普通高等教育“十一五”国家级规划教材 计算机系列教材

ARM技术原理与应用（第2版）

侯冬晴 编著

清华大学出版社

计算机系列教材

侯冬晴　编著

ARM技术原理与应用（第2版）

清华大学出版社
北　京

内 容 简 介

全书共分17章，以三星公司的S3C2410A ARM9微处理器为蓝本，从内到外阐述了ARM微处理器的工作原理和应用。书中主要介绍ARM微处理器概述、S3C2410处理器、ARM微处理器的工作模式和异常、ARM指令集、Thumb指令集及程序设计、ARM程序设计、异常中断编程、ARM硬件平台、存储器控制、NAND闪存控制、时钟和电源管理、输入输出端口、串行口、脉宽调制定时器、直接存储器访问、S3C2410液晶控制、S3C2410A触摸屏控制。

ARM技术涉及的课程比较多，微处理器本身的内容也较多，如何从众多的知识选取部分知识形成ARM技术的入门教材，这本身就是一个难题。本书选取ARM技术中最基本、最核心的部分向读者讲解ARM技术的工作原理和应用，读者完成对本书的学习后，将迈入ARM技术的殿堂，为以后从事ARM技术的相关工作打下坚实的基础。

本书可作为各类高等院校电子专业、电气专业、通信专业和计算机专业的ARM技术的基础教材，也可作为从事ARM技术相关科技人员的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

ARM技术原理与应用/侯冬晴编著. —2版. —北京：清华大学出版社，2014
计算机系列教材
ISBN 978-7-302-34898-6

Ⅰ. ①A…　Ⅱ. ①侯…　Ⅲ. ①微处理器－系统设计－高等学校－教材　Ⅳ. ①TP332

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第311143号

责任编辑：白立军
封面设计：何凤霞
责任校对：梁　毅
责任印制：刘海龙

出版发行：清华大学出版社
网　　址：http://www.tup.com.cn，http://www.wqbook.com
地　　址：北京清华大学学研大厦A座　　**邮　　编**：100084
社 总 机：010-62770175　　**邮　　购**：010-62786544
投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质量反馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
课件下载：http://www.tup.com.cn，010-62795954
印 装 者：北京密云胶印厂
经　　销：全国新华书店
开　　本：185mm×260mm　　**印　张**：22　　**字　　数**：548千字
版　　次：2009年3月第1版　2014年2月第2版　　**印　　次**：2014年2月第1次印刷
印　　数：1～2000
定　　价：39.00元

产品编号：056558-01

第 2 版前言

从 2009 年 4 月第 1 版出版，到现在已有 4 年多的时间，在这段时间内，嵌入式技术领域发生了许多重大变化，其中基于 ARM 处理器产品的应用领域越来越广泛，几乎所有智能手机的 CPU 都采用 ARM 系列的处理器。苹果公司发行的智能手机凭借订制的 ARM 处理器和自有的 iOS 操作系统，其优越的性能受到市场的热捧。为了适应市场的需求，ARM 处理器朝 3 个方向发展：一个是高性能、高价格，如 Cortex-A，主要用在高端产品中，如智能手机、平板电脑等；另一个是低功耗、低价格，如 Corex-M，抢占原来的单片机市场，如一些小的控制系统；最后一个是 Corex-R 实时处理器，为高可靠性、高容错性、实时响应提供高性能的解决方案。虽然 ARM 处理器向这 3 个方向发展，但其体系结构和指令系统并没有发生根本性变化，实际上 ARM9 兼有 Cortex-A、Corex-M 和 Corex-R 的特征，所以本教材以 ARM9 核的 S3C2410A 为蓝本向读者讲解 ARM 技术。

第 2 版在第 1 版的基础上做了以下几方面修改。

(1) 修正了第 1 版中的错误，在编写教材的第 1 版时，由于作者水平和能力有限，所以在教材中出现许多错误，这些错误在第 2 版中一一得到更正。

(2) 增加了 3 章内容，它们分别是第 7 章异常中断编程、第 12 章输入输出端口、第13 章串行口，这 3 章内容的增加使得本教材的知识体系更加完善。

(3) 删除了第 1 版中的第 15 章 ADS 软件的使用，主要是考虑 ADS 是 ARM 系统的编译和调试集成环境，属于应用软件，读者只需要稍加自学就能够掌握，所以第 2 版中删除了对 ADS 软件使用的讲解。

(4) 将第 1 版中的第 14 章 ARM 硬件平台，在第 2 版中调至第 8 章，因为在这一章讲解了 ARM 平台的外围模块设计，为第 8 章以后章节的学习准备了基础。

本教材的内容由两大部分组成，第一部分是汇编语言，主要包括 ARM 指令集、Thumb 指令集、汇编程序设计；第二部分是硬件模块，主要包括 ARM 硬件平台、同步存储器、闪存、时钟和电源、输入输出端口、串行口、脉宽调制定时器、DMA、液晶控制器和触摸屏等。所以读者学完本教材后，结合以前所学的 C 语言程序设计，能够编写基于 ARM 平台常用程序。教材的后半部分是对 ARM 硬件平台的讲解，可使读者从整体上能把握 ARM 系统的硬件平台。

本教材从硬件和软件两方面对 ARM 技术做了讲解，为读者以后开发基于 ARM 平台的产品打下坚实基础。

本教材是一本 ARM 技术的入门教材，没有涉及操作系统环境下的软件开发，如果读者

以后从事基于操作系统的软件开发，读者还需要自学操作系统、驱动程序的编写、应用程序的开发等课程。

由于时间仓促以及个人水平有限，书中的错误在所难免，希望广大人士提出宝贵意见，本人一定虚心接受，并加以改正。

侯冬晴

2013 年 10 月

FOREWORD

《ARM 技术原理与应用(第 2 版)》第 1 版前言

ARM 技术已在许多领域得到广泛应用。例如,在工业控制领域,作为 32b(位)的 RISC 架构,基于 ARM 核的微控制器芯片不但占据了高端微控制器市场的大部分份额,同时也逐渐向低端微控制器应用领域扩展,ARM 微控制器的低功耗、高性价比,向传统的 8b/16b 微控制器提出了挑战。在通信产品领域,绝大部分智能手机的处理器都是采用 ARM 核。在网络应用方面,随着宽带技术的推广,采用 ARM 技术的 ADSL 芯片正逐步获得竞争优势。此外,ARM 在语音及视频处理上进行了优化,并获得广泛支持,这也对 DSP 的应用领域提出了挑战。在消费类电子产品,ARM 技术在目前流行的数字音频播放器、数字机顶盒和游戏机中得到广泛应用。除此以外,ARM 微处理器及技术还应用到许多不同的领域,并会在将来取得更加广泛的应用。

虽然基于 ARM 的产品已得到广泛应用,但是与 ARM 相关的教材的编写相对滞后,市面上也有一些教材,内容往往只是讲解 ARM 技术的一部分,不太适合作为学习 ARM 技术的入门教材。

ARM 技术涉及很多相关课程,涉及的专业课程主要有模拟电路、数字电路、汇编语言、C 语言、数据结构、嵌入式操作系统、面向对象的程序设计、电子线路辅助设计(Protel)等,所以学习的门槛比较高,而与之相关的专业课程主要在电子专业和计算机专业两个专业中开设,这就造成了学习 ARM 技术对任何专业的学生来说都要学习另外专业的课程。

本教材对 ARM 微处理器概述、S3C2410A 处理器、处理器工作模式、ARM 指令集、Thumb 指令集及程序设计、ARM 程序设计、存储器控制、NAND 闪存控制、时钟和电源管理、脉宽调制定时器、直接存储器访问、S3C2410A 液晶控制器和 ADC 控制器、S3C2410A 触摸屏控制、S3C2410A 硬件平台的设计、ARM ADS 集成开发环境的使用等内容做了阐述和讨论。便于学生在整体上把握 ARM 技术,为学生以后开发基于 ARM 产品打下坚实的基础。

学生学习本课程后,再辅以学习操作系统的嵌入,Linux 环境下应用程序的编写,Linux 环境下驱动程序的编写等知识后,就可以独立开发基于 ARM 的产品。

本教材的内容主要来自作者多年来对 ARM 研究的成果,参考了相关芯片的技术手册,互联网上的资料,以及文中所列的参考书。

本书由侯冬晴主编,李建锋、朱长城参与编写,并审阅了全书。饶志强为本书的出版做了大量的工作。本书的编写也得到了深圳优龙公司吴建华先生的大力支持。在本书的编写

过程中得到了院及学校相关部门领导的大力支持，在此表示衷心的感谢，也非常感谢家人对我工作的支持。

由于时间仓促以及个人的水平有限，书中的错误在所难免，希望广大读者提出宝贵意见，本人一定虚心接受，并加以改正。

侯冬晴

2008 年 8 月

FOREWORD

第1章　ARM微处理器概述

本章学习目标

(1) 了解ARM技术的基本知识和应用领域。

(2) 了解ARM处理器的命名和各个版本的特点。

(3) 掌握ARM处理器选型的方法。

1.1　ARM简介

ARM(Advanced RISC Machines)译为高级精简指令集机器。ARM既可以认为是一个公司的名字或一类微处理器的通称，还可以认为是一种技术的统称。

ARM公司于1991年成立于英国剑桥，主要从事出售芯片设计技术的授权。目前，采用ARM技术知识产权(IP)核的微处理器，即通常所说的ARM微处理器，已遍及工业控制、消费类电子产品、通信系统、网络系统、无线产品等各类产品市场，基于ARM技术的微处理器应用约占据了32bRISC微处理器75%以上的市场份额，ARM技术正在逐步渗入人们生活的各个方面。

ARM公司是专门从事基于RISC技术芯片设计开发的公司，作为知识产权供应商，其本身不直接从事芯片生产，靠转让设计许可由合作公司生产各具特色的芯片。世界各大半导体生产商从ARM公司购买其设计的ARM微处理器核，根据各自不同的应用领域，结合公司自身的技术优势加入适当的外围电路，从而形成自己的ARM微处理器芯片进入市场。目前，全世界有几十家大的半导体公司都使用ARM公司的授权，因此既使得ARM技术获得更多的第三方工具、制造、软件的支持，又使整个系统成本降低，使产品更容易进入市场被消费者所接受，更具有竞争力。

1.2　ARM微处理器的应用领域

到目前为止，ARM微处理器的应用几乎已经深入各个领域，主要表现在以下几个方面。

(1) 工业控制领域。作为32b的RISC架构，基于ARM核的微控制器芯片不但占据了高端微控制器市场的大部分份额，同时也逐渐向低端微控制器应用领域扩展，ARM微控制器的低功耗、高性价比，向传统的8b/16b微控制器提出了挑战。

(2) 无线通信领域。目前已有超过85%的无线通信设备采用了ARM技术，ARM以其高性能和低成本，在该领域的地位日益巩固。

(3) 网络应用。随着宽带技术的推广，采用ARM技术的ADSL芯片正逐步获得竞争优势。此外，ARM在语音及视频处理上进行了优化，并获得广泛支持，这也对DSP的应用领域提出了挑战。