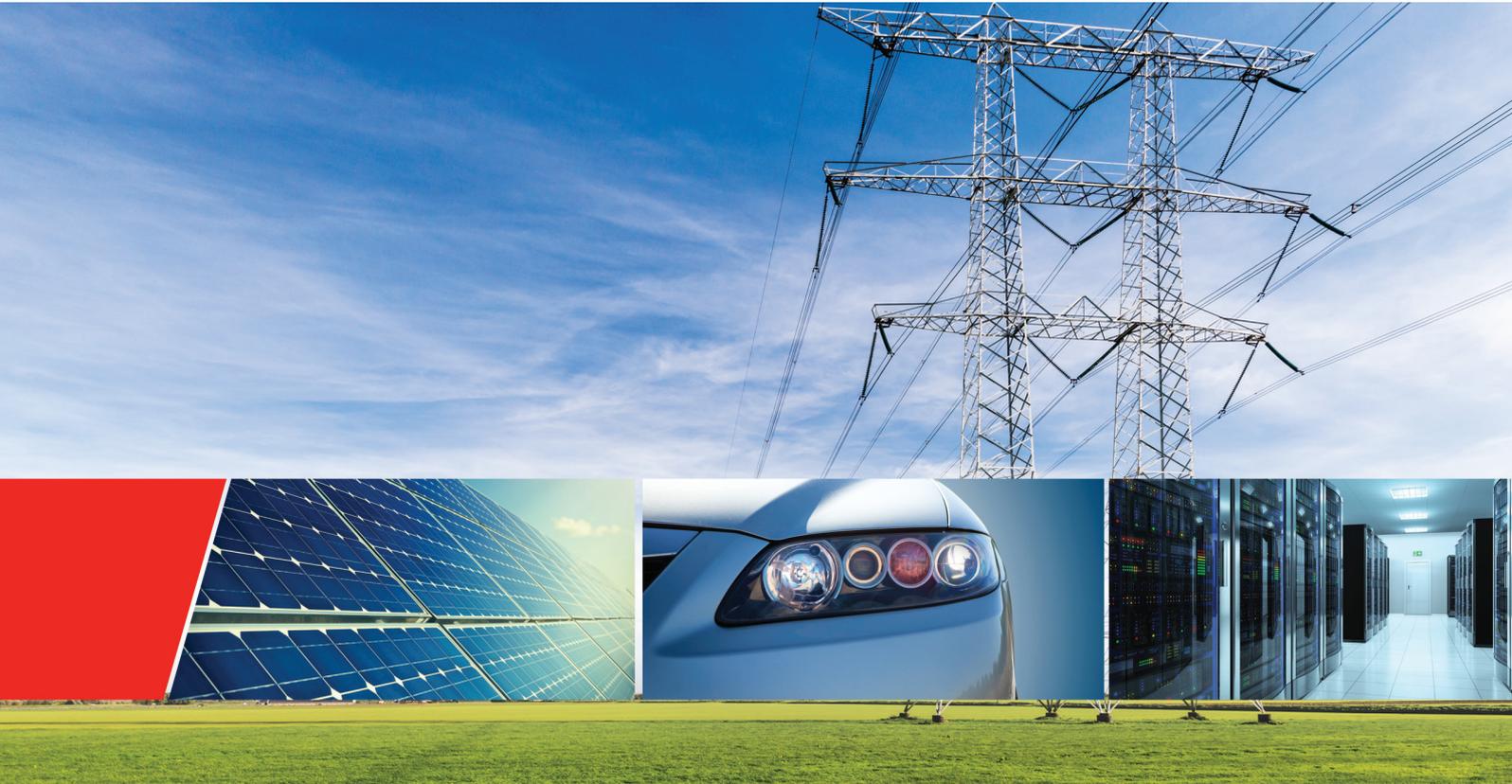




## 智能电源设计解决方案



# 智能电源解决方案

当今的电源设计人员必须设计出提供高效率、高功率密度、高可靠性、高级通信功能和高级控制功能的电源转换产品。而且，始终需要以较低的成本、快速地将这些产品开发出来并推向市场。基于此，Microchip提供了一套完整的智能电源解决方案来帮助设计人员应对这些挑战。

## 什么是智能电源？

传统的电源设计使用功能固定的模拟IC来提供稳压电源。智能电源集成了单片机（MCU）或数字信号控制器（DSC），以提供完全可编程的灵活解决方案。以下是智能电源功能的一些示例：

- 数字开/关控制，实现低待机功耗
- 电源时序和热插拔控制
- 可编程软启动特性
- 电源历史记录和故障管理
- 输出电压裕度
- 电流折返控制
- 负载共享和均衡
- 稳压参考电压调整
- 补偿网络控制和调整
- 电源控制环的全数字控制
- 通信
- 交流RMS电压测量
- 功率因数校正

智能电源应用的示例包括：

- 交流/直流转换器
- 直流/直流转换器
- 不间断电源（UPS）
- 可再生电源/纯正弦波逆变器
- 电池充电器
- HID、LED和荧光灯镇流器

## 为什么需要智能电源转换？

使用数字控制来实现电源转换功能，可为开发人员的设计和应用程序带来很多好处。这些功能是通过可再编程软件以及Microchip的数字增强型电源模拟技术及其PIC® MCU和dsPIC® DSC解决方案提供的性能和特性来执行电源转换控制而实现的。



## 智能电源转换减少了系统元件数

为磁性元件和电源元件提供了宝贵的电路板空间。电源控制、稳压和保护功能可集成到同一器件中。而辅助功能（例如风扇控制和数据记录）也可轻松集成。

## 智能电源转换允许针对不同应用进行相应配置

通过智能电源转换，电源成为了用于多种不同应用的平台解决方案。可轻松地对电源进行再编程，以支持各种输出电压级别、操作限制和控制输入。这就减少了库存开销和多个平台所需的支持。

## 智能电源转换提高了系统效率

对于非智能电源，必须针对一个工作点对其进行优化，工作负载的变化通常意味着系统效率的下降。而对于智能电源来说，可采用许多种方法来使智能电源设计适应负载变化。这包括改变电源开关频率和改变控制环的配置。智能电源可监视内部温度且仅在需要时向散热风扇供电。它们还可以动态改变控制环的行为，从而提供对负载条件的最佳系统响应。

## 智能电源转换可降低待机功耗

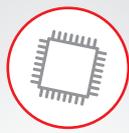
在电源设计中融入智能之后，在待机时仅消耗毫瓦或微瓦级的交流输入功率。而且在关闭了应用的偏置电源时还可以监视电子控制输入。

## Microchip可为您提供哪些帮助？

Microchip通过其当地和全球销售团队为电源转换应用提供如下产品和资源：

- 8位、16位和32位单片机以及16位数字信号控制器
- 上桥臂、下桥臂和同步MOSFET栅极驱动器
- 温度传感器、风扇控制器、数字电位器和运放
- 包含外部控制输入的模拟PWM控制器
- 高电压线性稳压器和高电压接口产品
- 串行EEPROM存储器产品
- 电源转换开发工具、参考设计、算法和软件
- 电源转换培训和技术支持

# 完整产品解决方案



## 芯片解决方案

- 8位、16位和32位单片机以及16位数字信号控制器
- MOSFET栅极驱动器
- 模拟和接口产品
- 非易失性EEPROM存储器



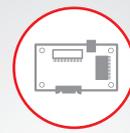
## 技术支持

- 智能电源设计中心
- 电源转换应用笔记
- 网上研讨会
- 区域培训中心
- 智能电源专家



## 软件和算法

- 示例代码
  - 交流/直流和直流/直流
  - 负载点
- 数字电源控制环的软件示例
- 高度优化的补偿器库



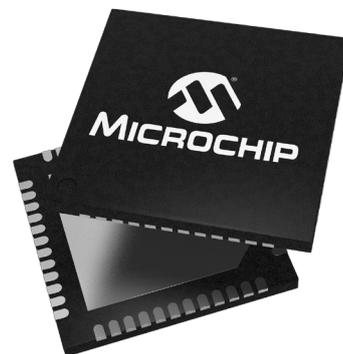
## 参考设计和工具

- 针对不同拓扑和应用的参考设计
- 设计原理图
- 电路板布板文件
- 低成本开发工具

## 电源设计集成级别

Microchip提供了电源转换设计工程师所需的一切：低风险产品开发、更低的系统总成本、更快的产品上市时间、出色的技术支持以及可靠的产品交付和卓越的质量。

智能电源无需复杂的设计或昂贵的成本。Microchip提供了6引脚至144引脚的MCU和DSC，可为所有应用提供适当的芯片解决方案。可使用包含基本外设的低成本MCU来实现许多简单任务。对于有更高要求的应用，我们提供的许多MCU和DSC具有专为电源转换而设计的创新型片上外设。这些外设包括具有特殊工作模式的快速PWM模块和用于快速采集电源反馈信号的高速模数转换器（ADC）。



说明	技术功能	推荐器件
第1级： 开/关控制	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 低待机功耗</li><li>■ 可编程软启动</li><li>■ 上电时序控制</li><li>■ 主/辅通信桥</li></ul>	PIC10F PIC12F MIC45408集成电源模块 MIC28304集成电源模块 MCP16XXX集成开关稳压器
第2级： 比例控制	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 输出电压裕度</li><li>■ 负载共享和均衡</li><li>■ 历史记录</li><li>■ 主/辅通信桥</li></ul>	PIC12F PIC16F PIC18F PIC24F MIC1631 PWM控制器 MIC2125 PWM控制器
第3级： 拓扑控制	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 优化控制环以适应负载变化</li><li>■ 使能用于多种应用的公共平台</li><li>■ 操作灵活，可提供各种功率级别</li></ul>	PIC16HV785 PIC18F MCP19115 MCP19119
第4级： 全数字控制	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 动态控制环调整</li><li>■ 可预测的控制环算法</li><li>■ 操作灵活，可提供各种功率级别</li></ul>	dsPIC33E dsPIC33F

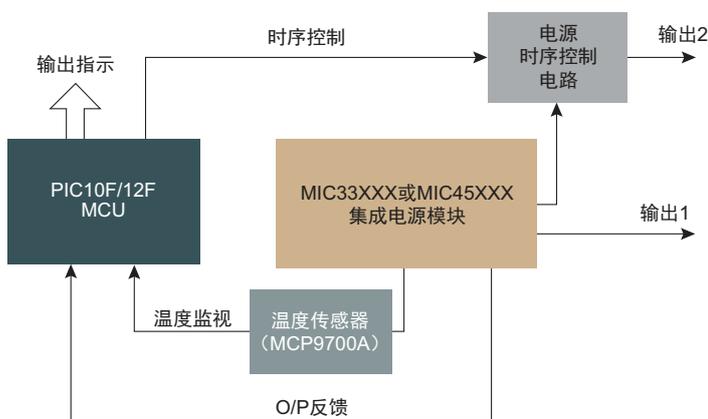
# 电源设计集成级别

## 第1级：开/关控制

在第1级，电子智能增强了标准模拟设计。智能功能提供了有限的开/关控制功能，如启动时序控制、自动关断和看门狗故障检测功能。这些功能用于管理模拟PWM控制器或集成稳压器，如MIC2125控制器或MIC45208电源模块。在基本级别，MCU可以开关使能引脚，以及从模拟电源控制器读取电源正常信号。而更成熟的解决方案还可提供记录功能（以备将来故障分析之用）、远程通信和定制温度控制算法。应用了第1级智能之后，可确保电源对系统故障事件做出确定性响应。该级别的解决方案适合采用Microchip的低档和中档MCU以及模拟产品。

现在您只需对硬件进行极少修改，只需较少的软件更改就可轻松实现现有模拟电源的智能化。Microchip具有内置外设（如ADC、PWM和GPIO）的PIC10F和PIC12F 8位低引脚数、小封装单片机可控制电源的输出时序并监视输入/输出电压、电流和温度，从而可实现现有模拟电源的智能化。

### 简单的控制和监视

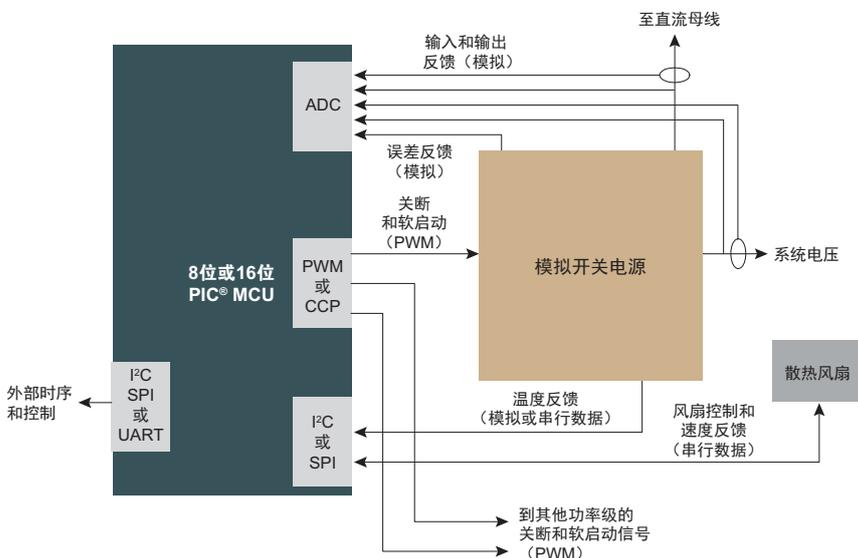


## 第2级：比例控制

此集成级别在标准模拟设计中添加了其他数字控制。除了第1级中的控制功能外，该集成级别还可以控制输出电压、电压限制、电流限制和温度限制。可对模拟电源的大部分工作参数进行数字控制和监视。可编程不同的软启动特性和电流限制值以满足应用的需要。对输出电压进行微调以协调系统中的多个电源。根据系统I/O要求，PIC12、PIC16和PIC18器件系列的8位解决方案可提供理想的控制解决方案。在较大的系统中，16位PIC24器件系列可提供更多的通信外设。这些需要与灵活的模拟PWM控制器相匹配，以便控制PWM操作。诸如MCP1631或MIC2155之类的器件具有外部频率同步、外部参考电压和类似的外部可控输入，使PIC单片机能够进行更多的控制。

第2级的控制系统能更好地与电源集成，更好地监视电源环境。采用ADC来监视电源的输入和输出。还可使用片上比较器来确保对系统事件或故障的快速响应。PWM外设提供对电源单元的模拟PWM电路的直接控制。使用PWM控制在上电条件下对模拟电源进行门控以提供软启动功能。MCU可监视软启动期间的电源输入电流以确保元器件不过流。串行通信外设允许协调与主机器件的互操作、控制和监视散热风扇，以及监视温度传感器。

### 对模拟电源进行数字监视

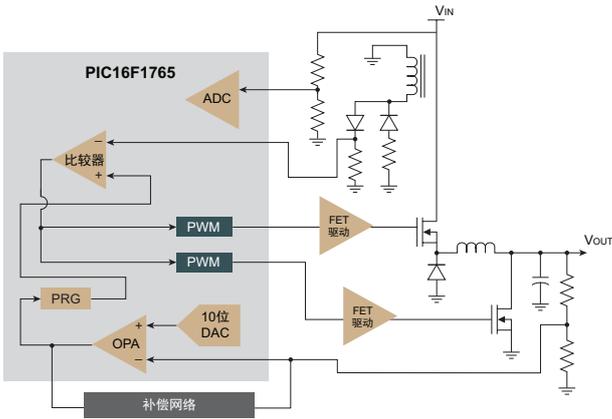


# 电源设计集成级别

## 第3级：拓扑控制

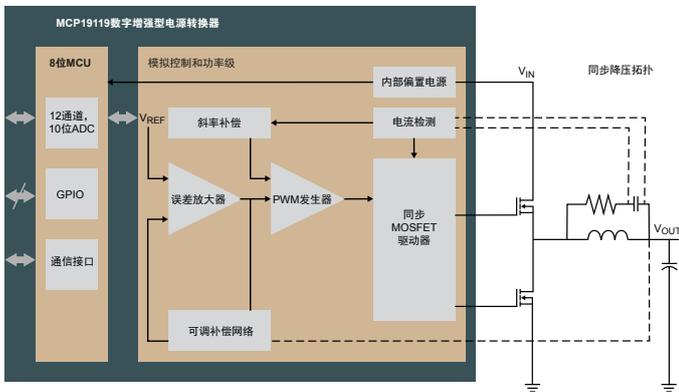
除了具有第1级和第2级的功能之外，此级别还可以重新配置标准模拟设计。在设计的可配置数字部分中，可以更改模拟环路的配置并在多个模拟控制环滤波器之间进行切换。例如，在轻负载时，电源可从PWM控制环切换为滞后控制环。这种切换可以使连续电感电流设计在选定条件下在不连续导通模式下工作，从而提高系统效率。此外，还可通过动态调整开关频率来最大程度地降低功耗。Microchip MCU和DSC的整个产品线都可用于第3级的控制应用。特别是，混合信号解决方案（如PIC16F176X和PIC16F177X产品系列）非常适合于最多4个独立电源通道的拓扑控制。这些系列集成了具有智能模拟功能和独立于内核的外设（CIP）的MCU，这些外设可以相互连接，构造用于驱动和控制开关电源（SMPS）的反馈环路。此外，MCP1630和MCP1631 PWM控制器是为MCU电源控制器应用而设计的。另外，Microchip的数字增强型电源模拟控制器（MCP19XXX）将微调模拟控制环和监控单片机整合到了单个器件中。

## 高精度LED调光引擎应用



例如，由于片上具有独立于内核的外设和智能模拟功能，PIC16F1765可用于第3级应用。这些外设可以在最低限度内核干预的情况下自主执行功能，可以通过改变系统性能来实现更快的响应速度，从而释放内核来执行其他任务。可以通过外设的寄存器来动态控制拓扑，基于来自输入电压、输出电压或电流的反馈在降压、直通和升压稳压器之间进行切换。

## MCP19119框图



MCP19119数字增强型电源模拟控制器整合了PIC中档单片机内核与高电压模拟PWM控制环的功能。该器件包含了可配置大多数电源工作点（频率、死区、输出电压、电流限制、过压和欠压锁定）的数字寄存器。单片机可以基于电源操作、数字输入或通过片上ADC测量的外部环境变量来动态调整控制环的操作。在进行正确校准后，这就是一种所需器件数最少、极其精确而灵活的智能电源解决方案。



# 电源设计集成级别

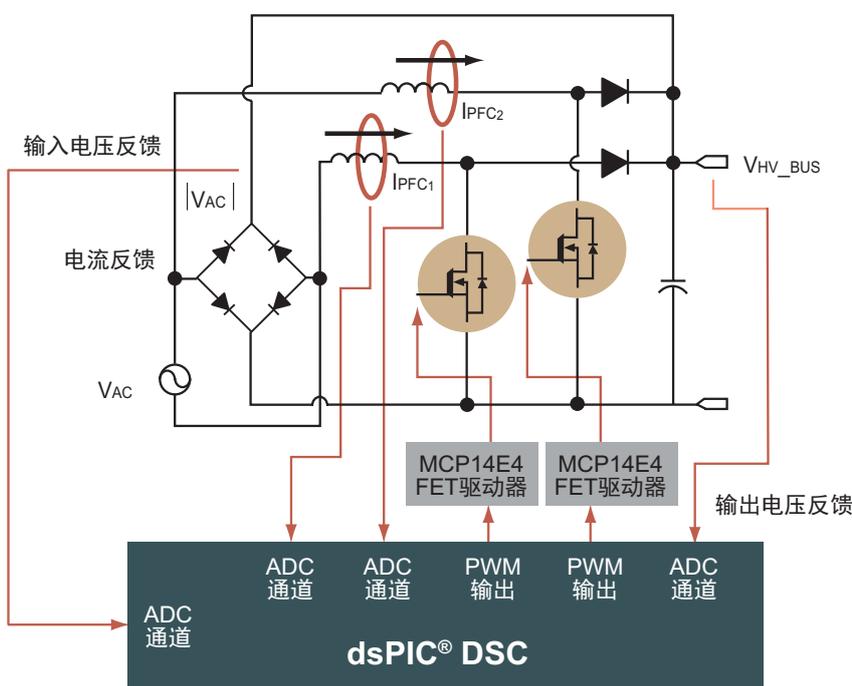
## 迁移到更高级别：第4级——全数字控制

全数字控制取代了标准模拟控制环设计，还提供了集成级别1-3的电源管理功能。电源稳压功能可由处理器上的数字电路和处理器上运行的软件直接控制。全数字解决方案允许设计人员采用模拟解决方案中不可能实现的技术，包括专有的数字补偿算法和非线性预测性自适应控制技术。全数字解决方案使您能够定制对电源输入变化或负载变化事件的响应。

Microchip的16位dsPIC DSC可实现第4级的解决方案。使用高速/高带宽ADC来获取电源的反馈。使用专门的高速PWM外设来控制电源。PWM模块可直接驱动所有常见的电源拓扑且CPU内核允许快速执行数字补偿算法。

功率因数校正（PFC）在大功率电源中至关重要，它可降低谐波含量、系统功耗和辐射干扰。在下面的示例中，dsPIC DSC使用平均电流模式控制简化了升压式PFC算法的实现。可通过计算整流后的输入电压、电压误差补偿器的输出和电压前馈补偿器的输出三者的乘积来以数字方法计算出参考电流。数字PFC功能使用很少的DSC资源，从而保留了大量额外的资源来执行其他功能。

### 采用高级数字控制的基本型无桥PFC

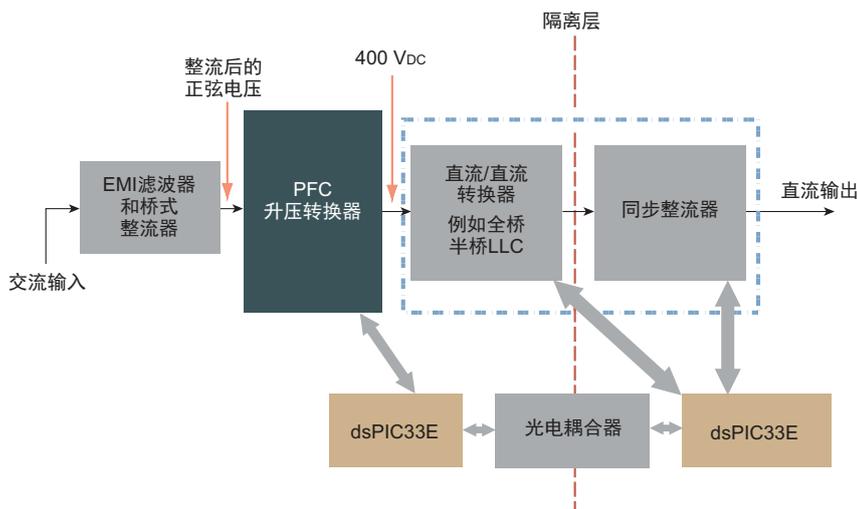


# 电源设计集成级别

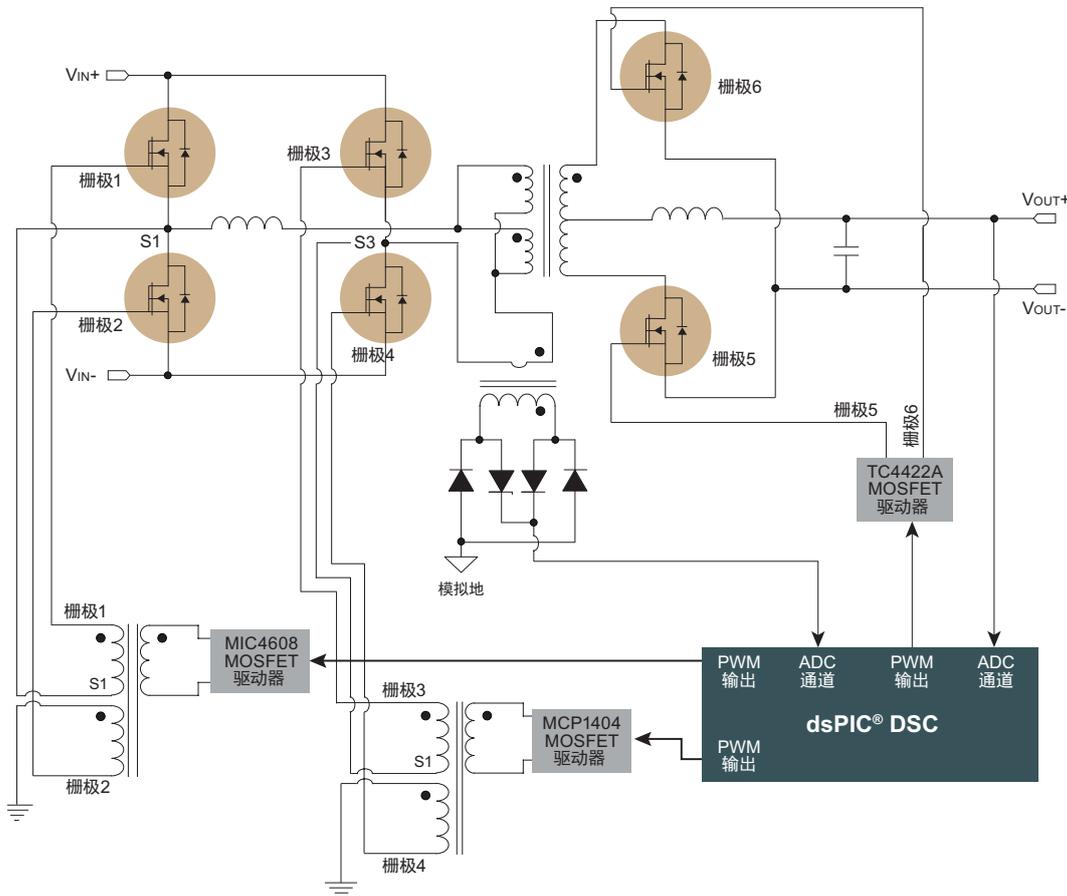
dsPIC DSC的特性可实现对应用的全数字控制，如下面所示的交流/直流转换器。高速PWM模块提供了许多工作模式，可实现各种高级转换拓扑，如功率因数校正（PFC）、带同步整流功能的相移全桥转换器以及多相降压转换器。高速ADC转换可在相对于PWM信号的精确时间触发，从而支持快速控制环。高性能的CPU支持用软件实现高级数字控制环和补偿器。

dsPIC33EPXXGS DSC系列可以在高效的高度集成直流/直流转换器中动态地控制不同的功率级。高速ADC、PWM和比较器一起配合工作，只需很低的CPU带宽。可以使用高性能DSP引擎来执行更快速的数字控制环和补偿器。还可以实现动态负载响应、保护、时序控制和通信等高级功能。

## 采用全数字控制的交流/直流转换



## 相移全桥直流/直流转换器



# 应选择哪种MCU或DSC?

Microchip提供了许多可用于各种智能电源应用的产品系列，从而使您可以支持应用所需的数字集成和性能级别。

## PIC10F单片机产品系列（第1级）

6引脚PIC10F系列可以在对BOM影响最少的情况下，在任何电源设计中集成数字功能。集成的独立于内核的外设（CIP）提供了信号发生、定制逻辑和信号调理等功能来增强模拟电源设计，从而为应用提供开/关控制、软启动、电源时序控制或监视功能。PIC10F的特性包括：

- 2 × 3 DFN封装和6引脚SOT-23封装
- 比较器
- 内部8位ADC
- 10位PWM
- 可配置逻辑单元（CLC）
- 互补波形发生器（CWG）
- 数控振荡器（NCO）

## PIC12F和PIC16F单片机产品系列（第2级和第3级）

PIC12F器件采用小型8引脚封装，而PIC16F器件采用14引脚至64引脚的封装。这些器件系列适合于比例和配置或拓扑控制。一些器件型号具有多个PWM和可产生互补输出波形的的外设，可以用于驱动模拟控制环。内置运放、ADC和高速比较器可以用于构造峰值电流模式控制（PCMC）和温度监视的反馈环路。可编程斜坡发生器和斜率补偿外设可以自动化和简化开关电源的输出稳定控制。高度集成的产品具有最多支持4个独立开关电源的外设，并具有内置的LED调光引擎功能。可以采用专用定时器来监视故障状况。可配置逻辑单元外设可以用于根据应用中的需要，动态地重新配置反馈环路。独立于内核的外设自主工作，可以改变系统的性能，无需或几乎无需内核干预。这使用户可以将内核置为休眠状态，从而降低功耗。通信外设可以用于远程监视和控制。这些单片机系列的主要特性包括：

- 8/10/16位PWM
- 互补输出发生器（COG）/互补波形发生器（CWG）
- 运放、高速比较器，10/12位ADC和5/8/9位DAC
- 斜率补偿（SC）和可编程斜坡发生器（PRG）
- 硬件限制定时器（HLT）、24位信号测量定时器（SMT）和过零检测（ZCD）
- 通信接口：EUSART、SPI和I<sup>2</sup>C

## PIC18F单片机产品系列（第2级和第3级）

PIC18F产品系列也具有8位CPU，其性能和存储容量比PIC16F器件系列有所提升。PIC18F器件系列可在最高16 MIPS的速度下工作，具有用于快速计算控制算法的硬件乘法器。PIC18F系列器件具有与PIC16F系列类似的外设功能（如PWM、ADC、DAC和比较器），非常适合用于配置或拓扑控制（第3级）。具有快速采样率的内部10位或12位ADC可以用于监视反馈参数，并且可以监视输入/输出电压和电流。EUSART、SPI和I<sup>2</sup>C等通信外设可以用于实现远程监视和控制功能。

- 最高16 MIPS的执行速度且具有硬件乘法器
- 8/10位PWM
- 比较器、5/8位DAC以及10位或12位ADC（在PIC18F上具有最高200 ksp/s的采样率）
- 通信接口：EUSART、SPI、I<sup>2</sup>C、CAN、以太网和USB

## MCP19XXX产品系列（第3级）

数字增强型电源模拟产品系列整合了模拟PWM控制环和监控单片机。PIC MCU内核可以控制模拟补偿和基于放大器的控制环的操作；能够动态调整模拟参考电压、频率、死区、补偿、故障行为和电源的几乎每个工作参数。如果希望使用传统的模拟零极点补偿与控制技术进行设计，同时又增添数字接口和数字可重配置能力，则这些器件是极佳的选择。这些器件具有以下特性：

- 集成的LDO，用于高输入电压工作（最高为42V）
- 集成的MOSFET驱动器，用于控制大功率MOSFET（可以驱动30A MOSFET）
- 集成的10位ADC，用于将宝贵的模拟系统信息送入MCU内核
- 集成的中档PIC MCU内核

# 应选择哪种MCU或DSC?

## PIC24F单片机系列

PIC24F产品系列是Microchip的入门级16位单片机，它提供了一条从PIC18F器件到扩展的性能、程序存储器和RAM的移植路径。PIC24F系列器件可在最高16 MIPS的速度下工作，且具有用于快速控制算法计算的硬件乘法器。这些器件具有多个用于远程监视或控制的UART、SPI和I<sup>2</sup>C串行通信通道。此外，这些器件还包含了多个输入捕捉和输出比较/PWM、比较器以及高速10位ADC。

低引脚数PIC24F系列的一个重要功能是外设引脚选择（PPS）。它使您能够通过选择满足系统需求所需的最低引脚数器件来降低设计成本。其他特性包括：

- 最高16 MIPS的执行速度且具有硬件乘法器
- 4个UART、3个SPI和3个I<sup>2</sup>C接口
- 9个输入捕捉和9个输出比较/PWM模块
- 采样率最高为500 ksps的10位ADC
- 3个内部比较器
- 集成USB OTG和嵌入式主机

## 具有用于数字电源控制的高级外设的dsPIC DSC

对于电源应用而言，实现高级软件数字控制环需要一个高性能的DSP引擎以及专门的外设。dsPIC DSC器件的高性能CPU和丰富外设使它们可以用于实现只需最低限度外部支持的解决方案。dsPIC DSC解决方案除了节省空间和具有成本优势外，其特殊功能还可以支持高级电源转换设计。

DSP引擎可以执行单周期MAC操作，具有最高40位分辨率、数据饱和、零开销循环和桶形移位功能，可支持快速控制环执行。这些器件包含专门为电源转换而设计的外设。诸如高速PWM发生器、ADC和模拟比较器之类的外设可使用内部的可配置控制线路联系在一起，使这些外设直接交互，从而在数字电源应用中获得极好的性能。

## dsPIC SMPS和数字电源转换以及dsPIC电机控制和电源转换系列

- 整个大的闪存器件系列代码和引脚兼容
- 最高70 MIPS的16位CPU，采用提高编译器效率的架构
- 内置DSP引擎，支持高速的高精度数字电源控制环
- 40位累加器
- 高精度的高速内部振荡器，不需要外部晶振元件
- 全面的系统集成特性

## 高级片上智能电源外设

Microchip的16位dsPIC DSC提供了专门针对高性能智能电源设计的片上外设：

- 电源PWM模块（高速PWM模块）
  - 最高1纳秒分辨率
  - 高度可配置，支持所有通用拓扑
  - 高PWM频率下具有高分辨率
  - 可从PWM向ADC产生触发事件
- 高速ADC
  - 最高12位分辨率
  - 最高4 Msps
  - 复杂的触发功能
- 高速模拟比较器
  - 最多4个模拟比较器
  - 最多4个集成的12位DAC参考电压
  - 输出可以直接触发PWM和ADC事件
- 16位定时器、输入捕捉、电路、输出比较器和PWM发生器的额外通道
- 通信接口包括UART、SPI、I<sup>2</sup>C、PMBus™和CAN

## 精选8位PIC10F、PIC12F和PIC16F单片机

产品	级别	引脚	闪存 (B)	自读/自写	RAM (B)	EE字节	8/16位定时器	PRG/SC	运放	ZCD	比较器	PWM	ADC	DAC	DSM	EUSART	SPI/I <sup>2</sup> C
PIC10F320	1	6	256	✓	64	HEF*	2/0	-	-	-	-	1 × 半桥	3 × 10位	-	-	-	-
PIC10F322	1	6	512	✓	64	HEF*	2/0	-	-	-	-	1 × 半桥	3 × 10位	-	-	-	-
PIC12F(HV)753	2	10	1.75 K	✓	64	HEF*	3/1	0/1	-	-	2	1 × 半桥	4 × 10位	1 × 5位	-	-	-
PIC16F18313	1	10	3.5 K	✓	256	256	3/1	-	-	-	1	1 × 半桥	5 × 10位	1 × 5位	1	1	1
PIC16F(HV)753	2	14	3.5 K	✓	128	HEF*	3/1	0/1	-	-	2	1 × 半桥	8 × 10位	1 × 9位	-	-	-
PIC16F1765	2,3	14	14 K	✓	1 K	HEF*	4/3	1/0	1	1	2 × 高速	1 × 全桥	8 × 10位	1 × 5位 1 × 9位	1	1	1
PIC16F1769	2,3	20	14 K	✓	1 K	HEF*	4/3	1/0	2	1	4 × 高速	2 × 全桥	12 × 10位	2 × 5位 2 × 9位	2	1	1
PIC16F1778	2,3	28	28 K	✓	2 K	HEF*	4/3	1/0	3	1	6 × 高速	3 × 全桥	17 × 10位	3 × 5位 3 × 9位	3	1	1
PIC16F1779	2,3	40	28 K	✓	2 K	HEF*	4/3	1/0	4	1	8 × 高速	4 × 全桥	28 × 10位	4 × 5位 4 × 9位	4	1	1

\*高耐用性闪存：128B非易失性数据存储单元，可承受10万次擦/写

## 精选8位PIC18F单片机

产品	级别	引脚	闪存 (KB)	RAM (KB)	8/16位定时器	CCP/ECCP	ADC	比较器	UART	MSSP	USB	LCD段
PIC18FXXK22	2,3	20-80	8-128	0.2-4	6/5	7/3	10位和12位选项	3	2	2	-	-
PIC18FXXK90	2,3	20-80	8-128	0.2-4	6/5	7/3	10位和12位选项	3	2	2	-	192
PIC18FXXK20	2,3	28-44	16-64	0.2-4	1/3	1/1	11通道, 10位	2	1	1	-	-
PIC18FXXJ5X	2,3	28-80	32-128	4	4/4	7/3	13通道, 10位和12位选项	3	2	2	1	-
PIC18FXXJ9X	2,3	68-80	8-128	1-4	1/3	2/0	12通道, 10位和12位选项	2	2	1	-	192

关于更多产品，请查看 [www.microchip.com/power](http://www.microchip.com/power) 上的参数表。

## 用于电源应用的精选模拟产品

产品线	示例器件	说明
电源模块	MIC45205, MIC45212, MIC3153	集成降压转换器, 系统级封装包含了集成电感, 用于最简单、噪声最低、最易于实现的电源转换解决方案。
LDO	MCP1703A, MIC528X, MIC5265, MIC5504, MIC2930X	在最宽的可能输入条件范围下通过输入电源轨为数字控制器供电, 实现低噪声启动和智能控制。低静态电流、高输出电流以及高输入电压的线性稳压器提供易于实现的低噪声控制器电源。
开关稳压器	MIC2199, MIC2290, MIC28512, MCP16331, MIC24046, MIC2605, MCP16251, MCP1642	具有使能功能的开关稳压器, 允许智能电源控制器在需要时禁止子系统。
MOSFET驱动器	MCP14A015X, MCP1403/4/5, MIC5021, MIC4608, MCP14700, MIC4605	下桥臂、上桥臂、半桥和全桥驱动器, 用于将低电压数字PWM输出与高电压的大电容功率MOSFET接口; 一些器件包含防直通和其他保护功能。
运算放大器	MCP629X, MCP6H9X, MCP600X, MIC6211	高速高电压放大器, 用于对模拟反馈信号进行放大和调理, 以便输入到数字控制器。
负载开关	MIC2025, MIC94063, MIC2026, MIC2544	负载开关用于对子系统的电源进行管理和时序控制, 从而智能地响应由智能电源控制器监视的环境因素。
温度传感器	MCP9800/4, MCP9509, MCP9700	温度传感器提供高精度的本地温度测量和过温警告, 可以产生各种接口输出出来与数字控制器进行通信。
PWM控制器	MCP19035, MCP1632, MIC2125/6, MIC2103/4	PWM控制器使用来自通过引脚连接的无源器件或监控MCU的外部输入来控制频率、输出电压、电流限制或其他工作参数。
数字增强型电源模拟控制器	MCP19119, MCP19115	将数字电源的优点整合到单个高度集成的器件中, 产生只需最少元件数的灵活数字系统。这些器件具有集成的线性稳压器、MOSFET驱动器、模拟PWM控制器和监控单片机。

## 精选dsPIC33 SMPS和数字电源转换系列

产品	引脚	闪存 (KB)	RAM (字节)	IC/OC	PS PWM	ADC	PGA*	模拟比较器	UART/I <sup>2</sup> C/SPI	CAN
dsPIC33FJ64GS610	100	64	9 K	4/4	18	24 × 10位, 6 S/H	0	4	2/2/2	1
dsPIC33FJ64GS608	80	64	9 K	4/4	16	18 × 10位, 6 S/H	0	4	2/2/2	1
dsPIC33FJ64GS606	64	64	9 K	4/4	12	16 × 10位, 6 S/H	0	4	2/2/2	1
dsPIC33EP64GS506	64	64	8 K	4/4	10	22 × 12位, 5 S/H	2	4	2/2/2	0
dsPIC33EP64GS505	48	64	8 K	4/4	10	19 × 12位, 5 S/H	2	4	2/2/2	0
dsPIC33EP64GS504	44	64	8 K	4/4	10	19 × 12位, 5 S/H	2	4	2/2/2	0
dsPIC33FJ16GS504	44	16	2 K	2/2	8	12 × 10位, 6 S/H	0	4	1/1/1	0
dsPIC33EP32GS504	44	32	4 K	4/4	10	19 × 12位, 5 S/H	2	4	2/2/2	0
dsPIC33FJ09GS302	28/36	9	1 K	1/1	6	8 × 10位, 3 S/H	0	2	1/1/1	0
dsPIC33EP64GS502	28	64	8 K	4/4	10	12 × 12位, 5 S/H	2	4	2/2/2	0
dsPIC33EP32GS202	28	32	2 K	1/1	6	12 × 12位, 3 S/H	2	2	1/1/1	0
dsPIC33EP16GS202	28	16	2 K	1/1	6	12 × 12位, 3 S/H	2	2	1/1/1	0
dsPIC33FJ06GS001	18/20	6	256	0/0	4	6 × 10位, 2 S/H	0	2	0/1/0	0

\*可编程增益放大器

关于更多产品, 请查看 [www.microchip.com/power](http://www.microchip.com/power) 上的参数表。

# 智能电源参考设计

## 参考设计

### 白金级720W交流/直流参考设计



该参考设计用于演示dsPIC DSC在开关电源（SMPS）中的灵活性，具有94.1%的峰值效率，达到了ENERGY STAR® CSCI白金级。它具有一个双相交错式功率因数校正升压转换器，并跟随一个带同步整流功能的双相交错式双开关正激转换器。

### 四分之一砖直流/直流转换器参考设计



该参考设计提供了一种简便的方法来评估高密度四分之一砖直流/直流转换器中的SMPS DSC的性能和特性。

### 直流/直流LLC谐振转换器参考设计



在该参考设计中，使用单个dsPIC33F“GS”数字电源DSC来提供电源转换的全数字控制和系统管理功能。它可在较宽的输入电压范围（直流350-420V）工作（标称输入为400V，提供12V直流输出），同时维持初级侧和次级侧之间的高压隔离。

### 数字电源交错式PFC参考设计



该参考设计提供了一种简便的方法来评估用于IPFC应用的SMPS dsPIC DSC的强大功能和特性。它具有通用输入电压范围，产生单个最高350W的高电压直流输出，并且输入电流的总谐波失真（THD）很低。

### 数字纯正弦波不间断电源（UPS）参考设计



该参考设计使用单个dsPIC33F“GS”数字电源DSC实现，用于演示如何对UPS应用采用数字电源技术，通过更加纯净的正弦波输出来降低噪音与电气噪声。此外，它还说明了这些技术如何支持这

些方面：通过软件进行简便修改、使用更小的磁性元件、构造效率更高的紧凑设计，以及低物料清单成本。

### 并网太阳能微型逆变器参考设计



该参考设计用于演示SMPS dsPIC DSC在并网太阳能微型逆变器系统中的灵活性和强大功能，其最大输出功率为215W，并且可确保介于20V至45V DC之间的PV面板电压实现最大功率点跟踪。通过实现新的带零电压

开关（ZVS）的交错有源钳位反激拓扑来获得高效率。

# 智能电源开发系统

Microchip提供了许多开发板和高级开发工具，从而提供了一个简单而又经济的途径来评估智能电源解决方案。开发板中还随附了软件、文档和动手实验练习，使您能够快速开始设计智能电源方案。

## 开发板

### MCP19111支持PMBus的负载点（POL）演示板（ARD00609）



该演示板用于演示MCP19111器件如何在宽输入电压和负载范围内作为支持PMBus的POL转换器工作。固件已预先装入MCP19111，所以无需进行软件开发。其中包含了一个USB转PMBus桥接器，支持使用PICkit™ 3在线调试器/编程器与PC直接进行通信。几乎所有工作和控制系统参数都可通过PMBus进行编程和读取。您可以从Microchip网站下载易于使用的全功能GUI，也可以使用自己的针对

您的应用定制的固件对MCP19111进行编程。该演示板包含了用于在线串行编程（ICSP™）、I<sup>2</sup>C/PMBus通信和mini USB连接器的连接器。

### MIC45208-1YMPL评估板（MIC45208-1YMP-EV）



MIC45208是一个同步降压稳压器模块，采用了独特的自适应开启时间控制架构。该模块在单个封装中包含了直流/直流控制器、功率MOSFET、自举二极管、自举电容和电感，简化了设计和布板的过程。该模块可接受4.5V至26V输入，产生最高10A的0.8V至5V输出，并且开关频率可调。

### Explorer 16开发板（DM240001）



Explorer 16是一款高效的低成本开发板，用于评估Microchip 16位PIC24F和PIC24H MCU、dsPIC33 DSC以及32位PIC32MX系列的特性和性能。它可以与MPLAB® ICD 3在线调试器或MPLAB REAL ICET™在线仿真器接口，加快应用电路的评估和原型设计。该开发板具

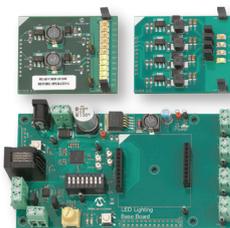
有一个数字字母显示屏，以及Microchip的TC1047A高精度模拟输出温度传感器。该开发板支持用于28、44和100引脚dsPIC DSC器件的接插模块。该开发板上的PICtail™ Plus连接器可轻松进行系统扩展。

### 用于数字电源的MPLAB入门工具包（DM330017-2）



该工具包使用dsPIC33EP64GS502 DSC来实现降压转换器和升压转换器。每个转换器都可以驱动其板载MOSFET控制的阻性负载或外部负载。该开发板具有用于显示电压、电流、温度和故障状况的LCD显示屏，以及集成的编程器/调试器，它们全都通过附含的9V电源供电。

### 数字LED照明开发工具包（DM330014）



该LED照明开发工具包使设计人员能够快速利用dsPIC33“GS” DSC的特性和性能来构造完全数字控制的镇流器功能，同时包含诸如调光和色调控制之类的高级功能。dsPIC33“GS”器件可以支持LED照明产品的整个系统实现，包括交流/直流和直流/直流转换等电源转换电路，以及功率因数校正

（PFC）等其他功能。

## 工具和库

### 数字补偿器设计工具（DCDT）

使用这款免费的MPLAB X IDE插件，可以计算高性能对应的最佳补偿系数，它支持5种常见的补偿器类型。它还可以用于分析系统响应和稳定性。

### SMPS补偿器库

该库包含了用于dsPIC33系列DSC的优化函数，实现了2P2Z、3P3Z和PID等常用的补偿器算法。这些库函数设计为在应用程序框架内使用，从而以一种高效而灵活的方式来实现SMPS应用的控制。

以上工具可以从[www.microchip.com/dsPIC33EP-GS](http://www.microchip.com/dsPIC33EP-GS)下载。

# 智能电源培训和资源

## 实现电源应用智能化的简单途径！

- 请登录[www.microchip.com/webseminars](http://www.microchip.com/webseminars)，参加智能电源设计的免费网上研讨会。
- 请访问[www.microchip.com/Biricha](http://www.microchip.com/Biricha)，报名参加数字电源设计动手实验培训课程。

网上研讨会标题	语言	时长
四分之一桥相移全桥直流/直流转换器	英语	20分钟
使用dsPIC® DSC实现LCC谐振转换器参考设计	英语	20分钟
Microchip的并网太阳能微型逆变器参考设计	英语	14分钟
使用dsPIC® DSC控制高亮度LED	英语	12分钟
电源转换器的控制系统设计	英语	21分钟
开关电源拓扑——正激转换器	英语	26分钟
SMPS拓扑——降压转换器	英语	24分钟
开关电源（SMPS）第1部分	日语	23分钟
开关电源（SMPS）简介	英语	25分钟
SMPS元件及其对于系统设计的影响	英语	31分钟
SMPS降压转换器设计示例	英语	12分钟
SMPS控制技术简介	英语	22分钟
高级SMPS主题	英语	20分钟
dsPIC® DSC SMPS简介（第1部分）	英语	20分钟
dsPIC® DSC SMPS简介（第2部分）	英语	25分钟
构造dsPIC® DSC SMPS系统	英语	10分钟
设计智能电源	英语	30分钟
使用MCP1630高速PWM开发智能电源系统	英语	20分钟
锂离子电池充电：技术和权衡	英语	20分钟
使用dsPIC® DSC的离线式UPS参考设计	英语	30分钟

## 想向专家学习？

请登录[www.microchip.com/RTC](http://www.microchip.com/RTC)，报名参加Microchip专家教授的正规动手实验课程。您可以学习理论知识并将它们运用到实践中。还提供了其他课程，涵盖的各种主题包括：器件架构、外设配置和器件编程、C语言、开发工具、模拟产品及其使用。

## 需要设计帮助？

请访问[www.microchip.com/partners](http://www.microchip.com/partners)上的第三方顾问和设计人员目录，他们可为您的智能电源解决方案设计提供帮助。

# 智能电源培训和资源

## 智能电源解决方案应用笔记/用户手册/软件

智能电源解决方案应用	文档	说明
交流/直流	AN701	Switch Mode Battery Eliminator Based on a PIC16C72A
	AN954	Transformerless Power Supplies:Resistive and Capacitive
	AN1106	使用dsPIC® DSC实现能量转换应用中的功率因数校正
	AN1278	数字电源IPFC参考设计
	DS70320	SMPS交流/直流参考设计用户指南
直流/直流和POL	AN216	DC/DC Converter Controller Using a PIC Microcontroller
	AN874	Buck Configuration High-Power LED Driver
	AN1025	从5.0V电源转换成3.0V稳压输出
	AN1086	Switching Power Supply Design with the PIC16F785
	AN1335	相移全桥四分之一桥直流/直流转换器参考设计
	AN1336	LLC谐振转换器参考设计
	DS70181	dsPICDEM™ SMPS Buck Development Board User's Guide
	DS70336	Buck/Boost Converter PICTail™ Plus Daughter Board User's Guide
	TB053	Generating High Voltage Using the PIC16C781/782
	TB081	Soft-Start Controller for Switching Power Supplies
	TB085	A Simple Circuit for Driving Microcontroller Friendly PWM Generators
电池管理	AN626	Lead Acid Battery Charger using the PIC14C000
	AN667	Smart Battery Charger with SMBus Interface
	AN947	便携式应用中的电源管理：为锂离子电池/锂聚合物电池充电
	AN960	New Components and Design Methods Bring Intelligence to Battery Charger Applications
	AN1012	PIC16HV785: Programmable Lithium and Nickel Battery Charger
	AN1015	PIC16HV785: Programmable Lead Acid Battery Charger
点火控制	AN1980	使用角度定时器实现电容放电式点火
	AN2095	Transistor Coil Ignition with Integrated Remote Keyless Entry and Immobilizer Using PIC® Microcontrollers
太阳能逆变器	AN1338	太阳能微型逆变器参考设计
常规信息	AN538	Using PWM to Generate Analog Output
	AN1035	采用HV单片机进行设计
	AN1114	开关电源（SMPS）的拓扑结构（第一部分）
	AN1207	开关电源（SMPS）的拓扑结构（第二部分）
	AN1279	使用dsPIC® DSC的离线式UPS参考设计
	DS01146	Compiled Tips 'N Tricks Booklet
	DS21913	Power Solutions Design Guide
	DS01036	智能照明与控制解决方案
	CEXXX	用于各种外设以及数字电源控制环和技术的代码示例

## 入门

Microchip网站（[www.microchip.com](http://www.microchip.com)）提供了大量信息以帮助您着手开始智能电源设计。

## 开发工具

请访问[www.microchip.com/tools](http://www.microchip.com/tools)以了解更多关于所有Microchip软硬件开发工具的信息。

## 智能电源设计中心

如果您想了解更多关于本手册描述的任何解决方案的信息，请访问Microchip“智能电源设计中心”

（[www.microchip.com/power](http://www.microchip.com/power)）获取进一步的详细信息。设计中心包含本手册中提及的应用笔记、网上研讨会、用户手册和软件的链接。

## 支持

Microchip致力于帮助客户更快更高效地开发产品。我们拥有一个覆盖全球的现场应用工程师和技术支持网络，随时准备提供产品和系统协助。此外，[www.microchip.com](http://www.microchip.com)上提供了以下服务领域：

- **技术支持**链接提供快速获得问题解答的方法：  
<http://www.microchip.com/support>
- **样片**链接提供任何Microchip器件的评估样片：  
<http://sample.microchip.com>
- **论坛**链接提供访问知识库和互助信息：  
<http://forum.microchip.com>
- **购买**链接提供Microchip各销售渠道合作伙伴的联系方式：  
[www.microchip.com/sales](http://www.microchip.com/sales)

## 全球销售和服务网点

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

国内技术支持：[china.techhelp@microchip.com](mailto:china.techhelp@microchip.com)

### 美洲

#### 亚特兰大

Tel: 1-678-957-9614

#### 奥斯汀

Tel: 1-512-257-3370

#### 波士顿

Tel: 1-774-760-0087

#### 钱德勒

Tel: 1-480-792-7200

#### 芝加哥

Tel: 1-630-285-0071

#### 克里夫兰

Tel: 1-216-447-0464

#### 达拉斯

Tel: 1-972-818-7423

#### 底特律

Tel: 1-248-848-4000

#### 休斯顿

Tel: 1-281-894-5983

#### 印第安纳波利斯

Tel: 1-317-773-8323

#### 洛杉矶

Tel: 1-949-462-9523

#### 纽约

Tel: 1-631-435-6000

#### 圣何塞

Tel: 1-408-735-9110

#### 加拿大多伦多

Tel: 1-905-695-1980

### 欧洲

#### 奥地利 - 韦尔斯

Tel: 43-7242-2244-39

#### 丹麦 - 哥本哈根

Tel: 45-4450-2828

#### 法国 - 巴黎

Tel: 33-1-69-53-63-20

#### 德国 - 杜塞尔多夫

Tel: 49-2129-3766400

#### 德国 - 卡尔斯鲁厄

Tel: 49-721-625370

#### 德国 - 慕尼黑

Tel: 49-89-627-144-0

#### 意大利 - 米兰

Tel: 39-0331-742611

#### 意大利 - 威尼斯

Tel: 39-049-7625286

#### 荷兰 - 德卢内

Tel: 31-416-690399

#### 波兰 - 华沙

Tel: 48-22-3325737

#### 西班牙 - 马德里

Tel: 34-91-708-08-90

#### 瑞典 - 斯德哥尔摩

Tel: 46-8-5090-4654

#### 英国 - 沃金厄姆

Tel: 44-118-921-5800

## 培训

如果您希望接受额外的培训，Microchip可以助您一臂之力。我们一直在扩充我们的技术培训方式，不仅在各地举行一系列不断丰富的教程和有深度的课程，还提供大量有价值的在线资源，以供您随时使用。

- 技术培训中心及其他资源：[www.microchip.com/training](http://www.microchip.com/training)
- MASTERS技术精英年会：[www.microchip.com/masters](http://www.microchip.com/masters)
- 全球研讨会：[www.microchip.com/seminars](http://www.microchip.com/seminars)
- eLearning：[www.microchip.com/webseminars](http://www.microchip.com/webseminars)

国内技术支持热线：800-820-6247或400-820-6247

国内免费microchipDIRECT支持热线：400-820-5079

### 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 - 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

### 亚太地区

#### 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: 886-3-5778-366

#### 澳大利亚 - 悉尼

Tel: 61-2-9868-6733

#### 印度 - 班加罗尔

Tel: 91-80-3090-4444

#### 印度 - 新德里

Tel: 91-11-4160-8631

#### 印度 - 浦那

Tel: 91-20-3019-1500

#### 日本 - 大阪

Tel: 81-6-6152-7160

#### 日本 - 东京

Tel: 81-3-6880-3770

#### 韩国 - 大邱

Tel: 82-53-744-4301

#### 韩国 - 首尔

Tel: 82-2-554-7200

#### 马来西亚 - 吉隆坡

Tel: 60-3-6201-9857

#### 马来西亚 - 槟榔屿

Tel: 60-4-227-8870

#### 菲律宾 - 马尼拉

Tel: 63-2-634-9065

#### 新加坡

Tel: 65-6334-8870

#### 泰国 - 曼谷

Tel: 66-2-694-1351

06/23/16

Microcontrollers • Digital Signal Controllers • Analog • Memory • Wireless

Microchip的名称和徽标组合、Microchip徽标、dsPIC、MPLAB及PIC均为Microchip Technology Incorporated在美国和其他国家或地区的注册商标。ICSP、In-Circuit Serial Programming、PICkit、PICtail及REAL ICE均为Microchip Technology Incorporated在美国和其他国家或地区的商标。在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。© 2016, Microchip Technology Incorporated版权所有。8/16  
DS00001240F\_CN



**MICROCHIP**

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

Microchip Technology Inc.  
2355 W. Chandler Blvd.  
Chandler, AZ 85224-6199