

21天学通 Linux嵌入式开发

薛园园 等编著

15
小时多媒体
语音视频教学

DVD

本书特色

- 基础知识→核心技术→典型实例→综合练习→项目案例
- 453个函数的详细说明、2个项目案例、254个练习题
- 一线开发人员全程贴心讲解，上手毫不费力

超值DVD

- 15小时多媒体语音视频教学
- 本书源代码 + 本书电子教案（PPT）
- 1000余页编程参考宝典电子书（免费赠送）

21天学通系列

以任务驱动方式讲解，用实例引导读者学习

21天学通 Linux嵌入式开发

薛园园 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

内 容 简 介

本书系统地介绍了 ARM 嵌入式系统的基本结构、开发和 ARM 处理器的编程,并结合流行的嵌入式系统介绍了如何移植。本书言简意赅、通俗易懂,知识点覆盖全面,详细讲述了最新的 ARM Cortex-M3 内核及 STM32 处理器编程,使读者能够更好地掌握 ARM 处理器及相应的嵌入式系统设计。

本书分为四篇,共 23 章,全面详细地讲述了 ARM 处理器的原理、程序设计方法、ARM 处理器编程指南及嵌入式系统移植。首先介绍了 ARM 处理器的构架及如何搭建一个 ARM 嵌入式开发平台,接着介绍了 ARM Cortex-M3 的指令集,基于 Cortex-M3 的 STM32 系列芯片及一些典型的嵌入式操作系统。然后结合 STM32 的各个功能部件详细讲解了 ARM 处理器的硬件编程方法。最后本书还介绍了基于 ARM Cortex-M3 的 STM32 芯片如何移植流行的嵌入式操作系统。

本书知识点覆盖全面、结构安排紧凑、讲解详细、实例丰富。ARM 嵌入式系统的初学者通过本书可以快速掌握程序设计方法。本书对具有一定开发经验的设计人员,也有很高的参考价值。

本书附赠 DVD 光盘 1 张,内容包括超大容量手把手教学视频、电子教案(PPT)、编程参考宝典电子书、源代码及各章习题答案。

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

21 天学通 Linux 嵌入式开发 / 薛园园等编著. —北京: 电子工业出版社, 2010.5

(21 天学通系列)

ISBN 978-7-121-10621-7

I. ①2… II. ①薛… III. ①微处理器, ARM—系统设计②Linux 操作系统—系统设计
IV. ①TP332②TP316.89

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 056106 号

责任编辑: 高洪霞

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

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: 787×1092 1/16 印张: 26.25 字数: 776 千字

印 次: 2010 年 5 月第 1 次印刷

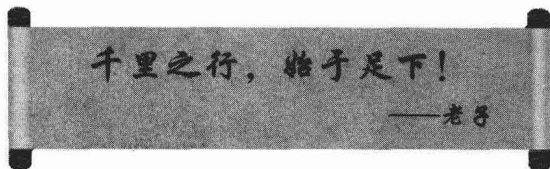
印 数: 4000 册 定价: 49.80 元 (含 DVD 光盘 1 张)

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。

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

服务热线: (010) 88258888。

本书特点



为什么要写这样一本书

嵌入式系统是目前最为流行的技术。在嵌入式系统中，ARM 处理器的应用无处不在。熟练掌握 ARM 处理器及嵌入式操作系统设计，已经成为设计人员的法宝。目前市面上关于 ARM 嵌入式开发的书籍非常丰富，但是这些书有些过于技术化，入门者根本无法入手，也有部分书籍内容不全，无法让初学者对该技术得到全面的认识。另外，这些书籍内容过于陈旧，无法跟踪最新的进展。

为了能让初次接触 ARM 嵌入式系统开发的爱好者快速而又轻松地学会 ARM 处理器及其程序开发，笔者总结了自己学习 ARM 的经验，并结合多年实际开发的经验，编写了这本 ARM 嵌入式开发的基础教程。在本书中，笔者从最基础的概念入手，循序渐进地将 ARM 处理器开发和程序设计中的每个技术点展现在读者面前，力求让读者在最短的时间内高效地掌握 ARM 处理器及嵌入式开发的基础概念及技术要点。本书采用了最新的 ARM Cortex-M3 内核进行讲解。最新的 ARM Cortex-M3 内核提供了更为强大的功能，目前正在取代老款的 ARM7 等内核。

本书有何特色

1. 细致体贴的讲解

为了让读者更快地上手，本书特别设计了适合初学者的学习方式，用准确的语言总结概念
►用直观的图示演示过程►用详细的注释解释代码►用形象的比方帮助记忆。效果如下：

① **知识点介绍** 准确、清晰是其显著特点，一般放在每一节开始位置，让零基础的读者了解相关概念，顺利入门。

② **范例** 书中出现的完整实例，以章节顺序编号，便于检索和循序渐进地学习、实践，放在每节知识点介绍之后。

③ **范例代码** 与范例编号对应，层次清楚、语句简洁、注释丰富，体现了代码优美的原则，有利于读者养成良好的代码编写习惯。对于大段程序，均在每行代码前设定编号，便于学习。

④ **运行结果** 对范例给出运行结果和对应图示，帮助读者更直观地理解范例代码。

⑤ **代码解析** 将范例代码中的关键代码行逐一解释，有助于读者掌握相关概念和知识。

⑥ **综合练习** 为了便于读者巩固所学内容，本书每章中均提供了综合练习，并给出了操作提示和结果，配合读者自己动手实践。

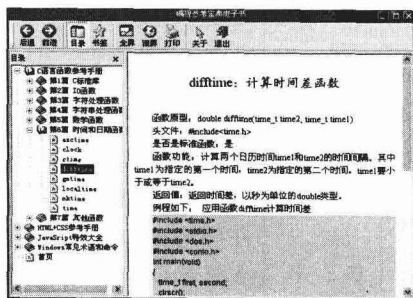
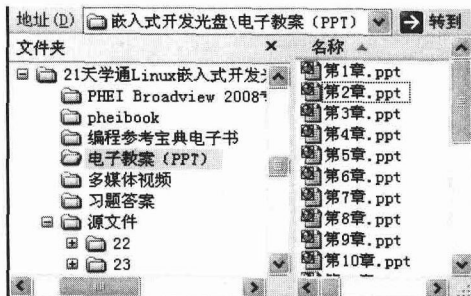
⑦ **习题** 每章最后提供专门的测试习题，供读者检验所学知识是否牢固掌握，题目的提示或答案放在光盘中。

● 电子教案 (PPT)

本书可以作为高校相关课程的教材或课外辅导书, 所以笔者特别为本书制作了电子教案 (PPT), 以方便老师教学使用。

● 编程参考宝典电子书

为方便广大读者学习, 特别制作了编程开发参考电子书, 供读者查阅和参考。



3. 提供完善的技术支持

本书提供了论坛: <http://www.rzchina.net>, 读者可以在上面提问交流。另外, 论坛上还有一些小的教程、视频动画和各种技术文章, 可帮助读者提高开发水平。

4. 丰富的额外素材下载

相关的开发素材文件在 www.broadview.com.cn 提供下载。

推荐的学习计划

本书作者在长期从事相关培训或教学实践过程中, 归纳了最适合初学者的学习模式, 并参考了多位专家的意见, 为读者总结了合理的学习时间分配方式, 列表如下:

推荐时间安排		自学目标（框内打钩表示已掌握）	难度指数	
第 1 周	第 1 天	了解嵌入式系统。	☐	★
		了解嵌入式系统的特点及发展趋势。	☐	
		掌握和熟练嵌入式系统的开发过程。	☐	
		如何成为嵌入式开发人员。	☐	
		了解嵌入式操作系统的分类和特点。	☐	
		掌握各种主流的嵌入式操作系统。	☐	
	第 2 天	了解 ARM 体系结构。	☐	★★
		掌握各种 ARM 处理器系列。	☐	
		掌握 ARM Cortex-M3 的处理器结构。	☐	
		掌握 ARM Cortex-M3 的编程模型。	☐	
		掌握典型的 ARM 开发调试工具。	☐	
		了解和掌握基于 ARM 的 RealView MDK 开发环境。	☐	
		了解基于 ARM Cortex-M3 的 STM32 芯片系列。	☐	
		掌握基于 ARM Cortex-M3 的 STM32 最小开发系统。	☐	
		掌握 STM32 的程序下载方式。	☐	

续表

推荐时间安排		自学目标（框内打钩表示已掌握）	难度指数
第1周	第3天	了解和掌握 ARM Cortex-M3 的数据传送指令。 ☐ 了解和掌握 ARM Cortex-M3 的数据处理指令。 ☐ 了解和掌握子程序呼叫及转移指令。 ☐ 了解和掌握 ARM Cortex-M3 的隔离指令。 ☐ 了解 ARM Cortex-M3 所不支持的指令。 ☐	★★★★
	第4天	了解在应用编程。 ☐ 了解 STM32 的在应用编程及 BootLoader。 ☐ 掌握基本 STM32 的启动配置。 ☐ 掌握 STM32 的在应用编程。 ☐	★★★★
	第5天	了解 FreeRTOS 的基本情况。 ☐ 了解嵌入式操作系统的基本概念。 ☐ 掌握 FreeRTOS 的 API 模块。 ☐	★★★★★
	第6天	了解 UC/OS-II 的基本情况。 ☐ 掌握 UC/OS-II 的任务管理。 ☐ 掌握 UC/OS-II 的任务间通信与同步方法。 ☐	★★★★★
	第7天	了解通用 I/O 接口的结构和功能。 ☐ 掌握复用 I/O 功能及其重映射。 ☐ 掌握和熟练通用 I/O 接口的程序设计方法。 ☐	★★★★
第2周	第8天	了解通用 Flash 闪存的结构。 ☐ 了解通用 Flash 闪存的基本特性。 ☐ 掌握和熟练 Flash 闪存的程序设计方法。 ☐	★★★★
	第9天	了解 ADC 系统的引脚结构。 ☐ 掌握 ADC 系统的功能特点。 ☐ 掌握和熟练通用 ADC 系统的程序设计方法。 ☐	★★★★★
	第10天	掌握嵌套向量中断控制器（NVIC）。 ☐ 掌握和熟练嵌套向量中断控制器（NVIC）的编程方法。 ☐ 掌握外部中断/事件控制器（EXTI）。 ☐ 掌握和熟练外部中断/事件控制器（EXTI）的编程方法。 ☐	★★★★
	第11天	掌握 USART 的结构。 ☐ 掌握和熟练 USART 的编程方法。 ☐ 掌握 CAN 的结构。 ☐ 掌握和熟练 CAN 的编程方法。 ☐	★★★★★
	第12天	掌握 SPI 的结构。 ☐ 掌握和熟练 SPI 的编程方法。 ☐ 掌握 I2C 的结构。 ☐ 掌握和熟练 I2C 的编程方法。 ☐	★★★★★
	第13天	掌握和熟练系统计时器（SysTick）的程序设计方法。 ☐ 了解通用定时器（TIM）。 ☐ 掌握和熟练通用定时器（TIM）的程序设计方法。 ☐	★★★★★

续表

推荐时间安排		自学目标（框内打钩表示已掌握）	难度指数
第2周	第14天	了解高级控制定时器（TIM1）。 ☐	★★★★★
		掌握和熟练高级控制定时器（TIM1）的程序设计方法。 ☐	
第3周	第15天	掌握复位和时钟控制（RCC）。 ☐	★★★★
		掌握和熟练时钟控制（RCC）的程序设计方法。 ☐	
		掌握实时时钟（RTC）。 ☐	
		掌握和熟练实时时钟（RTC）的程序设计方法。 ☐	
	第16天	了解独立看门狗（IWDG）的功能。 ☐	★★★★
		掌握和熟练独立看门狗（IWDG）的程序设计方法。 ☐	
		了解窗口看门狗（WWDG）的功能。 ☐	
		掌握和熟练窗口看门狗（WWDG）的程序设计方法。 ☐	
	第17天	了解备份寄存器（BKP）的功能。 ☐	★★
		掌握和熟练备份寄存器（BKP）的程序设计方法。 ☐	
	第18天	了解 DMA 控制器的基本特性。 ☐	★★★★
		掌握 DMA 控制器的基本功能。 ☐	
		掌握和熟练 DMA 控制器的程序设计方法。 ☐	
	第19天	了解电源控制的结构。 ☐	★★★
		掌握 STM32 的电源管理器功能。 ☐	
		掌握 STM32 的低功耗模式。 ☐	
		掌握和熟练电源控制（PWR）的程序设计方法。 ☐	
	第20天	了解如何获取 FreeRTOS 内核。 ☐	★★★★
		掌握 FreeRTOS 在 STM32 上的移植。 ☐	
		掌握 FreeRTOS 的任务创建。 ☐	
	第21天	了解如何获取 UC/OS-II 嵌入式系统内核。 ☐	★★★★
		掌握 UC/OS-II 的任务管理。 ☐	
		掌握 UC/OS-II 的任务间通信与同步方法。 ☐	

本书适合哪些读者阅读

本书非常适合以下人员阅读：

- 从未接触过 ARM 开发技术的人员；
- 有一定硬件开发技术基础，但还需要进一步学习的人员；
- 想学习 ARM 嵌入式编程的开发人员；
- 其他编程爱好者。

本书作者

本书主要由薛园园编写，其他参与编写和资料整理的人员有吴燃、方振宇、陈冠佐、傅奎、陈勤、梁洋洋、毕梦飞、陈庆、柴相花、陈非凡、陈华、陈嵩、承卓、陈先在。

目 录

第一篇 走进嵌入式系统开发

第 1 章 嵌入式系统开发概述 ( 教学视频: 44 分钟)	29
1.1 何为嵌入式系统	29
1.1.1 嵌入式系统的概念	29
1.1.2 嵌入式系统的基本结构	30
1.1.3 嵌入式处理器	30
1.2 嵌入式系统的特点及发展趋势	32
1.3 嵌入式系统的开发过程	32
1.3.1 芯片选择	32
1.3.2 配置硬件平台	33
1.3.3 BootLoader 移植	33
1.3.4 操作系统裁减	33
1.3.5 系统移植	33
1.3.6 应用程序开发	33
1.4 如何成为嵌入式开发人员	33
1.5 小结	34
1.6 习题	34
第 2 章 嵌入式操作系统简介 ( 教学视频: 37 分钟)	35
2.1 嵌入式操作系统概述	35
2.1.1 嵌入式操作系统的发展历史	35
2.1.2 嵌入式操作系统的分类	35
2.1.3 嵌入式操作系统的特点	36
2.2 主流嵌入式操作系统简介	36
2.2.1 VxWorks	36
2.2.2 pSOS	37
2.2.3 Palm OS	37
2.2.4 QNX	38
2.2.5 OS-9	38
2.2.6 LynxOS	38
2.2.7 Windows CE	39
2.2.8 μ C/OS-II	39
2.2.9 嵌入式 Linux	40
2.2.10 FreeRTOS	40
2.3 小结	40
2.4 习题	40

第3章 ARM 处理器构架 ( 教学视频: 53 分钟)	42
3.1 ARM 体系结构概述	42
3.1.1 ARM 简介	42
3.1.2 CISC 的体系结构	42
3.1.3 RISC 的体系结构	43
3.1.4 ARM 微处理器的应用领域	43
3.1.5 ARM 体系结构的特点	44
3.2 ARM 处理器系列	44
3.2.1 ARM7 微处理器	44
3.2.2 ARM9 微处理器	45
3.2.3 ARM9E 微处理器	45
3.2.4 ARM10E 微处理器	45
3.2.5 ARM11 微处理器	46
3.2.6 SecurCore 微处理器	46
3.2.7 StrongARM 微处理器	46
3.2.8 Xscale 微处理器	47
3.2.9 Cortex-M3 微处理器	47
3.2.10 基于 ARM 核的芯片选择	47
3.3 ARM 处理器结构	48
3.3.1 ARM 的系统构架	48
3.3.2 ARM 的流水线结构	49
3.3.3 ARM 的存储器结构	49
3.4 ARM 编程模型	50
3.4.1 工作模式和工作状态	50
3.4.2 特权访问和用户访问	50
3.4.3 数据类型	50
3.4.4 存储器格式	50
3.5 ARM 开发调试工具综述	51
3.6 小结	51
3.7 习题	51
第4章 搭建嵌入式开发平台 ( 教学视频: 39 分钟)	53
4.1 基于 ARM 的 RealView MDK 开发环境	53
4.1.1 RealView MDK 简介	53
4.1.2 RealView MDK 系统安装需求	54
4.1.3 RealView MDK 的安装	54
4.1.4 RealView MDK 集成开发环境总览	55
4.1.5 RealView MDK 的菜单栏	56
4.1.6 RealView MDK 的工具栏	59
4.1.7 RealView MDK 的快捷键	62
4.2 基于 ARM Cortex-M3 的 STM32 选型表	63
4.3 基于 ARM Cortex-M3 的 STM32 最小开发系统	63

4.4	程序下载方式	64
4.5	小结	65
4.6	习题	65

第二篇 ARM 嵌入式系统开发基础

第 5 章	ARM Cortex-M3 指令集 ( 教学视频: 30 分钟)	66
5.1	数据传送指令	66
5.1.1	寄存器间数据传送指令	66
5.1.2	存储器数据传送指令	66
5.1.3	索引数据传送指令	67
5.2	数据处理指令	68
5.2.1	算术四则运算指令	68
5.2.2	逻辑及移位操作指令	69
5.2.3	数据序转及位操作指令	70
5.3	子程序呼叫及转移指令	70
5.4	隔离指令	71
5.5	不支持的指令	71
5.6	小结	72
5.7	习题	72
第 6 章	基于 ARM Cortex-M3 的 STM32 在应用编程 ( 教学视频: 31 分钟)	74
6.1	在应用编程简介	74
6.2	STM32 的启动配置	74
6.3	STM32 的在应用编程	75
6.3.1	电路原理图	75
6.3.2	BootLoader 固件下载步骤	76
6.4	小结	78
6.5	习题	79
第 7 章	嵌入式实时操作系统 FreeRTOS ( 教学视频: 42 分钟)	80
7.1	嵌入式实时操作系统 FreeRTOS 简介	80
7.2	嵌入式操作系统基本概念	80
7.2.1	多任务	81
7.2.2	调度	81
7.2.3	上下文切换	82
7.2.4	实时应用和调度	82
7.3	FreeRTOS 的 API 模块	82
7.3.1	定制	82
7.3.2	任务创建和删除	84
7.3.3	任务控制	85
7.3.4	内核控制	86
7.4	小结	87

7.5 习题	87
第 8 章 嵌入式系统 UC/OS-II ( 教学视频: 39 分钟)	88
8.1 UC/OS-II 嵌入式系统简介	88
8.2 UC/OS-II 任务管理	88
8.2.1 建立任务 OSTaskCreate	89
8.2.2 建立任务 OSTaskCreate Ext	89
8.2.3 任务堆栈	91
8.2.4 堆栈检验 OSTaskStkChk	91
8.2.5 删除任务 OSTaskDel	92
8.2.6 请求删除任务 OSTaskDelReq	93
8.2.7 改变任务的优先级 OSTaskChangePrio	94
8.2.8 挂起任务 OSTaskSuspend	95
8.2.9 恢复任务 OSTaskResume	96
8.2.10 获得有关任务的信息 OSTaskQuery	97
8.3 任务之间的通信与同步	98
8.3.1 信号量	98
8.3.2 邮箱	98
8.3.3 消息队列	98
8.4 小结	99
8.5 习题	99

第三篇 深入 ARM 嵌入式控制器

第 9 章 通用 I/O 接口 ( 教学视频: 48 分钟)	100
9.1 通用 I/O 接口的结构	100
9.1.1 GPIO 的基本结构	100
9.1.2 GPIO 的功能	101
9.1.3 GPIO 的功能配置	102
9.1.4 复用功能与重映射	103
9.2 通用 I/O 接口的编程方法	106
9.2.1 GPIO 寄存器结构	107
9.2.2 GPIO 寄存器复位函数 GPIO_DeInit	107
9.2.3 复用功能寄存器复位函数 GPIO_AFIODeInit	108
9.2.4 参数初始化函数 GPIO_Init	108
9.2.5 复位 GPIO_InitStruct 函数 GPIO_StructInit	110
9.2.6 读输入引脚函数 GPIO_ReadInputDataBit	110
9.2.7 读输入端口函数 GPIO_ReadInputData	111
9.2.8 读输出引脚函数 GPIO_ReadOutputDataBit	111
9.2.9 读输出端口函数 GPIO_ReadOutputData	111
9.2.10 置位引脚函数 GPIO_SetBits	111
9.2.11 清除引脚位函数 GPIO_ResetBits	112
9.2.12 置位或清除引脚函数 GPIO_WriteBit	112

9.2.13	写端口函数 GPIO_Write	112
9.2.14	引脚配置锁定函数 GPIO_PinLockConfig	113
9.2.15	选择事件输出引脚函数 GPIO_EventOutputConfig	113
9.2.16	使能事件输出函数 GPIO_EventOutputCmd	113
9.2.17	改变引脚映射函数 GPIO_PinRemapConfig	114
9.2.18	选择 EXTI 线函数 GPIO_EXTILineConfig	115
9.3	综合练习	115
9.4	小结	116
9.5	习题	116
第 10 章	Flash ( 教学视频: 24 分钟)	118
10.1	Flash 闪存的结构	118
10.2	Flash 闪存的基本特性	119
10.2.1	Flash 闪存读取	119
10.2.2	Flash 闪存编程和擦除	119
10.3	Flash 的编程方法	119
10.3.1	Flash 寄存器结构	120
10.3.2	设置代码延时值函数 Flash_SetLatency	121
10.3.3	使能或禁用半周期访问函数 Flash_HalfCycleAccessCmd	121
10.3.4	使能或禁用预取缓冲区函数 Flash_PrefetchBufferCmd	121
10.3.5	解锁擦除控制器函数 Flash_Unlock	122
10.3.6	锁定擦除控制器函数 Flash_Lock	122
10.3.7	擦除页函数 Flash_ErasePage	122
10.3.8	擦除全部页函数 Flash_EraseAllPages	122
10.3.9	擦除选项字节函数 Flash_EraseOptionBytes	123
10.3.10	字写入函数 Flash_ProgramWord	123
10.3.11	半字写入函数 Flash_ProgramHalfWord	124
10.3.12	写选项字节函数 Flash_ProgramOptionByteData	124
10.3.13	页写保护函数 Flash_EnableWriteProtection	125
10.3.14	使能或禁用读保护函数 Flash_ReadOutProtection	126
10.3.15	写选项字节函数 Flash_UserOptionByteConfig	127
10.3.16	获取选项字节函数 Flash_GetUserOptionByte	128
10.3.17	获取写保护选项字节函数 Flash_GetWriteProtection OptionByte	128
10.3.18	获取读保护状态函数 Flash_GetReadOutProtectionStatus	128
10.3.19	获取预取缓冲区状态函数 Flash_GetPrefetchBufferStatus	128
10.3.20	使能或禁用中断函数 Flash_ITConfig	129
10.3.21	获取标志位状态函数 Flash_GetFlagStatus	129
10.3.22	清除挂起标志函数 Flash_ClearFlag	130
10.3.23	获取 Flash 状态函数 Flash_GetStatus	130
10.3.24	等待操作结束函数 Flash_WaitForLastOperation	131
10.4	综合练习	131
10.5	小结	133

10.6 习题	133
第 11 章 ADC 系统 ( 教学视频: 52 分钟)	134
11.1 ADC 系统概述	134
11.2 ADC 系统功能特性	135
11.2.1 ADC 开关控制	135
11.2.2 ADC 时钟	135
11.2.3 ADC 通道选择	135
11.2.4 ADC 的转换模式	135
11.2.5 中断	136
11.2.6 模拟看门狗	136
11.2.7 ADC 的扫描模式	136
11.2.8 ADC 的注入通道管理	137
11.2.9 间断模式	137
11.2.10 ADC 的校准模式	137
11.2.11 ADC 的数据对齐	138
11.2.12 可编程的通道采样时间	138
11.2.13 外部触发转换	138
11.2.14 DMA 请求	139
11.2.15 双 ADC 模式	139
11.2.16 温度传感器	141
11.3 ADC 系统的编程方法	141
11.3.1 ADC 寄存器结构	142
11.3.2 ADC 寄存器复位函数 ADC_DeInit	143
11.3.3 参数初始化函数 ADC_Init	143
11.3.4 复位 ADC_InitStruct 函数 ADC_StructInit	145
11.3.5 使能或禁用 ADC 模块函数 ADC_Cmd	145
11.3.6 使能或禁用 DMA 请求函数 ADC_DMACmd	146
11.3.7 使能或禁用 ADC 中断函数 ADC_ITConfig	146
11.3.8 复位 ADC 校准寄存器函数 ADC_ResetCalibration	146
11.3.9 获取复位校准寄存器状态函数 ADC_GetResetCalibrationStatus	147
11.3.10 开始 ADC 校准函数 ADC_StartCalibration	147
11.3.11 获取 ADC 校准状态 ADC_GetCalibrationStatus	147
11.3.12 使能或禁用软件转换函数 ADC_SoftwareStartConvCmd	147
11.3.13 获取软件开始转换状态函数 ADC_GetSoftwareStartConvStatus	148
11.3.14 配置常规组非连续模式函数 ADC_DiscModeChannelCountConfig	148
11.3.15 使能或禁用常规组非连续模式函数 ADC_DiscModeCmd	149
11.3.16 配置 ADC 常规信道函数 ADC-RegularChannelConfig	149
11.3.17 使能或禁用外部触发函数 ADC_ExternalTrigConvCmd	150
11.3.18 获取转换结果函数 ADC_GetConversionValue	151
11.3.19 获取双重转换结果函数 ADC_GetDualModeConversionValue	151
11.3.20 使能或禁用自动注入组转换函数 ADC_AutoInjectedConvCmd	151
11.3.21 使能或禁用非连续模式函数 ADC_InjectedDiscModeCmd	151

11.3.22	配置外部触发器函数 ADC_ExternalTrigInjectedConvConfig	152
11.3.23	使能或禁用注入信道转换函数 ADC_ExternalTrigInjectedConvCmd	152
11.3.24	使能或禁用开始注入信道转换函数 ADC_SoftwareStartInjectedConvCmd	153
11.3.25	获取启动转换注入状态函数 ADC_GetSoftwareStartInjectedConvStatus	153
11.3.26	配置 ADC 注入信道函数 ADC_InjectedChannelConfig	153
11.3.27	配置注入信道音序器长度函数 ADC_InjectedSequencerLengthConfig	155
11.3.28	设置注入信道转换值位移函数 ADC_SetInjectedOffset	155
11.3.29	获取注入信道转换结果函数 ADC_GetInjectedConversionValue	155
11.3.30	使能或禁用模拟看门狗函数 ADC_AnalogWatchdogCmd	156
11.3.31	配置模拟看门狗域值函数 ADC_AnalogWatchdogThresholdsConfig	156
11.3.32	配置模拟看门狗保护函数 ADC_AnalogWatchdogSingleChannelConfig	156
11.3.33	使能或禁用温度传感函数 ADC_TempSensorVrefintCmd	157
11.3.34	获取 ADC 标志函数 ADC_GetFlagStatus	157
11.3.35	清除挂起标志函数 ADC_ClearFlag	158
11.3.36	获取中断函数 ADC_GetITStatus	158
11.3.37	清除中断挂起位函数 ADC_ClearITPendingBit	158
11.4	综合练习	159
11.5	小结	160
11.6	习题	160
第 12 章	中断系统 ( 教学视频: 32 分钟)	161
12.1	嵌套向量中断控制器 (NVIC)	161
12.2	NVIC 的编程方法	163
12.2.1	NVIC 寄存器结构	164
12.2.2	复位 NVIC 外设函数 NVIC_DeInit	165
12.2.3	复位 SCB 外设函数 NVIC_SCBDeInit	165
12.2.4	配置优先级组函数 NVIC_PriorityGroupConfig	166
12.2.5	初始化 NVIC 外设函数 NVIC_Init	166
12.2.6	复位 NVIC_InitStruct 函数 NVIC_StructInit	167
12.2.7	使能 PRIMASK 优先级函数 NVIC_SETPRIMASK	167
12.2.8	用 PRIASK 优先级函数 NVIC_RESETPRIMASK	167
12.2.9	使能 FAULTMASK 优先级函数 NVIC_SETFAULTMASK	167
12.2.10	禁用 FAULTMASK 优先级函数 NVIC_RESETFaultMask	167
12.2.11	配置执行优先级函数 NVIC_BASEPRICONFIG	168
12.2.12	获取 BASEPRI 掩码值函数 NVIC_GetBASEPRI	168
12.2.13	获取挂起服务的 IRQ 通道标识符函数 NVIC_GetCurrentPendingIRQChannel	168
12.2.14	获取 IRQ 通道挂起位函数 NVIC_GetIRQChannelPendingBitStatus	168
12.2.15	设置中断挂起位函数 NVIC_GetIRQChannelPendingBit	169
12.2.16	清除中断挂起位函数 NVIC_ClearIRQChannelPendingBit	169
12.2.17	返回活动句柄函数 NVIC_GetCurrentActiveHandle	169
12.2.18	获取 IRQ 通道活动位函数 NVIC_GetIRQChannelActiveBitStatus	169
12.2.19	获取 ID 号函数 NVIC_GetCPUID	170
12.2.20	设置向量表和偏移量函数 NVIC_SetVectorTable	170

12.2.21	系统复位函数 NVIC_GenerateSystemReset	170
12.2.22	核复位函数 NVIC_GenerateCoreReset	170
12.2.23	低功耗模式条件函数 NVIC_SystemLPConfig	170
12.2.24	使能或禁用系统句柄函数 NVIC_SystemHandlerConfig	171
12.2.25	配置系统句柄优先级函数 NVIC_SystemHandlerPriorityConfig	171
12.2.26	获取系统句柄挂起位函数 NVIC_GetSystemHandlerPendingBitStatus	172
12.2.27	设置系统句柄挂起位函数 NVIC_SetSystemHandlerPendingBit	173
12.2.28	清除系统句柄挂起位函数 NVIC_ClearSystemHandlerPendingBit	173
12.2.29	获取系统句柄活动位函数 NVIC_GetSystemHandlerActiveBitStatus	173
12.2.30	获取系统故障句柄源函数 NVIC_GetFaultHandlerSources	174
12.2.31	获取故障句柄位置函数 NVIC_GetFaultAddress	175
12.3	外部中断/事件控制器 (EXTI)	175
12.3.1	EXTI 主要特性	175
12.3.2	EXTI 功能说明	176
12.4	EXTI 的编程方法	176
12.4.1	EXTI 寄存器结构	177
12.4.2	复位 EXTI 外设函数 EXTI_DeInit	177
12.4.3	初始化 EXTI 外设函数 EXTI_Init	177
12.4.4	复位 EXTI_InitStruct 函数 EXTI_StructInit	178
12.4.5	软中断函数 EXTI_GenerateSWInterrupt	178
12.4.6	获取标志状态函数 EXTI_GetFlagStatus	179
12.4.7	清除挂起标志函数 EXTI_ClearFlag	179
12.4.8	获取 EXTI 置位函数 EXTI_GetITStatus	179
12.4.9	清除挂起位函数 EXTI_ClearITPendingBit	179
12.5	综合练习	180
12.6	小结	184
12.7	习题	184
第 13 章	异步串行通信接口 ( 教学视频: 59 分钟)	185
13.1	USART 结构	185
13.1.1	USART 特征描述	185
13.1.2	USART 发送器	185
13.1.3	USART 接收器	186
13.1.4	LIN 模式	186
13.1.5	USART 同步模式	187
13.1.6	USART 单线半双工通信	187
13.1.7	USART 的智能卡功能	187
13.1.8	USART 的 IrDA 模式	188
13.1.9	USART 的 DMA 通信	188
13.1.10	USART 的硬件流控制	189
13.1.11	USART 的中断请求	189
13.2	USART 编程方法	190