



MICROCHIP

MRF89XAM8A

数据手册

868 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: 978-1-62076-543-2

**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 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。

868 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
- 支持专有 sub-GHz 无线协议
- 简单的带中断的 SPI 接口
- 小尺寸: 0.7" x 1.1" (17.8 mm x 27.9 mm), 可表面贴装
- 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——最大程度地减轻产品开发工作, 缩短上市时间
- 兼容 Microchip 单片机系列 (PIC16、PIC18、PIC24、dsPIC33 和 PIC32)
- 符合以下 ETSI 标准:
 - EN 300 220-2 V2.3.1 (2001-02)
 - EN 301 489-3 V1.4.1 (2002-08)

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 μ A (典型值)

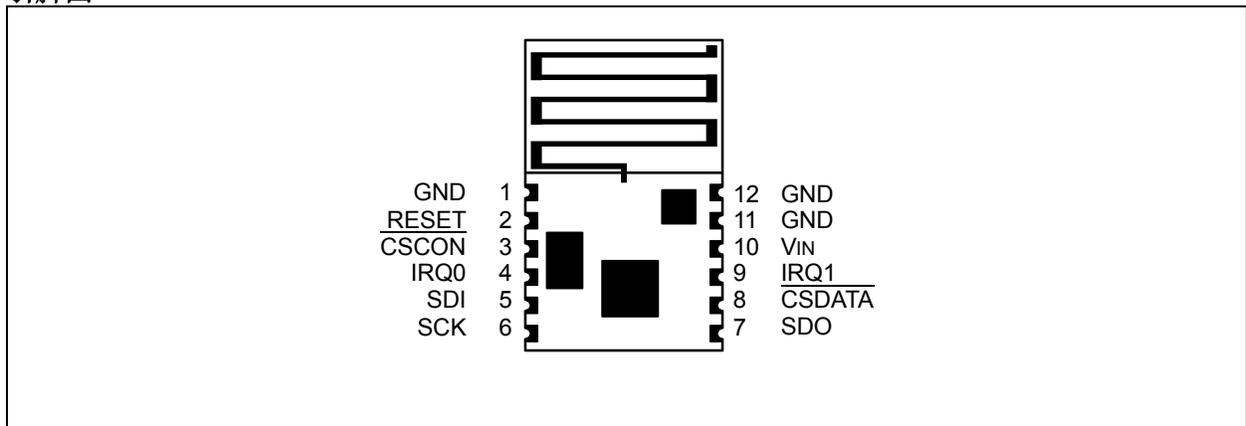
RF/ 模拟特性

- 863–870 MHz 运行
- 调制: FSK 和 OOK
- 数据速率 (符合 ETSI 标准):
 - FSK: 40 kbps
 - OOK: 16 kbps
- 接收灵敏度
 - FSK: 25 kbps 时 -107 dBm (典型值)
 - OOK: 2 kbps 时 -113 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



MRF89XAM8A

目录

1.0 器件概述	3
2.0 电路说明	9
3.0 法规认证	19
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，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

MRF89XAM8A 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。MRF89XAM8A 模块在常用于欧洲的 863–870 MHz 频带下工作，符合 ETSI。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。

MRF89XAM8A 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。

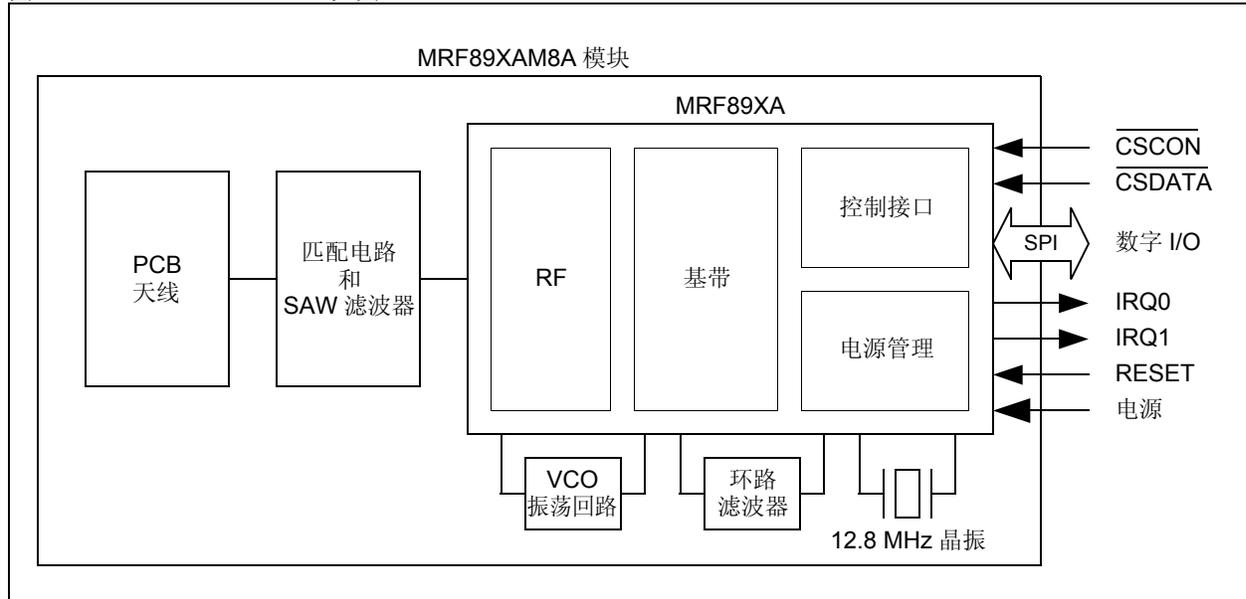
MRF89XAM8A 模块经测试符合 EN 300 220-2 V2.3.1 (2001-02) 和 EN 301 489-3 V1.4.1 (2002-08) 欧洲标准。可以针对最终产品认证和符合性声明 (Declaration of Conformity, DoC) 进行模块测试。为保持符合性，请参见第 1.3 节“操作”中的模块设置。根据最终应用的要求，可能还需要其他测试。

1.1 接口说明

图 1-1 显示了 MRF89XAM8A 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 列出了相关的引脚说明。

《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，请参见《MRF89XA 数据手册》；有关 MRF89XAM8A 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: MRF89XAM8A 框图

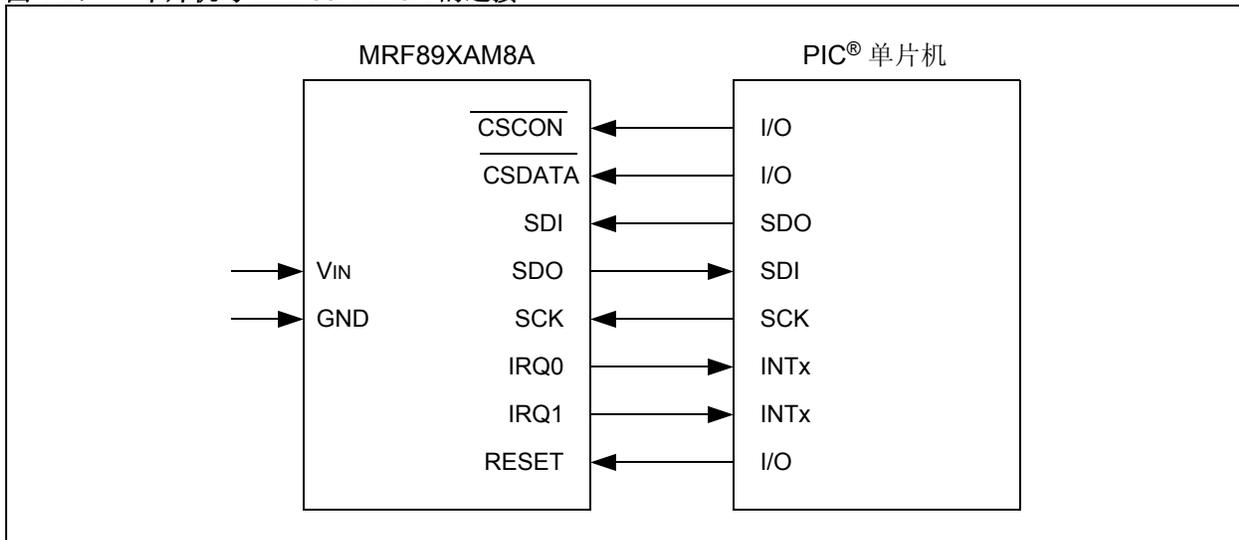


MRF89XAM8A

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
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	V _{IN}	电源	电源
11	GND	电源	地
12	GND	电源	地

图 1-2: 单片机与 MRF89XAM8A 的连接

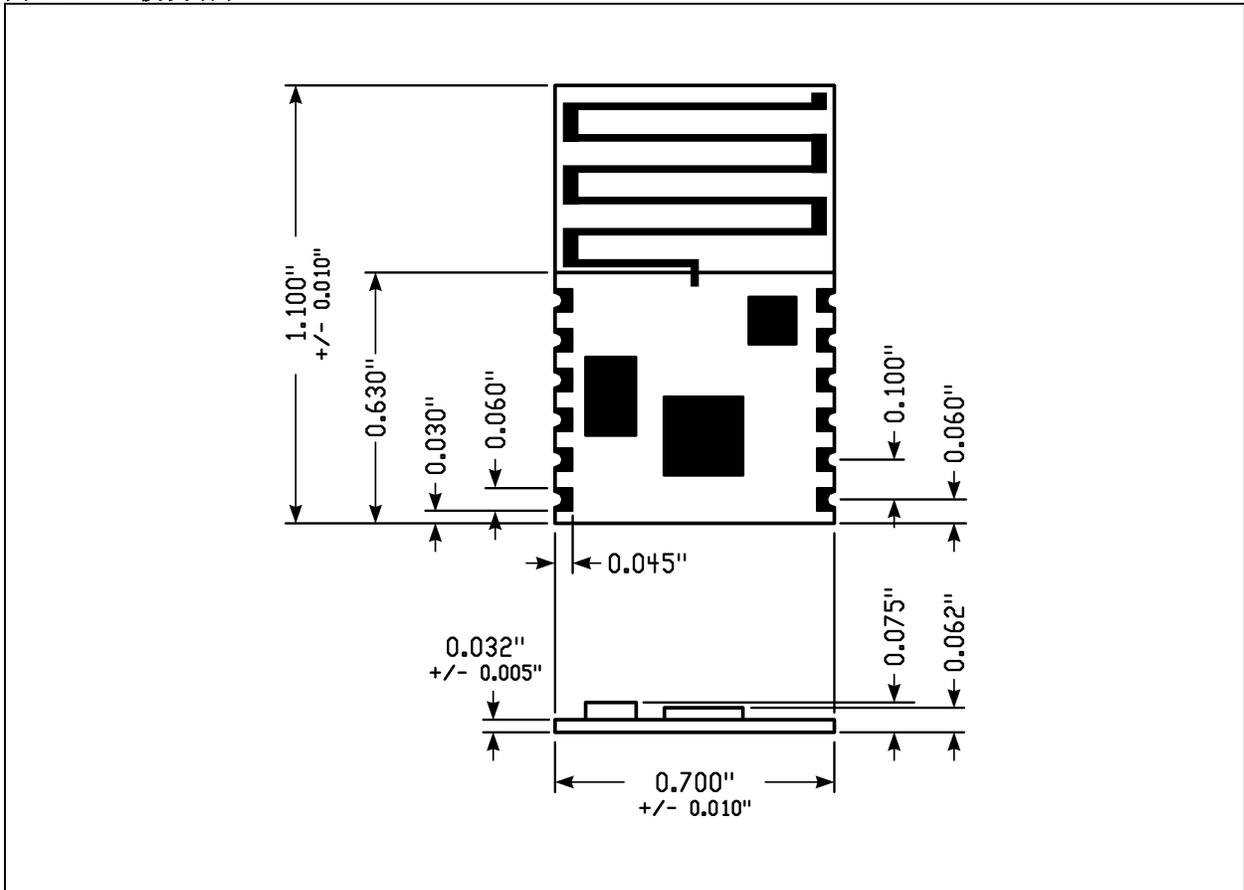


1.2 安装细节

MRF89XAM8A 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 MRF89XAM8A 建议的主 PCB 布局。

MRF89XAM8A 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。MRF89XAM8A 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



MRF89XAM8A

图 1-4: 建议的 PCB 布局

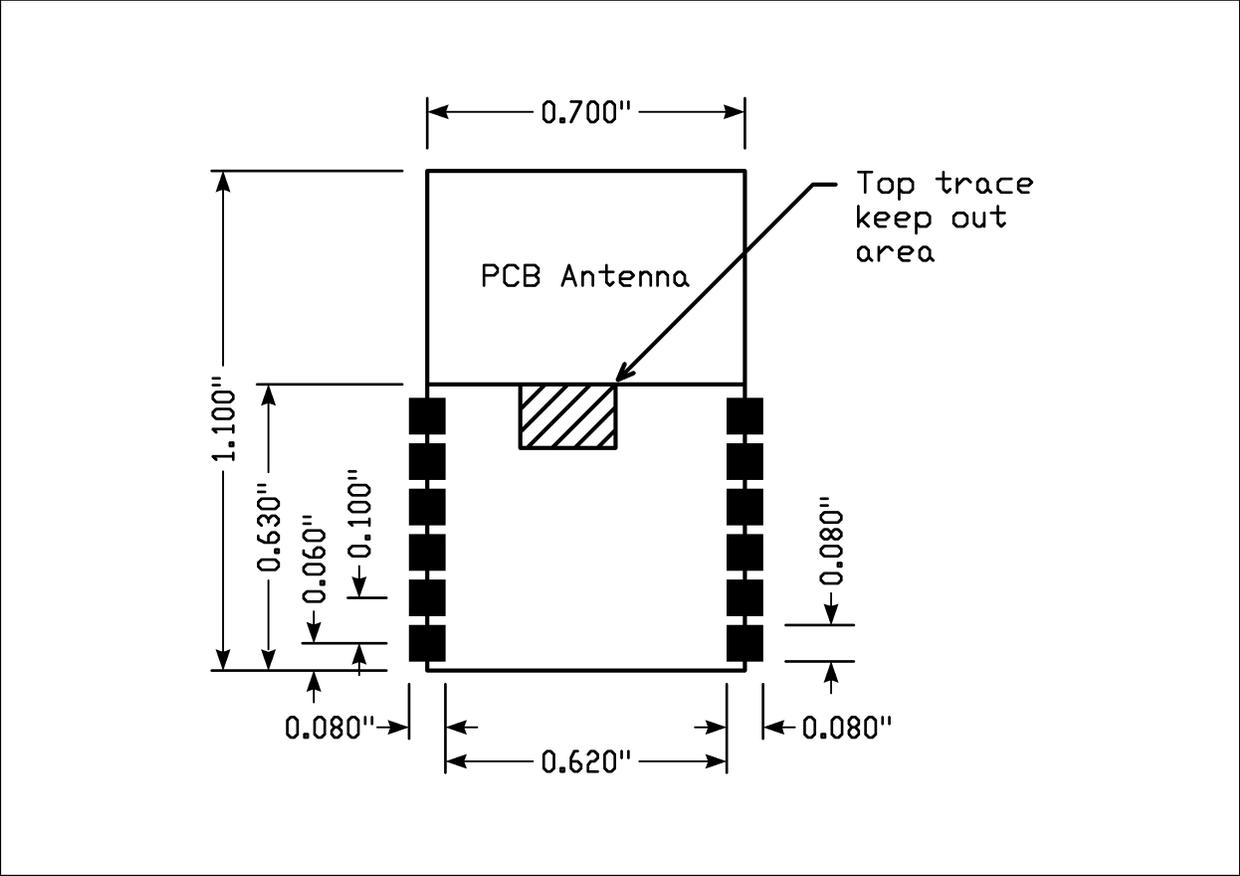
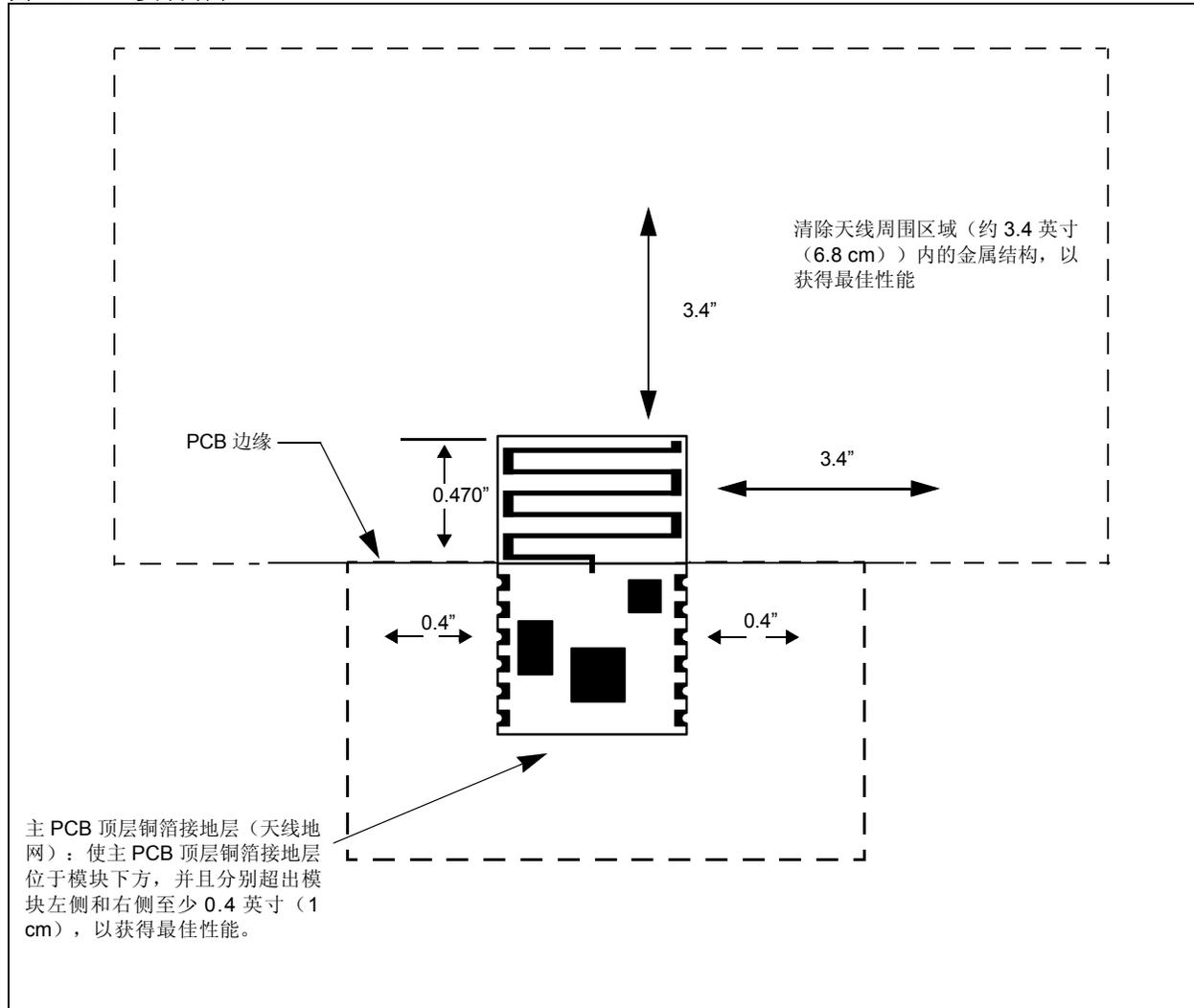


图 1-5: 安装细节



MRF89XAM8A

1.3 操作

MRF89XAM8A 模块基于 Microchip Technology 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 MRF89XAM8A 模块设计独有的操作设置，为了使模块符合第 3.0 节“法规认证”中汇总的已测试过的欧洲标准，必须遵循这些设置。

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。

1.3.1 复位

模块的引脚 2 (RESET) 用于使能 MRF89XA IC 的外部复位。RESET 与 MRF89XA IC 的 TEST8 引脚连接。在 MRF89XAM8A 正常工作期间，RESET 引脚应保持至高阻态。有关使能复位引脚的更多信息，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 频移键控 (FSK) 调制

频移键控 (FREQUENCY SHIFT KEYING, FSK) 调制模式必须遵循以下设置，以符合第 3.0 节“法规认证”中汇总的欧洲标准。

- 比特率最大设置：40 kbps
- 频率偏差最大设置：40 kHz
- 发送带宽最大设置：125 kHz
- 低频设置：863.5 MHz
- 高频设置：869.5 MHz

1.3.5 开关键控 (OOK) 调制

开关键控 (ON-OFF KEYING, OOK) 调制模式必须遵循以下设置，以符合第 3.0 节“法规认证”中汇总的欧洲标准。

- 比特率最大设置：16 kbps
- 频率偏差最大设置：80 kHz
- 发送带宽最大设置：125 kHz
- 低频设置：863.4 MHz
- 高频设置：869.7 MHz

2.0 电路说明

MRF89XAM8A 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

MRF89XAM8A 模块基于 Microchip Technology 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。晶振 X1 是 12.8 MHz 晶振，其频率容差在 25°C 时为 ± 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 MRF89XAM8A 原理图。表 2-1 列出了物料清单 (Bill of Materials, BOM)。

图 2-1: MRF89XAM8A 应用原理图

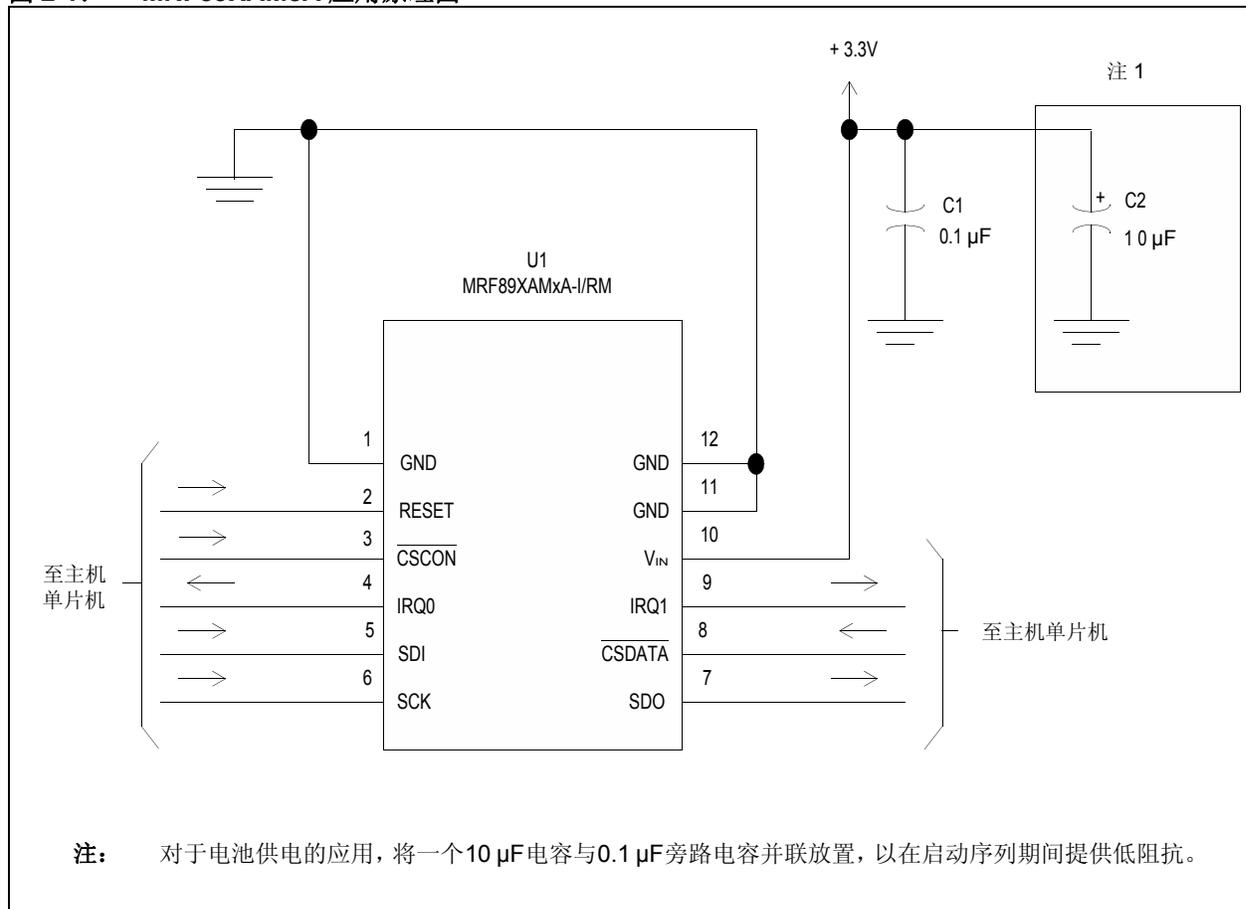
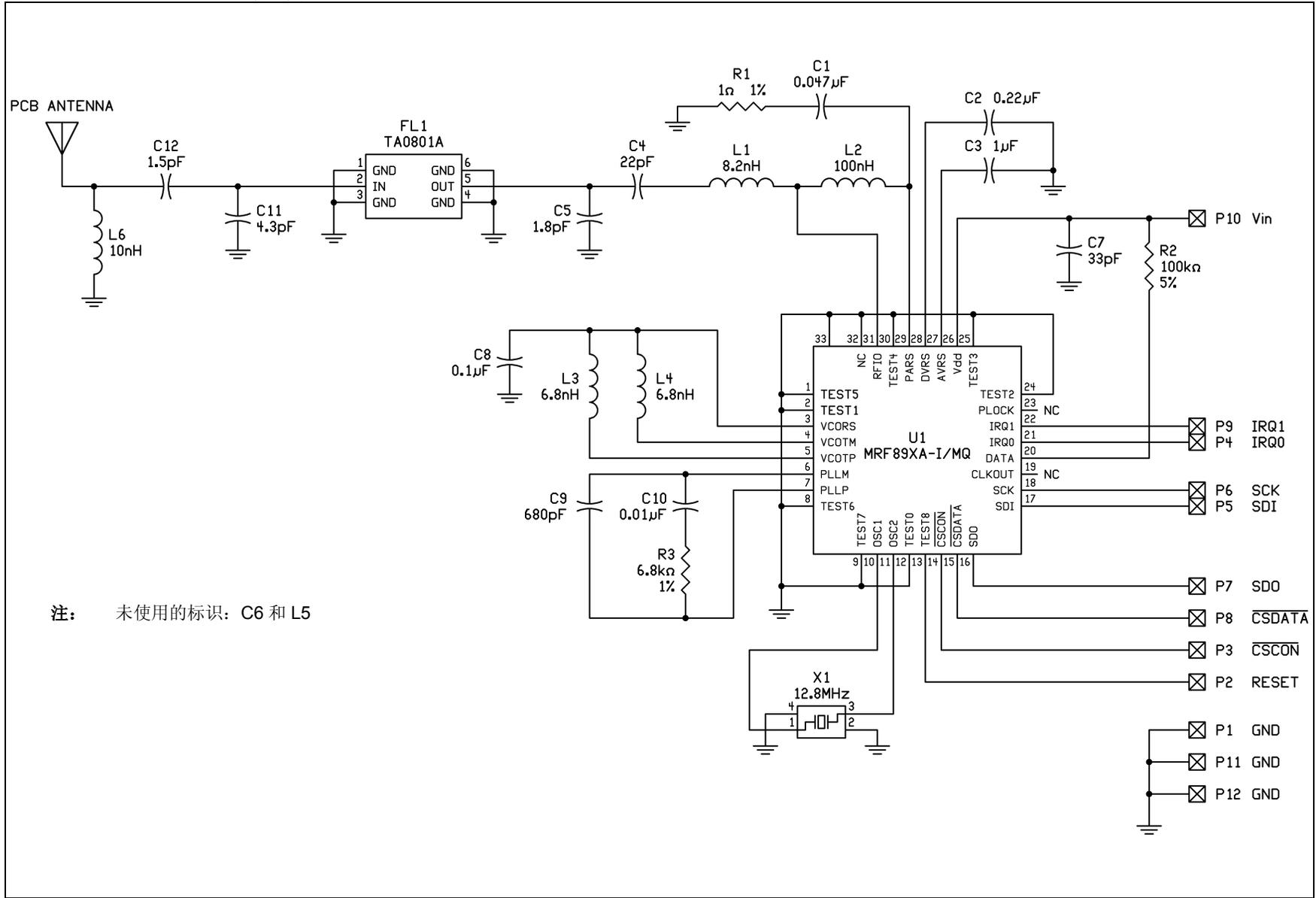


图 2-2: MRF89XAM8A 原理图



MRF89XAM8A

表 2-1: MRF89XAM8A 物料清单

标识	值	说明	制造商	部件编号
C1	0.047 μ F	电容, 陶瓷, 10V, \pm 10%, X7R, SMT 0402	Murata	GRM155R71A473KA01D
C2	0.22 μ F	电容, 陶瓷, 16V, \pm 10%, X7R, SMT 0402	Murata	GRM155R71C224KA12D
C3	1 μ F	电容, 陶瓷, 6.3V, \pm 10%, X5R, SMT 0603	Murata	GRM188R60J105KA01D
C4	22 pF	电容, 陶瓷, 50V, \pm 5%, UHI-Q NP0, SMT 0402	Johanson Technology	500R07S220JV4
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 μ 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 μ F	电容, 陶瓷, 16V, \pm 10%, X7R, SMT 0402	Murata	GRM155R71C103KA01D
C11	4.3 pF	电容, 陶瓷, 50V, \pm 0.1 pF, UHI-Q NP0, SMT 0402	Johanson Technology	500R07S4R3BV4
C12	1.5 pF	电容, 陶瓷, 50V, \pm 0.1 pF, UHI-Q NP0, SMT 0402	Johanson Technology	500R07S1R5BV4
FL1	TA0801A	滤波器, SAW, 863–870 MHz	Tai-saw Technology	TA0801A
L1	8.2 nH	电感, 陶瓷, \pm 5%, SMT 0402	Johanson Technology	L-07C8N2JV6T
L2	100 nH	电感, 陶瓷, \pm 5%, SMT 0402	Johanson Technology	L-07CR10JV6T
L3	6.8 nH	电感, 线绕, \pm 5%, SMT 0402	Johanson Technology	L-07W6N8JV4T
L4	6.8 nH	电感, 线绕, \pm 5%, SMT 0402	Johanson Technology	L-07W6N8JV4T
L5		未使用的标识		
L6	10 nH	电感, 陶瓷, \pm 5%, SMT 0402	Johanson Technology	L-07C10NJV6T
R1	1 Ω	电阻, 1%, \pm 100 ppm/ $^{\circ}$ C, SMT 0402	Vishay/Dale	CRCW04021R00FKE D
R2	100 K Ω	电阻, 5%, \pm 100 ppm/ $^{\circ}$ C, SMT 0402	Yageo	RC0402JR-07100KL
R3	6.8 K Ω	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 Ω , SMT 5 x 3.2 mm	Abracon	ABM3B-155-12.800M Hz-T

MRF89XAM8A

2.2 印刷电路板

MRF89XAM8A 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

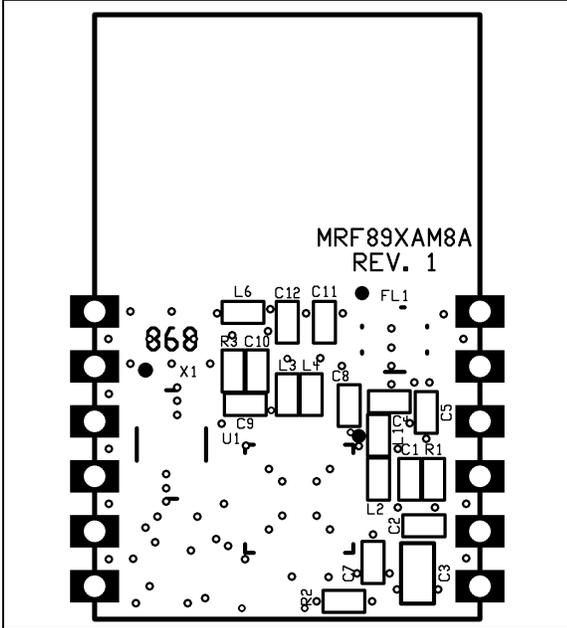


图 2-4: 顶层铜箔

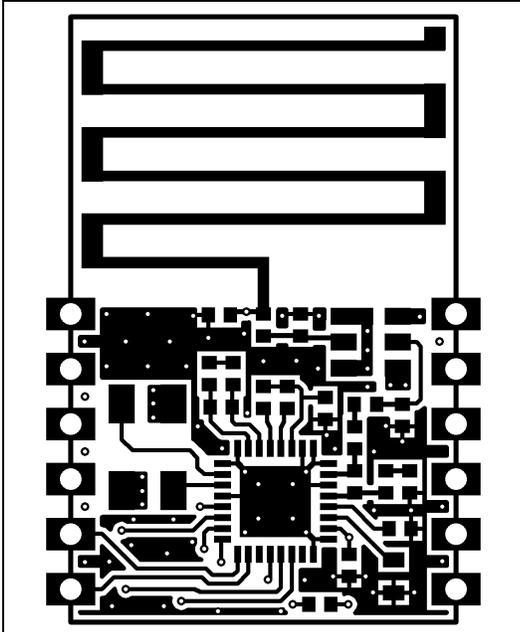


图 2-5: 第 2 层——接地层

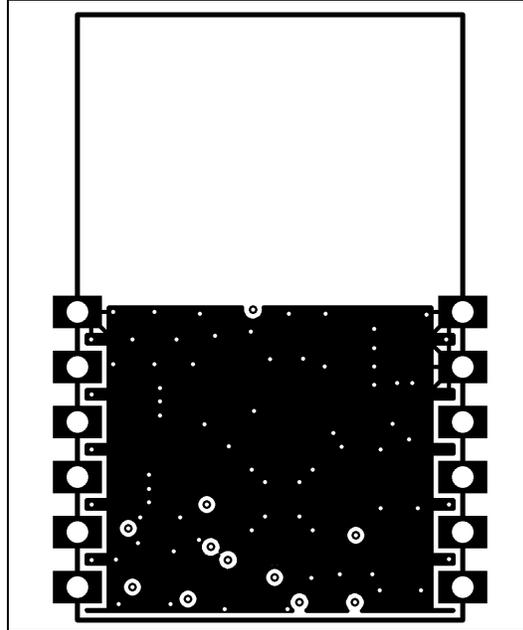


图 2-6: 第 3 层——电源层

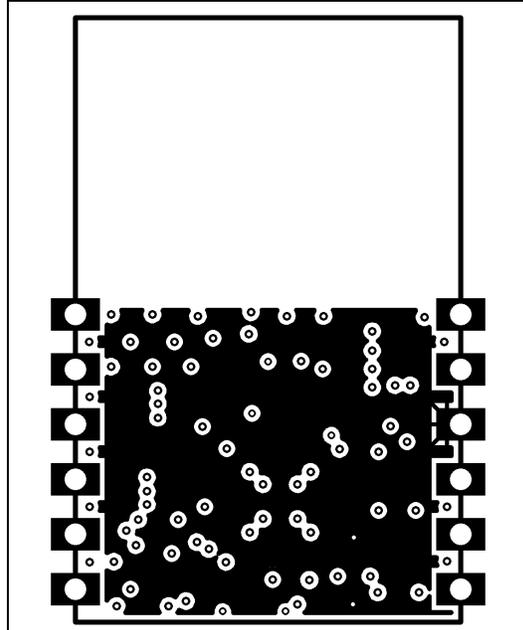


图 2-7: 底层铜箔

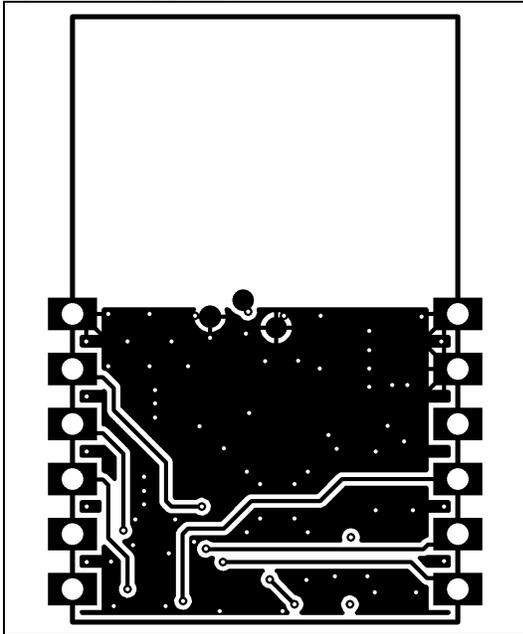
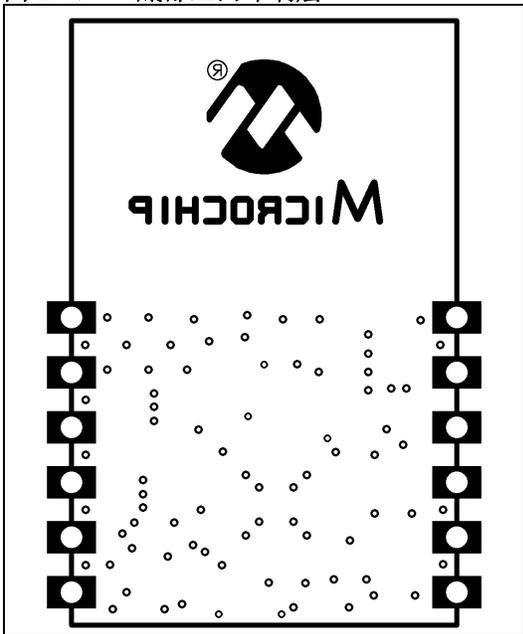
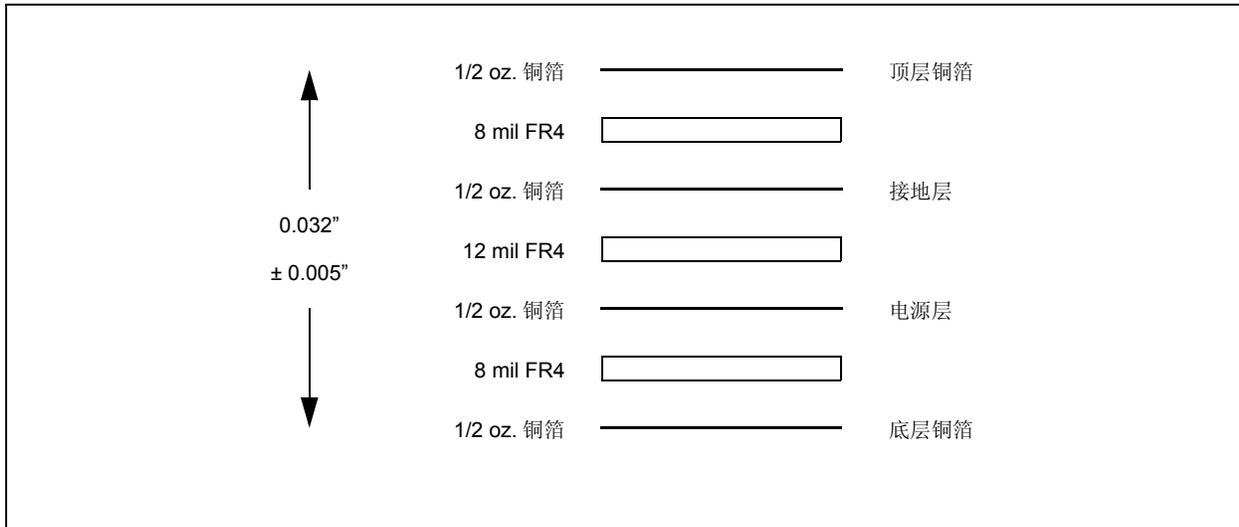


图 2-8: 底部丝网印刷层



MRF89XAM8A

图 2-9: PCB 的层叠



2.3 PCB 天线

PCB 天线在顶层铜箔走线中制作。图 2-10 显示了走线尺寸。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”给出的建议将模块放置在主 PCB 上。

PCB 天线使用 ANSYS, Inc. (www.ansoft.com) 的 Ansoft Designer[®] 和 HFSS[™] 3D 全波求解程序软件进行仿真和设计。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 显示了模拟图，图 2-12 和图 2-13 显示了 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 2-14 显示了阻抗模拟，图 2-15 显示了模拟的 PCB 天线 VSWR。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

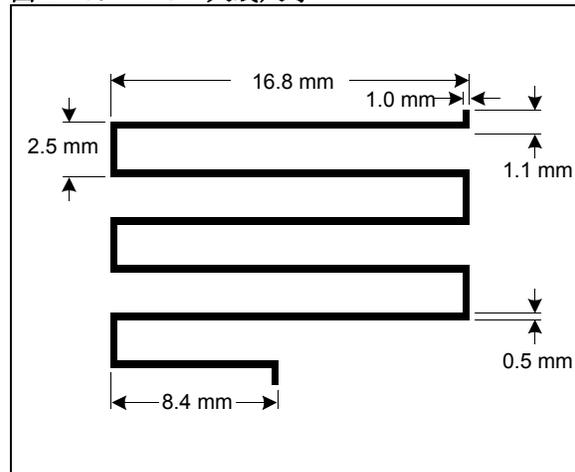


图 2-11: PCB 天线模拟图

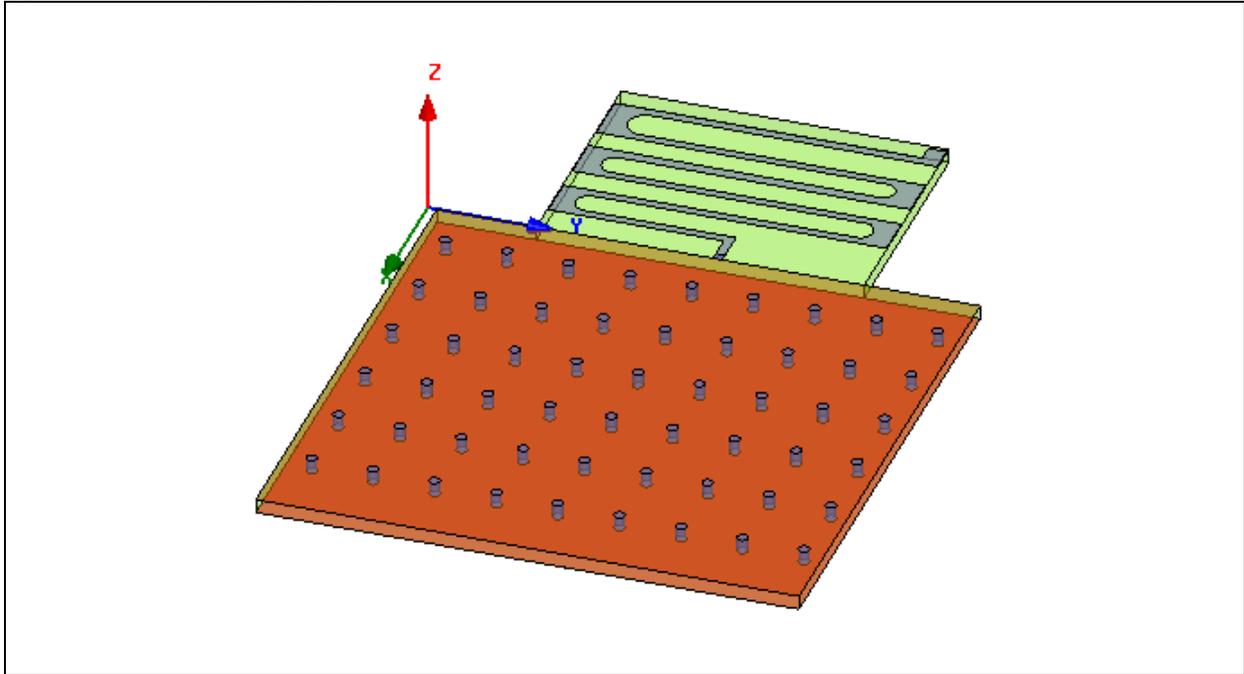
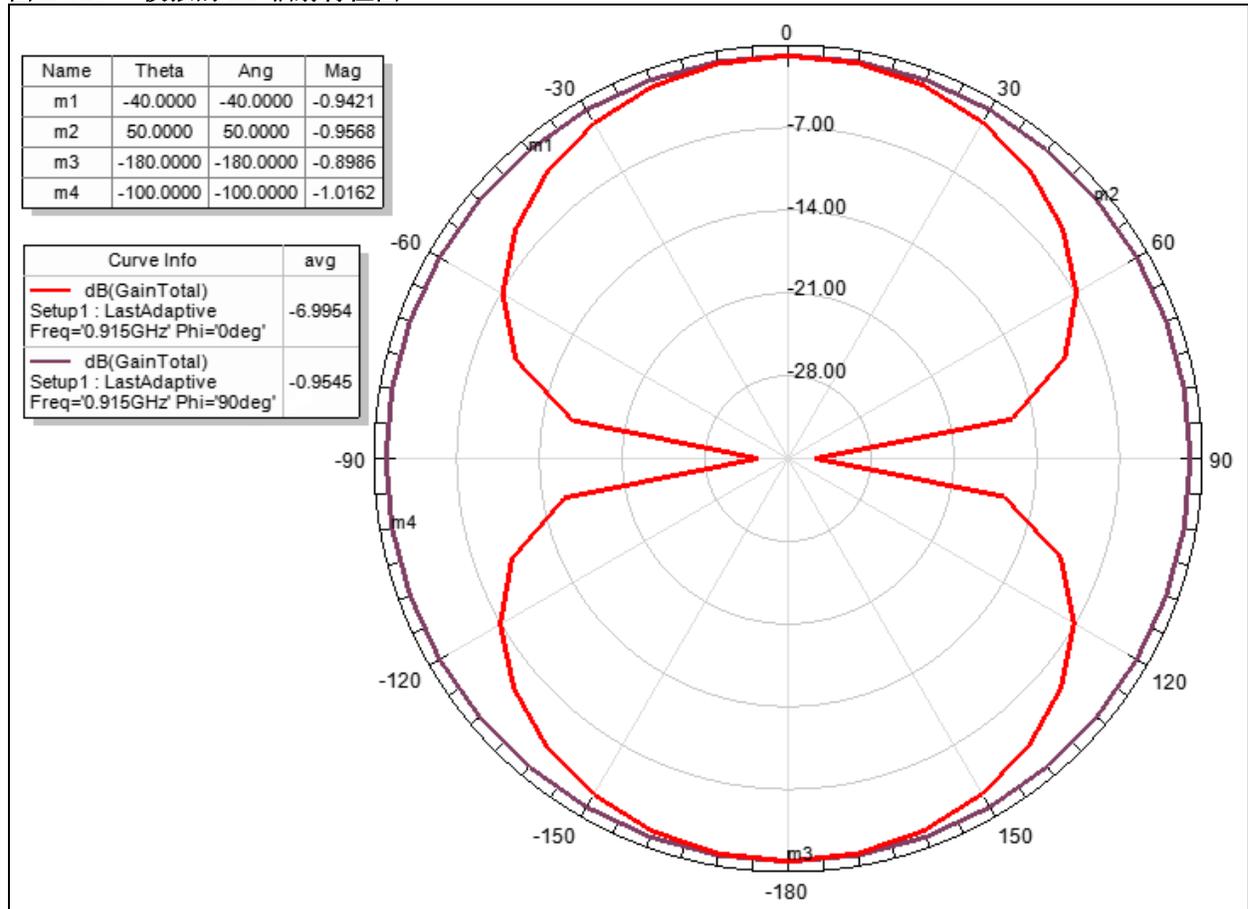


图 2-12: 模拟的 2D 辐射特性图



MRF89XAM8A

图 2-13: 模拟的 3D 辐射特性图

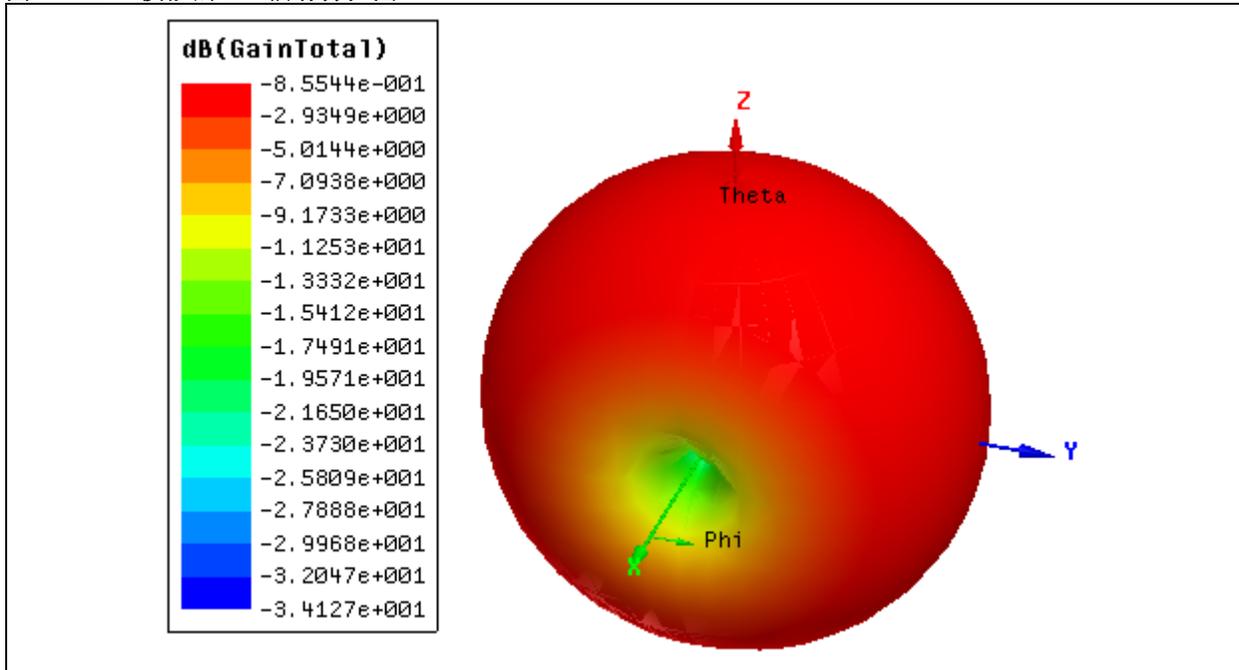


图 2-14: 模拟的 PCB 天线阻抗

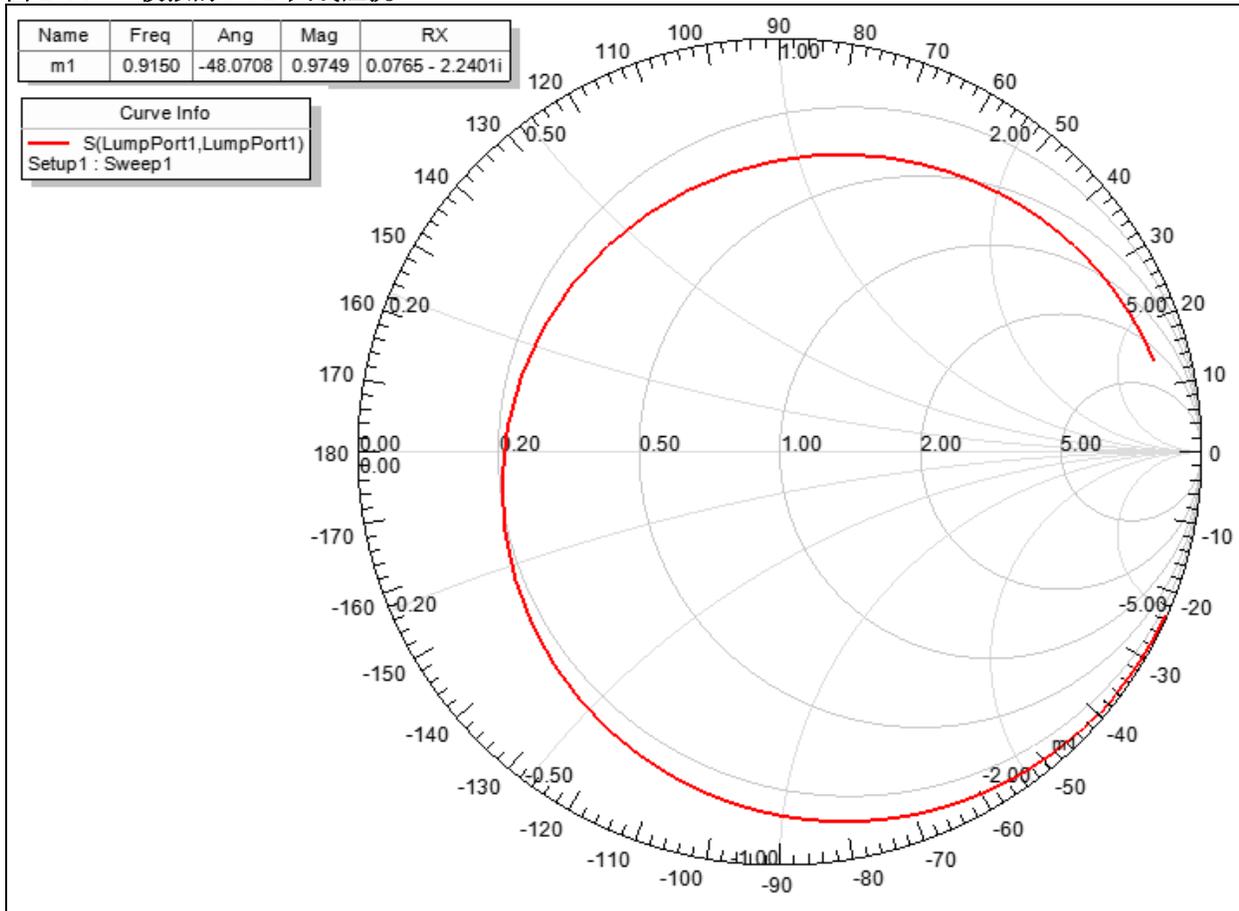
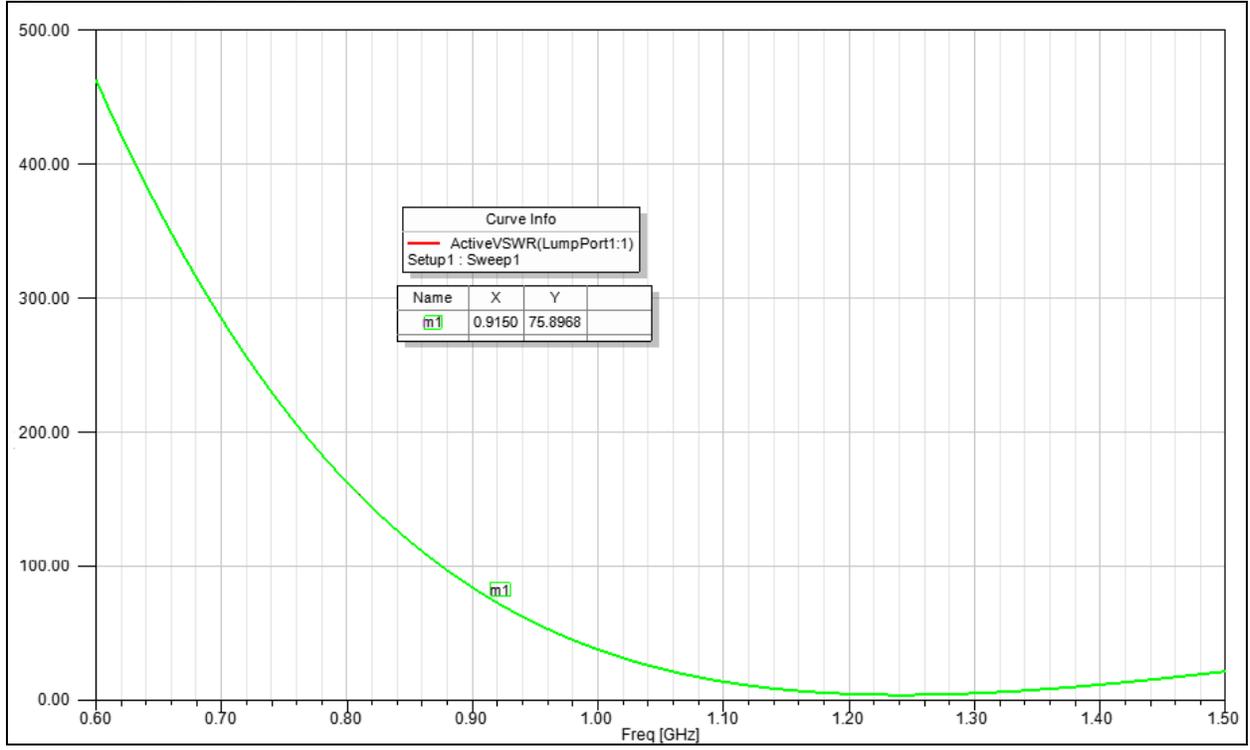


图 2-15: 模拟的 PCB 天线 VSWR



MRF89XAM8A

注:

3.0 法规认证

3.1 欧洲

MRF89XAM8A 模块符合表 3-1 中汇总的发射和抗扰标准。可以针对最终产品认证和符合性声明进行模块测试。

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认证申请的一部分。模块测试报告数据可以包含在客户的产品测试计划中，可大幅减少客户的认证负担。

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）。

3.1.1 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，该文档可以从以下网站下载：

- 欧洲无线电通信办公室（ERO）：
<http://www.ero.dk>
- 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/>

表 3-1： 测试的发射和抗扰标准

规范		测试方法
发射标准		
EN 300 220-2 V2.3.1 (2001-02)	7.1.2	频率误差与漂移
EN 300 220-2 V2.3.1 (2001-02)	7.3.2	有效辐射功率
EN 300 220-2 V2.3.1 (2001-02)	7.5.2	瞬态功率
EN 300 220-2 V2.3.1 (2001-02)	7.7.2	调制带宽
EN 300 220-2 V2.3.1 (2001-02)	—	杂散域上的无用发射
EN 300 220-2 V2.3.1 (2001-02)	8.6.4	接收器杂散辐射
抗扰标准		
EN 301 489-3 V1.4.1 (2002-08)	—	传导发射
EN 301 489-3 V1.4.1 (2002-08)	—	辐射发射
EN 301 489-3 V1.4.1 (2002-08)	—	辐射抗扰度
		EN 55022:2007
		EN 55022:2007
		EN 61000-4-3

MRF89XAM8A

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 _{IN} 相对于 V _{SS} 的电压	-0.3V 至 6V
任意组合的数字和模拟引脚相对于 V _{SS} (除 V _{IN} 外) 的电压	-0.3V 至 (V _{IN} + 0.3V)
流入引脚 (除 V _{IN} 和 V _{SS} 外) 的输入电流	-25 mA 至 25 mA
人体放电模型的静电放电	1000V

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，我们不建议器件工作在该规范范围以外。器件长时间工作在最大值条件下，其稳定性可能受到影响。

MRF89XAM8A

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 (V _{IH})	0.5 * V _{IN}	—	V _{IN} + 0.3	V	—
输入低电压 (V _{IL})	-0.3V	—	0.2 * V _{IN}	V	—
集电极开路输出 (IO) 上的交流峰值电压 ⁽¹⁾	V _{IN} - 1.5	—	V _{IN} + 1.5	V	—

注 1: V_{IN} - 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
I _{DDSL}	休眠	—	0.1	2	μA	休眠时钟已禁止, 所有块已禁止
I _{DDST}	空闲	—	65	80	μA	振荡器和基带已使能
I _{DDFS}	频率合成器	—	1.3	1.7	mA	频率合成器正在运行
I _{DDTX}	Tx	—	25	30	mA	输出功率 = +10 dBm
		—	16	21	mA	输出功率 = +1 dBm ⁽¹⁾
I _{DDRX}	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 ⁽¹⁾

符号	特性	最小值	典型值	最大值	单位	条件
V _{IL}	输入低电压	—	—	0.2 * V _{IN}	V	—
V _{IH}	输入高电压	0.8 * V _{IN}	—	—	V	—
I _{IL}	输入低泄漏电流 ⁽²⁾	-0.5	—	0.5	μA	V _{IL} = 0V
I _{IH}	输入高泄漏电流	-0.5	—	0.5	μA	V _{IH} = V _{IN} , V _{IN} = 3.7
V _{OL}	数字低输出电压	—	—	0.1 * V _{IN}	—	I _{OL} = 1 mA
V _{OH}	数字高输出电压	0.9 * V _{IN}	—	—	V	I _{OH} = -1 mA

注 1: 除非另行说明, 否则测量条件为: T_A = 25°C, V_{IN} = 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⁽¹⁾

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
FRO	频率范围	863	—	870	MHz	
BRFSK	比特率 (FSK)	1.56	—	40	kbps	NRZ
BROOK	比特率 (OOK)	1.56	—	16	kbps	NRZ
FDFSK	频率偏差 (FSK)	33	50	200	kHz	—
FXTAL	晶振频率	9	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 ⁽¹⁾
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。

MRF89XAM8A

表 4-5: 接收器交流特性⁽¹⁾

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
RSF	灵敏度 (FSK)	—	-107	—	dBm	869 MHz, BR = 25 kbps, $f_{dev} = 50$ kHz, $f_c = 100$ kHz
		—	-103	—	dBm	869 MHz, BR = 66.7 kbps, $f_{dev} = 100$ kHz, $f_c = 200$ kHz
RSO	灵敏度 (OOK)	—	-113	—	dBm	869 MHz, 2 kbps NRZ $f_c - f_o = 50$ kHz, $f_o = 50$ kHz
		—	-106	—	dBm	869 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 ⁽²⁾	50	—	250	kHz	单侧 BW, 多相功能关闭
RXBWU	OOK 模式下的接收器带宽 ⁽²⁾	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
RSSTDR	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⁽¹⁾

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, $f_{dev} = 50$ kHz
Tx2	二次谐波	—	—	-40	dBm	无调制, 见注 ⁽²⁾
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。

MRF89XAM8A

4.1 时序规范和图

表 4-7: SPI 时序规范 (1,2)

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。

附录 A： 版本历史

版本 A（2010 年 10 月）

本文档的初始版本。

MRF89XAM8A

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。

MRF89XAM8A

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： MRF89XAM8A 文献编号： DS70651A_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？

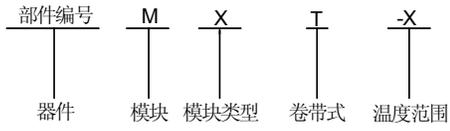
5. 您认为本文档中可以删减哪些内容，而又不会影响整体使用效果？

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。



示例:

- a) MRF89XAM8A-I/RM: 工业级温度，托盘式。
- b) MRF89XAM8AT-I/RM: 工业级温度，卷带式，QFN 封装。

器件 MRF89XAM8A-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)

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