - 接收 (Rx) 模式: 3 mA (典型值)
  - 发送 (Tx) 模式: +10 dBm 时 25 mA (典型值)
  - 休眠: 0.1  $\mu$ A (典型值)

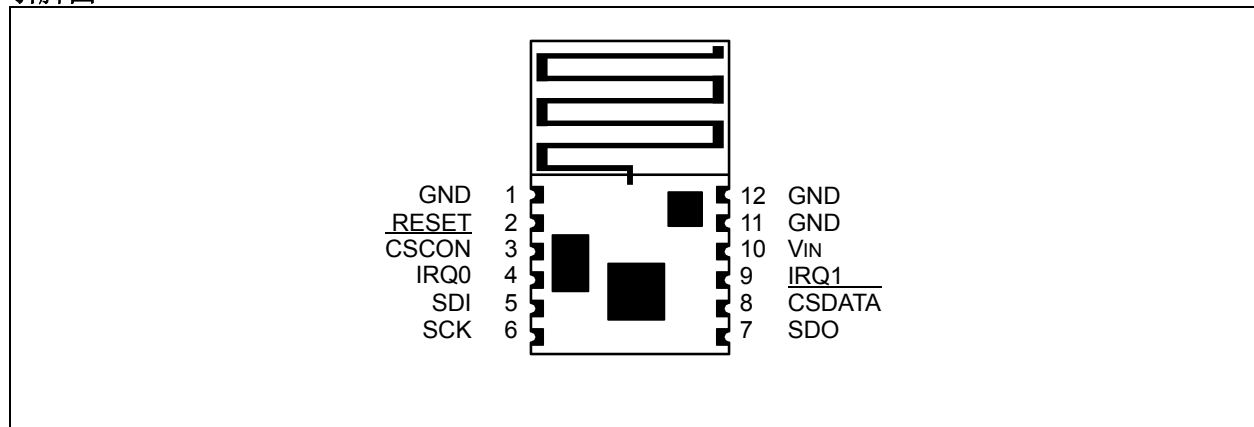
### RF/ 模拟特性

- 工作于 ISM 波段 902-928 MHz
- 调制: FSK 和 OOK
- 数据速率:
  - FSK: 200 kbps
  - OOK: 28 kbps
- 接收灵敏度
  - FSK: 25 kbps 时 -105 dBm (典型值)
  - OOK: 2 kbps 时 -111 dBm (典型值)
- Tx 功率控制范围为 21 dB 时, 输出功率典型值为 +10 dBm

### 媒体访问控制器 (MAC) / 基带特性

- 支持数据白化和自动 CRC 生成的数据包处理功能
- 传入同步字 (模式) 识别
- 用于传入数据以及时钟同步和恢复的内置位同步器
- 待机模式下具有预载功能的 64 字节发送 / 接收 FIFO
- 支持曼彻斯特编码 / 解码技术

### 引脚图



# MRF89XAM9A

## 目录

1.0 器件概述 .....	3
2.0 电路说明 .....	9
3.0 法规认证 .....	17
4.0 电气特性 .....	21
附录 A: 版本历史 .....	27
Microchip 网站 .....	29
变更通知客户服务 .....	29
客户支持 .....	29
读者反馈表 .....	30
产品标识体系 .....	31

## 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。

## 1.0 器件概述

MRF89XAM9A 是具有晶振、内部稳压器、匹配电路和 PCB 天线的超低功耗 sub-GHz 表面贴装收发器模块。MRF89XAM9A 模块在常用于美国 / 加拿大的 902–928 MHz ISM 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。

MRF89XAM9A 模块兼容 Microchip 的 MiWi™ 开发环境软件协议栈。可以从 Microchip 网站 <http://www.microchip.com/wireless> 免费下载该软件协议栈，其中包含源代码。

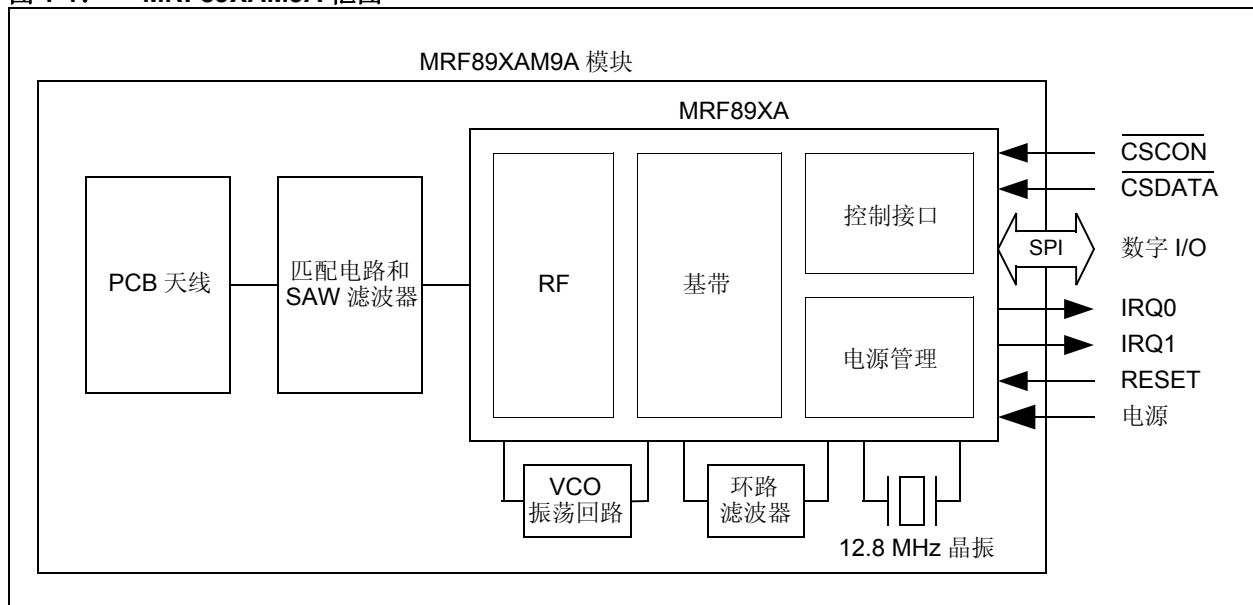
在美国和加拿大，MRF89XAM9A 模块都获得了模块化器件的法规认证（分别为 FCC 和 IC）。模块化器件认证消除了对昂贵的 RF 和天线设计的需求，允许用户将 MRF89XAM9A 模块放置于成品中，而无需进行针对人为辐射体（RF 发送器）的法规测试。为保持符合性，请参见第 3.1.1 节“MRF89XAM9A 设置”（适用于美国）和第 3.2.1 节“MRF89XAM9A 设置”（适用于加拿大）中的模块设置。

## 1.1 接口说明

图 1-1 显示了 MRF89XAM9A 模块的简化框图。该模块基于 Microchip Technology MRF89XA 超低功耗 Sub-GHz 收发器集成电路（Integrated Circuit, IC）。该模块可连接多种常见的 Microchip PIC® 单片机，提供的引脚包括 3 线串行 SPI 接口、两个片选（配置和数据）、中断请求 0（IRQ0）、中断请求 1（IRQ1）、复位、电源和地，如图 1-2 所示。表 1-1 提供了引脚说明。

《MRF89XA 超低功耗集成 Sub-GHz 收发器》（DS70622C\_CN）数据手册中介绍了数据通信和模块配置。有关具体串行接口协议和通用寄存器定义的详细信息，请参见《MRF89XA 数据手册》；有关 MRF89XAM9A 模块工作时为保持合规性而独有的具体寄存器设置，请参见第 1.3 节“操作”。

图 1-1: MRF89XAM9A 框图

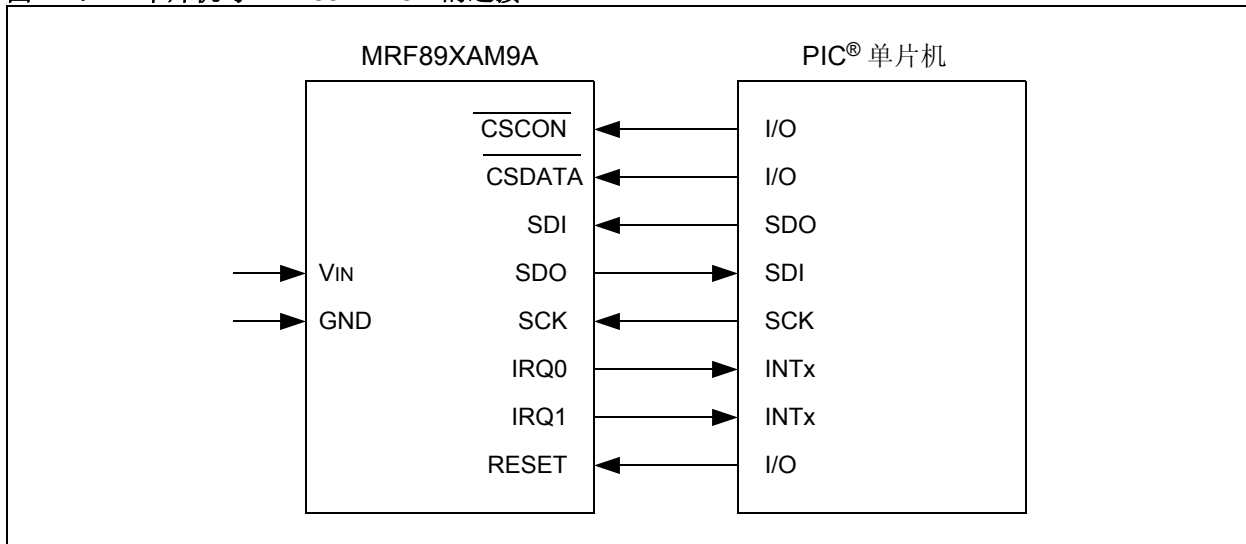


# MRF89XAM9A

表 1-1: 引脚说明

引脚	符号	类型	说明
1	GND	电源	地
2	RESET	DI	复位引脚。有关详细信息，请参见第 1.3.1 节“复位”
3	CSCON	DI	串行接口配置片选
4	IRQ0	DO	中断请求输出
5	SDI	DI	串行接口数据输入
6	SCK	DI	串行接口时钟
7	SDO	DO	串行接口数据输出
8	CSDATA	DI	串行接口数据片选
9	IRQ1	DO	中断请求输出
10	VIN	电源	电源
11	GND	电源	地
12	GND	电源	地

图 1-2: 单片机与 MRF89XAM9A 的连接



## 1.2 安装细节

MRF89XAM9A 是可表面贴装的模块。模块尺寸如图 1-3 中所示。模块 PCB 的厚度为 0.032"，边缘有槽式安装孔。图 1-4 是针对 MRF89XAM9A 建议的主 PCB 布局。

MRF89XAM9A 具有集成的 PCB 天线。为获得最佳性能，请遵循图 1-5 中显示的安装细节。建议将模块安装在主 PCB 的边缘上，并清除天线周围区域约 3.4" (8.6 cm) 范围内的金属物体，以获得最佳性能。MRF89XAM9A 周围的主 PCB 接地层用作 PCB 天线的地网。建议模块周围的接地层至少比模块超出 0.4" (1 cm)。

图 1-3: 模块细节

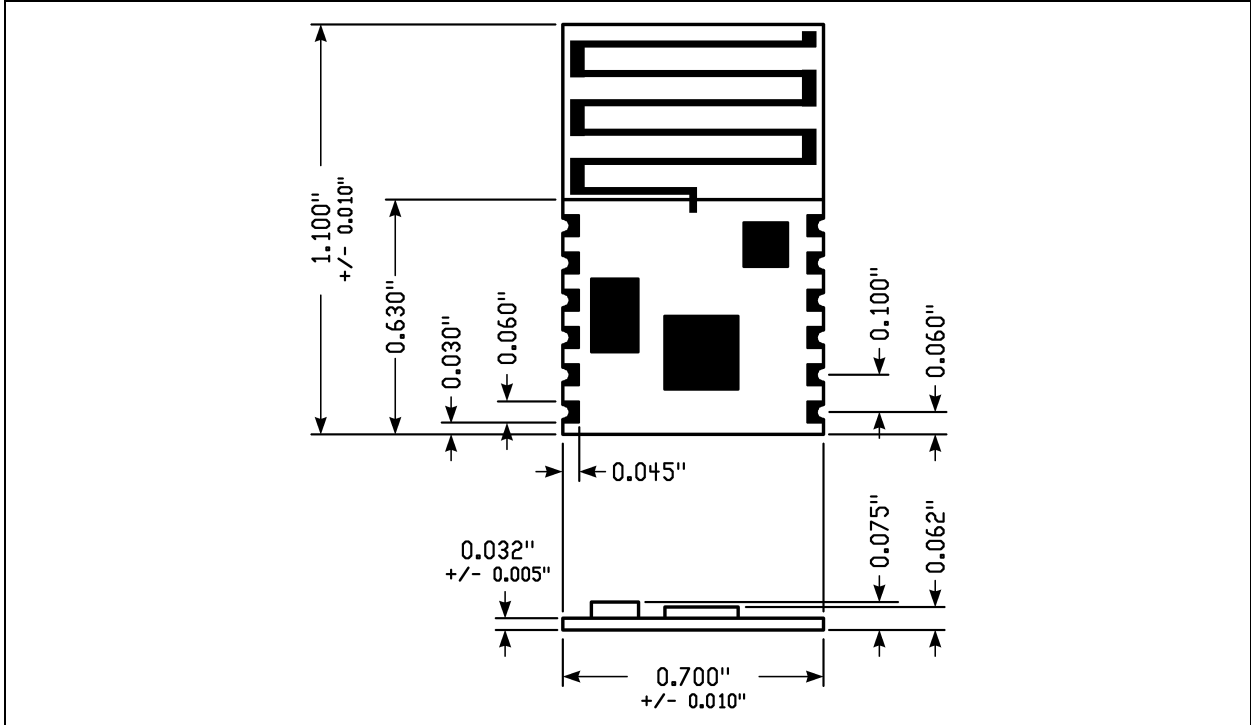
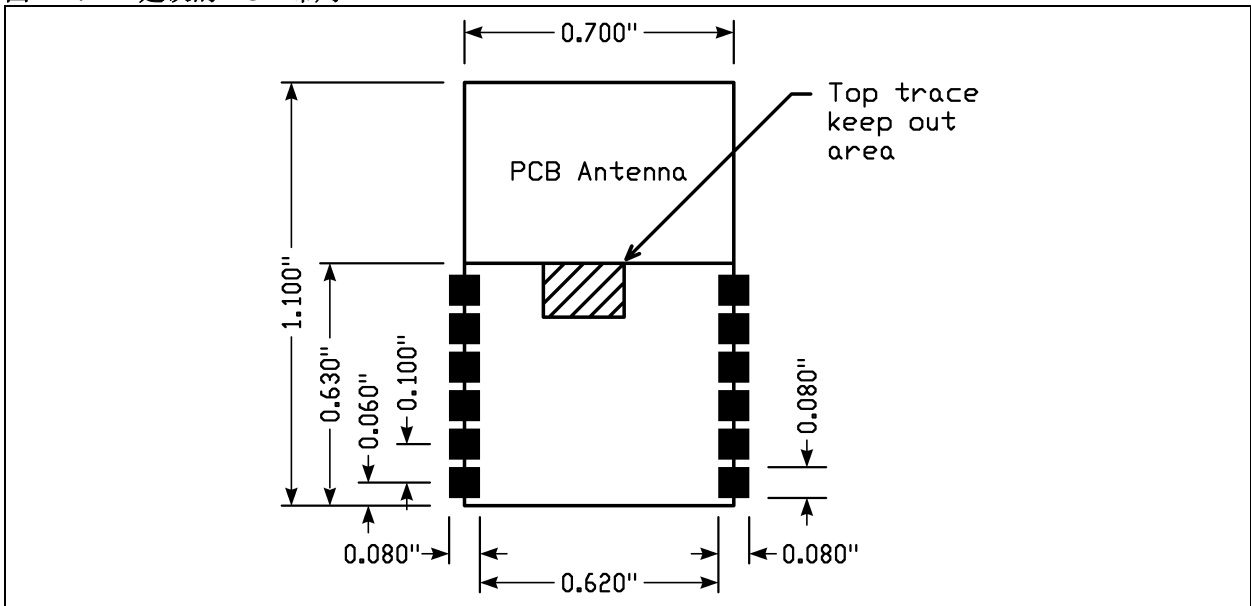
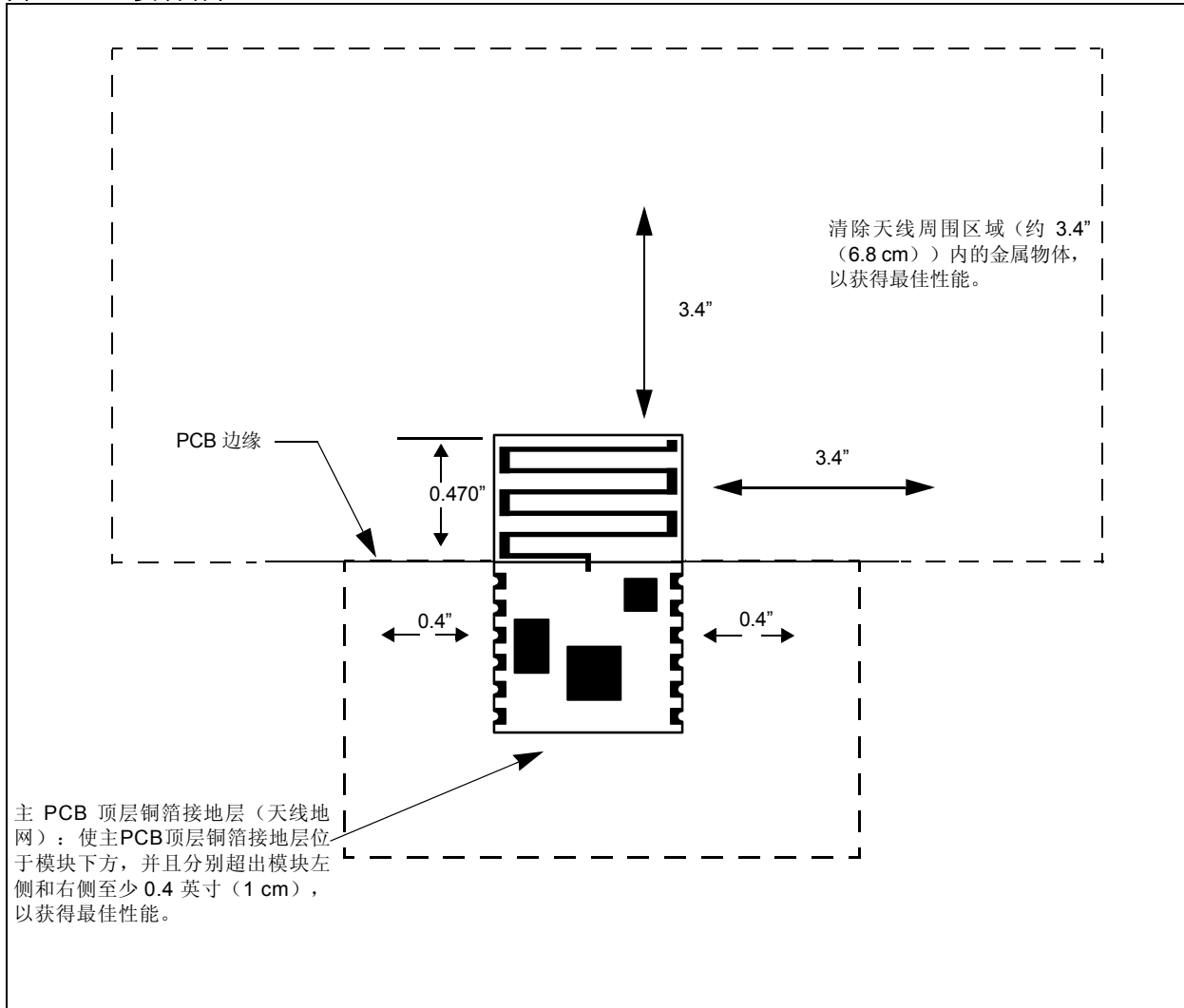


图 1-4: 建议的 PCB 布局



# MRF89XAM9A

图 1-5: 安装细节





## 1.3 操作

MRF89XAM9A 模块基于 Microchip MRF89XA 超低功耗集成式 ISM 波段 Sub-GHz 收发器 IC。《MRF89XA 超低功耗集成Sub-GHz收发器》(DS70622C\_CN)中介绍了数据通信和模块配置。

本节强调了 MRF89XAM9A 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 复位

模块的引脚2 (RESET) 允许MRF89XA IC外部复位。RESET 与 MRF89XA IC 的 TEST8 引脚连接。在 MRF89XAM9A 正常工作期间，RESET 引脚应保持在高阻态。有关使能 RESET 引脚的更多信息，请参见《MRF89XA 数据手册》(DS70622C\_CN) 的第3.1.2节“手动复位”。

### 1.3.2 晶振频率

在计算频率偏差、比特率、接收器带宽以及 PLL R、P 和 S 值时，应使用  $f_{xtal} = 12.8$  MHz 的晶振频率。

### 1.3.3 时钟输出 (CLKOUT)

模块不使用 MRF89XA IC 的引脚 19 (CLKOUT)。确保已禁止 CLKOUT 信号，以尽可能减少电流消耗。

### 1.3.4 频带选择

对于902–915 MHz的目标信道范围，GCONREG<4:3> 中的频带选择 (FBS<1:0>) 位应设置为 FBS<1:0> = 00，对于 915–928 MHz 的目标信道范围，应设置为 FBS<1:0> = 01。

### 1.3.5 VCO 振荡回路微调值

对于模块的电感值，GCONREG<2:1> 中的 VCO 微调 (VCOT<1:0>) 位应设置为 VCOT<1:0> = 01。

### 1.3.6 比特率

由于晶振频率为 12.8 MHz，OOK 调制的最大比特率值将限制为 28 kbps。

# MRF89XAM9A

---

注:

## 2.0 电路说明

MRF89XAM9A 模块使用最少的外部元件，实现与 Microchip PIC16、PIC18、PIC24 和 PIC32 单片机，以及 dsPIC33 DSC 的纯数字连接。图 2-2 显示了一个应用原理图示例。

## 2.1 模块原理图

MRF89XAM9A 模块基于 Microchip MRF89XA 超低功耗集成式 ISM 波段 Sub-GHz 收发器 IC。串行 I/O (CSCON、CSDATA、SCK、SDO 和 SDI)、RESET、IRQ0 和 IRQ1 引脚连接至模块引脚，如图 2-2 所示。晶振 X1 是 12.8 MHz 晶振，其频率容差在 25°C 时为  $\pm 10$  ppm。RFIO 输出与 SAW 滤波器 FL1 匹配，并进一步与 PCB 走线天线匹配。

图 2-2 给出了 MRF89XAM9A 原理图。表 2-1 详细列出了物料清单 (Bill of Materials, BOM)。

图 2-1: MRF89XAM9A 应用原理图

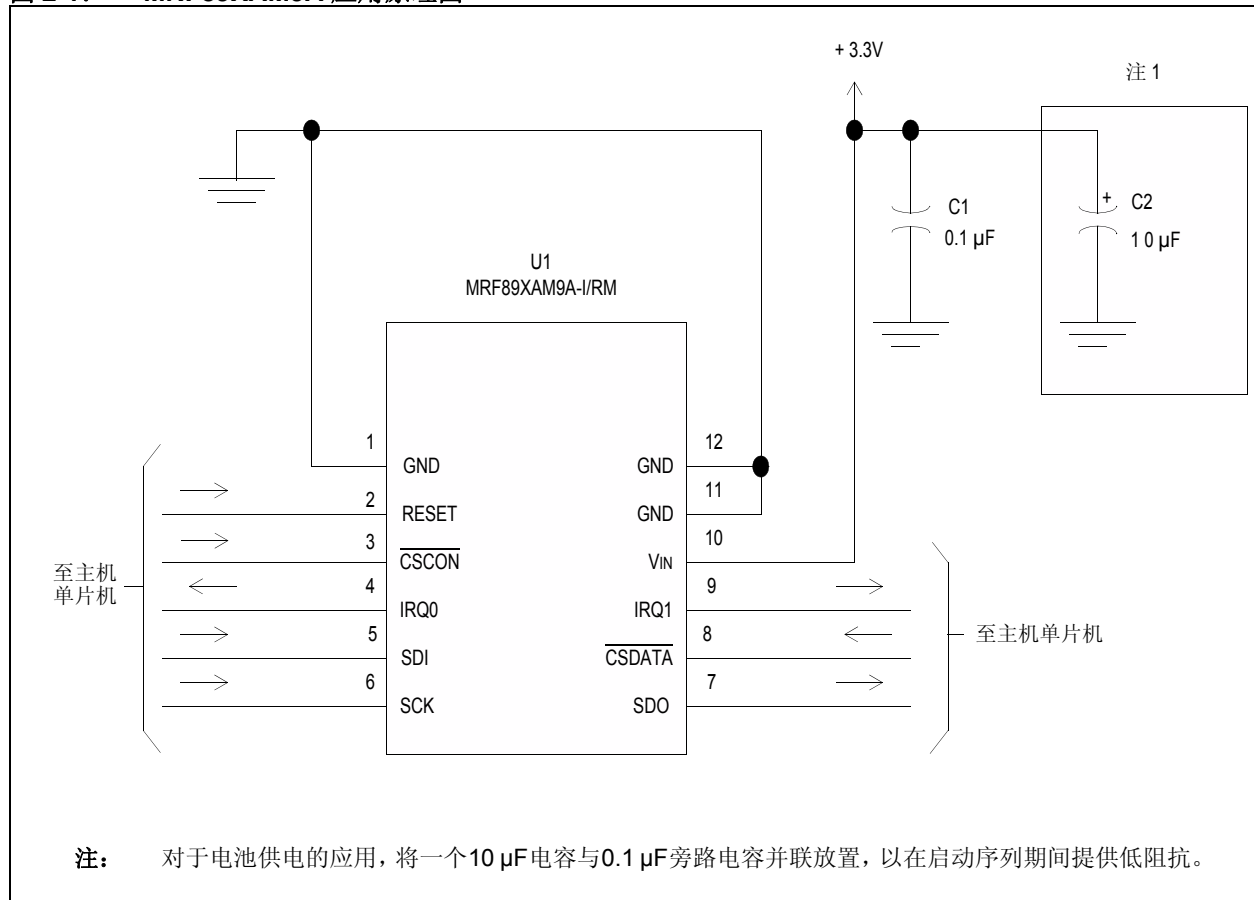
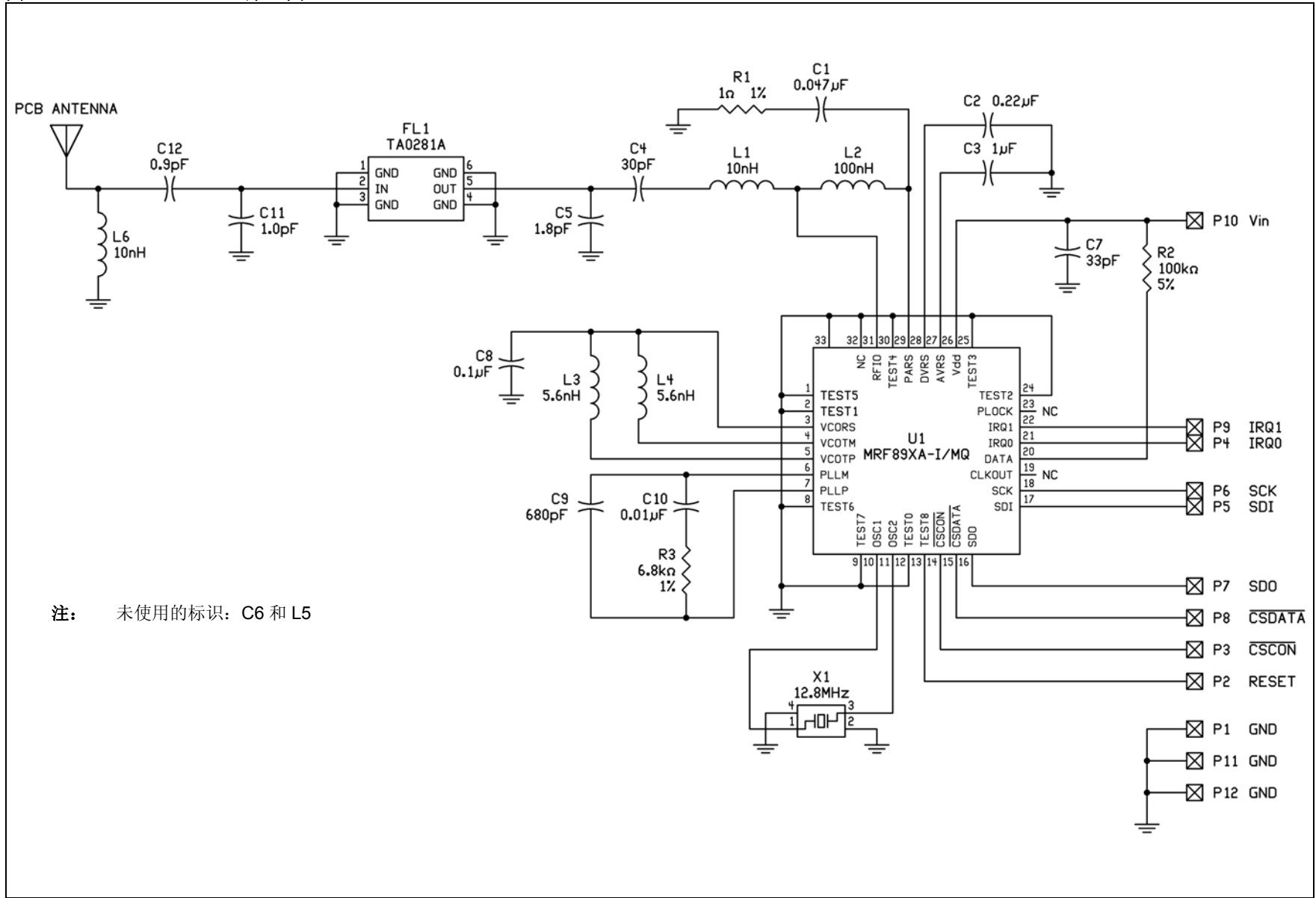


图 2-2: MRF89XAM9A 原理图



# MRF89XAM9A

表 2-1: MRF89XAM9A 物料清单

标识	值	说明	制造商	部件编号
C1	0.047 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 10V, $\pm$ 10%, X7R, SMT 0402	Murata	GRM155R71A473KA01D
C2	0.22 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 16V, $\pm$ 10%, X7R, SMT 0402	Murata	GRM155R71C224KA12D
C3	1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 6.3V, $\pm$ 10%, X5R, SMT 0603	Murata	GRM188R60J105KA01D
C4	30 pF	电容, 陶瓷, 50V, $\pm$ 5%, UHI-Q NP0, SMT 0402	Johanson Technology	250R07S300JV4T
C5	1.8 pF	电容, 陶瓷, 50V, $\pm$ 0.1 pF, UHI-Q NP0, SMT 0402	Johanson Technology	500R07S1R8BV4
C6	—	未使用的标识	—	—
C7	33 pF	电容, 陶瓷, 50V, $\pm$ 5%, C0G, SMT 0402	Murata	GRM1555C1H330JZ01D
C8	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 16V, $\pm$ 10%, X7R, SMT 0402	Murata	GRM155R71C104KA88D
C9	680 pF	电容, 陶瓷, 50V, $\pm$ 5%, C0G, SMT 0402	Murata	GRM1555C1H681JA01D
C10	0.01 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 16V, $\pm$ 10%, X7R, SMT 0402	Murata	GRM155R71C103KA01D
C11	1.0 pF	电容, 陶瓷, 50V, $\pm$ 0.1 pF, UHI-Q NP0, SMT 0402	Johanson Technology	500R07S1R0BV4
C12	0.9 pF	电容, 陶瓷, 50V, $\pm$ 0.1 pF, UHI-Q NP0, SMT 0402	Johanson Technology	500R07S0R9BV4
FL1	TA0281A	滤波器, SAW, 902–928 MHz	Tai-saw Technology	TA0281A
L1	10 nH	电感, 陶瓷, $\pm$ 5%, SMT 0402	Johanson Technology	L-07C10NJV6T
L2	100 nH	电感, 陶瓷, $\pm$ 5%, SMT 0402	Johanson Technology	L-07CR10JV6T
L3	5.6 nH	电感, 线绕, $\pm$ 5%, SMT 0402	Johanson Technology	L-07W5N6JV4T
L4	5.6 nH	电感, 线绕, $\pm$ 5%, SMT 0402	Johanson Technology	L-07W5N6JV4T
L5	—	未使用的标识	—	—
L6	10 nH	电感, 陶瓷, $\pm$ 5%, SMT 0402	Johanson Technology	L-07C10NJV6T
R1	1 $\Omega$	电阻, 1%, $\pm$ 100 ppm/ $^{\circ}$ C, SMT 0402	Vishay/Dale	CRCW04021R00FKED
R2	100 K $\Omega$	电阻, 5%, $\pm$ 100 ppm/ $^{\circ}$ C, SMT 0402	Yageo	RC0402JR-07100KL
R3	6.8 K $\Omega$	电阻, 1%, $\pm$ 100 ppm/ $^{\circ}$ C, SMT 0402	Yageo	RC0402FR-076K8L
U1	MRF89XA	收发器, 超低功耗, 集成式 Sub-GHz	Microchip Technology	MRF89XA-I/MQ
X1	12.8 MHz	晶振, $\pm$ 10 ppm, 15 pF, ESR 100 $\Omega$ , SMT 5 x 3.2 mm	Abracon	ABM3B-155-12.800MHz-T

# MRF89XAM9A

## 2.2 印刷电路板

MRF89XAM9A 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

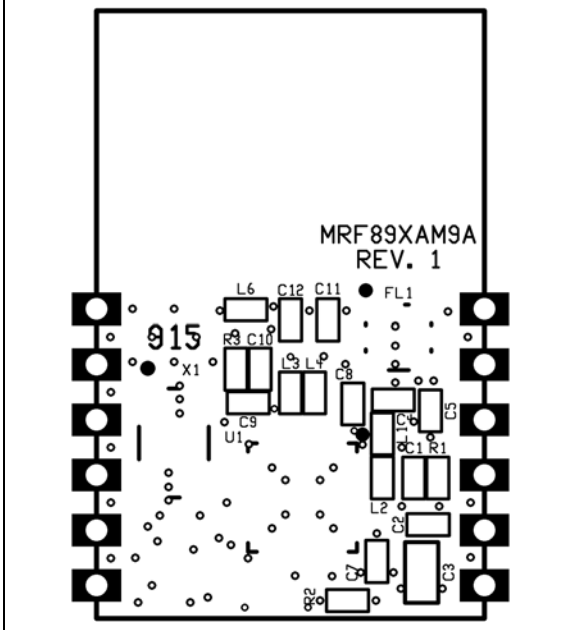


图 2-4: 顶层铜箔

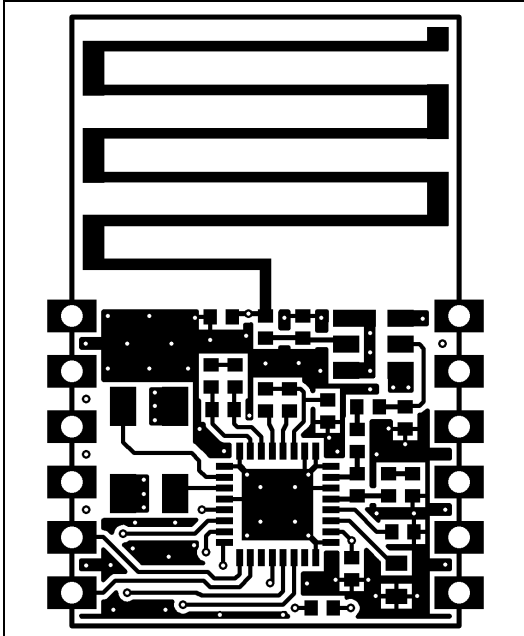


图 2-5: 第 2 层 —— 接地层

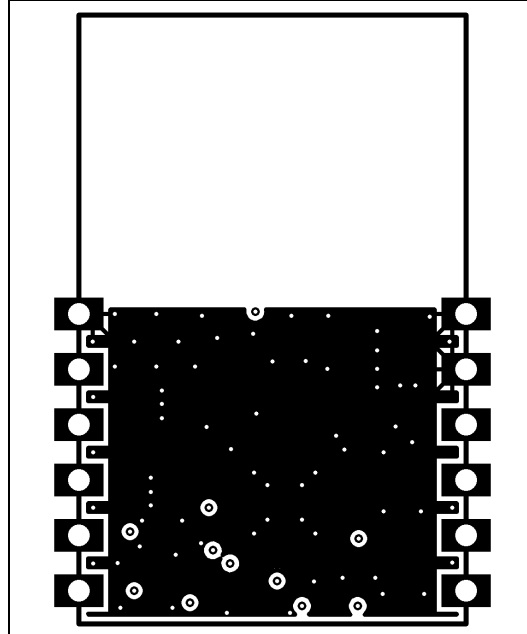


图 2-6: 第 3 层 —— 电源层

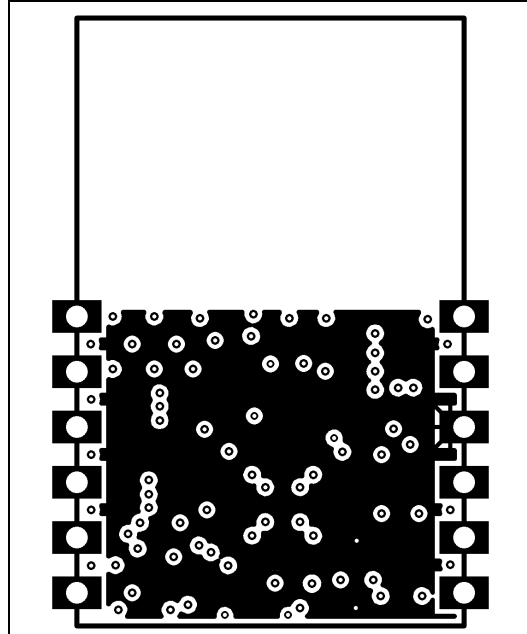


图 2-7: 底层铜箔

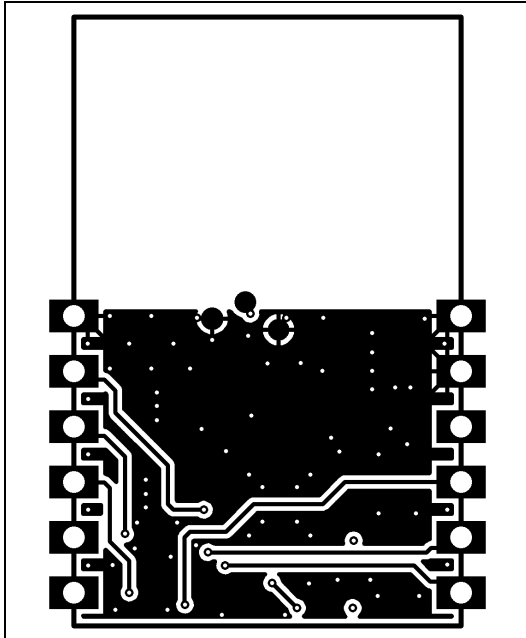


图 2-8: 底部丝网印刷层

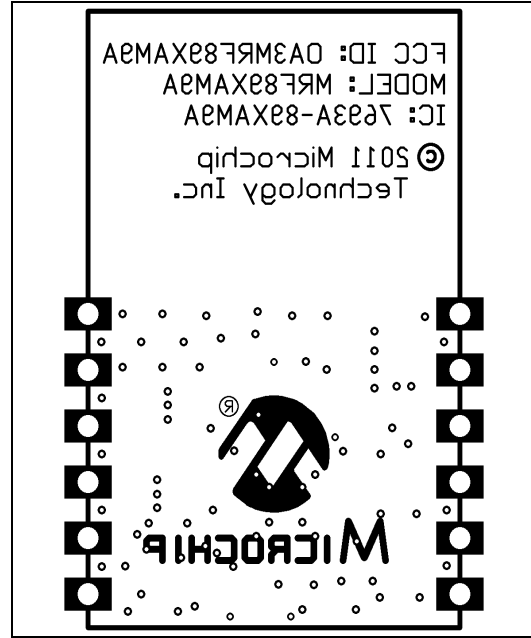
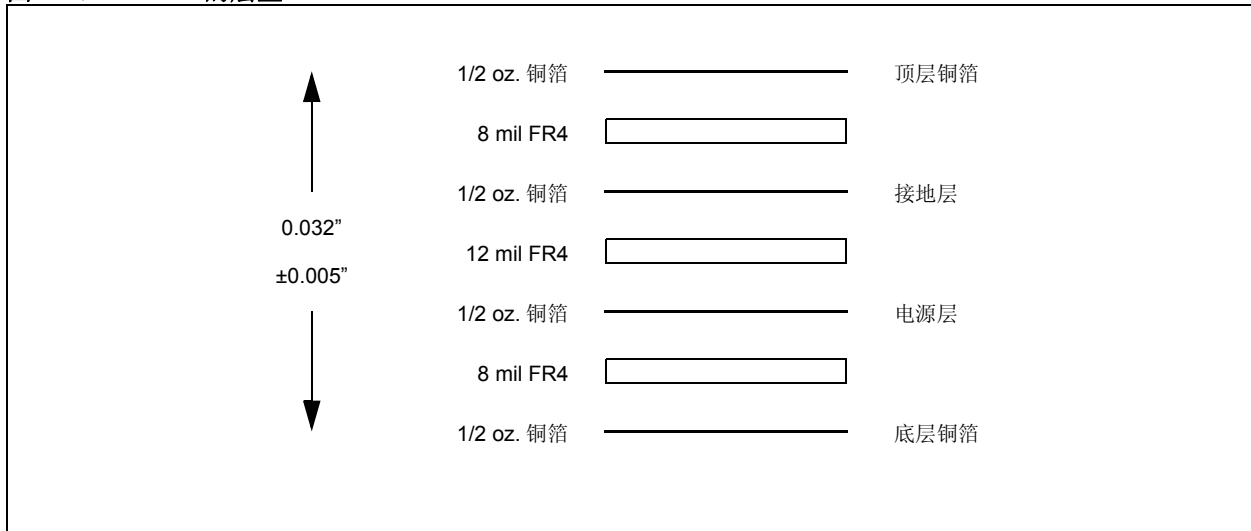


图 2-9: PCB 的层叠



# MRF89XAM9A

## 2.3 PCB 天线

PCB 天线在顶层铜箔走线中制作。图 2-10 显示了 PCB 天线尺寸。天线下方的各层都没有铜箔走线。元件下方的接地层和电源层用作 PCB 天线的地网。主 PCB 上的附加接地层可大幅增强模块的性能。为获得最佳性能，请按照第 1.2 节“安装细节”中的建议将模块放置在主 PCB 上。

PCB 天线使用 ANSYS, Inc. ([www.ansoft.com](http://www.ansoft.com)) 的 Ansoft Designer<sup>®</sup> 和 HFSS<sup>™</sup> 3D 全波求解程序软件进行模拟和设计。设计的目标是创造具有最佳辐射特性图的紧凑型低成本天线。图 2-11 显示了 PCB 天线模拟图，图 2-12 和图 2-13 显示了模拟的 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 2-14 显示了阻抗模拟，图 2-15 显示了实际的阻抗测量值。独立的匹配电路使天线的阻抗与 SAW 滤波器和 MRF89XA 收发器 IC 相匹配。

图 2-10: PCB 天线尺寸

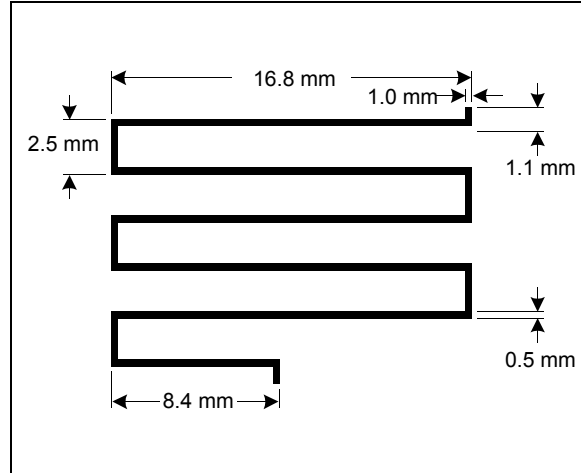


图 2-11: PCB 天线模拟图

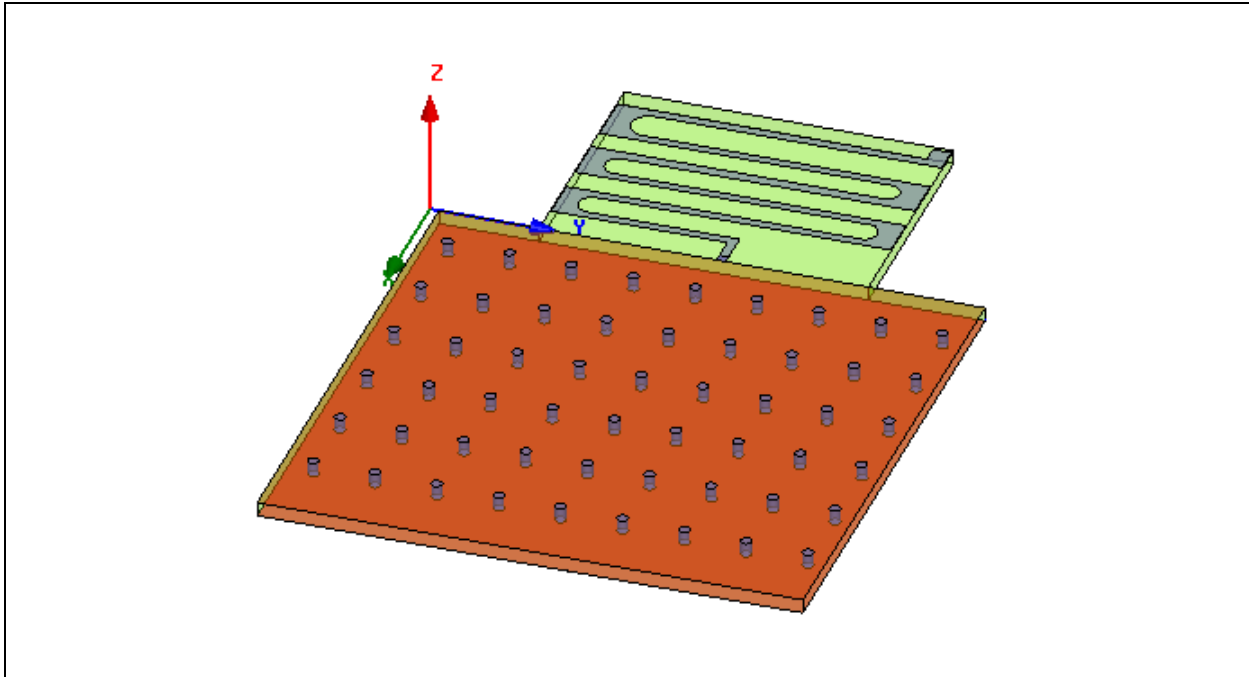




图 2-12: 模拟的 2D 辐射特性图

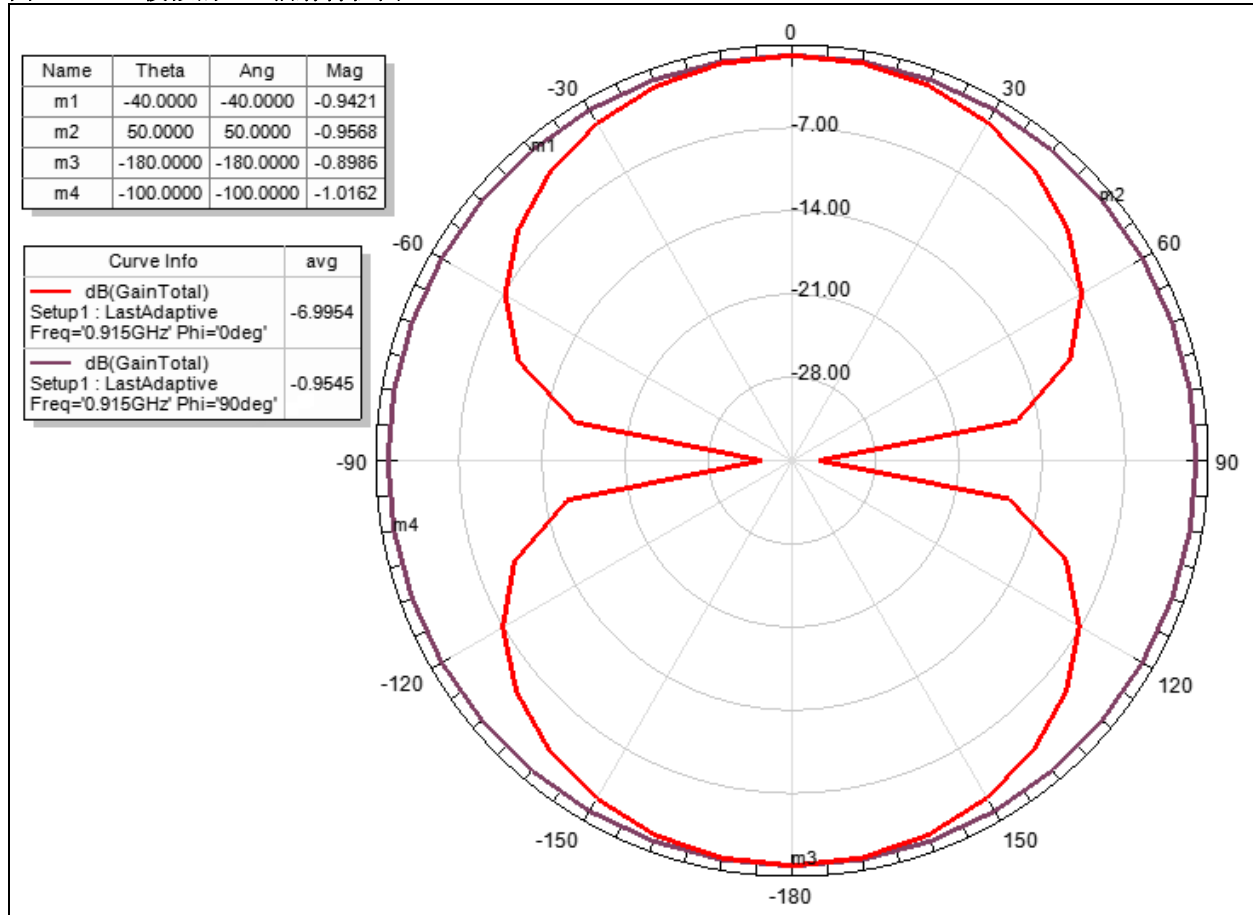
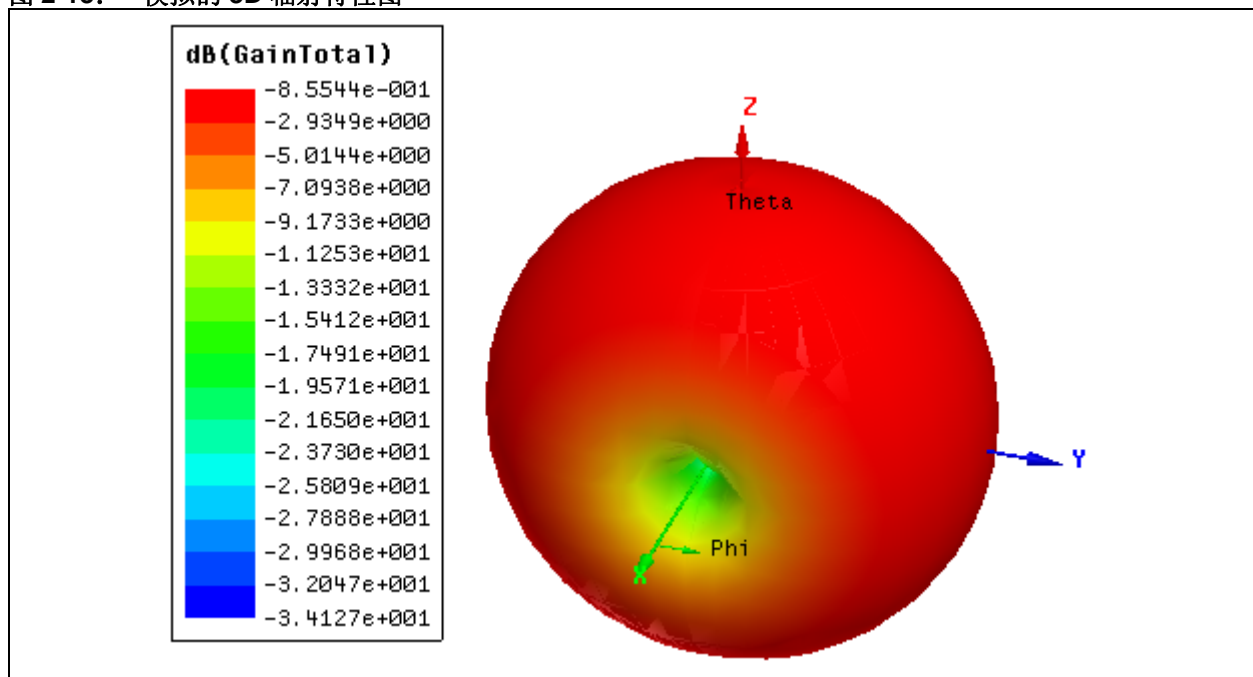


图 2-13: 模拟的 3D 辐射特性图



# MRF89XAM9A

图 2-14: 模拟的 PCB 天线阻抗

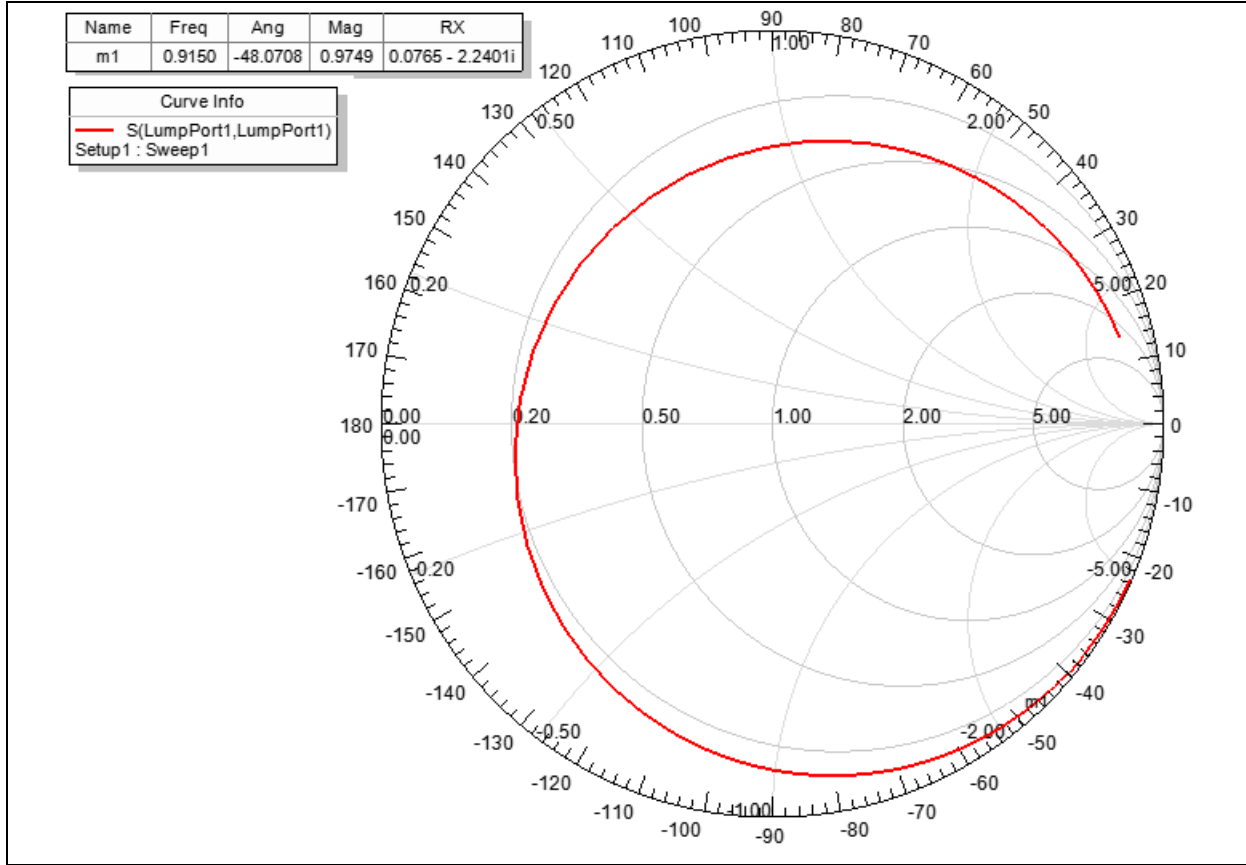
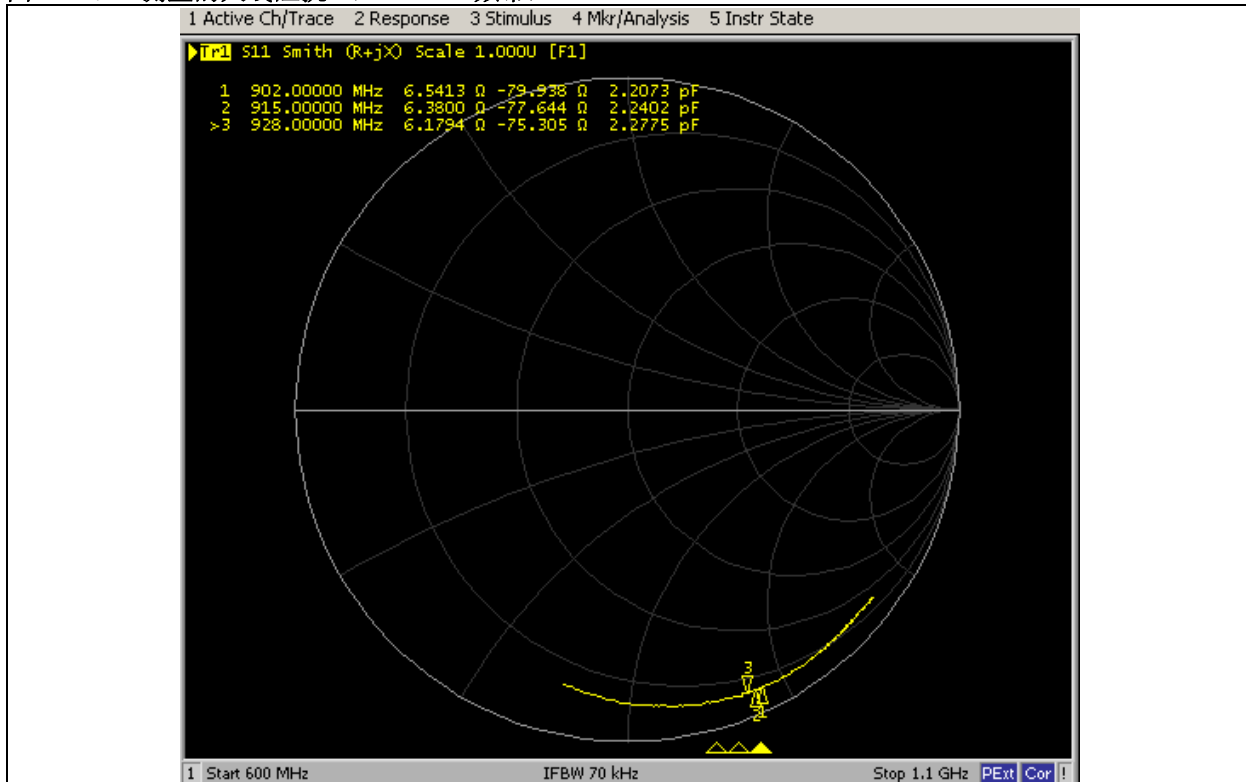


图 2-15: 测量的天线阻抗 (915 MHz 频带)



## 3.0 法规认证

在美国和加拿大，MRF89XAM9A 模块都获得了模块化器件的法规认证。模块化器件法规认证使最终用户可以在产品中装入 MRF89XAM9A 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。

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）。

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

MRF89XAM9A 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 15.249 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。MRF89XAM9A 模块可以集成到成品中，无需获取后续和单独的 FCC 认证。

MRF89XAM9A 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: OA3MRF89XAM9A

- 或 -

包含 FCC ID: OA3MRF89XAM9A

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。

第 15.19 部分“标签要求”中给出了产品标签的要求。

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。

#### 3.1.1 MRF89XAM9A 设置

为符合 FCC 要求，最终产品的制造商必须遵循以下设置：

##### 3.1.1.1 FSK 调制

以下设置将 MRF89XAM9A 配置为适用于符合第 15.247 部分要求的宽带数字调制技术。这些设置允许更高的射频（radio frequency, RF）输出功率和更大的链路预算：

- 比特率设置：50 - 200 kbps
  - 发射功率最大设置：13 dBm
- 比特率设置：2 - 40 kbps
  - 发射功率最大设置：7 dBm
- 频率偏差设置：200 kHz
- 数据白化：开
- 低频设置：902.800 MHz
- 高频设置：926.500 MHz

# MRF89XAM9A

---

## 3.1.1.2 OOK 调制

以下设置将MRF89XAM9A配置为适用于符合第15.249部分要求的窄带操作。第15.249部分要求的功率设置要比第15.247部分中允许的功率设置低得多。以下设置适合于需要较低发射功率电流消耗和较短发射距离的应用：

- 发射功率最大设置：1 dBm
- 比特率最大设置：28 kbps
- 频率偏差设置：200 kHz
- 低频设置：902.330 MHz
- 高频设置：927.500 MHz

## 3.1.2 RF 暴露

由 FCC 管辖的所有发射器都必须符合 RF 暴露要求。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 MRF89XAM9A 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。

## 3.1.3 有用的网站

联邦通信委员会（FCC）<http://www.fcc.gov>

## 3.2 加拿大

MRF89XAM9A 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):

主设备必须进行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-89XAM9A

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置包含以下或同义的注意事项, 也可以在设备上给出或在手册和设备上同时给出。

本设备符合加拿大工业部免许可证 RSS 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 MRF89XAM9A 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:

#### 3.2.1.1 FSK 调制

以下设置将 MRF89XAM9A 配置为适用于符合 RSS-210 第 8 版附录 8 要求的宽带数字调制技术。这些设置允许更高的射频 (RF) 输出功率和更大的链路预算。

- 比特率设置: 50–200 kbps
  - 发射功率最大设置: 13 dBm
- 比特率设置: 2–40 kbps
  - 发射功率最大设置: 7 dBm
- 频率偏差设置: 200 kHz
- 数据白化: 开
- 低频设置: 902.800 MHz
- 高频设置: 926.500 MHz

#### 3.2.1.2 OOK 调制

以下设置将 MRF89XAM9A 配置为适用于符合 RSS-Gen 第 3 版要求的窄带操作。RSS-Gen 第 3 版要求的功率设置要比 RSS-210 第 8 版附录 8 允许的功率设置低得多。以下设置适合于需要较低发射功率电流消耗和较短发射距离的应用。

- 发射功率最大设置: 1 dBm
- 比特率最大设置: 28 kbps
- 频率偏差设置: 200 kHz
- 低频设置: 902.330 MHz
- 高频设置: 927.500 MHz

### 3.2.2 有用的网站

加拿大工业部: <http://www.ic.gc.ca/>

# MRF89XAM9A

---

注:

## 4.0 电气特性

### 绝对最大值

通电条件下的环境温度 .....	-40°C 至 +85°C
存储温度 .....	-55°C 至 +125°C
V <sub>IN</sub> 相对于 V <sub>SS</sub> 的电压 .....	-0.3V 至 6V
任意组合的数字和模拟引脚相对于 V <sub>SS</sub> （除 V <sub>IN</sub> 外）的电压 .....	-0.3V 至 (V <sub>IN</sub> + 0.3V)
流入引脚（除 V <sub>IN</sub> 和 V <sub>SS</sub> 外）的输入电流 .....	-25 mA 至 25 mA

**注意：**如果器件工作条件超过上述“绝对最大值”，可能引起器件永久性损坏。上述值仅为工作条件的极大值，我们不建议器件在该规范范围以外。器件长时间工作在最大值条件下，其稳定性可能受到影响。

# MRF89XAM9A

表 4-1: 建议的工作条件

参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
环境工作温度	-40	—	+85	°C	—
RF、模拟和数字电路的电源电压	2.1	—	3.6	V	—
数字 I/O 的电源电压	2.1	—	3.6	V	—
输入高电压 (VIH)	0.5 * VIN	—	VIN + 0.3	V	—
输入低电压 (VIL)	-0.3V	—	0.2 * VIN	V	—
集电极开路输出 (IO) 上的交流峰值电压 <sup>(1)</sup>	VIN - 1.5	—	VIN + 1.5	V	—

注 1: VIN - 1.5V 至少不应低于 1.8V。

表 4-2: 电流消耗

符号	芯片模式	最小值	典型值	最大值	单位	条件
IDDSL	休眠	—	0.1	2	μA	休眠时钟已禁止, 所有块已禁止
IDDST	空闲	—	65	80	μA	振荡器和基带已使能
IDDFS	频率合成器	—	1.3	1.7	mA	频率合成器正在运行
IDDTX	Tx	—	25	30	mA	输出功率 = +10 dBm
		—	16	21	mA	输出功率 = +1 dBm <sup>(1)</sup>
IDDRX	Rx	—	3.0	3.5	mA	—

注 1: 由设计和特性表征法保证。

表 4-3: 数字 I/O 引脚输入规范<sup>(1)</sup>

符号	特性	最小值	典型值	最大值	单位	条件
VIL	输入低电压	—	—	0.2 * VIN	V	—
VIH	输入高电压	0.8 * VIN	—	—	V	—
IIL	输入低泄漏电流 <sup>(2)</sup>	-0.5	—	0.5	μA	VIL = 0V
I IH	输入高泄漏电流	-0.5	—	0.5	μA	VIH = VIN, VIN = 3.7
VOL	数字低输出电压	—	—	0.1 * VIN	—	IOL = 1 mA
VOH	数字高输出电压	0.9 * VIN	—	—	V	IOH = -1 mA

注 1: 除非另行说明, 否则测量条件为: TA = 25°C, VIN = 3.3V, 晶振频率 = 12.8 MHz。

2: 负电流定义为引脚的拉电流。



表 4-4: PLL 参数交流特性<sup>(1)</sup>

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
FRO	频率范围	902	—	928	MHz	—
BRFSK	比特率 (FSK)	2	—	200	kbps	NRZ
BROOK	比特率 (OOK)	1.56	—	28	kbps	NRZ
FDFSK	频率偏差 (FSK)	33	—	200	kHz	—
FXTAL	晶振频率	—	12.8	—	MHz	—
FSSTP	频率合成器步长	—	2	—	kHz	可变, 取决于频率
TSOSC	振荡器唤醒时间	—	1.5	5	ms	从休眠模式 <sup>(1)</sup>
TSFS	频率合成器唤醒时间; 距目标最多 10 kHz	—	500	800	μs	从待机模式
TSHOP	频率合成器跳频时间; 距目标最多 10 kHz	—	180	—	μs	200 kHz 步长
		—	200	—	μs	1 MHz 步长
		—	250	—	μs	5 MHz 步长
		—	260	—	μs	7 MHz 步长
		—	290	—	μs	12 MHz 步长
		—	320	—	μs	20 MHz 步长
		—	340	—	μs	27 MHz 步长

注 1: 由设计和特性表征法保证。

# MRF89XAM9A

表 4-5: 接收器交流特性<sup>(1)</sup>

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
RSF	灵敏度 (FSK)	—	-105	—	dBm	915 MHz, BR = 25 kbps, $f_{dev} = 50$ kHz, $f_c = 100$ kHz
		—	-101	—	dBm	915 MHz, BR = 66.7 kbps, $f_{dev} = 100$ kHz, $f_c = 200$ kHz
RSO	灵敏度 (OOK)	—	-111	—	dBm	915 MHz, 2 kbps NRZ $f_c - f_o = 50$ kHz, $f_o = 50$ kHz
		—	-105	—	dBm	915 MHz, 16.7 kbps NRZ $f_c - f_o = 100$ kHz, $f_o = 100$ kHz
CCR	同信道抑制	—	-12	—	dBc	按所需信号调制
ACR	相邻信道抑制	—	27	—	dB	(频率) 偏差 = 300 kHz, 不想要的信号不被调制
		—	52	—	dB	(频率) 偏差 = 600 kHz, 不想要的信号不被调制
		—	57	—	dB	(频率) 偏差 = 1.2 MHz, 不想要的信号不被调制
BI	阻塞抗扰度	—	-48	—	dBm	(频率) 偏差 = 1 MHz, 未调制
		—	-37	—	dBm	(频率) 偏差 = 2 MHz, 未调制, 无 SAW
		—	-33	—	dBm	(频率) 偏差 = 10 MHz, 未调制, 无 SAW
RXBWF	FSK 模式下的接收器带宽 <sup>(2)</sup>	50	—	250	kHz	单侧 BW, 多相功能关闭
RXBWU	OOK 模式下的接收器带宽 <sup>(2)</sup>	50	—	400	kHz	单侧 BW, 多相功能开启
ITP3	输入三阶截断点	—	-28	—	dBm	(频率) 偏差为 1 MHz 和 1.950 MHz 时的干扰
TSRWF	接收器唤醒时间	—	280	500	μs	从 FS 到接收就绪
TSRWS	接收器唤醒时间	—	600	900	μs	从待机到接收就绪
TSRHOP	接收器跳频时间——接收器 从接收就绪 (Rx Ready) 状态到跳转到某个频率后 的接收就绪 (Rx Ready) 状态的时间	—	400	—	μs	200 kHz 步长
		—	400	—	μs	1 MHz 步长
		—	460	—	μs	5 MHz 步长
		—	480	—	μs	7 MHz 步长
		—	520	—	μs	12 MHz 步长
		—	550	—	μs	20 MHz 步长
		—	600	—	μs	27 MHz 步长
RSSIST	RSSI 采样时间	—	—	$1/f_{dev}$	s	从接收就绪开始
RSSITDR	RSSI 动态范围	—	70	—	dB	范围取决于灵敏度

注 1: 由设计和特性表征法保证。

2: 这反映了整个接收器带宽, 如有源和无源滤波器的条件所述。

表 4-6: 发送器交流特性<sup>(1)</sup>

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	条件
RFOP	RF 输出功率, 能以 3 dB (典型值) 为步长, 设置 8 个功率等级	—	+12.5	—	dBm	最大功率设置
		—	-8.5	—	dBm	最小功率设置
PN	相位噪声	—	-112	—	dBc/Hz	发送器输出的偏移量为 600 kHz 时测量
TXSP	发送的杂散信号	—	—	-47	dBc	介于 200 kHz 和 600 kHz 之间的任意偏差, 未调制载波, $f_{dev} = 50 \text{ kHz}$
Tx2	二次谐波	—	—	-40	dBm	无调制, 见注 <sup>(2)</sup>
Tx3	三次谐波					
Tx4	四次谐波					
Txn	高于 Tx4 的谐波					
FSKDEV	FSK 偏差	±33	±55	±200	kHz	可编程
TSTWF	发送器唤醒时间	—	120	500	µs	从 FS 到发送就绪
TSTWS	发送器唤醒时间	—	600	900	µs	从待机到发送就绪

注 1: 由设计和特性表征法保证。

2: 使用 SAW 滤波器和晶振时的发送器在线性能。

## 4.1 时序规范和图

表 4-7: SPI 时序规范<sup>(1,2)</sup>

参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
SPI 配置时钟频率	—	—	6	MHz	—
SPI 数据时钟频率	—	—	1	MHz	—
数据保持和建立时间	2	—	—	µs	—
SPI 配置的 SDI 建立时间	250	—	—	ns	—
SPI 数据的 SDI 建立时间	312	—	—	ns	—
$\overline{\text{CSCON}}$ 低电平到 SCK 上升沿; SCK 下降沿到 $\overline{\text{CSCON}}$ 高电平	500	—	—	ns	—
$\overline{\text{CSDATA}}$ 低电平到 SCK 上升沿; SCK 下降沿到 $\overline{\text{CSDATA}}$ 高电平	625	—	—	ns	—
$\overline{\text{CSCON}}$ 上升沿到下降沿	500	—	—	ns	—
$\overline{\text{CSDATA}}$ 上升沿到下降沿	625	—	—	ns	—

注 1: 除非另行说明, 否则典型值为:  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{IN} = 3.3\text{V}$ , 晶振频率 = 12.8 MHz。

2: 负电流定义为引脚的拉电流。

# MRF89XAM9A

---

注:

## 附录 A： 版本历史

### 版本 A（2011 年 7 月）

本文档的初始版本。

# MRF89XAM9A

---

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。

# MRF89XAM9A

---

---

## 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: MRF89XAM9A 文献编号: DS75017A\_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?

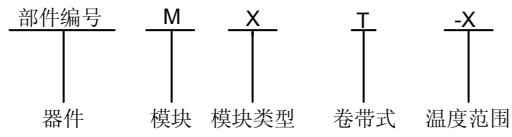
---

---



## 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            MRF89XAM9A-I/RM: 超低功耗集成式 ISM 波段 Sub-GHz 收发器模块

温度范围        I    = -40°C 至 +85°C (工业级)

### 示例:

- a) MRF89XAM9A-I/RM: 工业级温度, 托盘式。
- b) MRF89XAM9AT-I/RM: 工业级温度, 卷带式, QFN 封装。

## 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](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: 852-2401-1200  
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