



**MICROCHIP**

---

无线电源开发板  
用户指南

---

**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，是您自身应尽的责任。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、适用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。除非另外声明，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。

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2009 认证。Microchip 的 PIC<sup>®</sup> MCU 与 dsPIC<sup>®</sup> DSC、KEELOQ<sup>®</sup> 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器 and 模拟产品严格遵守公司的质量体系流程。此外，Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

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

#### 商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、AnyRate、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BitCloud、chipKIT、chipKIT 徽标、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOST 徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、tinyAVR、UNI/O 及 XMEGA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、mTouch、Precision Edge 和 Quiet-Wire 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNet 徽标、memBrain、Mindi、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICKtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 为 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

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

GestIC 为 Microchip Technology Inc. 的子公司 Microchip Technology Germany II GmbH & Co. & KG 在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2018, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN: 978-1-5224-3255-5

声明对象：无线电源开发板

EU Declaration of Conformity

This declaration of conformity is issued by the manufacturer.

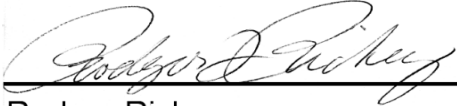
The development/evaluation tool is designed to be used for research and development in a laboratory environment. This development/evaluation tool is not a Finished Appliance, nor is it intended for incorporation into Finished Appliances that are made commercially available as single functional units to end users under EU EMC Directive 2004/108/EC and as supported by the European Commission's Guide for the EMC Directive 2004/108/EC (8th February 2010).

This development/evaluation tool complies with EU RoHS2 Directive 2011/65/EU.

This development/evaluation tool, when incorporating wireless and radio-telecom functionality, is in compliance with the essential requirement and other relevant provisions of the R&TTE Directive 1999/5/EC and the FCC rules as stated in the declaration of conformity provided in the module datasheet and the module product page available at [www.microchip.com](http://www.microchip.com).

For information regarding the exclusive, limited warranties applicable to Microchip products, please see Microchip's standard terms and conditions of sale, which are printed on our sales documentation and available at [www.microchip.com](http://www.microchip.com).

Signed for and on behalf of Microchip Technology Inc. at Chandler, Arizona, USA.



Rodger Richey  
Director of Development Tools



Date

注:

---

---

## 目录

---

---

安全注意事项 .....	7
前言 .....	9
<b>第1章 简介</b>	
1.1 概述 .....	13
1.2 无线电源开发板功能和特性 .....	14
1.3 电气规范 .....	19
<b>第2章 硬件</b>	
2.1 开发板装配 .....	21
2.2 信号配置 .....	22
2.3 应用元件 .....	23
2.4 板上连接器 .....	23
<b>第3章 演示程序的工作原理</b>	
3.1 程序演示 .....	25
3.2 程序顶层说明 .....	26
3.3 无线发射器板波形 .....	26
<b>附录A 开发板布线图和原理图 .....</b>	<b>31</b>
<b>全球销售及服务中心 .....</b>	<b>36</b>

注：

---

---

## 安全注意事项

---

---

应遵守以下安全注意事项和操作说明，以避免安全隐患。如有任何疑问，请咨询您的供应商。



**警告**——无线电源开发板在由初级绕组线圈（L1）和谐振电容（C10、C18和C24）组成的谐振电路上产生超过144 Vpk-pk的交流电压。

### 一般注意事项：

- 无线电源开发板用于评估和开发目的，只应工作在符合 IEC 61010-1:2001 定义的标准实验室环境下。
- 仅用干布清洁。
- 将开发板平放在工作台上进行操作，并确保其不会接触到任何表面。操作期间请勿移动，避免直接接触开发板底层。
- 如果无线电源开发板有任何明显损坏，则不应对其进行连接或操作。

注:



## 前言

### 客户须知

所有文档均会过时，本文档也不例外。Microchip 的工具和文档将不断演变以满足客户的需求，因此实际使用中有些对话框和 / 或工具说明可能与本文档所述之内容有所不同。请访问我们的网站 ([www.microchip.com](http://www.microchip.com)) 获取最新文档。

文档均标记有“DS”编号。该编号出现在每页底部的页码之前。DS 编号的命名约定为“DSXXXXXXXXA\_CN”，其中“XXXXXXXX”为文档编号，“A”为文档版本。

欲了解开发工具的最新信息，请参考MPLAB® IDE在线帮助。从Help（帮助）菜单选择Topics（主题），打开现有在线帮助文件列表。

### 简介

本前言包含使用无线电源开发板前需要了解的一般信息。本前言中讨论的主题包括：

- [文档编排](#)
- [本指南使用的约定](#)
- [推荐读物](#)
- [Microchip网站](#)
- [开发系统变更通知客户服务](#)
- [客户支持](#)
- [文档版本历史](#)

### 文档编排

本用户指南概述了无线电源开发板。本文档的内容编排如下：

- [第1章“简介”](#)——本章介绍了无线电源开发板并简要概述了其特性。
- [第2章“硬件”](#)——本章介绍了无线电源开发板的布线和主要元件。
- [第3章“演示程序的工作原理”](#)——本章介绍了无线电源开发板随附的器件上预装的演示软件。
- [附录A“开发板布线图和原理图”](#)——本附录提供了无线电源开发板的硬件布线图和原理图。

# 无线电源开发板用户指南

## 本指南使用的约定

本指南采用以下文档约定：

### 文档约定

说明	表示	示例
<b>Arial 字体:</b>		
斜体字	参考书目	<i>MPLAB<sup>®</sup> IDE User's Guide</i>
	需强调的文字	…… 为仅有的编译器 ……
首字母大写	窗口	Output 窗口
	对话框	Settings 对话框
	菜单选择	选择 Enable Programmer
引用	窗口或对话框中的字段名	“Save project before build”
带右尖括号且有下划线的斜体文字	菜单路径	<i>File&gt;Save</i>
粗体字	对话框按钮	单击 <b>OK</b>
	选项卡	单击 <b>Power</b> 选项卡
N'Rnnnn	verilog 格式的数字，其中 N 为总位数，R 为基数，n 为其中一位。	4'b0010, 2'hF1
尖括号 <> 括起的文字	键盘上的按键	按下 <Enter>, <F1>
<b>Courier New 字体:</b>		
常规 Courier New	源代码示例	#define START
	文件名	autoexec.bat
	文件路径	c:\mcc18\h
	关键字	_asm, _endasm, static
	命令行选项	-Opa+, -Opa-
	二进制位值	0, 1
	常量	0xFF, 'A'
斜体 Courier New	可变参数	<i>file.o</i> , 其中 <i>file</i> 可以是任一有效文件名
方括号 []	可选参数	mcc18 [选项] <i>file</i> [选项]
花括号和竖线: {}	选择互斥参数: “或”选择	errorlevel {0 1}
省略号 ...	代替重复文字	var_name [, var_name...]
	表示由用户提供的代码	void main (void) { ... }

## 推荐读物

本用户指南介绍了如何使用无线电源开发板。具体器件的数据手册包含有关编程特定单片机或数字信号控制器（Digital Signal Controller, DSC）的最新信息。以下Microchip文档均已提供，并建议读者作为补充参考资料。

### 用于PIC24 MCU和dsPIC® DSC的MPLAB® C编译器用户指南（DS51284H\_CN）

该综合指南介绍了Microchip适用于16位器件的MPLAB C编译器（以前的MPLAB C30）的用法、操作和特性。

### MPLAB® X IDE用户指南（DS52027B\_CN）

该文档介绍了如何设置MPLAB X IDE软件以及如何使用其创建项目和编程器件。

### dsPIC33 “GS” 数据手册

有关dsPIC33 “GS” SMPS数字信号控制器（Digital Signal Controller, DSC）的详细信息，请参见这些文档。这些数据手册中包含以下参考信息：

- 器件存储器映射
- 器件引脚排列和封装细节
- 器件电气规范
- 器件中包含的外设列表

### dsPIC33/PIC24系列参考手册章节

这些系列参考手册（Family Reference Manual, FRM）章节介绍了dsPIC® DSC和PIC24 MCU系列架构和外设模块的操作。每个器件系列的具体信息在各自系列的器件数据手册中说明。

要获取这些文档，请访问Microchip网站[www.microchip.com](http://www.microchip.com)。

## 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

## 开发系统变更通知客户服务

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。

要注册，请先访问 Microchip 网站 [www.microchip.com](http://www.microchip.com)，点击“变更通知客户”（Customer Change Notification），然后按照注册指示完成注册。

开发系统产品的分类如下：

- **编译器**——Microchip C 编译器及其他语言工具的最新信息，包括 MPLAB C 编译器、MPASM™ 和 MPLAB 16 位汇编器、MPLINK™ 和 MPLAB 16 位目标链接器，以及 MPLIB™ 和 MPLAB 16 位目标库管理器。
- **仿真器**——Microchip MPLAB REAL ICE™ 在线仿真器的最新信息。
- **在线调试器**——Microchip 在线调试器的最新信息，包括 MPLAB ICD 3 和 PICKit™ 3。
- **MPLAB IDE**——关于开发系统工具的 Windows® 集成开发环境 Microchip MPLAB IDE 的最新信息，主要针对 MPLAB IDE、MPLAB SIM 软件模拟器、MPLAB IDE 项目管理器，以及一般编辑和调试功能。
- **编程器**——Microchip 编程器的最新信息，包括 MPLAB PM3 器件编程器和 PICKit 3 开发编程器。

## 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。

## 文档版本历史

### 版本 A（2017 年 5 月）

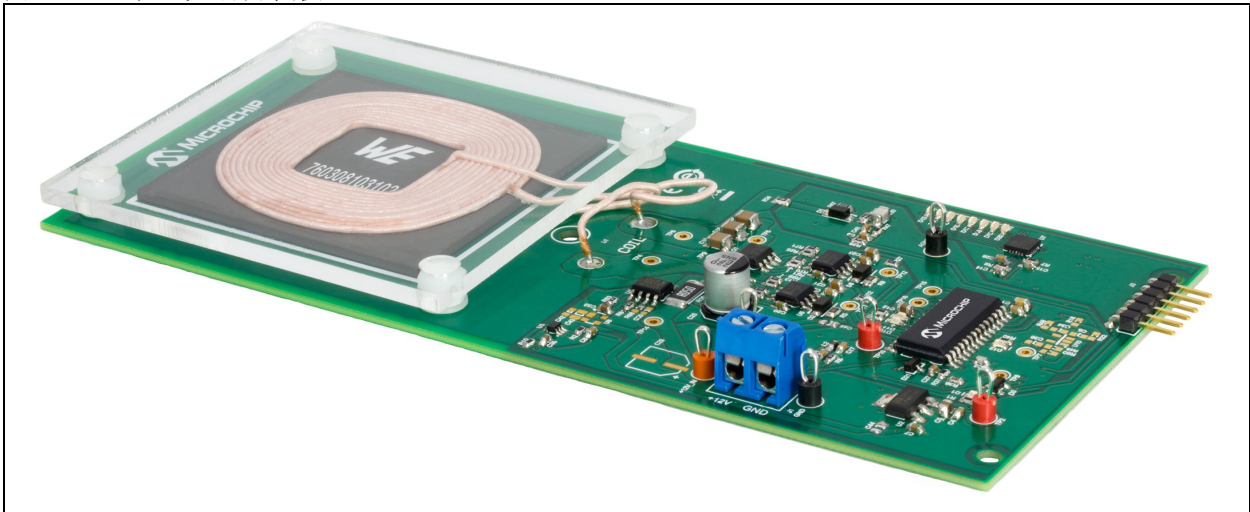
本文档的初始版本。

## 第1章 简介

本章介绍了无线电源开发板并对其特性进行了概述。本章涵盖的主题包括：

- 无线电源开发板功能和特性
- 电气规范

图1-1： 无线电源开发板



### 1.1 概述

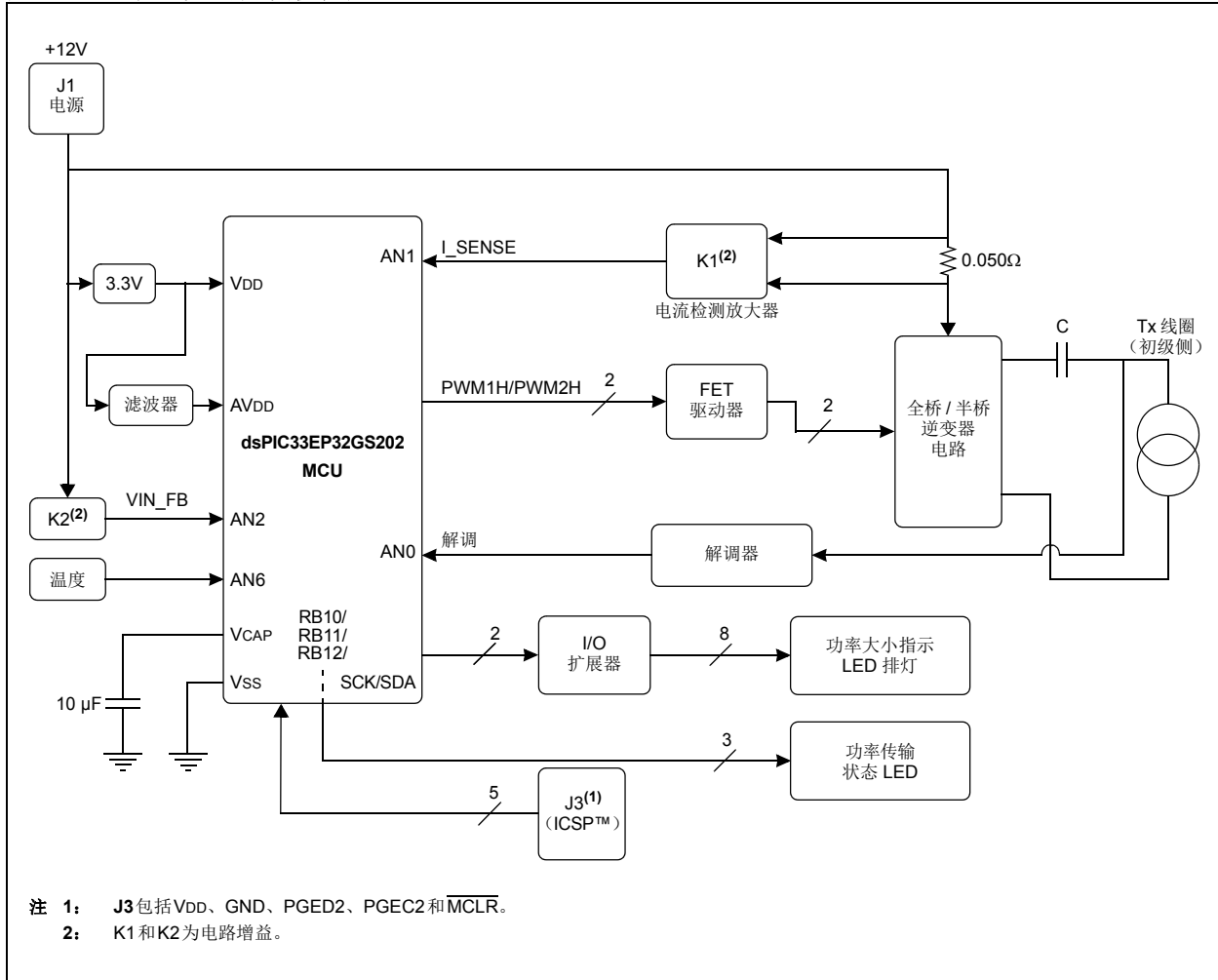
Microchip 无线电源开发板支持 Qi 1.2.2 标准。该开发板是一个单线圈发射器，以 +12V 输入工作。无线电源开发板包含数字解调、异物检测（Foreign Object Detection, FOD）、LED 状态指示灯和 LED 功率大小指示灯。Qi 1.2.2 标准通过 Microchip dsPIC<sup>®</sup> DSC 来实现。这些器件包括功能强大的 CPU 内核、多个 PWM 发生器和高级模拟模块，允许您定制无线功率传输应用和设计。

# 无线电源开发板用户指南

## 1.2 无线电源开发板功能和特性

Microchip 无线电源开发板基于 Qi 规定的单线圈 MP-A2 设计拓扑。图 1-2 给出了无线电源开发板的概括框图。谐振电路由  $247\text{ nF}$  ( $\pm 5\%$ ) 的电容和  $10\text{ }\mu\text{H}$  ( $\pm 10\%$ ) 的电感组成。这两个元件决定移动设备/无线功率接收器检测的模拟 ping 频率。该开发板包括 MOSFET 驱动器、MOSFET、电流检测放大器、功率传输状态/功率大小 LED 指示灯和解调用包络检波器。

图 1-2: 无线电源开发板框图



功率发射器的软件状态机包括用于通信和功率传输的七个不同阶段。当从移动设备接收报文时，功率发送器会解调使用幅移键控（Amplitude Shift Keyed, ASK）编码的报文。当与无线功率接收器（移动设备）通信时，功率发射器使用频移键控（Frequency Shift Keying, FSK）进行报文编码。来自功率发射器的FSK通信适用于v1.2.2中等功率接收器。中等功率发射器同时兼容Qi v1.1（低功率——5W）和Qi v1.2.2（中等功率——15W）规范。

中等功率无线发射器开发板使用PI闭环频率控制进行功率传输。dsPIC DSC器件为电流/电压测量、PWM生成、模拟信号比较、输入捕捉和通用I/O提供必要的存储器和外设，无需使用外部电路即可执行这些功能。

dsPIC“GS”器件设计为以低成本提供设计灵活性。dsPIC“GS”器件适用于无线电源应用，并且提供了附加片上资源，可根据系统需求增加设计功能（仅受设计人员创意的限制），优势显著。

dsPIC“GS”系列器件具有以下特性：

- 在一颗芯片上集成程序存储器和数据存储器
- 采用中断优先级逻辑实现超快速中断响应
- 高速ADC，具有多个采样保持（Sample-and-Hold, S&H）电路
- 高分辨率PWM发生器，专为支持不同的电源拓扑而设计
- 高速模拟比较器，用于实现控制环和系统保护
- 片上系统通信（I<sup>2</sup>C/SPI/UART）
- 片上快速RC（Fast RC, FRC）振荡器，可降低系统成本
- 现场切换用备用工作寄存器组，可改善控制环的执行

## 1.2.1 利用的系统资源

以下信息总结了1级优化所利用的存储器资源：

- 低于20%的RAM存储器
- 低于45%的闪存

以下列表总结了使用的模拟通道：

- AN0——解调信号
- AN1——发射器线圈电流
- AN2——VIN反馈
- AN6——温度传感器

以下列表总结了所使用的外设：

- IC1——输入捕捉（与AN0配合使用）
- Timer1——1 ms系统同步时钟
- ADCMP0——用于+12V直流输入过压/欠压保护的数字比较器
- I2C1——用于与I/O扩展器进行通信，以控制传输功率大小指示LED
- PWM1H/2H——全桥逆变器驱动信号
- GPIO——用于控制状态LED

## 1.2.2 功率级

功率发射器包括一个全桥电源逆变器。如果放置在发射器上的移动设备是一个低功率接收器，则逆变器将在半桥模式下工作。如果放置在发射器上的移动设备是一个中等功率接收器，则逆变器将在全桥模式下工作。如果中等功率接收器重新协商低功率传输以在小于5W的负载下提高效率，则逆变器可以从全桥模式恢复为半桥模式。

逆变器模式：

- 半桥模式：负载要求 $\leq 5W$
- 全桥：负载要求 $\leq 15W$

## 1.2.3 发射器和接收器用户接口状态指示LED

功率发射器状态用户接口LED排灯由D10、D11和D12组成。这些LED指示灯提供接通功率接收器时功率发射器的状态。LED状态取决于基站状态，如表1-1所示：

表1-1: LED 状态

状态	绿色LED	黄色LED	红色LED
检测到移动设备	点亮	熄灭	熄灭
正在充电或处于功率传输阶段	闪烁	熄灭	熄灭
充电完成	点亮	闪烁	熄灭
系统错误	熄灭	熄灭	点亮
减少供电	熄灭	点亮	熄灭
检测到异物	熄灭	熄灭	闪烁

## 1.2.4 发射器传输功率大小LED指示灯

传输功率大小LED指示灯的照度与传输至接收器的功率成比例。该LED排包括D13-D20。LED的亮度根据放置在功率发射器上的接收器的额定功率进行标准化。

## 1.2.5 异物检测 (FOD)

当异物（电导体）放置在Qi发射器的交变磁场上或其附近时，异物中会产生感应电流。这会导致功率损失以及整个系统效率下降。异物检测（FOD）功能旨在纠正此问题。

Microchip的发射器板基于功耗方法实现异物检测。在该方法中，将持续监视发射功率和接收功率之间的功率差并将其与阈值进行比较。阈值受放置在发射器上的接收器的额定功率影响。如果功率损耗超过规范阈值，发射器的磁场将被禁止，红色LED会持续闪烁，指示存在异物，提示用户将接收器从发射器上移开，并移除附近的异物。



### 1.2.6 系统效率

发射器-接收器系统效率定义为接收器负载功率除以发射器逆变器输入功率。影响系统效率的四个主要因素为：

1. 发射器逆变器效率。
2. 接收器效率。
3. 接收器线圈距离。
4. 接收器线圈位置。

前两个因素通常彼此独立，受电路设计和元件选择的影响。第三个因素由 $Q_i$ 规范定义。MP-A2发射器设计要求发射器线圈表面与接口表面相距 $3 (+0.5/-0.25)$  mm。亚克力盖满足这一要求。为获得最佳测试结果，建议您也遵循与无线功率传输开发板一起使用的测试接收器的距离要求（有关测试接收器特定距离要求的信息，请参见 $Q_i$ 规范）。第四个因素很大程度上受接收器和发射器线圈之间的位移影响。位移可以依据相对于发射器线圈表面的 $x$ - $y$ 坐标以及角度间距而定。测试表明，位移影响效率和FOD。因此，从用户的角度来看，接收器线圈和发射器线圈中心对齐是至关重要的。

图1-3: 线圈对齐

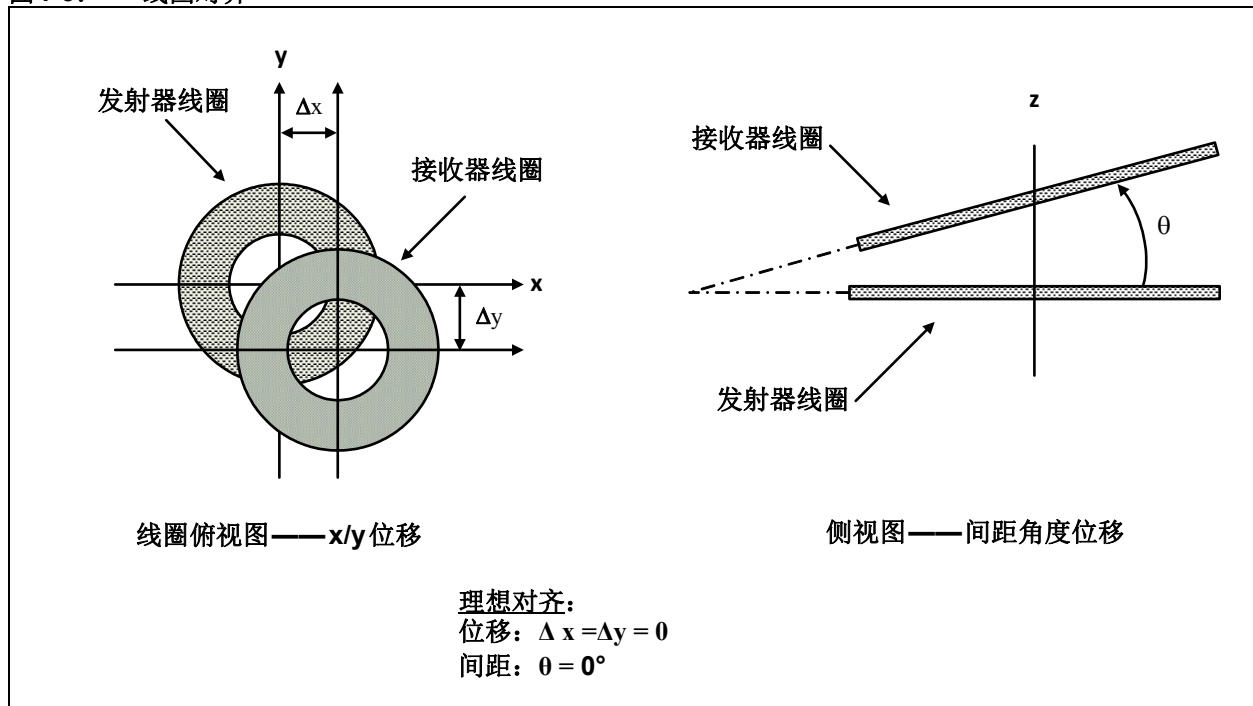
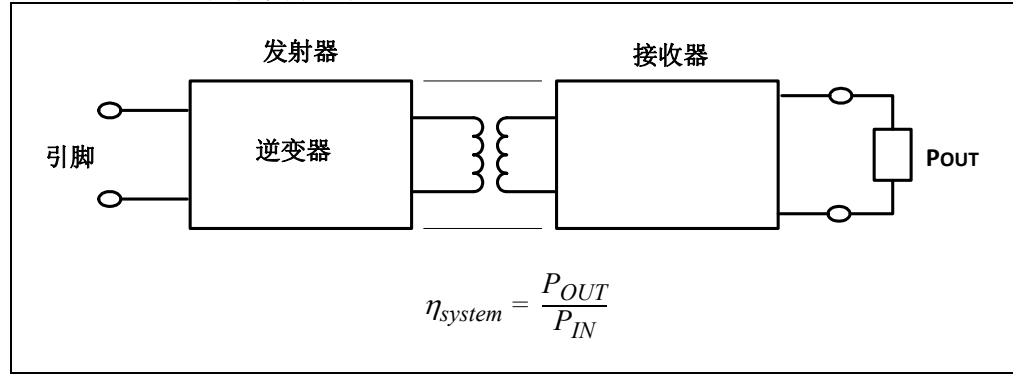


图1-4: Qi系统效率测量方法



如图1-4所示，遵循Qi规范的系统效率的计算方法是用接收器负载功率 ( $P_{OUT}$ ) 除以发射器逆变器输入功率 ( $P_{IN}$ )。线圈上方和下方的线意味着正确对齐。

图1-5: 系统效率典型测量值

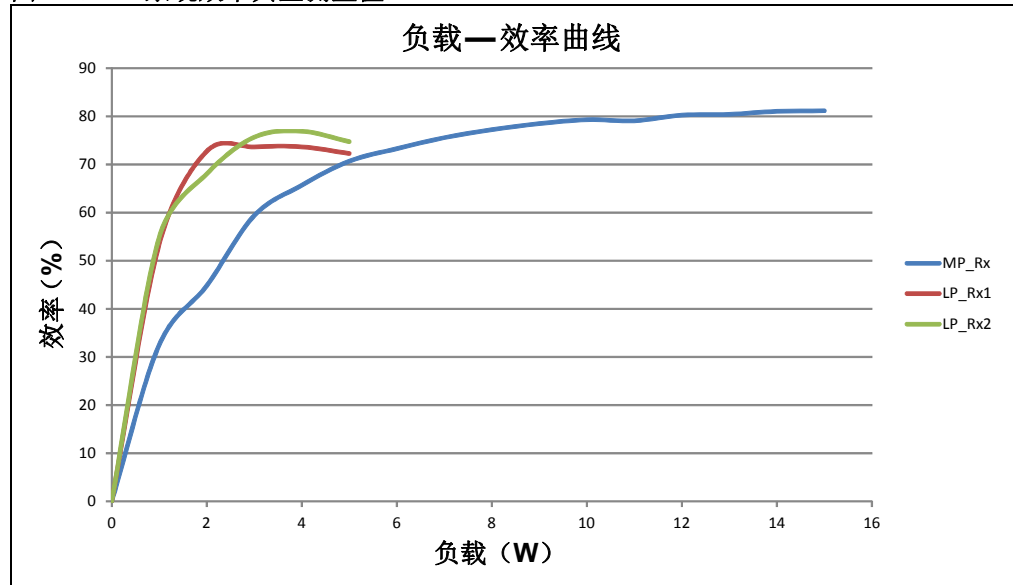


图1-5所示为测试两个低功率接收器LP Rx1和LP Rx2以及一个中等功率接收器MP Rx时的系统效率典型测量值。

### 1.2.7 无线电源开发板电源

- J1: +12V输入电源连接器
- MIC39100 1A、3.3V低静态电流LDO稳压器

### 1.2.8 为无线电源开发板上电

1. 确保发射器线圈上或附近没有金属材料。
2. 检查+12V电源是否已关闭。
3. 将+12V电源及其GND连接到J1。
4. 接通电源，如果使用+12V适配器，则将其插入交流电源插座。
5. 将低功率（Qi v1.1）或中等功率（Qi v1.2.2）接收器线圈放置在发射器线圈上，并使二者中心对齐。
6. 如果发射器板成功检测到移动设备，则绿色LED（D10）应点亮。
7. 如果发射器成功进入功率传输阶段，则绿色LED（D10）应开始闪烁。
8. 如果接收器上有负载，则由D13-D20组成的LED排灯的亮度应与所施加的负载成比例。
9. 监视状态LED D10-D12以了解系统的任何状态变化。

## 1.3 电气规范

表1-2: 电气规范

参数	最小值	典型值	最大值	单位
电压	11	12	13	V
电流	—	—	2.4	A
模拟Ping频率	—	101	—	kHz
数字Ping频率	—	140	—	kHz
功率传输频率	110	—	145	kHz

### 1.3.1 待机功耗

基站上无移动设备时的待机功耗典型值为720 mW。

注:

## 第2章 硬件

本章介绍了无线电源开发板的硬件元件。本章涵盖的主题包括：

- 开发板装配
- 信号配置
- 应用元件
- 板上连接器

### 2.1 开发板装配

开发板装配如图2-1所示。表2-1给出了元件说明。

图2-1： 无线电源开发板装配图

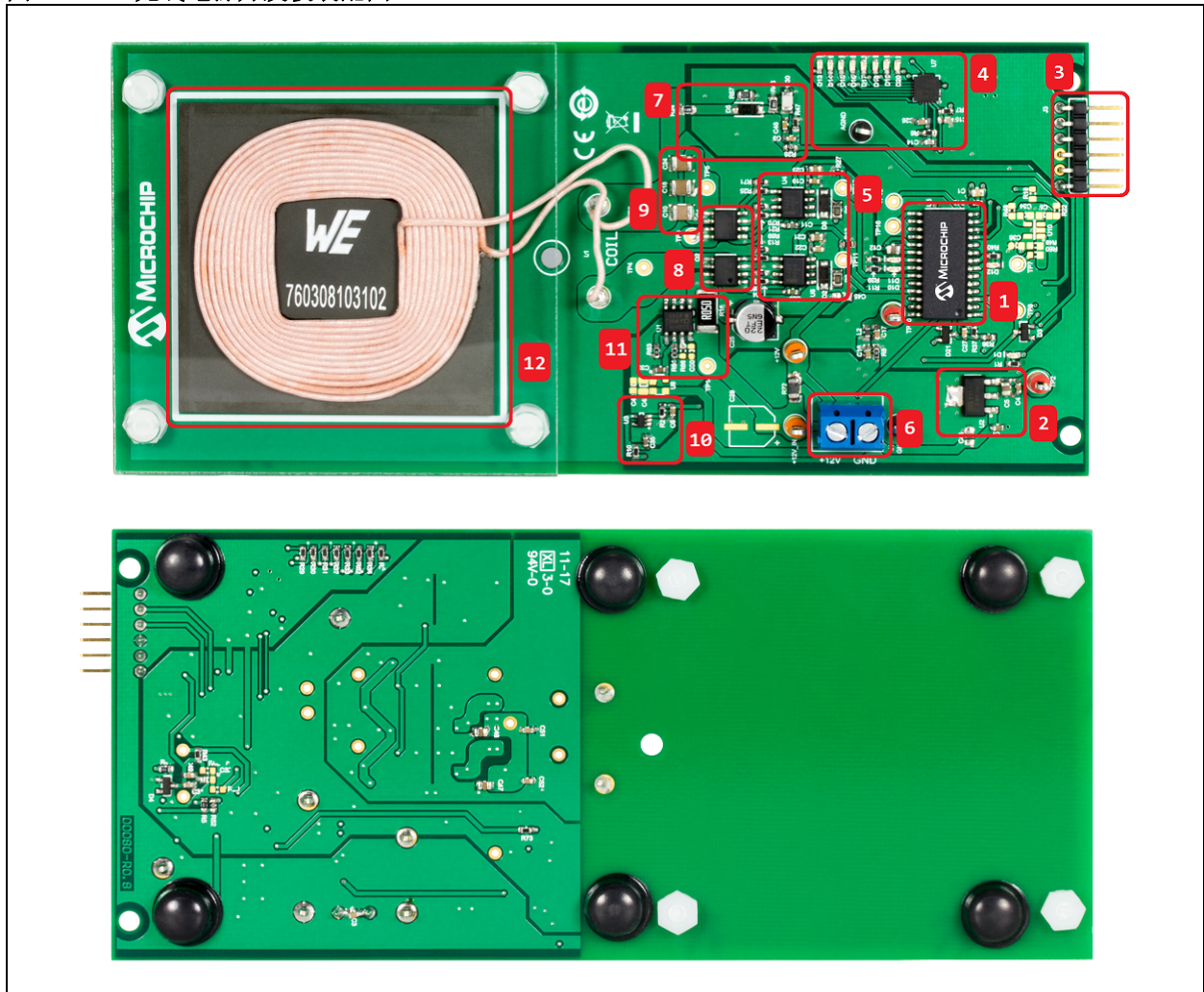


表2-1: 无线电源开发板

特性	说明
1	数字信号控制器——dsPIC33EP32GS202
2	+3.3V LDO 电路
3	输入编程连接器
4	8 LED 传输功率大小指示灯电路
5	FET 驱动器
6	+12V 输入连接器
7	解调电路
8	双FET IC
9	谐振电容
10	温度传感器电路
11	电流检测电路
12	发射器线圈

## 2.2 信号配置

表2-2列出了无线电源开发板上提供的测试点及其简要功能说明。

表2-2: 无线电源开发板测试点

测试点	说明
1	+12V_IN
2	3.3V
3	GND
4-6	谐振器
7	解调
8	电流检测
9	CS_LEFT
10	AVDD
11	PWM1H
12	PWM2H
13	AGND
14	CS_RIGHT
15	I/O——用于常规开发
16	I/O——用于验证解调信号
17	12V

## 2.3 应用元件

表2-3对无线电源开发板上的应用元件进行了说明。

**表2-3: 应用元件**

标签	元件	说明
U1	AD8418	电流检测放大器。
U2	MIC3900	+3.3V LDO 稳压器，用于所有 +3.3V 器件。
U3	MCP9700	测量线圈附近的温度。
U4	NCP3420DR2G	半桥 FET 驱动器。
U5	dsPIC33EP32GS202	提供用于处理演示应用的能力。
U6	NCP3420DR2G	半桥 FET 驱动器。
U7	MCP23008	I/O 扩展器，通过 I <sup>2</sup> C 通信驱动 LED 功率大小指示灯。
Q1	DMG4800LSD	半桥 FET —— 双 FET 封装。
Q2	DMG4800LSD	半桥 FET —— 双 FET 封装。
L1	760308103102	发射器线圈。

## 2.4 板上连接器

表2-4对无线电源开发板上的硬件连接进行了说明。

**表2-4: 硬件连接**

标签	元件	硬件元件说明
J1	2-TERM CONN	+12V 输入电源
J3	RJ25	dsPIC33EP32GS202 编程连接器

注:



## 第3章 演示程序的工作原理

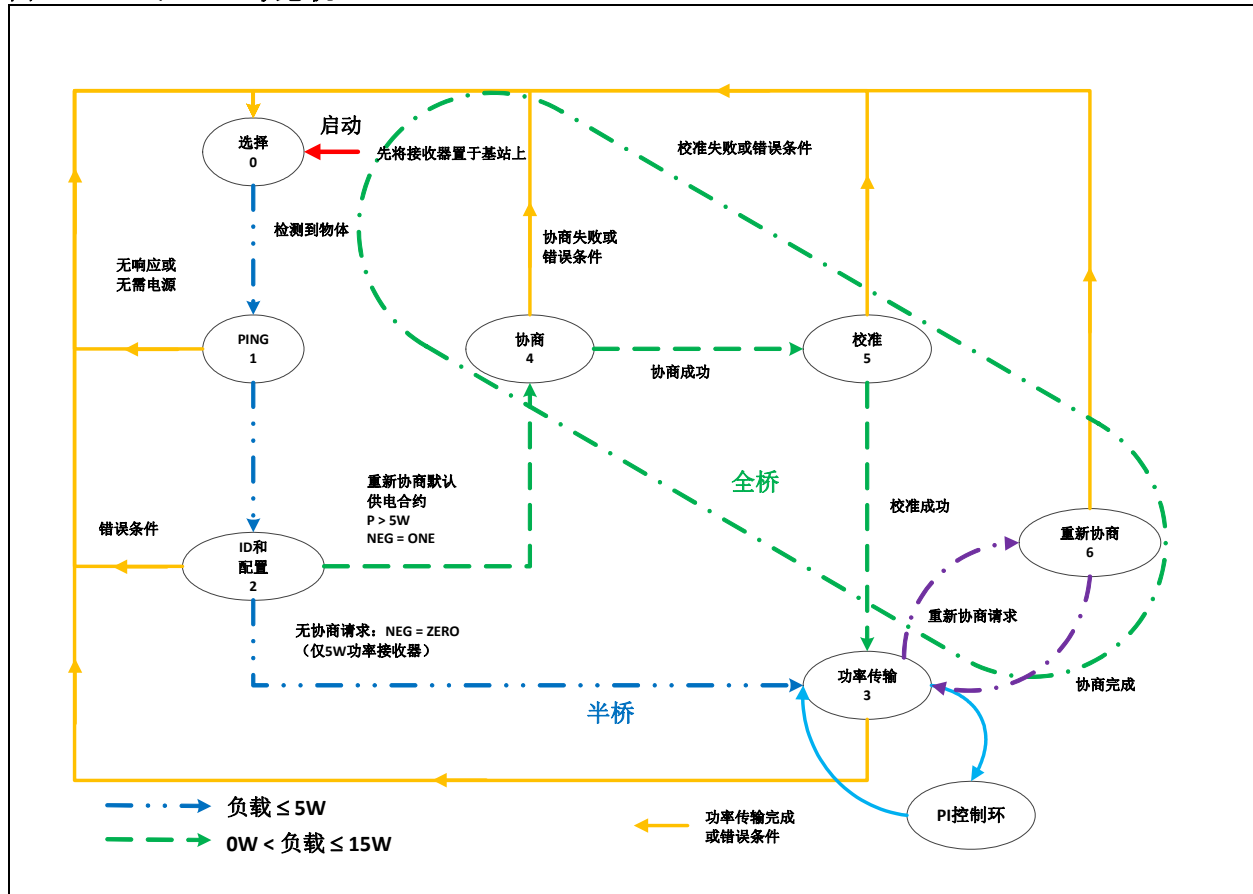
无线电源开发板上的“GS”系列dsPIC® DSC预编程了Qi v1.2.2软件，可支持低功率和中等功率充电应用。

本章涵盖以下主题：

- 程序演示
- 程序顶层说明
- 无线发射器板波形

### 3.1 程序演示

图3-1: Qi v1.2.2状态机



## 3.2 程序顶层说明

程序从选择阶段开始，然后持续进行ping操作，在检测到接收器之前一直保持在选择阶段。一旦检测到有效的接收器，它就会进入ping阶段，该阶段将应用数字ping。应用数字ping后，接收器即会进行幅移键控（Amplitude Shift Keyed, ASK），以将报文发送给发射器。随后，状态机将进入配置阶段，该阶段中发射器将收集接收器信息（包括接收器额定功率）。如果确定移动设备为低功率接收器，则状态机将直接进入功率传输阶段。如果确定移动设备为中等功率接收器，则状态机将进入协商阶段，以确定移动设备准确的额定功率。之后，状态机将进入校准阶段以校准发射功率。校准发射功率之后，状态机将进入功率传输阶段进行功率传输。如果接收器在任一时刻需要协商其他额定功率，则状态机将进入重新协商阶段。完成后，状态机会返回功率传输阶段。如果任何时间段内出现故障，则状态机将返回选择阶段。有关更多详细信息，请参见Qi规范。

## 3.3 无线发射器板波形

### 3.3.1 Qi模拟Ping

图3-2: 模拟PING图

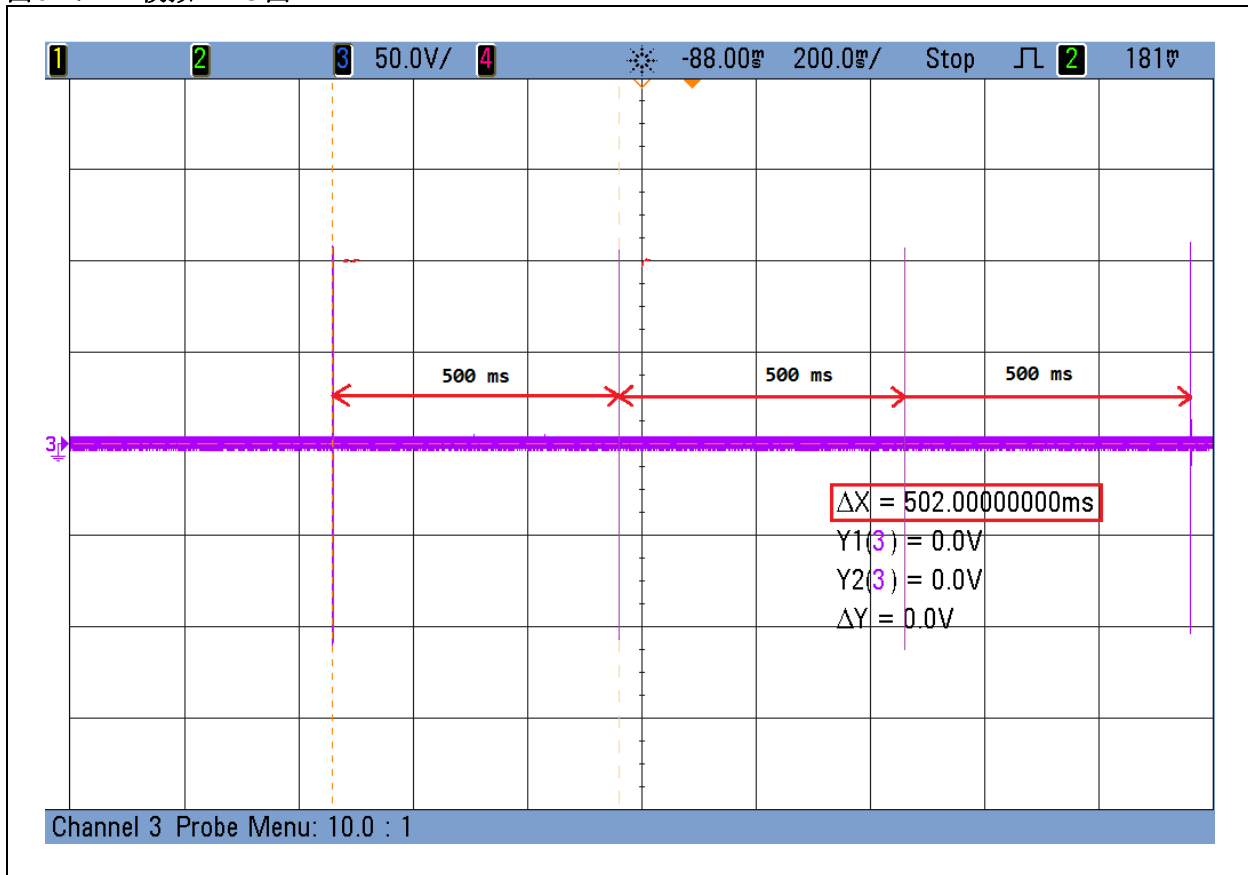
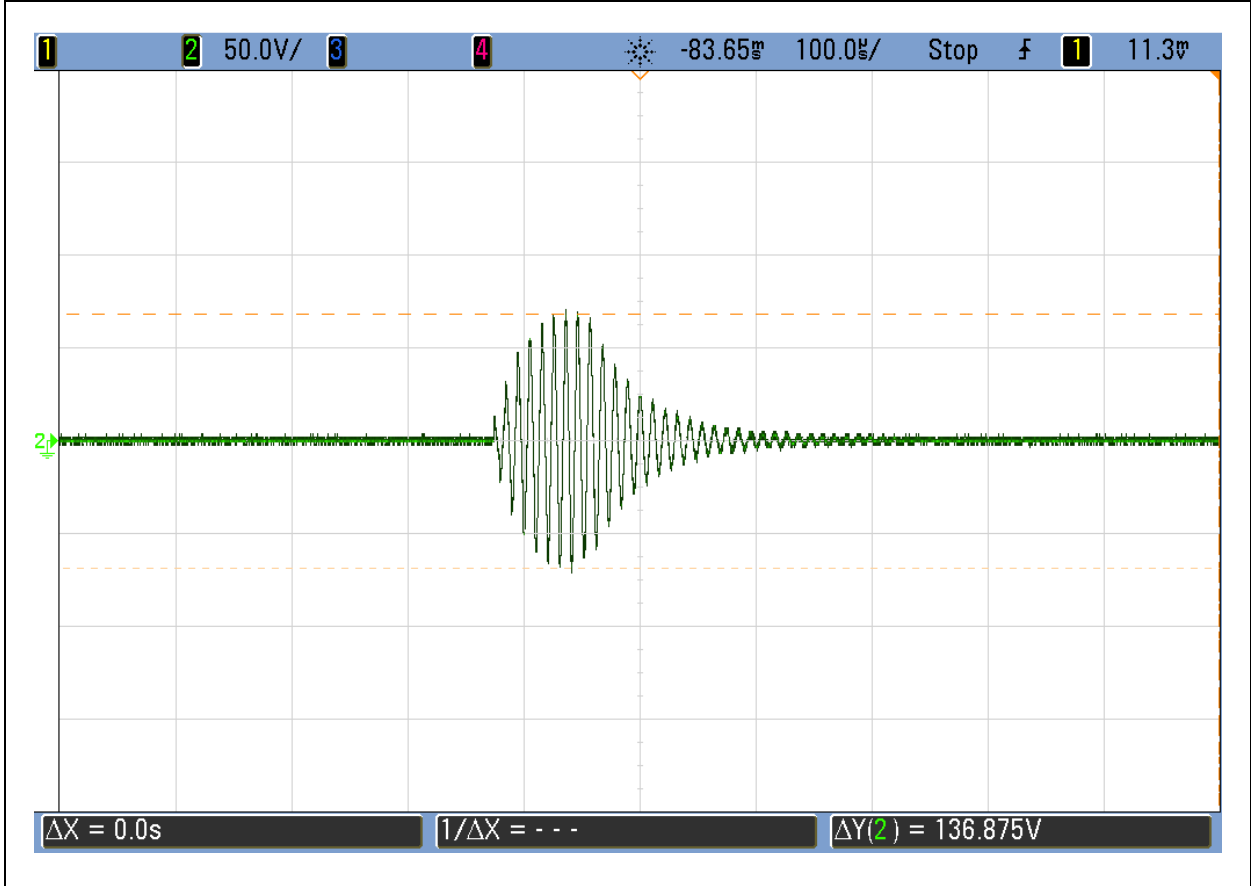


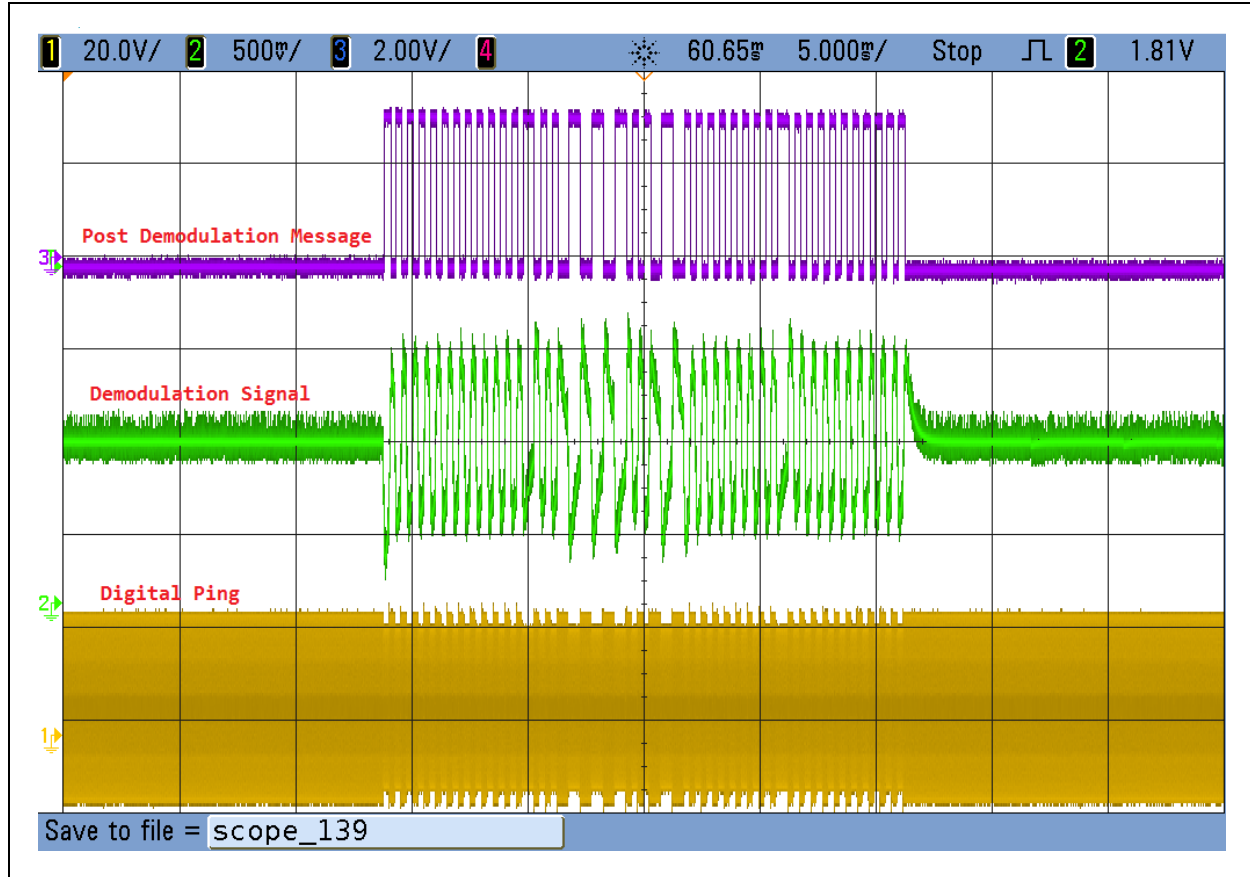
图 3-3: 模拟PING 幅值图



模拟ping用于接收器检测，每500 ms以大约100 kHz ( $1/2 * \pi * \text{sqrt}(LC)$ ) 的谐振频率提供模拟ping。每个ping的持续时间约为70  $\mu s$ ，如下图所示。

## 3.3.2 解调

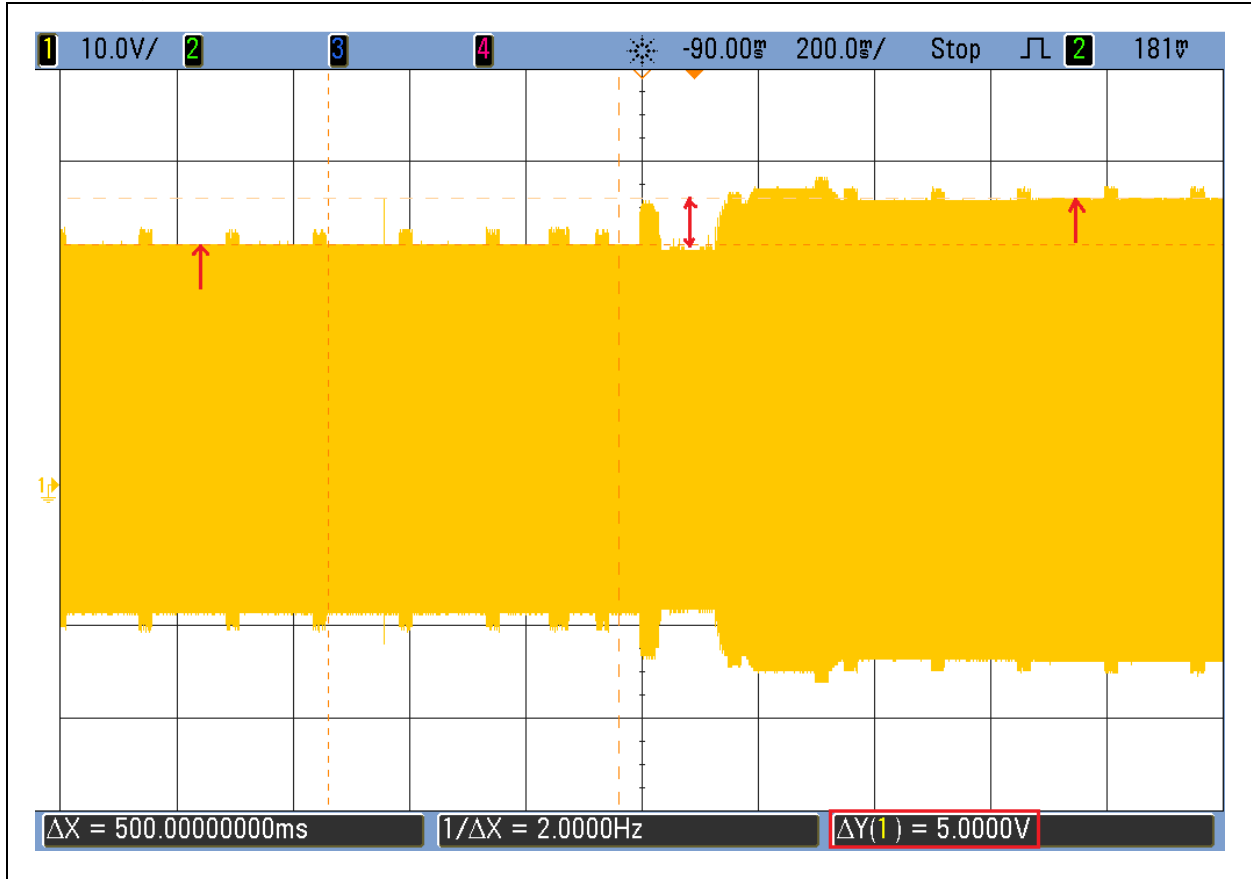
图3-4: 解调图



以上示波器图中的波形显示了解调信号的不同阶段。数字ping在谐振电路中L和C的接合点（TP6）处测得。随后，数字ping将通过解调电路来传送以提取解调信号。该信号将传送至模拟通道0（AN0），然后在此由软件进行处理，以重新生成接收器之前发送的报文。发射器响应与接收的报文有关。

3.3.3 负载阶跃

图 3-5: 负载阶跃图

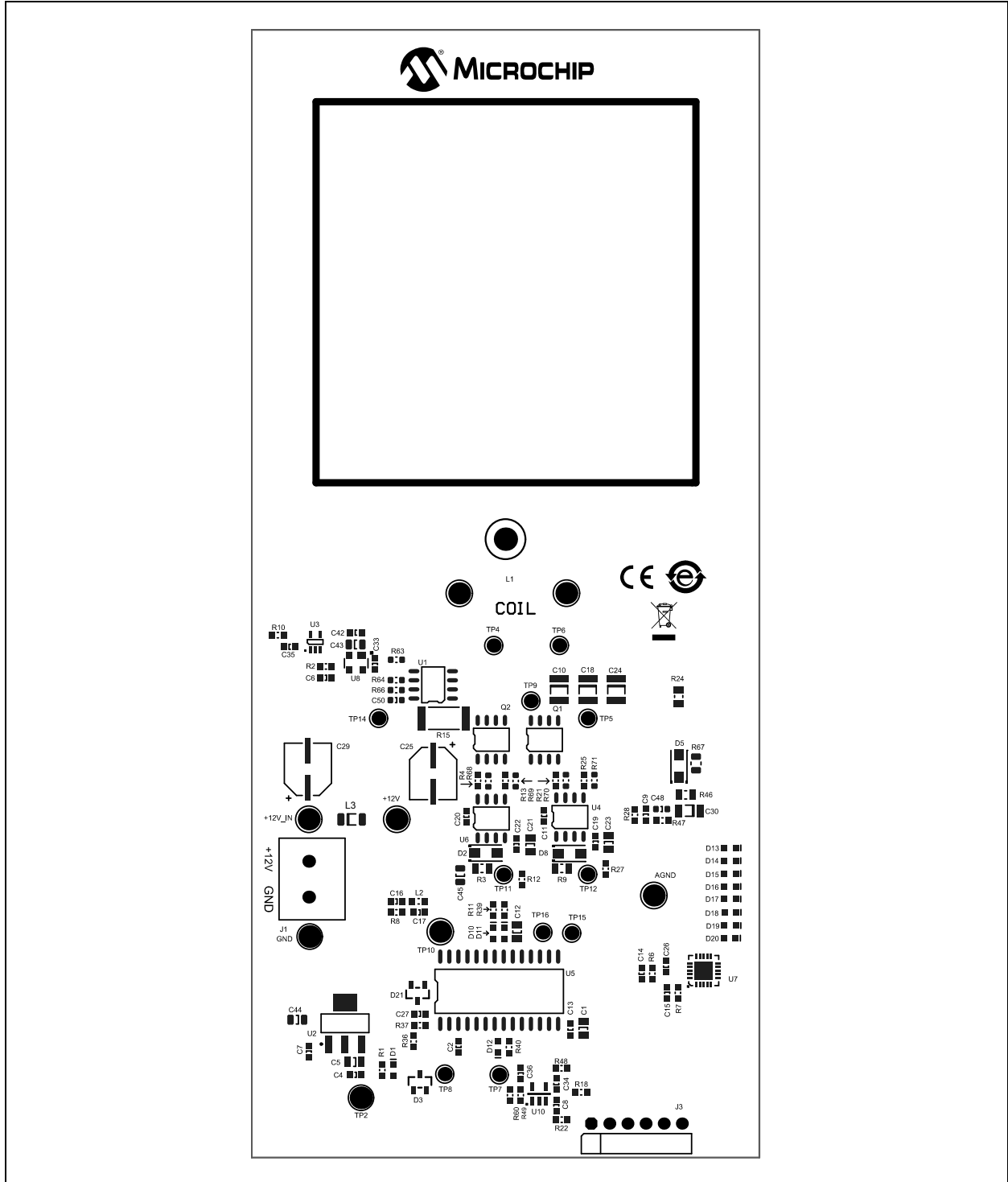


上图所示为应用从10%增加至100%的负载阶跃时的典型数字ping波形。请注意数字ping幅值的增加。这是为了补偿发射器的额外功率要求。

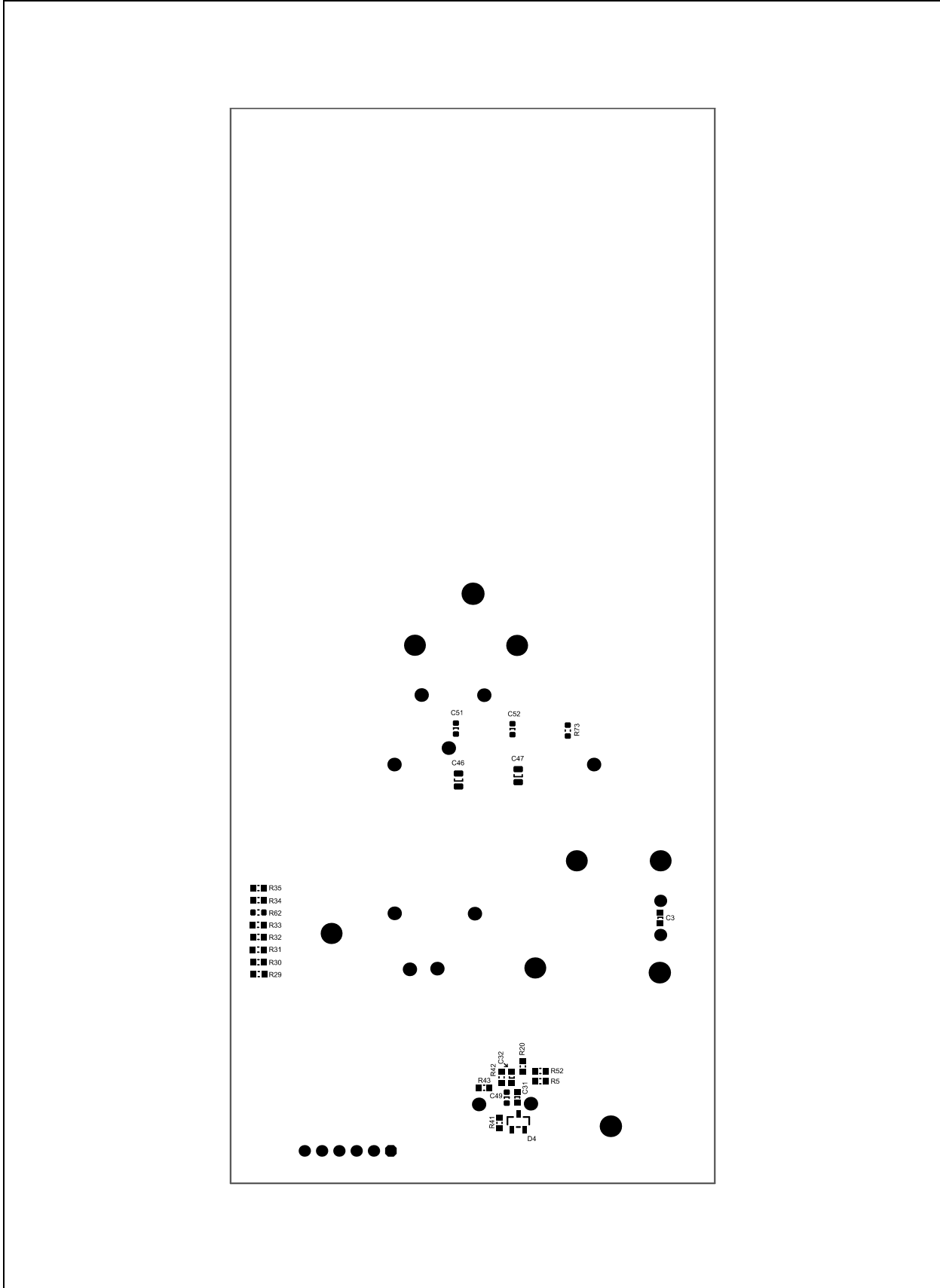
注:

## 附录A 开发板布线图和原理图

图A-1: 无线电源开发板布线图（俯视图）

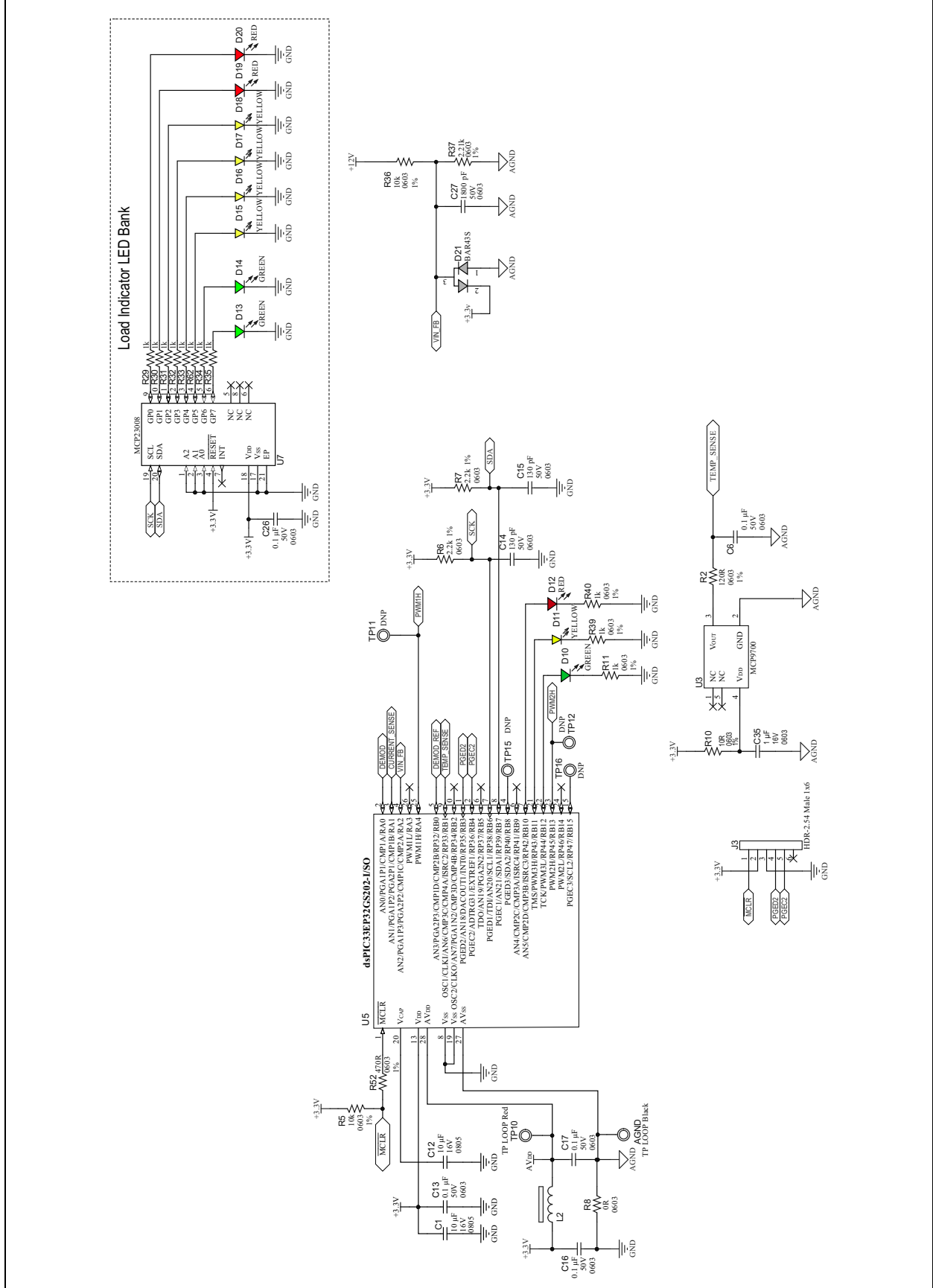


图A-2: 无线电源开发板布线图 (仰视图)



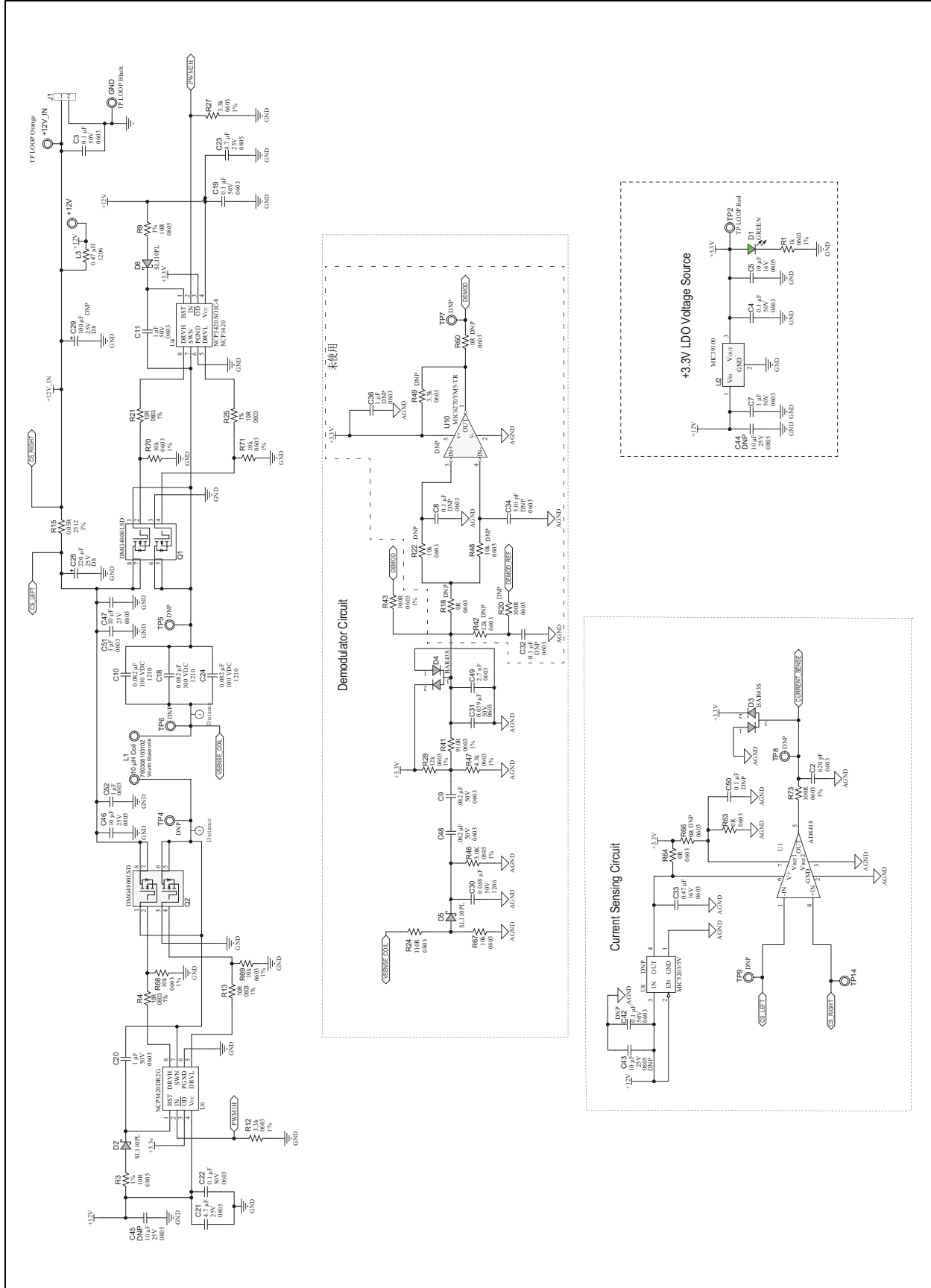


图A-3: 无线电源开发板原理图 (第1页)



# 无线电源开发板用户指南

图A-4: 无线电源开发板原理图 (第2页)



注:

## 全球销售及及服务网点

### 美洲

公司总部 **Corporate Office**  
2355 West Chandler Blvd.  
Chandler, AZ 85224-6199  
Tel: 1-480-792-7200  
Fax: 1-480-792-7277

技术支持:  
<http://www.microchip.com/support>

网址: [www.microchip.com](http://www.microchip.com)

**亚特兰大 Atlanta**  
Duluth, GA

Tel: 1-678-957-9614  
Fax: 1-678-957-1455

**奥斯汀 Austin, TX**  
Tel: 1-512-257-3370

**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**  
Novi, MI  
Tel: 1-248-848-4000

**休斯敦 Houston, TX**  
Tel: 1-281-894-5983

**印第安纳波利斯 Indianapolis**  
Noblesville, IN  
Tel: 1-317-773-8323  
Fax: 1-317-773-5453  
Tel: 1-317-536-2380

**洛杉矶 Los Angeles**  
Mission Viejo, CA  
Tel: 1-949-462-9523  
Fax: 1-949-462-9608  
Tel: 1-951-273-7800

**罗利 Raleigh, NC**  
Tel: 1-919-844-7510

**纽约 New York, NY**  
Tel: 1-631-435-6000

**圣何塞 San Jose, CA**  
Tel: 1-408-735-9110  
Tel: 1-408-436-4270

**加拿大多伦多 Toronto**  
Tel: 1-905-695-1980  
Fax: 1-905-695-2078

### 亚太地区

中国 - 北京  
Tel: 86-10-8569-7000

中国 - 成都  
Tel: 86-28-8665-5511

中国 - 重庆  
Tel: 86-23-8980-9588

中国 - 东莞  
Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 广州  
Tel: 86-20-8755-8029

中国 - 杭州  
Tel: 86-571-8792-8115

中国 - 南京  
Tel: 86-25-8473-2460

中国 - 青岛  
Tel: 86-532-8502-7355

中国 - 上海  
Tel: 86-21-3326-8000

中国 - 沈阳  
Tel: 86-24-2334-2829

中国 - 深圳  
Tel: 86-755-8864-2200

中国 - 苏州  
Tel: 86-186-6233-1526

中国 - 武汉  
Tel: 86-27-5980-5300

中国 - 西安  
Tel: 86-29-8833-7252

中国 - 厦门  
Tel: 86-592-238-8138

中国 - 香港特别行政区  
Tel: 852-2943-5100

中国 - 珠海  
Tel: 86-756-321-0040

台湾地区 - 高雄  
Tel: 886-7-213-7830

台湾地区 - 台北  
Tel: 886-2-2508-8600

台湾地区 - 新竹  
Tel: 886-3-577-8366

### 亚太地区

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

印度 **India - Bangalore**  
Tel: 91-80-3090-4444

印度 **India - New Delhi**  
Tel: 91-11-4160-8631

印度 **India - Pune**  
Tel: 91-20-4121-0141

日本 **Japan - Osaka**  
Tel: 81-6-6152-7160

日本 **Japan - Tokyo**  
Tel: 81-3-6880-3770

韩国 **Korea - Daegu**  
Tel: 82-53-744-4301

韩国 **Korea - Seoul**  
Tel: 82-2-554-7200

马来西亚  
**Malaysia - Kuala Lumpur**  
Tel: 60-3-7651-7906

马来西亚 **Malaysia - Penang**  
Tel: 60-4-227-8870

菲律宾 **Philippines - Manila**  
Tel: 63-2-634-9065

新加坡 **Singapore**  
Tel: 65-6334-8870

泰国 **Thailand - Bangkok**  
Tel: 66-2-694-1351

越南 **Vietnam - Ho Chi Minh**  
Tel: 84-28-5448-2100

### 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

芬兰 **Finland - Espoo**  
Tel: 358-9-4520-820

法国 **France - Paris**  
Tel: 33-1-69-53-63-20  
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 **Germany - Garching**  
Tel: 49-8931-9700

德国 **Germany - Haan**  
Tel: 49-2129-3766400

德国 **Germany - Heilbronn**  
Tel: 49-7131-67-3636

德国 **Germany - Karlsruhe**  
Tel: 49-721-625370

德国 **Germany - Munich**  
Tel: 49-89-627-144-0  
Fax: 49-89-627-144-44

德国 **Germany - Rosenheim**  
Tel: 49-8031-354-560

以色列 **Israel - Ra'anana**  
Tel: 972-9-744-7705

意大利 **Italy - Milan**  
Tel: 39-0331-742611  
Fax: 39-0331-466781

意大利 **Italy - Padova**  
Tel: 39-049-7625286

荷兰 **Netherlands - Drunen**  
Tel: 31-416-690399  
Fax: 31-416-690340

挪威 **Norway - Trondheim**  
Tel: 47-7289-7561

波兰 **Poland - Warsaw**  
Tel: 48-22-3325737

罗马尼亚  
**Romania - Bucharest**  
Tel: 40-21-407-87-50

西班牙 **Spain - Madrid**  
Tel: 34-91-708-08-90  
Fax: 34-91-708-08-91

瑞典 **Sweden - Gothenberg**  
Tel: 46-31-704-60-40

瑞典 **Sweden - Stockholm**  
Tel: 46-8-5090-4654

英国 **UK - Wokingham**  
Tel: 44-118-921-5800  
Fax: 44-118-921-5820