

dsPIC[®]

通用数字信号控制器 原理及应用 — 基于dsPIC30F系列



刘和平

编著

郑群英 江渝 邓力 刘淑春



北京航空航天大学出版社

dsPIC[®]通用数字信号控制器原理及应用 ——基于 dsPIC30F 系列

刘和平
郑群英 江 渝 邓 力 刘淑春 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书主要介绍微芯公司 dsPIC30F 系列通用数字信号控制器的基本原理和工程应用方面的知识。书中除介绍通用数字信号控制器的结构、工作原理和基本使用方法外,还介绍了大量应用例程及编程有关的知识,几乎涉及 dsPIC30F 系列数字信号控制器的几乎所有功能模块的编程应用,给出了典型应用实例的电路原理图和汇编源程序、C 语言源程序清单,并将这些程序放在书中所附光盘中。本书是一本很好的掌握数字信号控制器应用设计和工程开发编程入门与提高的参考书,适用于开发者和初学者;也可作为大学本科学或研究生数字信号控制器原理及应用课程或嵌入式系统课程的教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

dsPIC 通用数字信号控制器原理及应用:基于 dsPIC30F
系列/刘和平等编著. —北京:北京航空航天大学出版社,
2007.7

ISBN 978-7-81077-816-9

I. d… II. 刘… III. 可程序数字控制器 IV. TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 028176 号

©2007,北京航空航天大学出版社,版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制或传播本书及其所附光盘中的内容。侵权必究。

dsPIC® 通用数字信号控制器原理及应用——基于 dsPIC30F 系列

刘和平

编著

郑群英 江 渝 邓 力 刘淑春

责任编辑 崔肖娜 郎月田

*

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(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

http://www.buaapress.com.cn E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:31.0 字数:694 千字

2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷 印数:5000 册

ISBN 978-7-81077-816-9 定价:49.00 元(含光盘 1 张)

版 权 声 明

本书引用以下资料已得到其版权所有者 Microchip Technology Inc. (美国微芯科技公司) 的授权。

- [1] Microchip Technology Inc. dsPIC30F6011, dsPIC30F6012, dsPIC30F6013, dsPIC30F6014 Data Sheet High Performance Digital Signal Controllers 文档号: DS70117E
- [2] Microchip Technology Inc. dsPIC30F Family Reference Manual High Performance Digital Signal Controllers 文档号: DS70046E
- [3] dsPIC30F 系列参考手册 高性能数字信号控制器 文档号: DS70046C_CN

再版上述资料须经过其版权所有者 Microchip Technology Inc. 的许可。
所有权保留。未得到该公司的书面许可, 不得再版或复制。

商 标 声 明

以下图案是 Microchip Technology Inc. 在美国及其他国家的注册商标:



以下文字是 Microchip Technology Inc. 的注册商标(状态:®):

Accuron, AmpLab, dsPIC, ENVOY, FilterLab, KEELOQ, KEELOQ Logo, Microchip Logo, Microchip Name and Logo, microID, Migratable Memory, MPLAB, MXDEV, MXLAB, PIC, PICmicro, PICMASTER, PICSTART, PowerSmart, PRO MATE, rfPIC, SEEVAL, SmartSensor, SmartShunt, *The Embedded Control Solutions Company*, TrueGauge

以下文字是 Microchip Technology Inc. 的商标(状态:TM):

Analog-for-the-Digital Age, Application Maestro, dsPICDEM, dsPICDEM. net, dsPICworks, ECAN, ECONOMONITOR, FanSense, FlexROM, fuzzyLAB, ICEPIC, ICSP or In-Circuit Serial Programming, Linear Active Thermistor, MPASM, MPLAB Certified Logo, MPLIB, MPLINK, MPSIM, Now Design It, PICDEM, PICDEM. net, PICKit, PICLAB, PICTail, PowerCal, PowerInfo, PowerMate, PowerTool, QuickASIC, Real ICE, rfLAB, rfPICDEM, Select Mode, Smart Serial, SmartTeal, The Emerging World Standard, Total Endurance, UNI/O, WiperLock, Zena

以下文字是 Microchip Technology Inc. 的服务标记(状态:SM):
SQTP

以下所有其他商标的版权归各自公司所有:

PICC, PICC Lite, PICC-18, CWPIC, EWPIC, ooPIC, OOPIC

前 言

美国微芯公司推出的 dsPIC30F 系列通用数字信号控制器,采用精简指令集(RISC)、哈佛总线结构、流水线取指令方式,具有实用、低价、指令集小、简单易学、低功耗、高速度、体积小、功能强、抗干扰能力强等优点。是目前微芯公司的主流产品之一。

dsPIC30F 系列通用数字信号控制器内含有 12 位 A/D 转换器(200 kS/s)、内部 E²PROM 存储器、比较输出、捕捉输入、I²C 和 SPI 接口、CAN 接口、异步串行通信(USART)接口、Flash 程序存储器读/写等强大的控制功能内核,具有强大的数字信号处理能力,和良好的应用前景。

由于目前其参考资料很少,对初学者来说学习并掌握其应用有一定的难度,给广大感兴趣的读者带来困难。为此我们编著了这本书,将入门到应用过程所需要的内容都展示给读者。通过这本书可以方便地教会读者掌握编程方法和调试方法,可以十分容易地掌握和应用书中给出的应用例程,较快地提高读者的开发应用能力,期望本书能对读者有较大帮助。

dsPIC30F 的 CPU 拥有 24 位指令字。程序存储器空间(Flash)大小为 24~144 KB。dsPIC30F 的数据宽度为 16 位,所有内部寄存器和数据空间存储器都是以 16 位宽度组成的。数据存储器空间的大小为 1~8 KB。

程序空间可视性(PSVPAG)寄存器定义任何 16K 字的程序空间。程序空间到数据空间的映射功能使任何指令都能像访问数据空间一样访问程序空间。

单周期指令预取机制用来帮助维持吞吐量并提供可预测的执行。除改变程序流的指令、双字移动指令和表读表写指令外,所有指令都在单个周期内完成执行。使用 DO 和 REPEAT 指令支持无开销的程序循环结构,在任何时候都可以中断这两个指令的执行。

dsPIC30F 指令集有两类指令:MCU 类指令和 DSP 类指令。这两类指令无缝地集成到 dsPIC30F 架构中并从同一个执行单元执行。指令集包括多种寻址模式,指令的设置可使 C 编译器的效率达到最优。DSP 引擎很显著地提高了内核运算能力和吞吐量,其设计可实现最佳的实时性能。

重庆大学—美国微芯公司 PIC 单片机实验室以微芯公司 dsPIC30F 系列通用数字信号控制器为对象设计制作了本书所用的实验板,并提供了相应的外围扩展硬件电路图和编程程序清单,所有程序均在该实验板上调试通过,并制作成本书中所附的光盘。

本书是开发者和初学者的一本很好的掌握数字信号控制器应用设计和工程开发编程入门

前 言

与提高的参考书,也可作为大学本科学或研究生数字信号控制器原理及应用课程或嵌入式系统课程的教材使用。

在本书的成书过程中得到了重庆大学电气工程学院电力电子与电力传动系研究生高春艳、王贵、张小东、刘平、辛罡、常猛、李茂华、邱文彬等同学的大力协助。另外,本书的出版还得到微芯公司的大力支持,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,恳请读者通过书面或电话提出宝贵意见。(地址:重庆大学电气工程学院。邮编:400044。电话:023-65102438。)

作 者

2007 年 1 月

目 录

第 1 章 概 述

第 2 章 CPU 结构

2.1 概 述	6
2.2 编程模型	7
2.3 软件堆栈指针/结构指针	11
2.3.1 软件堆栈指针示例	11
2.3.2 W14 软件堆栈指针	13
2.3.3 堆栈指针上溢	13
2.3.4 堆栈指针下溢	13
2.4 除法支持	13
2.5 DSP 引擎	14
2.5.1 乘法器	15
2.5.2 数据累加器加法器/减法器	16
2.5.3 桶形移位寄存器	20
2.6 CPU 寄存器描述	20
2.6.1 CPU 状态寄存器 SR	20
2.6.2 内核控制寄存器 CORCON	23
2.6.3 其他 CPU 控制寄存器	24
2.7 指令流水线类型	28
2.8 地址寄存器相依性	29

第 3 章 存储器结构

3.1 程序地址空间	32
3.1.1 程序计数器	32
3.1.2 用表读表写指令访问放在程序空间中的数据	34
3.1.3 用程序空间的可视性访问程序存储器中的数据	36
3.1.4 写程序存储器	38
3.2 数据地址空间	38
3.2.1 数据空间存储器映射	39
3.2.2 数据空间	40
3.2.3 数据空间宽度	41
3.2.4 数据对齐	41

目 录

3.2.5	Near 数据空间	42
3.2.6	软件堆栈	42
第4章 寻址方式		
4.1	地址产生单元	44
4.2	指令寻址模式	45
4.2.1	文件寄存器指令	45
4.2.2	MCU 指令	45
4.2.3	移动和累加器指令	46
4.2.4	MAC 指令	46
4.2.5	其他指令	47
4.3	模寻址	47
4.3.1	起始和结束地址	47
4.3.2	W 地址寄存器的选择	48
4.3.3	模寻址的应用	48
4.4	位反转寻址	49
4.5	寻址寄存器	51
第5章 MPLAB IDE 7.xx 及 MPLABC30 安装及使用简介		
5.1	MPLAB IDE 7.xx 的安装	56
5.2	MPLAB C30 的安装	60
5.3	MPLAB IDE 及 MPLAB C18 的使用简介	64
第6章 dsPIC30F6014 快速入门		
6.1	生成源程序文件	77
6.1.1	在 MPLAB IDE 软件环境下编辑源程序文件	77
6.1.2	在 VC 下编辑源程序文件	80
6.2	生成新项目	80
6.2.1	利用 MPLAB IDE 向导创建新项目	81
6.2.2	直接新建项目	85
6.3	编译项目	87
6.4	修改项目编译的语法错误	90
6.5	调试程序	92
6.5.1	调试程序方式	92
6.5.2	设置断点	93
6.5.3	单步运行	95
6.6	固化程序	95
6.7	编写程序中应注意的问题	97
第7章 dsPIC30F601x 实验开发系统介绍		
7.1	dsPIC30F601x 实验开发系统介绍	99
7.1.1	结构简介	99

目 录

7.1.2 主要功能及结构特点	99
7.1.3 可在实验目标板上做的实验	100
7.2 dsPIC30F601x 实验目标板各模块功能介绍	100
7.2.1 实验目标板概述	100
7.2.2 人机交换接口	100
7.2.3 串行通信接口(SCI)	101
7.2.4 控制器区域网络(CAN)	101
7.2.5 串行外设接口(SPI)	101
7.2.6 用 I ² C 总线实现的 EEPROM 和日历时钟电路	101
7.2.7 实验目标板的硬件设置	102
7.3 dsPIC30F601x 使用中的几个建议	106
7.3.1 MCLR 主清 0 和编程信号输入引脚	106
7.3.2 上电/手动复位电路	106
7.3.3 关于运行频率	106
7.3.4 关于 EMU 引脚	107
7.3.5 调试时的内存情况	107
7.3.6 MPLAB IDE 调试时的几个问题	107

第 8 章 系统设置

8.1 概 述	108
8.2 振荡器系统概述	109
8.3 振荡器配置	111
8.3.1 初始时钟源的选择	111
8.3.2 振荡器控制寄存器	111
8.3.3 主振荡器	112
8.3.4 晶体振荡器/陶瓷谐振器	113
8.3.5 C ₁ 、C ₂ 和 R _s 值的确定	115
8.3.6 振荡器起振定时器	116
8.3.7 外部 RC 振荡器	116
8.3.8 锁相环	117
8.3.9 LP 振荡器	117
8.3.10 快速 RC 振荡器	118
8.3.11 低功耗的 RC 振荡器	118
8.3.12 故障保护时钟监视器	119
8.3.13 可编程振荡器后分频器	119
8.3.14 时钟切换原理	120
8.4 复 位	122
8.4.1 上电复位	123
8.4.2 可编程掉电复位	125
8.5 看门狗定时器	127

目 录

8.5.1	看门狗定时器操作	127
8.5.2	使用和禁止 WDT	127
8.5.3	WDT 定时器周期选择	128
8.5.4	WDT 预分频器	128
8.5.5	复位看门狗定时器	128
8.5.6	WDT 在休眠或空闲模式的工作	129
8.6	电压过低检测	129
8.6.1	LVD 初始化	129
8.6.2	LVD 运行时的电流消耗	130
8.6.3	在休眠和空闲模式下工作	130
8.7	低功耗模式	130
8.7.1	休眠模式	130
8.7.2	空闲模式	131
8.8	外设模块禁止寄存器	132
8.9	在线调试器	132
8.10	寄存器	133
8.10.1	振荡器控制寄存器	133
8.10.2	复位控制寄存器	135
8.10.3	器件配置寄存器	137
第 9 章 I/O 端口		
9.1	并行 I/O 端口	143
9.1.1	I/O 端口控制寄存器	143
9.1.2	外设复用	144
9.2	模拟端口引脚配置	149
9.3	输入电平变化中断模式	149
9.3.1	输入电平变化中断控制寄存器	150
9.3.2	输入电平变化中断配置和操作	150
9.3.3	休眠和空闲模式下的输入电平变化中断工作	150
9.3.4	输入电平变化中断控制寄存器	150
9.4	I/O 端口编程	152
第 10 章 中 断		
10.1	概 述	163
10.2	中断优先级	165
10.3	复位顺序	165
10.4	陷 阱	166
10.4.1	陷阱源	166
10.4.2	硬件及软件陷阱	167
10.5	中断序列	167
10.6	备用中断向量表	168

目 录

10.7	快速上下文保存	168
10.8	外部中断请求	169
10.9	从休眠和空闲状态唤醒	169
10.10	中断处理时序	169
10.10.1	单周期指令的中断延迟	169
10.10.2	双周期指令的中断延迟	170
10.10.3	从中断返回	171
10.10.4	中断延迟的特殊条件	171
10.11	中断寄存器	171
10.12	中断编程	198
第 11 章	程序存储器	
11.1	在线串行编程	199
11.2	运行时自编程	199
11.3	表读表写指令	199
11.4	运行时自编程	200
11.5	控制寄存器	200
11.6	自编程操作	201
11.6.1	Flash 程序存储器的编程规则	201
11.6.2	擦除程序存储器一行	202
11.6.3	装载写锁存器	202
11.6.4	启动编程序列	203
11.7	控制寄存器	204
第 12 章	非易失数据存储器	
12.1	读非易失数据存储器	206
12.2	擦除非易失数据存储器	207
12.2.1	擦除非易失数据存储器的一个区域	207
12.2.2	擦除非易失数据存储器的一个字	207
12.3	写非易失数据存储器	208
12.3.1	写非易失数据存储器一个字	209
12.3.2	写非易失数据存储器的一个区域	209
12.4	写校验	211
12.5	误写操作保护	211
12.6	非易失数据存储器编程	211
第 13 章	定时器 1 模块	
13.1	Timer1 模块简介	214
13.2	门控定时器	215
13.3	定时器预分频器	215
13.4	休眠模式下的定时器操作	216
13.5	定时器中断方式	216

目 录

13.6 实时时钟	217
13.6.1 RTC 振荡器	217
13.6.2 实时时钟中断	219
13.7 秒表显示程序	219
第 14 章 定时器 2/3 和 4/5 模块	
14.1 Timer2/3 模块	226
14.2 定时器门控方式	229
14.3 ADC 事件触发方式	229
14.4 定时器预分频器	229
14.5 Timer3 定时器比较结束时启动 A/D 转换例程	232
14.6 定时器 Timer4/5 模块	236
第 15 章 输入捕捉模块	
15.1 概 述	237
15.2 简单的捕捉事件模式	238
15.2.1 预分频器捕捉事件	238
15.2.2 捕捉缓冲操作	238
15.2.3 Timer2 和 Timer3 的选择模式	238
15.2.4 边沿检测模式	239
15.3 在休眠和空闲状态下的输入捕捉操作	239
15.3.1 休眠模式下的输入捕捉操作	239
15.3.2 空闲模式下的输入捕捉操作	239
15.4 输入捕捉中断	239
15.5 输入捕捉编程	241
第 16 章 输出比较模块	
16.1 输出比较模块	245
16.2 Timer2 和 Timer3 选择模式	246
16.3 单输出比较匹配模式	246
16.3.1 单比较模式驱动为高电平	246
16.3.2 单比较模式输出驱动为低电平	247
16.3.3 单比较模式电平交替翻转输出	248
16.4 双输出比较匹配模式	249
16.4.1 单脉冲输出模式	249
16.4.2 连续脉冲输出模式	250
16.5 简单 PWM 模式	252
16.5.1 带故障保护输入的 PWM 模式	252
16.5.2 PWM 周期	252
16.5.3 PWM 占空比	253
16.6 在 CPU 休眠模式下的输出比较操作	254
16.7 在 CPU 空闲模式下输出比较操作	254

16.8	输出比较中断	254
16.9	输出比较编程	256
第 17 章 SPI 模块		
17.1	概 述	264
17.2	操作功能描述	265
17.3	字和字节通信	265
17.4	关闭 SDO _x (SPI 仅启动接收功能)	265
17.5	主控模式和从动模式	266
17.5.1	主控模式	266
17.5.2	从动模式	268
17.6	SPI 错误的处理	272
17.7	串行通信的帧支持	272
17.7.1	在 SPI 帧模式下的 SCK _x	273
17.7.2	在 SPI 帧模式下的 SPI _x 缓冲寄存器	273
17.7.3	SPI 主控模式和帧主控模式	273
17.7.4	SPI 主控模式和帧从动模式	274
17.7.5	SPI 从动模式和帧主控模式	275
17.7.6	SPI 从动模式和帧从动模式	276
17.8	SPI 主控模式时钟频率	276
17.9	CPU 休眠模式下 SPI 操作	277
17.10	CPU 空闲模式下 SPI 操作	277
17.11	SPI 状态和控制寄存器	277
17.12	SPI 编程	281
第 18 章 I²C 模块		
18.1	概 述	287
18.2	操作功能描述	287
18.2.1	I ² C 操作模式	287
18.2.2	I ² C 模式下的引脚设置	287
18.2.3	I ² C 寄存器	288
18.3	I ² C 模块地址	289
18.4	I ² C 的 7 位从动模式操作	289
18.4.1	从动发送	289
18.4.2	从动接收	290
18.5	I ² C 的 10 位地址从动模式操作	291
18.6	自动时钟延长	292
18.7	软件控制时钟延长	293
18.8	中 断	293
18.9	波形边沿斜率控制	293
18.10	IPMI 支持	294

目 录

18.11 通用地址寻址	294
18.12 I ² C 主控方式支持	294
18.13 I ² C 主控模式操作	294
18.13.1 产生启动总线事件	295
18.13.2 I ² C 主控方式发送	296
18.13.3 I ² C 主动方式接收	297
18.13.4 应答产生	298
18.13.5 产生停止总线事件	299
18.13.6 重复启动产生	300
18.13.7 波特率发生器	300
18.13.8 时钟仲裁	301
18.13.9 多主机通信、总线冲突和总线仲裁	301
18.14 休眠和空闲模式下的 I ² C 总线操作	301
18.15 I ² C 模块编程	306
18.15.1 I ² C 模块扩展片外的串行 EEPROM 编程	306
18.15.2 I ² C 模块扩展片外的日历时钟模块	309

第 19 章 通用异步收发器模块

19.1 UART 模块特性	319
19.2 UART 设置	319
19.2.1 UART 使能	320
19.2.2 关闭 UART	320
19.2.3 设置数据、奇偶和停止位	320
19.3 发送数据	320
19.3.1 8 位数据发送方式	321
19.3.2 9 位数据发送方式	322
19.3.3 发送缓冲器(UxTXB)	322
19.3.4 发送中断	322
19.3.5 设置 UART 发送	323
19.3.6 发送中止	323
19.4 接收数据	324
19.4.1 8 位或 9 位数据接收方式	324
19.4.2 接收缓冲器(UxRXB)	325
19.4.3 接收中断	325
19.4.4 设置 UART 接收	325
19.5 处理接收错误	326
19.6 地址检测模式	327
19.7 自检模式	327

19.8 波特率发生器	328
19.9 自动波特率	328
19.10 休眠和空闲模式下的 UART 操作	329
19.10.1 休眠模式下的 UART 操作	329
19.10.2 空闲模式下的 UART 操作	329
19.11 USART 编程	332

第 20 章 CAN 模块

20.1 概 述	341
20.2 帧类型	343
20.3 CAN 操作模式	349
20.3.1 配置模式	349
20.3.2 禁止模式	349
20.3.3 正常工作模式	350
20.3.4 监听模式	350
20.3.5 监听所有报文模式	350
20.3.6 自检模式	350
20.3.7 错误识别模式	350
20.4 报文接收	351
20.4.1 接收缓冲器	351
20.4.2 报文接收过滤器	351
20.4.3 报文接收屏蔽器	352
20.4.4 接收溢出	354
20.4.5 接收错误	354
20.4.6 接收中断	354
20.5 报文发送	355
20.5.1 发送缓冲器	355
20.5.2 发送报文优先级	355
20.5.3 发送序列	356
20.5.4 发送报文中止	356
20.5.5 发送错误	358
20.5.6 发送中断	358
20.6 波特率设置	359
20.6.1 位时序	359
20.6.2 预分频设置	359
20.6.3 传输时间段	360
20.6.4 相位缓冲段	360
20.6.5 采样点	361
20.6.6 同步时间段	361

目 录

20.7 CAN 模块在低功耗模式下工作	361
20.7.1 CAN 模块在休眠模式下工作	361
20.7.2 CAN 模块在空闲模式下的工作	362
20.8 CAN 模块的寄存器	362
20.8.1 CAN 控制状态寄存器	362
20.8.2 CAN 发送缓冲器	364
20.8.3 CAN 接收缓冲器	367
20.8.4 报文接收过滤器	370
20.8.5 接收过滤器屏蔽寄存器	372
20.8.6 CAN 波特率寄存器	373
20.8.7 CAN 模块错误计数寄存器	375
20.8.8 CAN 中断寄存器	375
20.9 CAN 总线编程	378

第 21 章 12 位模/数转换器

21.1 概 述	383
21.2 A/D 转换结果缓冲寄存器	384
21.3 转换过程	384
21.4 A/D 模块配置	386
21.4.1 参考电压源的选择	386
21.4.2 A/D 转换时钟的选择	386
21.4.3 模拟输入通道的选择	387
21.5 采样/转换的控制	388
21.5.1 模块使能	388
21.5.2 采样开始	388
21.5.3 停止采样并开始转换	389
21.5.4 采样/转换的编程	393
21.6 转换结果写入缓冲器	394
21.7 A/D 采样要求	395
21.8 输出格式	395
21.9 连接注意事项	396
21.10 复位的影响	396
21.11 配置模拟引脚	396
21.12 转换异常中断	397
21.13 A/D 初始化及转换过程示例	397
21.13.1 A/D 初始化	397
21.13.2 转换过程示例	398
21.14 在休眠和空闲模式下的 A/D 操作	400
21.15 控制寄存器	400

21.16 A/D 编程	406
--------------------	-----

第 22 章 数据传输接口模块

22.1 概 述	410
22.2 DCI 引脚	410
22.3 编解码器接口	411
22.4 DCI 模块操作	413
22.5 使用 DCI 缓冲器、状态位及中断发送和接收数据	421
22.5.1 DCI 启动和数据缓冲	422
22.5.2 DCI 禁止	423
22.6 多通道工作	424
22.7 AC-Link 工作	425
22.8 I ² S 工作	427
22.9 DCI 模块低功耗模式	430
22.10 DCI 寄存器	430

第 23 章 汇编指令集与 C 语言库函数概述

23.1 汇编指令概述	436
23.2 DSP 函数库	443
23.2.1 DSP 函数库的使用	444
23.2.2 矢量(数组)函数	445
23.2.3 窗函数	447
23.2.4 矩阵函数	447
23.2.5 滤波函数	448
23.2.6 变换函数	450
23.3 dsPIC 外设函数库	451
23.3.1 dsPIC 外设函数库的使用	451
23.3.2 外部 LCD 函数	451
23.3.3 CAN 函数	452
23.3.4 ADC12 函数	453
23.3.5 ADC10 函数	453
23.3.6 定时器函数	454
23.3.7 复位/控制函数	455
23.3.8 I/O 端口函数	455
23.3.9 输入捕捉函数	456
23.3.10 输出比较函数	456
23.3.11 UART 函数	457
23.3.12 DCI 函数	458