

Microchip的5G电源解决方案



A Leading Provider of Smart, Connected and Secure Embedded Control Solutions



SMART | CONNECTED | SECURE

演讲嘉宾：王超，资深应用工程师

2021年9月4日

5G电源的主要关注点

- **可靠性**

- 可正常运行时间非常关键——维修成本高昂
- 避免使用机械冷却（如果可能的话）

- **能效**

- 基础设施的电力消耗直接影响运营商的利润
- 电源转换的效率越高，对风扇的需求就越少——提高可靠性

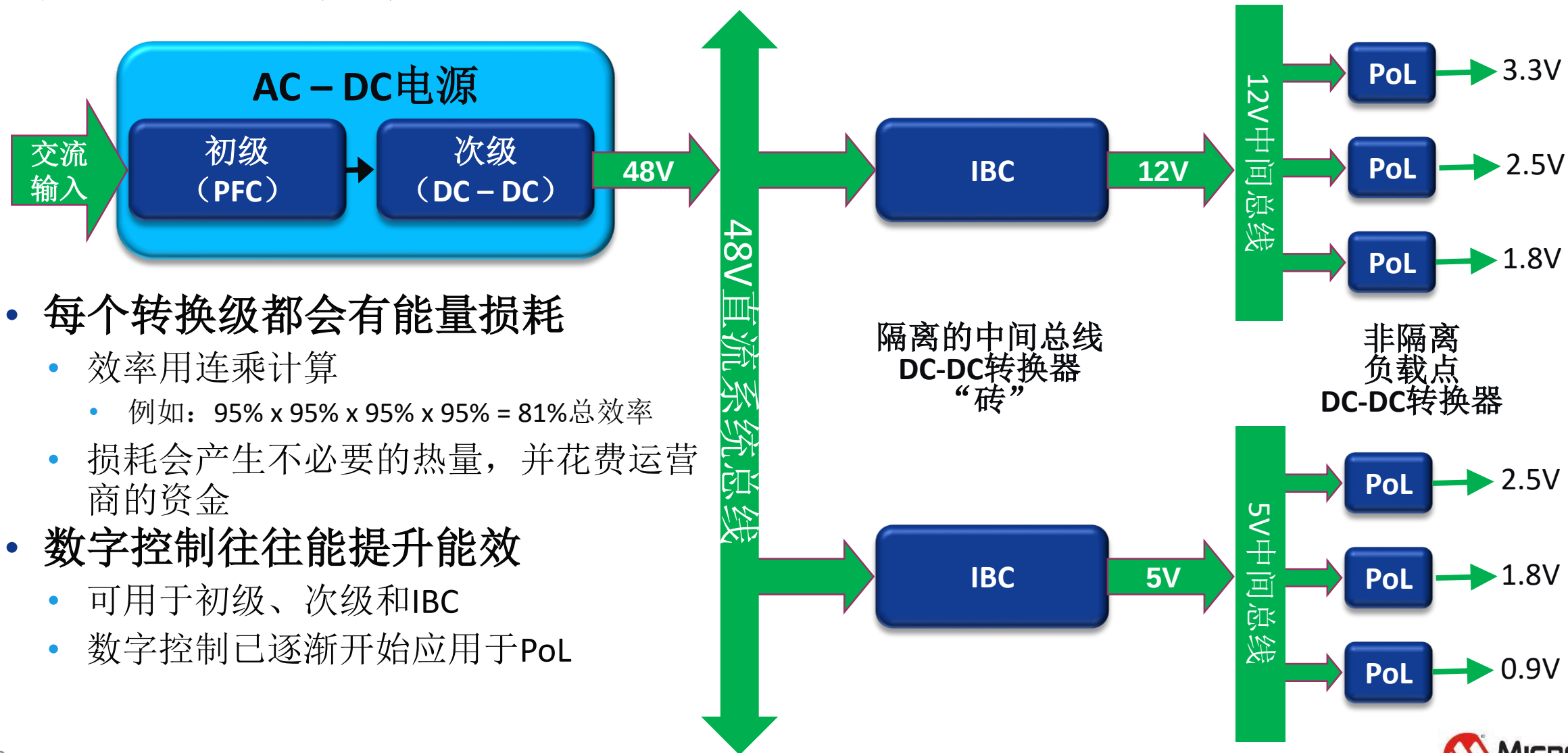
- **功率密度**

- 改装的大功率基站占用相同的物理空间
- 现有站点可能需要其他设备，如小型数据中心



电信的中间总线架构

每一级的效率都至关重要



用于数字电源转换的dsPIC33

凭借高性能实现更复杂的算法

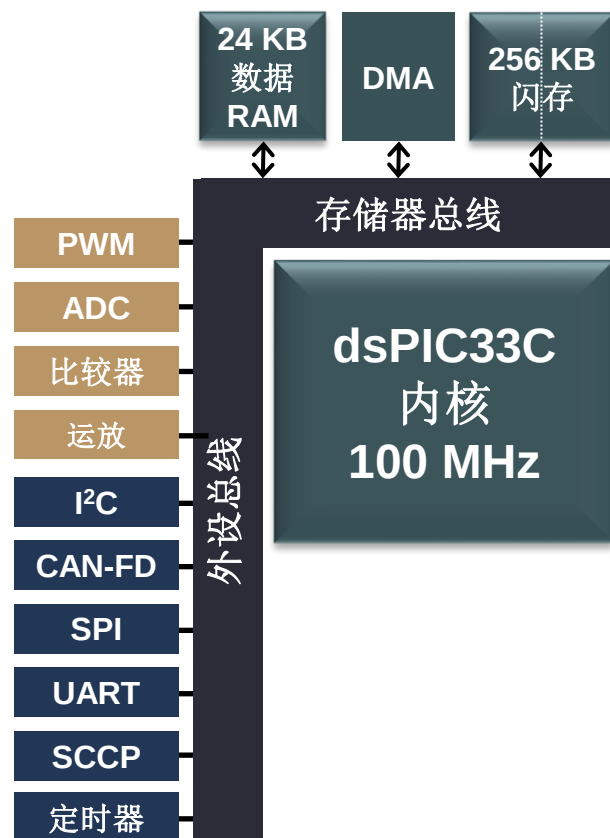
- 自适应算法
 - 可在各种不同的负载条件下提升能效
 - 实现切相、实时死区时间调整、可变开关频率和可变母线电压
- 预测性和非线性算法
 - 可改善对瞬间条件的动态响应
- 更高的开关频率
 - 更小的电感和电容——节省成本和空间，提高功率密度
- 性能余量
 - 用于额外的独立控制环或更多输出
 - 运行时诊断、通信和预测性维护

dsPIC33 C系列特性

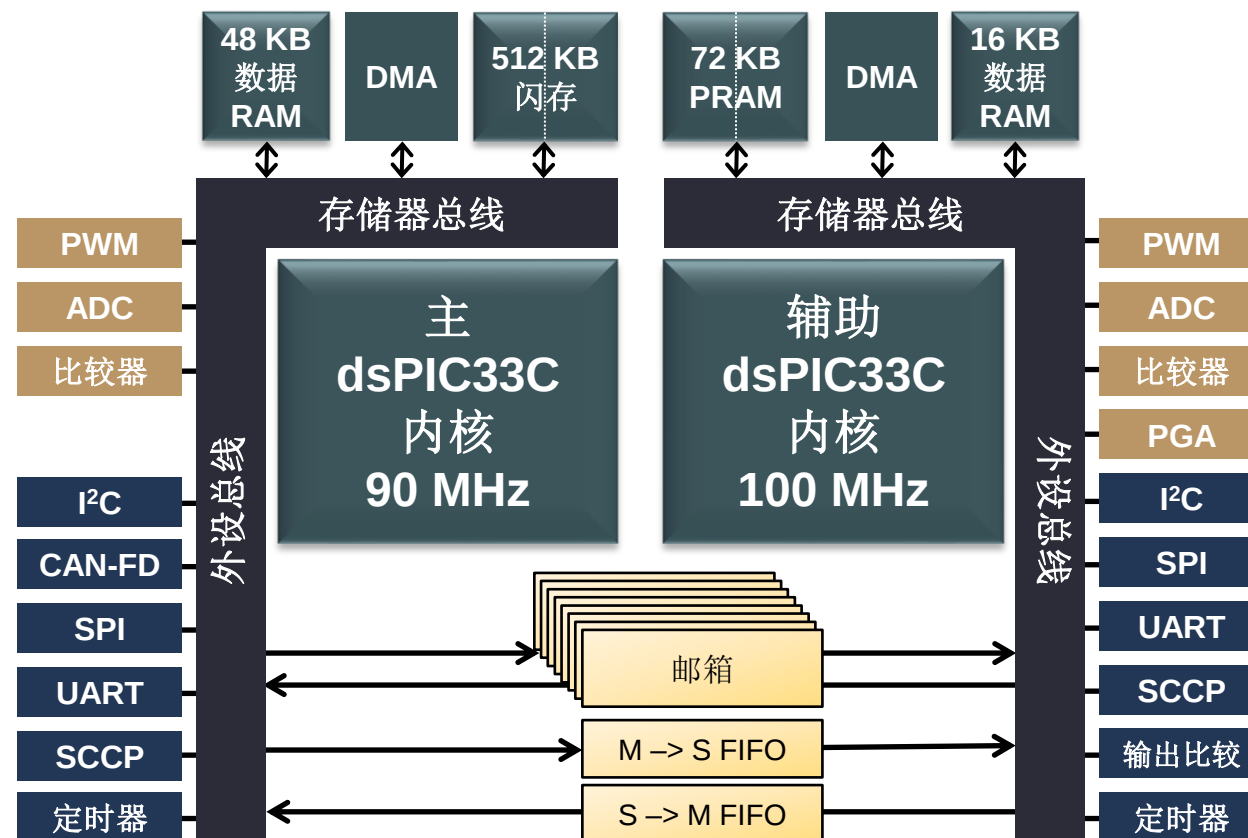
- 针对数字电源应用优化的数字信号控制器
 - 高速12位ADC（285 ns）和高分辨率PWM（250 ps）
 - 40位累加器，提供出色的中间精度
 - 高度并行的CPU架构：（每个内核）每个时钟周期最多执行8个操作
 - 可持续100 MMACS性能（每个内核）
- 单核和双核两个版本
- **32 – 512 KB闪存**
- **4x4 mm小尺寸28引脚封装和5x5 mm小尺寸36引脚封装**
 - 针对电信的IPC-9592B二级认证要求进行了优化
- **最多80引脚的封装**

dsPIC33C系统

单核dsPIC33CK



双核dsPIC33CH



5G电源的主要关注点

对主要关注点有利的dsPIC33C特性

- **可靠性**

- 在线更新，无需掉电即可实现固件升级
- 高度集成（如PGA），减少元件数
- 根据IPC-9592B二级认证标准设计的封装

- **能效**

- 快速精确的ADC和DAC，可实现高级数字电源设计
- 灵活的高分辨率PWM，可实现最佳的功率级控制

- **功率密度**

- 现场选择的寄存器提供更高开关频率所需的性能，从而允许使用小尺寸的变压器、电感和电容

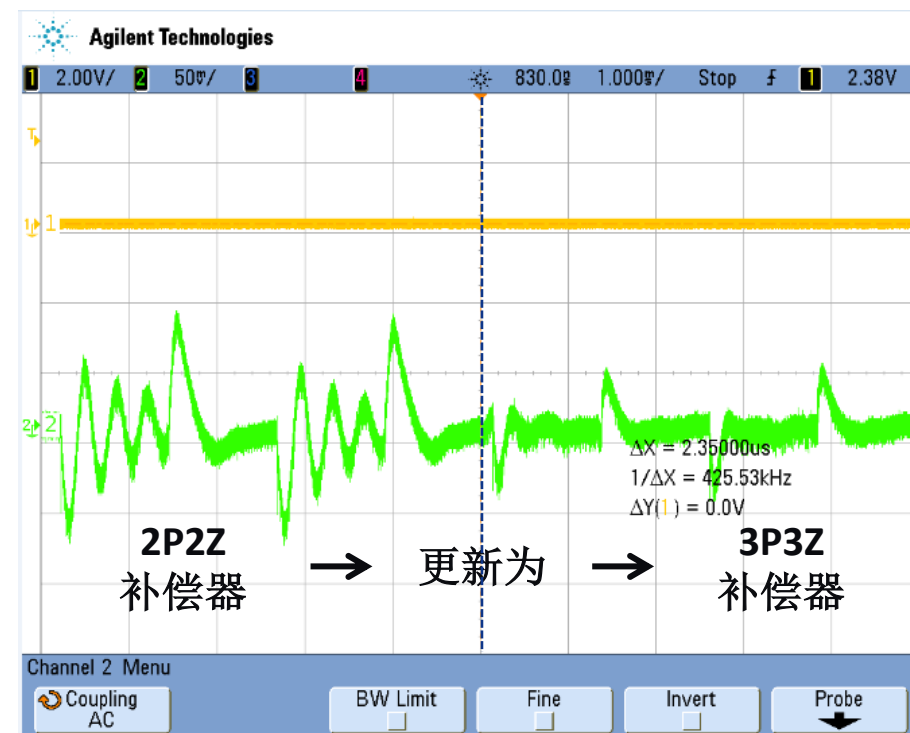


dsPIC33C系列

在线更新

- 可在电源转换器工作的情况下更新固件，同时保持持续稳压
- dsPIC33C在线更新的特性：
 - 双闪存分区
 - 更新一个分区的同时可由另一个分区执行
 - 在两个分区之间快速切换
 - 在补偿器对PWM更新之间实现透明拟合
 - 持续模拟比较器的故障监视
 - 在线更新过程中，无论对于哪个级，都可以在检测到故障的15 ns（典型值）内截断PWM输出
 - 全面的开发工具支持和代码示例

将2P2Z更新为3P3Z的演示

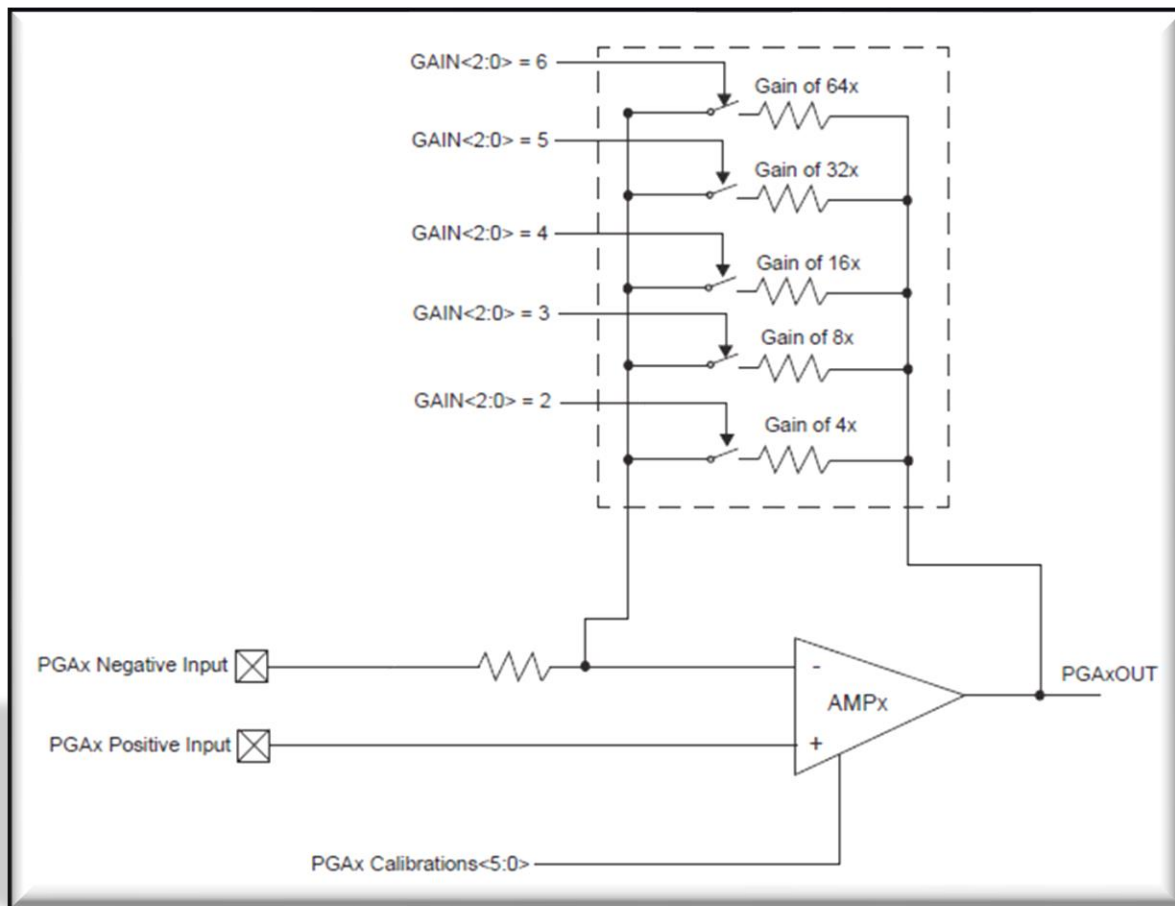


dsPIC33C系列

可编程增益放大器

- 具有8个可选增益的同相放大器
- 输出可通过专用采样保持电路读取
- 输出可输入到模拟比较器
- 输出可连接到DACOUTx引脚

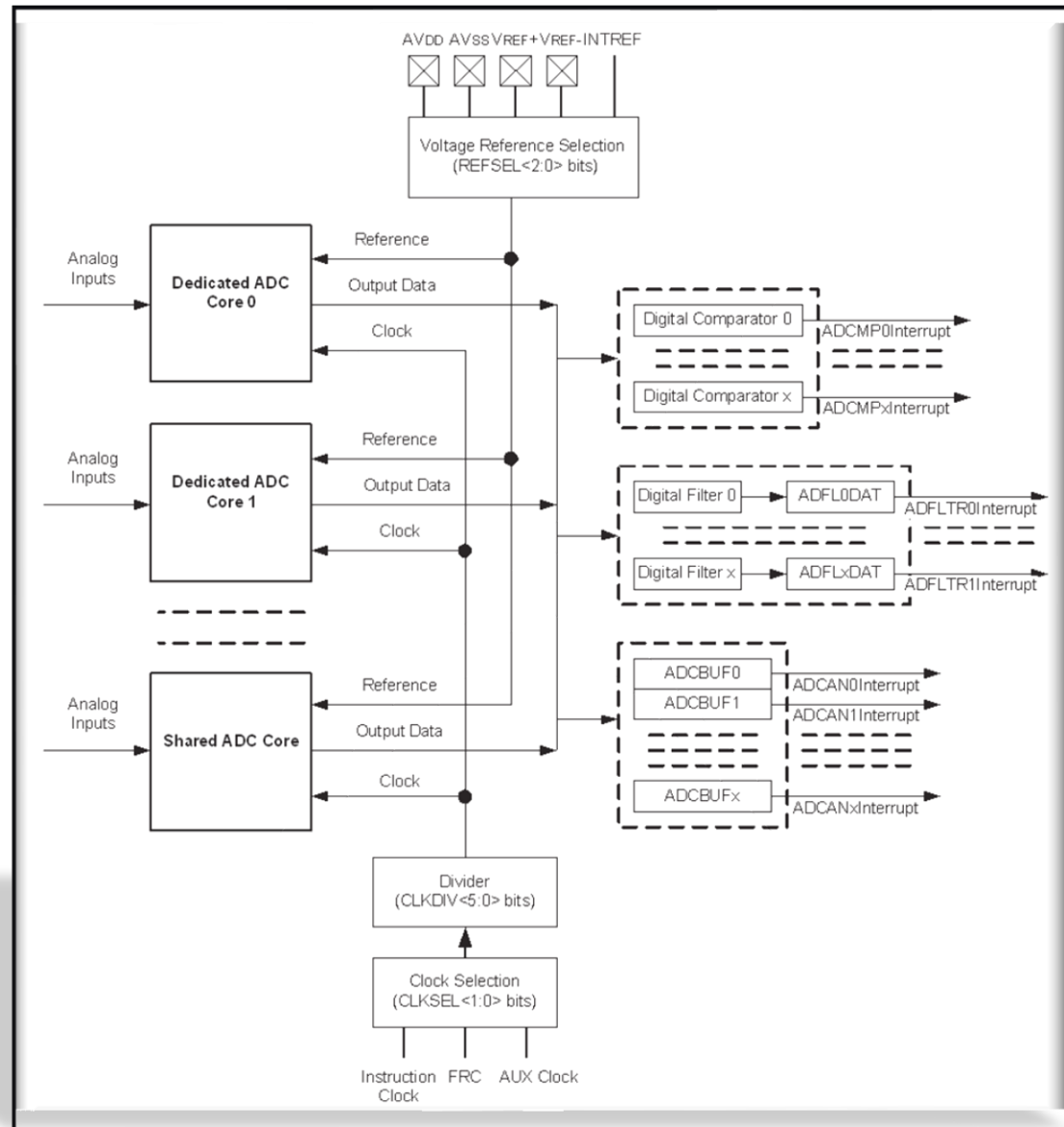
增益	典型带宽 (-3 dB)
4x	10 MHz
6x	6.7 MHz
8x	5.0 MHz
12x	3.3 MHz
16x	2.5 MHz
24x	1.7 MHz
32x	1.3 MHz
48x	0.8 MHz



dsPIC33C系列

12位ADC

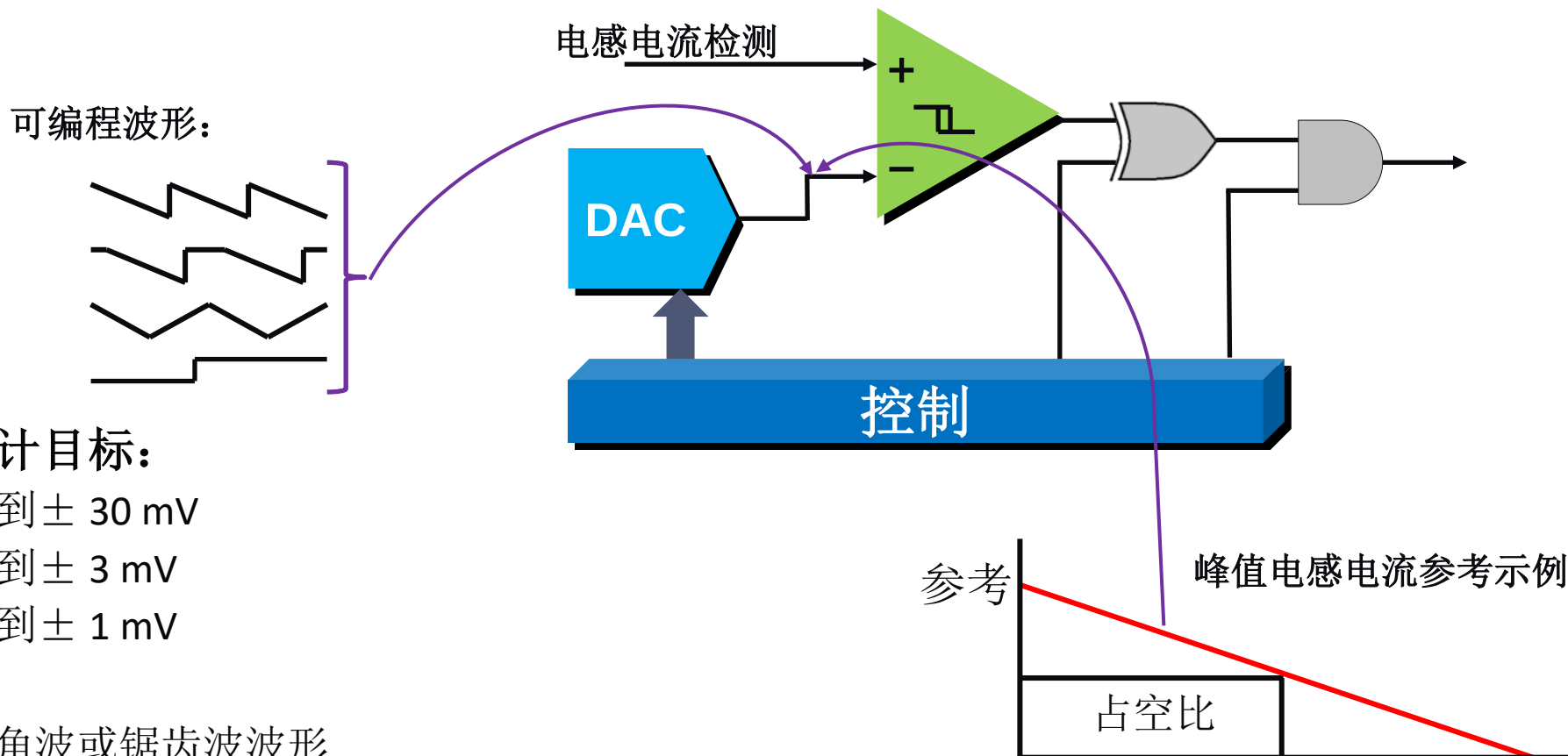
- 285 ns延时
- 每个SAR 3.5 Msps
- 最多24个模拟输入，每个模拟输入都有一个专用的结果寄存器
- 多个灵活的触发选项
 - PWM主触发和辅助触发
 - 定时器周期匹配
 - 输出比较事件触发
 - PWM特殊事件触发
 - PWM限流事件触发
 - 来自器件引脚的外部触发事件
 - 软件触发
- 四个带中断的数字比较器
 - 多个比较选项
- 四个带中断的过采样滤波器
 - 提供更高的分辨率



dsPIC33C系列

高速12位DAC

- 为模拟比较器生成参考电压波形
 - 可用于峰值电流模式拓扑中的斜率补偿



- 2V阶跃响应的设计目标：
 - 在350 ns内稳定到 ± 30 mV
 - 在500 ns内稳定到 ± 3 mV
 - 在800 ns内稳定到 ± 1 mV
- 波形生成：
 - 最高1 MHz的三角波或锯齿波波形

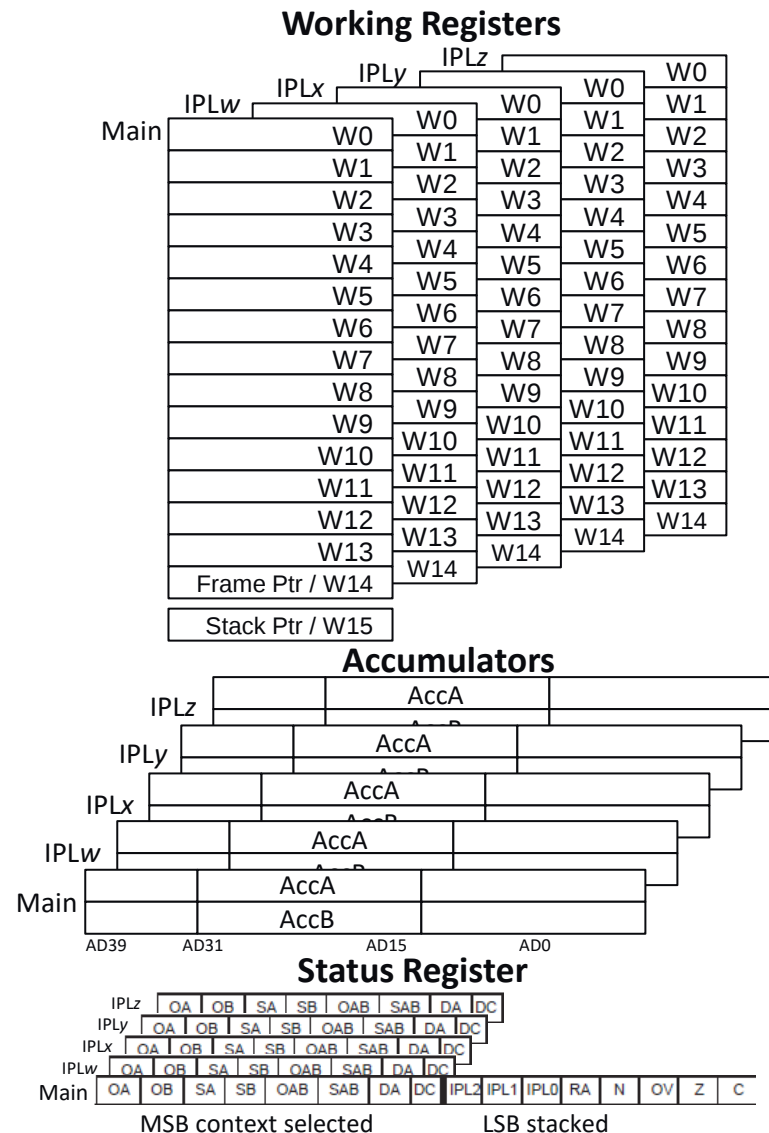
dsPIC33C系列

高级PWM的主要特性和优势

主要特性	优势
250 ps分辨率 无需校准	精确控制占空比、相位、周期和死区， 适用于各种应用
可配置的PWM控制输入	对外部事件的自动硬件响应可缩短控制延时 并减少软件工作量。可配置状态机以实现 复杂的独立于内核的控制
改进的中心对齐模式	当占空比不同时，可避免各PWM发生器之间同时 出现上升沿或下降沿，从而减少过大的电流纹波
内置组合逻辑	由多个PWM生成复杂的控制信号。 简化同步整流等功能。 支持组合PWM触发
PWM控制影子缓冲区	简化对PWM的更新， 允许快速更改PWM的工作条件

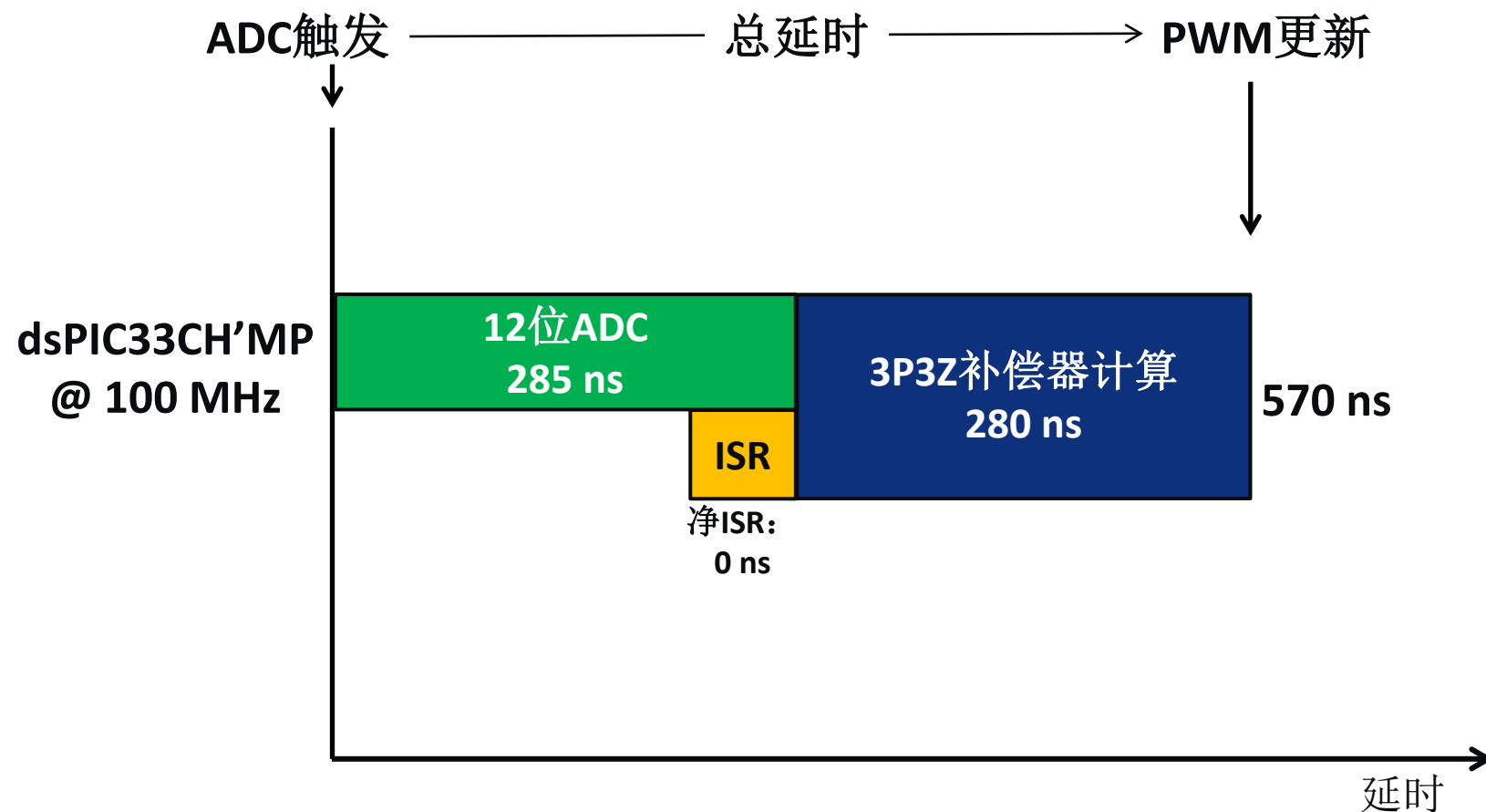
dsPIC33C系统 现场选择寄存器组

- 几乎可瞬间完成现场切换
- 四个附加寄存器组
 - 为每个寄存器组分配特定的中断优先级
 - 持久性数据从一次中断服务程序（ISR）调用保持到下一次
 - 减少保存和恢复寄存器内容的开销
- 将补偿器加速**50%**
 - 显著缩短控制环延时



dsPIC33C性能示例

数字电源3P3Z延时



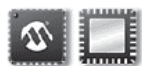
占用70%的
辅助CPU
采样/开关频率
可达到
约~1.8 MHz



dsPIC33C系列封装

有些产品带角锚点，可轻松满足电信IPC-9592B认证要求

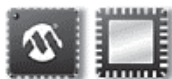
封装类型



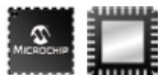
28引脚uQFN (M6)
4 x 4 x 0.5 mm
带角锚点
(引脚间距: 0.4 mm)



48引脚uQFN (M4)
6 x 6 x 0.5 mm
(引脚间距: 0.4 mm)



28引脚uQFN (2N)
6 x 6 x 0.5 mm
带角锚点
(引脚间距: 0.65 mm)



36引脚uQFN (M5)
5 x 5 x 0.5 mm
带角锚点
(引脚间距: 0.4 mm)



64引脚QFN (MR)
9 x 9 x 0.5 mm
(引脚间距: 0.5 mm)



28引脚SSOP (SS)
10.2 x 5.3 x 2 mm
(引脚间距: 0.65 mm)



48引脚TQFP (PT)
7 x 7 x 1 mm
(引脚间距: 0.5 mm)



64引脚TQFP (PT)
10 x 10 x 1 mm
(引脚间距: 0.5 mm)



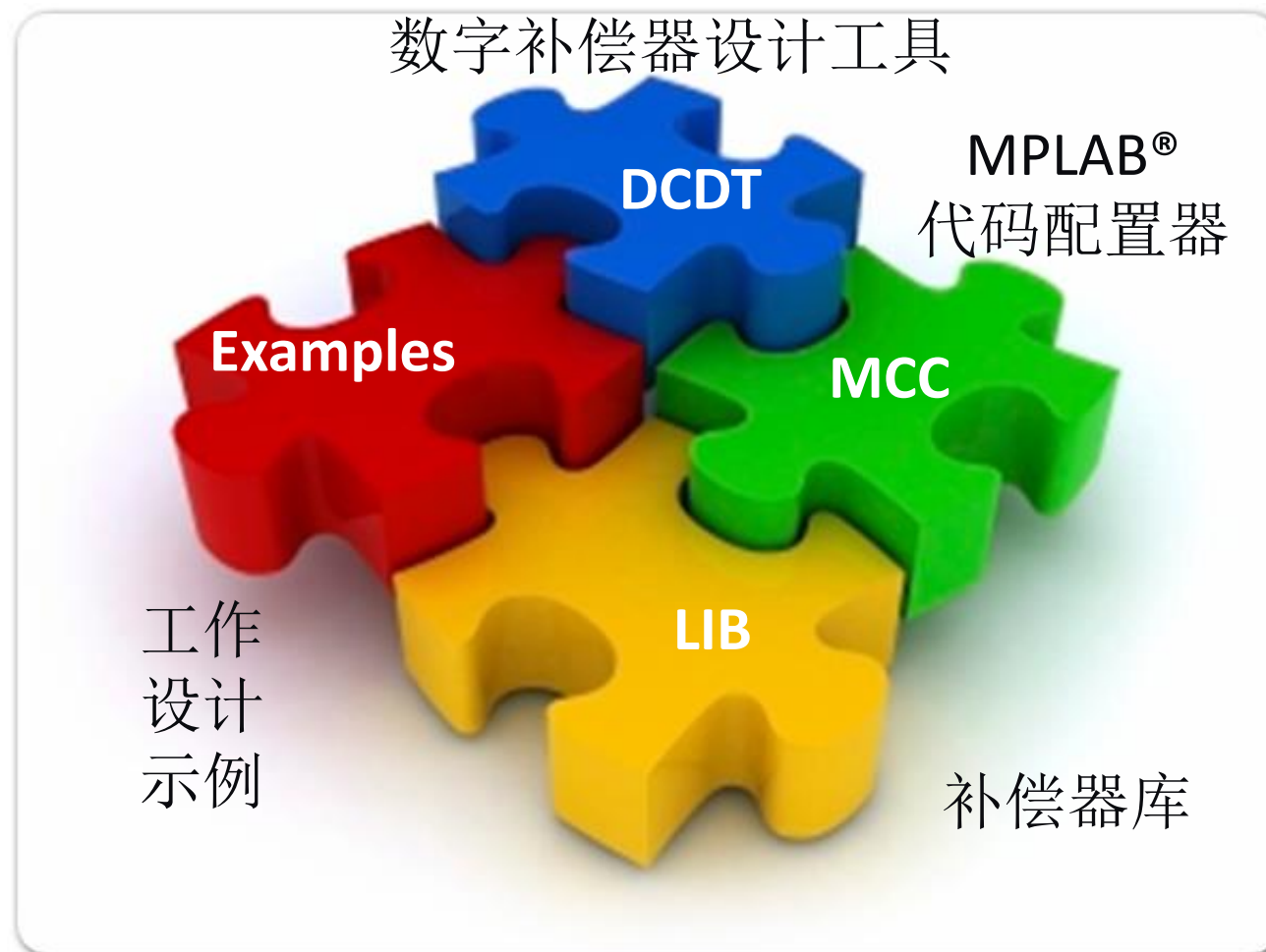
80引脚TQFP (PT)
12 x 12 x 1 mm
(引脚间距: 0.5 mm)

IPC-9592B二级认证要求能够承受
超过700次-40°C到+125°C的快速温度循环
(对于高层数 PCB具有挑战性)

28至80引脚

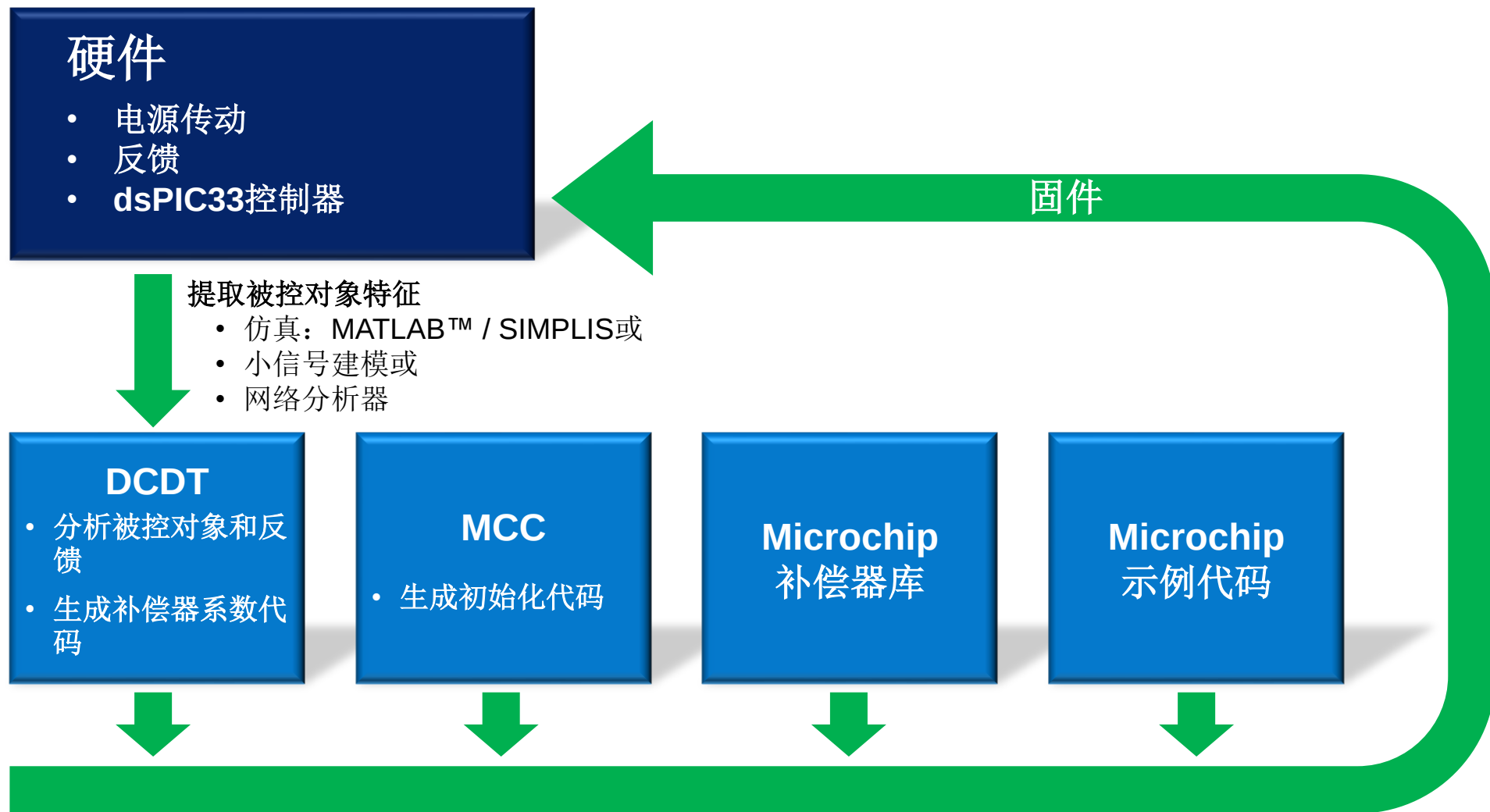
数字电源设计套件

可加快您下一个设计的工具



数字电源设计套件

固件资源



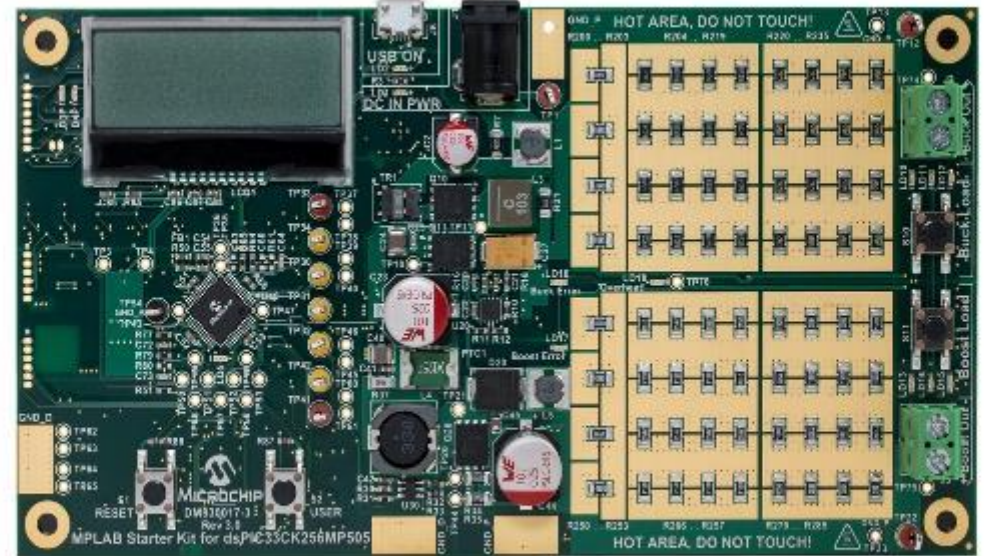
数字电源开发工具概览



dsPIC33C数字电源入门工具包

特性

- 板上dsPIC33CK256MP505 DSC
- 独立DC/DC同步降压和升压转换器
- 独立阻性负载
- 保护电路
- LCD显示屏用户接口
- USB/UART转换器/桥
- 板上编程器/调试器电路
- 由dsPIC33CK DSC控制两个电源级
- 由辅助单片机控制负载和保护电路



部件编号:
DM330017-3
\$112.00

全新的数字电源PIM

- **Microchip数字电源开发板的构建模块**
 - 轻松更换控制器，便于评估各款dsPIC33系列器件
- 十分灵活，使用这种标准化**DP PIM**连接器的**PCB**进行原型设计
- **特性**
 - ICSP™编程插头
 - 带“电源良好（PG）”功能的板上LDO
 - Micro USB连接器
 - MCP2221A USB转UART/I²C串行转换器
 - 边缘连接，用于模拟输入/输出、PWM输出和GPIO口
 - DAC输出的测试点环

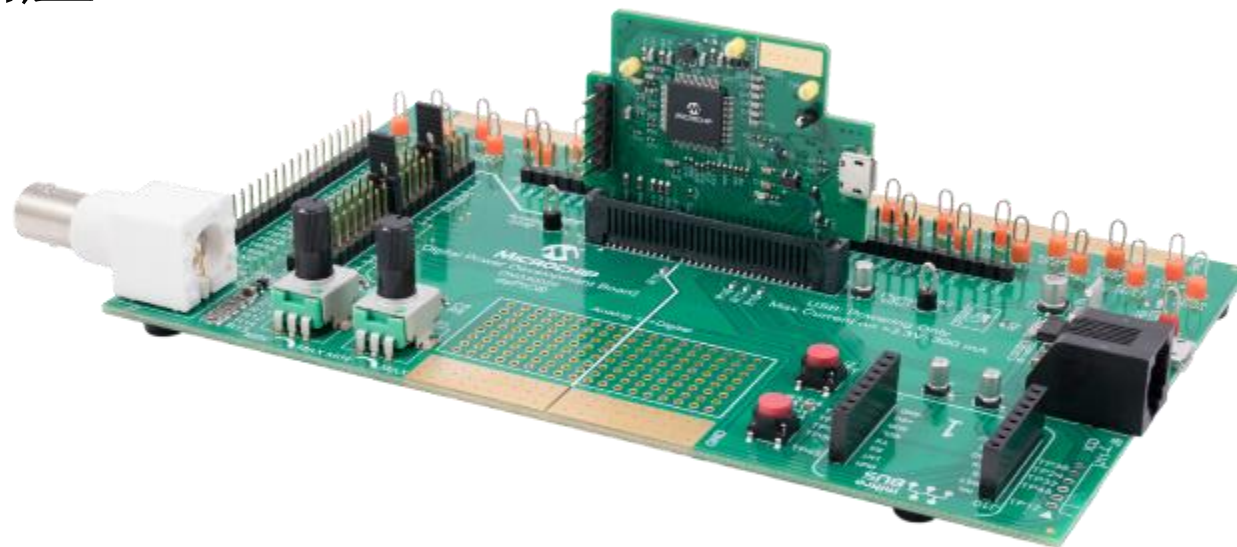


每款单价：\$49

DP PIM	部件编号
dsPIC33EP128GS808	MA330043
dsPIC33CK256MP508	MA330048
dsPIC33CH512MP508	MA330049

数字电源开发板

- 使用全新数字电源PIM
- MicroElektronika mikroBUS™插座
- PWM和GPIO测试引脚
- 模拟输入测试引脚
- BNC连接器
- 模拟电位器
- 按钮
- 焊盘——示波器接地
- 原型设计区（2.54 mm raster）



部件编号：
DM330029
\$112

LV PFC开发板

- 低电压PFC

- V_{in} : 12 – 24 VAC
- V_{out} : 31 – 42 VDC
- 输出功率: ~50W (最大值)

- 拓扑

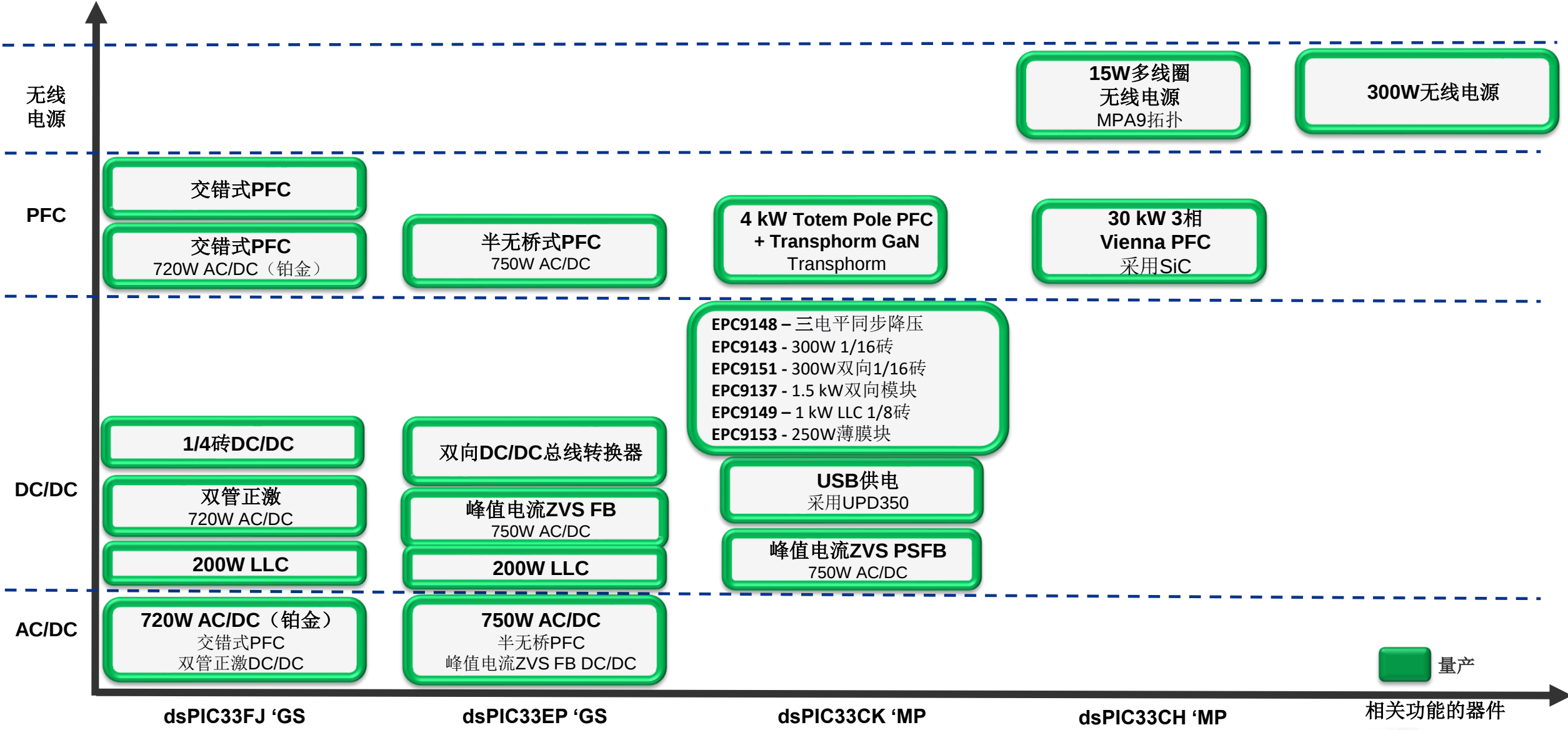
- 单相或交错式双相
- 固件, 用于:
 - 连续导通模式
 - 临界导通模式 (即, 过渡模式或边界模式)

- 使用DP PIM控制器模块



部件编号:
DV330101
\$375

数字电源参考设计概览



ZVS FB峰值电流模式750W AC/DC参考设计

- 拓扑
 - 半无桥式PFC
 - 零电压开关全桥，具有采用斜率补偿和同步整流的峰值电流模式控制
- 先进算法
 - 可变母线电压
 - 可变开关频率
 - 非线性控制
- PWM频率抖动程序，以改善EMI
- 主动浪涌控制
- 在线更新
- 通信（UART和I²C）



输出功率：750W
(12V @ 62.5A)

Transphorm的4 kW无桥Totem-Pole PFC

dsPIC33CK和Transphorm的SuperGaN™

- > 99%峰值效率
- < 2% THDv, < 3% THDi噪声失真
- > 0.99 PF
- 零负载 / 高负载的启动能力

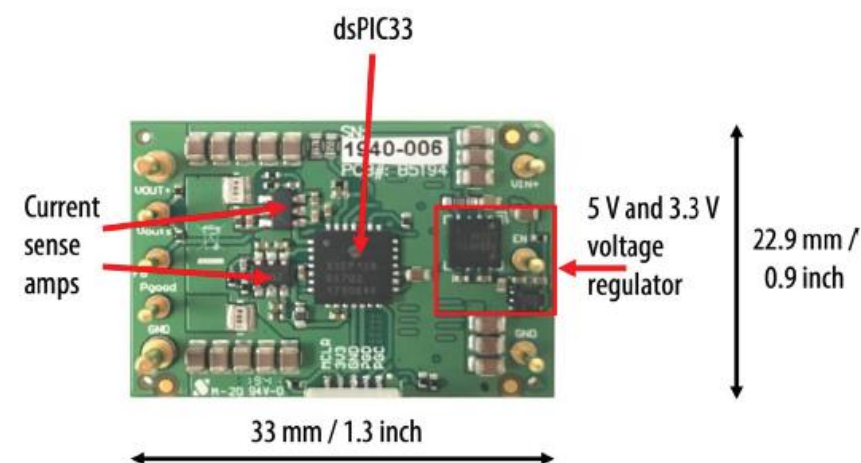
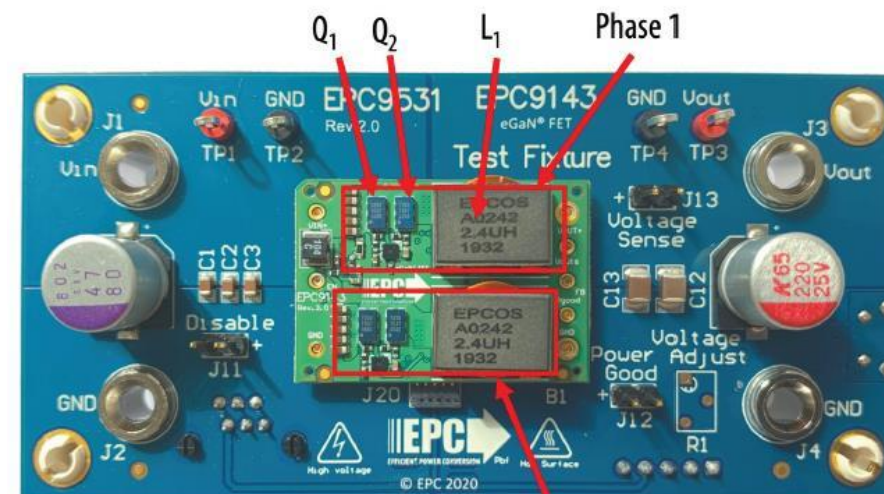


测试设置和条件	
评估工具包	TDTTP4000W066C-KIT
工作频率	66 kHz
输入电压	85 Vac to 265 Vac
输出电压	385 Vdc $\pm$ 5%
数字电源PIM	dsPIC33CK256MP506
GaN器件	TP65H035G4WS
栅极电阻	30 Ω
栅极铁氧体磁珠	200 Ω @ 100 MHz

EPC的300W 1/16砖IBC转换器

参考设计特性

- Microchip的dsPIC33CK数字信号控制器
- 带3.2 mΩ RDS(on)的EPC GaN FET
- 双相同步降压拓扑
- 48V输入 -> 12V输出
- 功率密度: 730 W/in³
- 输出功率: 300W
- 峰值效率: 95.8%
- 尺寸: 1.3 x 0.9 x 0.4"



总结

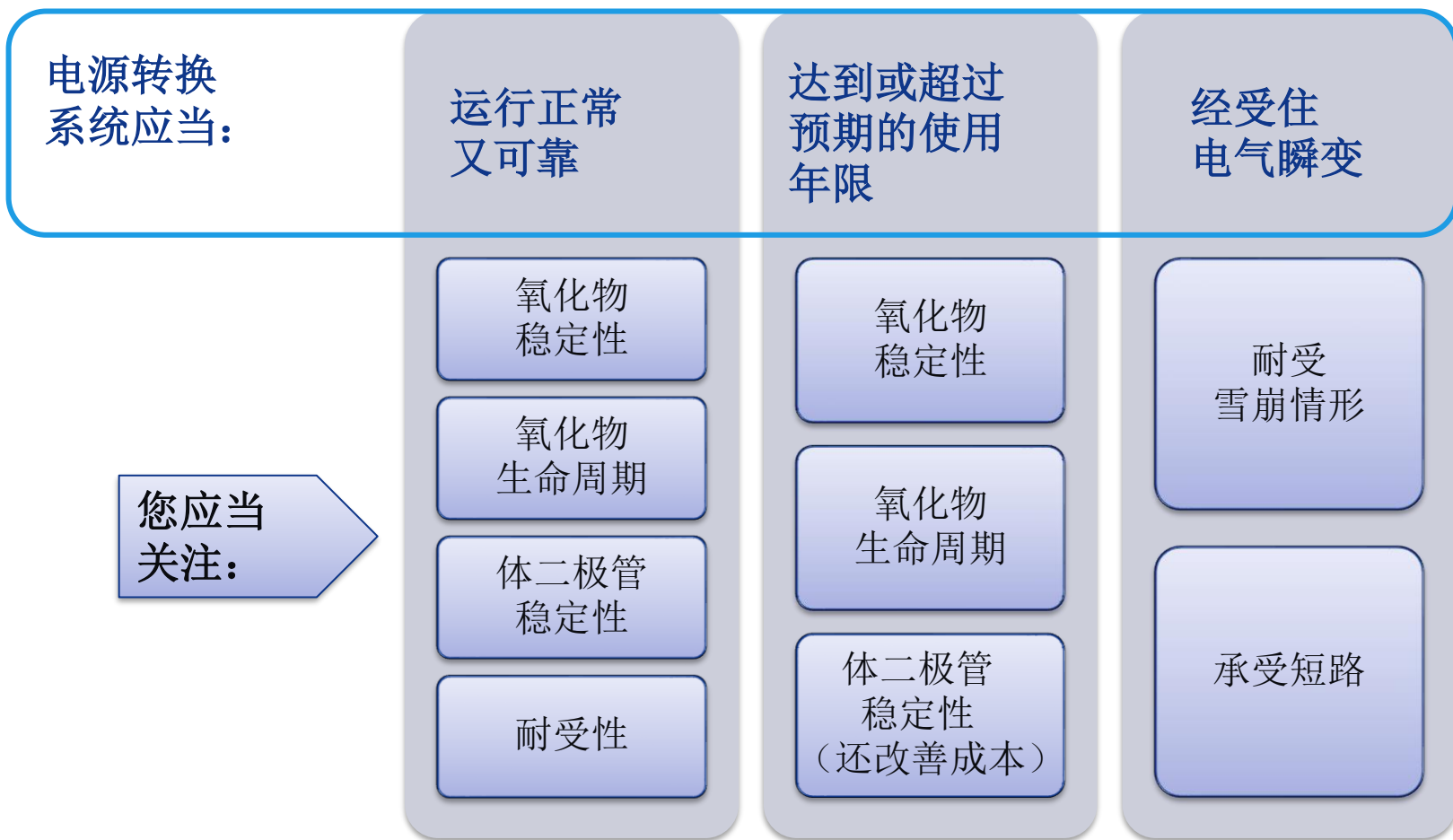
- **5G基础设施**增加了对电源转换的要求
- **可靠性、效率和功率密度**对于**5G系统**都至关重要
- **数字控制**可在各种负载和环境条件下提供最高的效率
- **Microchip的dsPIC33 C系列**提供了当今**5G电源系统**所需的性能和外设

欲了解更多信息，请访问：
www.microchip.com/power



适用于电源转换应用的 坚固耐用的SiC解决方案

为何坚固耐用对电源转换如此重要？

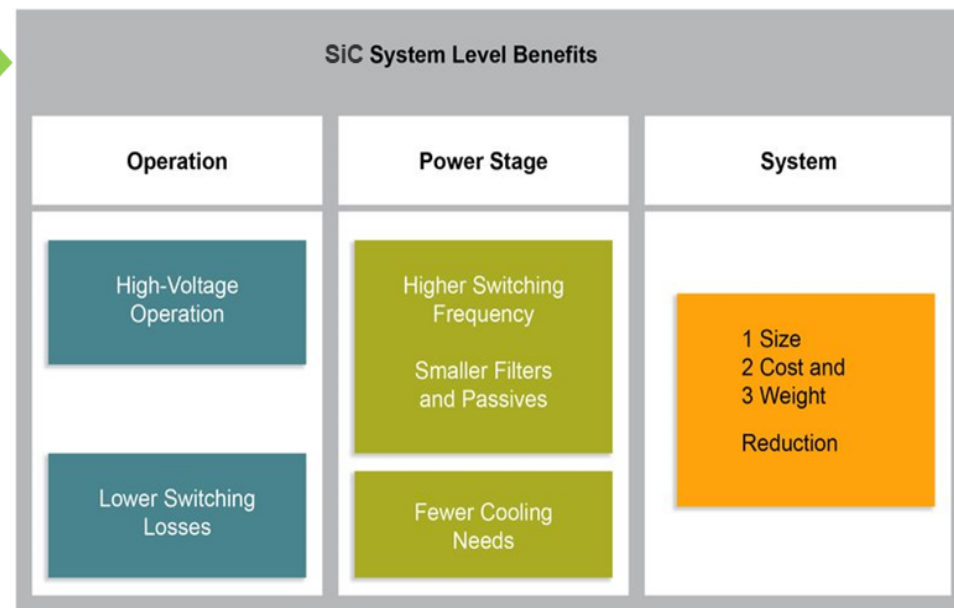
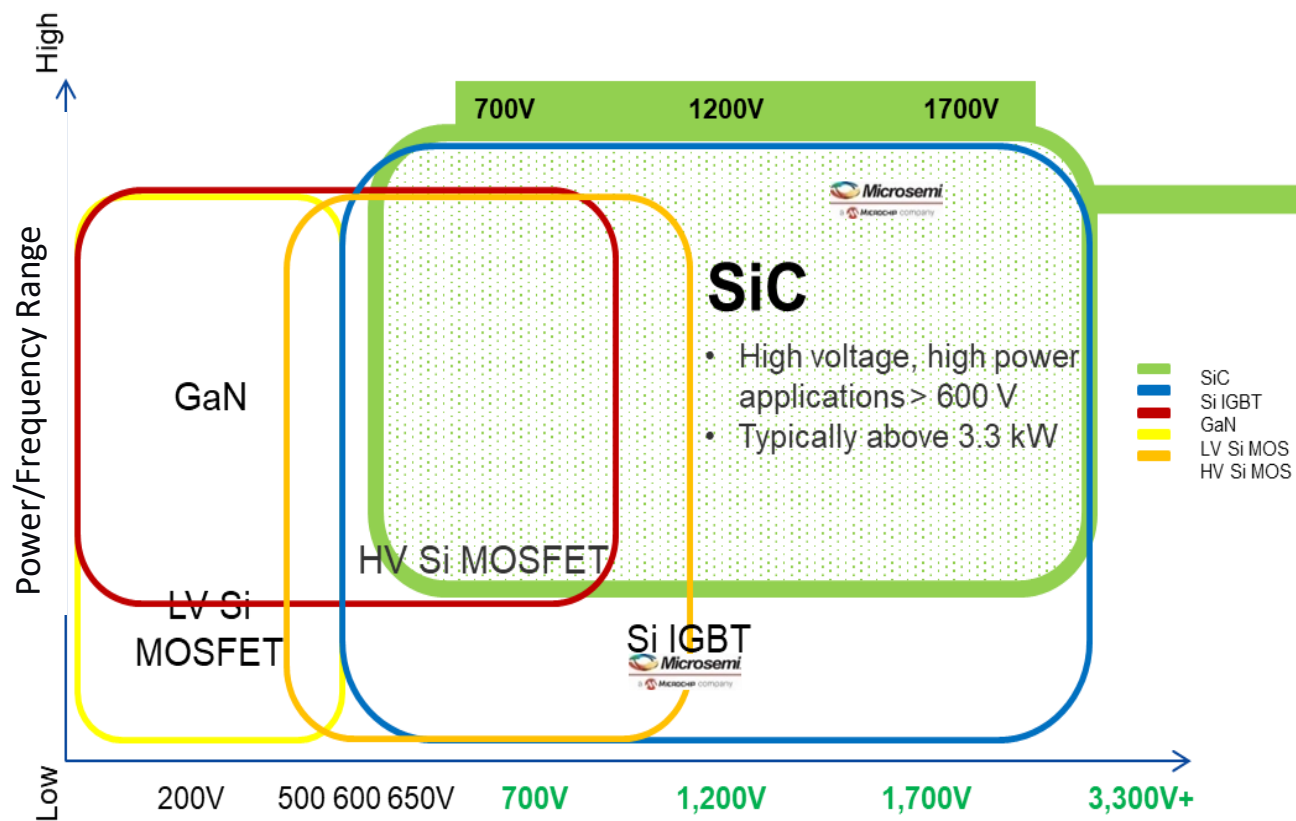


不够坚固耐用的话

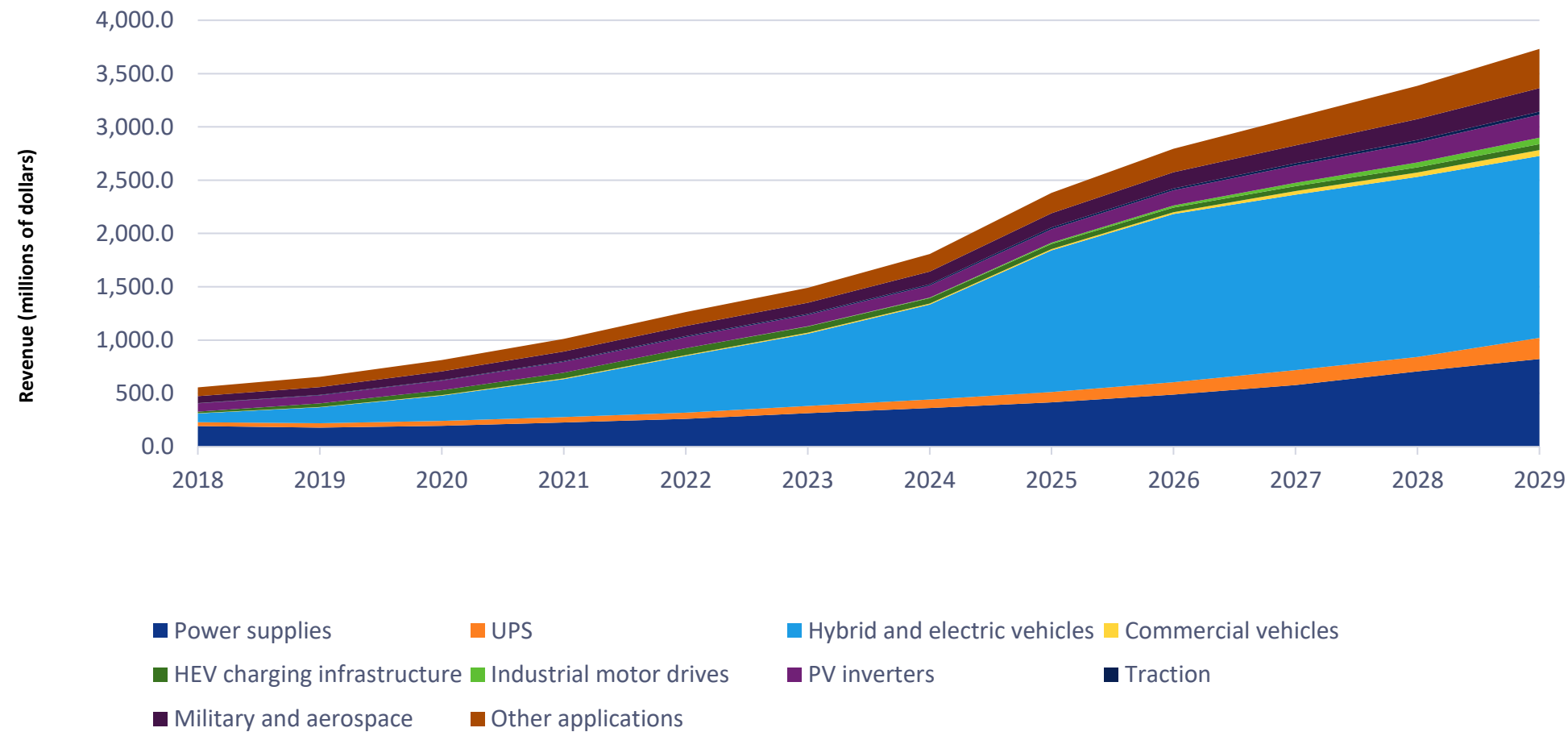


何时应考虑采用SiC，而不用Si和GaN？

高电压电力电子应用需采用SiC功率半导体，
实现最高的效率、功率密度和可靠性



SiC半导体产品的应用预测



Source:Source: Omdia – SiC and GaN Power Semiconductors Report 2020

© 2020 Omdia

目标市场和应用



交通* —— 牵引APU，逆变器和重型车辆

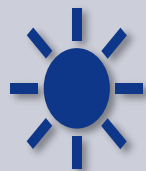
数据中心* —— PFC和DC/DC PSU

汽车* —— OBC，DC/DC，牵引逆变器和电子保险丝



工业 —— 感应加热，焊接和半导体设备

军事/航空航天 —— 配电和传动



可再生 —— 光伏逆变器和风能

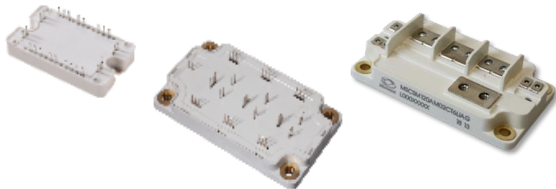
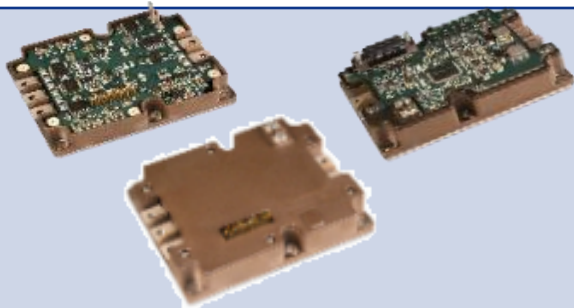
电网 —— 固态断路器（电子保险丝）和充电基础设施

医疗 —— 成像，手术刀和可植入设备

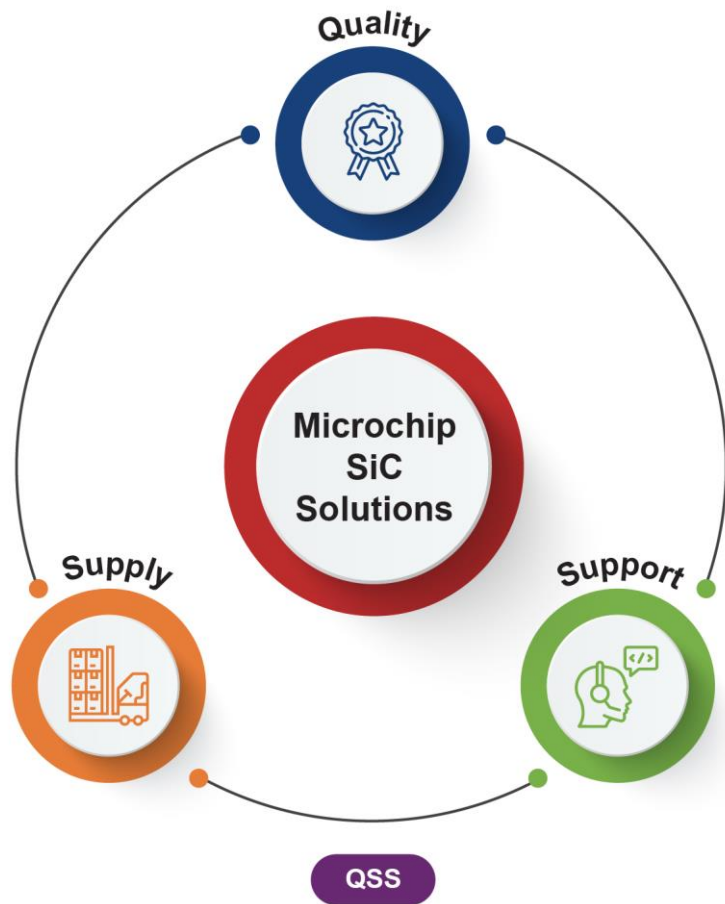
* Microchip大趋势市场

Microchip SiC解决方案

访问www.microchip.com/sic

产品系列	产品封装	产品子系列
功率分立器件		• 700V – 1700V SiC肖特基势垒二极管 • 700V – 1700 SiC MOSFET • 700V – 1700V SiC SBD/MOSFET管芯
功率模块		• 700V – 1700V SiC MOSFET模块 • 700V – 1700V SiC二极管模块 • 700V – 1700V低电感SP6LI模块 • 700V – 1700V定制SiC功率模块
集成化 电源解决方案		• 电源控制模块（PCM） • 混合动力驱动模块（HPD/HPE）
数字可编程 栅极驱动器		• SiC栅极驱动器内核 • 模块适配器板 • 即插即用的栅极驱动器板

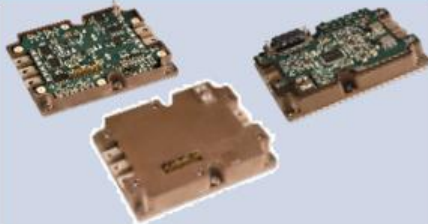
Microchip的质量、供应和支持作坚实后盾

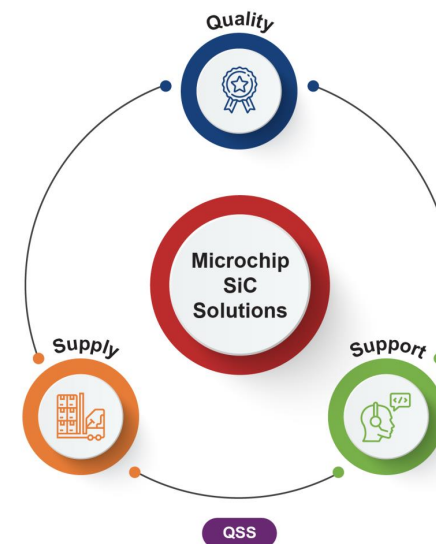


- **质量：**经验证的可靠性和坚固性
 - 见前述
- **供应：**整个供应链的风险规避
 - 多家供应商提供合格且有保障的长期基板和外延供应，不依赖于竞争对手的基板/外延材料
 - 双晶圆厂选址策略，可保护供应链免受自然灾害或重大产能问题的影响
 - Microchip完善的无EOL政策
 - 有竞争力的交货时间，多数情况下16周内
- **支持：**提供标准和定制管芯、分立器件、模块和栅极驱动器解决方案，可满足小型到大型客户的不同需求

要点

- 丰富的SiC管芯、分立器件、功率模块和栅极驱动器解决方案及组件模型
- 依托Microchip的质量、供应和支持，使产品坚固耐用
- SiC相关资源
 - www.microchip.com/sic
 - www.microchip.com/pfc
 - www.microchip.com/treelinktool

Product Family	Product Packages
Power Discretes	
Power Modules	
Integrated Power Solutions	
Digital Programmable Gate Drivers	



嵌入式控制主题的技术培训课程

 所有课程 列出当前所有课程	 开发工具和编译器 这组课程将帮助您熟悉MPLAB® X IDE和为C语言编程打下坚实的基础，并了解多种C编译器的细微差别。	 软件架构 这组课程将帮助您掌握软件框架工具，例如MPLAB®代码配置器(MCC)和MPLAB Harmony。	 嵌入式系统设计 这组课程涵盖硬件设计、独立于内核的外设(CIP)、引导程序、时钟和时序、信号完整性和PCB等系统设计课程。	 可编程逻辑、FPGA和SOC 这组课程涉及我们的FPGA和其他可编程逻辑器件及SOC产品。
 嵌入式Linux 这组课程将引导您逐步完成设置一台Linux开发计算机、与传感器接口、创建图形以及构建自己的软件分发。	 安全与安防 有关功能安全性主题以及安全性、安全启动和可信平台器件的课程	 连接课程 这组课程涉及联网、USB和蓝牙主题。	 物联网 (IoT) 无线通信及如何构建网络以控制多个设备的相关课程	 模拟和传感器 模拟设计、仿真和传感器接口课程
 电机控制 这组课程涉及各类电机控制主题。  电源管理 电源、电源转换、电池和电池充电课程				

嵌入式控制主题的技术培训课程

模拟仿真器使用技巧

在使用模拟仿真器过程中的一些有用的使用技巧

Free

32 min

motorBench®

motorBench® 开发套件是磁场定向电机控制（FOC）的综合软件开发工具

Free

56 min

电池充电基础

电池化学特性、术语、实际产品的充电波形以及拓扑

Free

117 min

CIP混合功率PWM控制器和MPLAB® X SMPS设计工具入门

CIP混合功率PWM控制器和MPLAB® X SMPS设计工具入门

Free

54 min



CMU



谢谢！
