



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



新坐标大学本科电子信息类专业系列教材

微型计算机原理与接口技术

邹逢兴 主编

邹逢兴 陈立刚 李春 编著



清华大学出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



新坐标大学本科电子信息类专业系列教材

微型计算机原理与接口技术

邹逢兴 主编

邹逢兴 陈立刚 李春 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是在《计算机硬件技术基础》的基础上编著出版的“十一五”国家级规划教材。

本书内容的选取以教育部高等学校非计算机专业计算机基础课程教学指导分委员会“十五”期间发布的“白皮书”中关于计算机硬件技术基础的“较高要求”为主要依据,同时充分体现了作者多年来的课程教学改革经验。全书以目前流行的 Pentium 系列 PC 为切入点,首先较系统地介绍了现代高档微机系统及其各大组成部分的硬件结构与工作原理,以及汇编级指令系统和应用编程,然后着重介绍了几种典型的可编程接口芯片和一些常用外设、多媒体设备、模拟 I/O 器件及其接口。

本书非常适合作为电子信息类、自动化类和机电/光电控制类等理工科专业的本科生教材,对其他专业、其他层次的学生和广大从事计算机应用系统研制开发的工程技术人员则是一本很好的、既先进又实用的参考书。

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 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理与接口技术/邹逢兴主编. —北京:清华大学出版社,2007.12
(新坐标大学本科电子信息类专业系列教材)

ISBN 978-7-302-15258-3

I. 微… II. 邹… III. ①微型计算机—理论—高等学校—教材 ②微型计算机—接口—高等学校—教材 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 073447 号

责任编辑:刘 彤 李 晔

责任校对:梁 毅

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

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印 刷 者:三河市春园印刷有限公司

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:31.75 字 数:765 千字

版 次:2007 年 12 月第 1 版 印 次:2007 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:39.80 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:016158-01



编委会名单

顾问(按姓氏音节顺序):

- | | |
|-----|---------------|
| 李衍达 | 清华大学信息科学技术学院 |
| 邬贺铨 | 中国工程院 |
| 姚建铨 | 天津大学激光与光电子研究所 |

主任:

- | | |
|-----|-----------|
| 董在望 | 清华大学电子工程系 |
|-----|-----------|

编委会委员(按姓氏音节顺序):

- | | |
|-----|--------------------|
| 鲍长春 | 北京工业大学电子信息与控制工程学院 |
| 陈 怡 | 东南大学高教所 |
| 戴瑜兴 | 湖南大学电气与信息工程学院 |
| 方达伟 | 中国计量学院信息工程学院 |
| 甘良才 | 武汉大学电子信息学院通信工程系 |
| 郭树旭 | 吉林大学电子科学与工程学院 |
| 胡学钢 | 安徽合肥工业大学计算机与信息学院 |
| 金伟其 | 北京理工大学信息科技学院光电工程系 |
| 孔 力 | 湖北武汉华中科技大学控制系 |
| 刘振安 | 安徽省合肥市中国科学技术大学自动化系 |
| 陆大绘 | 清华大学电子工程系 |
| 马建国 | 西南科技大学信息与控制工程学院 |
| 彭启琮 | 成都电子科技大学通信与信息工程学院 |
| 仇佩亮 | 杭州市浙江大学信电系 |
| 沈伯弘 | 北京大学电子学系 |

童家榕	上海复旦大学信息科学与技术学院微电子研究院
汪一鸣(女)	苏州大学电子信息学院
王福源	郑州大学信息工程学院
王华奎	山西太原理工大学信息与通信工程系
王 瑶(女)	美国纽约 Polytechnic 大学
王毓银	北京联合大学
王子华	上海大学通信学院
吴建华	南昌大学电子信息工程学院
徐金平	东南大学无线电系
阎鸿森	陕西西安交通大学电子与信息工程学院
袁占亭	甘肃工业大学
乐光新	北京邮电大学电信工程学院
翟建设	南京解放军理工大学气象学院 4 系
赵圣之	山东大学信息科学与工程学院
张邦宁	南京解放军理工大学通信工程学院无线通信系
张宏科	北京交通大学电子信息工程学院
张 泽	内蒙古大学自动化系
郑宝玉	南京邮电学院
郑继禹	桂林电子工业学院二系
周 杰	清华大学自动化系
朱茂镒	北京信息工程学院



序言

“新坐标大学本科电子信息类专业系列教材”是清华大学出版社“新坐标高等理工教材与教学资源体系创新与服务计划”的一个重要项目。进入 21 世纪以来,信息技术和产业迅速发展,加速了技术进步和市场的拓展,对人才的需求出现了层次化和多样化的变化,这个变化必然反映到高等学校的定位和教学要求中,也必然反映到对适用教材的需求。本项目是针对这种需求,为培养层次化和多样化的电子信息类人才提供系列教材。

“新坐标大学本科电子信息类专业系列教材”面向全国教学研究和教学主导型普通高等学校电子信息类专业的本科教学,覆盖专业基础课和专业课,体现培养知识面宽、知识结构新、适应性强、动手能力强的人才的需要。编写的基本指导思想可概括为:

1. 教材的类型、选题和大纲的确定尽可能符合教学需要,以提高适用性。教材类型初步确定为专业基础课和专业课,专业基础课拟按电子信息大类编写,以体现宽口径;专业课包括本专业和非本专业两种,以利于兼顾专业能力的培养与扩展知识面的需要。选题首先从目前没有或虽有但不符合教学要求的教材开始,逐步扩大。

2. 重视基础知识和基础知识的提炼与更新,反映技术发展的现状和趋势,让学生既有扎实的基础,又了解科学技术发展的现状。

3. 重视工程性内容的引入,理论和实际相结合,培养学生的工程概念和能力。工程教育是多方面的,从教材的角度,要充分利用计算机的普及和多媒体手段的发展,为学生建立工程概念、进行工程实验和设计训练提供条件。

4. 将分析和设计工具与教材内容有机结合,培养学生使用工具的能力。

5. 教材的结构上要符合学生的认识规律,由浅入深,由特殊到一般。叙述上要易读易懂,适合自学。配合教材出版多种形式的教学辅助资料,包括教师手册、学生手册、习题集和习题解答、电子课件等。

本系列教材已经陆续出版了,希望能被更多的教师和学生使用,并热忱地期望将使用中发现的问题和改进的建议告诉我们,通过作者和读者之间的互动,必然会形成一批精品教材,为我国的高等教育作出贡献。欢迎对编委会的工作提出宝贵意见。



前言

本书最初是以“九五”期间本人编著的国家教委工科计算机基础课程统编示范性教材《计算机硬件技术基础》为基础,依据教育部高等学校非计算机专业计算机基础课程“教指委”“十五”期间发布的“白皮书”中关于计算机硬件技术基础的“较高要求”,作为清华大学出版社“新坐标大学本科电子信息类专业系列教材”的项目之一而编写的。在即将出版时,以本书稿做成的讲义,申报“十一五”国家级规划教材获得评审通过,于是我们又对它进行了再次修改。

本书编写的主要指导思想之一,是更好地处理先进性和教学适用性的关系,既尽量反映国内外计算机系统及其接口技术发展的最新水平与趋势,又重视遵循教学规律,更好地体现“基础性、系统性、实用性和先进性”的统一;主要指导思想之二,是努力体现素质教育与创新教育的思想,注重理论与实践的结合,原理、技术与应用的结合,硬件与软件的结合,将大量科研经验和应用实例融会于基础知识说明中,以更好地支持案例教学,培养和开发学生的创新思维和分析解决实际问题的能力;主要指导思想之三,是紧紧抓住非计算机专业人员学习计算机的目的是为了应用这一特点,坚持“淡内强外”的原则,即无论对微型计算机还是各种外围芯片、外部设备,都应适当淡化内部原理,而强化外部接口及应用,着重介绍外设、外围芯片与 CPU 的接口原理、方法,以及如何根据应用需要选择可编程接口芯片的工作方式和编写接口驱动程序。总之,在编写过程中认真贯彻了我们在多年教学改革和教学实践中形成的“围绕一条主线(以微型计算机系统及其各大组成部分的硬件结构及工作原理为主线),突出两个结合(硬件与软件结合,理论与实践结合),狠抓三个基本(基本概念、基本原理、基本技能),坚持淡内强外(淡化内部原理,强化外部接口及应用),锐意改革创新,注重教学实效”的课程教学理念。

本书以目前流行的 Pentium 系列 PC 为切入点,介绍现代高档微机系统的硬件结构及其蕴涵的先进计算机技术,旨在体现整体内容的先进性和实用性。但是,由于 Pentium 系列 PC 毕竟是在 8086 PC 的基础上一步步发展而来的,所以 Pentium 系列处理器与其前辈处理器一样,均内含一种 8086 实地址操作模式,从而向上保持了与 8086 处理器的兼容性,以此为核心构建的各类 Pentium 系列 PC 也一如既往地

遵循了 PC/AT 时代形成的 AT 技术标准,因此在介绍计算机各大组成部分原理与接口技术时,实际上仍主要基于 8086 CPU 和 PC/AT 进行。如指令系统,仍主要讲述整数运算指令,而基本不讲浮点运算指令;可编程接口芯片,仍只讲 8259、8255、8254、8250 等 PC/AT 中看得见、摸得着的芯片,而不讲将它们甚至更多功能集于一身的更大规模集成芯片。我们认为,这样处理可能更有利于阐明计算机基本工作原理和基本接口方法,使学生更快更好地掌握计算机及其应用技术精髓,从而更符合非计算机专业计算机教育教学的规律。

本书是在原全国统编教材《计算机硬件技术基础》的基础上改写而成的。邹逢兴任主编,提出了全书编写指导思想和三级目录。全书共分 10 章,第 1 章介绍微机系统基本组成原理;第 2~6 章分别介绍微机四大组成部分——微处理器、存储器、I/O 接口和总线,以及指令系统及应用编程;第 7 章介绍几种典型可编程接口芯片;第 8~10 章则分别介绍常用外设、模拟器件、多媒体设备及其接口。其中第 1 章、第 6 章、第 9 章和第 10 章由邹逢兴编写,第 2~5 章由陈立刚编写,第 7 章和第 8 章由邹逢兴和李春一起编写,全书由邹逢兴统稿。全书编写过程中,得到本单位胡德文、郑志强、李云钢、李杰、徐晓红、李治斌、薛小波、滕秀梅、李红等同事的大力支持和帮助;本书从策划立项到编辑出版,中国科学技术大学的刘振安教授和清华大学出版社的有关人员付出了大量心血。在此,对他们一并表示衷心感谢!

书中错误之处,敬请读者、专家及时指正。

邹逢兴

2007 年 1 月于国防科大



目 录

第 1 章 微型计算机系统基本组成原理	1
1.1 微型计算机系统组成结构	1
1.1.1 总的系统结构	1
1.1.2 各大组成部分概述	2
1.2 微型计算机的算术运算基础	6
1.2.1 计算机中数的表示方法	6
1.2.2 计算机中有符号数的运算	12
1.2.3 计算机中无符号数的运算	14
1.2.4 计算机中的乘除法运算	16
1.3 微型计算机基本工作原理	17
1.3.1 计算机工作的实质	17
1.3.2 指令与程序的概念	17
1.3.3 指令与程序的执行过程	18
1.4 目前主流微机系统的硬件配置与主板结构	20
1.4.1 主流系统配置	20
1.4.2 主板结构及其芯片组	21
1.5 微机系统的性能指标和专业术语	28
1.5.1 主要性能指标	28
1.5.2 常用专业技术术语	29
思考题与习题 1	32
第 2 章 微处理器和指令系统	35
2.1 Intel 系列微处理器概述	35
2.2 8086/8088 微处理器	37
2.2.1 内部结构	38
2.2.2 指令流水线和存储器分段管理机制	39
2.3 Pentium 微处理器	41
2.3.1 内部结构与外部引脚	41
2.3.2 内部寄存器	46
2.3.3 Pentium 的工作方式	55

2.4	Pentium 微处理器指令系统	57
2.4.1	基本数据类型	57
2.4.2	操作数寻址方式	59
2.4.3	Pentium 指令系统概述	66
2.4.4	数据传送类指令	68
2.4.5	算术运算类指令	76
2.4.6	逻辑运算和移位指令	84
2.4.7	串操作类指令	89
2.4.8	控制转移类指令	93
2.4.9	其他指令	100
	思考题与习题 2	104
第 3 章	汇编语言及编程	112
3.1	汇编语言程序结构与汇编语句	113
3.1.1	源程序结构	113
3.1.2	汇编语言的语句	115
3.2	伪指令语句	121
3.2.1	程序结构伪指令语句	121
3.2.2	符号定义伪指令	126
3.2.3	数据定义伪指令	127
3.2.4	过程与宏定义伪指令	129
3.2.5	其他伪指令	131
3.3	汇编语言编程环境	134
3.3.1	源程序编辑	135
3.3.2	源程序汇编	136
3.3.3	目标文件连接	137
3.3.4	调试与运行	139
3.4	DOS/BIOS 功能调用	142
3.4.1	概述	142
3.4.2	DOS 功能调用	143
3.4.3	BIOS 功能调用	144
3.5	三种基本结构程序的设计	146
3.5.1	顺序结构程序设计	146
3.5.2	分支结构程序设计	147
3.5.3	循环结构程序设计	151
3.6	子程序设计及调用	157
3.6.1	主程序与子程序的接口	158
3.6.2	主程序与子程序间的参数传递	158

3.7 实用程序设计举例	162
思考题与习题 3	174
第 4 章 总线和总线技术	178
4.1 总线与总线操作	178
4.1.1 总线及总线信号分类	178
4.1.2 总线操作及控制	179
4.1.3 总线的主要性能指标	180
4.2 总线操作控制	181
4.2.1 总线仲裁控制	181
4.2.2 总线握手控制	183
4.2.3 Pentium 处理器的总线操作时序	186
4.3 目前主流微机系统中的常用总线标准	189
4.3.1 标准总线概述	189
4.3.2 ISA 总线	190
4.3.3 PCI 总线	192
4.3.4 USB 总线	196
4.3.5 IEEE 1394 总线	200
4.3.6 SCSI 总线	203
4.3.7 AGP 总线	206
思考题与习题 4	208
第 5 章 存储器	210
5.1 现代高档微机系统的存储器体系结构	210
5.1.1 分级存储器结构	210
5.1.2 虚拟存储器结构	212
5.2 半导体存储器的分类与选用原则	212
5.2.1 半导体存储器的分类	212
5.2.2 半导体存储器的选用原则	213
5.3 存储器芯片与存储条的接口特性	214
5.3.1 各类存储器芯片的接口共性	214
5.3.2 DRAM 芯片与存储条的接口特性	217
5.4 主存储器系统的构成原理	220
5.4.1 存储器结构的确定	221
5.4.2 存储器芯片的选配	222
5.4.3 存储器接口的设计	224
5.5 高速缓冲存储器基本原理	228
5.5.1 cache 的基本结构和工作原理	229
5.5.2 cache 与内存的映像关系	230

5.5.3	cache 的读/写操作	231
5.6	外存储器	231
5.6.1	硬盘	232
5.6.2	移动硬盘	236
5.6.3	U 盘	237
5.7	虚拟存储器管理机制	238
5.7.1	分段分页管理机制	239
5.7.2	虚拟地址向物理地址的转换原理	240
5.7.3	保护机制	242
	思考题与习题 5	243
第 6 章	I/O 接口	247
6.1	I/O 接口的基本功能与结构	247
6.1.1	接口的基本功能	248
6.1.2	接口的基本结构和典型结构	248
6.2	I/O 端口的编址方式	250
6.2.1	存储器映像方式	250
6.2.2	隔离 I/O 方式	250
6.2.3	Intel 系列处理器 I/O 编址方式	251
6.3	I/O 同步控制方式	254
6.3.1	程序查询式控制	255
6.3.2	中断驱动式控制	257
6.3.3	DMA 式控制	258
6.3.4	延时等待式控制	259
6.4	I/O 接口中的中断技术	259
6.4.1	中断的基本概念与分类	259
6.4.2	中断优先级与中断嵌套	261
6.4.3	中断响应条件	262
6.4.4	中断服务判决	262
6.4.5	中断处理过程	265
6.5	I/O 接口中的 DMA 技术	266
6.5.1	DMA 操作的一般过程	266
6.5.2	DMA 操作控制器	268
6.6	I/O 接口中的数据缓存技术	270
6.6.1	单级数据缓存器	270
6.6.2	FIFO 多级数据缓存器	271
6.6.3	双口 SRAM 批量数据缓存器	273
6.7	接口的分类	274
6.7.1	不同外设性质的接口	274

6.7.2	并行与串行接口	275
6.7.3	可编程与不可编程接口	275
	思考题与习题 6	276
第 7 章	典型可编程接口芯片及应用	279
7.1	可编程中断控制器芯片 8259	279
7.1.1	基本功能	279
7.1.2	内部结构与外部引脚	280
7.1.3	中断工作过程	282
7.1.4	端口寻址与读/写控制	283
7.1.5	命令字格式与编程	284
7.1.6	8259 在 PC 系列机中断系统中的应用	294
7.2	可编程定时器/计数器芯片 8254	297
7.2.1	基本功能	297
7.2.2	内部结构与外部引脚	297
7.2.3	端口寻址与读/写控制	299
7.2.4	6 种工作方式	300
7.2.5	应用编程	305
7.2.6	8254 在 PC 系列机定时系统中的应用	310
7.3	可编程并行接口芯片 8255	314
7.3.1	基本功能	314
7.3.2	内部结构与外部引脚	314
7.3.3	端口寻址与读/写控制	316
7.3.4	控制字格式与编程	316
7.3.5	三种工作方式	318
7.4	可编程串行接口芯片 INS 8250	327
7.4.1	基本功能	327
7.4.2	内部结构与外部引脚	327
7.4.3	端口寻址与读/写控制	330
7.4.4	初始化与应用编程	331
7.4.5	8250 在 PC 系列机串行接口中的应用	336
7.5	可编程 DMA 控制器芯片 8237	342
7.5.1	基本功能	342
7.5.2	内部结构与外部引脚	343
7.5.3	端口寻址与读/写控制	351
7.5.4	初始化编程	352
7.5.5	8237 在 PC 系列机中的应用	353
	思考题与习题 7	359

第 8 章 常用交互设备及接口	365
8.1 键盘及其接口	365
8.1.1 键盘概述	365
8.1.2 非编码键盘的接口功能	366
8.1.3 行/列扫描式键盘接口方法	367
8.1.4 PC 系列机键盘及接口	369
8.2 显示器及其接口	371
8.2.1 显示器概述	371
8.2.2 显示器一般接口方法	372
8.2.3 PC 系列机显示适配器	374
8.3 打印机及其接口	377
8.3.1 打印机及其控制原理	377
8.3.2 Centronics 并行接口标准	379
8.3.3 并行打印机接口方法	380
8.4 鼠标器及其接口	383
8.4.1 鼠标器概述	383
8.4.2 鼠标器接口	385
8.5 扫描仪及其接口	386
8.5.1 扫描仪概述	386
8.5.2 扫描仪接口	389
8.6 网络接入设备及其接口	390
8.6.1 一般局域网适配器——网卡	390
8.6.2 一般广域网适配器——调制解调器	392
思考题与习题 8	396
第 9 章 模拟 I/O 器件及接口	400
9.1 D/A 与 A/D 转换器原理	401
9.1.1 D/A 转换器原理	401
9.1.2 A/D 转换器原理	404
9.1.3 D/A、A/D 转换器主要性能指标	407
9.2 典型 D/A 与 A/D 转换器集成芯片	410
9.2.1 典型 D/A 转换器芯片	410
9.2.2 典型 A/D 转换器芯片	415
9.3 D/A、A/D 转换器与 MPU 的接口	423
9.3.1 DAC 芯片与 MPU 的接口技术	423
9.3.2 ADC 芯片与 MPU 的接口技术	426
9.4 模拟 I/O 通道	431
9.4.1 模拟输入通道的结构形式	431

9.4.2 模拟输出通道的结构形式	434
9.4.3 模拟多路开关与采样保持器	437
思考题与习题 9	444
第 10 章 多媒体设备及接口	447
10.1 多媒体计算机系统概述	447
10.1.1 多媒体和多媒体技术	447
10.1.2 多媒体计算机系统及其基本组成	449
10.1.3 典型多媒体计算机系统	450
10.2 音频设备及其接口	453
10.2.1 主要音频设备	453
10.2.2 音频接口一般原理	453
10.2.3 目前流行声卡的功能、结构及性能	456
10.3 视频设备及其接口	462
10.3.1 视频概述	462
10.3.2 主要视频设备	464
10.3.3 视频接口一般原理	464
10.3.4 目前流行视频卡的功能、结构及性能	470
10.4 光盘存储器及其接口	476
10.4.1 光盘存储器及其分类	476
10.4.2 光驱的组成结构及工作原理	479
10.4.3 光驱的性能指标	482
10.4.4 光驱的接口	484
思考题与习题 10	485
参考文献	487



微型计算机系统基本组成原理

1.1 微型计算机系统组成结构

1.1.1 总的系统结构

目前的各种微型计算机(microcomputer,简称微机)系统,无论是简单的单片机、单板机系统,还是较复杂的个人计算机(PC)系统,以至超级微机和微巨机系统,从体系结构来看,采用的基本上是计算机系统的经典结构——冯·诺依曼结构。这种结构的特点是:

(1) 计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备 5 大部分组成。

(2) 数据和程序以二进制代码形式不加区别地存放在存储器中,存放位置由地址决定,地址码也为二进制形式。

(3) 控制器根据存放在存储器中的指令序列即程序工作,并由一个程序计数器(即指令地址计数器)控制指令的执行。控制器具有判断能力,能根据计算结果选择不同的动作流程。

由此可见,任何一个微机系统都是由硬件和软件(程序)两大部分组成的,其中硬件又由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备 5 部分组成。图 1.1 给出了具有这种结构特点的微机典型硬件组成框图。微处理器(MPU)中包含了上述的运算器和控制器, RAM 和

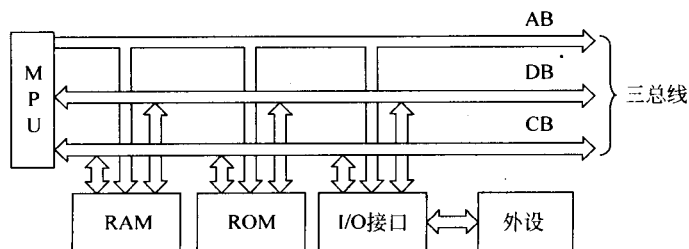


图 1.1 微机系统的结构框图

ROM 为存储器, I/O 外设及接口是输入输出设备的总称, 各组成部分之间通过地址总线 AB、数据总线(DB)、控制总线(CB)联系在一起。

有时也将微机系统的这种结构称为三总线结构, 简称总线结构。采用总线结构, 可使微机的系统构造比较方便, 并且具有更大的灵活性和更好的可扩展性、可维修性。

实际上, 根据总线组织方法的不同, 又可把总线结构分为单总线结构、双总线结构和多级总线结构 3 类, 其中双总线结构又有面向 CPU 和面向存储器之分。各类总线结构各有其优缺点。早期的微机系统基本上是采用单总线结构, 目前的高档微机系统特别是工作站多采用多级总线结构。

1.1.2 各大组成部分概述

微机系统的硬件组成结构中, 去除外设的部分称为微机。可见, 微机的主要组成部分有微处理器(MPU)、存储器、I/O 设备接口和总线。

1. 微处理器(MPU)

微处理器是微机的运算和指挥控制中心。不同型号的微机, 其性能差别首先在于微处理器性能的不同, 而微处理器性能又与它的内部结构、硬件配置有关。每种微处理器有其特有的指令系统。但无论哪种微处理器, 其内部基本结构总是相同的, 都有控制器、运算器和内部总线及缓冲器 3 大部分, 每部分又各由一些基本逻辑部件组成, 如图 1.2 所示。该图所示的结构以单总线为基础, 其各基本部件的功能如下所述。

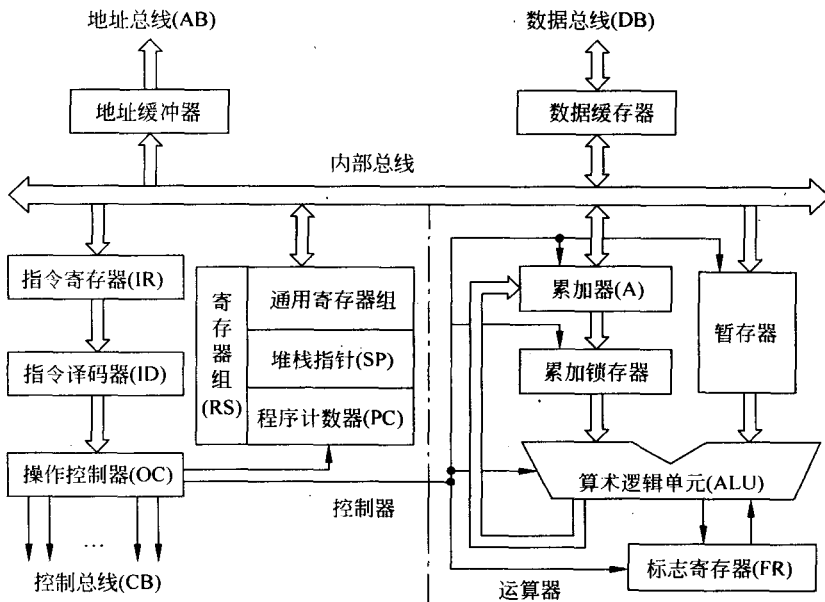


图 1.2 微处理器典型结构示意图

1) 算术逻辑单元(arithmetic logic unit, ALU)

ALU 是运算器的核心。它是以全加器为基础, 辅以移位寄存器及相应控制逻辑组合