



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



2008年度普通高等教育精品教材

21世纪高等学校计算机类专业规划教材

微型计算机原理

(第三版)

王忠民 王珏 王晓婕 主编◎
王忠民 王珏 王晓婕 编著◎

WEIXINGJISUANJIYUANLI



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

2008 年度普通高等教育精品教材

21 世纪高等学校计算机类专业规划教材

微型计算机原理

(第三版)

王忠民 主编

王忠民 王 钰 王晓婕 编著

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书结合大量实例,全面、系统、深入地介绍了微型计算机的工作原理、汇编语言程序设计以及常用可编程接口芯片的工作原理与应用技术。

全书共8章,内容包括:微型计算机系统导论,计算机中的数制和编码,80x86微处理器,80x86指令系统,汇编语言程序设计,半导体存储器,输入/输出与中断,可编程接口芯片及应用等。每章开始给出本章的主要内容、重点难点以及本章内容在整个课程中所处的地位,每章后给出本章小结和习题。为了便于组织教学和自学,本书配有多媒体CAI教学光盘和实验指导书。

本书结构合理,实例丰富,深入浅出,文笔流畅,既可作为高等院校计算机及相关专业“微型计算机原理”课程的教材及成人高等教育的教材,也可供广大从事计算机软、硬件开发的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理 / 王忠民主编. —3版.

—西安:西安电子科技大学出版社,2015.12

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-5606-3919-2

I. ① 微… II. ① 王… III. ① 微型计算机—高等学校—教材 IV. ① TP36

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第266411号

策 划 马武装

责任编辑 雷鸿俊

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2015年12月第3版 2015年12月第16次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印 张 22

字 数 517千字

印 数 82 001~88 000册

定 价 38.00元

ISBN 978-7-5606-3919-2/TP

XDUP 4211003-16

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

序

第三次全国教育工作会议以来,我国高等教育得到空前规模的发展。经过高校布局和结构的调整,各个学校的新专业均有所增加,招生规模也迅速扩大。为了适应社会对“大专业、宽口径”人才的需求,各学校对专业进行了调整和合并,拓宽专业面,相应的教学计划、大纲也都有了较大的变化。特别是进入21世纪以来,信息产业发展迅速,技术更新加快。面对这样的发展形势,原有的计算机、信息工程两个专业的传统教材已很难适应高等教育的需要,作为教学改革的重要组成部分,教材的更新和建设迫在眉睫。为此,西安电子科技大学出版社聘请南京邮电学院、西安邮电学院、重庆邮电学院、吉林大学、杭州电子工业学院、桂林电子工业学院、北京信息工程学院、深圳大学、解放军电子工程学院等10余所国内电子信息类专业知名院校长期在教学科研第一线工作的专家教授,组成了高等学校计算机、信息工程类专业系列教材编审专家委员会,并且面向全国进行系列教材编写招标。该委员会依据教育部有关文件及规定对这两大类专业教学计划和课程大纲,对目前本科教育的发展变化和相应系列教材应具有的特色和定位,以及如何适应各类院校的教学需求等,进行了反复研究、充分讨论,并对投标教材进行了认真评审,筛选并确定了高等学校计算机、信息工程类专业系列教材的作者及审稿人。

审定并组织出版这套教材的基本指导思想是力求精品、力求创新、好中选优、以质取胜。教材内容要反映21世纪信息科学技术的发展,体现专业课内容更新快的要求;编写上要具有一定的弹性和可调性,以适合多数学校使用;体系上要有所创新,突出工程技术型人才培养的特点,面向国民经济对工程技术人才的需求,强调培养学生较系统地掌握本学科专业必需的基础知识和基本理论,有较强的本专业的基本技能、方法和相关知识,培养学生具有从事实际工程的研发能力。在作者的遴选上,强调作者应在教学、科研第一线长期工作,有较高的学术水平和丰富的教材编写经验;教材在体系和篇幅上符合各学校的教学计划要求。

相信这套精心策划、精心编审、精心出版的系列教材会成为精品教材,得到各院校的认可,对于新世纪高等学校教学改革和教材建设起到积极的推动作用。

系列教材编委会

高等学校计算机、信息工程类专业 规划教材编审专家委员会

主任：杨震（南京邮电大学校长、教授）

副主任：张德民（重庆邮电大学通信与信息工程学院院长、教授）

韩俊刚（西安邮电学院计算机系主任、教授）

计算机组

组长：韩俊刚（兼）

成员：（按姓氏笔画排列）

王小民（深圳大学信息工程学院计算机系主任、教授）

王小华（杭州电子科技大学计算机学院教授）

孙力娟（南京邮电大学计算机学院院长、教授）

李秉智（重庆邮电大学计算机学院教授）

孟庆昌（北京信息科技大学教授）

周娅（桂林电子科技大学计算机学院副教授）

张长海（吉林大学计算机科学与技术学院副院长、教授）

信息工程组

组长：张德民（兼）

成员：（按姓氏笔画排列）

王晖（深圳大学信息工程学院电子工程系主任、教授）

胡建萍（杭州电子科技大学信息工程学院院长、教授）

徐祎（解放军电子工程学院电子技术教研室主任、副教授）

唐宁（桂林电子科技大学通信与信息工程学院教授）

章坚武（杭州电子科技大学通信学院副院长、教授）

康健（吉林大学通信工程学院副院长、教授）

蒋国平（南京邮电大学自动化学院院长、教授）

总策划：梁家新

策划：马乐惠 云立实 马武装 马晓娟

电子教案：马武装

前 言

“微型计算机原理”对各工科专业学生来说是一门非常重要的计算机基础课，尤其是近年来物联网、互联网+等国家产业发展战略的提出，对学生掌握在本专业领域从事计算机应用系统开发的能力提出了更高的要求。本书是为了满足高等院校各专业本科生掌握计算机应用开发能力而编写的，自出版以来已经过一次再版和多次重印。第一版获陕西省普通高等学校优秀教材二等奖，获第七届全国高校出版社优秀畅销书二等奖。第二版为普通高等教育“十一五”国家级规划教材，评为普通高等教育国家级精品教材。本书自出版以来，得到了国内很多兄弟院校同行的关注，提出了很好的意见和建议，在此对各位老师和读者的关注与支持表示衷心的感谢。

计算机技术发展日新月异，不同厂家生产不同型号的微处理器，同一厂家的微处理器也在不断地更新换代，作为介绍计算机工作原理的教材，需要在有限的时间内把基本问题描述清楚，因此，本次再版仍然选用 80x86 系列 CPU 作为对象进行分析和描述，通过相对比较简单但又非常典型的 8086/8088 CPU 的学习，使学生触类旁通，为以后进一步学习和使用单片机、嵌入式系统等打下坚实的基础。

“微型计算机原理”课程的目的是使学生搞清楚计算机基本概念和基本工作原理，重点培养学生的工程思维能力和利用所学的知识开发具体的计算机系统应用的能力。因此，本次再版遵循以下修订原则：仍然选择 8086/8088 CPU 作为学习对象，基本架构和主要内容保持不变；对近年来在教学过程中反映出来的学生不易理解的概念或原理，通过例题或图表来说明；随着技术的发展，有些内容已经有些过时或不准确，对个别章节的内容进行了修订和完善，对不准确的提法进行了更正；增加和修订了部分例题，注重学生实际应用能力的培养。

通过多年来的建设，作者所承担的“微型计算机原理”课程先后获得“教育部-英特尔”精品课程、陕西省精品课程、双语教学示范课程及精品资源共享课程等荣誉。我们还开发了与课程配套的 PPT 电子教案和 Flash 多媒体 CAI 课件等教学资源，有需要的老师或读者可以直接从课程教学网站(<http://cs.xiyou.edu.cn:84/wjyl/>)上下载，也可以与作者联系(E-mail: zmwang@xupt.edu.cn)。继续真诚欢迎各位同仁和读者对书中存在的疏漏给予批评指正。

作 者

2015 年 7 月于西安

第二版前言

《微型计算机原理》第一版自 2003 年 7 月由西安电子科技大学出版社出版以来，得到了国内很多兄弟院校同行及广大读者的认可，在此对各位老师和读者对本书的关注与支持表示衷心的感谢。本书第一版 2005 年荣获陕西省普通高等学校优秀教材二等奖，2006 年荣获第七届全国高校出版社优秀畅销书二等奖。

根据作者近年来使用本书的体会以及同行老师和读者反馈的意见，考虑到目前社会对电子信息类应用型人才实践动手能力的要求，同时为了完成教育部“十一五”国家级规划教材的编写任务，我们在保持原书第一版基本风格不变的前提下，对部分章节内容进行了补充完善。

实践动手能力是电子信息类应用型人才必须具备的基本素质。传统的重知识传授、轻能力培养，重课堂教学、轻实践教学的培养模式已经不能满足社会对应用型人才的需求。

“微型计算机原理”是工科各专业尤其是电子信息类各专业学生学习后续课程的基础，是一门实践性很强的课程。为了更好地满足教学需要，本次再版我们在注意讲清基本原理、基本概念的基础上，特别注重了例题的选择与讲解，适当增加了例题的数量，以期达到对汇编语言编程能力及微机接口系统设计能力的培养目标，为后续相关专业课程的学习打下坚实的基础。

此外，在保持内容不做大的改动的前提下，我们对书中部分章节的结构进行了适当调整，以使其结构更加清晰、合理。为了方便教学工作和读者自学，我们在原有的电子教案的基础上，开发了 PPT 电子教案和 Flash 多媒体 CAI 课件，出版了与本书配套的《〈微型计算机原理〉学习与实验指导》。需要电子教案和 CAI 课件的读者可以直接与出版社联系，也可以与作者联系(E-mail: zmwang@xidian.edu.cn)。

由于作者水平所限，书中疏漏与不足之处在所难免，欢迎各位读者及同行批评指正。

作者

2007 年 5 月于西安

第一版前言

本书是根据作者多年从事计算机软、硬件开发和教学实践经验，为满足高等院校电类各专业本科生“微型计算机原理”课程教学而编写的。

全书共分为 8 章。第 1 章微型计算机系统导论，通过一个模型机介绍了计算机的五大组成部件、三总线结构及计算机工作过程，以期使读者建立计算机整机概念，为后续章节学习打下基础；第 2 章计算机中的数制和编码，介绍计算机中的数制及其相互转换，带符号数的表示方法，十进制数的二进制编码(BCD 码)以及字符的 ASCII 编码等；第 3 章 80x86 微处理器，重点介绍 8086/8088 CPU 的内部结构、寄存器结构、引脚功能以及存储器管理等，并对具有代表性的 Intel 主流 CPU 系列的最新技术做了适当介绍；第 4 章 80x86 指令系统，在简要介绍 80x86 指令格式后重点介绍操作数和转移地址的寻址方式以及 80x86 指令系统；第 5 章汇编语言程序设计，以 Microsoft 公司的宏汇编程序 MASM 为背景，介绍面向 80x86 的汇编语言程序设计方法；第 6 章半导体存储器，在简要介绍半导体存储器的分类和基本存储单元电路的基础上，重点介绍常用的几种典型存储器芯片及其与 CPU 之间的连接与扩展问题，并对目前广泛应用的几种新型存储器芯片做了简要介绍；第 7 章输入/输出与中断，介绍输入/输出接口的基本概念，CPU 与外设间数据传送的方式，重点介绍中断传送方式及其相关技术；第 8 章可编程接口芯片及应用，介绍与 80x86 系列微处理器配套使用的通用可编程接口芯片的原理及应用技术。

为了便于组织教学和自学，本书在结构上特别注意既便于教师的课堂教学，又便于学生自学。全书结构合理，注重应用，实例丰富，叙述上力求深入浅出；每章开始给出本章的主要内容、重点难点以及本章内容在整个课程中所处的地位；对易犯错误或重点内容书中都给予了特别强调；每章后给出本章小结和大量经过精心准备的练习题；本书还配有多媒体 CAI 教学光盘和实验指导书。

由于本课程的实践性很强，在教学中应特别注意加强实践教学环节，通过大量的上机实践，使学生真正掌握微型计算机的工作原理、汇编语言程序设计方法以及接口电路设计技术等内容，培养学生初步具备软、硬件方面的实际开发能力。

本书第 1 章、第 2 章、第 3 章以及第 8 章由王忠民编写，第 4 章和第 5 章由王钰编写，第 6 章和第 7 章由王晓婕编写。王忠民担任主编并负责本书大纲拟订与统稿工作。

本书的编写得到了西安邮电学院韩俊刚教授、赵亚婉教授的关心，正是由于他们的指导、帮助和大力支持，才使本书得以顺利完成并交付出版。

由于作者水平所限，书中难免存在一些不足与疏漏之处，恳请读者不吝指正。

编者

2003 年 3 月

目 录

第 1 章 微型计算机系统导论	1	习题	31
1.1 引言	1	第 3 章 80x86 微处理器	33
1.2 计算机的发展概况	2	3.1 80x86 微处理器简介	33
1.3 微型计算机硬件系统	3	3.2 8086/8088 微处理器	35
1.3.1 基于总线的微型计算机硬件系统	4	3.2.1 8086/8088 内部结构	35
1.3.2 微处理器	5	3.2.2 8086/8088 寄存器结构	38
1.3.3 存储器	7	3.2.3 总线周期的概念	42
1.3.4 I/O 接口与输入/输出设备	9	3.2.4 8086/8088 引脚及其功能	43
1.4 微型计算机软件系统	9	3.3 8086/8088 存储器和 I/O 组织	50
1.4.1 系统软件	9	3.3.1 8086/8088 存储器	50
1.4.2 用户(应用)软件	10	3.3.2 8086/8088 的 I/O 组织	55
1.5 微型计算机的工作过程	10	3.3.3 8086 微处理器时序	56
本章小结	13	3.4 从 80286 到 Pentium 系列的技术发展	59
习题	14	3.4.1 80x86 寄存器组	59
第 2 章 计算机中的数制和编码	15	3.4.2 80x86 存储器管理	61
2.1 无符号数的表示及运算	15	3.4.3 80286 微处理器	71
2.1.1 无符号数的表示方法	15	3.4.4 80386 微处理器	74
2.1.2 各种数制的相互转换	17	3.4.5 80486 微处理器	79
2.1.3 二进制数的运算	18	3.4.6 Pentium 系列微处理器	82
2.2 带符号数的表示及运算	19	本章小结	86
2.2.1 机器数与真值	19	习题	88
2.2.2 机器数的表示方法	19	第 4 章 80x86 指令系统	89
2.2.3 真值与机器数之间的转换	21	4.1 8086/8088 指令格式	89
2.2.4 补码的加减运算	22	4.2 8086/8088 指令的寻址方式	91
2.2.5 溢出及其判断方法	25	4.2.1 操作数的种类	91
2.3 信息的编码	26	4.2.2 寻址方式	92
2.3.1 二进制编码的十进制数 (BCD 编码)	26	4.3 8086/8088 指令系统	100
2.3.2 ASCII 字符编码	28	4.3.1 数据传送指令	100
2.4 数的定点与浮点表示法	29	4.3.2 算术运算指令	106
2.4.1 定点表示	29	4.3.3 位操作指令	123
2.4.2 浮点表示	30	4.3.4 串操作指令	131
本章小结	31	4.3.5 控制转移指令	137
		4.3.6 处理器控制指令	146

4.4 80x86/Pentium 指令系统.....	148	习题.....	216
4.4.1 80x86 寻址方式.....	148	第 6 章 半导体存储器	219
4.4.2 80286 增强与增加的指令.....	149	6.1 概述.....	219
4.4.3 80386/80486 增强与增加的指令.....	153	6.1.1 存储器的分类.....	219
4.4.4 Pentium 系列处理器增加的指令.....	157	6.1.2 半导体存储器的分类.....	219
本章小结.....	158	6.1.3 半导体存储器的主要技术指标.....	220
习题.....	159	6.1.4 半导体存储器芯片的基本结构.....	221
第 5 章 汇编语言程序设计	163	6.2 典型半导体存储器介绍.....	224
5.1 汇编语言的基本概念.....	163	6.2.1 静态随机读写存储器(SRAM).....	224
5.1.1 汇编语言源程序的格式.....	164	6.2.2 动态随机读写存储器(DRAM).....	225
5.1.2 汇编语言上机过程.....	170	6.2.3 掩膜式只读存储器(MROM).....	226
5.1.3 汇编语言程序和 DOS 操作系统		6.2.4 可编程只读存储器(PROM).....	229
的接口.....	174	6.2.5 可擦除的可编程只读存储器	
5.2 伪指令语句.....	176	(EPROM、E ² PROM).....	230
5.2.1 数据定义伪指令.....	176	6.2.6 闪速存储器(Flash Memory).....	234
5.2.2 符号定义伪指令.....	179	6.3 存储器系统设计.....	234
5.2.3 段定义伪指令.....	180	6.3.1 存储芯片的扩展.....	234
5.2.4 过程定义伪指令.....	184	6.3.2 存储器与 CPU 的连接.....	237
5.2.5 模块定义与连接伪指令.....	185	6.3.3 基于 8086/8088 CPU 的存储器	
5.2.6 处理器选择伪指令.....	186	连接举例.....	241
5.3 宏指令语句.....	186	本章小结.....	246
5.3.1 常用的宏处理伪指令.....	186	习题.....	247
5.3.2 宏指令与子程序的区别.....	188	第 7 章 输入/输出与中断	248
5.4 常用系统功能调用和 BIOS		7.1 I/O 接口概述.....	248
中断调用.....	189	7.1.1 I/O 接口的作用.....	248
5.4.1 系统功能调用.....	189	7.1.2 CPU 与外设交换的信息.....	249
5.4.2 常用系统功能调用应用举例.....	191	7.1.3 I/O 接口的基本结构.....	250
5.4.3 BIOS 中断调用.....	193	7.1.4 I/O 端口的编址.....	250
5.5 汇编语言程序设计的基本方法.....	196	7.2 CPU 与外设之间数据传送的方式.....	251
5.5.1 顺序程序设计.....	196	7.2.1 程序传送方式.....	251
5.5.2 分支程序设计.....	198	7.2.2 中断传送方式.....	255
5.5.3 循环程序设计.....	200	7.2.3 直接存储器存取(DMA)传送方式.....	255
5.5.4 子程序设计.....	204	7.3 中断技术.....	257
5.6 发挥 80386 及其后继机型的优势.....	211	7.3.1 中断的基本概念.....	257
5.6.1 充分利用高档机的		7.3.2 中断优先级和中断的嵌套.....	259
32 位字长特性.....	211	7.4 8086/8088 中断系统.....	262
5.6.2 通用寄存器可作为指针寄存器.....	214	7.4.1 8086/8088 的中断源类型.....	262
5.6.3 与比例因子有关的寻址方式.....	214	7.4.2 中断向量表.....	264
本章小结.....	215	7.4.3 8086/8088 的中断处理过程.....	265

7.4.4 中断服务程序的设计.....	266	8.2.2 8255A 的工作方式与控制字.....	297
7.5 可编程中断控制器 Intel 8259A	267	8.2.3 各种工作方式的功能.....	298
7.5.1 8259A 的功能.....	268	8.2.4 8255A 的应用举例.....	302
7.5.2 8259A 的内部结构及外部引脚.....	268	8.3 串行通信及可编程串行接口芯片	
7.5.3 8259A 的工作方式.....	270	8251A.....	307
7.5.4 8259A 的编程.....	272	8.3.1 串行通信的基本概念.....	308
本章小结.....	279	8.3.2 串行通信接口及其标准.....	312
习题.....	280	8.3.3 可编程串行接口芯片 8251A	315
第 8 章 可编程接口芯片及应用.....	281	8.3.4 8251A 初始化编程.....	320
8.1 可编程定时器/计数器		8.3.5 8251A 应用举例.....	321
芯片 8253/8254.....	281	8.4 模/数(A/D)与数/模(D/A)转换技术	
8.1.1 8253 的结构与功能.....	281	及其接口.....	323
8.1.2 8253 的编程.....	284	8.4.1 D/A 转换接口.....	323
8.1.3 8253 的工作方式.....	287	8.4.2 A/D 转换接口.....	330
8.1.4 8254 与 8253 的区别.....	291	本章小结.....	337
8.1.5 8253 应用举例.....	291	习题.....	338
8.2 可编程并行接口芯片 8255A.....	294	主要参考文献.....	340
8.2.1 8255A 的引脚与结构.....	294		

1

第...章

微型计算机系统导论

本章简要介绍微型计算机的发展历史；根据冯·诺依曼计算机设计思想，主要介绍微型计算机硬件系统的组成、三总线结构(地址总线 AB、数据总线 DB、控制总线 CB)以及组成计算机的五大部件(运算器、控制器、存储器、输入及输出设备)；介绍软件在计算机系统中的作用；通过在模型机上运行一个简单的程序说明计算机的工作过程。

1.1 引言

电子计算机是由各种电子器件组成的，能够自动、高速、精确地进行算术运算、逻辑控制和信息处理的现代化设备。自从其诞生以来，已被广泛应用于科学计算、数据(信息)处理和过程控制等领域。

有关统计资料表明，计算机早期的主要应用领域是科学计算。在科学研究，特别是理论研究中，经过严密的论证和推导，得出非常复杂的数学方程，需要求得方程的解。如果手工计算，可能要经过数月、数年的时间，有时甚至是无法完成的。面对这样的难题，计算机可以发挥其强大的威力。计算机在科学计算应用中，一般采用高级语言来编写程序。高级语言是面向用户的，用高级语言编写程序比较容易和方便，经过短时间的学习和训练，一般人都能编出功能很复杂的程序。计算机在科学计算中的应用与其在信息处理和过程控制领域的应用相比较，除了用高级语言编写程序外，还有两个特点：第一，它没有很强的实时性要求，虽然使用者在运行程序时也希望尽快得到运算结果，但对结果产生的时间没有严格的要求，结果产生的迟早不影响结果的有效性。第二，在科学计算中，需要输入计算机的数据，一般不是从某种物理现场实时采集的，不需要有专用的完成数据采集任务的输入设备；同样，计算的结果一般也不完成对外界的控制功能，不需要有专门的输出设备与其他系统相连。

在数据(信息)处理和过程控制应用领域，情况则要复杂得多。除了对系统的实时性有很高的要求外，还要用专门的输入设备将有关信息输入计算机，用专门的输出设备输出处理结果或对被控对象实施控制。因此，仅仅具备高级语言编程方面的知识是远远不够的。实时数据(信息)处理和过程控制要求实时性，希望编写的程序更精练，运行起来更快(一般情况下，对于完成相同的任务，用机器语言或汇编语言编写的程序运行起来比用高级语言编出的程序快得多)；专用的输入/输出设备与计算机的连接和编程控制(称为接口)，更不是只具有高级语言编程知识所能胜任的。为此，必须对计算机的工作原理有更深入的了解，对

计算机的逻辑组成、工作原理、与外界的接口技术以及直接依赖于计算机逻辑结构的机器语言、汇编语言编程方法等需要进一步的学习。“微型计算机原理”课程就是基于这一目的而设置的。

1.2 计算机的发展概况

计算机的发展，从一开始就是和电子技术，特别是微电子技术密切相关的。人们通常按照构成计算机所采用的电子器件及其电路的变革，把计算机划分为若干“代”来标志计算机的发展。自 1946 年世界上第一台电子计算机 ENIAC 问世以来，计算机技术得到了突飞猛进的发展，在短短的几十年里，计算机的发展已经历了四代：电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机、大规模及超大规模集成电路计算机。目前，各国正加紧研制和开发第五代“非冯·诺依曼”计算机和第六代“神经”计算机。

微型计算机属于第四代计算机，是 20 世纪 70 年代初期研制成功的。一方面是由于军事、空间及自动化技术的发展，需要体积小、功耗低、可靠性高的计算机；另一方面，大规模集成电路技术的不断发展也为微型计算机的产生打下了坚实的物质基础。

微处理器(Microprocessor)是微型计算机的核心，它是将计算机中的运算器和控制器集成在一块硅片上制成的集成电路芯片。这样的芯片也被称为中央处理单元(Central Processing Unit)，简称 CPU。

微型计算机(Microcomputer)是由微处理器(CPU)、存储器和 I/O 接口电路组成的计算机。

30 多年来，微处理器和微型计算机获得了极快的发展，几乎每两年微处理器的集成度就要翻一番，每 2~4 年更新换代一次，现已进入第五代。

1. 第一代(1971—1973)：4 位或低档 8 位微处理器

第一代微处理器的典型产品是 Intel 公司 1971 年研制成功的 4004(4 位 CPU)及 1972 年推出的低档 8 位 CPU 8008。它们均采用 PMOS 工艺，集成度约为 2000 只晶体管/片；指令系统比较简单，运算能力差，速度慢(指令的平均执行时间约为 10~20 μs)；软件主要使用机器语言及简单的汇编语言编写。

2. 第二代(1974—1977)：中高档 8 位微处理器

第一代微处理器问世以后，众多公司纷纷研制各种微处理器，逐渐形成以 Intel 公司、Motorola 公司、Zilog 公司产品为代表的三大系列微处理器。第二代微处理器的典型产品有 1974 年 Intel 公司生产的 8080 CPU、Zilog 公司生产的 Z80 CPU、Motorola 公司生产的 MC6800 CPU 以及 Intel 公司 1976 年推出的 8085 CPU。它们均为 8 位微处理器，具有 16 位地址总线。

第二代微处理器采用 NMOS 工艺，集成度约为 9000 只晶体管/片，指令的平均执行时间为 1~2 μs 。指令系统相对比较完善，已具有典型的计算机体系结构以及中断、存储器直接存取(DMA)功能。由第二代微处理器构成的微机系统(如 Apple - II 等)已经配有单用户操作系统(如 CP/M)，并可使用汇编语言及 BASIC、FORTRAN 等高级语言编写程序。

3. 第三代(1978—1984): 16位微处理器

第三代微处理器的典型产品是1978年Intel公司生产的8086 CPU、Zilog公司生产的Z8000 CPU和Motorola公司生产的MC6800 CPU。它们均为16位微处理器,具有20位地址总线。

用这些芯片组成的微型计算机有丰富的指令系统、多级中断系统、多处理机系统、段式存储器管理以及硬件乘/除法等。为方便原8位机用户,Intel公司在8086推出后不久便很快推出准16位的8088 CPU,其指令系统与8086完全兼容,CPU内部结构仍为16位,但外部数据总线是8位的。同时,IBM公司以8088为CPU组成了IBM PC、PC/XT等准16位微型计算机,由于其性价比高,很快就占领了市场。

1982年,Intel公司在8086基础上研制出性能更优越的16位微处理器芯片80286。它具有24位地址总线,并具有多任务系统所必需的任务切换、存储器管理功能以及各种保护功能。同时,IBM公司以80286为CPU组成了IBM PC/AT高档16位微型计算机。

4. 第四代(1985—2004): 32位微处理器

1985年,Intel公司推出了32位微处理器芯片80386,其地址总线也为32位。80386有两种结构:80386SX和80386DX。这两者的关系类似于8088和8086的关系。80386SX内部结构为32位,外部数据总线为16位,采用80287作为协处理器,指令系统与80286兼容。80386DX内部结构、外部数据总线皆为32位,采用80387作为协处理器。

1990年,Intel公司在80386基础上研制出新一代32位微处理器芯片80486,其地址总线仍然为32位。它相当于把80386、80387及8KB高速缓冲存储器(Cache)集成在一块芯片上,性能比80386有较大提高。

5. 第五代(2005年以后): 64位高档微处理器

Intel于2005年3月发布了其第一款64位CPU,即Pentium 4 6XX,还有面向高端的Pentium 4 Extreme Edition,简称P4EE。2005年6月Intel又发布了64位的Celeron D CPU系列芯片。

由于生产技术的限制,传统的通过不断提高CPU主频来提升处理器工作速度的做法面临严重的阻碍,高频CPU的耗电量和发热量越来越大,这给整机散热带来了十分严峻的考验。多核技术即可以很好地解决这一问题,多核处理器目前已成为市场的主流。

1.3 微型计算机硬件系统

微型计算机是指以微处理器为核心,配上存储器、输入/输出接口电路等所组成的计算机(又称为主机)。微型计算机系统(Microcomputer System)是指以微型计算机为中心,配以相应的外围设备、电源和辅助电路(统称硬件)以及指挥计算机工作的系统软件所构成的系统。与一般的计算机系统一样,微型计算机系统也是由硬件和软件两部分组成的,如图1.1所示。本节首先介绍微型计算机的硬件组成,微型计算机软件系统将在1.4节介绍。

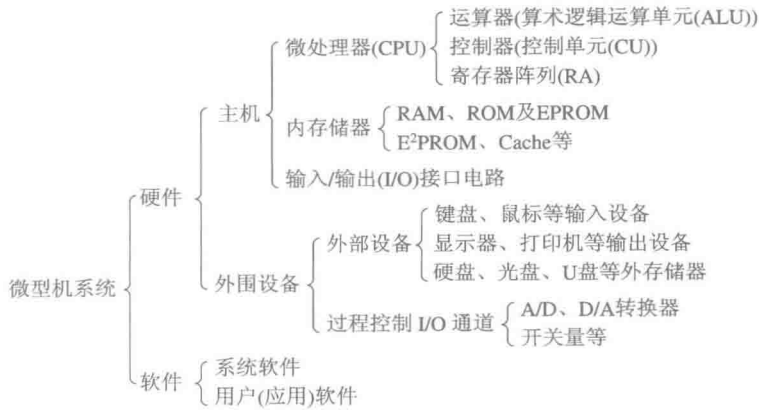


图 1.1 微型计算机系统的组成

1.3.1 基于总线的微型计算机硬件系统

到目前为止，计算机仍沿用 1940 年由冯·诺依曼首先提出的体系结构。其基本设计思想为：

- ① 以二进制形式表示指令和数据。
- ② 程序和数据事先存放在存储器中，计算机在工作时能够高速地从存储器中取出指令加以执行。
- ③ 由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备等五大部件组成计算机硬件系统。

微机体系结构的特点之一是采用总线结构，通过总线将微处理器(CPU)、存储器(RAM 和 ROM)、I/O 接口电路等连接起来，而输入/输出设备则通过 I/O 接口实现与微机的信息交换，如图 1.2 所示。

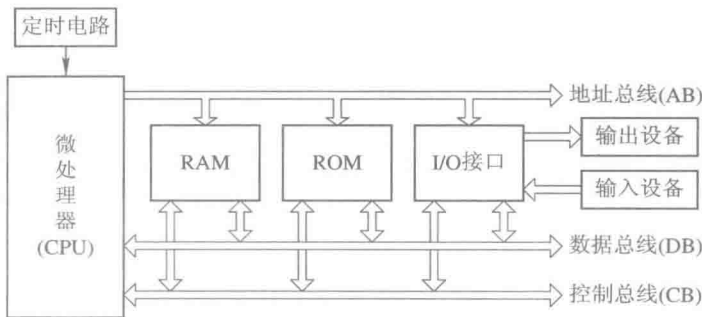


图 1.2 微型计算机硬件系统结构

所谓总线，是指计算机中各功能部件间传送信息的公共通道，是微型计算机的重要组成部分。它们可以是带状的扁平电缆线，也可以是印刷电路板上的一层极薄的金属连线。所有的信息都通过总线传送。根据所传送信息的内容与作用不同，总线可分为以下三类：

(1) 地址总线 AB(Address Bus)：在对存储器或 I/O 端口进行访问时，传送由 CPU 提供的要访问存储单元或 I/O 端口的地址信息，以便选中要访问的存储单元或 I/O 端口。AB 是单向总线。

(2) 数据总线 DB(Data Bus): 从存储器取指令或读写操作数, 对 I/O 端口进行读写操作时, 指令码或数据信息通过数据总线送往 CPU 或由 CPU 送出。DB 是双向总线。

(3) 控制总线 CB(Control Bus): 各种控制或状态信息通过控制总线由 CPU 送往有关部件, 或者从有关部件送往 CPU。CB 中每根线的传送方向是一定的, 图 1.2 中 CB 作为一个整体, 用双向表示。

采用总线结构时, 系统中各部件均挂在总线上, 可使微机系统的结构简单, 易于维护, 并具有更好的可扩展性。一个部件(插件)只要符合总线标准就可以直接插入系统, 为用户对系统功能的扩充或升级提供了很大的灵活性。

1.3.2 微处理器

图 1.3 所示为一个简化的微处理器模型(虚线框内), 它由运算器(ALU)、控制器(CU)和内部寄存器(R)三部分组成。现将各部件的功能简述如下。

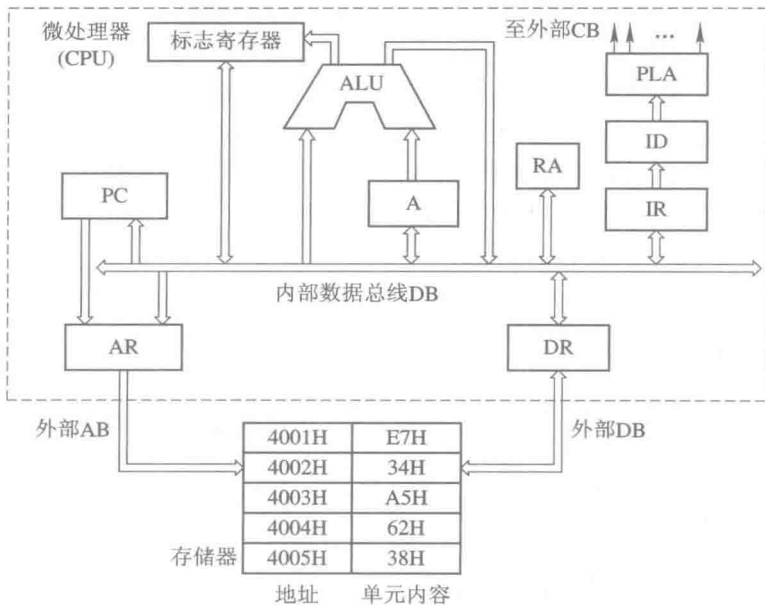


图 1.3 微处理器结构

1. 运算器

运算器又称算术逻辑单元(ALU, Arithmetic Logic Unit), 用来进行算术或逻辑运算以及移位循环等操作。参加运算的两个操作数一个来自累加器 A(Accumulator), 另一个来自内部数据总线, 可以是数据缓冲寄存器 DR(Data Register)中的内容, 也可以是寄存器阵列 RA(Register Array)中某个寄存器的内容。

2. 控制器

控制器又称控制单元(CU, Control Unit), 是全机的指挥控制中心。它负责把指令逐条从存储器中取出, 经译码分析后向全机发出取数、执行、存数等控制命令, 以保证正确完成程序所要求的功能。控制器中包括以下几部分:

(1) 指令寄存器 IR(Instruction Register): 用来存放从存储器取出的将要执行的指令码。当执行一条指令时, 先把它从内存取到数据缓冲寄存器 DR 中, 然后再传送到指令寄存器 IR 中。

(2) 指令译码器 ID(Instruction Decoder): 用来对指令寄存器 IR 中的指令操作码字段(指令中用来说明指令功能的字段)进行译码, 以确定该指令应执行什么操作。

(3) 可编程逻辑阵列 PLA(Programmable Logic Array): 用来产生取指令和执行指令所需要的各种微操作控制信号, 并经过控制总线 CB 送往有关部件, 从而使计算机完成相应的操作。

3. 内部寄存器

虽然不同计算机的 CPU 所拥有的内部寄存器会有所不同, 但一般至少要有以下几种寄存器。

1) 程序计数器 PC(Program Counter)

程序计数器有时也被称为指令指针(IP, Instruction Pointer), 它被用来存放下一条要执行指令所在存储单元的地址。在程序开始执行前, 必须将它的起始地址, 即程序的第一条指令所在的存储单元地址送入 PC。当读取指令时, CPU 将自动修改 PC 内容, 以便使其保持的总是将要执行的下一条指令的地址。由于大多数指令是按顺序执行的, 因此修改的办法通常只是简单地对 PC 加 1。但遇到跳转等改变程序执行顺序的指令时, 后继指令的地址(即 PC 的内容)将从指令寄存器 IR 中的地址字段得到。

2) 地址寄存器 AR(Address Register)

地址寄存器用来存放正要取出的指令的地址或操作数的地址。由于在内存单元和 CPU 之间存在着操作速度上的差异, 因此必须使用地址寄存器来保持地址信息, 直到内存的读/写操作完成为止。

在取指令时, PC 中存放的指令地址送到 AR, 根据此地址从存储器中取出指令。

在取操作数时, 将操作数地址通过内部数据总线送到 AR, 再根据此地址从存储器中取出操作数; 在向存储器存入数据时, 也要先将待写入数据的地址送到 AR, 再根据此地址向存储器写入数据。

3) 数据缓冲寄存器 DR(Data Register)

数据缓冲寄存器用来暂时存放指令或数据。从存储器读出时, 若读出的是指令, 经 DR 暂存的指令经过内部数据总线送到指令寄存器 IR; 若读出的是数据, 则通过内部数据总线送到运算器或有关的寄存器。同样, 当向存储器写入数据时, 也首先将其存放在数据缓冲寄存器 DR 中, 然后再经数据总线送入存储器。

可以看出, 数据缓冲寄存器 DR 是 CPU 和内存、外部设备之间信息传送的中转站, 用来补偿 CPU 和内存、外围设备之间在操作速度上存在的差异。

4) 累加器 A(Accumulator)

累加器是使用最频繁的一个寄存器。在执行算术逻辑运算时, 它用来存放一个操作数, 而运算结果通常又放回累加器, 其中原有信息随即被破坏。因此, 顾名思义, 累加器是用来暂时存放 ALU 运算结果的。显然, CPU 中至少应有一个累加器。目前 CPU 中通常有很多个累加器。当使用多个累加器时, 就变成了通用寄存器堆结构, 其中任何一个既可存放目