



普通高等教育“十二五”电子信息类规划教材

嵌入式系统 实验教程

鲍喜荣 主编

免费
电子课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十二五”电子信息类规划教材

嵌入式系统实验教程

主编 鲍喜荣
参编 余黎煌 王明全
主审 张 石



机械工业出版社

本书共分3章,第1章嵌入式系统实验平台简介;第2章ARM体系结构实验,这些实验都是脱离操作系统的裸机调试实验,增强学生对嵌入式系统底层的了解;第3章Linux实验,在基础性实验的基础上又介绍了一些Linux深层次的开发实验,包括文件系统、GUI、驱动程序设计以及基于Linux的综合应用设计实验。这3章实验分为单元实验和综合实验两类,教师也可根据单元实验进行组合相应的综合实验。

本书内容全面、实例丰富,所列举的实验全部经过调试。本书可作为高等院校电子信息类专业高年级本科生和研究生的教材,也可作为嵌入式系统应用工程技术人员的参考用书。

本书的实验参考程序可登录机械工业出版社教材服务网进行下载,网址: www.cmpedu.com。

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式系统实验教程/鲍喜荣主编. —北京:机械工业出版社, 2012.2

普通高等教育“十二五”电子信息类规划教材
ISBN 978-7-111-36724-6

I. ①嵌… II. ①鲍… III. ①微型计算机-系统设计
-高等学校-教材 IV. ①TP360.21

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第257477号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:王小东 责任编辑:王小东 罗子超

版式设计:霍永明 责任校对:张莉娟

封面设计:张静 责任印制:杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2012年3月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·9.5印张·232千字

标准书号:ISBN 978-7-111-36724-6

定价:19.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

近年来以 ARM、MIPS、POWERPC 等架构的嵌入式系统以其独特的优势在嵌入式控制、无线通信、便携式产品、网络应用、数字消费产品等领域得到了非常广泛的应用。正因如此，各高等院校的电子及计算机专业相继开设了或者正准备开设嵌入式系统这门课程，为提高大学生的竞争力提供良好的平台。

基于 ARM 体系结构的处理器以其低功耗、低成本、高性能、寻址方式灵活、执行效率高等优点受到越来越多的重视，同时 ARM 处理器发展经历了 ARM7、ARM9、ARM9E、ARM10E、SecureCore、Xscale、ARM11 系列。本着打牢基础、紧跟前沿技术的出发点，本嵌入式技术实验基于 Intel 的 XScale 处理器。该实验系统是一种完全开放式的教学实验仪器，不仅涵盖了嵌入式系统基础的实验，而且增加了许多具有前瞻性的实验内容，不仅适合本科生的实验教学，也为研究生及研发人员提供了极大的方便。

本实验指导书力求基础与拔高全面兼顾，密切结合当今嵌入式系统开发实际，做到理论与实际相结合。本书共分 3 章，第 1 章，嵌入式系统实验平台简介，从总体上介绍该实验平台的软硬件资源，包括 PXA270 简介、实验系统的组成、系统资源的分配；第 2 章，ARM 体系结构实验，主要侧重于培养学生对 ARM 体系结构的理解，包括 ARM 开发的过程实验、系统引导的实验、中断实验、人机接口实验、通信实验以及综合设计实验，这些实验都是脱离操作系统的裸机调试实验，增强学生对嵌入式系统底层的了解；第 3 章，Linux 实验，以培养学生对嵌入式操作系统的理解与应用为重点，开设了 Linux 基础实验，包括常用工具、编译内核等实验，在基础性实验的基础上又开设了一些 Linux 深层次的开发实验，包括文件系统、GUI、驱动程序设计以及基于 Linux 的综合应用设计实验。这 3 章实验分为单元实验和综合实验两类，教师也可根据单元实验进行组合相应的综合实验。

本实验指导书在编写过程中，力图遵循“两强一突出”的原则，即在编写每个实验的实验原理段落时知识性要强，编写实验步骤和实验要求段落时可操作性要强，在编写实验内容和实验思考段落时要突出启发式。使学生在认真作完一个实验之后能举一反三，使之在动手能力和设计能力方面得到综合训练。但由于作者能力所限，错误在所难免，恳请读者批评指正。

本书第 1 章、第 2 章由鲍喜荣编写，第 3 章由余黎煌、王明全编写，全书由张石教授统一审稿，并且在编写过程中，得到了东北大学信息科学与工程学院电子信息工程研究所的其他老师和同学的大力帮助。同时，深圳市亿道电子技术有限公司也为本书的编写提供了相关的技术支持，在此向所有为本书做出贡献的同志致以衷心的感谢。

作 者

目 录

前言

第1章 嵌入式技术实验平台简介 1

- 1.1 PXA270 简介 1
 - 1.1.1 总体结构 1
 - 1.1.2 PXA270 特点 1
- 1.2 实验系统的硬件组成 3
- 1.3 实验系统的课题安排 4
 - 1.3.1 ARM 体系结构实验 4
 - 1.3.2 Linux 实验 5
- 1.4 实验系统的资源分配 6

第2章 ARM 体系的结构实验 7

- 2.1 ADS 开发的环境实验 7
 - 2.1.1 实验目的 7
 - 2.1.2 实验设备 7
 - 2.1.3 基础知识 7
 - 2.1.4 实验步骤 9
- 2.2 系统引导实验 18
 - 2.2.1 实验目的 18
 - 2.2.2 实验设备 18
 - 2.2.3 实验内容及要求 18
 - 2.2.4 实验原理 18
 - 2.2.5 实验步骤 23
 - 2.2.6 实验报告要求 23
- 2.3 八段数码管实验 24
 - 2.3.1 实验目的 24
 - 2.3.2 实验设备 24
 - 2.3.3 实验内容及要求 24
 - 2.3.4 实验原理 24
 - 2.3.5 寄存器描述 25
 - 2.3.6 实验步骤 26
 - 2.3.7 实验报告要求 26
- 2.4 键盘实验 26
 - 2.4.1 实验目的 26
 - 2.4.2 实验设备 26
 - 2.4.3 实验内容及要求 27
 - 2.4.4 实验原理 27
 - 2.4.5 寄存器描述 28

- 2.4.6 实验步骤 28
- 2.4.7 实验报告要求 29
- 2.5 步进/直流电动机的控制实验 29
 - 2.5.1 实验目的 29
 - 2.5.2 实验设备 30
 - 2.5.3 实验内容及要求 30
 - 2.5.4 实验原理 30
 - 2.5.5 实验步骤 32
 - 2.5.6 实验报告要求 32
- 2.6 定时器实验 32
 - 2.6.1 实验目的 32
 - 2.6.2 实验设备 32
 - 2.6.3 实验内容及要求 32
 - 2.6.4 实验原理 33
 - 2.6.5 实验步骤 34
 - 2.6.6 实验报告要求 34
- 2.7 实时时钟实验 34
 - 2.7.1 实验目的 34
 - 2.7.2 实验设备 34
 - 2.7.3 实验内容及要求 34
 - 2.7.4 实验原理 35
 - 2.7.5 实验步骤 36
 - 2.7.6 实验报告要求 36
- 2.8 IRQ 中断实验 37
 - 2.8.1 实验目的 37
 - 2.8.2 实验设备 37
 - 2.8.3 实验内容及要求 37
 - 2.8.4 实验原理 37
 - 2.8.5 实验步骤 43
 - 2.8.6 实验报告要求 43
- 2.9 UART 实验 43
 - 2.9.1 实验目的 43
 - 2.9.2 实验设备 44
 - 2.9.3 实验内容及要求 44
 - 2.9.4 实验原理 44
 - 2.9.5 实验步骤 46
 - 2.9.6 实验报告要求 46

2.10 LCD 控制器实验	47	3.6 Qt/E 移植实验	88
2.10.1 实验目的	47	3.6.1 实验目的	88
2.10.2 实验设备	47	3.6.2 实验仪器	88
2.10.3 实验内容及要求	47	3.6.3 实验原理	89
2.10.4 实验原理	47	3.6.4 实验内容	89
2.10.5 实验步骤	54	3.6.5 思考题	91
2.10.6 实验报告要求	54	3.7 驱动程序结构实验	92
2.11 综合设计实验	54	3.7.1 实验目的	92
2.11.1 实验目的	54	3.7.2 实验仪器	92
2.11.2 实验设备	54	3.7.3 实验原理	92
2.11.3 实验内容及要求	55	3.7.4 实验内容	95
2.11.4 实验报告要求	55	3.7.5 思考题	96
第3章 嵌入式 Linux 实验	56	3.8 I/O 口驱动实验	96
3.1 Linux 常用工具实验	56	3.8.1 实验目的	96
3.1.1 实验目的	56	3.8.2 实验仪器	97
3.1.2 实验仪器	56	3.8.3 实验原理	97
3.1.3 实验原理	56	3.8.4 实验内容	106
3.1.4 实验内容	62	3.8.5 思考题	106
3.1.5 思考题	64	3.9 SD 卡驱动程序实验	107
3.2 Makefile 实验	64	3.9.1 实验目的	107
3.2.1 实验目的	64	3.9.2 实验仪器	107
3.2.2 实验仪器	64	3.9.3 实验原理	107
3.2.3 实验原理	64	3.9.4 实验内容	108
3.2.4 实验内容	67	3.9.5 思考题	108
3.2.5 思考题	70	3.10 USB 驱动配置实验	109
3.3 BootLoader 实验	70	3.10.1 实验目的	109
3.3.1 实验目的	70	3.10.2 实验仪器	109
3.3.2 实验仪器	70	3.10.3 实验原理	109
3.3.3 实验原理	70	3.10.4 实验内容	113
3.3.4 实验内容	72	3.10.5 思考题	113
3.3.5 思考题	73	3.11 嵌入式 GUI 应用程序实验	113
3.4 Linux 内核编译实验	73	3.11.1 实验目的	113
3.4.1 实验目的	73	3.11.2 实验仪器	113
3.4.2 实验仪器	74	3.11.3 实验原理	114
3.4.3 实验原理	74	3.11.4 实验内容	119
3.4.4 实验内容	82	3.11.5 思考题	119
3.4.5 思考题	83	3.12 串口通信实验	120
3.5 嵌入式文件系统的构建	83	3.12.1 实验目的	120
3.5.1 实验目的	83	3.12.2 实验仪器	120
3.5.2 实验仪器	84	3.12.3 实验原理	120
3.5.3 实验原理	84	3.12.4 实验内容	125
3.5.4 实验内容	88	3.12.5 思考题	125
3.5.5 思考题	88	3.13 GPS 通信实验	125

3.13.1 实验目的	125	3.15.1 实验目的	132
3.13.2 实验仪器	125	3.15.2 实验仪器	132
3.13.3 实验原理	125	3.15.3 实验原理	132
3.13.4 实验内容	128	3.15.4 实验内容	137
3.13.5 思考题	128	3.15.5 思考题	137
3.14 Webserver 的移植与网络通信 实验	128	3.16 嵌入式数据库移植实验	137
3.14.1 实验目的	128	3.16.1 实验目的	137
3.14.2 实验仪器	128	3.16.2 实验仪器	138
3.14.3 实验原理	128	3.16.3 实验原理	138
3.14.4 实验内容	132	3.16.4 实验内容	143
3.14.5 思考题	132	3.16.5 思考题	143
3.15 USB 摄像头实验	132	参考文献	144

第1章 嵌入式技术实验平台简介

嵌入式技术实验系统是一种开放式实验系统，该实验系统是一款基于英特尔 XscalePXA270 的高端嵌入式解决方案。该系统提供了丰富的软、硬件资源和适应各种层次教学需求的实验课程，XSBase 是一款理想的掌上电脑（PDA）、手机等消费电子及信息家电、通信和工业控制等应用的开发系统。成功开发的案例有语音系统、车载系统、工业控制系统、电力信息网关、嵌入式监控系统、通信终端、控制终端、消费电子、多媒体、视频、音频等方面的应用。该实验系统非常适合高校的计算机、电子信息工程、自动化、仪器仪表、机电一体化等专业创建嵌入式实验室，是嵌入式领域最新的技术发展方向，为师生开展学术研究、课题研究提供了良好的实验平台。该实验系统不仅应用于本科生教学，也为研究生进行各种实验和开发提供了极大的方便。

1.1 PXA270 简介

1.1.1 总体结构

Intel PXA270 处理器是针对高端手持及工业设备推出的一款高性能、低功耗的嵌入式应用处理器产品。它采用 IntelXscale™ 微结构体系框架，其时钟频率共分：312MHz、416MHz、520MHz 及 624MHz 这 4 种，内部集成 Intel Wireless MMX 技术，该技术可提供额外的性能以支持 3D 游戏和高级视频。由于 PXA270 采用了 SpeedStep 低功耗技术，通过智能系统管理电压和频率变化，节省功耗高达 55%。PXA270 处理器还集成了英特尔快速捕捉（Intel Quick Capture）技术，使镜头支持 400 万以上像素。丰富的外设支持 GPRS、GPS、USB、红外、蓝牙以及 Wi-Fi（802.11b）传输等，并广泛支持众多公司提供的嵌入式操作系统和开发系统，包括微软、PalmSource、Symbian、MontaVista、Linux 和 Java 环境。

1.1.2 PXA270 特点

PXA270 除了采用 XScale 内核外，还具有以下特点。

1. 内核工作频率

PXA270 芯片具有 312MHz、416MHz、520MHz、624MHz 这 4 种频率。

2. 电源管理

PXA270 芯片提供了非常灵活的管理来满足不同的电压要求。

- 1) 电源控制器可以控制处理器的运行模式，如空闲或睡眠方式。
- 2) 基于 I2C（Intel-Integrated Circuit）可编程接口，用来提供给其他设备。
- 3) 可编程频率设置功能。

3. 外部存储

- 1) 256KB RAM 分成 4 个区，每个区 64KB 空间。

2) 能分区实现电源节能管理。

3) 支持以字节方式写入数据。

4. 中断控制器

1) 外设中断源可映射为中断请求 (Interrupt Request, IRQ) 或快速中断请求 (Fast Interrupt Request, FIQ)。

2) 能单独使能各中断源。

3) 高优先级中断机制。

4) 可通过快速方式访问协处理器。

5) 向后兼容各系统外设。

5. 脉宽调制单元

1) 4 个脉宽主调制通道。

2) 10 位脉冲控制。

3) 通过 6 位时钟分离和 10 位周期计数来增强周期控制。

6. 实时时钟

32.768kHz 振荡器可驱动实时时钟、电源管理器和中断控制器。

7. 通用输入/输出 (GPIO)

每个可分别程控为输出或输入, 作输入时可在上升或下降沿时产生中断。作为输出可以单独进行清除和设置。

8. 存储控制

1) 提供 4 个同步动态随机存储器 (SDRAM) 分区接口, 最大支持 1GB。

2) 提供最大支持 384MB 的 Flash 存储器。

3) 两个 PC 卡存储设备插座。

4) 提供 6 个静态存储接口, 其中 4 个可以进行同步。

9. 直接内存存取 (DMA) 控制器

1) 支持存储-存储、外设-存储、存储-外设模式。

2) 支持流量控制。

10. 串行通信口

1) 具有 3 个通用异步接收/发送 (UART) 装置: 标准、全功能和蓝牙。

2) 蓝牙及全功能 UART 支持 Modem 功能, 无中断的自动流量控制。

3) 快速红外接口, 支持 4Mbit/s 红外数据组织 (IrDA), 两个独立的 128B 收发先入先出队列 (FIFO)。

4) I2C 总线接口。

5) AC97 编码解码器 (CODEC) 接口。

6) I2S Audio CODEC 接口。

7) USB 从端控制器、主端控制器 (均为 1.1)。

8) 3 个同步串行接口支持。

11. LCD 控制器

1) 支持被动 (DSTN) 和主动 (TFT) LCD 显示。

2) 最大分辨率为 800 像素 × 600 像素。

3) 两个专用 DMA 通道, 允许 LCD 控制器支持单层或双层显示。

12. I2C 总线接口单元

13. 多媒体通信口

1) AC97 控制器, 支持 AC97 V2.0 Codec。Codec 的采样频率可达 48kHz, 包含独立的立体声脉码调制 (PCM) 输入或输出、Modem 输入或输出和单声道送话器输入的通道。I2S 控制器, 可串行连接至数字立体声的标准 I2S CODEC, 支持普通的 I2S 和 MSB 调整的 I2S 格式。它有 4 个引脚可与 I2S CODEC 相连, 它们与 AC97 控制器引脚共用。

2) 多媒体 (MMC) SD 卡及 SDIO 卡控制器。

3) 记忆棒控制器支持。

4) 键盘接口、USIM 接口。

5) 快速捕捉摄像接口。

14. JTAG 接口

1.2 实验系统的硬件组成

本实验系统采用核心板加扩展底板的设计方案。其硬件系统组成如图 1-1 所示。核心板功能见表 1-1。

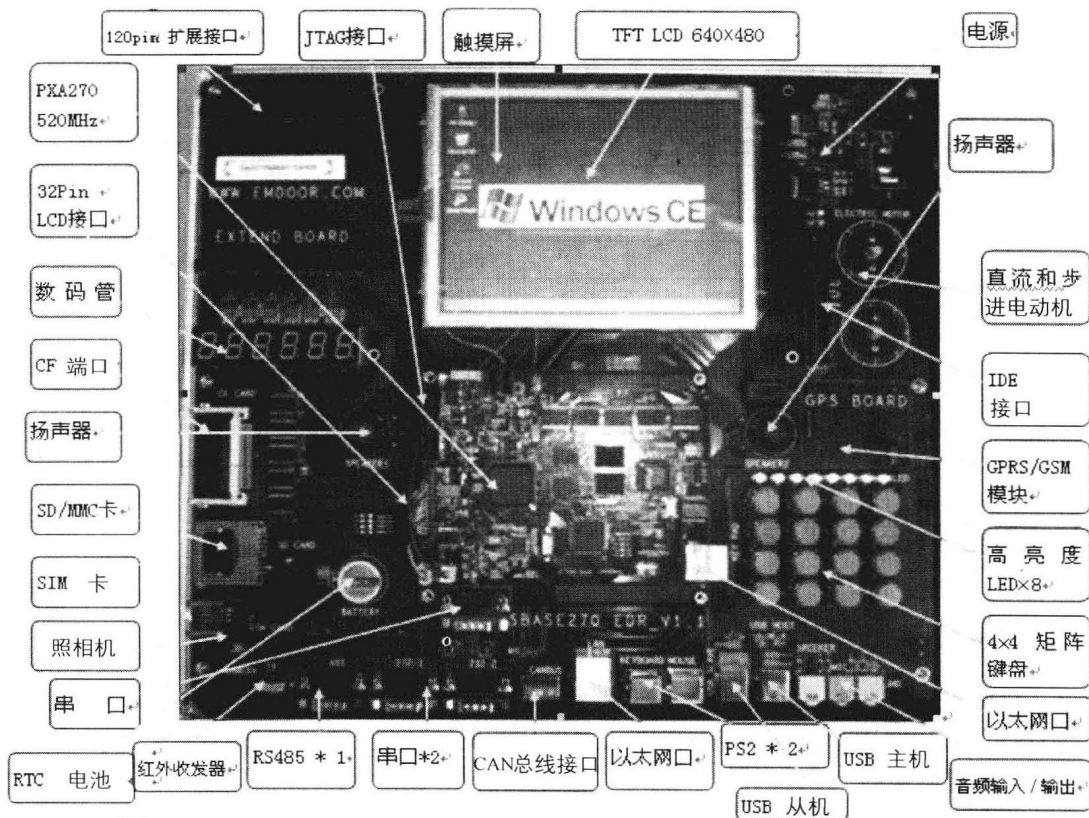


图 1-1 硬件系统组成

表 1-1 核心板功能

	功 能 部 件	实验的芯片及功能描述
实验系统核心板	CPU	Intel Xscale PXA270 520MHz
	SDRAM	64MB
	Flash	32MB
	电源管理	MAX1586C
	以太网接口	LAN91C111
	音频接口	UCB1400BE
	显卡接口	TFT6.4in(1in=0.0254m),分辨率 640 像素×480 像素
	RS-232C 接口	两个全功能串口
	触摸屏	UCB1400BE
	实时时钟	CPU 内嵌该功能
	外扩接口	两个 160 引脚接口,引出所有总线信号
	JTAG 调试接口	20 引脚标准 JTAG 接口
实验系统扩展板	红外端口/蓝牙端口	利用通用串口进行扩展
	CF 卡接口	支持 CF 存储卡和 802.11 无线网卡
	IDE 硬盘接口	可以直接挂接硬盘
	SIM 卡接口	支持智能卡的使用
	电源管理	对系统进行供电管理
	音频	通过通用 I/O 端口进行操作
	USB 主机	实验 USB 作为主机方式下的使用
	USB 从机	实验 USB 作为从机方式下的使用
	FPGA 扩展接口	该接口用于开展 FPGA 和 CPU 的协同工作
	八段数码管显示	该接口用于显示信息
	4×4 键盘按键	该接口用于输入参数
	CAN 总线接口	该接口用于进行工业总线通信实验
	PS/2 键盘鼠标接口	该接口用于连接鼠标操作
	步进电动机	用于进行步进电动机控制实验
	直流电动机	用于进行直流电动机控制实验
	扩展接口	该 120 脚双排插座用于扩展别的功能实验板
	GPS 端口	支持 GPS 模块

1.3 实验系统的课题安排

1.3.1 ARM 体系结构实验

1. ADS 开发环境实验

ADS 开发环境实验主要介绍进行嵌入式平台开发需要进行的一些配置及基本操作。

2. 系统引导实验

系统引导实验主要通过一个简短的 Boot 程序揭示如何编写开发板的启动程序。

3. 八段数码管实验

八段数码管实验主要揭示一个简单的 I/O 口操作的实验,并加入一些 PXA270 地址映射

方面的知识,以期对该实验系统有个形象的认识。

4. 键盘实验

键盘实验主要是通过矩阵扫描式键盘的实例,加深对 GPIO 的使用,并进一步加深对系统调试步骤的认识。

5. 步进/直流电动机控制实验

步进/直流电动机控制实验主要是加深对 GPIO 使用上的进一步理解。

6. 定时器实验

定时器实验主要是通过对定时器的实际应用来熟悉中断程序的编写及工作机理。

7. 实时时钟实验

实时时钟实验主要是加强对中断程序的进一步了解和 RTC 的了解。

8. IRQ 中断处理实验

IRQ 中断处理实验是在第 3、4 实验的基础上重点讲述 ARM 的中断处理机制。由于前两个实验的中断事件并未引入中断处理,实质上是通过轮询寄存器(ICPR)来判断是否需要进行处理,然而本实验将是利用 IRQ 中断处理来实现以上两个中断。其操作分别是按下目标板上的〈5〉键来启动程序执行,按下〈6〉键来中止程序运行。

9. UART 实验

UART 实验主要以两种方式实现:程序查询状态寄存器和中断处理。本实验不引入 Modem 传输协议,仅仅利用 UART 的两个引脚 TXD 和 RXD 进行数据接收和发送。

10. LCD 控制器实验

LCD 控制器实验首先介绍 TFT 类型的 LCD 显示原理以及点阵汉字显示原理,再利用 FrameBuffer 机制进行显示程序的编制,同时完成对 DMA 概念的了解。

11. CAN 总线通信实验

CAN 总线通信实验主要是通过对数据总线的操作,控制 CAN 控制器,进行 CAN 总线的收发,以达到了解 CAN 总线的同时增强对 Xscale270 数据总线的操作。

12. 触摸屏实验

触摸屏实验主要是通过对 UCB1400BE 芯片的操作完成对触摸屏的操作,达到增强对触摸屏原理的理解,同时加强基于 ARM 体系结构综合编程的能力。

13. MMU 实验

MMU 实验主要是通过对 CP15 协处理器的操作,完成地址映射等内存管理单元的操作,加深对 MMU 机理的认识,并能充分利用好 MMU 的功能,达到对内存灵活安全地访问。

14. 综合设计实验

1.3.2 Linux 实验

- 1) Linux 常用命令以及工具实验。
- 2) Makefile 实验。
- 3) BootLoader 实验。
- 4) 内核编译实验。
- 5) 文件系统制作实验。
- 6) GUI 应用程序实验。

- 7) 驱动程序结构实验。
- 8) I/O 口驱动程序设计实验。
- 9) SD 卡驱动程序设计实验。
- 10) USB 驱动配置实验。
- 11) Qt 移植实验。
- 12) 串口通信实验。
- 13) GPS 实验。
- 14) WebServer 的移植与网络通信实验。
- 15) USB 摄像头实验。
- 16) 嵌入式数据库实验。

1.4 实验系统的资源分配

该实验系统的资源分配见表 1-2。

表 1-2 关键模块接口及地址描述

关键模块	接口及地址描述
Boot Flash	通过 CS0 片选选择 Flash,其地址为 0x0 ~ 0x1fffff
SDRAM	0xA0000000 ~ 0xA3ffff
八段数码管	LED1、LED2:0x10300000 LED3、LED4:0x10400000
键盘	GPIO
电动机控制	GPIO
实时时钟	外扩 RTC 芯片 RTC4513,片选地址为 0x10700000
LCD 控制器	PXA270 内部 LCD 控制器

第 2 章 ARM 体系的结构实验

2.1 ADS 开发的环境实验

2.1.1 实验目的

- 1) 熟悉 ADS 开发环境的配置。
- 2) 了解 ARM 调试的基本步骤。

2.1.2 实验设备

1. 硬件

- 1) PXA270 实验系统。
- 2) PC。
- 3) JTAG 仿真器。
- 4) 串口线。

2. 软件

- 1) PC 操作系统 (Windows 2000 或 Windows XP 及以上)。
- 2) ARM Developer Suite v1.2。
- 3) 超级终端。

2.1.3 基础知识

1. 集成开发环境 ADS 简介

ADS (ARM Developer Suite) 是 ARM 公司推出的新一代 ARM 集成开发工具, 是一款使用非常方便的集成开发环境, 专门用于 ARM 相关应用开发和调试的综合性软件。目前, ADS 的最新版本为 ADS 1.2。

ADS 由命令行开发工具、ARM 实时库、GUI 开发环境 (Code Warrior 和 AXD)、实用程序和支持软件组成。有了这些部件, 用户就可以为 ARM 系列的 RISC 处理器编写和调试自己的开发的应用程序。

2. CodeWarrior 集成开发环境

CodeWarrior for ARM 是一套完整的集成开发工具, 充分发挥了 ARM RISC 的优势, 使产品开发人员能够很好地应用尖端的片上系统技术。该工具是专为基于 ARM RISC 的处理器而设计的, 它可加速并简化嵌入式开发过程中的每个环节, 使得开发人员只需通过一个集成软件开发环境就能研制出 ARM 产品。在整个开发周期中, 开发人员无需离开 CodeWarrior 开发环境, 因此节省了在操作工具上花费的时间, 使得开发人员有更多的精力投入到代码编写中。

CodeWarrior 集成开发环境 (IDE) 为管理和开发项目提供了简单多样化的图形用户界

面。用户可以使用 ADS 的 CodeWarrior IDE 为 ARM 和 Thumb 处理器开发用 C、C++ 或 ARM 汇编语言的程序代码。通过系统提供的功能, CodeWarrior IDE 缩短了用户开发项目代码的周期。

3. ADS 调试器

调试器本身是一款软件, 用户通过这款软件使用 Debug agent 可以对包含有调试信息的、正在运行的可执行代码进行如变量的查看、断点的控制等调试操作。

ADS 中包含有 3 个调试器:

- AXD (ARM eXtended Debugger), ARM 扩展调试器。
- armsd (ARM Symbolic Debugger), ARM 符号调试器。
- 与老版本兼容的 Windows 或 UNIX 的 ARM 调试工具, ADW/ADU (Application Debugger Windows/UNIX)。

下面对在调试映像文件中涉及的一些术语做简单的介绍。

(1) Debug target

在软件开发的最初阶段, 可能还没有具体的硬件设备。如果要测试所开发的软件是否达到了预期的效果, 可以用软件仿真来完成。即使调试器和要测试的软件运行在同一台 PC 上, 也可以把目标当做一个独立的硬件来看待。当然, 也可以搭建一个印制电路板 (PCB) 实验平台, 在 PCB 上可以包含一个或多个处理器来运行和调试应用软件。只有通过硬件或者软件仿真所得到的结果达到了预期的效果, 才算是完成了应用程序的编写工作。

调试器能够发送以下指令:

- 1) 装载映像文件到目标内存。
- 2) 启动或停止程序的执行。
- 3) 显示内存, 寄存器或变量的值。
- 4) 允许用户改变存储的变量值。

(2) Debug agent

Debug agent 执行调试器发出的命令, 如设置断点、从存储器中读数据、把数据写到存储器等。

Debug agent 既不是被调试的程序, 也不是调试器。在 ARM 体系中, 它有这几种方式: JTAG 在线仿真器、ARMulator 和 Angel。其中, JTAG 在线仿真器是一个独立的产品, 由 JTAG 仿真器和仿真器驱动组成。使用时要先安装仿真器驱动, 然后用仿真器把 PC 和目标板连接起来, 这时才能够调试程序。

ARMulator 是一个 ARM 指令集仿真器, 集成在 ARM 的调试器 AXD 中, 它提供对 ARM 处理器的指令集的仿真, 为 ARM 和 Thumb 提供精确的模拟。用户可以在硬件尚未做好的情况下, 开发程序代码。

AXD 可以在 Windows 和 UNIX 系统下, 进行程序的调试。它为用 C、C++ 和汇编语言编写的源代码提供了一个全面的 Windows 和 UNIX 环境。

安装完成的 ADS 开发环境包含 3 部分: ARM Multi-ICE V2.2、CodeWarrior for ARM Developer Suite 和 AXD Debugger。其中, ARM Multi-ICE V2.2 是实时仿真器的驱动程序, 在该环境可以看到仿真器与实验系统的连接状态和调试信息; CodeWarrior for ARM Developer Suite 是用户进行工程建立、编辑和编译的环境; AXD Debugger 是用户用来调试应用程序的

开发环境，支持软件仿真和带目标系统的硬件仿真两种方式，其中软件仿真方式无需用户硬件系统的支持，使用宿主机的 CPU 模拟 ARM 微处理器的运行，可进行与硬件无关的应用程序的调试和运行。

当需要进行带目标系统的硬件仿真、调试和运行与硬件相关的应用程序时，必须建立 AXD Debugger 与目标系统的连接。

2.1.4 实验步骤

1. 启动 ARM 仿真器服务程序

Daemon-UE 运行后会自动搜索硬件，它搜索的是目标板 CPU 类型，如果发现目标板 CPU，那么中间显示的是检测到的目标板 CPU 核心类型，如图 2-1 所示。

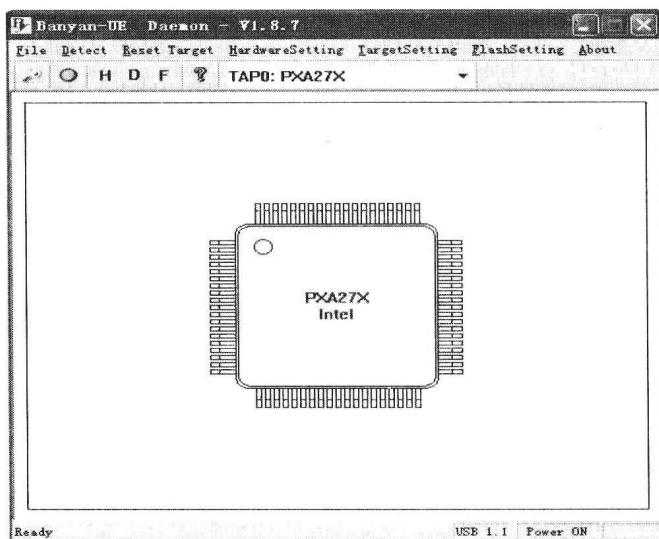


图 2-1 核心芯片

2. 启动 ADS

单击“开始”→“程序”→“ARM Developer Suite v1.2”→“Codewarrior for ARM Developer Suite”命令，如图 2-2 所示。

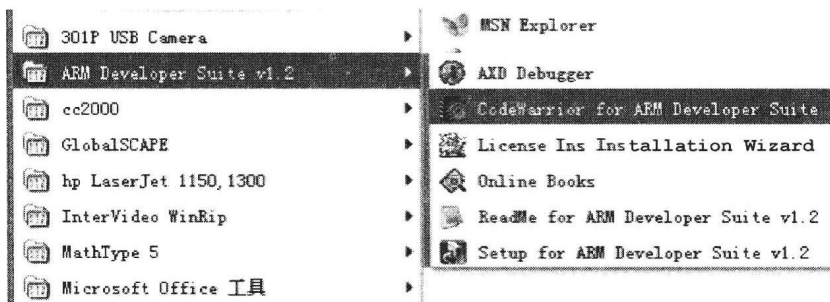


图 2-2 开启 ADS 软件

单击“打开”按钮，打开一个工程文件，系统弹出“打开”对话框，如图 2-3 所示。

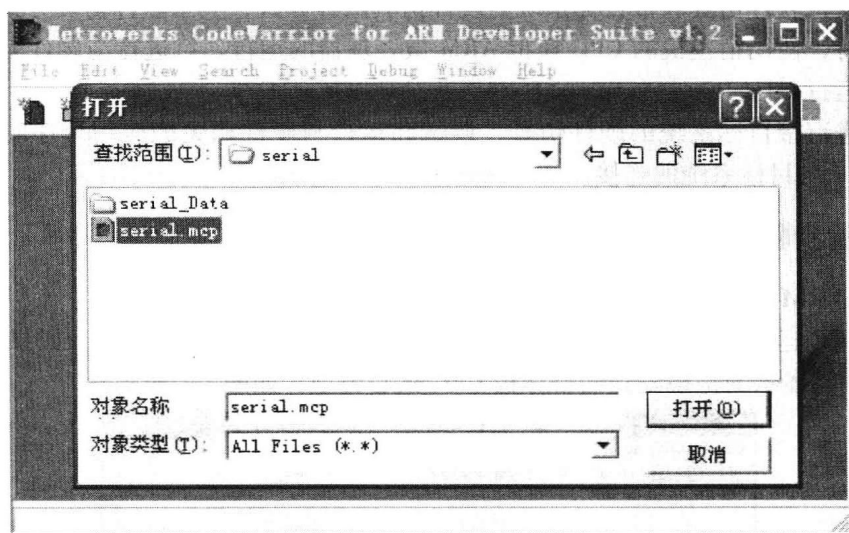


图 2-3 “打开”对话框

双击“.mcp”工程文件，打开文件，如图 2-4 所示。

打开工程文件后，可以看到此工程包含 7 个文件。下面介绍其中几个常用的按钮。

- ：工程设置按钮（DebugRel Settings）。
- ：编译链接按钮（Make）。
- ：调试按钮（Debug）。
- ：运行按钮（Run）。

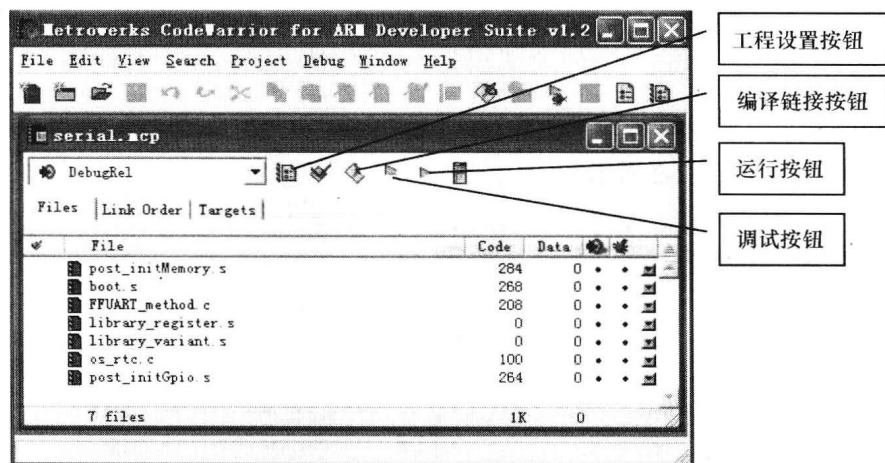


图 2-4 工程文件界面

单击“DebugRel Settings”工程设置按钮，然后单击“Target Settings”节点，打开“Target Settings”选项。值得注意的是，“Post-linker 下拉列表框用于选择对连接器输出的文