

高等职业院校嵌入式系统设计教材

ARM体系结构与程序设计

熊茂华 杨震伦 编著



清华大学出版社

数据库系统结构与程序设计

1. 数据库系统结构

数据库系统结构是指数据库系统的组成成分以及它们之间的相互关系。数据库系统结构可以分为三级结构、二级结构和一级结构。三级结构是指数据库系统的三级结构，包括外模式、模式和内模式。二级结构是指数据库系统的二级结构，包括外模式和模式。一级结构是指数据库系统的一级结构，包括模式。数据库系统结构的设计是数据库系统设计的重要组成部分，它决定了数据库系统的性能、安全性和可维护性。数据库系统结构的设计应该遵循以下原则：1. 模块化原则：数据库系统应该采用模块化的设计方法，将数据库系统分解为若干个相互独立的模块，每个模块负责完成特定的功能。2. 层次化原则：数据库系统应该采用层次化的设计方法，将数据库系统分解为若干个层次，每个层次负责完成特定的功能。3. 灵活性原则：数据库系统应该采用灵活的设计方法，能够适应不同的应用需求。4. 安全性原则：数据库系统应该采用安全的设计方法，能够保证数据库系统的安全性和保密性。5. 可维护性原则：数据库系统应该采用可维护的设计方法，能够方便数据库系统的维护和升级。

高等职业院校嵌入式系统设计教材

ARM体系结构与程序设计

熊茂华 杨震伦 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

ARM 处理器是一种低功耗、高性能的 32 位 RISC 处理器。本书分两条主线阐述了 ARM 的编程：一条主线是基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统的 ARM 编程；另一条主线是基于 Linux 操作系统的 ARM 编程。本书是 ARM 体系结构与程序设计的一本实用指导书籍，通过案例详细介绍了 ARM 体系结构与程序设计，案例中的程序都取自实际的项目，且对程序有详细注解。本书深入浅出，既可作为高等职业院校相关课程的教材，也可作为相关技术人员的技术参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

ARM 体系结构与程序设计/熊茂华,杨震伦编著. —北京:清华大学出版社,2009.5
ISBN 978-7-302-19785-0

I. A… II. ①熊… ②杨… III. 微处理器,ARM—系统设计 IV. TP332

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 042514 号

责任编辑:孟毅新

责任校对:袁芳

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

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

印 刷 者:北京市人民文学印刷厂

装 订 者:三河市漂源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:19.75 字 数:452 千字

版 次:2009 年 5 月第 1 版 印 次:2009 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:30.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:029828-01

ARM 处理器是一种低功耗、高性能的 32 位 RISC 处理器。目前,常用的 ARM 微处理器系列有 ARM7 系列、ARM9 系列、ARM9E 系列、ARM10E 系列、SecurCore 系列、Intel 的 Xscale 等,其中 ARM7、ARM9、ARM9E 和 ARM10 为 4 个通用处理器系列,每一个系列提供一套相对独特的性能来满足不同应用领域的需求。

本书主要内容如下:

第 1 章对 ARM 微处理器、ARM 技术的基本概念做了一些简单的介绍,从 ARM 体系结构的发展及技术特征、ARM 微处理器的应用领域及特点、ARM 微处理器的体系结构、ARM 微处理器的应用选型等方面分别进行了阐述。

第 2 章介绍了 ARM 微处理器的编程模型的基础知识以及基于 ARM920T 核微处理器的基础知识。主要内容包括 ARM920T 内核编程模型、ARM920T 的运行模式、ARM 体系结构的寄存器组织、ARM 微处理器的异常状态等。

第 3 章介绍了 ARM 指令集、Thumb 指令集以及各类指令对应的寻址方式,同时还阐述了 ARM 微处理器所支持的指令集的具体使用方法。

第 4 章主要介绍了 ARM 程序设计的一些基本概念以及在汇编语言程序设计中常见的伪指令、ARM 汇编语言的基本语句格式、ARM 汇编语言程序的基本结构等,同时简单介绍了 ARM 的 C/C++ 和汇编语言的混合编程等问题。

第 5 章介绍嵌入式 C 语言程序设计的一些基本概念,如嵌入式 C 语言预处理伪指令、嵌入式 C 语言程序设计中的函数及函数库、嵌入式 C 语言程序设计中常用的语句、嵌入式 Linux 下 C 语言编程——文件的操作、C 语言与汇编语言的混合编程以及编程技巧等知识。

第 6 章主要介绍如何使用 ARM ADS 集成开发工具进行嵌入式系统的开发。内容包括 ADS 1.2 的安装、ADS 集成开发环境的使用以及用 AXD 进行代码调试。

第 7 章介绍 ARM 异常中断处理的一些基本概念,如异常中断的进入与退出、应用程序中异常中断处理程序的安装、SWI 异常中断处理程序、FIQ 和 IRQ 异常中断处理程序、复位异常中断处理程序、未定义异常中断、指令预取中止异常中断处理程序、数据访问中止异常中断处理程序编程技巧等知识。

第 8 章主要介绍基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统的 ARM 编程。主要内容包括 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的内核、 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 内核调度特点、任务控制块 OS_TCB 描述、就绪表(Ready List)、任务状态、任务调度分析、 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的初始化、 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 内核的 API 函数、 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的应用程

序开发、 μ C/OS-II 在 S3C2410X 上的移植、基于 μ C/OS-II 操作系统的开发案例等。

第 9 章主要介绍基于 ARM9 和 Linux 嵌入式系统设计。主要内容包括嵌入式 Linux 的开发环境的建立、嵌入式 Linux 开发的一般过程、Linux 开发工具 GNU gcc 和 GDB 调试器的使用、GNU make 命令和 Makefile 文件、嵌入式 Linux 引导程序、Linux 主机下的应用程序调试以及目标机下的应用程序调试等。

本书由熊茂华主编,周顺先副教授主审。熊茂华编写了第 4~9 章,杨震伦编写了第 1~3 章。

本书部分内容是基于北京博创公司 UP-NETARM2410 嵌入式系统教学系统的,在此谨向他们深表谢意。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,欢迎各位老师和同学指正。

编 者

2009 年 4 月

第 1 章 ARM 技术概述	1
1.1 ARM 体系结构的发展及技术特征	1
1.1.1 ARM 体系结构的发展	1
1.1.2 ARM 微处理器的应用领域	1
1.2 ARM 微处理器简介	3
1.2.1 ARM 微处理器	3
1.2.2 ARM 微处理器系列	4
1.3 ARM 微处理器结构	7
1.3.1 RISC 体系结构	7
1.3.2 ARM 微处理器的寄存器结构	7
1.3.3 ARM 微处理器的指令结构	8
1.4 ARM 微处理器的应用选型	8
练习题	10
第 2 章 ARM920T 内核的编程模型	11
2.1 ARM920T 的内部功能及特点	11
2.2 ARM920T 内核编程模型	13
2.3 ARM 体系结构的存储器格式	13
2.4 处理器模式	14
2.5 寄存器组织	14
2.5.1 ARM 状态下的寄存器组织	15
2.5.2 Thumb 状态下的寄存器组织	17
2.6 程序状态寄存器	18
2.7 异常(Exceptions)	20
练习题	24
第 3 章 ARM 微处理器的指令系统	25
3.1 ARM 指令的寻址方式	25

3.1.1	立即寻址	25
3.1.2	寄存器寻址	25
3.1.3	寄存器偏移寻址	26
3.1.4	寄存器间接寻址	26
3.1.5	基址变址寻址	27
3.1.6	多寄存器寻址	27
3.1.7	相对寻址	28
3.1.8	堆栈寻址	28
3.1.9	块复制寻址	28
3.2	ARM 指令集	29
3.2.1	ARM 微处理器指令的分类与格式	29
3.2.2	指令的条件域	31
3.2.3	ARM 指令详解	32
3.3	Thumb 指令及应用	49
	练习题	50
第 4 章	ARM 汇编语言程序设计	52
4.1	ADS 编译环境下的 ARM 的伪操作和宏指令	52
4.1.1	符号定义(Symbol Definition)伪指令	53
4.1.2	数据定义(Data Definition)伪指令	54
4.1.3	汇编控制(Assembly Control)伪指令	57
4.1.4	其他常用的伪指令	60
4.2	GNU 编译环境下的 ARM 伪操作与宏指令	65
4.3	ARM 汇编语言伪指令	71
4.4	汇编语言的语句格式	75
4.4.1	汇编语言程序中常用的符号	75
4.4.2	汇编语言程序中的表达式和运算符	76
4.5	汇编语言的程序结构	79
4.5.1	汇编语言的程序结构	79
4.5.2	汇编语言的子程序调用	80
4.5.3	汇编语言程序示例	80
	练习题	85
第 5 章	嵌入式 C 语言程序设计基础	87
5.1	嵌入式 C 语言的预处理伪指令	87
5.2	嵌入式 C 语言的基本数据类型	91
5.2.1	数据类型与表达式	91
5.2.2	常量	93

5.2.3 变量	95
5.2.4 运算符	100
5.3 程序的控制结构	102
5.3.1 选择结构	102
5.3.2 switch 语句	103
5.3.3 循环结构	104
5.3.4 其他控制语句	105
5.4 函数	106
5.5 数组	109
5.6 指针	113
5.7 构造数据类型	117
5.8 汇编语言与 C/C++ 的混合编程	119
5.8.1 内嵌汇编指令	119
5.8.2 在汇编程序中访问 C 程序变量	122
5.8.3 汇编程序与 C/C++ 程序的相互调用规则——ARPCS	123
5.8.4 汇编程序与 C/C++ 程序的相互调用	126
5.9 嵌入式 Linux 下 C 语言编程——文件的操作	129
5.9.1 文件的创建和读写	129
5.9.2 移动文件的读写位置	131
5.9.3 文件的各个属性	132
5.9.4 目录文件的操作	133
练习题	134
第 6 章 ARM ADS 集成开发环境	135
6.1 ADS 1.2 的安装	135
6.1.1 ADS 概述	135
6.1.2 ADS 1.2 的安装	136
6.2 ADS 集成开发环境的使用	138
6.2.1 建立一个新工程	138
6.2.2 配置生成目标	140
6.2.3 编译和链接工程	158
6.3 用 AXD 进行代码调试	161
练习题	163
第 7 章 ARM 异常中断处理及编程	164
7.1 ARM 异常中断处理概述	164
7.2 ARM 体系异常中断	165
7.2.1 ARM 体系异常中断种类	165

7.2.2	异常中断向量表及异常中断优先级	166
7.2.3	支持中断跳转的解析程序	170
7.3	ARM 应用系统中异常中断处理程序的安装	172
7.3.1	在系统复位时安装异常中断处理程序	173
7.3.2	在 C 程序中安装异常中断处理程序	174
7.4	ARM 的 SWI 异常中断处理程序设计	175
7.4.1	SWI 异常中断处理程序的实现	175
7.4.2	SWI 异常中断调用	178
7.5	FIQ 和 IRQ 异常中断程序设计	182
7.5.1	IRQ 和 FIQ 异常中断处理程序	183
7.5.2	多中断源的 IRQ 异常中断处理程序	185
7.6	基于 ARM9 芯片 S3C2410 异常中断程序设计	186
7.6.1	异常中断响应和返回	187
7.6.2	异常处理程序设计	187
7.6.3	外中断初始化程序设计	190
	练习题	191
第 8 章	基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统的 ARM 编程	192
8.1	$\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的内核	192
8.1.1	$\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 内核调度特点	193
8.1.2	任务控制块 OS_TCB 描述	193
8.1.3	就绪表(Ready List)	195
8.1.4	任务状态	196
8.1.5	任务调度分析	197
8.1.6	$\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 的初始化	198
8.2	$\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 内核的 API 函数	199
8.2.1	任务类	199
8.2.2	消息类	201
8.2.3	同步信号量类	205
8.2.4	时间类	209
8.2.5	内存操作类	210
8.2.6	互斥信号量管理类	212
8.3	$\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 应用程序的基本结构	216
8.4	$\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 在 S3C2410X 上的移植	217
8.4.1	移植原理	217
8.4.2	移植实现	219
8.5	基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统的开发案例	225
8.5.1	绘图 API 函数的应用	225

8.5.2 系统的消息循环.....	231
8.5.3 文件的使用.....	236
8.5.4 列表控件的使用.....	240
8.5.5 文本框控件的使用.....	248
练习题.....	255
第9章 基于 ARM9 和 Linux 嵌入式系统设计	256
9.1 嵌入式 Linux 的开发环境	256
9.1.1 嵌入式 Linux 开发环境建立	256
9.1.2 嵌入式 Linux 开发的一般过程	257
9.2 Linux 开发工具的使用	258
9.2.1 Linux 开发工具 GNU gcc 的使用	258
9.2.2 gdb 调试器简介	261
9.3 GNU make 命令和 Makefile 文件	264
9.3.1 Makefile 文件的规则.....	265
9.3.2 Makefile 文件中隐含规则.....	267
9.3.3 Makefile 文件的命令.....	269
9.3.4 Makefile 文件中的变量.....	270
9.3.5 Makefile 文件的条件判断.....	273
9.3.6 Makefile 文件中的常用函数.....	274
9.3.7 子目录 Makefile	276
9.4 嵌入式 Linux 引导程序	277
9.4.1 BootLoader 引导程序	277
9.4.2 VIVI 简介	279
9.5 嵌入式 Linux 下程序调试应用举例	282
9.5.1 Linux 宿主机下的应用程序调试	282
9.5.2 目标机下的应用程序调试.....	292
练习题.....	295
附录 A S3C2410X 引脚及信号定义	299
参考文献	305

本章将学习 ARM 技术基础知识。读者将了解以下内容：

- ARM 体系结构的发展及技术特征
- ARM 微处理器的应用领域及特点
- ARM 微处理器的体系结构
- ARM 微处理器的应用选型

1.1 ARM 体系结构的发展及技术特征

1.1.1 ARM 体系结构的发展

ARM(Advanced RISC Machines)既可以认为是一个公司的名字,也可以认为是对一类微处理器的通称,还可以认为是一种技术的名字。

1991 年 ARM 公司成立于英国剑桥,主要出售芯片设计技术的授权。目前,采用 ARM 技术知识产权(IP)核心的微处理器,即我们通常所说的 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、无线系统等各类产品市场,基于 ARM 技术的微处理器应用约占据了 32 位 RISC 微处理器 75% 以上的市场份额,ARM 技术正在逐步渗入到我们生活的各个方面。

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,本身不直接从事芯片生产,主要是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,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,从而使 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。

1.1.2 ARM 微处理器的应用领域

在世界范围内,社会经济的发展产生了一些新的需求,这也促进了嵌入式技术的广泛

应用,而 ARM 微处理器及技术的发展与应用反映了嵌入式技术的发展与应用。ARM 微处理器及技术的应用几乎已经深入到各个领域,在消费电子、工业应用、军事国防、网络设备等领域都有嵌入式系统的应用,同时嵌入式技术反过来刺激了许多新的应用需求,如信息家电、医疗电子病历、微小型智能武器等领域。如图 1.1 所示。

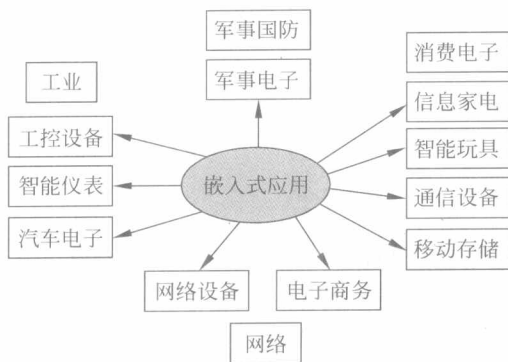


图 1.1 嵌入式系统的应用领域

1. 工业控制领域

工业设备是机电产品中最大的一类。过去,在工业过程控制、数控机床、电力系统、电网安全、电网设备监测、石油化工系统等方面,大部分低端设备主要采用的是 8 位单片机。随着技术发展,目前许多设备除了进行实时控制外,还须将设备状态、传感器的信息等在显示屏上实时显示,如各种智能测量仪表、数控装置、可编程控制器、控制机、分布式控制系统、现场总线仪表及控制系统、工业机器人、机电一体化机械设备、汽车电子设备,以及广泛采用微处理器、控制器芯片级、标准总线的模板级及系统嵌入式计算机等。作为 32 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市场份额,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 8 位和 16 位微控制器提出了挑战。

2. 信息家电领域

各种信息家电产品将成为嵌入式系统最大的应用领域。只有按钮、开关的电器显然已经不能满足人们的日常需求。具有用户界面,能远程控制,智能管理的电器是未来的发展趋势,如数字电视机、机顶盒、数码相机、VCD/DVD 音响设备、可视电话、家庭网络设备、洗衣机、电冰箱、空调、智能玩具等。由于广泛采用微处理器微控制器及嵌入式软件,EMIT(嵌入式微型 Internet 网络技术)也已用于社区对家用电、水、煤气、远程抄表、手持通信设备、冰箱等的网络化、智能化等。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。现在流行的数码相机和打印机中绝大部分采用 ARM 技术,手机中的 32 位 SIM 智能卡也采用了 ARM 技术。

3. 交通管理、环境监测

交通管理方面,在车辆导航、流量控制、信息监测与汽车服务方面采用 ARM 技术,目前 GPS 设备已经从尖端产品进入了普通百姓的家庭。环境监测方面,在水文资料实时监

测、防洪体系及水土质量监测、堤坝安全、地震监测网、实时气象信息网、水源和空气污染监测等方面也采用 ARM 技术。

4. 嵌入式 Internet 应用

随着 Internet 应用和宽带技术的推广,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,也对 DSP 的应用领域提出了挑战。

5. 军事国防领域

ARM 微处理器及技术已应用于各种武器控制(如火炮控制、导弹控制、智能炸弹制导引爆装置),坦克、舰艇、轰炸机等陆海空各种军用电子装备,雷达、电子对抗军事通信装备,野战指挥作战用的各种专用设备。

1.2 ARM 微处理器简介

1.2.1 ARM 微处理器

ARM 微处理器是一种低功耗、高性能的 32 位 RISC 处理器。下面将从其结构入手进行分析,基于目前流行的 920T 核详细描述其指令集及编程。

ARM 微处理器共有 31 个 32 位寄存器,其中的 16 个可以在任何模式下看到。它的指令为简单的加载与存储指令(从内存中加载某个值,执行完操作后再将其放回内存)。ARM 一个有趣的特点是它所有的指令都带有条件。例如,你可以测试某个寄存器的值,但是只有等到下次使用同一条件时进行测试时,你才能有条件的执行这些指令。另一个特征是在加载数值的同时进行算术和移位操作。它可以在几种模式下操作,包括通过使用 SWI(软件中断)指令从用户模式进入的系统模式。

ARM 微处理器是一个综合体,ARM 公司自身并不制造微处理器,而是由 ARM 的合作伙伴(Intel 或 LSI)制造。ARM 还允许将其他处理器通过协处理器接口进行紧耦合。它还包括几种内存管理单元的变种,包括由简单的内存保护到复杂的页面层次。

1. ARM 公司的 Chip less 模式

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,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。

基于 ARM 技术的微处理器应用约占据了 32 位 RISC 微处理器 75% 以上的市场份额,ARM 技术正在逐步渗入到我们生活的各个方面。

我国的中兴集成电路、大唐电讯、中芯国际和上海华虹,以及国外的一些公司如德州仪器、意法半导体、Philips、Intel、Samsung 等都推出了自己设计的基于 ARM 核的处理器。

2. ARM 微处理器的特点

(1) 低功耗、低成本、高性能

① 采用 RISC 指令集。

- ② 使用大量的寄存器。
- ③ ARM/THUMB 指令支持。
- ④ 三/五级流水线。

(2) 采用 RISC 体系结构

- ① 固定长度的指令格式,指令归整、简单、基本寻址方式有 2~3 种。
- ② 使用单周期指令,便于流水线操作执行。
- ③ 大量使用寄存器,数据处理指令只对寄存器进行操作,只有加载/存储指令可以访问存储器,以提高指令的执行效率。

④ 大量使用寄存器。ARM 处理器共有 37 个寄存器,被分为若干个组,这些寄存器包括:31 个通用寄存器,包括程序计数器(PC 指针),均为 32 位的寄存器;6 个状态寄存器,用以标志 CPU 的工作状态及程序的运行状态,均为 32 位。

(3) 高效的指令系统

- ① ARM 微处理器支持两种指令集:ARM 指令集和 Thumb 指令集。
- ② ARM 指令为 32 位的长度,Thumb 指令为 16 位长度。Thumb 指令集为 ARM 指令集的功能子集,但与等价的 ARM 代码相比较,可节省 30%~40% 以上的存储空间,同时具备 32 位代码的所有优点。

(4) 其他技术

- ① ARM 体系结构还采用了一些特别的技术,在保证高性能的前提下尽量缩小芯片的面积,并降低功耗。
- ② 所有的 ARM 指令都可根据前面的执行结果决定是否被执行,从而提高指令的执行效率。
- ③ 可用加载/存储指令批量传输数据,以提高数据的传输效率。
- ④ 可在一条数据处理指令中同时完成逻辑处理和移位处理。
- ⑤ 在循环处理中使用地址的自动增减来提高运行效率。

1.2.2 ARM 微处理器系列

ARM 微处理器共有 ARM7、ARM9、ARM9E、ARM10E、SecurCore 和 Intel 的 Xscale 6 个系列。其中,ARM7、ARM9、ARM9E 和 ARM10 为 4 个通用处理器系列,每一个系列提供一套相对独特的性能来满足不同应用领域的需求。SecurCore 系列专门为安全要求较高的应用而设计。

1. ARM7 微处理器系列

ARM7 系列是低功耗的 32 位 RISC 处理器,最适合用于对价位和功耗要求较高的消费类应用。ARM7 系列有如下特点。

- (1) 具有嵌入式 ICE-RT 逻辑,调试开发方便。
- (2) 极低的功耗,适合对功耗要求较高的应用,如便携式产品。
- (3) 能够提供 0.9MIPS/MHz 的三级流水线结构。
- (4) 对操作系统的支持广泛,如 Windows CE、Linux、Palm OS 等。

(5) 指令系统与 ARM9 系列、ARM9E 系列和 ARM10E 系列兼容,便于用户的产品升级换代。

(6) 主频最高可达 130MHz,高速的运算处理能力能胜任绝大多数的复杂应用。

ARM7 系列主要应用于工业控制、Internet 设备、网络和调制解调器设备、移动电话等多种多媒体和嵌入式应用。

ARM7 系列微处理器有 ARM7TDMI、ARM7TDMI-S、ARM720T、ARM7EJ 等几种类型。其中,ARM7TDMI 是目前使用最广泛的 32 位嵌入式 RISC 处理器,属低端 ARM 处理器核。TDMI 的基本含义如下。

T: 支持 16 位压缩指令集 Thumb。

D: 支持片上 Debug。

M: 内嵌硬件乘法器(Multiplier)。

I: 嵌入式 ICE,支持片上断点和调试点。

2. ARM9 微处理器系列

ARM9 系列微处理器在高性能和低功耗特性方面提供最佳的表现,具有以下特点。

(1) 5 级流水线,指令执行效率更高。

(2) 提供 1.1MIPS/MHz 的哈佛结构。

(3) 支持 32 位 ARM 指令集和 16 位 Thumb 指令集。

(4) 支持 32 位的高速 AMBA 总线接口。

(5) 全性能的 MMU,支持 Windows CE、Linux、Palm OS 等多种主流嵌入式操作系统。

(6) MPU 支持实时操作系统。

(7) 支持数据 Cache 和指令 Cache,具有更高的指令和数据处理能力。

ARM9 系列微处理器主要应用于无线设备、仪器仪表、安全系统、机顶盒、高端打印机、数字照相机和数字摄像机等。

ARM9 系列微处理器包含 ARM920T、ARM922T 和 ARM940T 三种类型,以适用于不同的应用场合。

3. ARM9E 微处理器系列

ARM9E 系列微处理器的主要特点如下。

(1) 支持 DSP 指令集,适合于需要高速数字信号处理的场合。

(2) 5 级流水线,指令执行效率更高。

(3) 支持 32 位 ARM 指令集和 16 位 Thumb 指令集。

(4) 支持 32 位的高速 AMBA 总线接口。

(5) 支持 VFP9 浮点处理协处理器。

(6) 全性能的 MMU,支持众多主流嵌入式操作系统。

(7) 支持数据 Cache 和指令 Cache,具有更高的处理能力。

(8) 主频最高可达 300MHz。

ARM9E 系列微处理器主要应用于下一代无线设备、数字消费品、成像设备、工业控

制、存储设备和网络设备等领域。

ARM9E 系列微处理器包含 ARM926EJ-S、ARM946E-S 和 ARM966E-S 三种类型,以适用于不同的应用场合。

4. ARM10E 微处理器系列

ARM10E 系列微处理器的主要特点如下。

- (1) 支持 DSP 指令集,适合于需要高速数字信号处理的场合。
- (2) 6 级流水线,指令执行效率更高。
- (3) 支持 32 位 ARM 指令集和 16 位 Thumb 指令集。
- (4) 支持 32 位的高速 AMBA 总线接口。
- (5) 支持 VFP10 浮点协处理器。
- (6) 全性能的 MMU,支持众多主流嵌入式操作系统。
- (7) 支持数据 Cache 和指令 Cache,具有更高的处理能力。
- (8) 主频最高可达 400MHz。
- (9) 内嵌并行读/写操作部件。

ARM10E 系列微处理器主要应用于下一代无线设备、数字消费品、成像设备、工业控制、通信和信息系统等领域。

ARM10E 系列微处理器包含 ARM1020E、ARM1022E 和 ARM1026EJ-S 三种类型,以适用于不同的应用场合。

5. SecurCore 微处理器系列

SecurCore 系列微处理器除了具有 ARM 体系结构各种主要特点外,还在系统安全方面具有如下的特点。

- (1) 带有灵活的保护单元,确保操作系统和应用数据的安全。
- (2) 采用软内核技术,防止外部对其进行扫描探测。
- (3) 可集成用户自己的安全特性和其他协处理器。

SecurCore 系列微处理器主要应用于一些对安全性要求较高的应用产品及应用系统,如电子商务、电子政务、电子银行业务、网络和认证系统等领域。

SecurCore 系列微处理器包含 SecurCore SC100、SecurCore SC110、SecurCore SC200 和 SecurCore SC210 四种类型,以适用于不同的应用场合。

6. StrongARM 微处理器系列

Intel StrongARM SA-1100 处理器是采用 ARM 体系结构高度集成的 32 位 RISC 微处理器。它融合了 Intel 公司的设计和处理技术以及 ARM 体系结构的电源效率,采用在软件上兼容 ARMv4 体系结构、同时采用具有 Intel 技术优点的体系结构。Intel StrongARM 处理器是便携式通讯产品和消费类电子产品的理想选择,已成功应用于多家公司的掌上电脑系列产品。

7. Xscale 处理器

Xscale 处理器是基于 ARMv5TE 体系结构的解决方案,是一款全性能、高性价比、低功耗的处理器。它支持 16 位的 Thumb 指令和 DSP 指令集,已使用在数字移动电话、个