

dsPIC30F[®]

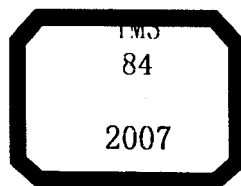
电机与电源系列数字信号 控制器原理与应用



何礼高 编著



北京航空航天大学出版社



dsPIC30F[®] 电机与电源系列 数字信号控制器原理与应用

何礼高 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书详细介绍了 dsPIC30F 电机与电源系列数字信号控制器(DSC)的结构原理及开发应用。全书共分 26 章,从各功能模块原理的详述到开发环境的使用,从应用项目的举例到器件外围设备编程的介绍,全面、系统地叙述了 Microchip 公司的 dsPIC30F 电机控制与电源变换系列数字信号控制器的原理与应用。

本书可作为大学本科高年级学生和研究生“数字信号处理器原理与应用”课程的选用教材,同时也是一本工程技术人员迅速掌握 dsPIC30F 系列 DSC、进行有关电机控制和电源变换的数字控制技术开发的实用参考书。

图书在版编目(CIP)数据

dsPIC30F[®] 电机与电源系列数字信号控制器原理与应用/
何礼高编著. —北京:北京航空航天大学出版社, 2007. 4
ISBN 978-7-81077-817-6

I. d… II. 何… III. ①数字信号—信号处理②数字信号—微处理器 IV. TN911.72 TP332

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 032844 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内容。
侵权必究。

dsPIC30F[®] 电机与电源系列 数字信号控制器原理与应用

何礼高 编著

责任编辑 杨 波 史海文

*

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 mm×960 mm 1/16 印张:38.25 字数:857 千字

2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81077-817-6 定价:56.00 元

版 权 声 明

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

Chinese Version:

- [1] DS70046C_CN
- [2] DS51284C_CN

English Version:

- | | |
|--------------|---------------|
| [1] DS70046B | [9] DS00901A |
| [2] DS70082D | [10] DS00908A |
| [3] DS70119C | [11] DS00957A |
| [4] DS70149A | [12] DS00984A |
| [5] DS70135B | [13] DS93003A |
| [6] DS70141B | [14] DS51558A |
| [7] DS70118D | [15] DS51317D |
| [8] DS70030E | |

再版上述资料须经过其版权所有 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, rLAB, rfPICDEM, Select Mode, Smart Serial, SmartTeal, The Emerging World Standard, Total Endurance, UNI/O, WiperLock, Zena

以下是 Microchip Technology Inc. 的服务标记(状态:SM):

SQTP

以下商标的版权归各自公司所有:

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

前言

数字化控制是当今电机控制和电源变换技术发展的主流,是电力电子技术 with 运动控制学科的一项重要技术,而高速数字信号处理器(DSP)现已成为这项技术的核心。

美国微芯科技公司(Microchip Technology Inc.)的嵌入式系列单片机以其品种多,针对性强,低价实用,高速低耗,抗干扰性好,易学易用以及灵活的在线串行编程功能,给开发者和用户带来了极大的方便和效益,成为全球最有影响的嵌入式单片机之一。现在, Microchip 公司凭借其在嵌入式微处理器开发方面的成功经验,面对众多原有的 PIC 系列单片机用户,推出了以高性能 16 位单片机为核心,内嵌 DSP 引擎的 dsPIC 数字信号控制器(Digital Signal Controllers,简称 DSC),不仅继续保持了功能强大的外围设备和快速中断处理能力,而且融合了先进的可管理高速计算活动的数字信号处理器功能。因为其体系结构基本沿用了 PIC 系列单片机,指令系统也是在原有基础升级,使广大的 PIC 单片机用户能很容易地将原有的相关软件代码移植到新的 dsPIC 系统中加以利用,节省了用户大量的资源,加快了开发进度。dsPIC 数字信号控制器丰富的外围部件、先进的 DSP 引擎、完善的中断功能、大容量的内部 Flash 程序存储器和数据存储器以及 2.5~5.5 V 的宽工作电压范围和低廉的价格,一问世即引起各方广泛的关注。尤其以前用过 PIC 系列单片机的用户,不必再花较大的精力去重新学习一种新的体系结构和指令系统,很方便地就可以将原来在 PIC 单片机基础上的工作积累一下即提升到 DSP 的水平上来。对竞争日益激烈、快节奏的今天来说,这一点显得尤为重要。dsPIC 数字信号控制器的运行速度高

达 30 MIPS,具有最大达 144 KB 的闪存、完备的电机控制及电源变换用的 PWM 模块,适用于各类电机的实时控制和电源变换器的数字控制。

本书详细介绍了 dsPIC30F 电机控制与电源变换系列 DSC 的结构原理,讨论了体系结构中各功能模块的编程应用,列举了用于电机控制和电源应用中的实例及部分程序清单。全书共分 26 章,第 2、3 章简述 dsPIC30F 的概貌和 CPU 的体系结构,第 4~19 章详述各功能模块原理及使用方法,第 20~22 章介绍系统综合特性、指令系统和开发环境的使用,第 23~26 章分别列举了单相异步电动机变频控制、三相异步电动机矢量控制、无刷直流电机控制及逆变电源数字控制的应用实例。编写力求准确、详细、完整,尽量使读者能在开发过程中“一册解决”,不必左找右翻,为一个数据或某个参数寻寻觅觅从这本跳到那本。

Microchip 公司为本书的编写提供了 ICD2 在线调试器、dsPICDEM2 开发板和 MPLAB C30 编译器,并授权使用相关技术资料。在此对 Microchip 公司及大学计划部的 Carol Popovich 女士、微芯科技咨询(上海)有限公司的 Victor Wang 先生等表示衷心的感谢!书中涉及 Microchip 的名称以及有关 dsPIC 技术的一些专有名词均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标,由 Microchip Technology Inc. 版权所有。

南京航空航天大学自动化学院的有关领导和电气工程系部分教师为本书的编写提供了帮助和便利。何真博士、郁丰博士分别校译了部分书稿,绘制了书中部分图表。研究生陈扬飞、张伯泽、陈鑫兵分别绘制了书中部分图表。在此一并表示感谢。

感谢赵修科教授对本书选题及编写工作的关心、鼓励。

时间仓促、水平有限,书中错误不当恐难避免,恳请读者批评指正。

作 者

2007 年 2 月 8 日于南航智能楼

目 录

第 1 章 绪 论

- 1.1 电机控制和电源变换技术的发展 1
- 1.2 微处理器在电机调速和电源变换技术中的应用 3
- 1.3 用于电机和电源数字控制系统的 DSP 的特点 5

第 2 章 dsPIC30F 电机控制及电源变换系列 DSC 的主要性能

- 2.1 基本性能特征 9
- 2.2 芯片类型与引脚功能 11
 - 2.2.1 dsPIC30F 电机控制和电源变换系列芯片概况 11
 - 2.2.2 dsPIC30F 电机控制和电源变换系列芯片的引脚功能 12
- 2.3 器件绝对极限参数值 16
- 2.4 dsPIC30F 器件型号表示方法 17
- 2.5 dsPIC30F 电机控制和电源变换系列 DSC 器件外形封装 17

第 3 章 dsPIC30F 系列 DSC 的 CPU 结构

- 3.1 编程模型 22
 - 3.1.1 软件堆栈指针 24
 - 3.1.2 CPU 寄存器 28
- 3.2 算术逻辑单元 33

- 3.3 指令流 34
- 3.4 除法支持 37
- 3.5 DSP 引擎 38
 - 3.5.1 乘法器 39
 - 3.5.2 数据累加器和加法/减法器 42
 - 3.5.3 四舍五入逻辑 44
 - 3.5.4 数据空间写饱和 44
 - 3.5.5 桶形移位器 45
 - 3.5.6 DSP 引擎陷阱事件 45
- 3.6 循环结构 46
 - 3.6.1 REPEAT 循环结构 46
 - 3.6.2 DO 循环结构 47
- 3.7 dsPIC30F CPU 内核寄存器映射 51

第 4 章 存储器结构

- 4.1 程序计数器 54
- 4.2 从程序存储器存取数据 54
 - 4.2.1 表指令综述 56
 - 4.2.2 表地址的生成 57
 - 4.2.3 程序存储器低位字访问 57
 - 4.2.4 程序存储器高位字访问 57
 - 4.2.5 程序存储器中的数据存储 58
- 4.3 来自数据空间的程序空间可视性 58
 - 4.3.1 PSV 的配置 58
 - 4.3.2 X 和 Y 数据空间的 PSV 映射 59

4.3.3 PSV 时序	59
4.3.4 在 REPEAT 循环中使用 PSV	60
4.3.5 PSV 和指令停顿	60
4.4 写程序存储器	60
4.5 数据存储器	60
4.5.1 数据存储器空间	62
4.5.2 数据对齐方式	63
4.6 Near 数据存储器	63

第 5 章 地址发生器

5.1 数据空间地址发生器单元	65
5.1.1 X 地址发生器单元	65
5.1.2 Y 地址发生器单元	65
5.1.3 地址发生器单元和 DSP 指令	65
5.2 指令寻址模式	66
5.2.1 文件寄存器指令	66
5.2.2 MCU 乘法指令	67
5.2.3 MOVE 和累加器指令	67
5.2.4 MAC 指令	68
5.2.5 其他指令	69
5.3 指令停止	69
5.3.1 地址寄存器相依性	69
5.3.2 先写后读相依性规则	70
5.3.3 指令停止周期	71
5.4 模寻址	72
5.4.1 模起始和结束地址选择	72
5.4.2 模起始地址	73
5.4.3 模结束地址	73
5.4.4 模地址计算	73
5.4.5 与模寻址 SFR 相关的数据依赖关系	74
5.4.6 W 地址寄存器的选择	75
5.4.7 模寻址的适用性	76

5.4.8 递增模缓冲区的模寻址的初始化	76
5.4.9 递减模缓冲区的模寻址的初始化	77
5.5 位反转寻址	78
5.5.1 位反转寻址简介	78
5.5.2 位反转寻址操作	79
5.5.3 模寻址和位反转寻址	80
5.5.4 与 XBREV 相关的数据相依性	80
5.5.5 位反转修改量	80
5.5.6 位反转寻址代码示例	81
5.5.7 控制寄存器说明	82

第 6 章 中 断

6.1 中断向量与优先级	86
6.1.1 中断向量表	86
6.1.2 备用向量表	87
6.1.3 复位顺序	87
6.1.4 CPU 优先级状态	88
6.1.5 中断优先级	88
6.2 不可屏蔽陷阱	91
6.2.1 软陷阱	91
6.2.2 硬陷阱	92
6.2.3 禁止中断指令	93
6.2.4 中断操作	94
6.2.5 从休眠和空闲模式唤醒	95
6.2.6 A/D 转换器外部转换请求	95
6.2.7 外部中断支持	96
6.3 中断处理时序	96
6.3.1 单周期指令的中断延迟	96
6.3.2 双周期指令的中断延迟	97
6.3.3 从中断返回	98
6.3.4 中断延迟的特殊条件	98
6.4 中断控制和状态寄存器	98

6.5 中断设置流程	121
6.5.1 初始化	121
6.5.2 中断服务程序	121
6.5.3 陷阱服务程序	122
6.5.4 中断禁止	122

第7章 闪存程序存储器

7.1 表指令操作	123
7.1.1 使用读表指令	124
7.1.2 使用写表指令	125
7.2 控制寄存器	126
7.2.1 NVMCON 寄存器	127
7.2.2 NVM 地址寄存器	128
7.2.3 NVMKEY 寄存器	129
7.3 运行时自编程	130
7.3.1 RTSP 工作原理	130
7.3.2 闪存编程操作	131
7.3.3 写入器件配置寄存器	135

第8章 电可擦除数据只读存储器

8.1 数据 EEPROM 编程简介	137
8.2 EEPROM 编程算法	138
8.2.1 EEPROM 单字编程算法	138
8.2.2 EEPROM 行编程算法	138
8.3 数据 EEPROM 存储器字写入	139
8.3.1 擦除数据 EEPROM 存储器的 1 个字	139
8.3.2 写数据 EEPROM 存储器中的 1 个字	140
8.4 写数据 EEPROM 存储器中的 1 行	141
8.4.1 擦除数据 EEPROM 的 1 行	141
8.4.2 写数据 EEPROM 存储器的 1 行	

.....	142
8.5 读数据 EEPROM 存储器	143

第9章 输入/输出端口

9.1 I/O 端口控制寄存器	144
9.1.1 TRIS 寄存器	145
9.1.2 PORT 寄存器	145
9.1.3 LAT 寄存器	145
9.2 外设复用	150
9.3 端口描述	152
9.4 电平变化通知引脚	152
9.4.1 CN 控制寄存器	153
9.4.2 CN 的配置和操作	154
9.4.3 休眠和空闲模式下的 CN 工作	155

第10章 定时器

10.1 定时器的类型	156
10.1.1 A 类型定时器	157
10.1.2 B 类型定时器	157
10.1.3 C 类型定时器	158
10.2 控制寄存器	159
10.3 工作模式	162
10.3.1 定时器模式	162
10.3.2 使用外部时钟输入的同步计数器模式	164
10.3.3 使用外部时钟输入的 A 类型定时器异步计数器模式	165
10.3.4 使用快速外部时钟源的定时器工作原理	166
10.3.5 门控时间累加模式	166
10.4 定时器预分频器	168
10.5 定时器中断	168
10.6 读/写 16 位定时器模块寄存器	

.....	169	11.5 输入捕捉中断	184
10.6.1 写 16 位定时器	169	11.6 UART 自动波特率支持	185
10.6.2 读 16 位定时器	169	11.7 低功耗状态下的输入捕捉工作	185
10.7 低功耗 32 kHz 晶振输入	169	11.7.1 休眠模式下的输入捕捉工作	185
10.8 32 位定时器配置	170	11.7.2 空闲模式下的输入捕捉工作	185
10.9 32 位定时器的工作模式	171	11.7.3 器件从休眠/空闲中唤醒	186
10.9.1 定时器模式	171	11.8 I/O 引脚控制	186
10.9.2 同步计数器模式	172	11.9 与输入捕捉模块相关的特殊功能寄存器表	186
10.9.3 异步计数器模式	173		
10.9.4 门控时间累加模式	173	第 12 章 输出比较	
10.10 读/写 32 位定时器	174	12.1 输出比较寄存器	189
10.11 低功耗状态下的定时器工作	174	12.2 工作模式	190
10.11.1 休眠模式下的定时器工作	174	12.2.1 单比较匹配模式	190
10.11.2 空闲模式下的定时器工作	175	12.2.2 双比较匹配模式	194
10.11.3 Timer1 中断唤醒器件应用示例	175	12.2.3 脉宽调制模式	200
10.12 使用定时器模块的外设	176	12.3 低功耗状态下的输出比较工作	205
10.12.1 输入捕捉/输出比较的时基	176	12.3.1 休眠模式下的输出比较工作	205
10.12.2 A/D 特殊事件触发信号	176	12.3.2 空闲模式下的输出比较工作	205
10.12.3 定时器作为外部中断引脚	176	12.4 I/O 引脚控制	206
10.12.4 I/O 引脚控制	176		
第 11 章 输入捕捉		第 13 章 正交编码器接口	
11.1 输入捕捉寄存器	178	13.1 控制和状态寄存器	209
11.2 定时器选择	179	13.2 可编程数字噪声滤波器	214
11.3 输入捕捉事件模式	180	13.3 正交解码器	216
11.3.1 简单捕捉事件	180	13.3.1 超前/滞后测试说明	217
11.3.2 预分频器捕捉事件	181	13.3.2 计数方向状态	218
11.3.3 边沿检测模式	182	13.3.3 编码器计数方向	218
11.4 捕捉缓冲器的操作	183		
11.4.1 输入捕捉缓冲器非空	184		
11.4.2 输入捕捉溢出	184		

13.3.4 正交速率	218
13.4 16 位向上/向下位置计数器	218
13.4.1 位置计数器的使用	219
13.4.2 使用 MAXCNT 复位位置计数器	219
13.4.3 使用索引复位位置计数器	220
13.5 QEI 用作备用 16 位定时器/计数器	223
13.5.1 向上/向下定时器的的工作	223
13.5.2 定时器外部时钟	223
13.5.3 定时器门控操作	224
13.6 正交编码器接口中断	224
13.7 I/O 引脚控制	224
13.8 低功耗模式下的 QEI 工作	225
13.8.1 器件进入休眠模式	225
13.8.2 器件进入空闲模式	225
13.9 复位的影响	226
13.10 正交编码器使用中应注意的问题	226

第 14 章 电机控制脉宽调制模块

14.1 多种 MCPWM 模块	227
14.2 控制寄存器	229
14.3 PWM 时基	238
14.3.1 自由运行模式	239
14.3.2 单事件模式	240
14.3.3 向上/向下计数模式	240
14.3.4 PWM 时基预分频器	240
14.3.5 PWM 时基后分频器	240
14.3.6 PWM 时基中断	240
14.3.7 PWM 周期	241
14.4 PWM 占空比比较单元	242
14.4.1 PWM 占空比精度	242

14.4.2 边沿对齐的 PWM	244
14.4.3 单事件 PWM 工作	244
14.4.4 中心对齐的 PWM	245
14.4.5 占空比寄存器缓冲	246
14.5 互补 PWM 输出模式	247
14.6 死区时间控制	248
14.6.1 死区时间发生器	248
14.6.2 死区时间分配	249
14.6.3 死区时间范围	250
14.6.4 死区时间失真	250
14.7 独立 PWM 输出模式	251
14.8 PWM 输出改写	251
14.8.1 互补输出模式的改写控制	252
14.8.2 改写同步	252
14.8.3 输出改写示例	252
14.9 PWM 输出和极性控制	254
14.9.1 输出极性控制	254
14.9.2 PWM 输出引脚复位状态	254
14.10 PWM 故障引脚	254
14.10.1 故障引脚使能位	255
14.10.2 故障状态	255
14.10.3 故障输入模式	255
14.10.4 故障引脚优先级	256
14.10.5 故障引脚软件控制	256
14.10.6 故障时序示例	257
14.11 PWM 更新锁定	258
14.12 PWM 特殊事件触发器	258
14.12.1 特殊事件触发器使能	259
14.12.2 特殊事件触发器后分频器	259
14.13 器件低功耗模式下的工作	259
14.13.1 休眠模式下的 PWM 工作	259
14.13.2 空闲模式下的 PWM 工作	260
14.14 用于器件仿真的特殊功能	260
14.15 与 PWM 模块有关的寄存器映射	260

表	260
---------	-----

第 15 章 串行外设接口

15.1 dsPIC30F 的 SPI 模块	263
15.2 状态和控制寄存器	264
15.3 工作模式	267
15.3.1 8 位与 16 位工作模式	267
15.3.2 主控模式和从动模式	268
15.3.3 SPI 错误处理	274
15.3.4 SPI 仅启用接收功能时的工作原理	274
15.3.5 帧 SPI 模式	274
15.4 SPI 主控模式时钟频率	278
15.5 低功耗模式下的工作	279
15.5.1 休眠模式	279
15.5.2 空闲模式	280
15.6 与 SPI 模块相关的特殊功能寄 存器	280

第 16 章 I²C 通信模块

16.1 dsPIC30F 的 I ² C 模块	282
16.2 I ² C 总线特性	283
16.2.1 总线协议	284
16.2.2 报文协议	285
16.3 控制和状态寄存器	286
16.4 使能 I ² C 操作	292
16.4.1 使能 I ² C I/O	292
16.4.2 I ² C 中断	292
16.4.3 当作为总线主器件工作时设置波 特率	293
16.5 作为主器件在单主机环境下通信	294
16.5.1 产生启动总线事件	295
16.5.2 发送数据到从器件	296

16.5.3 接收来自从器件的数据	298
16.5.4 应答产生	299
16.5.5 产生停止总线事件	300
16.5.6 产生重复启动总线事件	301
16.5.7 建立完整的主器件报文	302
16.6 作为主器件在多主机环境下通信	302
16.6.1 多主机工作	303
16.6.2 主器件时钟同步	303
16.6.3 总线仲裁与总线冲突	304
16.6.4 检测总线冲突和重新发送报文	304
16.6.5 启动条件期间的总线冲突	304
16.6.6 重复启动条件期间的总线冲突	305
16.6.7 报文位发送期间的总线冲突	305
16.6.8 停止条件期间的总线冲突	305
16.7 作为从器件通信	305
16.7.1 采样接收的数据	306
16.7.2 检测启动和停止条件	306
16.7.3 检测地址	306
16.7.4 接收来自主器件的数据	311
16.7.5 发送数据到主器件	313
16.8 I ² C 总线的连接注意事项	314
16.9 在 PWSAV 指令执行期间的模块 操作	315
16.9.1 器件进入休眠模式	315
16.9.2 器件进入空闲模式	315
16.10 复位的影响	316
16.11 I ² C 器件的地址格式	316
16.12 I ² C 总线通信中的若干问题	316

第 17 章 通用异步收发器模块

17.1 控制寄存器	319
------------------	-----

17.2	UART 波特率发生器	322
17.3	UART 配置	325
17.3.1	使能 UART	325
17.3.2	禁止 UART	325
17.3.3	备用 UART I/O 引脚	325
17.4	UART 发送器	326
17.4.1	发送缓冲器	327
17.4.2	发送中断	327
17.4.3	设置 UART 发送	328
17.4.4	中止字符的发送	329
17.5	UART 接收器	329
17.5.1	接收缓冲器	330
17.5.2	接收器错误处理	330
17.5.3	接收中断	331
17.5.4	设置 UART 接收	331
17.6	使用 UART 进行 9 位通信	332
17.6.1	ADDEN 控制位	333
17.6.2	设置 9 位发送	333
17.6.3	设置使用地址检测模式的 9 位接收	333
17.7	接收中止字符	334
17.8	初始化	334
17.9	UART 的其他特性	336
17.9.1	环回模式下的 UART	336
17.9.2	自动波特率支持	336
17.10	UART 在 CPU 休眠和空闲模式下的工作	337
17.11	与 UART 模块相关的寄存器	337
17.12	UART 通信设计中可能出现的问题及解决方法	337

第 18 章 CAN 总线模块

18.1	dsPIC30F 集成的 CAN 模块组成的总线网络	339
18.2	CAN 模块特点	339
18.3	CAN 模块的控制寄存器	340
18.3.1	CAN 控制和状态寄存器	348
18.3.2	CAN 发送缓冲寄存器	349
18.3.3	CAN 接收缓冲寄存器	352
18.3.4	报文接收过滤器	355
18.3.5	接收过滤器屏蔽寄存器	356
18.3.6	CAN 波特率寄存器	357
18.3.7	CAN 模块错误计数寄存器	359
18.3.8	CAN 中断寄存器	359
18.4	CAN 模块的实现	362
18.5	CAN 模块工作模式	370
18.5.1	正常工作模式	370
18.5.2	禁止模式	370
18.5.3	环回模式	371
18.5.4	监听模式	371
18.5.5	配置模式	372
18.5.6	监听所有报文模式	372
18.6	报文接收	372
18.6.1	接收缓冲器	372
18.6.2	报文接收过滤器	375
18.6.3	接收器溢出	376
18.6.4	复位的影响	378
18.6.5	接收错误	378
18.6.6	接收中断	379
18.7	发 送	381
18.7.1	实时通信和发送报文缓冲	381
18.7.2	发送报文缓冲器	382
18.7.3	发送报文优先级	382
18.7.4	报文发送	383

18.7.5	发送报文中止	383
18.7.6	发送边界条件	385
18.7.7	复位的影响	387
18.7.8	发送错误	387
18.7.9	发送中断	389
18.8	错误检测	389
18.8.1	错误状态	390
18.8.2	错误模式和错误计数器	390
18.8.3	错误标志寄存器	391
18.9	CAN 波特率	391
18.9.1	位时序	392
18.9.2	预分频器设置	392
18.9.3	传播段	393
18.9.4	相位段	393
18.9.5	采样点	394
18.9.6	同步	394
18.9.7	时间段编程	395
18.10	中断	395
18.10.1	中断确认	396
18.10.2	ICODE 位	396
18.11	时间标记	397
18.12	CAN 模块 I/O	397
18.13	CPU 低功耗模式下的工作	397
18.13.1	休眠模式下的工作	397
18.13.2	CPU 空闲模式下的 CAN 模块工作	399

第 19 章 10 位 A/D 转换器

19.1	dsPIC30F 的 10 位 A/D 转换器的结构	400
19.2	控制寄存器	402
19.3	A/D 转换结果缓冲器	402
19.4	A/D 转换术语和转换过程	407
19.5	A/D 模块配置	409
19.6	参考电压源的选择	410
19.7	A/D 转换时钟的选择	410
19.8	采样模拟输入的选择	411
19.8.1	配置模拟端口引脚	411
19.8.2	通道 0 输入选择	411
19.8.3	通道 1、2 和 3 输入选择	412
19.9	模块使能	413
19.10	采样/转换过程的说明	413
19.10.1	采样/保持通道的数量	413
19.10.2	同时采样使能	413
19.11	如何开始采样	414
19.11.1	手工	414
19.11.2	自动	415
19.12	如何停止采样和开始转换	415
19.12.1	手工	416
19.12.2	对转换触发起计时	417
19.12.3	事件触发转换开始	421
19.13	采样/转换工作的控制	425
19.13.1	监视采样/转换状态	425
19.13.2	产生 A/D 中断	425
19.13.3	中止采样	425
19.13.4	中止转换	425
19.14	如何将转换结果写入缓冲器的说明	426
19.14.1	每次中断前的转换次数	426
19.14.2	缓冲器大小造成的限制	426
19.14.3	缓冲器填充模式	426
19.14.4	缓冲器填充状态	426
19.15	转换过程示例	427
19.15.1	单个通道的多次采样和转换示例	427
19.15.2	扫描所有模拟输入时的 A/D 转换示例	428
19.15.3	在扫描其他 4 个输入时频繁采样 3	

个输入示例	429	20.1.6 晶体振荡器/陶瓷谐振器	452
19.15.4 使用双 8 字缓冲器示例	431	20.1.7 为晶振、时钟模式、 C_1 、 C_2 和 R_S 确定最佳的值	454
19.15.5 使用交替多路开关 A、多路开关 B 输入选择示例	431	20.1.8 外部时钟输入	456
19.15.6 使用同时采样对 8 个输入进行采样的示例	434	20.1.9 外部 RC 振荡器	456
19.15.7 使用顺序采样对 8 个输入进行采样的示例	435	20.1.10 锁相环	458
19.16 A/D 采样要求	437	20.1.11 低功耗 32 kHz 晶体振荡器	459
19.17 读取 A/D 转换结果缓冲器	437	20.1.12 振荡器起振定时器	460
19.18 传递函数	438	20.1.13 内部快速 RC 振荡器	460
19.19 A/D 转换的精度/误差	439	20.1.14 内部低功耗 RC 振荡器	460
19.20 连接注意事项	439	20.1.15 故障保护时钟监视器	461
19.21 初始化	440	20.1.16 可编程振荡器后分频器	462
19.22 在休眠和空闲模式下工作	441	20.1.17 时钟切换工作原理	463
19.22.1 不使用 RC A/D 时钟的 CPU 休眠模式	441	20.1.18 振荡器电路出现的非正常现象及处理措施	466
19.22.2 使用 RC A/D 时钟的 CPU 休眠模式	441	20.2 复位模块	467
19.22.3 CPU 空闲模式下的 A/D 工作	441	20.2.1 复位控制寄存器	468
19.23 复位的影响	442	20.2.2 复位时的时钟源选择	469
19.24 与 10 位 A/D 转换器相关的特殊功能寄存器	442	20.2.3 上电复位	470
19.25 关于 A/D 转换器系统性能的优化	442	20.2.4 外部复位	471
第 20 章 系统综合特性		20.2.5 软件复位指令	472
20.1 振荡器系统及其工作原理	444	20.2.6 看门狗超时复位	472
20.1.1 振荡器系统功能综述	445	20.2.7 欠压复位	472
20.1.2 CPU 时钟机制	446	20.2.8 使用 RCON 状态位	474
20.1.3 振荡器配置	447	20.2.9 器件复位时间	474
20.1.4 振荡器控制寄存器	449	20.2.10 器件起振时间曲线	476
20.1.5 主振荡器	451	20.2.11 特殊功能寄存器复位状态	478
		20.2.12 复位模块使用中要注意的问题	478
		20.3 看门狗定时器和低功耗模式	479
		20.3.1 低功耗模式	479
		20.3.2 休眠模式	479
		20.3.3 空闲模式	482
		20.3.4 低功耗指令与中断同时发生	

.....	483
20.3.5 看门狗定时器	483
20.3.6 看门狗定时器和低功耗模式使用中 的问题	486
20.4 低压检测模块	486
20.4.1 LVD 控制位和跳变点的选择 ...	487
20.4.2 LVD 工作原理	489
20.4.3 LVD 模块使用中的有关问题 ...	490
20.5 器件配置寄存器	490
20.5.1 器件配置寄存器	491
20.5.2 配置位描述	495
20.5.3 器件标识寄存器	496

第 21 章 指令系统

21.1 dsPIC30F 指令的分类	497
21.2 dsPIC30F 指令的操作数	497
21.3 指令长度和执行周期	498
21.4 dsPIC30F 指令简述	499

第 22 章 开发环境与工具

22.1 MPLAB IDE 集成开发环境软件	510
22.1.1 dsPIC 语言套件	512
22.1.2 第 3 方 C 编译器	512
22.2 仿真器与在线调试器	512
22.2.1 MPLAB SIM 软件模拟器	512
22.2.2 MPLAB ICE 4000 在线仿真器	513
22.2.3 MPLAB ICD 2 在线调试器 ...	514
22.2.4 PRO MATE II 通用器件编程器	515
22.3 应用程序库	515
22.3.1 数学库	515
22.3.2 DSP 算法库	515

22.3.3 DSP 滤波器设计软件实用程序	516
22.3.4 外设驱动程序库	516
22.3.5 CAN 库	517
22.3.6 实时操作系统	517
22.3.7 OSEK 操作系统	518
22.3.8 TCP/IP 协议栈	518
22.3.9 V0.22/V0.22bis 和 V0.32 规范	519
22.4 dsPIC30F 硬件开发板	519
22.4.1 dsPICDEM MC1 电机控制开发板及 配套组件	519
22.4.2 dsPICDEM 2.0 开发板	520
22.5 使用 MPLAB IDE 实现嵌入式系 统设计的一般步骤	521
22.5.1 创建文件	522
22.5.2 使用项目向导	523
22.5.3 使用项目窗口	526
22.5.4 设置编译选项	526
22.5.5 编译项目	528
22.5.6 编译错误疑难解答	530
22.5.7 使用 MPLAB SIM 软件模拟器进行 调试	531
22.5.8 生成映射文件	534
22.5.9 汇编代码的调试	535
22.5.10 用户系统在线调试接口设计 ...	537

第 23 章 dsPIC30F 用于单相交流电机调速控制

23.1 交流感应电机的 V/F 控制	539
23.2 单相交流感应电机的启动和运行	540
23.3 单相感应电机变频调速的逆变器 功率主电路	541
23.4 dsPIC30F2010 组成的控制电路	

.....	542
23.5 3 桥臂两相 SPWM 控制策略及编程	543
23.5.1 SPWM 调制	544
23.5.2 产生正弦波的查表方法	547
23.5.3 ADC 采样和 PWM 输出设置	550
第 24 章 dsPIC30F 用于交流电机矢量控制	
24.1 感应电机矢量控制的实现步骤	554
24.2 坐标变换的实现	555
24.2.1 CLARKE 变换	555
24.2.2 PARK 变换	555
24.2.3 PARK 反变换	556
24.2.4 CLARKE 反变换	556
24.3 磁通观察器	557
24.4 PI 控制	558
24.5 空间矢量调制	559
24.6 源程序说明	560
24.6.1 变量定义和定标	560
24.6.2 UserParms. h	561
24.6.3 ACIM. c	561
24.6.4 InitCurModel. c	562
24.6.5 CalcRef. s	562
24.6.6 CalcVel. s	562
24.6.7 ClarkePark. s	562

24.6.8 CurModel. s	563
24.6.9 FdWeak. s	563
24.6.10 InvPark. s	563
24.6.11 MeasCur. s	564
24.6.12 OpenLoop. s	564
24.6.13 PI. s	564
24.6.14 ReadADC0. s	564
24.6.15 SVGGen. s	564
24.6.16 Trig. s	564
第 25 章 dsPIC30F 在无刷直流电机控制方面的应用	
25.1 电机的运行与 PWM 调速控制	567
25.2 开环控制	570
25.3 闭环控制	574
第 26 章 dsPIC30F 在电源变换器中的应用	
26.1 组合式三相/单相可编程数字逆变电源	583
26.2 电流 SPWM 倍频调制方式及数字实现	584
26.3 电压/电流双环数字 PI 控制	586
26.4 控制程序设计	587
参考文献	590