



21世纪高等院校规划教材



微机原理与汇编语言程序设计

(第二版)

主 编 荆淑霞
副主编 王 晓 何丽娟



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

014032367

TP36-43
25-2

21 世纪高等院校规划教材

微机原理与汇编语言程序设计 (第二版)

主 编 荆淑霞

副主编 王 晓 何丽娟



TP36-43
25-2



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



北航

C1720679

内 容 提 要

本书首先介绍计算机硬件基本知识和微机的基本工作原理,然后以 Intel 8086/8088 系列微机为对象介绍汇编语言程序设计。全书共 11 章,主要内容有:微型计算机概述、计算机中的数据表示、80X86 微处理器及体系结构、8086 指令系统、汇编语言的基本表达及其运行、汇编语言程序设计、中断调用程序设计、高级汇编技术、汇编语言与高级语言的连接。

本书内容的安排力求循序渐进,重点突出,难点分散,融入了作者多年教学和实践的经验及体会。通过理论课的课堂讲授和上机实验,力争使学生能够掌握汇编语言的基本编程方法。本书配有《微机原理与汇编语言程序设计(第二版)——习题解答、实验指导和实训》。

本书适合作为高等学校教材,也可用于高等教育自学教材,还可作为从事微型计算机硬件和软件开发的工程技术人员学习和应用的参考书。

本书配有电子教案,读者可以从中国水利水电出版社网站及万水书苑上下载,网址为:
<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与汇编语言程序设计 / 荆淑霞主编. -- 2
版. -- 北京:中国水利水电出版社,2014.3
21世纪高等院校规划教材
ISBN 978-7-5170-1799-8

I. ①微… II. ①荆… III. ①微型计算机—理论—高等
学校—教材②汇编语言—程序设计—高等学校—教材
IV. ①TP36②TP313

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第046569号

策划编辑:雷顺加

责任编辑:宋俊娥

封面设计:李 佳

书 名	21 世纪高等院校规划教材 微机原理与汇编语言程序设计(第二版)
作 者	主 编 荆淑霞 副主编 王 晓 何丽娟
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 18.75 印张 462 千字
版 次	2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 次印刷 2014 年 3 月第 2 版 2014 年 3 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	36.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

再版前言

目前,微型计算机的应用已深入到社会生活的各个领域,从航空航天到家用电器。这就要求每一个从事计算机应用的工程技术人员和将要从事计算机应用的学生既要掌握软件方面的有关知识,又要掌握硬件方面的有关知识。微型计算机基础课程的教学任务是使学生从理论和实践上掌握微型计算机的基本组成、工作原理和实际应用,建立微型计算机整体结构概念,使学生具有微型计算机系统软硬件开发的初步能力。

微机原理与汇编语言程序设计是工科计算机及相关专业一门重要的专业技术基础课程,将微机原理知识与汇编语言程序设计融合为一体,借助硬件知识,重点讲解汇编语言程序。本课程可以帮助学生掌握微型计算机的硬件组成及应用;学会运用汇编语言进行程序设计;树立起计算机体系结构的基本概念;为后继的软硬件课程做好铺垫。对于应用型本科学生,既需要一定的专业基础理论知识,又不能过度强调理论的深度和系统性,应该打破以学科为特征的传统教学内容,注重面向应用型人才的专业技能和实用技术的培养。基于这种指导思想,本书采用“案例教学,任务驱动”的编写方式,将“微机原理”和“汇编语言程序设计”内容整合在一起,使教学内容联系密切,系统性强,避免在单独开设这两门课程时重复讲授。此外,在具体授课时可以根据各校的教学计划在内容上适当加以取舍。在编写过程中力争做到:微型计算机的相关概念、理论及应用均以基本要求为主,突出实用的特点,在表达上条理清晰,易于理解,脉络分明;在内容的编排上,力求由浅入深,循序渐进,举一反三,重点突出,通俗易懂。

由于 Intel 80X86 微处理器及以它为 CPU 构成的微型计算机是当前国内外广泛应用的机型,也是现今高档微型计算机结构的典范,从它的体系结构到芯片间的连接、信号的关系以及软件基础都已成为高档微型计算机设计时的参考对象和考虑因素,大家都保持同它的兼容性。因此,我们本着“推陈出新”的原则,把重点放在广泛应用的 80X86 微处理器上,系统分析微型计算机的基本工作原理和体系结构,详细介绍指令系统和汇编语言程序设计。

本教材的教学参考学时为 80~90 学时,并可按照实际情况进行调整。全书共 11 章,第 1 章介绍计算机特别是微型计算机的发展、基本结构、工作原理和相关概念,分析微机系统的整体构成和应用特点;第 2 章介绍计算机中的数制及其转换、带符号数的表示,以及字符编码和汉字编码的相关知识;第 3 章介绍 80X86CPU 的内部结构、存储器和 I/O 组织、时钟、总线和工作方式;第 4 章介绍 8086 指令系统和寻址方式;第 5 章介绍汇编语言源程序的书写格式、伪指令、汇编语言程序的上机操作和运行过程;第 6 章介绍汇编语言程序设计的基本方法及顺序结构程序设计;第 7 章介绍分支结构程序设计;第 8 章介绍循环结构程序设计;第 9 章介绍子程序等的设计及 DOS、BIOS 中断功能调用,并给出实际应用;第 10 章介绍高级汇编技术;第 11 章介绍汇编语言与高级语言的连接。附录部分汇总了 8086 指令系统、DOS 和 BIOS 功能调用、中断向量表等,供读者查询。在每章的后面,给出了与内容紧密结合的思考题和习题,以供强化训练。

选用本教材的学校可以在中国水利水电出版社网站及万水书苑上下载,获取本书的相关教学

材料、应用案例，网址为：<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>或 <http://www.wsbookshow.com>，或通过电子邮件与作者联系，作者 E-mail: jingshx@nciae.edu.cn。

本书由荆淑霞主编，王晓、何丽娟任副主编。其中，第 1 章～第 3 章由王晓编写，第 4 章由吴焕瑞编写，第 5 章由何丽娟编写；第 6 章～第 8 章及附录部分由荆淑霞编写；第 10 章和第 11 章由曲凤娟编写。参加本书大纲讨论与部分内容编写的还有胡斌、邹澎涛、邢艺兰、朱杰、王兴会等。刘昭、刘俊新、张红亮、李武、张晓文、江小燕、李宏芳等参加了本书的校对和排版工作。全书由荆淑霞统稿。

由于时间仓促及编者水平有限，书中疏漏和错误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

2014 年 2 月

目 录

再版前言

第1章 微型计算机概述	1	2.3.4 图像(图形)信息的表示方法	48
本章学习目标	1	2.3.5 语音信息的表示方法	48
1.1 计算机的发展与应用	1	本章小结	49
1.1.1 计算机的发展历史及发展趋势	1	习题2	49
1.1.2 计算机的特点与分类	4	第3章 80X86 微处理器及其体系结构	51
1.1.3 计算机的应用	5	本章学习目标	51
1.2 计算机的基本结构和工作原理	9	3.1 8086 微处理器的内部结构	51
1.2.1 计算机的基本结构	9	3.1.1 基本性能指标	51
1.2.2 计算机的工作原理	10	3.1.2 8086 微处理器内部结构组成	52
1.3 计算机系统	13	3.1.3 8086CPU 的寄存器结构	55
1.3.1 计算机的硬件系统	13	3.1.4 8086CPU 的外部引脚特性	59
1.3.2 计算机的软件系统	15	3.2 8086 微处理器的存储器组织	62
1.4 微型计算机的基本概念	17	3.2.1 存储器的标准结构	62
1.4.1 微处理器的产生、发展及分类	17	3.2.2 存储器的分段	64
1.4.2 微型计算机的性能指标介绍	20	3.2.3 逻辑地址(Logic Address)和实际地址(Physical Address)	65
1.4.3 微型计算机的特点及应用	21	3.2.4 专用和保留的存储器单元及堆栈	66
1.4.4 微型计算机系统的组成	22	3.3 8086CPU 的总线周期和操作时序	67
本章小结	29	3.3.1 8284A 时钟信号发生器	67
习题1	29	3.3.2 8086 总线周期	67
第2章 计算机中的数据表示	30	3.3.3 8086CPU 的最小/最大工作方式	69
本章学习目标	30	3.3.4 8086CPU 的操作时序	72
2.1 计算机中的数制及其转换	30	3.4 80286/80386/80486 微处理器简介	77
2.1.1 数制的基本概念	30	3.4.1 80286 微处理器简介	77
2.1.2 数制之间的转换	32	3.4.2 80386 微处理器简介	80
2.2 计算机中数值数据的表示及运算	36	3.4.3 80486 微处理器简介	87
2.2.1 基本概念	36	本章小结	91
2.2.2 带符号数的原码、反码、补码表示	37	习题3	92
2.2.3 定点数和浮点数表示	39	第4章 寻址方式与指令系统	93
2.2.4 定点补码加法运算溢出判断	41	本章学习目标	93
2.3 其他数据表示方法	42	4.1 指令格式和操作数类型	93
2.3.1 美国信息交换标准代码(ASCII 码)	43	4.2 指令的寻址方式	94
2.3.2 二—十进制编码——BCD 码	44	4.2.1 寻址、寻址方式的概念	94
2.3.3 汉字编码	45		

4.2.2 与数据有关的寻址方式	95	5.3.5 结构定义伪指令	140
4.2.3 I/O 端口寻址方式	98	5.3.6 模块定义与连接伪指令	141
4.2.4 与转移地址有关的寻址方式	99	5.3.7 程序计数器\$和 ORG 伪指令	142
4.3 8086 指令系统	100	5.4 汇编语言程序的段结构	143
4.3.1 数据传送类指令	100	5.5 汇编语言程序上机过程	144
4.3.2 DOS 系统功能调用	108	5.5.1 汇编语言的工作环境及上机步骤	144
4.4 80286 增强和扩充指令	110	5.5.2 汇编语言源程序的建立	146
4.4.1 80286 工作模式	110	5.5.3 将源程序文件汇编成目标程序文件	147
4.4.2 有符号整数乘法指令	110	5.5.4 用连接程序生成可执行程序文件	148
4.4.3 堆栈操作指令	111	5.5.5 程序的执行	149
4.4.4 移位指令	111	5.5.6 程序的调试	149
4.4.5 支持高级语言的指令	112	5.6 汇编语言程序运行实例	150
4.5 80386 增强和扩充指令	112	本章小结	152
4.5.1 数据传送与扩展指令	113	习题 5	152
4.5.2 地址传送指令	113	第 6 章 汇编语言程序设计	154
4.5.3 有符号乘法指令	114	本章学习目标	154
4.5.4 符号扩展指令	114	6.1 汇编语言程序设计的基本方法和基本 步骤	154
4.5.5 堆栈操作指令	115	6.1.1 汇编语言程序设计的基本步骤	154
4.5.6 移位指令	115	6.1.2 结构化程序的概念	157
4.5.7 位操作指令	116	6.1.3 流程图画法规定	158
4.5.8 条件设置指令	117	6.2 算术运算类指令	159
4.6 80486 新增指令	119	6.2.1 加法指令	159
4.7 Pentium 新增指令	120	6.2.2 减法指令	161
本章小结	121	6.2.3 乘法运算指令	163
习题 4	122	6.2.4 除法运算指令	164
第 5 章 伪指令及汇编语言程序结构	125	6.2.5 BCD 码调整指令	167
本章学习目标	125	6.3 逻辑运算与移位类指令	170
5.1 汇编语言和汇编程序	125	6.3.1 逻辑运算类指令	170
5.1.1 汇编语言	125	6.3.2 非循环移位指令	172
5.1.2 汇编程序	125	6.3.3 循环移位指令	173
5.2 汇编语言语句格式	126	6.4 顺序程序的结构形式和程序设计	175
5.2.1 名字项	127	6.4.1 顺序程序的结构形式	175
5.2.2 操作码项	128	6.4.2 顺序结构的程序设计	176
5.2.3 操作数项	128	本章小结	179
5.3 伪指令语句	134	习题 6	179
5.3.1 数据定义伪指令	134	第 7 章 分支结构程序设计	180
5.3.2 符号定义伪指令	136	本章学习目标	180
5.3.3 段定义伪指令	137	7.1 转移类指令	180
5.3.4 过程定义伪指令	139		

7.1.1 JMP 无条件转移指令·····	180	本章小结·····	243
7.1.2 条件转移指令·····	182	习题 9·····	243
7.2 分支程序的结构形式和程序设计·····	187	第 10 章 高级汇编技术·····	245
7.2.1 分支程序的结构形式·····	187	本章学习目标·····	245
7.2.2 分支结构的程序设计·····	188	10.1 宏汇编·····	245
本章小结·····	197	10.1.1 宏定义、宏调用和宏展开·····	245
习题 7·····	197	10.1.2 形参和实参·····	249
第 8 章 循环结构程序设计·····	199	10.1.3 伪指令 PURGE·····	251
本章学习目标·····	199	10.1.4 伪指令 LOCAL·····	252
8.1 循环程序的基本结构·····	199	10.2 重复汇编·····	252
8.1.1 循环程序的组成·····	199	10.2.1 定重复伪指令 REPT·····	253
8.1.2 循环程序的结构·····	199	10.2.2 不定重复伪指令 IRP·····	253
8.2 循环控制指令及串指令·····	200	10.2.3 不定重复字符伪指令 IRPC·····	254
8.2.1 循环控制指令·····	200	10.3 条件汇编·····	255
8.2.2 串操作类指令·····	201	本章小结·····	257
8.3 循环结构程序的设计方法·····	206	习题 10·····	258
8.3.1 循环控制的方法·····	206	第 11 章 模块化程序设计·····	259
8.3.2 循环程序的控制结构·····	210	本章学习目标·····	259
8.4 单循环程序设计·····	212	11.1 段的定义·····	259
8.5 多重循环·····	214	11.1.1 段的完整定义·····	259
本章小结·····	217	11.1.2 定位类型·····	260
习题 8·····	217	11.1.3 组合类型·····	260
第 9 章 子程序设计·····	219	11.1.4 类别·····	261
本章学习目标·····	219	11.2 模块间的通信·····	261
9.1 子程序的基本概念·····	219	11.2.1 伪指令 PUBLIC 和 EXTRN·····	261
9.1.1 子程序定义伪指令·····	221	11.2.2 多个模块之间的变量传送·····	263
9.1.2 调用与返回指令·····	222	11.3 汇编语言与 C/C++ 语言的混合编程·····	267
9.2 子程序设计·····	225	11.3.1 C/C++ 语言程序与汇编语言过程 的模块连接·····	267
9.2.1 子程序说明信息·····	225	11.3.2 C/C++ 语言程序调用汇编语言的 行内汇编法·····	272
9.2.2 保护现场与恢复现场·····	225	本章小结·····	273
9.2.3 子程序参数传递方法·····	226	习题 11·····	273
9.3 子程序的嵌套与递归·····	231	附录 A 8086 指令系统·····	276
9.3.1 子程序的嵌套·····	231	附录 B DOS 系统功能调用 (INT 21H)·····	280
9.3.2 子程序的递归·····	233	附录 C BIOS 功能调用·····	286
9.4 中断调用程序设计·····	236	附录 D 80X86 中断向量·····	290
9.4.1 中断的基本概念·····	236	参考文献·····	292
9.4.2 DOS 中断和系统功能调用·····	239		
9.4.3 BIOS 中断调用·····	242		

第 1 章 微型计算机概述



本章学习目标

本章从计算机基本结构和工作原理出发,重点介绍微处理器和微型计算机的基本知识,要求熟悉计算机特别是微型计算机的发展历史、发展前景,掌握其工作特点、组成分类、应用领域等相关知识,为后续内容的学习打下良好的基础。通过本章的学习,读者应掌握以下内容:

- 计算机的发展、分类、基本结构及工作原理
- 微处理器的产生和发展、微处理器系统
- 微型计算机的分类、性能指标
- 微型计算机系统的组成情况以及微型计算机的应用

1.1 计算机的发展与应用

随着 1946 年第一台电子数字计算机的问世,计算机日益迅猛的发展对人类社会的进步带来了巨大的推动作用并产生了深刻的影响。最初,计算机只是作为一种现代化的计算工具,在 60 多年的发展历程中,计算机技术突飞猛进,尤其是微型计算机的出现为计算机的广泛应用开拓了极其广阔的前景,它已渗透到国民经济的各个领域和人民生活的各个方面。随着计算机技术的迅速发展,掌握计算机的基本知识和应用技术已经成为人们的迫切需要和参与社会竞争的必备条件,计算机的应用能力已成为当今衡量个人素质高低的重要标志。

1.1.1 计算机的发展历史及发展趋势

电子数字计算机是一种由各种电子器件组成的能高速自动地进行算术和逻辑运算以及信息处理的电子设备,它的出现标志着人类文明进入了一个崭新的历史阶段。

1. 第一台电子计算机

1946 年 2 月,在美国的宾夕法尼亚大学诞生了世界上第一台电子数字计算机,称为“埃尼阿克”(ENIAC, Electronic Numerical Integrator and Calculator, 电子数字积分计算机),它是一个重量达 30 吨、占地 170 平方米、每小时耗电 150 千瓦、价值约 40 万美元的庞然大物。它采用了 18000 只电子管,70000 个电阻,10000 支电容,研制时间近三年,运算速度为每秒 5000 次加减法运算。

ENIAC 与现代计算机相比具有许多不足,它运算速度慢、存储容量小、全部指令没有存放在存储器中,而且机器操作复杂、稳定性差。虽然如此,在当时它毕竟是第一台正式投入运行的电子计算机,开创了计算机的新纪元。

2. 冯·诺依曼结构的计算机

由于 ENIAC 在存储程序方面存在的致命弱点, 1946 年 6 月, 美籍匈牙利科学家冯·诺依曼 (Johe Von Neumman) 提出了“存储程序”的计算机设计方案, 其特点是:

- 采用二进制数的形式表示数据和计算机指令。
- 把指令和数据存储在计算机内部的存储器中, 且能自动依次执行指令。
- 由控制器、运算器、存储器、输入设备、输出设备五大部分组成计算机硬件。

其工作原理的核心是“存储程序”和“程序控制”。

冯·诺依曼提出的计算机体系结构为后人普遍接受, 人们把按照这一原理设计的计算机称为冯·诺依曼型计算机, 现在的计算机系统基本上都是建立在冯·诺依曼型计算机原理上的。冯·诺依曼提出的体系结构奠定了现代计算机结构理论的基础, 被誉为计算机发展史上的里程碑。

3. 按逻辑部件划分的计算机发展阶段

计算机的发展随着其主要电子部件的演变已经经历了四代。

(1) 第一代计算机 (1946 年~1958 年): 电子管计算机。

其主要特点是体积大、耗电多、运算速度慢, 存储介质采用水银延迟线作为内存储器, 磁鼓作为外存储器, 存储容量小。最初只能使用二进制数表示机器语言, 到 20 世纪 50 年代中期才出现汇编语言。在这期间, 计算机主要用于科学计算和军事方面, 此阶段的代表机型是美国国际商业机器公司的 IBM 系列计算机, 如 1952 年推出的用于科学计算的 IBM 701、1953 年推出的用于数据处理的 IBM 702, 以及后来的 IBM 704、IBM 705 等 IBM 700 系列计算机。

(2) 第二代计算机 (1959 年~1964 年): 晶体管计算机。

其主要特点是体积显著减小, 重量轻、省电、寿命长、可靠性提高, 运算速度可达每秒百万次。其内存储器主要采用磁芯, 外存储器大量采用磁盘和磁带, 输入和输出设备有较大的改进, 软件开始使用编译系统和高级程序设计语言, 计算机的应用领域扩大到数据处理、事务管理及过程控制等方面。这期间的代表机型是 IBM 7000 系列, 如 IBM 7090、IBM 7094、IBM 7040、IBM 7044 等大型全晶体管化计算机。

(3) 第三代计算机 (1965 年~1970 年): 中小规模集成电路计算机。

其主要特点是采用集成电路部件代替了晶体管, 用半导体存储器取代了磁芯存储器, 从而大大提高了存储器容量, 可达 1~4 兆字节; 运算速度每秒钟达几百万至千万次, 可靠性有较大提高, 体积进一步缩小, 成本进一步降低, 出现了向大型化和小型化发展的趋势, 在硬件设计上实现了系列化、通用化、标准化; 软件在不断升级, 有了操作系统, 计算机语言逐步标准化, 并提出结构化程序设计方法, 计算机的应用开始向社会化发展, 应用领域和普及程度迅速扩大。这期间的代表机型是 IBM 的 System/360 系列机。此外, 美国数据设备公司 (DEC) 推出了 PDP-8 小型商用计算机, 比大中型计算机的价格降低了许多, 使计算机用户扩展到中小企业。

(4) 第四代计算机 (1971 年以后): 大规模和超大规模集成电路计算机。

大规模集成电路的出现使计算机发生了巨大的变化, 半导体存储器的集成度越来越高。在此期间, 美国 Intel 公司推出了微处理器, 诞生了微型计算机, 使计算机的存储容量、运算速度、可靠性、性能价格比等方面都比上一代计算机有较大突破。在系统结构方面发展了并行处理技术、多处理机系统、分布式计算机系统和计算机网络; 在软件方面, 推出了各种系统软

件、支撑软件、应用软件,发展了分布式操作系统和软件工程标准化,并逐渐形成了软件产业。计算机的应用领域进入了以计算机网络为特点的信息社会时代,计算机成为人类社会活动中不可缺少的工具。

4. 按计算机应用划分的计算机发展阶段

计算机的产生与发展的每个过程都和其应用密切相关,尤其是20世纪70年代以后计算机应用发生了巨大的变化。计算机按其应用特点划分有以下3个发展阶段:

(1) 超、大、中、小型计算机阶段(1946年~1980年):这个阶段主要是采用计算机来代替人的脑力劳动,提高了工作效率,能够解决较复杂的数学计算和数据处理。

(2) 微型计算机阶段(1981年~1990年):这个阶段由于微型计算机的大量普及,几乎应用于所有领域,对世界科技和经济的发展起到了重要的推动作用。

(3) 计算机网络阶段(1991年至今):计算机网络的出现为人类实现资源共享提供了有力的帮助,从而促进了信息化社会的到来。因特网的应用使得人们所处的距离大大缩短,实现了遍及全球的信息资源共享。

5. 计算机的发展趋势

(1) 未来计算机的发展趋势。随着科学技术的发展,未来计算机将向高性能、网络化、人性化三大方向发展,发展趋势有如下几个方面:

1) 现今计算机正朝着微型计算机和巨型计算机两极方向发展。微型计算机的发展反映了计算机的应用普及程度,巨型计算机的发展则代表了计算机科学的发展水平。多媒体技术是目前微型计算机的热点,并行处理技术则是当今巨型计算机的基础。

2) 当前开发和研究的热点是多媒体计算机。由于多媒体技术能够将大量信息以数值、文字、声音、图形、图像、视频等形式进行表现,极大地改善和丰富了人机界面,能够充分运用人的听觉、视觉高效率地接收信息,从而得到人们的普遍认可。其中的关键技术是处理视频和音频数据,包括视频和音频数据的压缩/解压缩技术、多媒体数据的通信以及各种接口的实现方案等。

3) 未来计算机发展的总趋势是智能化计算机。进入20世纪80年代以来,日本、美国等发达国家开始研制第五代计算机,也称为智能化计算机。它突出了人工智能方法和技术的应用,在系统设计中考虑了建造知识库管理系统和推理机,使得机器本身能够根据存储的知识进行推理和判断。这种计算机除了要具备现代计算机的功能之外,还要具有在某种程度上模仿人的推理、联想、学习等思维功能,并具有声音识别和图像识别能力。这种智能化计算机的研制思路是今后计算机的研究方向。

4) 今后计算机应用的主流是计算机与通信相结合的网络技术。进入20世纪80年代以后,计算机网络技术的发展极为迅速,由简单的远程终端联机,经过计算机联网、网络互连,发展到今天的遍布全球的因特网,使人们对计算机网络技术形成了全新的认识。现在随着信息化社会的发展,信息的快速获取和共享已成为一个国家经济发展和社会进步的重要制约因素。

5) 非冯·诺依曼型体系结构的计算机是提高现代计算机性能的另一个研究焦点。人们经过长期的探索,进行了大量的试验研究以后,一致认为冯·诺依曼的传统体系结构虽然为计算机的发展奠定了基础,但是它的“程序存储和控制”原理表现在“集中顺序控制”方面的串行机制却成为进一步提高计算机性能的瓶颈,而提高计算机性能的根本方向之一是并行处理。因此,许多非冯·诺依曼体系结构的计算机理论出现了,如“神经网络计算机”、“生物计算机”、

“光子计算机”等。

(2) 新型计算机。

1) 神经网络计算机:它是建立在人工神经网络研究的基础上、从内部基本结构来模拟人脑的神经系统。它用简单的数据处理单元模拟人脑的神经元,并利用神经元节点的分布式存储和相互关联来模拟人脑的活动。神经网络计算机以模拟人脑的学习能力和形象思维能力为目标,具有学习分类能力强、形象思维能力强、并行分布处理能力强等特点。

2) 生物计算机:1994年11月,美国首次公布了“生物计算机”的研究成果,它使用由生物工程技术产生的蛋白分子为材料的“生物芯片”,不仅具有巨大的存储能力,而且能以波的形式传播信息。由于它具备生物体的某些机能,所以更易于模拟人脑的机制。

3) 光子计算机:光子计算机的特点是用光子代替电子,用光互连代替导线互连,用光硬件代替电子硬件,用光运算代替电子运算。它的运算速度比普通计算机要快上千倍。

(3) 计算机与信息化。人类进入21世纪后,世界经济发展出现了一个明显的趋势,以高科技“信息”为主导的新兴产业在全球的经济领域中掀起了一场空前的革命。“知识”在这场革命中成为直接的推动力量,“知识经济”成为21世纪经济的主流,知识经济是以信息为基础的经济,而高速传递信息的计算机网络则构成了知识经济的基础设施。

信息化就是全面发展和利用现代信息技术,借以提高人类社会的生产、工作、学习、生活等诸方面的效率和创造能力,使社会的物质财富和精神文明得到最大提高。信息化具有以下特点:信息成为重要的战略资源;信息产业成为最大的产业;信息网络成为社会的基础设施。

信息化有三大技术支柱:计算机技术、通信技术和网络技术。随着因特网的不断发展,“网络就是计算机”的概念也被人们普遍接受。在信息化社会中,计算机总是和各种信息的加工、处理、存储、检索、识别、控制、分析和使用分不开的。由于信息化和计算机之间存在着互相依存关系,所以要求在发展信息产业的同时,必须同步普及计算机教育。

1.1.2 计算机的特点与分类

1. 计算机的特点

电子数字计算机与过去的常规计算工具相比,具有以下特点:

(1) 运算速度快:现在的PC机每秒钟可以处理几百万条指令,巨型机的运算速度可以达到几亿次以上。使得过去许多让人望而生畏、近乎天文数字的计算工作在极短的时间内就能够完成。

(2) 计算精度高:计算机是采用二进制数字进行运算的,只要配置相关的硬件电路就可以增加二进制数字的长度,提高计算精度。目前普通微型计算机的计算精度就已达32~64位二进制数。

(3) 具有“记忆”和逻辑判断功能:“记忆”功能指的是计算机能够存储大量信息,供用户随时检索和查询。现在一台普通PC机的存储容量都在128 MB(兆字节)以上。逻辑判断功能指的是计算机不仅能够进行算术运算,还能进行逻辑运算和实践推理。记忆功能、算术运算和逻辑运算相结合,使得计算机能够模仿人类的某些智能活动,成为人类脑力延伸的主要工具,所以计算机又称为“电脑”。

(4) 能自动运行且具备人机交互功能:所谓自动运行就是人们把需要计算机处理的问题编成程序,输入计算机中,当发出运行指令后,计算机便在该程序控制下依次逐条执行,不再

需要人工干预。人机交互则是在人想要干预时,采用人机之间的一问一答形式,有针对性地解决问题。

以上这些特点都是过去的计算工具所不具备的。

2. 计算机的分类

计算机的种类很多,随着计算机的不断发展和新型计算机的出现,计算机的分类方法也在不断变化。按照“电气与电子工程师协会”(IEEE)在1989年提出的分类方法,可以将计算机分为以下6种:

(1) 个人计算机:即面向个人或家庭使用的低档微型计算机。

(2) 工作站:是介于PC机和小型机之间的高档微型机。通常配备大屏幕显示器和大容量存储器,并具有较强的网络通信功能,多用于计算机辅助设计和图像处理。

(3) 小型计算机:结构简单、成本较低、易维护和使用,其规模和设置可以满足一个中小型部门的工作需要。

(4) 主机:也称为大型主机。具有大容量存储器,多种类型的I/O通道,能同时支持批处理和分时处理等多种工作方式。其规模和配置可以满足一个大中型部门的工作需要。相当于一个计算中心所要求的条件。

(5) 小巨型计算机:也称为桌上型超级计算机。与巨型计算机相比,最大的特点是价格便宜,且具有较好的性能价格比。

(6) 巨型计算机:也称为超级计算机。具有极高的性能和极大的规模,价格昂贵。多用于尖端科技领域,生产这类计算机的能力可以反映出一个国家的计算机科学水平,我国是世界上生产巨型计算机的少数国家之一。

1.1.3 计算机的应用

自ENIAC问世到20世纪70年代初,计算机一直被作为大学和研究机构的娇贵设备,环境条件要求比较高。20世纪70年代中期后,大规模集成电路技术日趋成熟,微芯片上集成的晶体管数一直按每三年翻两番的Moore定律增长,微处理器的性能也按此几何级数提高,而价格却以同样的几何级数下降。除了计算机价格猛跌外,计算机软件技术日趋完善,人们在使用计算机时感到越来越方便。因此,人们终于使计算机走出了实验室而渗透到各个领域乃至普通百姓家中。尤其是近年来计算机技术和通信技术相互融合,出现了沟通全球的因特网,更使计算机的应用范围从科学计算、数据处理等传统领域扩展到办公自动化、人工智能、电子商务、虚拟现实、远程教育等,遍及政治、经济、军事、科技以及个人文化生活和家庭生活的各个角落。不久的将来,计算机将像人们日常生活中的水和电一样将成为必需品。

1. 科学计算

科学计算是计算机应用最早且一直是重要的应用领域之一,其特点是计算量大而且很复杂,像数学、力学、核物理学、量子化学、天文学、生物学等基础科学的研究等,至于航天、超音速飞行器、人造卫星与运载火箭轨道、桥梁设计、地质探矿、水利发电等方面的庞大计算都必须依靠高速计算机。有些问题例如天气预报,时间性很强,利用计算机很快即可得出结果。另外,对于投资大、周期长、要求高的现代化重大工程设计,要想选择一种理想的设计方案,通常需要认真模拟计算数十种设计方案才能选出最优的,所以计算机在石油勘探、桥梁设计、土木工程设计等领域都得到了广泛的应用。

2. 数据处理

数据处理即人们把大批复杂的事务数据交给计算机处理,也是计算机的重要应用领域之一。例如政府机关公文、报表和档案;大银行、大公司、大企业的财务、人事、物料,包括市场预测、情报检索、经营决策、生产管理等大量的数据信息,都由计算机收集、存储、整理、检索、统计、修改、增删等,并由此获得某种决策数据和趋势,供各级决策指挥者参考。

3. 工业控制和实时控制

目前的工业控制系统已比 20 世纪六七十年代时先进得多。它以标准的工业计算机软硬件平台构成集成系统,具有适应性强、开放性好、易于扩展、经济、开发周期短等显著优点。通常工业控制系统可分为三层:控制层、监控层和管理层。控制层是最下层,它通过各种传感器获得有效信号。监控层下连控制层,上连管理层,它不但实现对现场的实时监测与控制,而且常在自动控制系统中完成上传下达、组态开发的重要作用。就目前发展趋势而言,工业控制应用已经向控管一体化方向发展。利用网络技术,通过传感技术和多媒体技术,操作者可以在控制室内通过大屏幕显示掌握各车间、各工位、各部门的生产运行情况,并可直接由控制室发出各种控制命令,指挥全厂正常工作。

实时控制即计算机将通过各种传感器获得的某一物理信号(如温度)转换为可测可控的数字信号,然后经计算机运算处理,再根据处理结果去驱动执行机构来调整这一物理量来达到控制的目的。实时控制广泛应用于冶金、机械、纺织、化工、电力等行业中。

在军事上,导弹的发射及飞行轨道的计算控制、先进的防空系统等现代化军事设施通常也都是由计算机构成的控制系统。例如将计算机嵌入到导弹的弹头内,利用卫星定位系统将飞行目标和飞行轨迹事先存储在弹载计算机内,导弹在飞行中对实际飞行轨迹进行不断修正,直接袭击目标,其命中率几乎接近 100%。美国在海湾战争以及后来的军事冲突中,其计算机实时控制技术发挥了极为突出的作用。

4. CAD / CAM / CIMS

(1) CAD (Computer Aided Design)。CAD 是人们借助计算机来进行设计的一项专门技术,广泛应用于航空、造船、建筑工程及微电子技术等方面。利用 CAD 技术,首先按设计任务书的要求设计方案,然后进行各种设计方案的比较,确定产品结构、外形尺寸、材料选择,进行模拟组装,再对模拟整机进行各种性能测试,根据测试结果还可对其进行任意修正,最后设计产品。产品设计完成后再将其分解为零件、分装部件,并给出零件图、分部装配图、总体装配图等。上述全部工作均可由计算机完成,大大降低了产品设计的成本,缩短了产品设计周期,最大限度地降低了产品设计的风险。因此 CAD 技术已被各制造业广泛应用。目前随着计算机软硬件技术的发展,已经可以利用计算机实现产品的创意设计,设计者可以提出一个朦胧的思想,在计算机上进行概念设计,并对它进行不断的修改完善,最后确定一种新颖的产品。

(2) CAM (Computer Aided Manufacturing)。计算机辅助制造(CAM)是利用计算机来代替人去完成制造系统中的以及与制造系统有关的工作。广义 CAM 一般指利用计算机辅助从毛坯到产品制造过程中的直接或间接的活动,包括工艺准备、生产作业计划、物料作业计划的运行控制、生产控制、质量控制等。狭义 CAM 通常仅指数控程序的编制,包括刀具路径的规划、刀位文件的生成、刀具轨迹仿真及数控代码的生成等。例如,刀具、夹具及各种零件的加工程序,就是以数控机床为主体,利用存有全部加工资料的数据库,自动完成加工工作;同时还可

以在加工过程中进行自动换刀的控制。目前人们已经将数控、物料流控制及储存、机器人、柔性制造、生产过程仿真等计算机相关控制技术统称为计算机辅助制造。

利用计算机参与人脑的辅助工作非常普遍,而且还在不断开拓新的领域,例如计算机辅助工艺规划 CAPP (Computer Aided Process Planning)、计算机辅助工程 CAE (Computer Aided Engineering) 等都越来越得到广泛的应用。

(3) CIMS (Computer Integrated Manufacturing System)。CIMS 即将企业生产过程中有关人、技术、设备、经费管理及其信息流和物质流等有机集成并优化运行,包括信息流、物质流与组织的集成,生产自动化、管理现代化与决策科学化的集成,设计制造、监测控制和经营管理的集成。具体而言,以企业选定的产品为龙头,在产品设计过程、管理决策过程、加工制造过程、产品质量管理和控制等过程中,采用各种计算机辅助技术和先进的科学管理方法,在计算机网络和数据库的支持下,实现信息集成,进而使企业优化运行,达到产品上市快、质量好、成本低、服务好的目的,以此提高产品的市场占有率和企业的市场竞争能力。显然,要形成计算机集成制造系统的企业,必须广泛采用 CAD / CAE / CAPP / CAM, 并且已经建立了企业 MIS (Management Information System) 系统,只有通过生产、经营各个环节的信息集成,支持了技术集成,并由技术集成进入技术、经营管理和人员组织的集成,最终达到物流、信息流、资金流的集成并优化运行,才能提高企业的市场竞争能力和应变能力。

5. 人工智能

人工智能是指用计算机来模拟人的智能的技术。人工智能的研究课题是多方面的。近年来在模式识别、语音识别、专家系统和机器人制作方面都取得了很大的成就。

模式识别即由计算机对某些感兴趣的客体(如图像、文字等,统称为模式)进行定量的或结构的描述,并自动地分配到一定的模式类别中去。例如对人体细胞显微图像的识别,可以区别出正常细胞和癌细胞,从而可以确定内脏是否发生病变;对动植物细胞显微图像进行分析,可以确定环境是否被污染;对地表植物的遥感图像进行分析,可以预测作物的长势等。文字识别进展很快,从数字识别到正规的印刷体识别,现在手写体的计算机输入系统已被广泛使用。其他还有公安系统的指纹识别以及身份证件、凭证鉴别等。

语音识别、语言翻译也是人工智能的一个重要研究领域,经过几十年的努力,目前语音录入计算机软件、语言翻译机已开始在市场上问世,但离人们的实用要求还有一定距离。不过这些技术的突破是指日可待的,使计算机能听、会看、会说的时代已经不是很远了。

专家系统是指用计算机来模拟专家的行为,将各类专家丰富的知识和经验以数据形式储存于知识库中,通过专用软件根据用户输入查询的要求向用户作出所要求的解答的系统。这种系统已用于医学、工程、军事、法律等领域。

机器人通常工作在一些重复性劳动,特别是一些不适宜人们工作的高温、有毒、辐射、深水等恶劣环境中。例如海底探测,人在海底的时间是非常有限的,如果让机器人进行海底探测就方便多了。可以让机器人配上摄像机,构成它的眼睛;配上双声道的声音接收器,变成它的耳朵;再配上合适的机械装置,使它可以活动、触摸、承受各种信息并直接送到计算机进行处理,这样它就可以模仿人完成海底探测。现在还有一些更高级的“智能机器人”,具有一定的感知和识别能力,还能简单地说话和回答问题。总之,随着科学技术的不断发展,更高级的机器人将会不断出现。

6. 虚拟现实

虚拟现实是利用计算机生成的一种模拟环境,通过多种传感设备使用户“投入”到该环境中,实现用户与环境直接进行交互的目的。这种模拟环境是用计算机构成的具有表面色彩的立体图形,它可以是某一特定现实世界的真实写照,也可以是纯粹构想出来的世界。这类技术早在 20 世纪 60 年代初就开始研究,但直到 90 年代,由于各种传感设备价格不断降低,计算机技术飞速发展,实时三维图形生成及显示、三维声音定位与合成、环境建模等技术的发展,才使虚拟现实技术获得迅速发展和广泛应用。虚拟现实在军事、教育、航天、航空以及娱乐、生活中的应用不仅会改变人们的思维方式和生活方式,而且必将导致一场重大的技术革命。

通过下面的两个例子可以看出虚拟现实的巨大魅力。

近年来虚拟演播室已成为影视制作的热点,它综合运用现代计算机图形和图像处理、计算机视觉和现代影视技术,将摄像机拍摄的图像实时地与计算机三维虚拟背景或另一地点实拍的背景按统一的三维透视成像关系进行合成,从而形成一种新的影视节目,它的效果是传统影视制作无可比拟的。在虚拟演播室里,演员可以在没有任何道具的舞台上演戏,然后根据剧情需要用计算机制作的画面进行合成。不仅如此,演员也可以是虚拟的,可以根据事先拍好的演员镜头,利用演技数据用计算机图形学技术制作演员的特定动作,这对于一些特技的制作显得格外重要。这种在虚拟演播室制作的影视剧大大降低了制作成本,缩短了制作时间,并且可以制作更有魅力的艺术作品。

飞行员的虚拟现实仿真系统可以形成真实的飞行环境和飞行员的真实感觉。如在环境图像生成中,以 50Hz 的频率生成彩色图像,而且具有纹理、天气效果(如雾、雨、雪、晴、云等)、非线性图像映射、碰撞检测、高山地形、细节模拟等。如飞机着陆时跑道灯应按飞机着陆的不同而变换颜色,并能确认飞机与跑道上其他飞机甚至建筑物的相互距离。飞行员必须体验到真实飞行的感觉,犹如在一个真实飞机的机舱里,每个仪表都必须如在真实环境下工作,油表指示必须反映虚拟引擎对油的使用率,并且还必须精确地反映动力和温度。在飞机接触跑道时,必须有真实的冲击感和震动感。显然对于价值数千万美元的飞机来说,让飞行员在虚拟现实仿真系统中训练更合算,它既不危及人的生命安全,又不损坏飞机,也不造成公害。所以各类仿真模拟训练器都已被广泛应用。

7. 远程教育

Internet 和 WWW 技术日新月异的发展正在迅速地改变人们传统的生活、工作和学习方式。就教育而言,随着融合影像、语音和文本等多媒体信息的网络技术的成熟以及互联网应用的不断普及,使得网上教学获得了前所未有的强大技术支持手段和广泛交流的传播途径。这就是日渐兴起的远程教育。

在现有的以课堂为主、面对面的传统教育模式中,作为受教育的学生在教学过程中处于受灌输的被动地位,其主动性、积极性难以发挥,学生无法主动探索,不利于创新能力的形成和创新型人才的成长。此外这种模式受场地、空间、时间的限制,投资大,受教育面有限,不能适应各种学科的终身教育和全面教育,已经远远不能满足知识更新极快的现代化信息社会教育发展的需要。

远程教育可使各种教学资源通过互联网穿过时空,以更加生动的形式传播到那些渴望知识的人群当中。学生受教育可以不受时间、空间和地域的限制,可以通过网络伸展到全球的每一个角落,在世界范围内建立起真正意义上的开放式的虚拟学校。每个学生可在任意时间、任意

地点通过网络自由学习。每个学生都可以获得第一流老师的指导，都可以向世界最权威的专家请教，都可以从世界的任何角落获取最新的信息和资料。到那时，可以说任何人都享有高等教育和终身教育的可能。

8. 办公自动化

办公自动化即利用计算机及自动化的办公设备来替代原来的办公人员完成工作，例如用计算机起草、登录文件，安排日常各类公务活动（如会议、会客、外出购票等），收集各类信息，将各类信息以数字的形式存于数据库内，并可随时进行查询、检索及修改。一个完整的办公自动化系统包括文秘、财务、人事、资料、后勤等各项管理工作。近年来由于 Internet 的应用，将计算机、办公自动化设备与通信技术相结合，使办公自动化向更高层次发展。例如，电子邮件的收发、远距离会议或电视会议、高密度的电子文件、多媒体信息的处理等得到普遍应用。

9. 电子商务

电子商务的内涵十分广泛，凡是以电子形式在信息网络上进行的商品交易活动和服务都可归结为电子商务。例如某企业可以通过在 Internet 上的网页向全球发布推出的商品，并向它的各地代理商发出各种指令。当某客户欲购此商品时，他可以通过网上直接与生产企业联络，也可与当地代理商联系，进一步了解该商品的性能，并将其姓名、地址、个人电子账号及送货要求等告诉卖主；企业或推销者通过 Internet 与银行联络，查询、核实该客户的资金状况，并通过协定的支付方式由银行实行电子交付，而商品则由企业推销者直接送到客户手中。电子商务以其公平、快捷、方便、效率高、成本低、中间环节少且可进行无国界、全天候（24 小时不间断）交易和服务等巨大优势赢得了人们的青睐。在短短的几年内，电子商务得到了突飞猛进的发展。随着全球信息网络的建立和完善，电子商务将成为一股不可阻挡的潮流改变整个未来世界的面貌，推动全球经济一体化的进程。

1.2 计算机的基本结构和工作原理

1.2.1 计算机的基本结构

自从第一台电子计算机问世以来，它的更新换代实质上是硬件的更新换代。但无论如何变化，就其基本工作原理而言，多属存储程序控制的原理，基本结构属于冯·诺依曼型，由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分组成。原始的冯·诺依曼型计算机在结构上以运算器和控制器为中心，但随着计算机系统结构的设计实践和发展，已逐步演变到以存储器为中心的计算机结构。

图 1-1 所示是一般计算机的基本结构框图，其中运算器和控制器是计算机的核心，统称为中央处理器 CPU（Central Processing Unit）。下面讲述各部分的主要功能。

（1）输入设备：用于输入原始信息和处理信息的程序。输入信息包括数据、字符和控制符等，其中字符包括英文字母、汉字和其他一些字符。常用的输入设备有键盘、鼠标器和扫描仪等。

（2）输出设备：用来输出计算机的处理结果及程序清单。处理结果可以是数字、字符、表格、图形等。最常用的输出设备有显示器和打印机，可以分别在屏幕和打印纸上输出各种信息。