

高等院校计算机实验与实践系列示范教材

# 基于ARM的嵌入式系统设计 实验与实践教程

武俊鹏 张国印 姚爱红 赵国冬 编著

清华大学出版社



高等院校计算机实验与实践系列示范教材

# 基于ARM的嵌入式系统设计 实验与实践教程

武俊鹏 张国印 姚爱红 赵国冬 编著

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书系统地介绍嵌入式技术及嵌入式系统开发的一般方法,以及以芯片 S3C44B0X 和  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  操作系统为基本环境,利用 ADS 1.2 集成开发工具设计实现基于 ARM 的嵌入式系统应用的方法和实验。

全书共有 14 个实验项目,包括基础性实验、综合性实验和开发性实验。实验内容涉及 ARM 汇编语言设计、S3C44B0X 芯片功能特性实验、 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  操作系统移植与应用实验、设备接口的驱动程序开发,以及基于 ARM 的键盘、数码管、电机、触摸屏、中断、模数/数模接口和 GPRS 通信等设备的设计与应用。

本书内容比较系统、完整,密切结合嵌入式系统教学实际,贴近嵌入式开发实际工程应用,由浅入深、循序渐进、实例丰富、步骤详细,可作为高等院校计算机及相关专业的嵌入式系统课程实验教材,也可作为高年级本科生、研究生的创新设计参考书。

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

基于 ARM 的嵌入式系统设计实验与实践教程/武俊鹏等编著. —北京:清华大学出版社, 2011.9

(高等院校计算机实验与实践系列示范教材)

ISBN 978-7-302-26140-7

I. ①基… II. ①武… III. ①微处理器,ARM—系统设计—高等学校—教材 IV. ①TP332

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 135782 号

责任编辑:索梅 王冰飞

责任校对:焦丽丽

责任印制:何芊

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:010-62795954, [jsjic@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:jsjic@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:24.25 字 数:591 千字

版 次:2011 年 9 月第 1 版 印 次:2011 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:38.00 元

产品编号:025291-01

# 出版说明

当前,重视实验与实践教育是各国高等教育界的发展潮流,我国与国外教学工作的差距也主要表现在实践教学环节上。面对新的形式和新的挑战,完善实验与实践教育体系成为一种必然。为了培养具有高质量、高素质、高实践能力和高创新能力的人才,全国很多高等院校在实验与实践教学方面进行了大力改革,在实验与实践教学内容、教学方法、教学体系、实验室建设等方面积累了大量的宝贵经验,起到了教学示范作用。

实验与实践性教学与理论教学是相辅相成的,具有同等重要的地位。它是在开放教育的基础上,为配合理论教学、培养学生分析问题和解决问题的能力以及加强训练学生专业实践能力而设置的教学环节;对于完成教学计划、落实教学大纲,确保教学质量,培养学生分析问题、解决问题的能力 and 实际操作技能更具有特别重要的意义。同时,实践教学也是培养应用型人才的重要途径,实践教学质量的好坏,实际上也决定了应用人才培养质量的高低。因此,加强实践教学环节,提高实践教学质量,对培养高质量的应用型人才至关重要。

近年来,教育部把实验与实践教学作为对高等院校教学工作评估的关键性指标。2005年1月,在教育部下发的《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》中明确指出:“高等学校要强化实践育人的意识,区别不同学科对实践教学的要求,合理制定实践教学方案,完善实践教学体系。要切实加强实验、实习、社会实践、毕业设计(论文)等实践教学环节,保障各环节的时间和效果,不得降低要求。”“要不断改革实践教学内容,改进实践教学方法,通过政策引导,吸引高水平教师从事实践环节教学工作。要加强产学研合作教育,充分利用国内外资源,不断拓展校际之间、校企之间、高校与科研院所之间的合作,加强各种形式的实践教学基地和实验室建设。”

为了配合开展实践教学及适应教学改革的需要,我们在全国各高等院校精心挖掘和遴选了一批在计算机实验与实践教学方面具有潜心研究并取得了富有特色、值得推广的教学成果的作者,把他们多年积累的教学经验编写成教材,为开展实践教学的学校起一个抛砖引玉的示范作用。

为了保证出版质量,本套教材中的每本书都经过编委会委员的精心筛选和

严格评审,坚持宁缺毋滥的原则,力争把每本书都做成精品。同时,为了能够让更多、更好的实践教学成果应用于社会和各高等院校,我们热切期望在这方面有经验和成果的教师能够加入到本套丛书的编写队伍中,为实践教学的发展和取得成效做出贡献;也衷心地期望广大读者对本套教材提出宝贵意见,以便我们更好地为读者服务。

清华大学出版社

联系人:索梅 [suom@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:suom@tup.tsinghua.edu.cn)

随着电子及信息技术的迅速发展,嵌入式系统越来越多地应用于科学研究、工程设计、工业生产控制、军工国防、医疗卫生、航空航天、信息家电和网络通信等领域。目前常见的电子产品几乎都有嵌入式系统的身影,如多媒体手机、掌上PDA、数字导航仪、MP3/MP4以及网络路由器等,嵌入式系统正在许多方面影响着我们的日常生活。嵌入式产品开发已经形成了一个巨大的产业。嵌入式系统的研究与开发对理论和实践都有很高的要求,不但要求研发人员熟悉嵌入式CPU的体系结构和编程方法,同时,要求研发人员掌握嵌入式系统研究开发的各个环节,例如 Bootloader、Kernel、Driver 等。

嵌入式系统与通用计算机系统有较大的差异,因此设计与开发的过程也有很大的区别。本书基于北京博创兴业科技有限公司的 UP-NETARM3000 实验平台,系统地介绍了基于 ARM 的嵌入式系统的设计和开发原理,通过大量的实例帮助读者了解和掌握嵌入式系统的开发方法,巩固和加深读者的理论基础,提高读者的分析问题与解决问题的能力。

编者在长期的实践教学过程中,通过对学生求知过程中“理论、实验和再认识”规律的体会与研究,深刻认识到实验环节的重要性,进而从新的高度、新的视角讲解了基于 ARM 的嵌入式系统设计与实现的理论及方法。本书精选了实验题目,将各题目的理论知识与具体实践相结合,深入浅出地进行了讲解,使读者在学到实验知识的同时对理论知识形成更深刻的认识,实现理论与实践的融会贯通。

本书内容深入浅出,可作为高等院校计算机、软件工程、电子、控制及信息等相关专业本科生和研究生教材,也可作为嵌入式开发人员的参考用书或技术培训教材。书中大部分内容是编者在实际教学中采用的教学内容。

本书在编写过程中得到了哈尔滨工程大学计算机科学与技术学院嵌入式系统研究室和计算机实验教学中心的各位老师和研究生的大力支持和帮助,感谢他们为本书付出的辛勤劳动。何立春、王芳、刘如华、史宝丽、付明明、侯文博、张春华、杨照等同学参与了本书实验示例代码的编写与调试以及原始资料的翻译整理工作。

本书力求内容紧凑、言简意赅,注重开发实例的实用性。希望本书的介绍对读者的开发能够有所帮助,但是囿于个人水平及视角,书中难免会有一些错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2011年6月

<b>第 1 章 基于 ARM 的嵌入式系统介绍</b> .....	1
1.1 嵌入式系统介绍 .....	1
1.1.1 嵌入式系统的概念 .....	1
1.1.2 嵌入式系统的组成 .....	2
1.1.3 嵌入式系统的特征 .....	4
1.1.4 嵌入式系统的分类 .....	4
1.1.5 嵌入式系统的总体结构 .....	5
1.1.6 嵌入式系统的应用及现状 .....	7
1.2 ARM 微处理器 .....	9
1.2.1 ARM 微处理器概述 .....	9
1.2.2 ARM 微处理器的结构 .....	12
1.2.3 ARM 微处理器的应用选型 .....	13
1.2.4 ARM 微处理器的编程模型 .....	14
1.2.5 ARM 微处理器的指令系统 .....	21
1.3 嵌入式系统设计方法 .....	23
1.3.1 嵌入式系统设计的特点 .....	23
1.3.2 嵌入式系统设计的流程与一般方法 .....	24
1.3.3 调试嵌入式系统 .....	28
1.3.4 嵌入式系统的软硬件协同设计技术 .....	30
1.4 思考题 .....	32
<b>第 2 章 嵌入式操作系统</b> .....	33
2.1 嵌入式操作系统概述 .....	33
2.2 嵌入式操作系统的特点及分类 .....	34
2.2.1 嵌入式操作系统的特点 .....	34
2.2.2 嵌入式操作系统的分类 .....	34
2.3 嵌入式操作系统的构成及应用 .....	39
2.3.1 嵌入式操作系统的体系结构 .....	39
2.3.2 嵌入式操作系统的应用 .....	40

2.4	$\mu$ C/OS-II 简介 .....	41
2.4.1	$\mu$ C/OS-II 的概述 .....	41
2.4.2	$\mu$ C/OS-II 的内核结构 .....	42
2.4.3	$\mu$ C/OS-II 的任务管理 .....	44
2.4.4	$\mu$ C/OS-II 的时间管理 .....	45
2.4.5	$\mu$ C/OS-II 任务间通信与同步 .....	46
2.4.6	$\mu$ C/OS-II 的内存管理 .....	52
2.4.7	移植 $\mu$ C/OS-II .....	52
2.5	$\mu$ CLinux 简介 .....	54
2.5.1	Linux 概述 .....	54
2.5.2	$\mu$ CLinux 概述 .....	55
2.5.3	$\mu$ CLinux 的内核结构 .....	56
2.5.4	$\mu$ CLinux 的内存管理 .....	57
2.6	Bootloader 简介 .....	58
2.6.1	Bootloader 概述 .....	58
2.6.2	Bootloader 所支持的 CPU 和嵌入式板 .....	58
2.6.3	Bootloader 的安装媒介 .....	60
2.6.4	用来控制 Bootloader 的设备或机制 .....	60
2.6.5	Bootloader 的操作模式 .....	60
2.6.6	与主机进行通信的设备和协议 .....	61
2.7	思考题 .....	61
<b>第3章</b>	<b>实验平台介绍 .....</b>	<b>62</b>
3.1	嵌入式系统的硬件开发平台 .....	62
3.1.1	开发平台简介 .....	62
3.1.2	开发平台的组成 .....	62
3.1.3	开发平台硬件安装 .....	63
3.1.4	开发平台软件安装 .....	64
3.2	ARM ADS 仿真集成开发环境 .....	68
3.2.1	命令行开发工具 .....	69
3.2.2	ARM 运行时库 .....	70
3.2.3	ADS 调试器 .....	72
3.2.4	实用程序及支持的软件 .....	73
3.2.5	使用 ADS 创建工程 .....	74
3.2.6	用 AXD 进行代码调试 .....	81
3.2.7	ADS 集成开发环境实验 .....	84
3.3	超级终端设置及 BIOS 功能使用实验 .....	92
3.3.1	超级终端的设置 .....	92
3.3.2	ARM 开发平台的测试 .....	93



3.4 思考题 .....	95
<b>第4章 基本外设接口实验 .....</b>	<b>96</b>
4.1 实验目的和要求 .....	96
4.1.1 实验目的 .....	96
4.1.2 实验内容及要求 .....	96
4.1.3 预备知识 .....	96
4.2 实验原理 .....	97
4.2.1 发光二极管 .....	97
4.2.2 17键数字小键盘 .....	97
4.2.3 串行接口与并行接口 .....	98
4.2.4 ZLG7289A 芯片 .....	99
4.2.5 ZLG7289 与 ARM 的连接 .....	104
4.3 实验准备 .....	105
4.3.1 预习要求 .....	105
4.3.2 实验设备及工具 .....	105
4.4 实验任务与步骤 .....	105
4.4.1 实验任务 .....	105
4.4.2 实验步骤 .....	105
4.5 设计指南 .....	108
4.6 思考题 .....	111
<b>第5章 模数和数模接口实验 .....</b>	<b>112</b>
5.1 实验目的和要求 .....	112
5.1.1 实验目的 .....	112
5.1.2 实验内容及要求 .....	112
5.1.3 预备知识 .....	113
5.2 实验原理 .....	113
5.2.1 A/D 转换器 .....	113
5.2.2 D/A 转换器 .....	118
5.3 实验准备 .....	120
5.3.1 预习要求 .....	120
5.3.2 实验设备及工具 .....	120
5.4 实验任务与步骤 .....	121
5.4.1 实验任务 .....	121
5.4.2 实验步骤 .....	121
5.5 设计指南 .....	123
5.5.1 A/D 实验流程 .....	123
5.5.2 D/A 实验流程 .....	124

5.6	思考题 .....	126
<b>第6章</b>	<b>电机转动控制实验 .....</b>	<b>127</b>
6.1	实验目的和要求 .....	127
6.1.1	实验目的 .....	127
6.1.2	实验内容及要求 .....	127
6.1.3	预备知识 .....	128
6.2	实验原理 .....	128
6.2.1	直流电机 .....	128
6.2.2	步进电机 .....	133
6.3	实验准备 .....	135
6.3.1	预习要求 .....	135
6.3.2	实验设备及工具 .....	135
6.4	实验任务与步骤 .....	135
6.4.1	实验任务 .....	135
6.4.2	实验步骤 .....	135
6.5	设计指南 .....	136
6.6	思考题 .....	139
<b>第7章</b>	<b>LCD 驱动控制及触摸屏实验 .....</b>	<b>140</b>
7.1	实验目的和要求 .....	140
7.1.1	实验目的 .....	140
7.1.2	实验内容及要求 .....	140
7.1.3	预备知识 .....	140
7.2	实验原理 .....	141
7.2.1	LCD 原理 .....	141
7.2.2	触摸屏原理 .....	148
7.3	实验准备 .....	152
7.3.1	预习要求 .....	152
7.3.2	实验设备及工具 .....	152
7.4	实验任务与步骤 .....	152
7.4.1	实验任务 .....	152
7.4.2	实验步骤 .....	153
7.5	设计指南 .....	156
7.6	思考题 .....	163
<b>第8章</b>	<b>定时器中断实验 .....</b>	<b>164</b>
8.1	实验目的和要求 .....	164
8.1.1	实验目的 .....	164

- 8.1.2 实验内容及要求 ..... 164
- 8.1.3 预备知识 ..... 164
- 8.2 实验原理 ..... 165
  - 8.2.1 定时器原理 ..... 165
  - 8.2.2 中断控制器 ..... 166
  - 8.2.3 IRQ 非向量中断模式的中断响应过程 ..... 168
- 8.3 实验准备 ..... 170
  - 8.3.1 预习要求 ..... 170
  - 8.3.2 实验设备及工具 ..... 170
- 8.4 实验任务与步骤 ..... 170
  - 8.4.1 实验任务 ..... 170
  - 8.4.2 实验步骤 ..... 171
- 8.5 设计指南 ..... 172
- 8.6 思考题 ..... 175
- 第 9 章  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  操作系统实验 ..... 176**
  - 9.1 实验目的和要求 ..... 176
    - 9.1.1 实验目的 ..... 176
    - 9.1.2 实验内容及要求 ..... 176
    - 9.1.3 预备知识 ..... 176
  - 9.2 实验原理 ..... 177
    - 9.2.1  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  任务管理 ..... 177
    - 9.2.2 时间管理 ..... 194
    - 9.2.3 消息邮箱 ..... 199
    - 9.2.4 信号量 ..... 203
    - 9.2.5 内存管理 ..... 208
  - 9.3 实验准备 ..... 213
    - 9.3.1 预习要求 ..... 213
    - 9.3.2 实验设备及工具 ..... 213
  - 9.4 实验任务与步骤 ..... 213
    - 9.4.1 实验任务 ..... 213
    - 9.4.2 实验步骤 ..... 214
  - 9.5 设计指南 ..... 214
    - 9.5.1 多任务实验 ..... 214
    - 9.5.2 时间管理实验 ..... 217
    - 9.5.3 消息邮箱实验 ..... 219
    - 9.5.4 信号量实验 ..... 222
    - 9.5.5 内存管理实验 ..... 224
  - 9.6 思考题 ..... 227

<b>第 10 章</b>	<b><math>\mu</math>C/OS- II 操作系统移植及开发框架</b>	<b>228</b>
10.1	实验目的和要求	228
10.1.1	实验目的	228
10.1.2	实验内容及要求	228
10.1.3	预备知识	229
10.2	实验原理	229
10.2.1	处理器与 $\mu$ C/OS- II 移植	229
10.2.2	$\mu$ C/OS- II 移植的基本步骤	231
10.3	实验准备	232
10.3.1	预习要求	232
10.3.2	实验设备及工具	232
10.4	实验任务与步骤	232
10.4.1	实验任务	232
10.4.2	实验步骤	233
10.5	设计指南	240
10.6	思考题	243
<b>第 11 章</b>	<b>电子点菜器</b>	<b>244</b>
11.1	实验目的和要求	244
11.1.1	实验目的	244
11.1.2	实验内容及要求	244
11.1.3	预备知识	244
11.2	实验原理	244
11.2.1	绘图设备上下文 DC	244
11.2.2	绘图 API 函数	245
11.2.3	消息循环	247
11.3	实验准备	249
11.3.1	预习要求	249
11.3.2	实验设备及工具	249
11.4	实验任务与步骤	249
11.4.1	实验任务	249
11.4.2	实验步骤	249
11.5	设计指南	250
11.5.1	总体设计	250
11.5.2	参考代码及注释	250
11.6	思考题	254

<b>第 12 章 音频播放器</b> .....	255
12.1 实验目的和要求 .....	255
12.1.1 实验目的 .....	255
12.1.2 实验内容及要求 .....	255
12.1.3 预备知识 .....	255
12.2 实验原理 .....	255
12.2.1 模拟音频信号和数字音频信号 .....	255
12.2.2 WAV 格式的音频文件 .....	256
12.2.3 IIS 总线 .....	258
12.2.4 S3C44B0X 中 IIS 总线接口专用寄存器描述 .....	259
12.3 实验准备 .....	261
12.3.1 预习要求 .....	261
12.3.2 实验设备及工具 .....	261
12.4 实验任务与步骤 .....	261
12.4.1 实验任务 .....	261
12.4.2 实验步骤 .....	262
12.5 设计指南 .....	262
12.5.1 目标板初始化 .....	262
12.5.2 音频播放任务 .....	263
12.6 思考题 .....	264
<b>第 13 章 <math>\mu</math>C/OS- II 系统下多任务同步通信实验</b> .....	265
13.1 实验目的和要求 .....	265
13.1.1 实验目的 .....	265
13.1.2 实验内容及要求 .....	265
13.1.3 预备知识 .....	265
13.2 实验原理 .....	265
13.2.1 $\mu$ C/OS- II 介绍 .....	265
13.2.2 互斥条件 .....	269
13.2.3 任务间通信 .....	271
13.2.4 信号量管理 .....	272
13.3 实验准备 .....	272
13.3.1 预习要求 .....	272
13.3.2 实验设备及工具 .....	272
13.4 实验任务与步骤 .....	272
13.4.1 实验任务 .....	272
13.4.2 实验步骤 .....	273
13.5 设计指南 .....	273

13.6	思考题 .....	276
<b>第 14 章</b>	<b>μC/OS-II 系统下驱动程序开发 .....</b>	<b>277</b>
14.1	实验目的和要求 .....	277
14.1.1	实验目的 .....	277
14.1.2	实验内容及要求 .....	277
14.1.3	预备知识 .....	277
14.2	实验原理 .....	278
14.2.1	驱动程序简介 .....	278
14.2.2	驱动程序的开发方法 .....	278
14.2.3	程序与 OS 的通信机制 .....	279
14.3	实验准备 .....	280
14.3.1	预习要求 .....	280
14.3.2	实验设备及工具 .....	280
14.4	实验任务与步骤 .....	280
14.4.1	实验任务 .....	280
14.4.2	实验步骤 .....	281
14.5	设计指南 .....	281
14.5.1	总体设计 .....	281
14.5.2	参考代码及注释 .....	282
14.6	思考题 .....	286
<b>第 15 章</b>	<b>自动浇花系统设计 .....</b>	<b>287</b>
15.1	嵌入式系统开发的模式与流程简介 .....	287
15.1.1	嵌入式系统的软、硬件架构 .....	287
15.1.2	嵌入式系统开发流程 .....	288
15.2	自动浇花系统设计介绍 .....	291
15.2.1	系统需求分析 .....	291
15.2.2	系统体系结构的设计 .....	291
15.3	系统功能仿真 .....	313
15.4	源码 .....	313
15.5	思考题 .....	324
<b>第 16 章</b>	<b>俄罗斯方块游戏设计 .....</b>	<b>325</b>
16.1	设计需求分析 .....	325
16.1.1	硬件平台要求 .....	325
16.1.2	嵌入式实时操作系统 .....	326
16.1.3	应用软件设计要求 .....	326
16.2	概要设计 .....	327

16.2.1	体系结构设计	327
16.2.2	功能层模块	327
16.2.3	绘图 API 数据结构	328
16.2.4	消息循环机制	329
16.3	功能简介	330
16.3.1	功能描述	330
16.3.2	界面说明	330
16.3.3	俄罗斯方块的定义及操作	331
16.3.4	程序处理流程	333
16.3.5	多任务之间的关系	334
16.3.6	关键代码解释	341
16.4	测试	342
16.5	源码	342
16.6	思考题	358
<b>第 17 章</b>	<b>电子记事本及 GPRS 短消息收发系统</b>	<b>359</b>
17.1	背景知识介绍	359
17.1.1	GPRS 简介	359
17.1.2	通信模块的 AT 命令集	363
17.1.3	SMS 短消息发送和接收方式	366
17.1.4	电子记事本	368
17.2	大作业报告模板	369
<b>参考文献</b>		<b>371</b>

嵌入式系统(embedded system)是当今最热门的概念之一,然而到底什么是嵌入式系统呢?什么样的技术可以称之为嵌入式系统技术呢?嵌入式系统的设计方法又是怎样的?通过本章的学习,不仅可以解决以上的问题,还能够对嵌入式系统技术及其应用有一个全面的了解。

## 1.1 嵌入式系统介绍

嵌入式系统诞生于微型机时代,经历了单片机的漫长而又独立的发展道路。目前,嵌入式系统已经广泛应用于各个科技领域和日常生活的每个角落,但由于其本身的特性,常使得人们忽略它的存在。

### 1.1.1 嵌入式系统的概念

嵌入式系统的概念始于20世纪70年代出现的单片机,经过了30多年的发展,已经形成了功能复杂的各种各样的嵌入式系统,包括各种微处理器、微控制器、实时操作系统及其相应的应用系统开发工具。随着计算机技术、网络技术和通信技术的飞速发展,嵌入式系统得到了质的飞跃与发展,各式各样的嵌入式设备已经走进了人们的生活,例如手机、MP3、文曲星、商务通、数字电视、机顶盒等。因为嵌入式系统与传统计算机应用程序的开发模式不同,相应地带来了嵌入式系统开发人员世界范围内的紧缺。嵌入式系统已经成为当今最热门的研究与应用领域之一。

那么嵌入式系统的定义究竟是什么呢?

广义而言,凡是不用于通用目的的可编程计算机设备,就可以算是嵌入式计算机系统。例如,个人计算机(PC)不是一种嵌入式系统,因为它是用于通用目的的系统。而一些电话系统就是采用个人计算机技术建立的嵌入式计算机系统,最典型的嵌入式系统有手机、可视电话等;另外还有一些嵌入式系统采用特殊的微处理器,如传真机、打印机等。

根据英国电机工程师协会所做的定义“嵌入式系统是控制、监视或辅助某个设备、机器甚至工厂运行的设备”,嵌入式系统应该具备以下



4个特性。

- 执行特定的功能。
- 以微处理器与外围设备构成核心。
- 需要严格的时序与稳定性。
- 全自动操作。

由上述特性可知,嵌入式系统是计算机软件与硬件的综合体,整个综合体的设计目的是为了满足不同特殊功能,并应用于各类具体的应用系统中,例如,实验仪器、办公设备、医疗设备,甚至航天设备等。

狭义而言,嵌入式系统是以应用为中心,以计算机技术为基础,并且软硬件可裁剪,适用于应用系统,对功能、可靠性、成本、体积、功耗有严格要求的专用计算机系统,这也是国内已经普遍认同的一个定义。它一般由嵌入式微处理器、外围硬件设备、嵌入式操作系统以及用户的应用程序4个部分组成,用于实现对其他设备的控制、监视或管理等功能。其层次结构如图1.1所示。

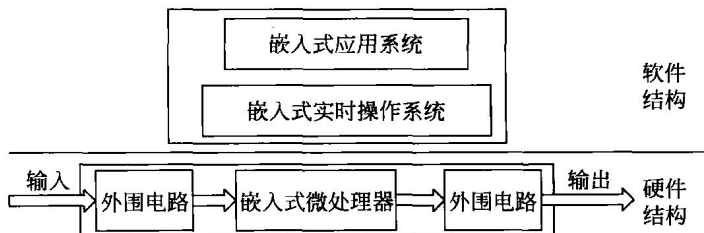


图 1.1 嵌入式系统层次结构图

对嵌入式系统含义的理解因人而异,所以不同的书籍对嵌入式系统的定义也不尽相同,但是基本的思想和理解是相同的。可以从以下几个方面来理解嵌入式系统的含义。

- 嵌入式系统是面向用户、面向产品、面向应用的,必须与具体应用相结合才会具有生命力。正因为与具体应用的紧密结合,嵌入式系统才具有很强的专用性。
- 嵌入式系统将先进的半导体技术、计算机技术和电子技术,以及各个行业的具体应用相结合,是一个技术密集、资金密集、学科交叉和不断创新的知识集成系统。
- 嵌入式系统必须根据应用需要对硬件和软件进行裁剪,以满足应用系统对功能、可靠性、成本、体积和功耗的要求。

### 1.1.2 嵌入式系统的组成

嵌入式系统一般包括硬件和软件两部分。

#### 1. 硬件部分

硬件部分包括处理器/微处理器、存储器及外围器件和 I/O 端口、图形控制器等。

图 1.2 给出了嵌入式系统的硬件组成。其中,嵌入式微处理器是系统的运算核心;存储器(ROM、RAM)用来保存可执行代码,以及中间结果;输入/输出设备完成与系统外部的信息交换;其他部分辅助系统完成功能。