

依托多年教学与工程经验，以CCSv5为调试平台，
讲述TMS320F2802x DSC设计，实例丰富，代码
解读详尽。

TMS320F2802x DSC

原理及源码解读 ——基于TI Piccolo系列

任润柏 姜建民 姚 钢 周荔丹 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

TMS320F2802x

DSC 原理及源码解读

——基于 TI Piccolo 系列

任润柏 姜建民 姚 钢 周荔丹 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

TI 2012 年 7 月颁布的 LaunchPad 28027(32 位 DSC)实验板是继 LaunchPad MSP430(16 位 MCU)之后 TI 官方力推的 C2000 系列口袋实验室。本书以 CCSv5 为调试平台,通过 LaunchPad 28027 实验板对 28027 v129 版本大部分源代码进行调试解读。受篇幅限制,本书只对直接与源码有关的原理进行译述。

尽管本书是围绕 28027 展开的,但由于 Piccolo 28027 是 Delfino 28335 的一个裁剪版,故 28027 与 28335、Piccolo 28069(浮点)及 Concerto F28M35x(双核浮点)的同名项目主文件从结构到程序指令完全相同,因此可以说,本书是 28335、28069 及 F28M35x 的入门书。

本书可作为电气、自动控制 and 电子类专业本科生和研究生学习 C2000 系列的教科书或参考书,也可作为相关领域工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

TMS320F2802x DSC 原理及源码解读:基于
TI Piccolo 系列 / 任润柏等编著. --北京:北京航空航天大学出版社, 2013. 11

ISBN 978-7-5124-1276-7

I. ①T… II. ①任… III. ①数字信号处理②数字信号—微处理器 IV. ①TN911.72②TP332

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 236494 号

版权所有,侵权必究。

TMS320F2802x DSC 原理及源码解读

——基于 TI Piccolo 系列

任润柏 姜建民 姚 钢 周荔丹 编著

责任编辑 卫晓娜

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:40 字数:852 千字

2013 年 11 月第 1 版 2013 年 11 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-1276-7 定价:89.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前言

以开源软件 Eclipse 为架构的 CCSv5 平台是一个多系统的集成开发环境。TI 的不同系列:MSP430、controlSUITE C2000、ARM 及 C6000 等均可在这一平台下进行调试与开发。

controlSUITE 目前包含了 C2000 的 3 个系列,按出品的顺序它们是 Delfino F2833x、Piccolo F2802x 及 Concerto F28M35x(双核浮点)。具有里程碑意义的 2407 及其增强版 2812 均未列入,被屏蔽在 CCSv5 平台之外。那么,浮点 2833x 相比于它的前身定点 2812 具备哪些更新或增强、它们还有交集吗?

正像 2812 脱胎于 2407 被称为 2407 的增强版一样,2833x 是 2812 的增强版。就可知的外设和系统功能模块而言,2833x 沿用了 2812 下列模块:ADC、CPU 定时器、eCAN、McBSP、SCI、SPI、看门狗(Watchdog)及外部接口(XINTF)。这 8 个模块控制寄存器完全相同,同名项目中主程序(包括中断)指令也完全相同。其中,由于 28335 摒弃了 2812 通过 EV(事件管理器)来控制 ePWM 的方法,因此,在 adc_soc 项目中涉及用 ePWM 来触发 ADC 的指令有所不同。另外,由于在 GPIO 复用控制方法上,28335 较 2812 作了根本的改变,因此,外设复用指令会不同,这些指令分布在对应外设的 GPIO 共享文件中。

除上述之外,2833x 与 2812 同名的 3 个项目:低功耗暂停唤醒(lpm_haltwake)、空闲唤醒(lpm_idlewake)及待机唤醒(lpm_standbywake),它们的架构一致且寄存器同名,程序指令大同小异;2833x 沿用了 2812 的 PIE 模块,只是 28335 的外设较多因此在 PIE 向量表中安排了 58 个中断向量,而 2812 只安排了 45 个中断向量,并且基于这一架构的用软件区分中断优先权(sw_prioritized_interrupts)的同名项目设置也相同。另外,2833x 的引导 ROM(Boot ROM)模块也沿用 2812,各引导向量及地址完全对应,这说明两者的基本架构一致,只是 2833x 对引导方式选择进行了重新定义,用于引导的 4 个端口与 2812 完全不同,并且将引导方式扩展为 16 种(2812 只有 4 种)。

以下讨论 2833x 与 2812 不同的部分。

ePWM: 2833x 对传统的通过事件管理器(EV)方式控制 PWM 作了明晰的划分和更新。将 PWM 分成 6 个独立的模块 ePWM1~ePWM6,每个模块各自包含功能完全相同的 7 个子模块。它们是:时基(TB)、比较计数器(CC)、动作限定器(AQ)、死区(DB)、PWM 斩波(PC)、触发区(TZ)以及事件触发(ET)共 7 个子模块。经过这种划分和更新后,定义明晰,访问路径清楚,易于操作。

HRPWM: 高分辨脉宽调制模块是 2812 没有的新模块,用于 PWM 频率高于 250 kHz 要求占空比分辨率更高的场合。

eCAP: 增强捕获模块。2812 的捕获功能包含在事件管理器(EV)之中,无专门的模块。28335 这个模块设有专门控制寄存器,它有两个功能:该模块直接采用系统时钟 SYSCLKOUT,提供单通道的辅助脉宽调制信号或者用于单信道的信号采集。

eQEP: 增强正交编码脉冲模块。2812 的正交编码脉冲(QEP)电路控制包含在定时器 2 控制寄存器(T2CON)相应字段之中,不是一个独立的模块;28335 有一个独立的增强正交编码脉冲(eQEP)模块,设有专用控制寄存器。就操作指令而言,直观明了易写。

I2C: 内部集成电路模块是 2812 没有的新模块,用于板上 I2C 器件通信。

DMA: 直接内存存取模块,2812 没有。该模块提供了一种不需 CPU 干预的外设与内存之间数据传送的硬件方法。

或许 2812 没有被 CCSv5 纳入不完全是上述模块的更新和添加。

Piccolo 定点 28027 是在 2833x 之后推出的。在 2833x 外设模块基础上裁减了 DMA,eCAN,eQEP 及 McBSP 共 4 个模块。并将 28335 (512 KB Flash,68 KB RAM)的 88 个 GPIO 端口缩减为 22 个(除掉 4 个用于 JTAG,只有 18 个 GPIO 可用),除此之外,还缩减了存储空间(64 KB Flash,12 KB RAM)。但 28027 的 ADC 模块作了根本的更新,这一更新也应用在随后的 Piccolo 浮点 28069 及 Concerto 浮点 F28M35x(双核)系统中。此外,在 2833x ePWM 基础上,28027 增加了一个数字比较(DC)子模块。从附表 1 可以看出:28027 与 28335 同名或同类项目其程序指令几乎完全相同。因此,28027 是 28335 一个 ADC 模块增强的子集。由于裁减了 GPIO 接口和外设模块以及缩减了存储空间,28027 的售价远比 28335 低廉,非常适合于初学阶段设计和摸索。损坏 28335 很无奈,损坏 28027 再重来。

TI 于 2012 年 7 月继推出 LaunchPad MSP430 (16 位 MCU)之后推出的 LaunchPad 28027(32 位 DSC)调试板(售价仅 100 元人民币左右),是一款自带 XDS100v2 的仿真器,直接采用 PC 机 USB 电源的廉价调试板。在安装了 control-SUITE 的 CCSv5 环境下可以进行 28027 v129 版本大部分源码的调试,是从零进入 C2000 领域的口袋实验室。

本书从第 3 章开始,各章的末尾一节对取自 v129 版本相关源码进行解读。所有源码的调试都在 CCSv5 环境下,通过 LaunchPad 28027 调试板进行。各章源码解读前的内容则介绍相应的外设原理,它们基本是对应 TI 英文文档的译文,由于时间和

篇幅的关系,不直接跟源码主文件有联系的外设如 BOOT ROM 等未编入本书,有关这些内容请参阅相关文档。

从事 C2000 研发的同仁似乎都有这种体会,近十年来掌握 C2000 一款芯片的速度跟不上 TI 更新的速度。2407 被业界认知了,2812 来了,之后 28335 又跟上了,再是 Piccolo 及 Concerto 系列。28335 的 ePWM 等模块颠覆了 2812,所谓颠覆是指摒弃原来的一套控制方法,之后 Piccolo 28027 的 ADC 又颠覆了 28335 的 ADC。这种颠覆反映了 TI 的前沿理念,是技术进步的结果。其过程告示了 32 位的 C2000 较 8 位单片机 8031 的艰难!

在推出 Piccolo 及 Concerto 系列之后,根本性的颠覆估计不多,将会进入一个相对稳定的时期。即 Piccolo 28027 有较 2407、2812 更长的生命周期。从附表 1 可知,28027 的多数源码可以无缝对接到 28335,当然,同名源码程序也可以轻易对接到 Piccolo 28069 以及 Concerto F28M35x。这种对接不用嫁接或移植,在 control-SUITE 的 28335、28069 及 F28M35x 相关目录中找到同名项目就行了。在这个基础上,从 28027 升级到浮点 28335 或双核 F28M35 就不是想象中那么困难了。

上海交通大学在 TI 大学计划部的支持下于 2012 年初推出 28027 实验箱并用于教学,之后再推出三合一实验板(可插入 28027、28069 控制卡以及 LaunchPad 28027 实验板)。从着手进入 28027 至今近两年,一开始, TI 大学计划部黄争就希望有一本介绍 28027 的书面世。

这本书最后能够完成是上海交通大学学子共同努力的结果。参加 TI 文档翻译工作的同学有:

周挺辉(研三):第 9 章(ePWM)翻译校对,前期所有文档整理。

李帅波(研三):第 7 章(I2C)翻译校对,第 6 章(SPI)校对,第 9 章(ePWM)寄存器校对。

王伊晓(研二):第 5 章(SCI)、第 10 章(HRPWM)翻译校对,第 8 章(ADC)翻译。

张逸飞(研一):第 11 章(eCAP)翻译校对,第 8 章(ADC)校对。

闵哲卿(大四):第 3 章系统时钟与定时器,第 4 章(GPIO)及第 12 章(PIE)翻译校对。

姚梦琪(大四):第 7 章(I2C)及第 10 章(HRPWM)前期翻译。

参加绘图工作的同学有:

陈曲(研二):第 9 章(ePWM),第 8 章(ADC)。

王澹(大四):第 3 章系统时钟与定时器,第 4 章(GPIO),第 12 章(PIE),第 5 章(SCI),第 6 章(SPI)。

陈静鹏(大四):第 7 章(I2C),第 10 章(HRPWM),第 11 章(eCAP)。

在此对以上参与此书翻译与绘图的同学表示深深致谢!

本书从蕴酿到成书始终得到 TI 大学计划部的指导和支持,在此表示由衷的

感谢! 本书本人并未参与任何章节的编写, 但本人对本书的编写工作给予了极大的支持, 在此表示衷心的感谢!

由于笔者功力有限, 统稿及解读难免有不准确之处, 只是祈望不要出现太多的概念错误, 以致太对不起购得此书的读者! 并对可能给读者造成的困惑深深致歉。请不吝赐教。

联系方式: renrunbai@hotmail.com.

任润柏
2013年8月12日于上海交通大学

本书从最初立项并持续得到 TI 大学计划的支持, 在此表示衷心的感谢!

在本书编写过程中, 得到了 TI 大学计划的支持, 在此表示衷心的感谢!

本书从最初立项并持续得到 TI 大学计划的支持, 在此表示衷心的感谢!

本书从最初立项并持续得到 TI 大学计划的支持, 在此表示衷心的感谢!

本书从最初立项并持续得到 TI 大学计划的支持, 在此表示衷心的感谢!

本书从最初立项并持续得到 TI 大学计划的支持, 在此表示衷心的感谢!

本书从最初立项并持续得到 TI 大学计划的支持, 在此表示衷心的感谢!

本书从最初立项并持续得到 TI 大学计划的支持, 在此表示衷心的感谢!

本书从最初立项并持续得到 TI 大学计划的支持, 在此表示衷心的感谢!

本书从最初立项并持续得到 TI 大学计划的支持, 在此表示衷心的感谢!

本书从最初立项并持续得到 TI 大学计划的支持, 在此表示衷心的感谢!

本书从最初立项并持续得到 TI 大学计划的支持, 在此表示衷心的感谢!

本书从最初立项并持续得到 TI 大学计划的支持, 在此表示衷心的感谢!

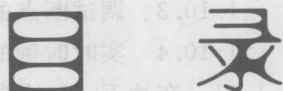
本书从最初立项并持续得到 TI 大学计划的支持, 在此表示衷心的感谢!

本书从最初立项并持续得到 TI 大学计划的支持, 在此表示衷心的感谢!

本书从最初立项并持续得到 TI 大学计划的支持, 在此表示衷心的感谢!

本书从最初立项并持续得到 TI 大学计划的支持, 在此表示衷心的感谢!

本书从最初立项并持续得到 TI 大学计划的支持, 在此表示衷心的感谢!



第 1 章 CCSv5.2 简介	1
1.1 新建工作目录	1
1.2 构建项目	1
1.3 导入已有的项目	6
1.3.1 进入“导入 CCS Eclipse 项目”界面	7
1.3.2 导入已有的 CCS Eclipse 项目	8
1.3.3 项目属性设置	8
1.4 CCS 常用按钮	10
1.4.1 编译界面常用按钮	10
1.4.2 调试界面常用按钮	10
1.5 新项目变量的设置	12
1.5.1 确定工作平台的链接资源(Linked Resources)	12
1.5.2 确定链接资源中的新变量路径	13
1.5.3 构建变量(Build Variables)	15
1.6 为新项目添加共享源文件及命令(CMD)文件	16
1.6.1 增加共享源文件	16
1.6.2 增加 DSP2802x_GlobalVariableDefs.c 文件	18
1.6.3 增加 CMD 文件	18
1.7 新建项目的属性(Properties)配置	18
1.7.1 打开属性配置窗口	19
1.7.2 CpuTimer 项目属性设置步骤	20
1.7.3 直接路径法	22
1.8 构建新项目的简单方法	23
1.9 CCS3.3 项目的导入	24
1.9.1 导入遗留的 CCSv3.3 项目(Import Legacy CCSv3.3 Project)	25

目 录

1.9.2	CCSv3.3 导入项目的属性设置	27
1.10	实时模式的设置	29
1.10.1	将变量添加到表达式窗口	29
1.10.2	实时模式的设置	29
1.10.3	调试断点的设置	31
1.10.4	实时时钟的设置	33
1.11	在片 Flash 的烧录	34
1.11.1	改变链接器命令文件(Linker Command File,CMD)	34
1.11.2	当前项目中增加两个文件	34
1.11.3	主文件头部增加 3 条指令	35
1.11.4	在主函数中嵌入两个函数	35
第 2 章	28027 微型控制器及实验平台	36
2.1	TMS320F28027 硬件资源简介	36
2.1.1	资源概览	36
2.1.2	TMS320F2802x 引脚图	37
2.1.3	信号说明	37
2.2	功能概述	47
2.3	简要说明	50
2.4	寄存器映射	58
2.5	器件仿真寄存器	59
2.6	28027 LAUNCHXL—F28027 概述	60
2.6.1	下载和安装	62
2.6.2	C2000 LaunchPad 的调试	62
2.6.4	硬件配置	64
2.6.4	LaunchPad 引脚定义	65
2.6.5	LaunchPad 引脚使用标识	66
第 3 章	系统时钟与定时器	67
3.1	系统时钟控制电路	67
3.1.1	启动/禁止外设模块时钟	68
3.1.2	低速外设时钟预分频的配置	71
3.2	振荡器(OSC)和锁相环(PLL)模块	72
3.3	低功耗模块	91
3.4	CPU 看门狗模块	94
3.5	32 位 CPU 位定时器	100
3.6	定时器时钟及时钟源概念小结	104
3.7	示例源码	106

目 录

3.7.1	CPU 定时器及动态正弦曲线(CpuTimer_SinCurve)	106
3.7.2	看门狗及操作要领(zWatchdog)	117
3.7.3	低功耗模式的 3 个示例	121
3.7.4	内部振荡器补偿示例(zOSC_Comp)	124
第 4 章	通用输入/输出(GPIO)	128
4.1	GPIO 模块概述	128
4.2	配置概述	132
4.3	数字通用 I/O 的控制	133
4.4	输入限定器	135
4.5	GPIO 和外设引脚复用	138
4.6	寄存器位定义	143
4.7	GPIO 多路复用设置步骤	161
4.8	GPIO 多路复用设置实例	163
第 5 章	串行通信接口(SCI)	165
5.1	增强型 SCI 模块概述	165
5.1.1	SCI 模块信号汇总	169
5.1.2	多处理器及异步通信模式	169
5.1.3	SCI 可编程数格式	169
5.1.4	SCI 多处理器通信	170
5.1.5	空闲线多处理器模式	171
5.1.6	地址位多处理器模式	173
5.1.7	SCI 通信格式	173
5.1.8	SCI 中断	176
5.1.9	SCI 的波特率计算	176
5.1.10	SCI 增强的功能	177
5.2	SCI 时钟及波特率的计算	180
5.3	SCI 相关的寄存器	181
5.4	SCI 示例源码	195
5.4.1	Piccolo 与 PC 的通信(zSci_SendPc)	195
5.4.2	Piccolo 与 PC 的双向通信(zSci_Echoback)	201
5.4.3	通过中断进行 SCI FIFO 回送测试(zSci_FFDLB_int)	203
第 6 章	串行外设接口(SPI)	207
6.1	增强的 SPI 模块概述	207
6.1.1	SPI 模块框图	208
6.1.2	SPI 信号汇总	209
6.1.3	SPI 模块寄存器概述	210

6.1.4	SPI 操作	211
6.1.5	SPI 中断	213
6.1.6	SPI 的 FIFO 介绍	218
6.1.7	SPI 3 线模式	220
6.1.8	音频传输中的 SPI STEINV 位	222
6.2	SPI 时钟及波特率计算归纳	223
6.3	SPI 寄存器及波形	224
6.4	SPI 示例源码	238
6.4.1	SPI FIFO 数字回送程序(zSpi_FFDLB)	239
6.4.2	采用中断进行 SPI FIFO 数字回送程序(zSpi_FFDLB_int)	242
6.4.3	LED 数码管显示程序(zSpi_LedNumber)	245
第 7 章	内部集成电路(I2C)	247
7.1	I2C 模块概述	247
7.2	I2C 模块工作细节	250
7.3	I2C 模块产生的中断请求	256
7.4	复位/禁止 I2C 模块	258
7.5	I2C 模块寄存器	259
7.6	I2C 软件模拟示例 zI2C_eepromMN	278
第 8 章	模/数转换器(ADC)	288
8.1	特征	288
8.2	ADC 内核总成(ADC 模块框图)	289
8.3	SOC 的操作原则	291
8.4	A/D 转换的优先级	295
8.5	同步采样模式	298
8.6	EOC 及中断操作	298
8.7	上电序列	299
8.8	ADC 校准	300
8.9	内/外部参考电压选择	302
8.10	ADC 寄存器	302
8.11	ADC 时序图	322
8.12	内置温度传感器	328
8.13	比较器模块	329
8.14	比较器寄存器	331
8.15	示例源码	333
8.15.1	通过 EPWMx 触发 ADC 模块转换(zAdcSoc_TripEpwmx.c)	333
8.15.2	通过定时器 0 中断触发模数转换(zAdcSoc_TripTINTx.c)	339

8.15.3	通过外部中断 2 触发模数转换(zAdcSOC_TripXINT.c)	341
8.15.4	温度传感器示例(zAdc_TempSensor.c)	345
8.15.5	软件强制温度传感器转换示例(zAdc_TempSensorConv.c)	347
第 9 章	Piccolo 增强型脉宽调制器(ePWM)模块	350
9.1	概 述	351
9.1.1	子模块概述	351
9.1.2	寄存器映射	354
9.1.3	子模块总体概览	357
9.2	时基模块(TB)	359
9.2.1	时基模块的作用	359
9.2.2	时基模块的控制与观察	359
9.2.3	PWM 周期和频率的计算	361
9.2.4	多个 ePWM 模块时的时钟锁相	366
9.2.5	时基计数器模式和计时波形	366
9.3	比较器模块(CC)	368
9.3.1	比较计数器模块的作用	369
9.3.2	比较计数器模块的控制和观察	369
9.3.3	比较计数器子模块的操作要点	370
9.3.4	计数模式的波形	370
9.4	动作限定模块(AQ)	372
9.4.1	动作限定模块的作用	373
9.4.2	动作限定子模块的控制和观察	373
9.4.3	动作限定器事件优先级	375
9.4.4	一般配置下的波形	377
9.5	死区子模块(DB)	385
9.5.1	死区子模块的作用	385
9.5.2	死区子模块的控制和观察	386
9.5.3	死区子模块操作要点	386
9.6	PWM 斩波子模块(PC)	389
9.6.1	PWM 斩波子模块的作用	390
9.6.2	PWM 斩波模块的控制和观察	390
9.6.3	PWM 斩波子模块操作要点	390
9.6.4	PWM 斩波子模块波形	391
9.7	触发区子模块(TZ)	393
9.7.1	触发区子模块的作用	393
9.7.2	故障捕获模块的控制和观察	394

9.7.3	触发区子模块的操作要点	395
9.7.4	产生捕获事件中断	397
9.8	事件触发子模块(ET)	398
9.8.1	事件触发子模块操作纵览	400
9.9	数字比较器子模块(DC)	403
9.9.1	数字比较器子模块的作用	404
9.9.2	数字比较子模块的控制和观察	404
9.9.3	数字比较器子模块的操作要点	405
9.10	应用电源拓扑	409
9.10.1	多模块概览	409
9.10.2	关键的配置	409
9.10.3	使用独立的频率控制多个降压变换器	410
9.10.4	使用相同的频率控制多个降压变换器	412
9.10.5	控制多个半 H 桥变换器	415
9.10.6	控制电机(ACI 和 PMSM)的两个三相逆变器	418
9.10.7	在 ePWM 之间相位控制的应用	421
9.10.8	控制三相交错的 DC/DC 变换器	421
9.10.9	控制零电压开关全桥(ZVSFB)变换器	424
9.10.10	通过控制一个峰值电流模式来控制降压模块	427
9.10.11	控制 H 桥 LLC 谐振变换器	428
9.11	ePWM 模块寄存器	430
9.11.1	时基子模块寄存器	430
9.11.2	计数器-比较器子模块寄存器	437
9.11.3	动作限定器子模块寄存器	442
9.11.4	死区子模块寄存器	447
9.11.5	PWM-斩波子模块寄存器	449
9.11.6	触发区子模块控制和状态寄存器	450
9.11.7	数字比较子模块寄存器	459
9.11.8	事件触发器子模块寄存器	465
9.11.9	正常的中断启动步骤	470
9.12	ePWM 示例源码	471
9.12.1	ePWM 时基时钟的计算	471
9.12.2	ePWM 初始化指令顺序	471
9.12.3	ePWM_增模式下的动作控制(zEPwm_UpAQ)	472
9.12.4	ePWM_增减模式下的动作控制(zEPwmUpDownAQ)	477
9.12.5	EPWM 死区的建立(zEpwm_DeadBand)	480

9.12.6	PWM 故障捕获(zEpwm_TripZone.c)	484
9.12.7	PWM 数字比较器故障捕获事件(zEpwm_DCEventTrip.c)	487
9.12.8	PWM 滤波(zEPwm_Blanking.c)	490
9.12.9	通过动作限定器建立步进电机的 4 拍方式控制	495
9.12.10	EPWM 模块的定时器中断(zEPwm_TimerInt.c)	496
第 10 章	高分辨率脉宽调制(HRPWM)	502
10.1	概 述	502
10.2	HRPWM 的操作说明	503
10.3	HRPWM 的功能控制	505
10.4	HRPWM 的配置	507
10.5	工作原理	508
10.5.1	边沿定位	509
10.5.2	CMPA;CMPAHR 的计算	510
10.5.3	占空比的范围限制	512
10.5.4	高分辨率周期	514
10.5.5	高分辨率周期配置	515
10.6	比例因子优化软件(SFO)	516
10.7	使用优化汇编代码的 HRPWM 示例	517
10.7.1	实现一个简单的降压变换器	517
10.7.2	利用 R+C 滤波器实现简单 DAC 功能	519
10.8	HRPWM 寄存器	522
10.9	SFO 函数库软件—SFO_TI_Build_V6.lib	528
10.9.1	比例因子优化函数-int SFO()	528
10.9.2	软件的使用	530
10.9.3	SFO 库软件各版本的不同之处	532
10.10	HRPWM 示例源码	532
10.10.1	微边沿定位(MEP)概念的进一步说明	532
10.10.2	采用 Q15 及 Q0 格式计算 CMPA;CMPAHR	534
10.10.3	zHRPWM_Duty_SFO_V6 项目	537
第 11 章	增强型捕获模块(eCAP)	543
11.1	概 述	543
11.1.1	eCAP 的使用和特性	543
11.1.2	运行机制框图说明	544
11.2	捕获和 APWM 工作模式	545
11.2.1	捕获模式的描述	545
11.2.2	APWM 工作模式	550

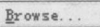
目 录

11.3	寄存器.....	551
11.4	eCAP 示例源码	561
11.4.1	APWM 测试(zECap_apwm. c)	561
11.4.2	捕获模式测试(zECap_CapturePwm. c)	564
11.4.3	绝对时戳上升沿触发示例(zECap_CaptureRePwm. c)	570
11.4.4	绝对时戳双边沿触发示例(zECap_CaptureReFePwm. c)	574
11.4.5	上升沿分时触发示例(zECap_CaptureReDifPwm. c)	575
11.4.6	上升沿和下降沿分时触发示例(zECap_CaptureReFeDifPwm. c)	576
第 12 章	外设中断扩展	579
12.1	PIE 控制器概述	579
12.2	向量表映射	582
12.3	中断源	583
12.3.1	处理复用中断的流程	584
12.3.2	使能和禁止多路复用外设中断的步骤	585
12.3.3	从外设到 CPU 的多路复用中断请求流程	586
12.3.4	PIE 向量表	588
12.4	PIE 寄存器	594
12.5	外部中断控制寄存器	604
12.6	用软件区分中断优先级示例(zSWPrioritizedInterrupts)	606
12.7	外部中断示例(zExternalInterrupt)	610
附录		619
参考文献		622

第 1 章

CCSv5.2 简介

1.1 新建工作目录

启动 CCSv5 后,会弹出如图 1.1 所示的工作区启动(Workspace Launcher)界面,若已经建立了多个工作区,可单击下拉按钮  选择需要的工作区;若需要新建一个工作区,可单击浏览按钮  进行。图 1.1 所示是在 f28027 的 v129 版本目录下建立了一个 Myproject 区,之后有关 f28027 的项目都放在这个区(或目录)中。实验板采用的是 TI 在 2012 年 7 月发布的 LAUNCHXL - F28027 C2000 Piccolo LaunchPad v1.0 版本。

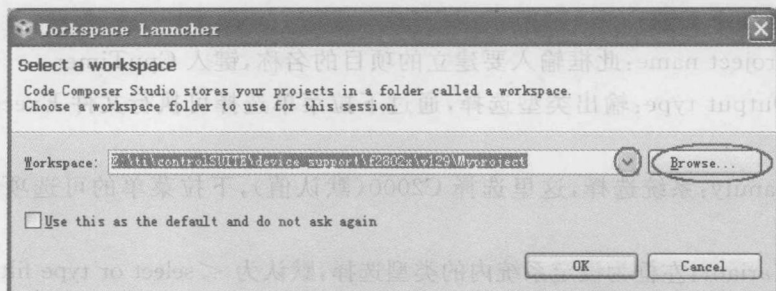


图 1.1 工作平台搜索界面

1.2 构建项目

单击图 1.1 中的“OK”按钮,便会弹出如图 1.2 所示的 TI 资源管理器界面。这里介绍几个常用的选项:

- New Project 在上级目录下建立一个新项目。
- Examples 打开已加载的示例。
- Import Project 导入已有的项目。

第 1 章 CCSv5.2 简介

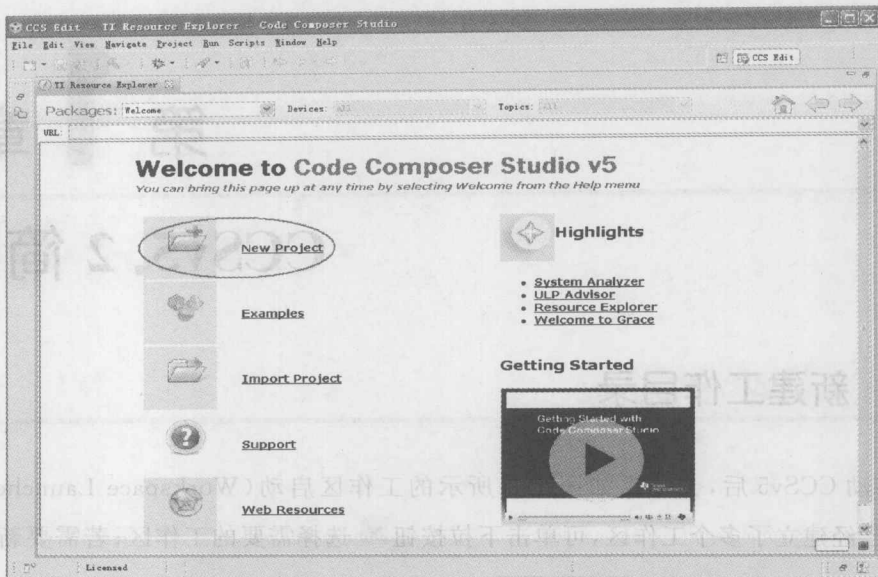


图 1.2 TI 资源管理器界面

● Getting Started 打开在线视频介绍。

单击 New Project 选项,出现如图 1.3 所示的 CCS 新项目构建窗口(1),在图中键入或选择如下参数:

- (1) Project name: 此框输入要建立的项目的名称,键入 CpuTimer。
- (2) Output type: 输出类型选择,通过下拉菜单选择可执行文件 Executable(默认值)。
- (3) Family: 系统选择,这里选择 C2000(默认值),下拉菜单的可选项通过安装 CCS 确定。
- (4) Variant: 左框为设定系统内的类型选择,默认为 <select or type filter text>,这里选择 2802x Piccolo;右框为芯片选择,这里选择 TMS320F28027。
- (5) Connection: 仿真器选择,这里选择 Teks Instruments XDS100v2 USB Emulator。
- (6) Compiler version: 编译器版本选择,采用默认值 TI v6.1.0。
- (7) Linker command file: 链接器命令文件,选择 28027_RAM_lnk.cmd。
- (8) Runtime support library: 运行时需支持的库文件,可选择 rts2800_ml.lib。

需要说明的是:将项目名称取为 CpuTimer(Cpu 定时器),是准备仿照 f2802x 中 v129 版本的 cpu_time 项目建立一个仅名字不相同的新项目。因此,稍后构建 Cpu-Timer 项目时将仿照 cpu_time 项目进行。

单击图 1.3 中的项目模块及示例栏目“Project template and examples”,切换到图 1.4,可以看见 Empty Project 阴影条,这说明刚才建立的项目是一个如图 1.5 所