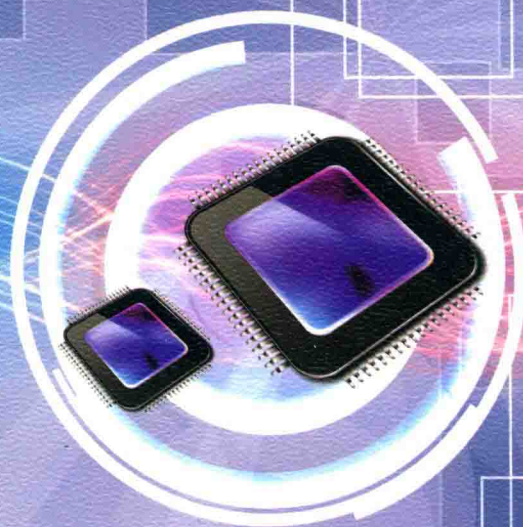




普通高等教育仪器类“十三五”规划教材



STM32F103X微控制器与 μ C/OS- II 操作系统

贾丹平 桂 珺 主 编
刘 博 赵柏山 徐耀松 副主编



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育仪器类“十三五”规划教材

STM32F103x 微控制器与 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统

贾丹平 桂 珺 主 编

刘 博 赵柏山 徐耀松 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以引导读者快速全面掌握 STM32F103x 系列嵌入式微控制器为目的,由浅入深地带领读者走进嵌入式世界。本书共分为两部分:第一部分以嵌入式基本概念为平台,介绍嵌入式微控制器各模块的使用方法、库函数,从简单的单模块知识到复杂的多模块应用,涵盖 Cortex-M3 体系结构、开发平台、复位和时钟控制器、NVIC 和 EXTI 模块、GPIO 模块、FSMC 模块、模数转换器模块、通用定时器模块、通信模块等常用功能模块。第二部分主要介绍 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统的概念与应用,讲解 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统的内核、常用的系统服务等知识。本书注重理论知识和实践能力的结合,推荐初学者使用库函数设计嵌入式程序以避免复杂的寄存器操作。

本书可以用作高校嵌入式课程教材,也可以用作 STM32F103x 系列嵌入式微控制器爱好者的学习用书和嵌入式应用工程技术人员的参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

STM32F103x 微控制器与 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统 / 贾丹平, 桂珺主编. —北京: 电子工业出版社, 2017.1

普通高等教育仪器类“十三五”规划教材

ISBN 978-7-121-30354-8

I. ①S… II. ①贾… ②桂… III. ①微控制器—高等学校—教材 IV. ①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 274226 号

策划编辑: 赵玉山

责任编辑: 赵玉山 特约编辑: 邹小丽

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 21.75 字数: 557 千字

版 次: 2017 年 1 月第 1 版

印 次: 2017 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 49.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: zhaoyz@phei.com.cn。

普通高等教育仪器类“十三五”规划教材

编委会

主任：丁天怀（清华大学）

委员：陈祥光（北京理工大学）

王 祁（哈尔滨工业大学）

王建林（北京化工大学）

曾周末（天津大学）

余晓芬（合肥工业大学）

侯培国（燕山大学）

前 言

Cortex-M3 是 ARM 公司 2004 年推出的基于 ARM V7 架构的新型微处理器内核,是市场上出现较早、功耗较低、普及程度较高的 32 位 ARM 处理器。Cortex-M3 采用了新型的单线调试技术,拥有独立的指令总线 and 数据总线,并集成了必要的存储器和功能模块,降低了设计和应用的难度。STM32F103x 系列嵌入式处理器是意法半导体有限公司 (STMicroelectronics, ST) 推出的一款 32 位基于 ARM Cortex-M3 内核的嵌入式微控制器,主要针对控制领域中的实时应用领域,具有较强的控制功能和一定的数字信号处理能力,除可用于传统 8051 系列微控制器的应用领域外,还可用于 DSP 处理器的领域。

本书以引导读者快速全面掌握 STM32 系列嵌入式处理器为目的,由浅入深地带领读者走进嵌入式世界。全书共分为两部分:第一部分以嵌入式基本概念为平台,介绍嵌入式微控制器各模块的使用方法、例程,从简单的单模块知识到复杂的多模块应用。第二部分主要介绍 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统的概念与应用。各章节内容安排如下:

第 1 章 简要介绍嵌入式系统的概念、特点、分类、结构以及常见嵌入式操作系统和嵌入式系统的设计方法。通过本章的学习,可使读者初步建立起嵌入式系统开发的整体框架和知识体系。

第 2 章 介绍 Cortex-M3 处理器体系结构,包括 Thumb-2 指令集、流水线技术、操作模式、寄存器配置、存储器结构、异常与处理等内容,帮助读者初步了解 Cortex-M3 处理器的整体架构。

第 3~4 章 介绍 STM32F1 系列微控制器结构及软件开发平台,包括 STM32F1 系列微控制器的系统结构、嵌入式闪存、启动配置及功率管理等。还介绍了 MDK-ARM5.0 开发平台。帮助读者在了解 STM32F1 微控制器的基本参数、重要特性的基础上,掌握 Keil 集成开发环境的应用方法。

第 5~18 章 介绍 STM32F103x 嵌入式系统各功能模块的功能、特性、使用方法及相关库函数。包括复位与时钟控制 RCC 模块、通用输入输出接口 (GPIO) 模块、中断模块、通用定时器模块、USART 串口模块、模数转换器模块、系统节拍定时器模块、Flash 存储器模块、SPI 模块、DMA 模块和 FSMC 模块等,使读者了解 STM32F103x 嵌入式系统各功能模块的编程方法。

第 19~21 章 介绍 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 嵌入式实时操作系统内核的相关知识。包括 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 实时操作系统的基本概念和内核结构、 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 任务管理、时间管理和内存管理的机制及 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的使用方法。

本书适用于 STM32F103x 嵌入式处理器的初学者,可作为高等院校仪器仪表、电子信息、自动控制等专业嵌入式系统课程的教材,也可作为从事嵌入式系统应用开发工程师的参考资料。

本书由贾丹平编写第 1~4、14 章,桂珺编写第 5~10 章,刘博编写第 15~16、18~21 章,赵柏山编写第 11~13 章,徐耀松编写第 17 章。全书由桂珺负责规划、内容安排,贾丹平负责审阅校订。本书在编写过程中参考和借鉴了大量相关资料及网络资源,在此谨对这些作者表示衷心的感谢。

由于编者水平和经验所限,加之时间仓促,书中难免有疏漏和不妥之处,恳请各位老师及同行批评指正,并请您将阅读中发现的错误发送到: qianrushijiaocai@163.com。

贾丹平

2016.10

目 录

第 1 章 嵌入式系统概述	(1)
1.1 嵌入式系统简介	(1)
1.1.1 嵌入式系统定义	(1)
1.1.2 嵌入式系统的特点	(2)
1.1.3 嵌入式系统的应用领域	(3)
1.2 嵌入式系统的组成	(4)
1.3 嵌入式处理器	(5)
1.3.1 嵌入式处理器的分类	(5)
1.3.2 嵌入式处理器的选型原则	(6)
1.4 嵌入式操作系统	(7)
1.5 ARM 处理器简介	(10)
1.5.1 ARM 处理器的进化过程	(10)
1.5.2 ARM 处理器的开发工具	(12)
1.6 嵌入式系统的设计方法	(13)
1.6.1 嵌入式系统的总体结构	(13)
1.6.2 嵌入式系统设计过程	(14)
1.6.3 嵌入式系统的软/硬件协同设计技术	(15)
思考与练习	(16)
第 2 章 ARM Cortex-M3 内部结构	(17)
2.1 Cortex-M3 简介	(17)
2.2 指令集	(20)
2.3 流水线	(21)
2.4 寄存器组	(22)
2.5 操作模式和特权等级	(25)
2.6 异常、中断和向量表	(26)
2.7 存储器映射	(29)
2.8 调试支持	(30)
思考与练习	(30)
第 3 章 STM32F1 系列微控制器简介	(31)
3.1 基于 Cortex-M3 内核的 STM32F1 微控制器概述	(31)
3.2 STM32F1 微控制器的系统结构	(33)
3.3 STM32F1 微控制器的存储器结构与映射	(34)
3.4 STM32F1 微控制器的嵌入式闪存	(36)
3.5 STM32F1 微控制器的启动配置	(37)
3.6 STM32F1 微控制器的电源控制	(38)

3.7	STM32F1 微控制器的复位	(39)
3.8	STM32F1 微控制器的调试端口	(41)
	思考与练习	(41)
第 4 章	建立 MDK-ARM5.0 开发平台	(42)
4.1	MDK-ARM 简介	(42)
4.2	CMSIS 标准简介	(44)
4.3	STM32 标准外设库	(45)
4.4	安装 MDK-ARM5.0	(49)
4.5	创建工程模板	(52)
	思考与练习	(57)
第 5 章	复位与时钟控制器	(58)
5.1	STM32F103x 微控制器时钟模块简介	(58)
5.1.1	HSE 时钟	(60)
5.1.2	HSI 时钟	(60)
5.1.3	PLL	(61)
5.1.4	LSE 时钟	(61)
5.1.5	LSI 时钟	(61)
5.1.6	系统时钟的选择	(62)
5.1.7	时钟安全系统	(62)
5.1.8	RTC 时钟	(62)
5.1.9	看门狗时钟	(62)
5.1.10	时钟输出	(62)
5.1.11	片上外设时钟	(63)
5.2	RCC 库函数说明	(63)
5.2.1	库函数 RCC_DeInit	(65)
5.2.2	库函数 RCC_HSEConfig	(65)
5.2.3	库函数 RCC_WaitForHSEStartUp	(65)
5.2.4	库函数 RCC_AdjustHSICalibrationValue	(66)
5.2.5	库函数 RCC_HSICmd	(66)
5.2.6	库函数 RCC_PLLConfig	(66)
5.2.7	库函数 RCC_PLLCmd	(67)
5.2.8	库函数 RCC_SYSCLKConfig	(67)
5.2.9	库函数 RCC_GetSYSCLKSource	(68)
5.2.10	库函数 RCC_HCLKConfig	(68)
5.2.11	库函数 RCC_PCLK1Config	(69)
5.2.12	库函数 RCC_PCLK2Config	(69)
5.2.13	库函数 RCC_ITConfig	(70)
5.2.14	库函数 RCC_USBCLKConfig	(70)
5.2.15	库函数 RCC_ADCCLKConfig	(70)
5.2.16	库函数 RCC_LSEConfig	(71)
5.2.17	库函数 RCC_LSIcmd	(71)

5.2.18	库函数 RCC_RTCCLKConfig	(72)
5.2.19	库函数 RCC_RTCCLKCmd	(72)
5.2.20	库函数 RCC_GetClocksFreq	(72)
5.2.21	库函数 RCC_AHBPeriphClockCmd	(73)
5.2.22	库函数 RCC_APB2PeriphClockCmd	(73)
5.2.23	库函数 RCC_APB1PeriphClockCmd	(74)
5.2.24	库函数 RCC_APB2PeriphResetCmd	(75)
5.2.25	库函数 RCC_APB1PeriphResetCmd	(75)
5.2.26	库函数 RCC_BackupResetCmd	(75)
5.2.27	库函数 RCC_ClockSecuritySystemCmd	(76)
5.2.28	库函数 RCC_MCOConfig	(76)
5.2.29	库函数 RCC_GetFlagStatus	(76)
5.2.30	库函数 RCC_ClearFlag	(77)
5.2.31	库函数 RCC_GetITStatus	(77)
5.2.32	库函数 RCC_ClearITPendingBit	(78)
5.3	使用 RCC 库函数建立系统时钟	(78)
5.3.1	建立系统时钟的一般流程	(78)
5.3.2	实例	(79)
	思考与练习	(79)
第6章 I/O 端口模块		(81)
6.1	概述	(81)
6.2	GPIO 库函数说明	(83)
6.2.1	库函数 GPIO_DeInit	(84)
6.2.2	库函数 GPIO_AFIODeInit	(84)
6.2.3	库函数 GPIO_Init	(84)
6.2.4	库函数 GPIO_StructInit	(86)
6.2.5	库函数 GPIO_ReadInputDataBit	(86)
6.2.6	库函数 GPIO_ReadInputData	(87)
6.2.7	库函数 GPIO_ReadOutputDataBit	(87)
6.2.8	库函数 GPIO_ReadOutputData	(87)
6.2.9	库函数 GPIO_SetBits	(88)
6.2.10	库函数 GPIO_ResetBits	(88)
6.2.11	库函数 GPIO_WriteBit	(88)
6.2.12	库函数 GPIO_Write	(88)
6.2.13	库函数 GPIO_PinLockConfig	(89)
6.2.14	库函数 GPIO_EventOutputConfig	(89)
6.2.15	库函数 GPIO_EventOutputCmd	(90)
6.2.16	库函数 GPIO_PinRemapConfig	(90)
6.2.17	库函数 GPIO_EXTILineConfig	(91)
	思考与练习	(91)

第 7 章 中断和事件	(92)
7.1 嵌套向量中断控制器	(92)
7.2 外部中断/事件控制器	(95)
7.3 NVIC 库函数说明	(96)
7.3.1 库函数 NVIC_PriorityGroupConfig	(97)
7.3.2 库函数 NVIC_Init	(97)
7.3.3 库函数 NVIC_SetVectorTable	(99)
7.3.4 库函数 NVIC_SystemLPConfig	(100)
7.4 EXTI 库函数说明	(100)
7.4.1 库函数 EXTI_DeInit	(101)
7.4.2 库函数 EXTI_Init	(101)
7.4.3 库函数 EXTI_StructInit	(102)
7.4.4 库函数 EXTI_GenerateSWInterrupt	(103)
7.4.5 库函数 EXTI_GetFlagStatus	(103)
7.4.6 库函数 EXTI_ClearFlag	(103)
7.4.7 库函数 EXTI_GetITStatus	(103)
7.4.8 库函数 EXTI_ClearITPendingBit	(104)
思考与练习	(104)
第 8 章 系统时基定时器	(105)
8.1 概述	(105)
8.2 SysTick 库函数说明	(106)
思考与练习	(106)
第 9 章 实时时钟和备份寄存器	(107)
9.1 实时时钟简介	(107)
9.2 后备寄存器简介	(111)
9.3 RTC 库函数说明	(112)
9.3.1 库函数 RTC_ITConfig	(112)
9.3.2 库函数 RTC_EnterConfigMode	(113)
9.3.3 库函数 RTC_ExitConfigMode	(113)
9.3.4 库函数 RTC_GetCounter	(113)
9.3.5 库函数 RTC_SetCounter	(113)
9.3.6 库函数 RTC_SetPrescaler	(114)
9.3.7 库函数 RTC_SetAlarm	(114)
9.3.8 库函数 RTC_WaitForLastTask	(114)
9.3.9 库函数 RTC_WaitForSynchro	(114)
9.3.10 库函数 RTC_GetFlagStatus	(115)
9.3.11 库函数 RTC_ClearFlag	(115)
9.3.12 库函数 RTC_GetITStatus	(115)
9.3.13 库函数 RTC_ClearITPendingBit	(116)
9.4 BKP 库函数说明	(116)
9.4.1 库函数 BKP_DeInit	(116)

9.4.2	库函数 BKP_Init	(117)
9.4.3	库函数 BKP_TamperPinCmd	(117)
9.4.4	库函数 BKP_ITConfig	(117)
9.4.5	库函数 BKP_RTCTOutputConfig	(117)
9.4.6	库函数 BKP_SetRTCCalibrationValue	(118)
9.4.7	库函数 BKP_WriteBackupRegister	(118)
9.4.8	库函数 BKP_ReadBackupRegister	(119)
9.4.9	库函数 BKP_GetFlagStatus	(119)
9.4.10	库函数 BKP_ClearFlag	(119)
9.4.11	库函数 BKP_GetITStatus	(119)
9.4.12	库函数 BKP_ClearITPendingBit	(120)
	思考与练习	(120)
第 10 章	嵌入式闪存	(121)
10.1	嵌入式闪存简介	(121)
10.1.1	嵌入式闪存的组织方式	(121)
10.1.2	嵌入式闪存的读操作	(122)
10.1.3	嵌入式编程和擦除控制器	(123)
10.2	FLASH 库函数说明	(128)
10.2.1	库函数 FLASH_SetLatency	(129)
10.2.2	库函数 FLASH_HalfCycleAccessCmd	(129)
10.2.3	库函数 FLASH_PrefetchBufferCmd	(130)
10.2.4	库函数 FLASH_Unlock	(130)
10.2.5	库函数 FLASH_Lock	(130)
10.2.6	库函数 FLASH_ErasePage	(130)
10.2.7	库函数 FLASH_EraseAllPages	(131)
10.2.8	库函数 FLASH_EraseOptionBytes	(131)
10.2.9	库函数 FLASH_ProgramWord	(131)
10.2.10	库函数 FLASH_ProgramHalfWord	(131)
10.2.11	库函数 FLASH_ProgramOptionByteData	(132)
10.2.12	库函数 FLASH_EnableWriteProtection	(132)
10.2.13	库函数 FLASH_ReadOutProtection	(133)
10.2.14	库函数 FLASH_UserOptionByteConfig	(133)
10.2.15	库函数 FLASH_GetUserOptionByte	(133)
10.2.16	库函数 FLASH_GetWriteProtectionOptionByte	(134)
10.2.17	库函数 FLASH_GetReadOutProtectionStatus	(134)
10.2.18	库函数 FLASH_GetPrefetchBufferStatus	(134)
10.2.19	库函数 FLASH_ITConfig	(134)
10.2.20	库函数 FLASH_GetFlagStatus	(135)
10.2.21	库函数 FLASH_ClearFlag	(135)
10.2.22	库函数 FLASH_GetStatus	(135)
10.2.23	库函数 FLASH_WaitForLastOperation	(136)

思考与练习	(136)
第 11 章 USART 串口模块	(137)
11.1 USART 串口简介	(137)
11.1.1 功能概述	(138)
11.1.2 发送器	(139)
11.1.3 接收器	(140)
11.1.4 产生分数比特率	(141)
11.1.5 多处理器通信	(142)
11.1.6 LIN 模式	(143)
11.1.7 USART 同步模式	(143)
11.1.8 单线半双工	(144)
11.1.9 智能卡模式	(145)
11.1.10 红外模式	(146)
11.1.11 USART 的中断请求	(147)
11.2 USART 库函数说明	(148)
11.2.1 库函数 USART_DeInit	(149)
11.2.2 库函数 USART_Init	(149)
11.2.3 库函数 USART_StructInit	(151)
11.2.4 库函数 USART_Cmd	(151)
11.2.5 库函数 USART_ITConfig	(151)
11.2.6 库函数 USART_DMAMCmd	(152)
11.2.7 库函数 USART_SetAddress	(152)
11.2.8 库函数 USART_WakeUpConfig	(152)
11.2.9 库函数 USART_ReceiverWakeUpCmd	(153)
11.2.10 库函数 USART_LINBreakDetectLengthConfig	(153)
11.2.11 库函数 USART_LINCmd	(153)
11.2.12 库函数 USART_SendData	(154)
11.2.13 库函数 USART_ReceiveData	(154)
11.2.14 库函数 USART_SendBreak	(154)
11.2.15 库函数 USART_SetGuardTime	(154)
11.2.16 库函数 USART_SetPrescaler	(155)
11.2.17 库函数 USART_SmartCardCmd	(155)
11.2.18 库函数 USART_SmartCardNackCmd	(155)
11.2.19 库函数 USART_HalfDuplexCmd	(155)
11.2.20 库函数 USART_IrDAConfig	(156)
11.2.21 库函数 USART_IrDACmd	(156)
11.2.22 库函数 USART_GetFlagStatus	(156)
11.2.23 库函数 USART_ClearFlag	(157)
11.2.24 库函数 USART_GetITStatus	(157)
11.2.25 库函数 USART_ClearITPendingBit	(158)
思考与练习	(158)

第 12 章 SPI 模块	(159)
12.1 SPI 简介	(159)
12.1.1 引脚概述	(160)
12.1.2 数据传输模式	(161)
12.1.3 SPI 从模式	(162)
12.1.4 SPI 主模式	(163)
12.1.5 状态标志	(163)
12.1.6 利用 DMA 的 SPI 通信	(164)
12.1.7 SPI 中断	(164)
12.2 SPI 库函数说明	(164)
12.2.1 库函数 SPI_DeInit	(165)
12.2.2 库函数 SPI_Init	(165)
12.2.3 库函数 SPI_StructInit	(167)
12.2.4 库函数 SPI_Cmd	(167)
12.2.5 库函数 SPI_I2S_ITConfig	(168)
12.2.6 库函数 SPI_I2S_DMAMCmd	(168)
12.2.7 库函数 SPI_I2S_SendData	(168)
12.2.8 库函数 SPI_I2S_ReceiveData	(169)
12.2.9 库函数 SPI_NSSInternalSoftwareConfig	(169)
12.2.10 库函数 SPI_SSOutputCmd	(169)
12.2.11 库函数 SPI_DataSizeConfig	(170)
12.2.12 库函数 SPI_TransmitCRC	(170)
12.2.13 库函数 SPI_CalculateCRC	(170)
12.2.14 库函数 SPI_GetCRC	(170)
12.2.15 库函数 SPI_GetCRCPolynomial	(171)
12.2.16 库函数 SPI_BiDirectionalLineConfig	(171)
12.2.17 库函数 SPI_I2S_GetFlagStatus	(171)
12.2.18 库函数 SPI_I2S_ClearFlag	(172)
12.2.19 库函数 SPI_I2S_GetITStatus	(172)
12.2.20 库函数 SPI_I2S_ClearITPendingBit	(172)
思考与练习	(173)
第 13 章 I2C 模块	(174)
13.1 I2C 简介	(174)
13.1.1 功能描述	(175)
13.1.2 I2C 从模式	(176)
13.1.3 I2C 主模式	(177)
13.1.4 错误条件	(179)
13.1.5 SDA/SCL 线控制	(180)
13.1.6 DMA 请求	(180)
13.1.7 I2C 的中断	(181)
13.2 I2C 库函数说明	(182)

13.2.1	库函数 I2C_DeInit	(183)
13.2.2	库函数 I2C_Init	(183)
13.2.3	库函数 I2C_StructInit	(184)
13.2.4	库函数 I2C_Cmd	(185)
13.2.5	库函数 I2C_ITConfig	(185)
13.2.6	库函数 I2C_DMAMCmd	(186)
13.2.7	库函数 I2C_SendData	(186)
13.2.8	库函数 I2C_ReceiveData	(186)
13.2.9	库函数 I2C_DMALastTransferCmd	(186)
13.2.10	库函数 I2C_GenerateSTART	(187)
13.2.11	库函数 I2C_GenerateSTOP	(187)
13.2.12	库函数 I2C_AcknowledgeConfig	(187)
13.2.13	库函数 I2C_OwnAddress2Config	(187)
13.2.14	库函数 I2C_DualAddressCmd	(188)
13.2.15	库函数 I2C_GeneralCallCmd	(188)
13.2.16	库函数 I2C_Send7bitAddress	(188)
13.2.17	库函数 I2C_ReadRegister	(189)
13.2.18	库函数 I2C_SoftwareResetCmd	(189)
13.2.19	库函数 I2C_SMBusAlertConfig	(189)
13.2.20	库函数 I2C_TransmitPEC	(190)
13.2.21	库函数 I2C_PECPositionConfig	(190)
13.2.22	库函数 I2C_CalculatePEC	(190)
13.2.23	库函数 I2C_GetPEC	(190)
13.2.24	库函数 I2C_ARPCmd	(191)
13.2.25	库函数 I2C_StretchClockCmd	(191)
13.2.26	库函数 I2C_FastModeDutyCycleConfig	(191)
13.2.27	库函数 I2C_GetLastEvent	(191)
13.2.28	库函数 I2C_CheckEvent	(192)
13.2.29	库函数 I2C_GetFlagStatus	(192)
13.2.30	库函数 I2C_ClearFlag	(193)
13.2.31	库函数 I2C_GetITStatus	(193)
13.2.32	库函数 I2C_ClearITPendingBit	(194)
	思考与练习	(194)
第 14 章	DMA 控制器	(195)
14.1	DMA 简介	(195)
14.2	DMA 库函数说明	(199)
14.2.1	库函数 DMA_DeInit	(200)
14.2.2	库函数 DMA_Init	(200)
14.2.3	库函数 DMA_StructInit	(201)
14.2.4	库函数 DMA_Cmd	(202)
14.2.5	库函数 DMA_ITConfig	(202)

14.2.6	库函数 DMA_GetCurrDataCounte	(203)
14.2.7	库函数 DMA_GetFlagStatus	(203)
14.2.8	库函数 DMA_ClearFlag	(203)
14.2.9	库函数 DMA_GetITStatus	(203)
14.2.10	库函数 DMA_ClearITPendingBit	(204)
	思考与练习	(204)
第 15 章	FSMC 模块	(205)
15.1	FSMC 简介	(205)
15.2	与非总线复用模式的异步 16 位 NOR 闪存接口	(207)
15.2.1	FSMC 的配置	(207)
15.2.2	时序计算	(209)
15.2.3	硬件连接	(210)
15.2.4	从外部 NOR 闪存存储器执行代码	(211)
15.3	与非总线复用的 16 位 SRAM 接口	(211)
15.3.1	FSMC 配置	(211)
15.3.2	时序计算	(212)
15.3.3	硬件连接	(213)
15.4	与 8 位的 NAND 闪存存储器接口	(213)
15.4.1	FSMC 配置	(213)
15.4.2	时序计算	(215)
15.4.3	硬件连接	(217)
15.4.4	错误校验码计算	(217)
15.5	FSMC 库函数说明	(218)
	思考与练习	(219)
第 16 章	模数转换器模块	(220)
16.1	ADC 简介	(220)
16.1.1	功能描述	(221)
16.1.2	自校准	(223)
16.1.3	可编程的采样时间	(224)
16.1.4	外部触发转换	(224)
16.1.5	双 ADC 模式	(225)
16.1.6	温度传感器	(226)
16.1.7	ADC 的中断事件	(227)
16.2	ADC 库函数说明	(227)
16.2.1	库函数 ADC_DeInit	(228)
16.2.2	库函数 ADC_Init	(228)
16.2.3	库函数 ADC_StructInit	(230)
16.2.4	库函数 ADC_Cmd	(231)
16.2.5	库函数 ADC_ITConfig	(231)
16.2.6	库函数 ADC_DMACmd	(231)
16.2.7	库函数 ADC_ResetCalibration	(232)

16.2.8	库函数 ADC_GetResetCalibrationStatus	(232)
16.2.9	库函数 ADC_StartCalibration	(232)
16.2.10	库函数 ADC_GetCalibrationStatus	(233)
16.2.11	库函数 ADC_SoftwareStartConvCmd	(233)
16.2.12	库函数 ADC_GetSoftwareStartConvStatus	(233)
16.2.13	库函数 ADC_DiscModeChannelCountConfig	(233)
16.2.14	库函数 ADC_DiscModeCmd	(234)
16.2.15	库函数 ADC_RegularChannelConfig	(234)
16.2.16	库函数 ADC_ExternalTrigConvConfig	(235)
16.2.17	库函数 ADC_GetConversionValue	(235)
16.2.18	库函数 ADC_GetDuelModeConversionValue	(235)
16.2.19	库函数 ADC_AutoInjectedConvCmd	(236)
16.2.20	库函数 ADC_InjectedDiscModeCmd	(236)
16.2.21	库函数 ADC_ExternalTrigInjectedConvConfig	(236)
16.2.22	库函数 ADC_ExternalTrigInjectedConvCmd	(237)
16.2.23	库函数 ADC_SoftwareStartInjectedConvCmd	(237)
16.2.24	库函数 ADC_GetsoftwareStartInjectedConvStatus	(237)
16.2.25	库函数 ADC_InjectedChannleConfig	(238)
16.2.26	库函数 ADC_InjectedSequencerLengthConfig	(238)
16.2.27	库函数 ADC_SetInjectedOffset	(238)
16.2.28	库函数 ADC_GetInjectedConversionValue	(239)
16.2.29	库函数 ADC_AnalogWatchdogCmd	(239)
16.2.30	库函数 ADC_AnalogWatchdongThresholdsConfig	(239)
16.2.31	库函数 ADC_AnalogWatchdongSingleChannelConfig	(240)
16.2.32	库函数 ADC_TampSensorVrefintCmd	(240)
16.2.33	库函数 ADC_GetFlagStatus	(240)
16.2.34	库函数 ADC_ClearFlag	(241)
16.2.35	库函数 ADC_GetITStatus	(241)
16.2.36	库函数 ADC_ClearITPendingBit	(241)
	思考与练习	(241)
第 17 章	定时器模块	(243)
17.1	TIM 简介	(243)
17.1.1	计数功能	(244)
17.1.2	时钟选择	(248)
17.1.3	捕获/比较通道	(250)
17.1.4	定时器同步	(261)
17.2	TIM 库函数说明	(265)
17.2.1	库函数 TIM_DeInit	(268)
17.2.2	库函数 TIM_TimeBaseInit	(268)
17.2.3	库函数 TIM_OC1Init	(269)
17.2.4	库函数 TIM_ICInit	(270)

17.2.5	库函数 TIM_BDTRConfig	(271)
17.2.6	库函数 TIM_TimeBaseStructInit	(272)
17.2.7	库函数 TIM_OCStructInit	(273)
17.2.8	库函数 TIM_ICStructInit	(273)
17.2.9	库函数 TIM_BDTRStructInit	(274)
17.2.10	库函数 TIM_Cmd	(274)
17.2.11	库函数 TIM_ITConfig	(274)
17.2.12	库函数 TIM_GenerateEvent	(275)
17.2.13	库函数 TIM_DMAConfig	(275)
17.2.14	库函数 TIM_DMAMCmd	(276)
17.2.15	库函数 TIM_InternalClockConfig	(277)
17.2.16	库函数 TIM_ITRxExternalClockConfig	(277)
17.2.17	库函数 TIM_TIxExternalClockConfig	(278)
17.2.18	库函数 TIM_ETRClockMode1Config	(278)
17.2.19	库函数 TIM_ETRClockMode2Config	(279)
17.2.20	库函数 TIM_ETRConfig	(279)
17.2.21	库函数 TIM_SelectInputTrigger	(279)
17.2.22	库函数 TIM_PrescalerConfig	(280)
17.2.23	库函数 TIM_CounterModeConfig	(280)
17.2.24	库函数 TIM_ForcedOC1Config	(281)
17.2.25	库函数 TIM_ARRPreloadConfig	(281)
17.2.26	库函数 TIM_SelectCOM	(281)
17.2.27	库函数 TIM_SelectCCDMA	(281)
17.2.28	库函数 TIM_CCPreloadControl	(282)
17.2.29	库函数 TIM_OC1PreloadConfig	(282)
17.2.30	库函数 TIM_OC1FastConfig	(282)
17.2.31	库函数 TIM_ClearOC1Ref	(283)
17.2.32	库函数 TIM_UpdateDisableConfig	(283)
17.2.33	库函数 TIM_EncoderInterfaceConfig	(283)
17.2.34	库函数 TIM_OC1PolarityConfig	(284)
17.2.35	库函数 TIM_OC1NPolarityConfig	(284)
17.2.36	库函数 TIM_CCxCmd	(284)
17.2.37	库函数 TIM_CCxNCmd	(285)
17.2.38	库函数 TIM_SelectOCxM	(285)
17.2.39	库函数 TIM_UpdateRequestConfig	(285)
17.2.40	库函数 TIM_SelectHallSensor	(286)
17.2.41	库函数 TIM_SelectOnePulseMode	(286)
17.2.42	库函数 TIM_SelectOutputTrigger	(286)
17.2.43	库函数 TIM_SelectSlaveMode	(287)
17.2.44	库函数 TIM_SelectMasterSlaveMode	(288)
17.2.45	库函数 TIM_SetAutoreload	(288)

17.2.46	库函数 TIM_SetCompare1	(288)
17.2.47	库函数 TIM_SetIC1Prescaler	(288)
17.2.48	库函数 TIM_SetClockDivision	(289)
17.2.49	库函数 TIM_GetCapture1	(289)
17.2.50	库函数 TIM_GetCounter	(289)
17.2.51	库函数 TIM_GetPrescaler	(289)
17.2.52	库函数 TIM_GetFlagStatus	(290)
17.2.53	库函数 TIM_ClearFlag	(290)
17.2.54	库函数 TIM_GetITStatus	(291)
17.2.55	库函数 TIM_ClearITPendingBit	(291)
思考与练习		(291)
第 18 章 看门狗模块		(292)
18.1	独立看门狗简介	(292)
18.2	窗口看门狗简介	(293)
18.3	IWDG 库函数说明	(295)
18.3.1	库函数 IWDG_WriteAccessCmd	(295)
18.3.2	库函数 IWDG_SetPrescaler	(296)
18.3.3	库函数 IWDG_SetReload	(296)
18.3.4	库函数 IWDG_ReloadCounter	(296)
18.3.5	库函数 IWDG_Enable	(296)
18.3.6	库函数 IWDG_GetFlagStatus	(297)
18.4	WWDG 库函数说明	(297)
18.4.1	库函数 WWDG_DeInit	(297)
18.4.2	库函数 WWDG_SetPrescaler	(297)
18.4.3	库函数 WWDG_SetWindowValue	(298)
18.4.4	库函数 WWDG_EnableIT	(298)
18.4.5	库函数 WWDG_SetCounter	(298)
18.4.6	库函数 WWDG_Enable	(298)
思考与练习		(299)
第 19 章 μC/OS-II 操作系统概述		(300)
19.1	μ C/OS-II 简介	(300)
19.2	实时系统概念	(300)
19.2.1	前后台系统	(301)
19.2.2	代码的临界段	(301)
19.2.3	任务	(301)
19.2.4	内核	(302)
19.2.5	调度	(303)
19.2.6	可重入型	(303)
19.2.7	不可剥夺型内核	(303)
19.2.8	可剥夺型内核	(303)
19.2.9	时间片轮番调度法	(304)