

# C2000 实时微控制器外设

## Reference Guide

---



Literature Number: ZHCUAP5U  
JUNE 2003 - REVISED JULY 2025





<b>使用前必读</b> .....	7
关于本手册.....	7
德州仪器 (TI) 相关文档.....	7
支持资源.....	7
<b>1 缩写</b> .....	8
1.1 第 1 代器件缩写.....	9
1.2 第 2 代器件缩写.....	9
1.3 第 3 代器件缩写.....	11
1.4 第 4 代器件缩写.....	13
<b>2 每个器件可用的外设</b> .....	14
2.1 第 1 代器件外设.....	15
2.2 第 2 代器件外设.....	18
2.3 第 3 代器件外设.....	24
2.4 第 4 代器件外设.....	39
<b>3 外设说明</b> .....	41
3.1 协处理器和 CPU 扩展指令集.....	42
3.2 系统外设.....	45
3.3 控制外设.....	57
3.4 通信外设.....	70
<b>4 修订历史记录</b> .....	79

表格清单

表 1-1. 器件缩写列表 (第 1 代器件).....	9
表 1-2. 器件缩写列表 (第 2 代器件).....	9
表 1-3. 器件缩写列表 (第 3 代器件).....	11
表 1-4. 器件缩写列表 (第 4 代器件).....	13
表 2-1. TMS320x280x、TMS320x2801x 外设选择指南.....	15
表 2-2. TMS320x281x 外设选择指南.....	15
表 2-3. TMS320F2823x 外设选择指南.....	16
表 2-4. TMS320F2833x 外设选择指南.....	16
表 2-5. TMS320x2834x 外设选择指南.....	17
表 2-6. TMS320F2802x 外设选择指南.....	18
表 2-7. TMS320F2803x 外设选择指南.....	19
表 2-8. TMS320x2804x 外设选择指南.....	20
表 2-9. TMS320F2805x 外设选择指南.....	20
表 2-10. TMS320F2806x 外设选择指南.....	21
表 2-11. TMS320F28M35x 外设选择指南.....	22
表 2-12. TMS320F28M36x 外设选择指南.....	23
表 2-13. TMS320F2807x 外设选择指南.....	24
表 2-14. TMS320F28002x 外设选择指南.....	25
表 2-15. TMS320F28003x 外设选择指南.....	26
表 2-16. TMS320F28004x 外设选择指南.....	28
表 2-17. TMS320F280013x 外设选择指南.....	29
表 2-18. TMS320F280015x 外设选择指南.....	30
表 2-19. TMS320F2837xD 外设选择指南.....	31

表 2-20. TMS320F2837xS 外设选择指南.....	32
表 2-21. TMS320F2838x 外设选择指南.....	34
表 2-22. TMS320F28P55x 外设选择指南.....	36
表 2-23. TMS320F28P65x 外设选择指南.....	37
表 2-24. F28E12x 外设选择指南.....	38
表 2-25. F29H85x 和 F29P58x 外设选择指南.....	39
表 3-1. 控制律加速器 (CLA) 模块类型描述.....	42
表 3-2. 浮点单元 (FPU) 类型描述.....	43
表 3-3. Viterbi、复杂数学和 CRC 单元 (VCU) 类型描述.....	43
表 3-4. 循环冗余校验 (VCRC) 模块类型描述.....	44
表 3-5. 三角函数加速器 (TMU) 类型描述.....	44
表 3-6. 高级加密标准 (AES) 加速器模块类型描述.....	45
表 3-7. 背景 CRC-32 (BGCR) 模块类型描述.....	45
表 3-8. 交叉开关 (X-BAR) 类型说明.....	46
表 3-9. 数据记录器和跟踪 (DLT) 类型说明.....	47
表 3-10. 直接存储器存取 (DMA) 模块类型描述.....	47
表 3-11. 双路时钟比较器 (DCC) 类型描述.....	48
表 3-12. 嵌入式图形发生器 (EPG) 模块类型描述.....	48
表 3-13. 嵌入式实时分析和诊断 (ERAD) 模块类型描述.....	48
表 3-14. 错误聚合器类型说明.....	49
表 3-15. 错误信令模块 (ESM) 类型说明.....	49
表 3-16. 外部存储器接口 (EMIF) 类型描述.....	49
表 3-17. 外部外设接口 (EPI) 类型描述.....	50
表 3-18. 事件管理器 (EV) 模块类型描述.....	50
表 3-19. 外部接口 (XINTF) 模块类型描述.....	50
表 3-20. 硬件内置自检 (HWBIST) 模块类型描述.....	51
表 3-21. 主机接口控制器 (HIC) 模块类型描述.....	51
表 3-22. 处理器间通信 (IPC) 类型说明.....	52
表 3-23. 锁步比较器模块 (LCM) 类型说明.....	52
表 3-24. 逻辑开机自检 (LPOST) 模块类型说明.....	53
表 3-25. 内存开机自检 (MPOST) 模块类型说明.....	53
表 3-26. 微循环冗余校验 ( $\mu$ CRC) 模块类型描述.....	53
表 3-27. 神经网络处理单元 (NPU) 类型说明.....	53
表 3-28. 外设中断优先级和扩展 (PIPE) 类型说明.....	54
表 3-29. 实时直接存储器存取 (RTDMA) 类型说明.....	54
表 3-30. 功能安全和信息安全单元 (SSU) 类型说明.....	54
表 3-31. 看门狗模块类型描述.....	55
表 3-32. NMI 看门狗 (NMIWD) 模块类型说明.....	55
表 3-33. 波形分析仪诊断 (WADI) 类型说明.....	55
表 3-34. 模数转换器 (ADC) 模块类型描述.....	57
表 3-35. 模数转换器 (ADC) 包装器模块类型描述.....	58
表 3-36. 可配置逻辑块 (CLB) 模块类型描述.....	59
表 3-37. 比较器 (COMP) 模块类型描述.....	60
表 3-38. 比较器子系统 (CMPSS) 模块类型描述.....	60
表 3-39. 比较器子系统 LITE (CMPSS_LITE) 模块类型描述.....	61
表 3-40. 数模转换器 (DAC) 模块类型描述.....	61
表 3-41. 增强型捕获 (eCAP) 模块类型描述.....	62
表 3-42. 增强型脉宽调制器 (ePWM) 模块类型描述.....	63
表 3-43. 增强型正交编码器脉冲 (eQEP) 模块类型描述.....	65
表 3-44. 高分辨率捕获 (HRCAP) 模块类型描述.....	66
表 3-45. InstaSPIN™ 模块类型描述.....	67
表 3-46. 多通道脉宽调制器 (MCPWM) 模块类型说明.....	68
表 3-47. 可编程增益放大器 (PGA) 模块类型描述.....	68
表 3-48. $\Sigma$ - $\Delta$ 滤波器 (SDFM) 模块类型描述.....	69
表 3-49. 控制器局域网 (DCAN) 模块类型描述.....	70
表 3-50. 增强型控制器局域网 (eCAN) 模块类型描述.....	70

表 3-51. EtherCAT® 从属器件控制器 (ESC) 模块类型说明.....	71
表 3-52. 以太网介质访问控制器 (EMAC) 模块类型描述.....	71
表 3-53. 快速串行接口 (FSI) 模块类型描述.....	72
表 3-54. 内部集成电路 (I2C) 模块类型描述.....	72
表 3-55. M3 内部集成电路 (I2C) 模块类型描述.....	73
表 3-56. 本地互连网络 (LIN) 模块类型描述.....	73
表 3-57. 模块化控制器局域网 (MCAN) 模块类型描述.....	74
表 3-58. 多通道缓冲串口 (McBSP) 模块类型描述.....	74
表 3-59. 电源管理总线 (PMBus) 模块类型描述.....	75
表 3-60. 串行通信接口 (SCI) 模块类型描述.....	75
表 3-61. 串行外设接口 (SPI) 模块类型描述.....	76
表 3-62. 单边沿半字节传输 (SENT) 类型说明.....	76
表 3-63. 同步串行接口 (SSI) 模块类型描述.....	77
表 3-64. 通用异步收发器 (UART) 模块类型描述.....	77
表 3-65. 通用并行端口 (uPP) 模块类型描述.....	77
表 3-66. 通用串行总线 (USB) 模块类型描述.....	78

This page intentionally left blank.



## 关于本手册

本参考指南介绍了可用于 TMS320x28x 和 F29x 器件的所有外设。章节 2 给出了每个器件使用的外设。章节 3 提供了外设的说明。您可以单击可移植文档格式 (pdf) 文件链接的文献编号来下载文档。

### 备注

德州仪器 (TI) 正在过渡到使用更具包容性的术语。某种语言可能与您期望在特定技术领域看到的语言不同。

## 德州仪器 (TI) 相关文档

有关这些器件的相关文档和开发支持工具的完整列表，请访问德州仪器 (TI) 网站 <http://www.ti.com.cn>。

[TMS320C28x DSP CPU 和指令集参考指南](#) 和 [TMS320C28x 浮点单元和指令集参考指南](#) 必须与本参考指南结合使用。

[F29x CPU 参考指南](#) 必须与本参考指南结合使用。

## 支持资源

[TI E2E™ 中文支持论坛](#) 是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的 [使用条款](#)。

## 商标

TI E2E™, InstaSPIN™, InstaSPIN-FOC™, FAST™, InstaSPIN-MOTION™, C2000™, and controlSUITE™ are trademarks of Texas Instruments.

SpinTAC™ is a trademark of Linestream Technologies.

Arm® and Cortex® are registered trademarks of Arm Limited (or its subsidiaries).

EtherCAT® is a registered trademark of Beckhoff Automation GmbH.

所有商标均为其各自所有者的财产。



在整个文档和其他外设指南中，以下缩写用于 C28x 和 C29x 微控制器系列：

- **TMS320x28xx** 是指 TMS320x281x 和 TMS320x280x 器件。
- **TMS320x28xxx** 指 TMS320x2801x、TMS320x2802x、TMS320x2803x、TMS320x2804x、TMS320x2805x、TMS320x2806x、TMS320x2807x、TMS320x2823x、TMS320x2833x、TMS320x2834x、TMS320x2837xD 和 TMS320x2837xS 器件。
- **TMS320F28002x** 是指 F28002x 器件。
- **TMS320F28003x** 是指 F28003x 器件。
- **TMS320F28004x** 是指 F28004x 器件。
- **TMS320F280013x** 是指 F280013x 器件。
- **TMS320F280015x** 是指 F280015x 器件。
- **TMS320F2838x** 是指 F2838x 器件。
- **TMS320x28M3xx** 是指 F28M35x 和 F28M36x 器件。
- **TMS320F28P55x** 是指 F28P55x 器件。
- **TMS320F28P65x** 是指 F28P65x 器件。
- **F28E12x** 是指 F28E12 器件。
- **F29H85x** 是指 F29H85x 器件。
- **F29P58x** 是指 F29P58x 器件。

以下各节中列出了具体器件缩写。

1.1 第 1 代器件缩写.....	9
1.2 第 2 代器件缩写.....	9
1.3 第 3 代器件缩写.....	11
1.4 第 4 代器件缩写.....	13



## 1.1 第 1 代器件缩写

表 1-1 中列出了第 1 代器件的具体器件缩写。

表 1-1. 器件缩写列表 (第 1 代器件)

系列	器件 <sup>(1)</sup>	使用的器件缩写	组缩写
TMS320x280x	TMS320F2801、TMS320C2801	2801	280x
	TMS320F2802、TMS320C2802	2802	
	TMS320F2806	2806	
	TMS320F2808	2808	
	TMS320F2809	2809	
TMS320x2801x	TMS320F28015	28015	2801x
	TMS320F28016	28016	
TMS320x281x	TMS320F2810	2810	281x
	TMS320F2811	2811	
	TMS320F2812	2812	
TMS320F2823x	TMS320F28232	28232	2823x
	TMS320F28234	28234	
	TMS320F28235	28235	
TMS320F2833x	TMS320F28332	28332	2833x
	TMS320F28333	28333	
	TMS320F28334	28334	
	TMS320F28335	28335	
TMS320x2834x	TMS320C28341	28341	2834x
	TMS320C28342	28342	
	TMS320C28343	28343	
	TMS320C28344	28344	
	TMS320C28345	28345	
	TMS320C28346	28346	

(1) 其中 F 位于器件缩写之前，F 代表闪存存储器；C 代表 RAM。

## 1.2 第 2 代器件缩写

表 1-2 中列出了第 2 代器件的具体器件缩写。

表 1-2. 器件缩写列表 (第 2 代器件)

系列	器件 <sup>(1)</sup>	使用的器件缩写	组缩写
TMS320F2802x	TMS320F28020	28020	2802x
	TMS320F280200	280200	
	TMS320F28021	28021	
	TMS320F28022	28022	
	TMS320F28023	28023	
	TMS320F28026	28026	
	TMS320F28026F	28026F	
	TMS320F28027	28027	
	TMS320F28027F	28027F	

**表 1-2. 器件缩写列表 (第 2 代器件) (续)**

系列	器件 <sup>(1)</sup>	使用的 器件缩写	组缩写
TMS320F2803x	TMS320F28030	28030	2803x
	TMS320F28031	28031	
	TMS320F28032	28032	
	TMS320F28033	28033	
	TMS320F28034	28034	
	TMS320F28035	28035	
TMS320x2804x	TMS320F28044	28044	2804x
TMS320F2805x	TMS320F28050	28050	2805x
	TMS320F28051	28051	
	TMS320F28052	28052	
	TMS320F28052F	28052F	
	TMS320F28052M	28052M	
	TMS320F28053	28053	
	TMS320F28054	28054	
	TMS320F28054F	28054F	
	TMS320F28054M	28054M	
	TMS320F28055	28055	
TMS320F2806x	TMS320F28062	28062	2806x
	TMS320F28062F	28062F	
	TMS320F28062U	28062U	
	TMS320F28063	28063	
	TMS320F28063U	28063U	
	TMS320F28064	28064	
	TMS320F28064U	28064U	
	TMS320F28065	28065	
	TMS320F28065U	28065U	
	TMS320F28066	28066	
	TMS320F28066U	28066U	
	TMS320F28067	28067	
	TMS320F28067U	28067U	
	TMS320F28068F	28068F	
	TMS320F28068M	28068M	
	TMS320F28068U	28068U	
	TMS320F28069	28069	
	TMS320F28069F	28069F	
	TMS320F28069M	28069M	
	TMS320F28069U	28069U	
TMS320F28M35x	F28M35E20B	35E20B	M35x
	F28M35H22C	35H22C	
	F28M35M22C	35M22C	
	F28M35H52C	35H52C	
	F28M35M52C	35M52C	

表 1-2. 器件缩写列表 (第 2 代器件) (续)

系列	器件 <sup>(1)</sup>	使用的器件缩写	组缩写
TMS320F28M36x	F28M36H33B	M36H33B	M36x
	F28M36H53B	M36H53B	
	F28M36P53C	M36P53C	
	F28M36P63C	M36P63C	

(1) 其中 F 位于器件缩写之前, F 代表闪存存储器; C 代表 RAM。

### 1.3 第 3 代器件缩写

表 1-3 中列出了第 3 代器件的具体器件缩写。

表 1-3. 器件缩写列表 (第 3 代器件)

系列	器件 <sup>(1)</sup>	使用的器件缩写	组缩写
F28E12x	F28E120SB	F28E120SB	28E12x
	F28E120SC	F28E120SC	
TMS320F2807x	TMS320F28075	28075	2807x
	TMS320F28076	28076	
TMS320F28002x	TMS320F280021	280021	28002x
	TMS320F280023	280023	
	TMS320F280023C	280023C	
	TMS320F280025	280025	
	TMS320F280025C	280025C	
TMS320F28003x	TMS320F280033	280033	28003x
	TMS320F280034	280034	
	TMS320F280036	280036	
	TMS320F280036C	280036C	
	TMS320F280037	280037	
	TMS320F280037C	280037C	
	TMS320F280038	280038	
	TMS320F280038C	280038C	
	TMS320F280039	280039	
	TMS320F280039C	280039C	
TMS320F28004x	TMS320F280040	280040	28004x
	TMS320F280040C	280040C	
	TMS320F280041	280041	
	TMS320F280041C	280041C	
	TMS320F280045	280045	
	TMS320F280048	280048	
	TMS320F280048C	280048C	
	TMS320F280049	280049	
	TMS320F280049C	280049C	
TMS320F280013x	TMS320F2800132	2800132	280013x
	TMS320F2800133	2800133	
	TMS320F2800135	2800135	
	TMS320F2800137	2800137	

**表 1-3. 器件缩写列表 (第 3 代器件) (续)**

系列	器件 <sup>(1)</sup>	使用的 器件缩写	组缩写
TMS320F280015x	TMS320F2800152	2800152	280015x
	TMS320F2800153	2800153	
	TMS320F2800154	2800154	
	TMS320F2800156	2800156	
	TMS320F2800157	2800157	
TMS320F2837xD	TMS320F28374D	28374D	2837xD
	TMS320F28375D	28375D	
	TMS320F28376D	28376D	
	TMS320F28377D	28377D	
	TMS320F28378D	28378D	
	TMS320F28379D	28379D	
TMS320F2837xS	TMS320F28374S	28374S	2837xS
	TMS320F28375S	28375S	
	TMS320F28376S	28376S	
	TMS320F28377S	28377S	
	TMS320F28378S	28378S	
	TMS320F28379S	28379S	
TMS320F2838x	TMS320F28384D	28384D	2838x
	TMS320F28384S	28384S	
	TMS320F28386D	28386D	
	TMS320F28386S	28386S	
	TMS320F28388D	28388D	
	TMS320F28388S	28388S	
TMS320F28P55x	TMS320F28P550SC	28P550SC	28P55x
	TMS320F28P550SD	28P550SD	
	TMS320F28P550SG	28P550SG	
	TMS320F28P550SJ	28P550SJ	
	TMS320F28P559SG	28P559SG	
	TMS320F28P559SJ	28P559SJ	
TMS320F28P65x	TMS320F28P650	28P650	28P65x
	TMS320F28P659	28P659	

(1) 其中 F 位于器件缩写之前, F 代表闪存存储器; C 代表 RAM。

## 1.4 第 4 代器件缩写

表 1-4 中列出了第 4 代器件的具体器件缩写。

**表 1-4. 器件缩写列表 (第 4 代器件)**

系列	器件 <sup>(1)</sup>	使用的 器件缩写	组缩写
F29H85x	F29H850DM	F29H850DM	29H85x
	F29H850DU	F29H850DU	
	F29H850TU	F29H850TU	
	F29H859DM	F29H859DM	
	F29H859DU	F29H859DU	
	F29H859TM	F29H859TM	
	F29H859TU	F29H859TU	
F29P58x	F29P580DM	F29P580DM	29P58x
	F29P589DM	F29P589DM	
	F29P589DU	F29P589DU	

(1) 其中 F 位于器件缩写之前, F 代表闪存存储器; C 代表 RAM。

章节 2  
每个器件可用的外设



本节列出了每个 C28x 和 C29x 器件可用的外设。文献编号是指向可下载文档的链接。

2.1 第 1 代器件外设.....	15
2.2 第 2 代器件外设.....	18
2.3 第 3 代器件外设.....	24
2.4 第 4 代器件外设.....	39

## 2.1 第 1 代器件外设

本节列出了每个第 1 代器件可用的外设。文献编号是指向可下载文档的链接。

### 2.1.1 TMS320x280x、TMS320x2801x 外设

表 2-1 列出了 TMS320x280x 和 TMS320x2801x 器件上可用的外设。

**表 2-1. TMS320x280x、TMS320x2801x 外设选择指南**

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	2809、2808、 2806、2802、 2801	28016	28015
系统控制和中断	<a href="#">SPRU712</a>	-	X	X	X
引导 ROM	<a href="#">SPRU722</a>	-	X	X	X
模数转换器 (ADC)	<a href="#">SPRU716</a>	1	X	X	X
模数转换器包装器	<a href="#">SPRU716</a>	0	X	X	X
串行通信接口 (SCI)	<a href="#">SPRUFK7</a>	0	X	X	X
串行外设接口 (SPI)	<a href="#">SPRUG72</a>	0	X	X	X
增强型控制器局域网 (eCAN)	<a href="#">SPRUJEU0</a>	0	X	X	-
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)	<a href="#">SPRU790</a>	0	X	-	-
增强型脉宽调制器 (ePWM) 模块	<a href="#">SPRU791</a>	0	X	X	X
增强型捕获 (eCAP) 模块	<a href="#">SPRU807</a>	0	X	X	X
内部集成电路 (I2C)	<a href="#">SPRU721</a>	0	X	X	X

(1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和外设参考指南中列出了这些器件特定的差异。

### 2.1.2 TMS320x281x 外设

表 2-2 列出了 TMS320x281x 器件上可用的外设。

**表 2-2. TMS320x281x 外设选择指南**

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	2812	2811、2810
系统控制和中断	<a href="#">SPRU078</a>	-	X	X
引导 ROM	<a href="#">SPRU095</a>	-	X	X
模数转换器 (ADC)	<a href="#">SPRU060</a>	0	X	X
模数转换器包装器	<a href="#">SPRU060</a>	0	X	X
外部接口 (XINTF)	<a href="#">SPRU067</a>	0	X	-
增强型控制器局域网 (eCAN)	<a href="#">SPRU074</a>	0	X	X
事件管理器 (EV)	<a href="#">SPRU065</a>	0	X	X
多通道缓冲串行端口 (McBSP)	<a href="#">SPRU061</a>	0	X	X
串行通信接口 (SCI)	<a href="#">SPRU051</a>	0	X	X
串行外设接口 (SPI)	<a href="#">SPRU059</a>	0	X	X

(1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和外设参考指南中列出了这些器件特定的差异。

### 2.1.3 TMS320F2823x 外设

表 2-3 列出了 TMS320F2823x 器件上可用的外设。

表 2-3. TMS320F2823x 外设选择指南

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	28235、28234、 28232
系统控制和中断	SPRUI07	-	X
引导 ROM		-	X
模数转换器 (ADC)		2	X
模数转换器包装器		0	X
多通道缓冲串行端口 (McBSP)		1	X
串行通信接口 (SCI)		0	X
串行外设接口 (SPI)		0	X
增强型控制器局域网 (eCAN)		0	X
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)		0	X
增强型脉宽调制器 (ePWM) 模块		0	X
增强型捕获模块 (eCAP)		0	X
内部集成电路 (I2C)		0	X
直接存储器访问 (DMA)		0	X
外部接口 (XINTF)		1	X

(1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。

### 2.1.4 TMS320F2833x 外设

表 2-4 列出了 TMS320F2833x 器件上可用的外设。

表 2-4. TMS320F2833x 外设选择指南

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	28335、28334、 28333、28332
系统控制和中断	SPRUI07	-	X
引导 ROM		-	X
模数转换器 (ADC)		2	X
模数转换器包装器		0	X
多通道缓冲串行端口 (McBSP)		1	X
串行通信接口 (SCI)		0	X
串行外设接口 (SPI)		0	X
增强型控制器局域网 (eCAN)		0	X
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)		0	X
增强型脉宽调制器 (ePWM) 模块		0	X
增强型捕获模块 (eCAP)		0	X
内部集成电路 (I2C)		0	X
直接存储器访问 (DMA)		0	X
外部接口 (XINTF)		1	X
浮点单元 (FPU)	SPRUHS1	-	X

(1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。



## 2.1.5 TMS320x2834x 外设

表 2-5 列出了 TMS320x2834x 器件上可用的外设。

**表 2-5. TMS320x2834x 外设选择指南**

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	28346、28345、 28344、28343、 28342、28341
系统控制和中断	<a href="#">SPRUFN1</a>	-	X
引导 ROM	<a href="#">SPRUFN5</a>	-	X
多通道缓冲串行端口 (McBSP)	<a href="#">SPRUG80</a>	1	X
串行通信接口 (SCI)	<a href="#">SPRUG75</a>	0	X
串行外设接口 (SPI)	<a href="#">SPRUG73</a>	0	X
增强型控制器局域网 (eCAN)	<a href="#">SPRUEU4</a>	0	X
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)	<a href="#">SPRUG74</a>	0	X
增强型脉宽调制器 (ePWM) 模块	<a href="#">SPRUFZ6</a>	0	X
增强型捕获模块 (eCAP)	<a href="#">SPRUG79</a>	0	X
内部集成电路 (I2C)	<a href="#">SPRUG76</a>	0	X
直接存储器访问 (DMA)	<a href="#">SPRUG78</a>	0	X
外部接口 (XINTF)	<a href="#">SPRUFN4</a>	1	X
浮点单元 (FPU)	<a href="#">SPRUHS1</a>	-	X

(1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。[章节 3](#) 和外设参考指南列出了这些器件特定的差异。

## 2.2 第 2 代器件外设

本节列出了每个第 2 代器件可用的外设。文献编号是指向可下载文档的链接。

### 2.2.1 TMS320F2802x 外设

表 2-6 列出了 TMS320F2802x 器件上可用的外设。

**表 2-6. TMS320F2802x 外设选择指南**

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	28027、 28026、 28023、28022	28021、 28020、 280200
系统控制和中断	SPRUJ09	-	X	X
引导 ROM		-	X	X
模数转换器 (ADC) <sup>(2)</sup>		3	X	X
模数转换器包装器		1	X	X
比较器模块 (COMP)		0	X	X
串行通信接口 (SCI)		0	X	X
串行外设接口 (SPI)		1	X	X
增强型脉宽调制器 (ePWM) 模块		1	X	X
增强型捕获模块 (eCAP)		0	X	X
内部集成电路 (I2C)		0	X	X
InstaSPIN-FOC	SPRUHP4	-	X <sup>(3)</sup>	X <sup>(3)</sup>

- (1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。
- (2) ADC 模块属于 3 类，而比较器模块属于 0 类。
- (3) InstaSPIN-FOC™ 仅在 TMS320F2802xF 器件上可用。

## 2.2.2 TMS320F2803x 外设

表 2-7 列出了 TMS320F2803x 器件上可用的外设。

**表 2-7. TMS320F2803x 外设选择指南**

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	28035、 28033	28034、 28032	28031、 28030
系统控制和中断	SPRU110	-	X	X	X
引导 ROM		-	X	X	X
模数转换器 (ADC) <sup>(2)</sup>		3	X	X	X
模数转换器包装器		1	X	X	X
比较器模块 (COMP)		0	X	X	X
串行通信接口 (SCI)		0	X	X	X
串行外设接口 (SPI)		1	X	X	X
增强型控制器局域网 (eCAN)		0	X	X	X
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)		0	X	X	X
增强型脉宽调制器 (ePWM)		1	X	X	X
增强型捕获模块 (eCAP)		0	X	X	X
内部集成电路 (I2C)		0	X	X	X
本地互连网络 (LIN)		0	X	X	X
高分辨率捕捉 (HRCAP)		0	X	X	-
控制律加速器 (CLA)		0	X	-	-

- (1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。
- (2) ADC 模块属于 3 类，而比较器模块属于 0 类。

### 2.2.3 TMS320x2804x 外设

表 2-8 列出了 TMS320x2804x 器件上可用的外设。

**表 2-8. TMS320x2804x 外设选择指南**

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	28044
系统控制和中断	SPRU712	-	X
引导 ROM	SPRU722	-	X
模数转换器 (ADC)	SPRU716	1	X
模数转换器包装器	SPRU716	0	X
串行通信接口 (SCI)	SPRUFK7	0	X
串行外设接口 (SPI)	SPRUG72	0	X
增强型脉宽调制器 (ePWM) 模块	SPRU791	0	X
内部集成电路 (I2C)	SPRU721	0	X

(1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和外设参考指南中列出了这些器件特定的差异。

### 2.2.4 TMS320F2805x 外设

表 2-9 列出了 TMS320F2805x 器件上可用的外设。

**表 2-9. TMS320F2805x 外设选择指南**

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	28055、28054、 28053	28052、28051、 28050
系统控制和中断	SPRUHE5	-	X	X
引导 ROM		-	X	X
模数转换器 (ADC) <sup>(2)</sup>		3	X	X
模数转换器包装器		1	X	X
比较器模块 (COMP)		1	X	X
缓冲数模转换器 (DAC)		0	X	X
可编程增益放大器 (PGA)		0	X	X
串行通信接口 (SCI)		0	X	X
串行外设接口 (SPI)		1	X	X
增强型控制器局域网 (eCAN)		0	X	X
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)		0	X	X
增强型脉宽调制器 (ePWM)		1	X	X
增强型捕获模块 (eCAP)		0	X	X
内部集成电路 (I2C)		0	X	X
控制律加速器 (CLA)		0	X	-
InstaSPIN - FOC	SPRUHW0	-	X <sup>(3)</sup>	X <sup>(3)</sup>
InstaSPIN-MOTION	SPRUHW1	-	X <sup>(4)</sup>	X <sup>(4)</sup>

(1) 类型变化代表外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。

(2) ADC 模块属于 3 类，而比较器模块属于 1 类。

(3) InstaSPIN-FOC™ 仅在 TMS320F2805xF 和 TMS320F2805xM 器件上可用。

(4) InstaSPIN-MOTION™ 仅在 TMS320F2805xM 器件上可用。

## 2.2.5 TMS320F2806x 外设

表 2-10 列出了 TMS320F2806x 器件上可用的外设。

**表 2-10. TMS320F2806x 外设选择指南**

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	28069、 28065	28068、 28064	28067、 28066、 28063、28062
系统控制和中断	SPRUH18	-	X	X	X
引导 ROM		-	X	X	X
模数转换器 (ADC) <sup>(2)</sup>		3	X	X	X
模数转换器包装器		1	X	X	X
比较器模块 (COMP)		0	X	X	X
串行通信接口 (SCI)		0	X	X	X
串行外设接口 (SPI)		1	X	X	X
增强型控制器局域网 (eCAN)		0	X	X	X
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)		0	X	X	X
增强型脉宽调制器 (ePWM)		1	X	X	X
增强型捕获模块 (eCAP)		0	X	X	X
内部集成电路 (I2C)		0	X	X	X
高分辨率捕捉 (HRCAP)		0	X	X	X
控制律加速器 (CLA)		0	X	-	-
直接存储器访问 (DMA)		0	X	X	X
多通道缓冲串行端口 (McBSP)		1	X	X	X
通用串行总线 (USB)		0	X <sup>(3)</sup>	X <sup>(3)</sup>	X <sup>(3)</sup>
InstaSPIN - FOC	SPRUH19	-	X <sup>(4)</sup>	X <sup>(4)</sup>	X <sup>(4)</sup>
InstaSPIN-MOTION	SPRUHJ0	-	X <sup>(5)</sup>	X <sup>(5)</sup>	X <sup>(5)</sup>
浮点单元 (FPU)	SPRUHS1	-	X	X	X
Viterbi、复杂数学和 CRC 单元 (VCU)		1	X	X	-

(1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。

(2) ADC 模块属于 3 类，而比较器模块属于 0 类。

(3) USB 仅在 TMS320F2806xU、TMS320F2806xF 和 TMS320F2806xM 器件上可用。

(4) InstaSPIN-FOC™ 仅在 TMS320F2806xF 和 TMS320F2806xM 器件上可用。

(5) InstaSPIN-MOTION™ 仅在 TMS320F2806xM 器件上可用。

## 2.2.6 TMS320F28M35x 外设

表 2-11 列出了 TMS320F28M35x 器件上可用的外设。

表 2-11. TMS320F28M35x 外设选择指南

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	M35xx2C	M35xx0B	
系统控制和中断	SPRUH22	-	X	X	
引导 ROM		-	X	X	
模数转换器 (ADC) <sup>(2)</sup>		3	X	X	
模数转换器包装器		2	X	X	
比较器模块 (COMP)		0	X	X	
外设接口 (EPI)		0	X	X	
硬件内置自检模块 (HWBIST)		0	X	X	
<b>Arm® Cortex®-M3 外设</b>					
以太网介质访问控制器 (EMAC)		0	X	-	
同步串行接口 (SSI)		0	X	X	
控制器局域网 (DCAN)	0	X	X		
通用串行总线 (USB)	0	X	-		
M3 内部集成电路 (I2C)	0	X	X		
通用异步收发器 (UART)	0	X	X		
微循环冗余校验 (μCRC) 模块	0	X	X		
直接存储器存取 (μDMA)	0	X	X		
<b>控制子系统 — TI C28x 外设</b>					
串行通信接口 (SCI)	0	X	X		
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)	0	X	X		
增强型脉宽调制器 (ePWM)	2	X	X		
增强型捕获模块 (eCAP)	0	X	X		
内部集成电路 (I2C)	0	X	X		
直接存储器存取模块 (DMA)	0	X	X		
多通道缓冲串行端口 (McBSP)	1	X	X		
串行外设接口 (SPI)	0	X	X		
Viterbi、复杂数学和 CRC 单元 (VCU)	SPRUH51	0	X	X	
浮点单元 (FPU)		-	X	X	

- (1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。
- (2) ADC 模块属于 3 类，而比较器模块属于 0 类。

## 2.2.7 TMS320F28M36x 外设

表 2-12 列出了 TMS320F28M36x 器件上可用的外设。

表 2-12. TMS320F28M36x 外设选择指南

外设	文献编号	类型 <sup>(1)*</sup>	M36xxxC	M36xxxB	
系统控制和中断	SPRUHE8	-	X	X	
引导 ROM		-	X	X	
模数转换器 (ADC) <sup>(2)</sup>		3	X	X	
模数转换器包装器		2	X	X	
比较器模块 (COMP)		0	X	X	
外设接口 (EPI) <sup>(3)</sup>		0	X	X	
硬件内置自检模块 (HWBIST)		0	X	X	
<b>Arm® Cortex®-M3 外设</b>					
以太网介质访问控制器 (EMAC)		0	X	-	
同步串行接口 (SSI)		0	X	X	
控制器局域网 (DCAN)	0	X	X		
通用串行总线 (USB)	0	X	-		
M3 内部集成电路 (I2C)	0	X	X		
通用异步收发器 (UART)	0	X	X		
微循环冗余校验 (μCRC) 模块	0	X	X		
直接存储器存取 (μDMA)	0	X	X		
<b>控制子系统 — TI C28x 外设</b>					
串行通信接口 (SCI)	0	X	X		
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)	0	X	X		
增强型脉宽调制器 (ePWM)	2	X	X		
增强型捕获模块 (eCAP)	0	X	X		
内部集成电路 (I2C)	0	X	X		
直接存储器访问 (DMA)	0	X	X		
多通道缓冲串行端口 (McBSP)	1	X	X		
串行外设接口 (SPI)	0	X	X		
Viterbi、复杂数学和 CRC 单元 (VCU)	SPRUHS1	0	X	X	
浮点单元 (FPU)		-	X	X	

(1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。

(2) ADC 模块属于 3 类，而比较器模块属于 0 类。

(3) EPI 模块由任一 CPU 控制。更多信息，请参阅 SPRUHE8 的相关章节。

## 2.3 第 3 代器件外设

本节列出了每个第 3 代器件可用的外设。文献编号是指向可下载文档的链接。

### 2.3.1 TMS320F2807x 外设

表 2-13 列出了 TMS320F2807x 器件上可用的外设。

表 2-13. TMS320F2807x 外设选择指南

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	28076	28075
系统控制和中断	SPRUHM9	-	X	X
ROM 代码和外设引导		-	X	X
模数转换器 (ADC)		4	X	X
模数转换器包装器		3	X	X
直接存储器存取 (DMA)		0	X	X
控制律加速器 (CLA)		1	X	X
通用输入/输出 (GPIO)		-	X	X
比较器子系统 (CMPSS)		0	X	X
可配置逻辑块 (CLB)		1	X	-
缓冲数模转换器 (DAC)		1	X	X
$\Sigma$ - $\Delta$ 滤波器模块 (SDFM)		0	X	X
硬件内置自检模块 (HWBIST)		0	X	X
增强型捕获模块 (eCAP)		0	X	X
增强型脉宽调制器 (ePWM)		4	X	X
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)		0	X	X
串行外设接口 (SPI)		2	X	X
串行通信接口 (SCI)		0	X	X
内部集成电路 (I2C)		0	X	X
多通道缓冲串行端口 (McBSP)		1	X	X
控制器局域网 (DCAN)		0	X	X
通用串行总线 (USB)	0	X	X	
外部存储器接口 (EMIF)	0	X	X	
纵横制 ( X-BAR )	0	X	X	
三角函数加速器 (TMU)	SPRUHS1	0	X	X
浮点单元 (FPU)		-	X	X

- (1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。



### 2.3.2 TMS320F28002x 外设

表 2-14 列出了 TMS320F28002x 器件上可用的外设。

表 2-14. TMS320F28002x 外设选择指南

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	280025C、 280024C、 280023C	280025、280024、 280023、280022、 280021
系统控制和中断	SPRUIN7	-	X	X
ROM 代码和外设引导		-	X	X
双时钟比较器 (DCC)		2	X	X
模数转换器 (ADC)		5	X	X
模数转换器包装器		3	X	X
直接存储器存取 (DMA)		0	X	X
通用输入/输出 (GPIO)		-	X	X
温度传感器		-	X	X
比较器子系统 (CMPSS)		1	X	X
可配置逻辑块 (CLB)		3	X	-
增强型脉宽调制器 (ePWM)		4	X	X
增强型捕获模块 (eCAP)		2	X	X
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)		2	X	X
高分辨率捕获模块 (HRCAP)		2	X	X
串行外设接口 (SPI)		2	X	X
串行通信接口 (SCI)		0	X	X
内部集成电路 (I2C)		1	X	X
本地互连网络 (LIN)		1	X	X
快速串行接口 (FSI)		1	X	X
电源管理总线模块 (PMBus)		0	X	X
主机接口控制器 (HIC)		1	X	X
背景 CRC-32 (BGCRC)		0	X	X
控制器局域网 (DCAN)		0	X	X
硬件内置自检模块 (HWBIST)		0	X	X
内存开机自检 (MPOST)	0	X	X	
嵌入式实时分析和诊断 (ERAD)	1	X	X	
纵横制 (X-BAR)	0	X	X	
三角函数加速器 (TMU)	SPRUHS1	1	X	X
循环冗余校验 (VCRC)		-	X	X
浮点单元 (FPU)		-	X	X
ROM 中的电机控制库	SPRUJ26	-	X <sup>(2)</sup>	-

(1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。

(2) ROM 中的电机控制库仅在 TMS320F28002xC 器件上可用。

### 2.3.3 TMS320F28003x 外设

表 2-15 列出了 TMS320F28003x 器件上可用的外设。

表 2-15. TMS320F28003x 外设选择指南

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	280039C、 280038C、 280037C、 280036C	280039、 280038、 280037、 280036、 280034	280033
系统控制和中断	SPRUIW9	-	X	X	X
ROM 代码和外设引导		-	X	X	X
双时钟比较器 (DCC)		2	X	X	X
模数转换器 (ADC)		5	X	X	X
模数转换器包装器		3	X	X	X
高级加密标准 (AES) 加速器		-	X	X	X
直接存储器存取 (DMA)		0	X	X	X
通用输入/输出 (GPIO)		-	X	X	X
温度传感器		-	X	X	X
比较器子系统 (CMPSS)		2	X	X	X
可配置逻辑块 (CLB)		3	X	-	-
双时钟比较器 (DCC)		-	X	X	X
增强型脉宽调制器 (ePWM)		4	X	X	X
增强型捕获模块 (eCAP)		2	X	X	X
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)		2	X	X	X
高分辨率捕获模块 (HRCAP)		2	X	X	X
串行外设接口 (SPI)		2	X	X	X
串行通信接口 (SCI)		0	X	X	X
内部集成电路 (I2C)		1	X	X	X
本地互连网络 (LIN)		1	X	X	X
快速串行接口 (FSI)		2	X	X	X
电源管理总线模块 (PMBus)		0	X	X	X
主机接口控制器 (HIC)		1	X	X	X
背景 CRC-32 (BGCR32)		0	X	X	X
控制器局域网 (DCAN)		0	X	X	X
嵌入式实时分析和诊断 (ERAD)		1	X	X	X
控制律加速器 (CLA)		2	X	X	-
硬件内置自检模块 (HWBIST)		0	X	X	X
内存开机自检 (MPOST)		0	X	X	X
缓冲数模转换器 (DAC)		2	X	X	X
$\Sigma$ - $\Delta$ 滤波器模块 (SDFM)	2	X	X	X	
模块化控制器局域网 (MCAN)	1	X	X	X	
嵌入式图形发生器 (EPG)	0	X	X	X	
纵横制 (X-BAR)	0	X	X	X	

**表 2-15. TMS320F28003x 外设选择指南 (续)**

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	280039C、 280038C、 280037C、 280036C	280039、 280038、 280037、 280036、 280034	280033
三角函数加速器 (TMU)	SPRUHS1	1	X	X	X
循环冗余校验 (VCRC)		-	X	X	X
浮点单元 (FPU)		-	X	X	X
ROM 中的电机控制库	SPRUJ26	-	X <sup>(2)</sup>	-	-

- (1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。
- (2) ROM 中的电机控制库仅在 TMS320F28003xC 器件上可用。

### 2.3.4 TMS320F28004x 外设

表 2-16 列出了 TMS320F28004x 器件上可用的外设。

**表 2-16. TMS320F28004x 外设选择指南**

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	280049C、280049、280048C、 280048、280045、280041C、 280041、280040C、280040
系统控制和中断	SPRUI33	-	X
ROM 代码和外设引导		-	X
双时钟比较器 (DCC)		1	X
模数转换器 (ADC)		5	X
模数转换器包装器		3	X
直接存储器存取 (DMA)		0	X
控制律加速器 (CLA)		2	X
可配置逻辑块 (CLB)		2	X <sup>(2)</sup>
通用输入/输出 (GPIO)		-	X
温度传感器		-	X
比较器子系统 (CMPSS)		1	X
缓冲数模转换器 (DAC)		2	X
可编程增益放大器 (PGA)		1	X
$\Sigma$ - $\Delta$ 滤波器模块 (SDFM)		1	X
增强型脉宽调制器 (ePWM)		4	X
增强型捕获模块 (eCAP)		1	X
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)		1	X
高分辨率捕获模块 (HRCAP)		1	X
串行外设接口 (SPI)		2	X
串行通信接口 (SCI)		0	X
内部集成电路 (I2C)		1	X
本地互连网络 (LIN)		1	X
快速串行接口 (FSI)		0	X
电源管理总线模块 (PMBus)	0	X	
CLA 程序 ROM CRC (CLAPROMCRC)	0	X	
控制器局域网 (DCAN)	0	X	
内存开机自检 (MPOST)	0	X	
嵌入式实时分析和诊断 (ERAD)	0	X	
纵横制 (X-BAR)	0	X	
三角函数加速器 (TMU)	SPRUHS1	0	X
Viterbi、复杂数学和 CRC 单元 (VCU-I)		1	X
浮点单元 (FPU)		-	X
InstaSPIN-FOC	SPRUHJ1	-	X <sup>(3)</sup>

(1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。

(2) 可配置逻辑块 (CLB) 仅在 TMS320F28004xC 器件上可用。

(3) InstaSPIN-FOC™ 仅在 TMS320F28004xC 器件上可用。

### 2.3.5 TMS320F280013x 外设

表 2-17 列出了 TMS320F280013x 器件上可用的外设。

表 2-17. TMS320F280013x 外设选择指南

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	2800137、 2800135、 2800133	2800132
系统控制和中断	SPRUHX1	-	X	X
ROM 代码和外设引导		-	X	X
双时钟比较器 (DCC)		2	X	X
模数转换器 (ADC)		5	X	X
模数转换器包装器		3	X	X
通用输入/输出 (GPIO)		-	X	X
温度传感器		-	X	X
比较器子系统 (CMPSS)		2	X	X
比较器子系统精简版 (CMPSS_LITE)		0	X	X
嵌入式图形发生器 (EPG)		0	X	X
增强型脉宽调制器 (ePWM)		4	X	X
增强型捕获模块 (eCAP)		2	X	X
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)		2	X	X
串行外设接口 (SPI)		2	X	X
串行通信接口 (SCI)		0	X	X
内部集成电路 (I2C)		1	X	X
控制器局域网 (CAN)		0	X	-
内存开机自检 (MPOST)		0	X	X
纵横制 (X-BAR)		0	X	X
三角函数加速器 (TMU)		SPRUHS1	0	X
浮点单元 (FPU)	-		X	X
InstaSPIN-FOC	SPRUHJ1	-	X <sup>(2)</sup>	-

(1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。

(2) InstaSPIN-FOC™ 仅在这些器件上可用。

### 2.3.6 TMS320F280015x 外设

表 2-18 列出了 TMS320F280015x 器件上可用的外设。

表 2-18. TMS320F280015x 外设选择指南

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	2800157、 2800155、 2800153
系统控制和中断	SPRUIY4	-	X
ROM 代码和外设引导		-	X
双时钟比较器 (DCC)		2	X
模数转换器 (ADC)		5	X
模数转换器包装器		3	X
通用输入/输出 (GPIO)		-	X
温度传感器		-	X
比较器子系统 (CMPSS)		2	X
比较器子系统精简版 (CMPSS_LITE)		0	X
嵌入式图形发生器 (EPG)		0	X
增强型脉宽调制器 (ePWM)		4	X
增强型捕获模块 (eCAP)		2	X
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)		2	X
串行外设接口 (SPI)		2	X
串行通信接口 (SCI)		0	X
内部集成电路 (I2C)		1	X
本地互连网络 (LIN)		1	X
电源管理总线模块 (PMBus)		0	X
锁步比较模块 (LCM)		0	X
控制器局域网 (DCAN)		0	X
模块化控制器局域网 (MCAN)	2	X	
内存开机自检 (MPOST)	0	X	
纵横制 (X-BAR)	0	X	
三角函数加速器 (TMU)	SPRUHS1	0	X
循环冗余校验 (VCRC)		-	X
浮点单元 (FPU)		-	X
InstaSPIN-FOC	SPRUHJ1	-	X

(1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。

### 2.3.7 TMS320F2837xD 外设

表 2-19 列出了 TMS320F2837xD 器件上可用的外设。

表 2-19. TMS320F2837xD 外设选择指南

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	28379D、28377D、28376D、 28375D、28374D
系统控制和中断	SPRUHM8	-	X
ROM 代码和外设引导		-	X
模数转换器 (ADC)		4	X
模数转换器包装器		3	X
温度传感器		-	X
直接存储器存取 (DMA)		0	X
控制律加速器 (CLA)		1	X
可配置逻辑块 (CLB)		1	X
处理器间通信 (IPC)		-	X
通用输入/输出 (GPIO)		-	X
比较器子系统 (CMPSS)		0	X
缓冲数模转换器 (DAC)		1	X
$\Sigma$ - $\Delta$ 滤波器模块 (SDFM)		0	X
硬件内置自检模块 (HWBIST)		0	X
增强型脉宽调制器 (ePWM)		4	X
增强型捕获模块 (eCAP)		0	X
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)		0	X
串行外设接口 (SPI)		2	X
串行通信接口 (SCI)		0	X
内部集成电路 (I2C)		0	X
多通道缓冲串行端口 (McBSP)		1	X
控制器局域网 (DCAN)		0	X
通用串行总线 (USB)		0	X
通用并行端口 (uPP)	0	X	
外部存储器接口 (EMIF)	0	X	
纵横制 (X-BAR)	0	X	
三角函数加速器 (TMU)	SPRUHS1	0	X
Viterbi、复杂数学和 CRC 单元 (VCU-II)		2	X
浮点单元 (FPU)		-	X

(1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。

### 2.3.8 TMS320F2837xS 外设

表 2-20 列出了 TMS320F2837xS 器件上可用的外设。

**表 2-20. TMS320F2837xS 外设选择指南**

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	28379S、28377S、28376S、 28375S、28374S
系统控制和中断	SPRUHX5	-	X
ROM 代码和外设引导		-	X
模数转换器 (ADC)		4	X
模数转换器包装器		3	X
温度传感器		-	X
直接存储器存取 (DMA)		0	X
控制律加速器 (CLA)		1	X
可配置逻辑块 (CLB)		1	X
通用输入/输出 (GPIO)		-	X
比较器子系统 (CMPSS)		0	X
缓冲数模转换器 (DAC)		1	X
$\Sigma$ - $\Delta$ 滤波器模块 (SDFM)		0	X
硬件内置自检模块 (HWBIST)		0	X
增强型脉宽调制器 (ePWM)		4	X
增强型捕获模块 (eCAP)		0	X
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)		0	X
串行外设接口 (SPI)		2	X
串行通信接口 (SCI)		0	X
内部集成电路 (I2C)		0	X
多通道缓冲串行端口 (McBSP)		1	X
控制器局域网 (DCAN)	0	X	
通用串行总线 (USB)	0	X	
通用并行端口 (uPP)	0	X	
外部存储器接口 (EMIF)	0	X	
纵横制 (X-BAR)	0	X	
三角函数加速器 (TMU)	SPRUHS1	0	X
Viterbi、复杂数学和 CRC 单元 (VCU-II)		2	X
浮点单元 (FPU)		-	X

(1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。



### 2.3.9 TMS320F2838x 外设

表 2-21 列出了 TMS320F2838x 器件上可用的外设。

**表 2-21. TMS320F2838x 外设选择指南**

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	28388D、 28388S	28386D、 28386S	28384D、 28384S
系统控制和中断	SPRU110	-	X	X	X
ROM 代码和外设引导		-	X	X	X
双时钟比较器 (DCC)		2	X	X	X
模数转换器 (ADC)		4	X	X	X
模数转换器包装器		3	X	X	X
温度传感器		-	X	X	X
直接存储器存取 (DMA)		0	X	X	X
控制律加速器 (CLA)		2	X	X	X
可配置逻辑块 (CLB)		3	X	X	-
处理器间通信 (IPC)		-	X	X	X
通用输入/输出 (GPIO)		-	X	X	X
比较器子系统 (CMPSS)		1	X	X	X
嵌入式实时分析和诊断 (ERAD)		1	X	X	X
<b>连接管理器 - Arm® Cortex®-M4 外设</b>					
EtherCAT® 从属器件控制器 (ESC)		0	X	-	-
以太网介质访问控制器 (EMAC)		0	X	X	X
模块化控制器局域网 (MCAN)		0	X	X	X
CM 内部集成电路 (I2C)	-	X	X	X	
同步串行接口 (SSI)	0	X	X	X	
通用异步收发器 (UART)	0	X	X	X	
<b>C28x 外设</b>					
缓冲数模转换器 (DAC)	1	X	X	X	
$\Sigma$ - $\Delta$ 滤波器模块 (SDFM)	2	X	X	X	
增强型脉宽调制器 (ePWM)	4	X	X	X	
硬件内置自检模块 (HWBIST)	0	X	X	X	
增强型捕获模块 (eCAP)	2	X	X	X	
高分辨率捕获模块 (HRCAP)	2	X	X	X	
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)	2	X	X	X	
串行外设接口 (SPI)	2	X	X	X	
串行通信接口 (SCI)	0	X	X	X	
内部集成电路 (I2C)	1	X	X	X	
多通道缓冲串行端口 (McBSP)	1	X	X	X	
控制器局域网 (CAN)	0	X	X	X	
内存开机自检 (MPOST)	0	X	X	X	
通用串行总线 (USB)	0	X	X	X	
背景 CRC-32 (BGCRC)	0	X	X	X	
通用循环冗余校验 (GCRC)	-	X	X	X	
外部存储器接口 (EMIF)	0	X	X	X	
快速串行接口 (FSI)	1	X	X	X	
电源管理总线 (PMBus)	0	X	X	X	
纵横制 (X-BAR)	0	X	X	X	

**表 2-21. TMS320F2838x 外设选择指南 (续)**

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	28388D、 28388S	28386D、 28386S	28384D、 28384S
三角函数加速器 (TMU)	SPRUHS1	0	X	X	X
循环冗余校验 (VCRC)		-	X	X	X
浮点单元 (FPU32 和 FPU64)		-	X	X	X

(1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。

### 2.3.10 TMS320F28P55x 外设

表 2-22 列出了 TMS320F28P55x 器件上可用的外设。

表 2-22. TMS320F28P55x 外设选择指南

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	28P559S	28P550S
系统控制和中断	SPRUJ53	-	X	X
ROM 代码和外设引导		-	X	X
双时钟比较器 (DCC)		2	X	X
模数转换器 (ADC)		6	X	X
模数转换器包装器		5	X	X
高级加密标准 (AES) 加速器		0	X	X
温度传感器		-	X	X
直接存储器存取 (DMA)		0	X	X
控制律加速器 (CLA)		2	X	X
可配置逻辑块 (CLB)		3	X	X
处理器间通信 (IPC)		-	X	X
通用输入/输出 (GPIO)		-	X	X
比较器子系统 (CMPSS)		6	X	X
嵌入式图形发生器 (EPG)		0	X	X
嵌入式实时分析和诊断 (ERAD)		2	X	X
模块化控制器局域网 (MCAN)		2	X	X
缓冲数模转换器 (DAC)		2	X	X
可编程增益放大器 (PGA)		2	X	X
增强型脉宽调制器 (ePWM)		4	X	X
增强型捕获模块 (eCAP)		2	X	X
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)		2	X	X
串行外设接口 (SPI)		2	X	X
串行通信接口 (SCI)		0	X	X
内部集成电路 (I2C)		2	X	X
本地互连网络 (LIN)		1	X	X
通用串行总线 (USB)		0	X	X
快速串行接口 (FSI)		2	X	X
电源管理总线 (PMBus)	1	X	X	
内存开机自检 (MPOST)	0	X	X	
神经网络处理单元 (NPU)	0	X	X	
纵横制 (X-BAR)	0	X	X	
三角函数数学单元 (TMU)	SPRUHS1	1	X	X
循环冗余校验 (VCRC)		-	X	X
浮点单元 (FPU32)		-	X	X

(1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。

### 2.3.11 TMS320F28P65x 外设

表 2-23 列出了 TMS320F28P65x 器件上可用的外设。

表 2-23. TMS320F28P65x 外设选择指南

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	28P659DH 、 28P659DK	28P659SH	28P650DH	28P650DK	28P650SH 、 28P650SK
系统控制和中断	SPRU1Z1	-	X	X	X	X	X
ROM 代码和外设引导		-	X	X	X	X	X
双时钟比较器 (DCC)		2	X	X	X	X	X
模数转换器 (ADC)		4	X	X	X	X	X
模数转换器包装器		3	X	X	X	X	X
高级加密标准 (AES) 加速器		-	X	X	X	X	X
温度传感器		-	X	X	X	X	X
直接存储器存取 (DMA)		0	X	X	X	X	X
控制律加速器 (CLA)		2	X	X	X	X	X
可配置逻辑块 (CLB)		3	X	X	X	X	X
处理器间通信 (IPC)		-	X	X	X	X	X
通用输入/输出 (GPIO)		-	X	X	X	X	X
比较器子系统 (CMPSS)		6	X	X	X	X	X
嵌入式图形发生器 (EPG)		0	X	X	X	X	X
嵌入式实时分析和诊断 (ERAD)		2	X	X	X	X	X
EtherCAT 从属器件控制器 (ESC)		0	-	-	-	X	X
模块化控制器局域网 (MCAN)		2	X	X	X	X	X
通用异步收发器 (UART)		0	X	X	X	X	X
缓冲数模转换器 (DAC)		1	X	X	X	X	X
$\Sigma$ - $\Delta$ 滤波器模块 (SDFM)		2	X	X	X	X	X
增强型脉宽调制器 (ePWM)		5	X	X	X	X	X
硬件内置自检模块 (HWBIST)		0	X	X	X	X	X
增强型捕获模块 (eCAP)		3	X	X	X	X	X
高分辨率捕获模块 (HRCAP)		2	X	X	X	X	X
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)		2	X	X	X	X	X
串行外设接口 (SPI)		2	X	X	X	X	X
串行通信接口 (SCI)		0	X	X	X	X	X
内部集成电路 (I2C)		1	X	X	X	X	X
本地互连网络 (LIN)		1	X	X	X	X	X
控制器局域网 (CAN)		0	X	X	X	X	X
内存开机自检 (MPOST)	0	X	X	X	X	X	
通用串行总线 (USB)	0	X	X	X	X	X	
背景 CRC-32 (BGCRC)	2	X	X	X	X	X	
外部存储器接口 (EMIF)	0	-	X	X	X	-	
快速串行接口 (FSI)	2	X	X	X	X	X	
电源管理总线 (PMBus)	0	X	X	X	X	X	
锁步比较模块 (LCM)	0	X	-	-	X	-	
纵横制 (X-BAR)	0	X	X	X	X	X	

表 2-23. TMS320F28P65x 外设选择指南 (续)

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	28P659DH	28P659SH	28P650DH	28P650DK	28P650SH
			28P659DK				28P650SK
三角函数数学单元 (TMU)	SPRUHS1	1	X	X	X	X	X
循环冗余校验 (VCRC)		-	X	X	X	X	X
浮点单元 (FPU32 和 FPU64)		-	X	X	X	X	X

(1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。

### 2.3.12 F28E12x 外设

表 2-24 列出了 F28E12x 器件上可用的外设。

表 2-24. F28E12x 外设选择指南

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	F28E120SC、 F28E120SB
系统控制和中断	SPRUJD3	-	X
ROM 代码和外设引导		-	X
双时钟比较器 (DCC)		1	X
模数转换器 (ADC)		7	X
模数转换器包装器		6	X
通用输入/输出 (GPIO)		-	X
温度传感器		-	X
直接存储器存取 (DMA)		0	X
比较器子系统精简版 (CMPSS_LITE)		0	X
可编程增益放大器 (PGA)		3	X
多通道脉宽调制器 (MCPWM)		0	X
增强型捕获模块 (eCAP)		2	X
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)		2	X
串行外设接口 (SPI)		2	X
串行通信接口 (SCI)		0	X
内部集成电路 (I2C)		2	X
通用异步收发器 (UART)		0	X
纵横制 (X-BAR)		0	X
浮点单元 (FPU)		SPRUHS1	-

(1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。

## 2.4 第 4 代器件外设

本节列出了每个第 4 代器件可用的外设。文献编号是指向可下载文档的链接。

### 2.4.1 F29H85x 和 F29P58x 外设

表 2-25 列出了 F29H85x 和 F29P58x 器件上可用的外设。

**表 2-25. F29H85x 和 F29P58x 外设选择指南**

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	29H85x	29P58x
系统控制和中断	SPRUJ79	-	X	X
外设中断和优先级扩展 (PIPE)		0	X	X
ROM 代码和外设引导		-	X	X
数据记录器和跟踪 (DLT)		0	X	X
双时钟比较器 (DCC)		2	X	X
模数转换器 (ADC) - 12 位		5	X	X
模数转换器 (ADC) - 16 位		4	X	X
模数转换器包装器		5	X	X
实时直接存储器存取 (RTDMA)		0	X	X
可配置逻辑块 (CLB)		3	X	X
处理器间通信 (IPC)		1	X	X
通用输入/输出 (GPIO)		-	X	X
比较器子系统 (CMPSS)		6	X	X
嵌入式图形发生器 (EPG)		0	X	X
嵌入式实时分析和诊断 (ERAD)		5	X	X
错误聚合器		0	X	X
错误信令模块 (ESM)		0	X	X
EtherCAT 从属器件控制器 (ESC)		0	X	-
模块化控制器局域网 (MCAN)		2	X	X
通用异步收发器 (UART)		0	X	X
缓冲数模转换器 (DAC)		2	X	X
$\Sigma$ - $\Delta$ 滤波器模块 (SDFM)		2	X	X
增强型脉宽调制器 (ePWM)		5	X	X
高分辨率脉宽调制器 (HRPWM)		5	X	X
内存开机自检 (MPOST)		0	X	X
逻辑开机自检 (LPOST)		0	X	X
增强型捕获模块 (eCAP)		3	X	X
高分辨率捕获模块 (HRCAP)		3	X	-
增强型正交编码器脉冲 (eQEP)		2	X	X
单边沿半字节传输 (SENT)		1	X	X
串行外设接口 (SPI)		2	X	X
内部集成电路 (I2C)		2	X	X
本地互连网络 (LIN)	1	X	X	
外部存储器接口 (EMIF)	0	X	-	
快速串行接口 RX/FX (FSI)	2	X	X	
电源管理总线 (PMBus)	1	X	X	
锁步比较模块 (LCM)	1	X	X	

**表 2-25. F29H85x 和 F29P58x 外设选择指南 (续)**

外设	文献编号	类型 <sup>(1)</sup>	29H85x	29P58x
温度传感器		-	X	X
功能安全和信息安全 (SSU)		0	X	X
波形分析仪诊断 (WADI)		0	X	X
纵横制 ( X-BAR )		1	X	X
硬件安全模块 (HSM)		-	X	X
加密加速器		-	X	X
三角函数加速器 (TMU)		1	X	X
浮点单元 ( FPU32 和 FPU64 )		-	X	X

(1) 一个类型变化代表一个外设模块中的主要功能特性差异。在外设类型中，器件之间可能存在细微差异，但不会影响模块的基本功能。章节 3 和 TRM 中列出了这些器件特定的差异。





以下各节简要介绍了外设。

<b>3.1 协处理器和 CPU 扩展指令集</b> .....	<b>42</b>
<b>3.2 系统外设</b> .....	<b>45</b>
<b>3.3 控制外设</b> .....	<b>57</b>
<b>3.4 通信外设</b> .....	<b>70</b>

## 3.1 协处理器和 CPU 扩展指令集

### 3.1.1 控制律加速器 (CLA) 模块

控制律加速器 (CLA) 模块是一款独立、完全可编程的 32 位浮点数学处理器，为器件系列实现了并发控制环路执行。CLA 的低中断延迟使 CLA 能够“及时”读取 ADC 样本。这显著降低了 ADC 采样到输出延迟，从而实现了更快的系统响应和更高 MHz 的控制环路。通过利用 CLA 为时间关键型控制环路提供服务，可腾出主 CPU 来执行其他系统任务，如通信和诊断。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-1 列出了 CLA 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-1. 控制律加速器 (CLA) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 CLA 模块类型	2803x	仅支持数据 RAM0 和 1，并且在 CLA 数据 RAM 启用后不允许访问 CPU。
		2805x、2806x	增加了对数据 RAM2 的支持并增加了启用 CPU 访问数据 RAM 的选项。
1	将程序地址可达性增加至 16 位；添加了支持新地址范围的指令；添加了两种新的偏移寻址模式；CLA 程序存储器现在可由用户选择，并且可驻留在较低 64k 地址空间内的任何位置（不包括 M0 和 M1 空间）。现在，在系统级完成了将控制权交给 CLA 并为任务分配触发器的工作；任务现在可以在主 CPU 执行过程中触发中断。	2807x、2837xD、2837xS	-
2	添加了后台代码模式，可在后台运行诸如通信和清理例程之类的任务；后台任务持续运行，直到禁用或器件/软复位；后台任务可由外设或软件触发；其他前台任务可以按照定义的优先顺序中断后台任务；增加了使后台代码部分不可中断的规定；增加了具有真正软件断点支持的调试增强功能，CLA 从调试停止期间停止的相同地址重新获取。	28003x、28004x、2838x、28P55x、28P65x	-

### 3.1.2 浮点单元 (FPU)

CPU 加浮点 (C28x+FPU) 处理器可通过增加支持 IEEE 单精度浮点运算的寄存器和指令来扩展定点 CPU 的功能。具有 C28x+FPU 的器件包含标准寄存器集以及一组额外的浮点单元寄存器。额外的浮点单元寄存器如下：

- 八个浮点结果寄存器，RnH (其中 n=0 - 7)
- 浮点状态寄存器 (STF)
- 重复块寄存器 (RB)

除重复块寄存器外，所有浮点寄存器都被隐藏。这种隐藏可用于高优先级中断，以实现浮点寄存器的快速上下文保存和恢复。

在 C29x 中，FPU 作为内置指令在 CPU 子系统本身上提供。

有关 C28x 指令的更多信息，请参阅 [TMS320C28x 扩展指令集技术参考手册](#)。

表 3-2 列出了 FPU 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-2. 浮点单元 (FPU) 类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
-	原始 FPU 指令集	2806x、2807x、28004x、280013x、 280015x、2833x、2834x、2837xD、 2837xS、28E12x、28P55x、M35x、 M36x	-
		28002x、28003x	提供有关快速整数除法的新说明。
		2838x、28P65x	附加双精度浮点指令集 (FPU64)。提供有关快速整数除法的新说明。
		29H85x、29P58x	FPU 内置在 CPU 中。FPU64 仅存在于 CPU3 中。请参阅器件型号。

### 3.1.3 Viterbi、复杂数学和 CRC 单元 (VCU)

C28x Viterbi、复杂数学和 CRC 单元 (VCU) 是一个完全可编程的块，与单独的 C28x CPU 相比，基于通信的算法的性能最高可提高 8 倍。除了无需使用第二个处理器来管理通信链路之外，VCU 的性能提升还为未来系统的增长和更高的比特率提供了空间，或者反过来使器件能够以更低的频率运行以降低系统成本和功耗。

更多信息，请参阅 [TMS320C28x 扩展指令集技术参考手册](#)。

表 3-3 列出了 VCU 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-3. Viterbi、复杂数学和 CRC 单元 (VCU) 类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0/1	原始 VCU 模块类型 (两种类型等效)	2806x、28004x、M35x、M36x	-
2	添加了指令以提高 Viterbi 解码、复杂算术指令、复杂 FFT、AES 加密和解密的性能。添加了有关 VCU 和 C28x 之间直接寄存器访问的说明。向 PIE 添加了中断。	2837xD、2837xS	-

### 3.1.4 循环冗余校验 (VCRC) 模块

CPU 加 VCRC (C28x+VCRC) 处理器可通过增加支持 CRC 的寄存器和指令来扩展 CPU 的功能。CRC 算法提供了一种简单的方法来验证大型数据块、通信数据包或代码段上的数据完整性。C28x+VCRC 可执行 8 位、16 位、24 位和 32 位 CRC。

有关 C28x 指令的更多信息，请参阅 [TMS320C28x 扩展指令集技术参考手册](#)。

表 3-4 列出了 VCRC 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-4. 循环冗余校验 (VCRC) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 VCRC 模块类型	28002x、28003x、280015x、2838x、 28P55x、28P65x	-

### 3.1.5 三角函数加速器 (TMU)

三角函数加速器 (TMU) 是一款扩展 C28x+FPU 功能的加速器，专门设计用于加快常见三角函数和算术运算的执行速度。

在 C29x 中，TMU 作为内置指令在 CPU 子系统本身上提供。

有关 C28x 指令的更多信息，请参阅 [TMS320C28x 扩展指令集技术参考手册](#)。

表 3-5 列出了 TMU 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-5. 三角函数加速器 (TMU) 类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 TMU 模块类型	2807x、28004x、280013x、280015x、 2837xD、2837xS、2838x	-
1	添加了支持 NLPID 的新指令	28002x、28003x、28P55x、28P65x  29H85x、29P58x	-  TMU 内置在 CPU 中。TMU64 仅存在于 CPU3 中。请参阅器件型号。

## 3.2 系统外设

以下部分介绍了系统外设。

### 3.2.1 高级加密标准 (AES) 加速器模块

高级加密标准 (AES) 加速器模块基于二进制密钥提供硬件加速的数据加密和解密操作。AES 是一种对称的密码模块，支持用于加密和解密的 128 位、192 位或 256 位硬件密钥。AES 模块基于对称算法，这表示加密与解密密钥相同。加密数据意味着将数据从明文转换为难以理解的形式，即所谓密文。密文解密是将之前加密的数据转换回其原始形式，即明文。

独立 AES 模块可在应用 CPU 子系统或硬件安全模块 (HSM) 中找到，具体取决于器件。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-6 列出了 AES 加速器模块类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-6. 高级加密标准 (AES) 加速器模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 AES 加速器模块类型	28003x、2838x、28P55x、28P65x	-
1	支持安全和公共上下文	29H85x、29P58x	通过 HSM 提供加密加速器。

### 3.2.2 背景 CRC-32 (BGCR) 模块

背景 CRC (BGCR) 模块在可配置的存储器块上计算 CRC-32。BGCR 通过在 CPU、CLA 或 DMA 不存取指定的存储器块的空闲周期中获取该存储器块来实现的。计算出的 CRC-32 值与黄金 CRC-32 值进行比较以指示通过还是未通过。本质上，BGCR 有助于识别存储器故障和损坏。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-7 列出了 BGCR 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-7. 背景 CRC-32 (BGCR) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 BGCR 模块类型	28002x、28003x、28004x、2838x、28P65x	-

### 3.2.3 引导 ROM

引导 ROM 通过引导加载软件进行了出厂编程。引导模式信号 (通用 I/O) 用于指示引导加载程序软件使用哪种模式。引导 ROM 还包含用于 IQ 数学相关算法的标准数学表，例如 SIN/COS。

特定于器件的引导 ROM 指南包括：

- [TMS320x281x 引导 ROM 参考指南](#)
- [TMS320x280x、2801x、2804x DSP 引导 ROM 参考指南](#)
- [TMS320x2834x 引导 ROM 参考指南](#)

对于上面未列出的器件，请参阅器件特定的技术参考手册。

### 3.2.4 交叉开关 (X-BAR) 模块

交叉开关 (X-BAR) 模块通过多路复用器阵列扩展了模块与外部 I/O 之间的连接。交叉开关模块由各种子模块组成，这些子模块负责不同类型的连接。例如，输入 XBAR 模块包含多个相同的多路复用器，其中每个多路复用器的输入是器件上的 GPIO 和 AIO。这些多路复用器的输出可以通过器件内的各种模块访问，从而实现灵活的 I/O

连接和更简单的设计。相比之下，CLB X-BAR 子模块从内部器件信号获取输入，并将其路由到 CLB 模块的输入多路复用器。针对 EPWM-XBAR、输出 X-BAR 等其他子模块重复了类似的模式。

有关更多信息，请参阅特定于器件的技术参考手册。

表 3-8 列出了 BAR 模块类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-8. 交叉开关 (X-BAR) 类型说明**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 C28 X-BAR 模块类型	2807x、2837xD、2837xS、28004x	CLB X-BAR、EPWM X-BAR、输入 X-BAR、输出 X-BAR
		2838x、28002x、28003x、28P55x	添加了 CLB 输入 X-BAR、CLB 输出 X-BAR
		28E12x、280013x、280015x	与 CLB 相关的 X-BAR 子模块不适用/已删除
		28P65x	添加了 MINDB X-BAR、ICL X-BAR
1	原始 C29 X-BAR 模块类型	29H85x、29P58x	更改了 X-BAR 子模块的结构，删除了 CLB 输入 X-BAR、CLB 输出 X-BAR，将输入 X-BAR 扩展到了 64 个多路复用器。输出 X-BAR 的附加功能。

### 3.2.5 数据记录器和跟踪 (DLT) 模块

对于关键 CPU 运行时内容，数据记录器和跟踪 (DLT) 模块能够控制记录哪些数据、何时开始记录数据以及要采集的数据大小。关键运行时内容可以包含在计算内容时需要监控的任何信息。当记录数据时，DLT 为非侵入式，这意味着对运行时或 CPU 内核行为没有影响。在关键任务（例如控制环路）中查看计算中间值的功能可以帮助用户微调环路。DLT 模块可以向中断控制器生成中断，发出 RTDMA 传输请求以及与 ERAD 事件触发器交互。

DLT 可以对数据执行收集、加时间戳、预过滤、导出以及实时和事后分析。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-9 列出了 DLT 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-9. 数据记录器和跟踪 (DLT) 类型说明**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 DLT 模块类型	29H85x、29P58x	-

### 3.2.6 直接存储器存取 (DMA) 模块

直接存储器存取 (DMA) 模块提供了一种在外设和存储器之间传输数据而无需 CPU 干预的硬件方法，从而释放了带宽给其他系统功能使用。此外，DMA 还能够在数据传输时对数据进行正交重排，以及在缓冲器之间对数据执行“乒乓”操作。这些特性对于将数据结构化为模块以实现 CPU 处理非常有用。

器件特定的 DMA 指南是：

- [TMS320x2834x 直接存储器存取 \(DMA\) 模块参考指南](#)

对于上面未列出的器件，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-10 列出了 DMA 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-10. 直接存储器存取 (DMA) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 DMA 模块类型	2834x	DMA 不会连接到 ePWM。
		2823x、2833x、M35x、M36x	添加了 ADC 和 ePWM 接口。
		2806x	添加了 USB 接口。
		2807x、28002x、28003x、28004x、2837xD、2837xS、2838x、28P55x、28P65x	添加了 SPI 和 SDFM 接口（适用于带 SDFM 的器件）。修改了外设中断事件触发器配置寄存器。
		28E12x	
			6 通道模块。
			2 通道模块。

### 3.2.7 双时钟比较器 (DCC) 模块

双路时钟比较器 (DCC) 模块用于根据第二个时钟评估和监测时钟输入，第二个时钟可以是更准确和可靠的版本。该仪器用于检测时钟源或时钟结构中的故障，从而增强系统的安全性指标。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-11 列出了 DCC 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-11. 双路时钟比较器 (DCC) 类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
1	原始 DCC 模块类型	28004x、28E12x	-
2	添加了 4 位密钥以启用对 DCC 时钟源 0 的写入、支持 FIFO 和出错继续模式。	28002x、28003x、280013x、 280015x、2838x、28P55x、28P65x、 29H85x、29P58x	针对计数器 0 和计数器 1 的时钟源在器件之间有所不同。

### 3.2.8 嵌入式图形发生器 (EPG) 模块

嵌入式图形发生器 (EPG) 模块是可定制的图形和时钟发生器，适用于许多需要简单图形发生器或周期性时钟发生器的测试和应用场景。EPG 模块还可用于采集传入的串行数据流。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-12 列出了 EPG 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-12. 嵌入式图形发生器 (EPG) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 EPG 模块类型	28003x	只有一个时钟发生器可用。
		280013x、280015x、28P55x、 28P65x、29H85x、29P58x	有两个时钟发生器可用。

### 3.2.9 嵌入式实时分析和诊断 (ERAD) 模块

嵌入式实时分析和诊断 (ERAD) 模块增强了器件的调试和系统分析功能。ERAD 模块提供的调试和系统分析增强功能在 CPU 之外完成。ERAD 模块可由调试器和应用软件访问，这显著提高了许多实时系统的调试功能，尤其是在调试器未连接的情况下。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-13 列出了 ERAD 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-13. 嵌入式实时分析和诊断 (ERAD) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 ERAD 模块类型	28004x	-
1	添加了 CRC 块。添加了事件屏蔽和导出特性。	28002x、28003x、2838x	-
2	添加了程序计数器跟踪功能。	28P55x、28P65x	-
5	ERAD 模块类型	29H85x、29P58x	-



### 3.2.10 错误聚合器模块

错误聚合器是外设之间的接口模块，可产生各种错误，例如 C29x、RTDMA、存储器控制器、外设桥、读取接口和 ESM (错误信令模块)。错误聚合器的主要用途是累加来自各种源的各种错误，并向 ESM 模块提供聚合的错误输出。该模块还记录错误状态、错误地址和错误类型信息，同时针对 ESM 分离优先级较高的错误和优先级较低的错误，以生成适当的操作来向 CPU 发出警报。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-14 列出了错误聚合器类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-14. 错误聚合器类型说明**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始错误聚合器模块类型	29H85x、29P58x	-

### 3.2.11 错误信令模块 (ESM)

错误信令模块 (ESM) 将对整个器件中错误事件的响应系统地整合到一个位置。ESM 可以向处理器发出可编程优先级中断信号，以处理事件和/或操纵 I/O 错误引脚，向外部硬件发出已发生错误的信号。因此，外部控制器能够使器件复位或使系统保持在安全、已知的状态。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-15 列出了 ESM 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-15. 错误信令模块 (ESM) 类型说明**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 ESM 模块类型	29H85x、29P58x	-

### 3.2.12 外部存储器接口 (EMIF)

外部存储器接口 (EMIF) 是一种数据端口，可在连接到各种外部器件 (包括 SDR SDRAM 和异步器件) 时提供便利和灵活性。EMIF 与利用 8 位、16 位或 32 位数据总线的 JESD21-C 存储器兼容。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-16 列出了 EMIF 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-16. 外部存储器接口 (EMIF) 类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 EMIF 模块类型	2807x、2837xD、2837xS	-
		2838x、28P65x、29H85x、29P58x	可选择在存储器的低 22 位地址范围内重新映射 SDRAM。

### 3.2.13 外设接口 (EPI)

外部外设接口 (EPI) 是一种用于连接外部外设或存储器的高速并行接口。EPI 支持  $\mu$ DMA 访问、时钟控制、8/16/32 位专用并行总线、阻塞和非阻塞读取以及三种功能模式：同步动态随机存取存储器 (SDRAM)、主机总线和通用。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-17 列出了 EPI 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

表 3-17. 外部外设接口 (EPI) 类型描述

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 EPI 模块类型	M35x、M36x	-

### 3.2.14 事件管理器 (EV) 模块

事件管理器 (EV) 模块包括通用计时器、完全比较/PWM 单元、捕获输入 (CAP) 和正交编码器脉冲 (QEP) 电路。提供的这两个事件管理器可实现驱动两个三相电机或四个两相电机。F281x 上的事件管理器与 240x 器件上的事件管理器兼容 (稍微进行了一些改进)。

器件特定的 EV 指南是：

- [TMS320x281x DSP 事件管理器 \(EV\) 参考指南](#)

对于上面未列出的器件，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-18 列出了 EV 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

表 3-18. 事件管理器 (EV) 模块类型描述

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 EV 模块类型	281x	-

### 3.2.15 外部接口 (XINTF) 模块

外部接口 (XINTF) 模块是一种异步总线，用于连接外部器件和存储器。

器件特定的 XINTF 指南包括：

- [TMS320x281x 外部接口 \(XINTF\) 参考指南](#)
- [TMS320x2834x 外部接口 \(XINTF\) 参考指南](#)

对于上面未列出的器件，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-19 列出了 XINTF 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

表 3-19. 外部接口 (XINTF) 模块类型描述

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	具有 x16 数据总线的外部接口	281x	-
1	具有 x16 或 x32 数据总线的外部接口	2823x、2833x、2834x	-

### 3.2.16 硬件内置自检 (HWBIST) 模块

硬件内置自检 (HWBIST) 模块能够测试 CPU、VCU、FPU 和 TMU 是否存在缺陷电路。只要在应用中方便，就可以执行库例程来检测电路是否有缺陷或损坏，并允许系统代码以可控方式管理故障条件。该模块可产生高达 99% 的覆盖率。可以调整此例程的执行以满足系统内的性能和延迟要求。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-20 列出了 HWBIST 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-20. 硬件内置自检 (HWBIST) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 HWBIST 模块类型	M35x、M36x、 2837xD、2837xS	-
		28002x、28003x	覆盖率高达 90%
		2807x、2838xD	覆盖率高达 99%
		28P65x	

### 3.2.17 主机接口控制器 (HIC) 模块

主机接口控制器 (HIC) 模块允许外部主机控制器通过仿真 ASRAM 协议直接存取器件 ( 外设 ) 的资源。HIC 有两种运行模式：直接访问和邮箱访问。在直接访问模式下，器件资源直接对外部主机进行写入和读取。在邮箱访问模式下，外部主机和器件对缓冲区进行写入和读取，并在缓冲区写入或读取完成时相互通知。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-21 列出了 HIC 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-21. 主机接口控制器 (HIC) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 HIC 模块类型	28002x	-
1	为锁定位添加了提交方案，以避免潜在的安全漏洞	28003x	-

### 3.2.18 处理器间通信 (IPC) 模块

处理器间通信 (IPC) 模块可实现两个 CPU 子系统之间的通信。每个 CPU 可用于请求和共享信息的 IPC 功能包括：

- IPC 标志和中断
- IPC 命令寄存器
- 自由运行的计数器
- 消息 RAM ( F2837xD、F2838x 和 F28P65x 器件 )
- 闪存泵信标 ( F2837xD、F2838x 和 F28P65x 器件 )
- 时钟配置信标 ( F2837xD、F2838x 和 F28P65x 器件 )

所有 IPC 特性彼此独立，大多数不需要任何特定的数据格式。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-22 列出了 IPC 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-22. 处理器间通信 (IPC) 类型说明**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
-	原始 IPC 模块类型	2837xD、2838x、28P55x、28P65x	-
1	寄存器是原始大小的 4 倍，中断标志数量增加，所有中断都连接到 IPCFLAG0	29H85x、29P58x	(1) 每个 CPU 的 IPC 实例

### 3.2.19 锁步比较器模块 (LCM)

运行时期的硬件模块完整性是一项关键的功能安全要求。由锁步 CPU 架构 ( 两个 CPU 执行相同功能，并且不断比较 CPU 的输出 ) 实现的硬件冗余是一种经过验证的方法，可实现对永久故障和瞬态故障的高诊断覆盖率。实施的锁步比较器模块 (LCM) 用于比较 C28x CPU 的输出，从而检测永久故障和瞬态故障。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-23 列出了 LCM 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-23. 锁步比较器模块 (LCM) 类型说明**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 LCM 模块类型	280015x、28P65x	-
1	在分离/锁定中，CPU 子系统和 RTDMA 实例等模块能够独立运行。	29H85x、29P58x	-

### 3.2.20 逻辑开机自检 (LPOST) 模块

逻辑开机自检 (LPOST) 模块能够在芯片加电时并行对 SRAM 和 ROM 存储器执行测试。如果在一次性可编程 (OTP) 配置中启用该测试, 则该测试在启动期间由片上硬件自动执行。LPOST 是覆盖器件数字逻辑中的永久性故障的硬件诊断。可以对该逻辑进行编程和执行, 以对器件上的整个数字逻辑运行自检, 从而帮助达到 ASIL D/SIL 3 的功能安全级别。

表 3-24 列出了 LPOST 类型, 包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-24. 逻辑开机自检 (LPOST) 模块类型说明**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 LPOST 模块类型	29H85x、29P58x	-

### 3.2.21 内存开机自检 (MPOST) 模块

内存开机自检 (MPOST) 模块能够在芯片加电时并行对 SRAM 和 ROM 存储器执行测试。如果在一次性可编程 (OTP) 配置中启用该测试, 则该测试在启动期间由片上硬件自动执行。有关更多信息, 请参阅 [C2000™ 内存开机自检 \(M-POST\)](#)。

表 3-25 列出了 MPOST 类型, 包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-25. 内存开机自检 (MPOST) 模块类型说明**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 MPOST 模块类型	28002x、28003x、28004x、 280013x、280015x、2838x、 28P55x、28P65x、29H85x、29P58x	-

### 3.2.22 微循环冗余校验 ( $\mu$ CRC) 模块

微循环冗余校验 ( $\mu$ CRC) 模块可用于计算指定存储器位置中的数据和程序数据的 CRC。 $\mu$ CRC 支持 CRC8、CRC16-1、CRC16-2 和 CRC32 多项式。

更多信息, 请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-26 列出了  $\mu$ CRC 类型, 包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-26. 微循环冗余校验 ( $\mu$ CRC) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 $\mu$ CRC 模块类型	M35x、M36x	-

### 3.2.23 神经网络处理单元 (NPU)

更多信息, 请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-27 列出了 NPU 类型, 包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-27. 神经网络处理单元 (NPU) 类型说明**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 NPU 类型	28P55x	-

### 3.2.24 外设中断优先级和扩展 (PIPE) 模块

每个外设中断优先级和扩展 (PIPE) 模块实例对相应 CPU 的外设中断进行仲裁。每个时钟周期对所有产生的中断进行仲裁，优先级最高的中断施加到相应的 CPU 中断线路 (NMI、RTINT 或 INT)。PIPE 模块负责为 CPU 提供 NMI、RTINT、INT 和 RESET 矢量地址。PIPE 能够定制中断、优先级和嵌套的顺序。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-28 列出了 PIPE 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-28. 外设中断优先级和扩展 (PIPE) 类型说明**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 PIPE 模块类型	29H85x、29P58x	-

### 3.2.25 实时直接存储器存取 (RTDMA) 模块

实时直接存储器存取 (RTDMA) 模块是基于事件的机器，这意味着 RTDMA 模块需要借助外设、通道或软件触发才能启动 RTDMA 传输，从而定期启动存储器传输。RTDMA 实例中的每个软件可配置通道都包含独立的中断控制器，以便让 CPU 知道 RTDMA 传输的开始或结束时间。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-29 列出了 RTDMA 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-29. 实时直接存储器存取 (RTDMA) 类型说明**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 RTDMA 模块类型	29H85x、29P58x	-

### 3.2.26 功能安全和信息安全单元 (SSU)

功能安全和信息安全单元 (SSU) 是 C29x 安全架构的核心要素。SSU 为应用 CPU 子系统提供运行时功能安全和信息安全，并控制对芯片上各种资源的调试访问。SSU 还提供了使用固件无线 (FOTA) 或实时固件更新 (LFU) 进程管理闪存固件更新操作的硬件基础设施。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-30 列出了 SSU 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-30. 功能安全和信息安全单元 (SSU) 类型说明**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 SSU 类型	29H85x、29P58x	-

### 3.2.27 看门狗模块

如果看门狗模块在用户指定的时间内未使用 CPU 提供的服务，则看门狗模块可选择触发复位。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册

表 3-31 列出了看门狗类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-31. 看门狗模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始看门狗模块	281x、280x、2802x、2803x、 2805x、2806x、2823x、2833x、 2834x、M35x、M36x	-
1	窗口式看门狗	2807x、2837xD、2837xS	-
2	添加了预分频器	28002x、28003x、28004x、 280013x、280015x、2838xD、 28E12x、28P55x、28P65x、 29H85x、29P58x	-

### 3.2.28 NMI 看门狗 (NMIWD) 模块

NMI 看门狗 (NMIWD) 模块用于处理系统级错误。如果 CPU 未对锁存错误条件做出响应，NMI 看门狗将在一个可编程时间间隔后触发复位。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册

表 3-32 列出了 NMI 看门狗类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-32. NMI 看门狗 (NMIWD) 模块类型说明**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 NMI 看门狗模块	2802x、2803x、2805x、2806x、 2807x、28002x、28003x、28004x、 280013x、280015x、2837xD、 2837xS、2838xD、28P65x、M35x、 M36x	-
		29H85x、29P58x	NMIWD 通过 ESM 进行路由。

### 3.2.29 波形分析仪诊断 (WADI)

波形分析仪和诊断 (WADI) 外设包含许多有用的内置信号分析支持，同时为信号提供安全机制。WADI 主要用于安全应用，在这些应用中，如果信号分析报告任何错误行为，则驱动开关或捕获信号需要执行操作或链接操作。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-33 列出了 WADI 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-33. 波形分析仪诊断 (WADI) 类型说明**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 WADI 类型	29H85x、29P58x	-

### 3.2.30 系统控制和中断

器件特定的系统控制和中断指南包括：

- [TMS320x281x 系统控制和中断参考指南](#)
- [TMS320x280x、2801x 和 2804x 系统控制和中断参考指南](#)
- [TMS320x2834x 系统控制和中断参考指南](#)

对于上面未列出的器件，请参阅器件特定的技术参考手册。

根据具体器件，这些指南包括有关以下模块的信息：

- 存储器，包括闪存和 OTP 存储器配置
- 代码安全模块 (CSM)
- 安全与安防
  - 双代码安全模块 (DCSM)
  - 硬件安全管理器 (HSM)
  - 功能安全和信息安全单元 (SSU)
- 时钟和低功耗模式
- 32 位 CPU 计时器
- 看门狗计时器
- 通用输入/输出 (GPIO)
- 外设帧
- 中断控制器
  - 外设中断扩展 (PIE)
  - 外设中断和优先级扩展 (PIPE)
- 低功耗模式
- 外部中断



### 3.3 控制外设

以下各节介绍了控制外设。

#### 3.3.1 模数转换器 (ADC) 模块

器件特定的 ADC 指南包括：

- [TMS320x281x 模数转换器 \(ADC\) 参考指南](#)
- [TMS320x280x 2801x、2804x 模数转换器 \(ADC\) 模块参考指南](#)

对于上面未列出的器件，请参阅器件特定的技术参考手册。

##### 3.3.1.1 模数转换器 (ADC) 模块

模数转换器 (ADC) 模块对模拟信号进行采样，并将模拟信号转换为数字值，以便在应用中使用。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-34 列出了 ADC 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-34. 模数转换器 (ADC) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 ADC 模块类型。0V 至 3.0V 的固定基准电压范围。12 位流水线架构。	281x	-
1	添加了失调电压修整和基准选择寄存器。	280x、2801x、2804x	-
2	添加了内部/外部修整寄存器 (OTP 修整)。	2823x、2833x	-
3	0V 至 3.3V 的固定内部基准电压范围或比例式外部基准。12 位混合流水线/SAR 架构。	2802x、2803x、2805x、2806x、M35x、M36x	-
4	12 位或 16 位 SAR 架构。比例式外部基准。单端或差分输入。针对增益、失调电压和线性度进行了修整。	2807x、2837xD、2837xS、2838x、28P65x、29H85x、29P58x	-
5	仅 12 位和单端模式。16 位和差分模式不适用。	28002x、28003x、28004x、280013x、280015x、29H85x、29P58x	-
6	仅 12 位和单端模式。外部基准全模式和半模式支持。	28P55x	-
7	仅 12 位和单端模式。外部基准全模式和半模式支持。	28E12x	-

### 3.3.1.2 模数转换器 (ADC) 包装器模块

模数转换器 (ADC) 包装器模块提供 ADC 的控制和时序控制。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-35 列出了 ADC 包装器类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-35. 模数转换器 (ADC) 包装器模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 ADC 包装器类型。双路 8 通道序列发生器架构。	280x、281x、2801x、2804x、2823x、2833x	-
1	转换启动 (SOC) x16 架构。	2802x、2803x、2805x、2806x	-
2	修改了通过 ACIB 访问的 1 类。	M35x、M36x	-
3	修改了 1 类。添加了突发模式、集成后处理块。	2807x、28002x、28003x、28004x、280013x、280015x、2837xD、2837xS、2838x	-
4	修改了 3 类。向 PPB 添加了中继器块。	28P65x	-
5	修改了 4 类。添加了 SOC 电容器复位和 PPB 差值计算。	28P55x、29H85x、29P58x	-
6	修改了 5 类。一个触发中继器块，支持最多 8 倍过采样，已删除欠采样和相位延迟。已删除绝对值误差计算的三个 PPB，已删除结果差值计算，为所有 PPB 实例添加了限值内标志，已删除数字跳变滤波器，已删除采样延迟捕获，超采样仅在 PPB1 上可用；已删除最小值和最大值功能。添加了 ADCSOCC 和 ADCSOC PWM 触发器。添加了采样电容器复位模式选项以选择 VREFHI/2 作为复位值。修改了采样和保持窗口以使用可配置的基值和偏移值。已删除突发模式。已删除外部通道选择。三个灵活的 PIE 中断。为 ADC DMA 触发器添加了 DMA 标志、强制和清除字段。	28E12x	-

### 3.3.2 可配置逻辑块 (CLB) 模块

可配置逻辑块 (CLB) 模块是一组可通过软件互连，以实施定制数字逻辑功能或增强现有片上外设的块。CLB 能够通过一组交叉开关互连来增强现有的外设，为现有的控制外设（例如增强型脉宽调制器 (ePWM)、增强型采集模块 (eCAP) 和增强型正交编码器脉冲模块 (eQEP)）提供高度连接性。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-36 列出了 CLB 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-36. 可配置逻辑块 (CLB) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
1	原始 CLB 模块类型。	2807x、2837xD、2837xS	-
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CLB 计数器模块包括一个预分频器、移位寄存器/串行器模式。</li> <li>- CLB 模块包括一个输出调节块，可以通过组合逻辑对 CLB 输出信号进行门控。</li> <li>- CLB HLC 模块可以根据 EVENT 信号的上升沿和下降沿生成事件。</li> <li>- CLB 逻辑块具有多达 24 个输出，而不是 16 个输出。</li> <li>- CLB 模块可以生成 NMI。</li> </ul>	28004x	-
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CLB 计数器模块包含一种流水线模式。这使得由一个事件触发的加/减/移位运算能够使用上一周期中计数器的值。</li> <li>- CLB HLC 模块可以访问延迟一个周期的 CLB 逻辑块输出。</li> </ul>	28002x、28003x、2838x、 28P55x、28P65x、29H85x、 29P58x	-

### 3.3.3 比较器 (COMP) 模块

比较器 (COMP) 模块围绕模拟电压比较器而构建，具有数字输出，可在检测到跳闸情况时向片上 ePWM 模块发送信号。比较器的正输入直接由器件引脚供源。比较器的负输入由一个可编程的满量程内部基准 DAC 供源。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-37 列出了 COMP 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-37. 比较器 (COMP) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始比较器模块。内部基准 DAC 具有 10 位分辨率。干扰滤波的鉴定阶段。斜坡发生器逻辑。	2802x、2803x、2806x、M35x、M36x	-
1	内部基准 DAC 具有 6 位分辨率。用于干扰滤波的数字滤波器级。无斜坡发生器逻辑。	2805x	-

### 3.3.4 比较器子系统 (CMPSS) 模块

比较器子系统 (CMPSS) 模块由模拟比较器和配套组件组成，它们组合成一种拓扑结构，可用于峰值电流模式控制、开关模式电源、功率因数校正和电压跳变监测等电源应用。每个 CMPSS 模块包括两个模拟比较器、两个可编程 12 位 DAC、一个斜坡发生器和两个数字滤波器。CMPSS 能够与 PWMSYNC 信号同步。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-38 列出了 CMPSS 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-38. 比较器子系统 (CMPSS) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 CMPSS 模块类型	2807x、2837xD、2837xS	-
1	添加了消隐功能，有助于清除和复位 ePWM 边界附近的现有/即将发生的跳闸条件。使用斜坡发生器时的固定跳闸与清除和复位仲裁。	28002x、28004x、2838x	-
2	使用数字滤波器增强功能更新了 CMPSS 1 类 (增加了滤波器预分频)	28003x	-
3	缓冲 DACL 支持	280013x	-
4	未发布	-	-
5	递增斜坡支持。添加了外部 FILTIN 支持针对高电平和低电平比较器进行的 PWMSYNCPER 选择。	280015x	-
6	添加了 RAMPCLKDIV 以缩放斜坡发生器时钟。	28P55x	28P55x 不支持二极管仿真
		28P65x、29H85x、29P58x	添加了二极管仿真支持 (需要 5 类 ePWM)

### 3.3.5 比较器子系统 LITE (CMPSS\_LITE) 模块

比较器子系统 LITE (CMPSS\_LITE) 模块与比较器子系统 (CMPSS) 模块共享一个通用架构。但是，对于某些特性和性能水平，只有完整 CMPSS 型号能够支持。器件数据表分别列出了这两种型号的电气特性。

CMPSS\_LITE 模块由模拟比较器和配套组件组成，它们组合成一种拓扑结构，可用于峰值电流模式控制、开关模式电源、功率因数校正和电压跳变监测等电源应用。每个 CMPSS 模块包括两个模拟比较器、两个可编程基准 DAC 和两个数字滤波器。CMPSS\_LITE 能够与 PWMSYNC 信号同步。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-39 列出了 CMPSS 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-39. 比较器子系统 LITE (CMPSS\_LITE) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 CMPSS_LITE 模块类型，与 CMPSS 2 类共享架构。	280013x	-
		280015x	数字滤波器的预分频器值增大
		28E12x	为所选实例添加了 DAC 输出；请参阅器件数据表。

### 3.3.6 数模转换器 (DAC) 模块

缓冲的数模转换器 (DAC) 模块能够向器件引脚输出任意直流电压。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-40 列出了 DAC 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-40. 数模转换器 (DAC) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 DAC 模块。6 位可编程范围。	2805x	-
1	12 位可编程范围。	2807x、2837xD、2837xS、2838x	-
2	删除了输出端的下拉寄存器：添加了 1 <sup>x</sup> 和 2 <sup>x</sup> 增益选项；增加了负载支持。	28003x、28004x、28P65x、29H85x、29P58x	-
		28P55x	28P55x 不支持 VDACC 基准。

### 3.3.7 增强型捕获 (eCAP) 模块

如果系统注重外部事件的准时捕获，那么增强型捕获 (eCAP) 模块必不可少。eCAP 的应用包括：

- 旋转机械的速度测量 (例如，使用霍尔传感器感应齿状链轮)
- 测量位置传感器触发之间的持续时间
- 脉冲序列信号的周期和占空比测量
- 解码来自占空比编码电流/电压传感器的电流或电压振幅

eCAP 指南包括：

- [TMS320x280x、2801x、2804x 增强型捕获 \(eCAP\) 模块参考指南](#)
- [TMS320x2834x 增强型捕获 \(eCAP\) 模块参考指南](#)

对于上面未列出的器件，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-41 列出了 eCAP 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-41. 增强型捕获 (eCAP) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 eCAP 模块类型	280x、2801x	eCAP 1 SYNCIN 由 ePWM 模块馈送。然后，所有其他 eCAP 模块的 SYNCIN 均由从数字上位于它们前面的 eCAP 模块馈送。
		2802x、2803x、2805x、2806x、2807x、2823x、2833x、2834x、2837xD、2837xS、M35x、M36x	eCAP 1 SYNCIN 和 eCAP4 SYNCIN 由 ePWM 模块馈送。然后，eCAP 2、3、5 和 6 SYNCIN 由从数字上位于它们前面的 eCAP 模块馈送。
1	清除事件筛选器、模数计数器和任何挂起的中断标志。针对每个捕获事件提供一个单独的 DMA 触发器。关键寄存器受 EALLOW 保护。高分辨率捕获 (HRCAP) 功能现在是 eCAP 的扩展。	28004x	eCAP-1 至 eCAP-5 是正常 eCAP。eCAP-6 和 eCAP-7 启用了 HRCAP 功能。
2	与同步相关的增强功能	28002x、28003x	eCAP-1 至 eCAP-3 是正常 eCAP。eCAP-3 启用了 HRCAP 功能。
		2838x	eCAP-1 至 eCAP-5 是正常 eCAP。eCAP-6 和 eCAP-7 启用了 HRCAP 功能。
		280013x、280015x、28E12x、28P55x	所有 eCAP 实例都是正常 eCAP。
3	增强了针对边沿、脉宽和周期的信号监控 DMA 和 SOC 事件生成、对输入信号的干扰过滤以及增加多路复用捕捉输入数量。	28P65x、29H85x、29P58x	eCAP-1 至 eCAP-5 是正常 eCAP。eCAP-6 和 eCAP-7 启用了 HRCAP 功能。

### 3.3.8 增强型脉宽调制器 (ePWM) 模块

增强型脉宽调制器 (ePWM) 模块可控制商业和工业设备中的许多电源相关系统。主要系统包括数字电机控制、开关模式电源控制、不间断电源 (UPS) 和其他形式的电源转换。PWM 外设执行 DAC 功能，其中占空比相当于 DAC 模拟值；有时称为功率 DAC。

ePWM 指南包括：

- [TMS320x280x、2801x、2804x 增强型脉宽调制器 \(ePWM\) 模块参考指南](#)
- [TMS320x2834x 增强型脉宽调制器 \(ePWM\) 模块参考指南](#)

高分辨率脉宽调制器 (HRPWM) 模块提高了采用传统方式产生的数字脉宽调制器 (PWM) 的时间分辨率水平。HRPWM 通常在 PWM 分辨率低于约 9-10 位时使用。

HRPWM 指南包括：

- [TMS320x280x、2801x、2804x 高分辨率脉宽调制器 \(HRPWM\) 模块参考指南](#)
- [TMS320x2834x 高分辨率脉宽调制器 \(HRPWM\) 参考指南](#)

对于上面未列出的器件，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-42 列出了 ePWM 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-42. 增强型脉宽调制器 (ePWM) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 ePWM 模块类型和 HRPWM 模块类型	280x <sup>(1)</sup> 、2801x	时基同步方案 1： ePWM1 同步输出被应用到 eCAP1 和 ePWM2。所有其他 ePWM 模块均从在数字上位于它们前面的 ePWM 模块应用 SYNCIN 信号。
		2804x、2809	时基同步方案 2： 可使用两个 ePWM 引脚排列：仅 A 通道或兼容 280x。如果 ePWM 引脚排列配置为仅 A 通道模式，则 ePWM1 同步输出将应用到 eCAP1、ePWM2、ePWM5、ePWM9 和 ePWM13。所有其他 ePWM 模块均从在数字上位于它们前面的 ePWM 模块应用 SYNCIN 信号。 如果 ePWM 引脚排列配置为兼容 280x 模式，则使用同步方案 1。
		2823x、2833x、28234	时基同步方案 3： ePWM1 同步输出被应用到 eCAP1、ePWM2 和 ePWM4。所有其他 ePWM 模块的 SYNCIN 均从在数字上位于它们前面的 ePWM 模块应用。
1	可在 CTR = 0 或 CTR = PRD 上生成双倍死区分辨率、中断和 ADC SOC。添加了数字比较子模块并添加了高分辨率周期的挂钩。	2805x	不支持 HRPWM。
		2802x、2803x、2806x	添加了高分辨率周期支持，添加了选择高分辨率 B 输出的选项，添加了自动微步进转换。

**表 3-42. 增强型脉宽调制器 (ePWM) 模块类型描述 (续)**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
2	扩展了寄存器集，向死区 RED 和 FED 添加了高分辨率，添加了死区生成器模块增强功能。向 ePWMxB 通道添加了 HRPWM 功能。添加了计数器比较模块、事件触发器模块和数字比较模块的增强功能。支持同时写入 TBPRD 和 CMPx 寄存器。添加了“在 TBPRD 和 CMPx 寄存器的 SYNC 上进行影子到活动加载”。添加了对 B 通道输出的独立高分辨率控制，添加了针对下降沿和上升沿延迟的死区控制，为每个 ePWM 模块添加了额外的延迟线路，添加了同步脉冲时序。	M35x、M36x	-
3	不使用该类型。	-	-
4	重新映射了地址空间以便于使用。添加了延迟跳闸功能。死区生成器模块增强功能。寄存器的一次性和全局重新加载、跳闸区域模块增强功能以及 PWM 同步相关增强功能。重新映射了地址空间。添加了全局影子到活动重新加载。添加了一次性影子到活动重新加载。	2807x、28004x、2837xD、 2837xS	-
	可在发生 CBC 和 OST 跳闸事件时实现独立 PWM 操作配置的增强功能。进行了更改，以使 PWM 能够在最大 SYSCLK 频率下工作。进行了更改，以启用简化的同步方案。添加了 DCA/BEVT 作为 SYNCOUT 源。一次性同步输出与影子寄存器的一次性全局加载同步。各 HRPWM 模块由各自的 EPWMxCLK 计时。HRCAL 的独立时钟。各 HRPWM 模块的时钟可以连接到相应的 ePWM。	28002x、28003x、280013x、 280015x、2838x、28P55x	-
5	添加了二极管仿真、最小死区、非法组合逻辑。	28P65x、29H85x、29P58x	-

(1) TMS320F2809 器件不提供时基同步方案 1。



### 3.3.9 增强型正交编码器脉冲 (eQEP) 模块

增强型正交编码器脉冲 (eQEP) 模块用于与线性或旋转增量编码器进行直接连接，以便获取高性能运动和位置控制系统中使用的旋转器的位置、方向和速度信息。

eQEP 模块指南包括：

- [TMS320x280x、2801x、2804x 增强型正交编码器脉冲 \(eQEP\) 模块参考指南](#)
- [TMS320x2834x 增强型正交编码器脉冲 \(eQEP\) 模块参考指南](#)

对于上面未列出的器件，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-43 列出了 eQEP 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-43. 增强型正交编码器脉冲 (eQEP) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 eQEP 模块类型	280x、2803x、2805x、2806x、2807x、2823x、2833x、2834x、2837xD、2837xS、M35x、M36x	-
1	添加了 QMA ( QEP 模式适配器 ) 块： <ul style="list-style-type: none"> <li>- 错误检测逻辑，可检测 eQEPA 和 eQEPB 输入信号上的非法转换。</li> <li>- xCLKMOD 块，用于查看输入信号上的转换以生成进入 eQEP 模块的时钟信号。</li> <li>- xDIRMOD 块，用于查看输入信号上的转换以生成进入 eQEP 模块的方向信号。</li> </ul>	28004x	-
2	从 PWM 模块锁存 ADCSOC 上的位置计数。支持 SinCos 传感器。	28002x、28003x、280013x、280015x、2838x、28E12x、28P55x、28P65x、29H85x、29P58x	-

### 3.3.10 高分辨率捕捉 (HRCAP) 模块

高分辨率捕捉 (HRCAP) 模块以数百皮秒的典型分辨率捕获脉冲宽度，并执行传统和高分辨率增量时间测量。

HRCAP 的用途包括：

- 电容式触控应用
- 脉冲序列周期的高分辨率周期和占空比测量
- 瞬时速度测量
- 瞬时频率测量
- 在一个隔离边界上的电压测量
- 距离/声纳测量和扫描

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-44 列出了 HRCAP 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-44. 高分辨率捕捉 (HRCAP) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 HRCAP 模块类型	2803x、2806x	-
1	简化的校准方案：HRCAP 始终可以运行，从不脱机，始终在后台运行校准，这大大减少了校准所需的软件开销。小数和整数打包为 32 位。使用 HRCAP 时，可以存取所有 eCAP 硬件。	28004x	eCAP-1 至 eCAP-5 是正常 eCAP。eCAP-6 和 eCAP-7 启用了 HRCAP 功能。
2	与同步相关的增强功能	28002x、28003x	eCAP-3 启用了 HRCAP 功能。
		2838x、28P65x	eCAP-6 和 eCAP-7 启用了 HRCAP 功能。
3	HRCAP 模块类型	29H85x、29P58x	

### 3.3.11 InstaSPIN™ 解决方案

无论是简单应用还是复杂设计，InstaSPIN™ 三相电机解决方案均可以简化电机控制应用的设计。

#### 3.3.11.1 InstaSPIN-FOC™

InstaSPIN-FOC™ 是一款三相电机磁场定向扭矩控制解决方案，它能够在几分钟内识别、调整扭矩控制器并高效地控制您的电机，而无需使用任何机械转子传感器。InstaSPIN-FOC 包括磁通角度速度扭矩 (FAST™) 估算器以及级联速度和扭矩环路所需的其他电机控制功能，可实现有效的三相磁场定向电机控制。InstaSPIN-FOC 在具有用户可调 API 的 ROM 中可用。用户还可以选择在用户存储器 (闪存或 RAM) 中执行所有 FOC 函数，这需要随后调用 ROM 中的专有 FAST 估算器固件。

器件特定的 InstaSPIN-FOC 文档包括：

- [TMS320F28026F、TMS320F28027F InstaSPIN™-FOC 软件技术参考手册](#)
- [TMS320F28069F、TMS320F28068F、TMS320F28062F InstaSPIN™-FOC 软件技术参考手册](#)
- [TMS320F28054F、TMS320F28052F InstaSPIN-FOC™ 软件技术参考手册](#)
- [InstaSPIN-FOC™ 和 InstaSPIN-MOTION™ 用户指南](#)

#### 3.3.11.2 InstaSPIN-MOTION™

##### 备注

不再推荐 InstaSPIN-MOTION™ 用于新设计，也不会为其提供应用支持。对于运动控制问题，请参阅适用于 C2000™ MCU 的 [MotorControl 软件开发套件 \(SDK\)](#) 中发布的最新示例。

InstaSPIN-MOTION 是德州仪器 (TI) 推出的首款将 TI 32 位 C2000 微控制器与全面的电机、运动、速度和位置控制软件相结合的产品。InstaSPIN-MOTION 以最高效率为运行在不同运动状态转换中的电机应用提供稳健耐用的速度和位置控制。InstaSPIN-MOTION 是一款无传感器或传感磁场定向电机控制 (FOC) 解决方案，它能够在几分钟的时间内识别、调整并且控制您的电机。InstaSPIN-MOTION 具有磁通角度速度扭矩 (FAST) 优质软件传感器和 SpinTAC™ 运动控制器。

器件特定的 InstaSPIN-MOTION 文档包括：

- [TMS320F28069M、TMS320F28068M InstaSPIN™-MOTION 软件用户指南](#)
- [TMS320F28054M、TMS320F28052M InstaSPIN-MOTION™ 软件用户指南](#)
- [InstaSPIN-FOC™ 和 InstaSPIN-MOTION™ 用户指南](#)

表 3-45 列出了 InstaSPIN 模块，包括每个模块内器件特定的差异。

表 3-45. InstaSPIN™ 模块类型描述

模块	说明	器件	器件特定的选项
InstaSPIN-FOC	InstaSPIN-FOC ROM	28062F、28068F、28069F、280040C、280041C、 280048C、280049C	1 或 2 个电机
		28026F、28027F、28052F、28054F	1 个电机
InstaSPIN-MOTION	InstaSPIN-MOTION ROM	28052M、28054M、28068M、28069M	-

### 3.3.12 多通道脉宽调制器 (MCPWM) 模块

多通道脉宽调制器 (MCPWM) 模块是控制商业和工业设备中的许多电力电子系统的关键元件。通过从具有独立资源 (这些独立资源可以一起运行形成一个系统) 的较小模块构建外设, MCPWM 模块能够以最小的 CPU 开销生成复杂的脉冲宽度波形。MCPWM 模块的一些亮点包括复杂波形生成、死区生成、灵活的同步方案、高级跳变区功能和全局寄存器重载功能。

MCPWM 模块与 ePWM 模块类似。[EPWM 至 MCPWM 迁移指南](#)详细介绍了这两个模块之间的差异以及如何在这两个模块之间迁移软件。

更多信息, 请参阅器件特定的技术参考手册。

[表 3-46](#) 列出了 MCPWM 类型, 包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-46. 多通道脉宽调制器 (MCPWM) 模块类型说明**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 MCPWM 模块类型	28E12x	-

### 3.3.13 可编程增益放大器 (PGA) 模块

可编程增益放大器 (PGA) 模块旨在缓冲小输入信号, 并将其放大至对于片上 ADC 和比较器模块而言更好的输出范围。

更多信息, 请参阅器件特定的技术参考手册。

[表 3-47](#) 列出了 PGA 类型, 包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-47. 可编程增益放大器 (PGA) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 PGA 模块类型	2805x	可编程增益模式: x3、x6、x11
1	添加了 24 $\times$ 增益模式。支持低通滤波。具有基于硬件的修整功能, 可减少偏移和增益误差。	28004x	可编程增益模式: x2、x6、x12、x24
2	添加了对缓冲器 (单位增益)、独立运算放大器和减法器操作模式的支持。在两个输入引脚上的轨到轨。PGA 之间的内部负输入共享。硬件辅助斩波以实现偏移和 1/f 降噪。	28P55x	可编程增益模式: x2、x4、x8、x16、x32、x64 (非反相模式) x(-1)、x(-3)、x(-7)、x(-15)、x(-31)、x(-63) (反相模式)
3	输入引脚增加了 3 选 1 多路复用器。	28E12x	

### 3.3.14 $\Sigma$ - $\Delta$ 滤波器模块 (SDFM)

$\Sigma$ - $\Delta$  滤波器模块 (SDFM) 是一种四通道数字滤波器，专为电机控制应用中的电流测量和旋转变压器位置解码而设计。每个输入通道都可以接收独立的  $\Sigma$ - $\Delta$  调制位流。位流由四个独立可编程的数字抽取滤波器进行处理。这组滤波器包括一个快速比较器（次级滤波器），用于过流和欠流监测的即时数字阈值比较以及过零检测。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-48 列出了 SDFM 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-48.  $\Sigma$ - $\Delta$  滤波器 (SDFM) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 SDFM 模块类型	2807x、2837xD、2837xS	-
1	数据滤波器更改： - 添加了 16 深 x 32 位 FIFO - 等待同步功能 - FIFO 冻结功能 - 0 类饱和和错误已解决 - 任何 PWMx.SOCA/SOCB 事件都可以触发 SDSYNC 事件 - 每个滤波器模块数据确认事件都可以触发 CPU 中断  比较器滤波器更改： - 添加了零阈值比较器 - 所有比较器事件均多路复用为 ECAPxIN 信号	28004x	-
2	- SDFM 输入限定 - SDFM 时钟控制  比较器滤波器更改： - 添加了额外的阈值下限和阈值上限比较器 - 比较器事件的数字滤波器	28003x、2838x、28P65x、 29H85x、29P58x	仅支持模式 0

### 3.4 通信外设

以下各节介绍了通信外设。

#### 3.4.1 控制器局域网 (DCAN) 模块

##### 备注

DCAN 与 C28x eCAN 模块的软件不兼容。

控制器局域网 (CAN) 是一种串行通信协议，用于有效地为具有高可靠性的分布式实时控制提供支持。DCAN 模块符合 ISO11898-1 (CAN 2.0B) 协议规范。DCAN 支持高达 1Mbit/s 的比特率、可编程 FIFO、奇偶校验、独立标识符掩码和中断。此模块类似于 Arm® Cortex®-M3 DCAN 模块。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-49 列出了 DCAN 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-49. 控制器局域网 (DCAN) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 DCAN 设计。与 eCAN 的软件不兼容	2807x、28002x、28003x、28004x、 280013x、280015x、2837xD、2837xS、 2838x、28P65、M35x、M36x	-

#### 3.4.2 增强型控制器局域网 (eCAN) 模块

##### 备注

eCAN 模块与 DCAN 模块的软件不兼容。

增强型控制器局域网 (eCAN) 模块支持 32 个邮箱、消息时间戳并符合 ISO11898-1 (CAN 2.0B) 标准。

eCAN 指南包括：

- [TMS320x281x DSP 增强型控制器局域网 \(eCAN\) 参考指南](#)
- [TMS320x280x、2801x DSP 增强型控制器局域网 \(eCAN\) 参考指南](#)
- [TMS320x2834x 增强型控制器局域网 \(eCAN\) 参考指南](#)

对于上面未列出的器件，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-50 列出了 eCAN 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-50. 增强型控制器局域网 (eCAN) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 eCAN 模块类型	280x、2801x、281x、28016	CAN 模块时钟 = SYSCLK
		2803x、2805x、2806x、2823x、2833x	CAN 模块时钟 = SYSCLK/2
		2834x	CAN 模块时钟 = SYSCLK/4

### 3.4.3 EtherCAT® 从属器件控制器 (ESC)

#### 备注

德州仪器 (TI) 正在过渡到使用更具包容性的术语。某种语言可能与您期望在特定技术领域看到的语言不同。

用于控制自动化技术的以太网 (EtherCAT®) 是一种基于以太网的现场总线系统，由 Beckhoff Automation 发明，并在 IEC 61158 中进行了标准化。连接到总线的所有从属器件节点均解释、处理和修改正在发送给它们的数据，而无需在节点内缓冲帧。

以最小的额外延迟直接转发帧。这种实时行为、帧处理和转发要求由 EtherCAT 从属器件控制器硬件实现。

EtherCAT 不需要软件交互即可在从属器件节点内部进行数据传输。EtherCAT 仅定义 MAC 层，而更高层协议和堆栈在连接到 ESC 的微控制器上的软件中实现。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-51 列出了 ESC 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-51. EtherCAT® 从属器件控制器 (ESC) 模块类型说明**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 ESC 模块类型	2838x、28P65x、29H85x、29P58x	-

### 3.4.4 以太网介质访问控制器 (EMAC) 模块

以太网介质访问控制器 (EMAC) 模块符合 IEEE 802.3-2002 规范，完全支持 10BASE-T 和 100BASE-TX 标准。

EMAC 模块支持 10/100Mbps 的数据速率、CRC 错误拒绝控制、用户可配置的中断以及使用微型直接存储器存取控制器进行的高效传输。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-52 列出了 EMAC 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-52. 以太网介质访问控制器 (EMAC) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 EMAC 模块类型	2838x、M35x、M36x	-

### 3.4.5 快速串行接口 (FSI) 模块

快速串行接口 (FSI) 模块是一个串行通信外设，能够跨隔离器件进行可靠的高速通信。电隔离器件用于两种不同的电路（没有共同的电源和接地连接）必须交换信息的情况。尽管隔离器件有助于实现这些信号通信，但隔离器件也会在信号线路上引入较大的延迟并增加信号之间的偏移。FSI 专门设计用于确保在跨隔离栅进行通信的系统场景中实现高速通信，而不添加组件。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-53 列出了 FSI 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-53. 快速串行接口 (FSI) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 FSI 模块类型	28004x	-
1	进行了增强，以将 TDM_IN 端口馈入由 CLB 输出控制的 TX 端口。添加了标签匹配通知方案。	28002x、2838x	-
2	添加了对连接的驱动器架构（基于硬件的 RX 到 TX 环回）的支持	28003x、28P55x、28P65x、29H85x、29P58x	-

### 3.4.6 内部集成电路 (I2C) 模块

内部集成电路 (I2C) 模块在其中一个 DSP 与符合 Philips Semiconductors 内部集成电路总线 (I2C 总线) 规范版本 2.1 并通过 I2C 总线连接的器件之间提供一个接口。该双线制串行总线上连接的外部元件可以通过 I2C 模块向 DSP 发送/从 DSP 接收 1 至 8 位数据。本指南假定读者熟悉 I2C 总线规范。

C28x I2C 指南包括：

- [TMS320x280x、2801x、2804x 内部集成电路 \(I2C\) 模块参考指南](#)
- [TMS320x2834x 内部集成电路 \(I2C\) 模块参考指南](#)

对于上面未列出的器件，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-54 列出了 I2C 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-54. 内部集成电路 (I2C) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 C28x I2C 模块类型。与 M3 I2C 的软件不兼容。	280x、2801x、2804x、2807x、2823x、2833x、2834x、2837xD、2837xS、M35x、M36x	16 级 FIFO
		2802x、2803x、2805x、2806x	4 级 FIFO
1	修复了与 XRDY 发送中断时序相关的 0 类错误。	28002x、28003x、28004x、280013x、280015x、2838x、28P65x	16 级 FIFO
2	添加了扩展时钟延伸和手动时钟延展。	28E12x、28P55x、29H85x、29P58x	16 级 FIFO



### 3.4.7 M3 内部集成电路 (I2C) 模块

M3 内部集成电路 (I2C) 模块在其中一个 DSP 与符合 Philips Semiconductors 内部集成电路总线 ( I2C 总线 ) 规范版本 2.1 并通过 I2C 总线连接的器件之间提供一个接口。该双线制串行总线上连接的外部元件可以通过 I2C 模块向 DSP 发送/从 DSP 接收 1 至 8 位数据。本指南假定读者熟悉 I2C 总线规范。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-55 列出了 M3 I2C 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-55. M3 内部集成电路 (I2C) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 M3 I2C 模块类型。与 C28x I2C 的软件不兼容。	M35x、M36x	-

### 3.4.8 本地互连网络 (LIN) 模块

本地互连网络 (LIN) 模块在硬件和软件级别提供串行通信结构。LIN 提供一种低成本解决方案，无需控制器局域网 (CAN) 的带宽和容错能力。0 类 LIN 模块符合 LIN1.3 和 2.0 协议。1 类 LIN 模块符合 2.1 协议。LIN 模块基于 C28x 0 类 SCI 模块，增加了一个错误检测器、一个屏蔽滤波器、一个同步器以及一个多次缓冲的接收器和发送器。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-56 列出了 LIN 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-56. 本地互连网络 (LIN) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 LIN 模块类型	2803x	-
1	符合 LIN 2.1 协议规范。	28002x、28003x、28004x、 280015x	-
		28P55x、28P65x、29H85x、 29P58x	SYSCCLK 分频器 (用于 VCLK)，可在自动波特模式 下降低波特率。

### 3.4.9 模块化控制器局域网 (MCAN) 模块

模块化控制器局域网 (MCAN) 模块支持经典 CAN 和 CAN FD (具有灵活数据速率的 CAN) 协议。CAN FD 特性可实现更高的吞吐量和增加每个数据帧的有效负载。传统 CAN 和 CAN FD 器件可以在同一网络上共存而不会发生任何冲突,前提是传统 CAN 器件使用部分网络收发器,其中该收发器可以检测和忽略 CAN FD,而不产生总线错误。MCAN 模块符合 ISO 11898-1:2015 标准。

更多信息,请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-57 列出了 MCAN 类型,包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-57. 模块化控制器局域网 (MCAN) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	具有 17KB MCAN RAM 的原始 MCAN 模块类型	2838x	-
1	8KB MCAN RAM	28003x	-
2	4KB MCAN RAM	280015x、28P55x、 28P65x、29H85x、29P58x	-

### 3.4.10 多通道缓冲串行端口 (McBSP) 模块

多通道缓冲串口 (McBSP) 模块用于连接到 E1/T1 线路、语音质量编解码器以实现新型应用或者高质量立体声音频 DAC 器件。McBSP 接收和发送寄存器由一个 16 级 FIFO 提供支持。这显著减少了为该外设提供服务的开销。

McBSP 指南包括:

- [TMS320x281x 多通道缓冲串口 \(McBSP\) 参考指南](#)
- [TMS320x2834x 多通道缓冲串口 \(McBSP\) 参考指南](#)

对于上面未列出的器件,请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-58 列出了 McBSP 类型,包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-58. 多通道缓冲串口 (McBSP) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 McBSP 模块类型	281x	-
1	删除了 FIFO 以允许与 DMA 模块互连。删除了与 FIFO 相关的寄存器 (MFFTX、MFFRX、MFFCT、MFFST)。	2806x、2807x、2823x、2833x、2834x、 2837xD、2837xS、2838x、M35x、M36x	-

### 3.4.11 电源管理总线 (PMBus) 模块

电源管理总线 (PMBus) 模块在微控制器和器件之间提供一个接口，该接口符合 SMI Forum PMBus 规范第 I 部分 1.0 版和第 II 部分 1.1 版的要求。PMBus 基于 SMBus，SMBus 使用与 I2C 类似的物理层。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-59 列出了 PMBus 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-59. 电源管理总线 (PMBus) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 PMBus 模块类型	28002x、28003x、28004x、280015x、 2838x、28P65x	-
1	添加了对 1MHz 速度和 0ns 保持时间的支持。	28P55x、29H85x、29P58x	-

### 3.4.12 串行通信接口 (SCI) 模块

串行通信接口 (SCI) 模块是一种双线制异步串行端口，通常称为 UART。SCI 支持一个用于减少服务开销的接收和发送 FIFO。

SCI 指南包括：

- [TMS320x281x 串行通信接口 \(SCI\) 参考指南](#)
- [TMS320x280x、2801x、28044 串行通信接口 \(SCI\) 参考指南](#)
- [TMS320x2834x 串行通信接口 \(SCI\) 参考指南](#)

对于上面未列出的器件，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-60 列出了 SCI 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-60. 串行通信接口 (SCI) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 SCI 模块类型	280x、281x、2801x、2804x、2807x、28002x、28003x、 28004x、280013x、280015x、2823x、2833x、2834x、 2837xD、2837xS、2838x、28E12x、28P55x、28P65x、 M35x、M36x	16 级 FIFO
		2802x、2803x、2805x、2806x	4 级 FIFO

### 3.4.13 串行外设接口 (SPI) 模块

串行外设接口 (SPI) 模块是一种高速同步串行 I/O 端口，其允许以可编程的位传输速率将编程长度 (1 至 16 位) 的串行位流移入和移出器件。通常，SPI 用于 DSP 和外部外设或者其他处理器之间的通信。典型应用包含通过移位寄存器、显示驱动器和 ADC 等器件进行外部 I/O 或外设扩展。SPI 的控制器和外设操作支持多器件通信。该端口支持一个用于减少服务开销的接收和发送 FIFO。

SPI 指南包括：

- [TMS320x281x 串行外设接口 \(SPI\) 参考指南](#)
- [TMS320x280、2801x、2804x 串行通信接口 \(SPI\) 参考指南](#)
- [TMS320x2834x 串行外设接口 \(SPI\) 参考指南](#)

对于上面未列出的器件，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-61 列出了 SPI 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-61. 串行外设接口 (SPI) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 SPI 模块类型	280x、281x、2801x、2804x、2823x、2833x、2834x、M35x、M36x	-
1	添加了对 3 线双向模式的支持，并减少为 4 级 FIFO。	2802x	无 STEINV 位
		2803x、2805x、2806x	添加了 STEINV 位 (反转 SPISTE 信号以支持具有 2 个 SPI 的数字音频接收模式)。
2	1 类，带 STEINV。添加了高速模式。添加了 DMA 支持 (针对具有 DMA 的器件)；增加到 16 级 FIFO。	2807x、28004x、280013x、280015x、2837xD、2837xS、28E12x	-
	支持自定义 CLB 接口以更新 RXBUF。	28002x、28003x、2838x、28P55x、28P65x、29H85x、29P58x	-

### 3.4.14 单边沿半字节传输 (SENT) 模块

单边沿半字节传输 (SENT) 模块基于开放标准 SAE J2716，并具有额外的增强功能，例如支持额外的传感器格式。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-62 列出了 SENT 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-62. 单边沿半字节传输 (SENT) 类型说明**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
1	原始 SENT 模块类型	29H85x、29P58x	-

### 3.4.15 同步串行接口 (SSI) 模块

同步串行接口 (SSI) 模块是一个同步串行 I/O 端口，支持与具有德州仪器 (TI) 同步串行接口、SPI 或 Freescale 串行格式的外设器件进行通信。该模块支持控制器或外设运行、可编程时钟比特率、16 位和 8 深发送和接收 FIFO、中断以及  $\mu$ DMA 访问。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-63 列出了 SSI 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-63. 同步串行接口 (SSI) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 SSI 模块类型	2838x、M35x、M36x	-

### 3.4.16 通用异步收发器 (UART) 模块

通用异步收发器 (UART) 模块是一个串行通信端口，支持可编程波特率生成、16/8 TX 和 RX FIFO、串行至并行和并行至串行转换、DMA 访问和中断。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-64 列出了 UART 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-64. 通用异步收发器 (UART) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 UART 模块类型	M35x、M36x	可由 M3 CPU 和 $\mu$ DMA 访问。
		2838x	可由 CM CPU 和 $\mu$ DMA 访问。
		28P65x	可由 C28x CPU 和 DMA 访问。
		29H85x、29P58x	可由 C29x CPU 和 RTDMA 访问。
		28E12x	可由 C28x CPU 和 DMA 访问。
			FIFO 触发深度有如下级别可选：1/8、1/4、1/2、3/4 或 7/8。
			添加了单字节 FIFO 粒度。FIFO 触发深度有如下级别可选：1/16、2/16、3/16... 15/16。

### 3.4.17 通用并行端口 (uPP) 模块

通用并行端口 (uPP) 模块是一种具有专用数据线和极少控制信号的高速并行接口。uPP 旨在连接高速 ADC、DAC、FPGA 或其他 uPP 器件。支持单通道 8 位输入或输出以及 50MHz SDR 和 25MHz DDR 接口时钟频率。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

表 3-65 列出了 uPP 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-65. 通用并行端口 (uPP) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 uPP 模块类型	2837xD、2837xS	-

### 3.4.18 通用串行总线 (USB) 模块

通用串行端口 (USB) 模块是符合 USB 2.0 标准的 USB 控制器和 PHY。USB 支持作为器件全速运行，在主机运行模式下支持低速和全速运行。TI 在我们的 [controlSUITE™](#) 软件包中免费提供 USB 控制器驱动程序以及一个协议栈。

更多信息，请参阅器件特定的技术参考手册。

[表 3-66](#) 列出了 USB 类型，包括每种类型内器件特定的差异。

**表 3-66. 通用串行总线 (USB) 模块类型描述**

类型	说明	涵盖的器件	器件特定的选项
0	原始 USB 模块类型	2806x <sup>(1)</sup> 、2807x、2837xD、2837xS	不支持 USB-OTG
		M35x、M36x	支持 USB-OTG
	添加了全局中断使能、标志和清除寄存器。	2838x、28P55x、28P65x	不支持 USB-OTG

(1) 原始 USB 模块类型仅适用于具有 TMS320F2806xU、TMS320F2806xF 和 TMS320F2806xM 器件型号的器件。



## Changes from NOVEMBER 7, 2024 to JULY 31, 2025 (from Revision T (November 2024) to Revision U (July 2025))

	Page
• 在 <a href="#">章节 1</a> 中向摘要添加了 F28E12x.....	8
• 在 <a href="#">表 1-3</a> 中添加了 F28E12x.....	11
• 添加了 <a href="#">节 2.3.12</a> , “F28E12x 外设” .....	38
• 在 <a href="#">表 3-2</a> 中添加了 28E12x.....	43
• 在 <a href="#">表 3-8</a> 中向 0 类添加了 28E12x.....	45
• 在 <a href="#">表 3-10</a> 中添加了 28E12x, 并更改了器件特定的选项。 .....	47
• 在 <a href="#">表 3-11</a> 中向 1 类添加了 28E12x.....	48
• 在 <a href="#">表 3-31</a> 中向 2 类添加了 28E12x.....	55
• 更改了 <a href="#">表 3-34</a> 中的 “6 类” 描述.....	57
• 在 <a href="#">表 3-34</a> 中添加了 7 类并向 7 类添加了 28E12x.....	57
• 在 <a href="#">表 3-35</a> 中添加了 6 类并向 6 类添加了 28E12x.....	58
• 在 <a href="#">表 3-39</a> 中添加了 28E12x, 并更改了器件特定的选项。 .....	61
• 在 <a href="#">表 3-41</a> 中向 2 类添加了 28E12x.....	62
• 在 <a href="#">表 3-43</a> 中向 2 类添加了 28E12x.....	65
• 添加了 <a href="#">节 3.3.12</a> 多通道脉宽调制器 (MCPWM) 模块.....	68
• 更改了 <a href="#">表 3-47</a> 中的器件特定选项.....	68
• 在 <a href="#">表 3-47</a> 中添加了 3 类并向 3 类添加了 28E12x.....	68
• 在 <a href="#">表 3-54</a> 中向 2 类添加了 28E12x.....	72
• 在 <a href="#">表 3-60</a> 中添加了 28E12x.....	75
• 在 <a href="#">表 3-61</a> 中向 2 类添加了 28E12x.....	76
• 在 <a href="#">表 3-64</a> 中添加了 28E12x, 并更改了器件特定的选项。 .....	77

This page intentionally left blank.



## 重要通知和免责声明

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。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  
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司