



## 主要特性和优势

- 实时处理**
  - 最多包含 3 个 CPU：2 个 32 位 C28x DSP CPU 和 1 个 CLA CPU 均以 200MHz 的频率运行，总处理能力相当于 1000MHz Arm® Cortex®-M7\*
  - 浮点单元高达 64 位，精度更高，并包含多种加速器，例如三角函数加速器 (TMU)、快速整数除法 (FINTDIV) 以及 CRC 引擎和指令 (VCRC) 提供锁步 CPU 选项
- 存储器**
  - 1.28MB 闪存 (ECC)，5 个 256KB 存储体，248KB RAM (奇偶校验)
  - 灵活的架构可在 CPU 之间分配闪存
  - 无需下电上电即可进行实时固件更新 (LFU)
- 传感和信号调理**
  - 3 个 ADC：16 位 1.1MSPS | 12 位 3.5MSPS 模式
  - 多达 40 个通道，对过采样提供硬件支持
  - 11 个窗口比较器，并具有双斜坡发生器和集成式 12 位 DAC，可提供更多同步信号保护
  - 16 个 SDFM 通道
- 驱动**
  - 增强型 PWM，支持多级拓扑，并通过最小死区、非法组合逻辑和二极管仿真保障安全
  - 36 个 HRPWM，可满足矩阵转换器、双有源电桥和谐振转换器的未来需求
  - 6 个 CLB 逻辑块，用于编码器实现、PWM 保护、FPGA | CPLD 移除
- 连接性**
  - 利用 EtherCAT®、CAN-FD、USB、EMIF、FSI 等高级通信技术实现高度互联
- 安全**
  - MPOST、锁步 CPU|DMA|中断控制器 (PIE)、HWBIST、硬件 ADC 结果校验器
  - 以符合功能安全标准为目标
  - 系统功能符合 ASIL D 和 SIL 3 等级
- 安全性**
  - AES 加速器 (128、192 和 256)
  - 安全启动和 JTAG 锁定以及唯一标识号
  - 支持第三方开发的双区安全 (DCSM)
- 封装和温度**
  - 100 (16 × 16) 或 176 (26 × 26) LQFP
  - 169 (9 × 9) 或 256 (13 × 13) BGA
  - 温度：-40°C 至 125°C

F28P65x 系列是 C2000™ 实时微控制器 (MCU) 系列的中级性能系列产品，专为高效控制电力电子产品而构建。凭借超低延迟，F28P65x 通过更多的模拟功能和新的 PWM 功能提供进一步的实时控制创新，同时通过提高集成度并在器件级别优化 BOM 而降低成本。

F28P65x		Temperatures	125°C Ambient	Q100-Grade-1
<b>Sensing</b>		<b>Processing</b>		<b>Actuation</b>
ADC1, ADC2, and ADC3: 16b-1MSPS, 12-bit, 3.45MSPS		C28x™ DSP Core 200 MHz	C28x™ DSP Core 200 MHz	18x ePWM Modules (36x High-Res) Type-5
11x Windowed Comparators with 2x Integrated 12-bit DAC		FPU, FastDIV, FPU64	FPU, FastDIV, FPU64	Fault Trip Zones
16x Sigma Delta Channels		VCRC, TMU	VCRC, TMU	2x 12-bit DAC
Temperature Sensor		6-ch DMA	6-ch DMA	<b>Connectivity</b>
6x eQEP		192 interrupt PIE	192 interrupt PIE	2x SCI, 2x LIN, 2x UARTHS
7x eCAP (2 HR)		CLA Core 200 MHz, FPU		2x I2C, 1x PMBus
Embedded Pattern Generator		<b>Memory</b>		4x SPI, FSI(2-TX, 4-RX)
<b>Configurable Logic Block</b>		256KB x 5 Flash (5WS) + ECC		2x CAN-FD, 1x CAN 2.0B
6 Tiles		248KB SRAM + Parity		1x EtherCAT, 1x USB
<b>System Modules</b>		ROM + Secure ROM		<b>Powers and Clocking</b>
3x 32-bit CPU Timers		Security: AES + JTAG LOCK + Secure BOOT		2x 10 MHz 0-pin OSC
NMI Watchdog Timer		EMIF		1.2-V VREG
		<b>Debug</b>		POR BOR Protection
		cJTAG   Real-time JTAG		
		Embedded Real-time Analysis and Diagnostic unit (ERAD)		

## 关键应用

- 采用新型超小型 9mm × 9mm、169-BGA 封装并集成 EtherCAT，适用于伺服驱动器和机器人
- 36 个具有增强灵活性的 PWM，可为工业电源、汽车动力总成集成、电动汽车充电和储能系统实现多相多级电源架构等新的电源拓扑
- 更多的 ADC 通道可实现更高的集成度，而硬件 ADC 过采样可为太阳能、能源输送、EV OBC | 直流/直流应用节省 CPU 带宽
- 多个内核并提供锁步选项，可增强汽车和工业应用的安全性。

资源：软件和产品页面

[TMS320F28P650DK 文件夹](#)

[TMS320F28P65x LaunchPad™ 评估模块](#)

[TMS320F28P65x controlCARD 评估模块](#)

[C2000WARE 软件开发套件](#)

[C2000WARE-MOTORCONTROL-SDK](#)

[C2000WARE-DIGITALPOWER-SDK](#)

[\\* 性能基准测试应用手册](#)

[C2000 Academy 培训讲座](#)

[SysConfig 图形器件配置](#)

[Code Composer Studio 免费 IDE](#)

### 第 3 代 MCU 产品系列的补充

F28P65x 实时微控制器是第 3 代 C2000 MCU 产品系列中的又一款产品。所有第 3 代器件都与 C2000WARE 软件兼容，并且许多器件之间存在引脚对引脚兼容性。图 1 展示了该产品系列中的 F28P65x 系列，并着重介绍了中级性能系列中新增的应用定制系列。

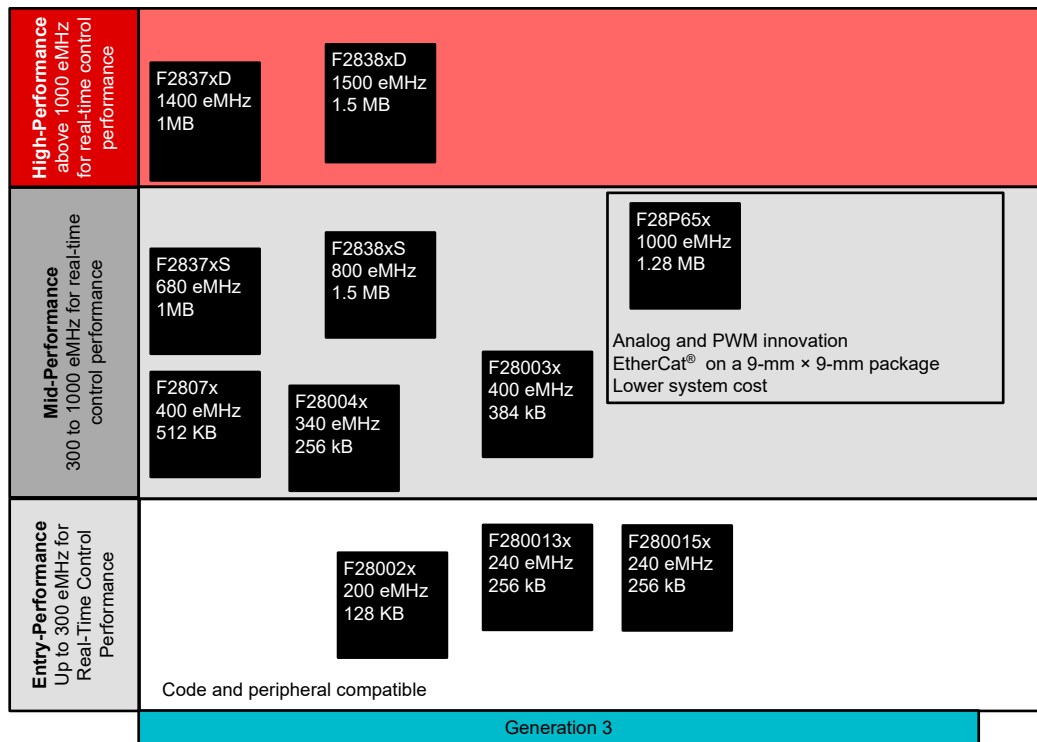


图 1. C2000 MCU 产品系列与全新的 F28P65x 中级性能系列

### 引脚和封装选项

F28P65x MCU 系列提供两种内存和性能配置以及 4 种封装选项，并具有工业和汽车 (-Q1 器件) 认证支持。表 1 提供了有关封装选项和主要差异的详细信息。

表 1. F28P65x 封装选项和主要型号差异

Variant	内核数 (以 200MHz 运行)	eMHz <sup>(1)</sup>	闪存	EtherCAT	锁步	100 QFP (16 × 16)	169 BGA (9 × 9)	176 QFP (26 × 26)	256 BGA (13 × 13)
F28P650DK9	3	1000	1.28MB	✓	✓		✓	✓	✓
F28P650DK8	3	1000	1.28MB		✓		✓	✓	✓
F28P650DK7	3	1000	1.28MB	✓			✓	✓	✓
F28P650SK7	2	680	1.28MB	✓			✓	✓	✓
F28P650DK6	3	1000	1.28MB			✓	✓	✓	✓
F28P650SK6	2	680	1.28MB			✓	✓	✓	✓
F28P650SH7	2	680	768KB	✓			✓	✓	
F28P650DH6	3	1000	768KB			✓			
F28P650SH6	2	680	768KB			✓	✓	✓	
F28P659DK8-Q1	3	1000	1.28MB		✓	✓		✓	✓
F28P659DH8-Q1	3	1000	768KB		✓	✓			
F28P659SH6-Q1	2	680	768KB			✓		✓	

(1) eMHz：为实现与 C28x 器件相同的实时信号链性能，基于 Cortex-M7 的器件需要具有的等效 MHz。

## 器件特性比较

与 F2837x 和 F2838x 等其他高性能和中级性能器件相比，最新推出的 F28P65x 以优化的价格提供更高的精度感、具有新功能的高级驱动、系统灵活性和保护、实时连接，以及先进的功能安全和信息安全功能。表 2 概述了这三种器件之间的特性差异。

**表 2. F2837x、F2838x 和 F28P65x 系列之间的比较**

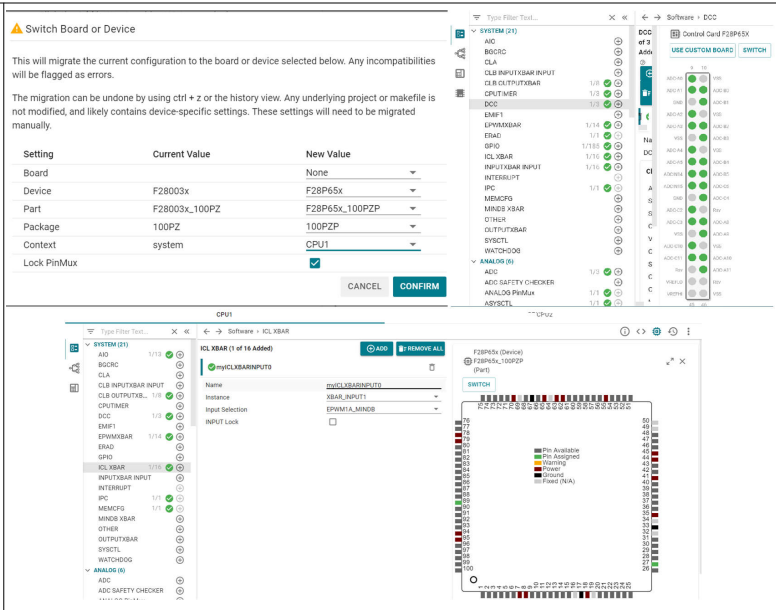
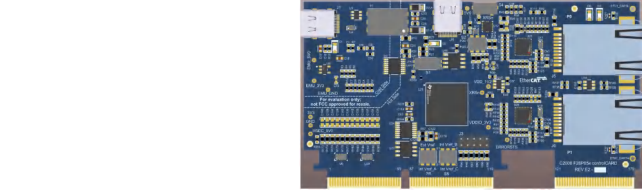
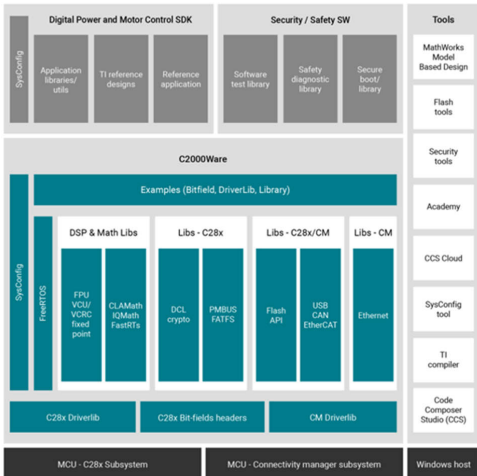
特性	F2837x	F2838x	F28P65x
C28x MIPS	高达 800 个	高达 925 个	高达 600
内核数 (以 200MHz 运行)	最多 4 个 : 2 个 × C28x CPU + 2 个 CLA	最多 5 个 : 2 个 C28x CPU + 2 个 CLA + 1 个 Cortex M4F	最多 3 个 : 2 个 × C28x CPU + 1 个 CLA
ARM M7 等效 MHz (eMHz)	1380	1475	1000
CLA	2	2	CPU1 - 1 ; CPU2- 0
TMU	2	2	2
FPU64	0	2	2
闪存 RAM	1MB 204KB	1.5MB 324KB	1.28MB 248KB
PWM   HR	100 QFP : 15 通道   9 通道 176 QFP : 24 通道   16 通道 337 BGA : 24 通道   16 通道	176 QFP : 32 通道   16 通道 337 BGA : 32 通道   16 通道	100 QFP : 36 通道   36 通道 169 BGA : 36 通道   36 通道 176 QFP : 36 通道   36 通道 256 BGA : 36 通道   36 通道
PWM 类型	4	4	5
ECAP   HR	6   0	7   2	7   2
ADC 通道数	100 QFP : 14 176 QFP : 20 337 BGA : 24	176 QFP : 20 337 BGA : 24	100 QFP : 24 169 BGA : 34 176 QFP : 36 256 BGA : 40
EQEP	100 QFP : 2 176 QFP : 3 337 BGA : 3	176 QFP   337 BGA : 3	100 QFP   169 BGA   176 QFP   256 BGA : 6
SDFM	8 通道	8 通道	16 通道
CLB	4 个逻辑块	8 个逻辑块	6 个逻辑块
FSI	0-0	2Tx-8Rx	2Tx-4Rx
CANFD	0	1	2
EtherCAT	0	1	1
GPIO 数量 (包括 AGPIO)	100 QFP : 41 176 QFP : 97 337 BGA : 169	176 QFP : 97 337 BGA : 169	100 QFP : 60 169 BGA : 119 176 QFP : 128 256 BGA : 185
符合功能安全标准 (系统功能)	SIL-3   ASIL-D	SIL-3   ASIL-D	SIL-3   ASIL-D (目标)
安全性	DCSM	DCSM、安全启动、JTAG 锁 定、AES	DCSM、安全启动、JTAG 锁 定、AES
封装	100QFP、176QFP 和 337BGA	176QFP、337BGA	100QFP、169BGA、 176QFP、256BGA
起始价格 (1KU)	7.31 美元	10.15 美元	5.85 美元

## 从以前的器件迁移

借助下方链接提供的迁移指南，客户可以成功设计出与 F2838x 和 F2837x 引脚对引脚兼容的电路板。

- [迁移指南 : F2837x → F28P65x](#)
- [迁移指南 : F2838x → F28P65x](#)

## 生态系统

SysConfig	<p><b>C2000 SysConfig</b> 是一款图形界面工具，可自动生成内容以帮助设计人员。该工具汇集了器件 TRM、数据表、勘误表、迁移指南、应用手册和计算器中的信息，使用户界面更简单、更快速。</p> <p><b>C2000 MCU SysConfig</b> 提供了功能：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>可在云端进行评估</li> <li>支持计算器和特有库</li> <li>支持 EVM 和定制板</li> <li><b>新增！</b>支持跨器件系列一键就地迁移</li> <li><b>新增！</b>支持多核器件</li> <li><b>新增！</b>增强可配置逻辑块 (CLB) 仿真，并添加 AOC 块和更多的信号用于调试</li> <li><b>新增！</b>改进错误和警告检查</li> </ul>	
C2000 Academy 和视频	<p>所有可用的培训都集中在—处，其中包括：入门资源、交互式课程和高级技术讲座。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>C2000 academy</b>：适用于所有外设的内容和实验室：<b>ADC、EPWM、CMPSS、ECAP、SCI、CLB、EQEP</b> 以及更多</li> <li>可加快学习和系统开发的培训视频示例：       <ul style="list-style-type: none"> <li>用于 <b>EPWM、ADC</b> 等的系列！</li> <li>软件库培训 (<b>InstaSPIN 电机控制</b>等) 和软件工具培训 (<b>CCS、C2000Ware</b>)</li> <li>参考设计演示和展示 (<b>光伏逆变器、电动汽车充电</b>等等) 以及终端应用和系统设计 (<b>电动汽车、电机控制、传感</b>等)</li> <li><b>SysConfig</b> 视频系列，了解 <b>SysConfig</b> 的重要优势以及使用入门！</li> </ul> </li> </ul>	
软件和硬件	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>C2000WARE</b> 软件开发套件中的软件示例、驱动程序、库、诊断程序、实用程序，以及文档</li> <li>适用于<b>电机控制</b>和<b>数字电源</b>应用的参考设计和 EVM 示例。</li> <li>便于简单快捷地进行开发的 <b>LaunchPad™</b> 开发套件和用于高级测试的 <b>controlCARD</b>。</li> </ul>	 <div style="text-align: center;"> <p><b>controlCARD</b></p>  <p><b>软件栈</b></p> </div>

## 重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2023，德州仪器 (TI) 公司