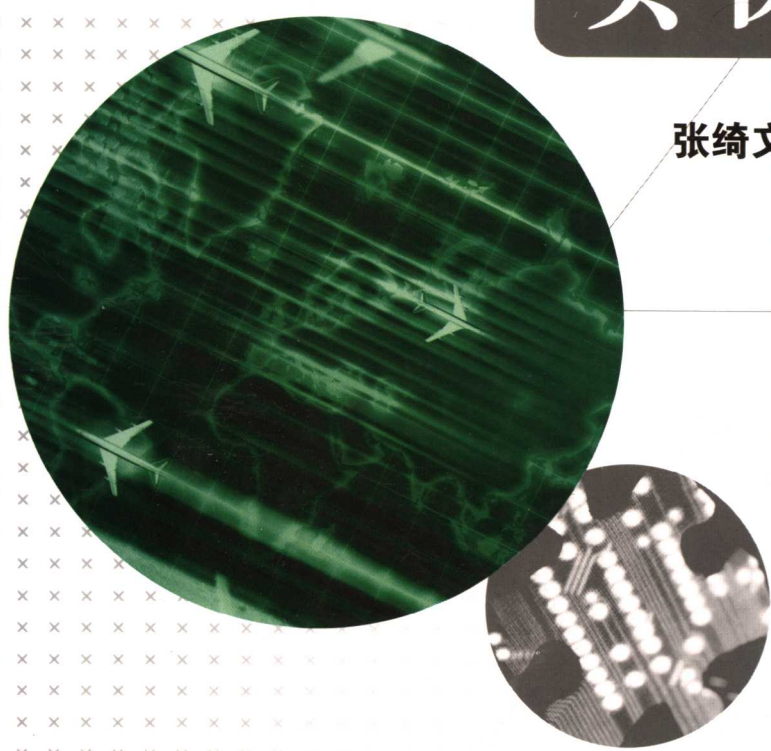


# ARM

## 嵌入式常用模块 与综合系统设计 实例精讲

张绮文 谢建雄 谢劲心 编著



电子工程应用  
精讲系列

# ARM

## 嵌入式常用模块 与综合系统设计 实例精讲

张绮文 谢建雄 谢劲心 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

全书针对目前通用流行的 ARM 嵌入式处理器, 通过实例精讲的形式, 详细介绍了 ARM 嵌入式常用模块与综合应用系统设计的方法与技巧。全书共分 3 篇 26 章, 第一篇为基础知识篇, 简要介绍了 ARM 处理器及系统结构、ARM 编程基础、ARM 开发环境与调试系统; 第二篇为 ARM 嵌入式常用模块设计实例篇, 通过 19 个典型模块设计实例, 详细介绍了 ARM 嵌入式的各种开发技术和使用技巧。这些模块实例基础、实用, 易学易懂, 全部调试通过, 几乎涵盖了所有的 ARM 开发技术, 为读者提供了一个难得的学习途径; 第三篇为综合应用系统设计实例篇, 通过 4 个综合系统实例, 对前面的 ARM 常用模块进行了综合应用设计。经过此篇学习, 读者将快速提高 ARM 综合系统设计的能力, 步入高级工程师的行列。

本书盘书结合, 光盘中附有所有实例的硬件原理图和程序代码, 读者稍加修改, 便可应用于自己的工作或者自己设计的课题中, 物超所值。本书适合计算机、自动化、电子及硬件等相关专业的大学毕业生, 以及从事 ARM 开发的科研人员使用。

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

ARM 嵌入式常用模块与综合系统设计实例精讲 / 张绮文, 谢建雄, 谢劲心编著. —北京: 电子工业出版社, 2007.1  
(电子工程应用精讲系列)  
ISBN 7-121-03187-6

I. A… II. ①张… ②谢… ③谢… III. 微处理器, ARM—系统设计 IV. TP332

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 110824 号

责任编辑: 朱沐红 葛 娜

印 刷: 北京东光印刷厂

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

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: 28.5 字数: 612 千字

印 次: 2007 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 55.00 元 (含光盘 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, 联系电话: (010) 68279077; 邮购电话: (010) 88254888。

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

服务热线: (010) 88258888。

---

# 丛书说明

---

工程技术的电子化、集成化和系统化促进了电子工程技术的发展，同时也促进了电子工程技术在社会各行业中的广泛应用，从近年的人才招聘市场来看，电子工程师的人才需求更是一路走高。

电子工程师如此紧俏，除需求不断走高，人才供不应求外，另一重要原因则是电子工程师的门槛相对而言比较高，这个高门槛则来自于工程师的“经验”和“实践”！

因此，为了满足读者学习和工作需要，解决各种工作中的专业问题，我们紧紧围绕“经验”和“实践”，精心策划组织了此套丛书。

## 1. 丛书范围

现代电子科学技术的一个特点是多学科交叉，因此，工程师应当了解、掌握 2 门以上的相关学科，知识既精深又广博是优秀的工程师成长为某领域专家的重要标志。本丛书内容涉及软件开发、研发电子以及嵌入式项目开发等，包括单片机、USB 接口、ARM、CPLD/FPGA、DSP、移动通信系统等。

## 2. 读者对象

本套书面向各领域的初、中级用户。具体为高校计算机、电子信息、通信工程、自动化控制专业在校大学生，以及从事电子开发和应用行业的科研人员。

## 3. 内容组织形式

本套书紧紧围绕“经验”和“实践”，首先介绍一些相关的基础知识，然后根据不同

的模块或应用领域，分篇安排应用程序实例的精讲。基础知识用来为一些初级读者打下一定的知识功底；基础好一点的读者则可以跳过这一部分，直接进入实例的学习。

## 4. 实例特色

在应用实例的安排上，着重突出“应用”和“实用”两个基本原则，安排具有代表性、技术领先性，以及应用广泛的典型实例，让读者学习借鉴。这些实例是从作者多年程序开发项目中挑选出的，也是经验的归纳与总结。

在应用实例的讲解上，既介绍了设计原理、基本步骤和流程，也穿插了一些经验、技巧与注意事项。特别在程序设计思路上，在决定项目开发的质量和成功与否的细节上，尽可能地用简洁的语言来清晰阐述大众易于理解的概念和思想；同时，程序代码部分做了很详细的中文注释，有利于读者举一反三，快速应用和提高。

## 5. 光盘内容

本套书的光盘中包含了丰富的实例原图文件和程序源代码，读者稍加修改便可应用于自己的工作中或者完成自己的课题（毕业设计），物超所值。读者使用之前，最好先将光盘内容全部复制到电脑硬盘中，以便于以后可以直接调用，而不需要反复使用光盘，提高操作速度和学习效率。

## 6. 学习指南

对于有一定基础的读者，建议直接从实例部分入手，边看边上机练习，这样印象会比较深，效果更好。基础差一点的读者请先详细学习书中基础部分的理论知识，然后再进行应用实例的学习。在学习中，尽量做到反复理解和演练，以达到融会贯通、举一反三的功效；特别希望尽量和自己的工作设计联系起来，以达到“即学即会，学以致用”的最大化境界。

本套书主要偏重于实用性，具有很强的工程实践指导性。期望读者在学习中顺利、如意！

---

## 作者介绍

---

张绮文，男，高级研发工程师，硕士学历，具有 20 年工作经验，长期从事 ARM、Linux 的嵌入式系统开发。现在为公司电子设备质量监督主管。

其主要负责开发并投入商业应用的项目有：

ARM 指纹脱机模块、Vidio Capture、指纹门锁、寄包柜、指纹鼠标、保险箱、电子监管网等。

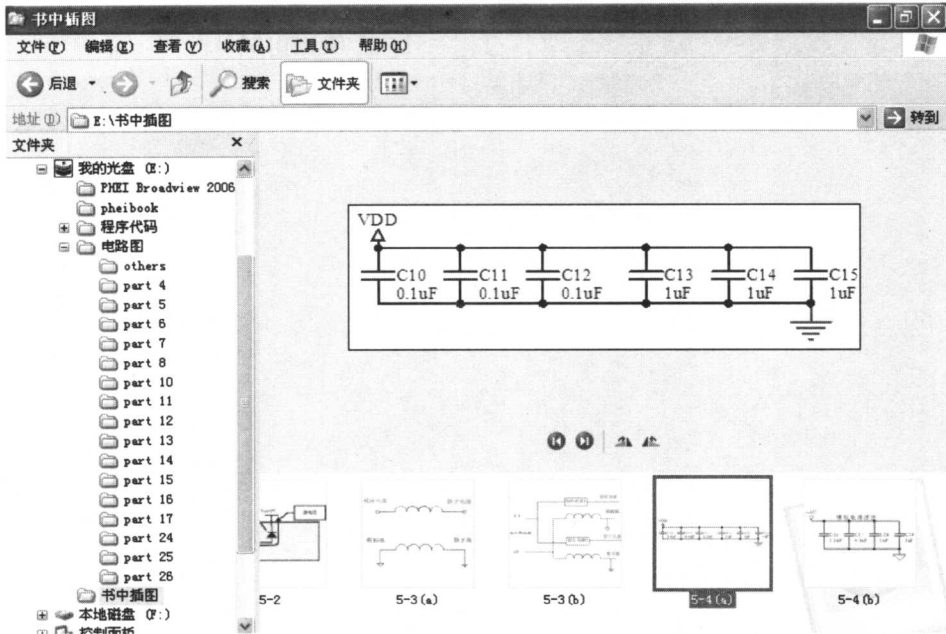
座右铭：求知若饥，虚心若愚。

# 光盘说明

## 1. 光盘的内容说明

该光盘包括 3 个文件夹：“电路图”、“程序代码”和“书中插图”（如下图所示）。

- (1) “电路图”文件夹里面的内容为各章的电路图，由 Protel 99 软件做成。
- (2) “程序代码”文件夹里面的内容为各章的程序代码。
- (3) “书中插图”文件夹里面的内容为各章的插图，为 bmp 格式。



## 2. 光盘的使用说明

光盘里面的程序需要采用 C 语言的编译软件进行打开阅读，也可以使用“UltraEdit”等软件打开阅读或者编辑。但是这些程序必须使用“ARM SDT(ARM Software Development Kit)”、“ARM ADS (ARM Developer Suite)”等集成开发环境进行编译调试。如果需要硬件支持，则必须有硬件支持才能运行。光盘里面的电路图是用 Protel 99 软件画成的，所以必须使用该软件打开。

## 3. 系统要求

该光盘运行只需要一般的 PC 就可以。

对使用 Protel 99 操作的用户，建议系统配置为 128MB 以上内存，1024×768 分辨率，8MB 以上显存；对使用 Protel DXP 或 Protel 2006 的用户，建议系统配置为 256MB 以上内存，1280×1024 分辨率，32MB 以上显存。

操作系统为 Windows 98 或者 Windows 98 以上的操作系统，但不能是 Linux 或者 UNIX 系统。



---

# 前 言

---

ARM 进入中国市场已经有一些年头了。随着应用的逐渐深入，越来越多的中国工程师开始接触和熟悉 ARM 技术，并在 ARM 技术的嵌入式系统设计和开发领域取得了不小的成就。

ARM 的全称为 Advanced RISC Machines，是一类微处理器的通称。英国 ARM 公司是知识产权供应商，该公司本身不生产芯片，靠转让设计许可，将其技术授权给世界上许多著名的半导体、软件和 OEM 厂商，包括 Intel、IBM、LG、NEC、SONY、Philips 等，由他们加入适当的外围电路来生产各具特色的 ARM 微处理器芯片。

由于 ARM 具备内核耗电少、成本低、功能强、16 位 (Thumb) /32 位 (ARM) 指令集等优点，现在广泛应用于汽车电子、保安设备、无线通信、便携式产品、数字机顶盒、游戏机、数码相机、数字电视、GPS、智能手机等开发领域。不但占据了高端微控制器市场的大部分市场份额，同时也因为其低功耗、高性价比的优势，逐渐向低端微控制器应用领域扩展，向传统的 8 位/16 位微控制器提出了挑战。学习 ARM 编程技术，已经成为现在计算机硬件、电子、自动化及相关专业的大学生，以及参加工作的电子工程师首选之一。

但是在目前市场上同类的 ARM 书中，介绍编程语言和基础开发原理的较多，而对常用模块的开发实例涉及得甚少，从常用模块到综合应用系统的实例提高更是处于一片空白。为了弥补这种不足，作者编写了此书。

## 本书内容

全书分 3 篇共 26 章，主要内容安排如下：

第一篇为基础知识篇，简要介绍了 ARM 处理器及系统结构、ARM 编程基础、ARM 开发环境与调试系统。没有 ARM 基础的读者必须认真学习这些内容；已经具备了一定 ARM 基础的读者，则可以跳过，直接进入后面实例设计的学习。

第二篇为 ARM 嵌入式常用模块设计实例篇，重点通过 19 个典型模块设计实例，详细介绍了 ARM 嵌入式的各种开发技术和使用技巧。这些模块设计实例包括：电源模块设计、SDRAM 模块设计、Nand-Flash/Nor-Flash 存储模块设计、通用 I/O 模块设计、中断处理模块设计、复位模块设计、A/D 变换模块设计、LCD 模块设计、键盘模块设计、UART 异步

串行接口模块设计、I<sup>2</sup>C 总线串行接口应用设计、以太网控制器模块设计、USB 设备模块设计、ARP 网络寻址模块设计、Boot-loader 模块设计、ARM Linux 的移植与应用设计、基于 Nand-Flash 的文件系统设计、GUI 系统的移植与应用设计。这些模块设计实例基础、实用、易学易懂，全部调试通过，上手容易，几乎涵盖了所有的 ARM 开发技术，为读者提供了一个难得的学习途径。

第三篇为综合应用系统设计实例篇，重点通过 4 个综合系统实例，对前面的 ARM 常用模块进行了综合应用设计。经过此篇学习，读者将可以举一反三，快速提高 ARM 综合系统设计的能力，步入高级工程师的行列。

## 光盘内容

本书盘书结合，光盘中包括所有实例的硬件原理图和程序代码，读者稍加修改，便可应用于自己的工作或者自己设计的课题中，物超所值。

本书适合计算机、自动化、电子及硬件等相关专业的大学生，以及从事 ARM 开发的科研人员使用。

本书主要由张绮文、谢建雄、谢劲心编写。另外，廖日坤、黄小惠、温莲妹、黄忠、谢媛娜、余仙娜、黄紫芬、李栋玉、谢紫斌、孙莹莹、黄峥、叶迅锋、黄楚桓、荆文静、廖济林、庞丽梅、邱远彬、黄乘传、黄小欢等，他们在资料收集、整理和技术支持方面也做了大量的工作，在此一并向他们表示感谢！

由于时间仓促，再加之作者的水平有限，书中难免存在一些不足之处，欢迎广大读者批评和指正。

**本书各章的练习题与答案请读者自行到 [www.broadview.com.cn](http://www.broadview.com.cn) 下载。**

编 者

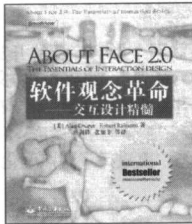
# 技术凝聚实力 专业创新出版

博文视点 (www.broadview.com.cn) 资讯有限公司是电子工业出版社、CSDN.NET、《程序员》杂志联合打造的专业出版平台，博文视点致力于——IT专业图书出版，为IT专业人士提供真正专业、经典的好书。

请访问 [www.dearbook.com.cn](http://www.dearbook.com.cn) (第二书店) 购买优惠价格的博文视点经典图书。

请访问 [www.broadview.com.cn](http://www.broadview.com.cn) (博文视点的服务平台) 了解更多更全面的出版信息；您的投稿信息在这里将会得到迅速的反馈。

## 典藏外版精品

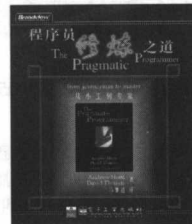


**JOLT 大奖经典之作, 关于交互系统设计的真知灼见!**

**软件观念革命**  
——交互设计精髓

[美] Alan Cooper, Robert Reimann 著  
詹剑锋、张知非 等译 2005年6月出版  
ISBN 7-121-01180-8 89.00元 650页

这是一本在交互设计前沿有着10年设计咨询经验及25年计算机工业界经验的卓越权威——VB之父ALAN COOPER撰写的数字化产品行为的启蒙书。



**全面阐释软件开发的最佳实践和重大陷阱!**

**程序员修炼之道**  
——从小工到专家

[美] Andrew Hunt, David Thomas 著  
马维达 译  
2004年4月出版 ISBN 7-5053-9719-2  
48.00元 362页

本书由一系列独立的部分组成，涵盖的主题从个人责任、职业发展，直以用于使代码保持灵活、并且易于改编和复用的各种架构技术，利用许多富有娱乐性的奇闻轶事、有思想性的例子以及有趣的类比。

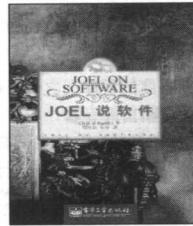


**设计心理学的经典之作!**  
**中科院院士张跋亲自作序, 人机交互专家叶展高度评价!**

**情感化设计**

[美] Donald A. Norman 著  
付秋芳、程进三 译  
2005年5月出版 ISBN 7-121-00940-4  
36.00元 206页

设计的最高境界是什么? 本书以独特细腻、轻松诙谐的笔法, 以本能、行为和反思这三个设计不同维度为基础, 阐述了情感在设计中所处的重要地位与作用。



**软件管理方面的“MBA教程”! 荣获第15届JOLT大奖!**

**JOEL 说软件**

[美] Joel Spolsky 著  
谭明金、王平 译  
2005年9月出版 ISBN 7-121-01641-9  
39.00元 301页

这是一本关于软件管理的随笔文集。这是一本会让你受益匪浅的休闲之作。



**被欧美许多重要大学用于“程序设计语言”或者“软件系统”课程!**

**程序设计语言——实践之路**

[美] Michael L. Scott 著  
袁宗燕 译  
2005年3月出版 ISBN 7-121-00900-5  
88.00元 884页

这是一本很有特色的教材，其核心是讨论程序设计语言的工作原理和技术。

本书作者 Michael Scott 是计算机领域的著名学者，译者是北京大学的袁宗燕教授，他熟悉专业，译笔流畅，是一本难得的著、译双璧的佳作。



**北京印刷学院刘浩学教授翻译, 方正色彩管理小组审校推荐!**

**色彩管理**

[美] Bruce Fraser, Chris Murphy, Fred Bunting 著  
刘浩学、梁炯、武兵 等译  
2005年7月出版 ISBN 7-121-01470-X  
168.00元 504页

读懂它，不仅可以掌握精确一致的彩色复制技术，在最普及的图形图像软件中如何进行色彩管理，而且还可以知晓建立、评估和编辑 ICC PROFILE；不仅可以知道色彩管理是怎么回事，如何做，而且知道为什么要这样做；不仅可以将色彩管理嵌入生产流程中，而且还能帮助改善生产流程，提高工作效率。

博文视点资讯有限公司  
电话: (010) 51260888 传真: (010) 51260888-802  
E-mail: market@broadview.com.cn (市场)  
editor@broadview.com.cn jsj@phei.com.cn (投稿)  
通信地址: 北京市万寿路173信箱 北京博文视点资讯有限公司  
邮编: 100036

电子工业出版社发行部  
发行部: (010) 88254055  
门市部: (010) 68279077 68211478  
传真: (010) 88254050 88254060  
通信地址: 北京市万寿路173信箱  
邮编: 100036

投稿: editor@broadview.com.cn,  
jsj@phei.com.cn  
销售咨询: market@broadview.com.cn  
咨询电话: (010) 51260888

**Broadview** 原创与引进并重, 欢迎投稿

# 典藏本版精品



版权输出

荣获 2004 年度“中国图书奖”和  
“全国优秀畅销书奖”!

## 编程高手箴言

梁锋新 编著  
2003 年 11 月出版 ISBN 7-5053-9141-0  
50.00 元 (含光盘 1 张) 416 页

中国最具知名度的程序员之一,《超级解霸》作者梁锋新首部专著!  
全书通篇没有时髦的 IT 新名词或新思想,而是踏踏实实地对很多知识进行了深刻的剖析,有助于为编程打下坚实的根基。



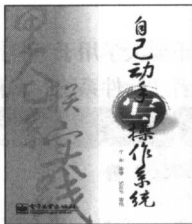
版权输出

国内第一本重量级 Hibernate 图书。

## 深入浅出 Hibernate

夏昕、曹晓钢、唐勇 编著  
2004 年 7 月出版 ISBN 7-121-00670-7  
59.00 元 545 页

本书由互联网上影响广泛的开放文档 OpenDoc 系列自由文献首份文档“Hibernate 开发指南”发展而来。在编写过程中,进行了重新构思与组织,同时对内容的深度与广度进行了重点强化。



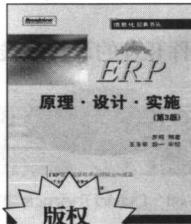
提供给读者一个动手实践的路线图。

用理论指导动手实践  
用实践深化理解理论

## 自己动手写操作系统

于渊 编著  
2005 年 8 月出版 ISBN 7-121-01577-3  
48.00 元 (含光盘 1 张) 374 页

本书不同于其他的理论型书籍,而是在详细分析操作系统原理的基础上,用丰富的实例代码,一步一步地指导读者用 C 语言和汇编语言编写出一个具备操作系统基本功能的操作系统框架。



版权输出

同类书销量第一!

## ERP 原理设计实施(第3版)

罗鸿 编著  
2005 年 4 月出版 ISBN 7-121-01059-3  
38.00 元 384 页

本书对 ERP 相关知识的讨论涵盖了原理、设计与应用的全过程。前两版出版后均引起了很大的社会反响,作者收到大量读者来信,并与读者进行了良好的交互。第 3 版再次增加了一些内容,更加贴近读者需要。



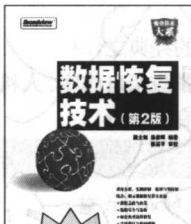
版权输出

荣获 2003 年“全国优秀畅销书奖”,看雪论坛鼎力打造!

## 加密与解密(第二版)

段钢 编著  
2003 年 6 月出版 ISBN 7-5053-8648-4  
49.00 元 (含光盘 1 张) 519 页

本书全面讲述了 Windows 平台下的最新软件加密与解密技术及相关解决方案,采用循序渐进的方式,从基本的跟踪调试到深层的拆解脱壳,从浅显的注册码分析到商用软件保护,几乎囊括了 Windows 下的软件保护的绝大多数内容。



版权输出

本书通过多种典型实例详细介绍了在 Windows 系统下数据恢复技术的原理和方法。

## 数据恢复技术(第2版)

戴士剑、涂彦晖 编著  
2005 年 3 月出版 ISBN 7-121-00756-8  
69.00 元 711 页

本书内容包括:硬盘数据组织、文件系统原理、数据恢复技术、文档修复技术、密码遗失处理技术、数据安全技术和数据备份技术。作者戴士剑是国内知名数据恢复专家,有多年的数据恢复工作经验,为客户提供过上千次的数据恢复服务。

# 《ARM 嵌入式常用模块与综合系统设计实例精讲》

## 读者调查表

尊敬的读者：

感谢您对我们的支持与爱护。为了今后为您提供更优秀的图书，请您抽出宝贵的时间将您的意见以下表的方式及时告知我们（可另附页）。我们将从中评选出热心读者若干名，免费赠阅我们以后出版的图书。

姓名：	性别： <input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女	年龄：	职业：
通信地址：	邮政编码：		
电话：	传真：	E-mail：	

### 1. 影响您购买本书的因素（可多选）：

- 封面封底     价格     内容提要、前言和目录     书评广告     出版物名声  
 作者名声     正文内容     其他 \_\_\_\_\_

### 2. 您对本书的满意度：

从技术角度     很满意     比较满意     一般     较不满意     不满意  
 改进意见 \_\_\_\_\_

从文字角度     很满意     比较满意     一般     较不满意     不满意  
 改进意见 \_\_\_\_\_

从版面、封面设计角度     很满意     比较满意     一般     较不满意  
 不满意     改进意见 \_\_\_\_\_

### 3. 您最喜欢书中的哪篇（或章、节）？请说明理由。

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 4. 您最不喜欢书中的哪篇（或章、节）？请说明理由。

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 5. 您希望本书在哪些方面进行改进？

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 6. 您感兴趣或希望增加的图书选题有：

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

通信地址：北京万寿路 173 信箱 博文视点（100036）    电话：010-51260888

如果您对我们出版的图书有任何意见和建议，也可以发邮件给我们，我们将及时回复。

E-mail: jsj@phei.com.cn, editor@broadview.com.cn

## 反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

# 目 录

## 第一篇 基础知识篇

第 1 章 ARM 处理器及系统结构	2
1.1 ARM 处理器概述	2
1.1.1 ARM 公司简介	2
1.1.2 ARM 特点	3
1.1.3 ARM 应用领域	3
1.2 ARM 处理器系列	5
1.3 ARM 内核基本结构	9
1.3.1 ARM 内核	9
1.3.2 ARM 扩展功能块	10
1.3.3 ARM 启动方式	13
1.4 ARM 处理器运行模式	14
1.5 ARM 寄存器	14
1.5.1 通用寄存器	14
1.5.2 程序状态寄存器	16
1.5.3 ARM 状态下的寄存器	18
1.5.4 Thumb 状态下的寄存器	19
1.6 ARM 存储系统	20
1.6.1 ARM 存储方法	20
1.6.2 存储空间管理单元 (MMU)	21
1.7 ARM 流水线与时序	23
1.7.1 ARM 流水线	23
1.7.2 ARM 时序	23
1.8 ARM 中断与异常	24
1.8.1 ARM 异常类型	25
1.8.2 异常的响应及返回	25
1.8.3 异常的描述	26
1.8.4 异常的处理	28
第 2 章 ARM 编程基础	29
2.1 ARM 指令系统	29
2.1.1 ARM 指令介绍	29
2.1.2 ARM 指令寻址方式	31
2.1.3 ARM 指令集	34
2.2 ARM 汇编语言设计	46
2.2.1 ARM 汇编器所支持的伪指令	46
2.2.2 汇编语言的语句格式	53
2.2.3 汇编语言的程序结构	57
2.3 ARM C 语言设计	58
2.3.1 优化 C 语言编程	58
2.3.2 C 语言与汇编混合编程	64
2.3.3 ARM C/C++ 编译器	69
第 3 章 ARM 开发与调试系统	76
3.1 ADS 开发环境	76
3.1.1 CodeWarrior 的使用	76
3.1.2 AXD 的使用	83
3.2 SDT 开发环境	86
3.2.1 SDT 开发环境及特点	86
3.2.2 SDT 调试环境	86
3.2.3 利用 SDT 软件编程实例	87
3.3 ARM 体系中调试系统概述	90

3.4	用仿真器调试系统	92
3.4.1	初始化存储器	92
3.4.2	在线仿真	92
3.4.3	常见问题	94
3.5	基于 Angel 的调试系统	95
3.5.1	基于 Angel 的调试系统概述	95
3.5.2	使用 Angel 开发应用程序	98
3.5.3	Angel 执行的操作	103
3.5.4	将 Angel 移植到特定的目标系统	105
3.6	基于 JTAG 的调试系统	122
3.6.1	调试接口 JTAG 介绍	122
3.6.2	基于 JTAG 的调试系统的特点	125
3.6.3	基于 JTAG 的调试系统结构	126
3.6.4	目标系统中的调试功能扩展部件	127
3.6.5	基于 JTAG 的调试过程	128

## 第二篇 ARM 嵌入式常用模块设计实例篇

第 4 章	ARM 嵌入式开发平台的构建	130
4.1	实例说明	130
4.2	ARM 系统体系结构	130
4.2.1	硬件体系结构	131
4.2.2	软件体系结构	133
4.3	硬件平台实现方法	134
4.3.1	硬件电路板设计	134
4.3.2	ARM 硬件设计原则	136
4.4	软件开发方法	137
4.4.1	软件开发流程	137
4.4.2	软件开发环境构建	138
4.5	实例总结	139

第 5 章	电源模块设计	140
5.1	实例说明	140
5.2	电源工作原理	140
5.2.1	系统工作状态	140
5.2.2	外设耗电考虑	141
5.3	电源线与地线设计	143
5.4	硬件电路设计	145
5.4.1	直流电压产生方法	145
5.4.2	电源模块电路原理图	145
5.5	电源的软件管理	147
5.6	实例总结	148
第 6 章	SDRAM 模块设计	149
6.1	实例说明	149
6.2	SDRAM 特点	149
6.2.1	SDRAM 状态	149
6.2.2	SDRAM 控制	150
6.2.3	SDRAM 时序特点	151
6.2.4	地址空间分配	152
6.3	硬件电路设计	153
6.3.1	SDRAM 芯片	153
6.3.2	SDRAM 模块原理图	154
6.4	软件设计	155
6.4.1	SDRAM 读写	155
6.4.2	SDRAM 软件测试	156
6.5	实例总结	163
第 7 章	Nand-Flash/Nor-Flash 存储模块设计	164
7.1	实例说明	164
7.2	Flash 原理	165
7.2.1	Nand-Flash 与 Nor-Flash 区别	165
7.2.2	Flash 驱动	167
7.3	硬件电路设计	167
7.3.1	Nor-Flash 的设计	167



7.3.2	Nand-Flash 的设计	169	10.3	硬件电路设计	191
7.3.3	Nor-Flash/Nand-Flash 跳线选择	170	10.3.1	复位电路原理图	191
7.4	软件设计	171	10.3.2	复位电路的调试	192
7.4.1	Flash 数据存储操作流程	171	10.4	看门狗软件复位	193
7.4.2	程序代码说明	171	10.5	实例总结	195
7.5	实例总结	175	<b>第 11 章</b>	<b>A/D 变换模块设计</b>	196
<b>第 8 章</b>	<b>通用 I/O 模块设计</b>	176	11.1	实例说明	196
8.1	实例说明	176	11.2	A/D 变换原理	197
8.2	GPIO 原理	176	11.2.1	A/D 变换类型	197
8.2.1	GPIO 设备驱动原理	176	11.2.2	A/D 转换过程	199
8.2.2	如何驱动 GPIO 及对应设备	178	11.3	硬件电路设计	200
8.3	GPIO 应用举例	178	11.3.1	A/D 模块	200
8.4	GPIO 设备程序开发	179	11.3.2	D/A 模块	201
8.4.1	开发步骤	179	11.4	A/D 采样软件设计	202
8.4.2	GPIO 端口编程	180	11.5	实例总结	204
8.5	实例总结	181	<b>第 12 章</b>	<b>LCD 模块设计</b>	205
<b>第 9 章</b>	<b>中断处理模块设计</b>	182	12.1	实例说明	205
9.1	实例说明	182	12.2	LCD 工作原理	206
9.2	中断处理与寄存器设置	183	12.2.1	LCD 显示模式	206
9.2.1	ARM 中断处理类型	183	12.2.2	LCD 显示地址	207
9.2.2	ARM 中断及相关寄存器	184	12.2.3	LCD 读写时序	207
9.3	中断硬件模块图	185	12.3	硬件电路设计	209
9.4	软件程序设计	186	12.3.1	LCD 显示电路	209
9.4.1	中断处理流程	186	12.3.2	电路原理图	210
9.4.2	中断程序设计	186	12.4	软件设计	211
9.4.3	中断处理程序优化	187	12.4.1	LCD 显示定位、结构 与驱动	211
9.5	实例总结	188	12.4.2	LCD 显示流程	213
<b>第 10 章</b>	<b>复位模块设计</b>	189	12.4.3	LCD 显示与测试	213
10.1	实例说明	189	12.4.4	LCD 字模显示程序	217
10.2	ARM 复位原理	189	12.5	实例总结	219
10.2.1	ARM 复位源类型	189	<b>第 13 章</b>	<b>键盘模块设计</b>	220
10.2.2	复位工作原理	190	13.1	实例说明	220