



高等院校规划教材

荆淑霞 主 编
王 晓 何丽娟 副主编

微机原理与汇编语言程序设计

注重学科体系的完整性，兼顾考研学生需要
强调理论与实践相结合，注重培养专业技能



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

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——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。

本书为授课教师免费提供电子教案(用 PowerPoint 制作,可以任意修改),需要者可从中国水利水电出版社网站(<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>)下载。

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. —北京:中国水利水电出版社, 2005

(21 世纪高等院校规划教材)

ISBN 7-5084-2895-1

I. 微… II. 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 (2005) 第 046631 号

书 名	微机原理与汇编语言程序设计
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(北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	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	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 21 印张 476 千字
版 次	2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	28.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

序

随着计算机科学与技术的飞速发展,计算机的应用已经渗透到国民经济与人们生活的各个角落,正在日益改变着传统的人类工作方式和生活方式。在我国高等教育逐步实现大众化后,越来越多的高等院校会面向国民经济发展的第一线,为行业、企业培养各级各类高级应用型专门人才。为了大力推广计算机应用技术,更好地适应当前我国高等教育的跨越式发展,满足我国高等院校从精英教育向大众化教育的转变,符合社会对高等院校应用型人才培养的各类要求,我们成立了“21世纪高等院校规划教材编委会”,在明确了高等院校应用型人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系的框架下,组织编写了本套“21世纪高等院校规划教材”。

众所周知,教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱及基础,作为体现教学内容和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索和建设适应新世纪我国高等院校应用型人才培养体系需要的配套教材已经成为当前我国高等院校教学改革和教材建设工作面临的紧迫任务。因此,编委会经过大量的前期调研和策划,在广泛了解各高等院校的教学现状、市场需求,探讨课程设置、研究课程体系的基础上,组织一批具备较高的学术水平、丰富的教学经验、较强的工程实践能力的学术带头人、科研人员和主要从事该课程教学的骨干教师编写出一批有特色、适用性强的计算机类公共基础课、技术基础课、专业及应用技术课的教材以及相应的教学辅导书,以满足目前高等院校应用型人才的需要。本套教材消化和吸收了多年来已有的应用型人才探索与实践成果,紧密结合经济全球化时代高等院校应用型人才培养工作的实际需要,努力实践,大胆创新。教材编写采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批地启动编写计划,编写大纲的确定以及教材风格的定位均经过编委会多次认真讨论,以确保该套教材的高质量和实用性。

教材编委会分析研究了应用型人才与研究型人才在培养目标、课程体系和内容编排上的区别,分别提出了3个层面上的要求:在专业基础类课程层面上,既要保持学科体系的完整性,使学生打下较为扎实的专业基础,为后续课程的学习做好铺垫,更要突出应用特色,理论联系实际,并与工程实践相结合,适当压缩过多过深的公式推导与原理性分析,兼顾考研学生的需要,以原理和公式结论的应用为突破口,注重它们的应用环境和方法;在程序设计类课程层面上,把握程序设计方法和思路,注重程序设计实践训练,引入典型的程序设计案例,将程序设计类课程的学习融入案例的研究和解决过程中,以学生实际编程解决问题的能力为突破口,注重程序设计算法的实现;在专业技术应用层面上,积极引入工程案例,以培养学生解决工程实际问题的能力为突破口,加大实践教学内容的比重,增加新技术、新知识、新工艺的内容。

本套规划教材的编写原则是:

在编写中重视基础,循序渐进,内容精炼,重点突出,融入学科方法论内容和科学理念,反映计算机技术发展要求,倡导理论联系实际和科学的思想方法,体现一级学科知识组织的层次结构。主要表现在:背靠计算机学科的科学体系,明确目标定位,分类组织实施,兼容互补;理论与实践并重,强调理论与实践相结合,突出学科发展特点,体现学科

发展的内在规律：教材内容循序渐进，保证学术深度，减少知识重复，前后相互呼应，内容编排合理，整体结构完整；采取自顶向下设计方法，内涵发展优先，突出学科方法论，强调知识体系可扩展的原则。

本套规划教材的主要特点是：

(1) 面向应用型高等院校，在保证学科体系完整的基础上不过度强调理论的深度和难度，注重应用型人才的专业技能和工程实用技术的培养。在课程体系方面打破传统的研究型人才培养体系，根据社会经济发展对行业、企业的工程技术需要，建立新的课程体系，并在教材中反映出来。

(2) 教材的理论知识包括了高等院校学生必须具备的科学、工程、技术等方面的要求，知识点不要求大而全，但一定要讲透，使学生真正掌握。同时注重理论知识与实践相结合，使学生通过实践深化对理论的理解，学会并掌握理论方法的实际运用。

(3) 在教材中加大能力训练部分的比重，使学生比较熟练地应用计算机知识和技术解决实际问题，既注重培养学生分析问题的能力，也注重培养学生思考问题、解决问题的能力。

(4) 教材采用“任务驱动”的编写方式，以实际问题引出相关原理和概念，在讲述实例的过程中将本章的知识点融入，通过分析归纳，介绍解决工程实际问题的思想和方法，然后进行概括总结，使教材内容层次清晰，脉络分明，可读性、可操作性强。同时，引入案例教学和启发式教学方法，便于激发学习兴趣。

(5) 教材在内容编排上，力求由浅入深，循序渐进，举一反三，突出重点，通俗易懂。采用模块化结构，兼顾不同层次的需求，在具体授课时可根据各校的教学计划在内容上适当加以取舍。此外还注重了配套教材的编写，如课程学习辅导、实验指导、综合实训、课程设计指导等，注重多媒体的教学方式以及配套课件的制作。

(6) 大部分教材配有电子教案，以使教材向多元化、多媒体化发展，满足广大教师进行多媒体教学的需要。电子教案用 PowerPoint 制作，教师可根据授课情况任意修改。相关教案的具体情况请到中国水利水电出版社网站 www.waterpub.com.cn 下载。此外还提供相关教材中所有程序的源代码，方便教师直接切换到系统环境中教学，提高教学效果。

总之，本套规划教材凝聚了众多长期在教学、科研一线工作的教师及科研人员的教学科研经验和智慧，内容新颖，结构完整，概念清晰，深入浅出，通俗易懂，可读性、可操作性和实用性强。本套规划教材适用于应用型高等院校各专业，也可作为本科院校举办的应用技术专业的课程教材，此外还可作为职业技术学院和民办高校、成人教育的教材以及从事工程应用的技术人员的自学参考资料。

我们感谢该套规划教材的各位作者为教材的出版所做出的贡献，也感谢中国水利水电出版社为选题、立项、编审所做出的努力。我们相信，随着我国高等教育的不断发展和高校教学改革的不断深入，具有示范性并适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高等院校教学质量的提高。

我们期待广大读者对本套规划教材提出宝贵意见，以便进一步修订，使该套规划教材不断完善。

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 及 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通过电子邮件与作者联系，获取本书的相关教学材料或应用案例。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、邵温、李杰、金永涛、李京辉等。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

2005 年 3 月

目 录

序

前言

第 1 章 微型计算机概述	1
本章学习目标	1
1.1 计算机的发展与应用	1
1.1.1 计算机的发展历史及发展趋势	1
1.1.2 计算机的特点与分类	4
1.1.3 计算机的应用	5
1.2 计算机的基本结构和工作原理	10
1.2.1 计算机的基本结构	10
1.2.2 计算机的工作原理	11
1.3 计算机系统	13
1.3.1 计算机的硬件系统	14
1.3.2 计算机的软件系统	16
1.4 微型计算机的基本概念	18
1.4.1 微处理器的产生、发展及分类	18
1.4.2 微型计算机的性能指标介绍	21
1.4.3 微型计算机的特点及应用	23
1.4.4 微型计算机系统的组成	24
本章小结	30
习题一	31
第 2 章 计算机中的数据表示	32
本章学习目标	32
2.1 计算机中的数制及其转换	32
2.1.1 数制的基本概念	32
2.1.2 数制之间的转换	34
2.2 计算机中数值数据的表示及运算	38
2.2.1 基本概念	38
2.2.2 带符号数的原码、反码、补码表示	39
2.2.3 定点数和浮点数表示	41
2.2.4 定点补码加法运算溢出判断	43
2.3 其他数据表示方法	44
2.3.1 美国信息交换标准代码 (ASCII 码)	45

2.3.2	二—十进制编码——BCD 码	47
2.3.3	汉字编码	48
2.3.4	图像（图形）信息的表示方法	51
2.3.5	语音信息的表示方法	51
本章小结		52
习题二		52
第 3 章	80X86 微处理器及其体系结构	54
本章学习目标		54
3.1	8086 微处理器的内部结构	54
3.1.1	基本性能指标	54
3.1.2	8086 微处理器内部结构组成	55
3.1.3	8086CPU 的寄存器结构	58
3.1.4	8086CPU 的外部引脚特性	62
3.2	8086 微处理器的存储器组织	65
3.2.1	存储器的标准结构	65
3.2.2	存储器的分段	67
3.2.3	逻辑地址（Logic Address）和实际地址（Physical Address）	68
3.2.4	专用和保留的存储器单元及堆栈	69
3.3	8086CPU 的总线周期和操作时序	70
3.3.1	8284A 时钟信号发生器	71
3.3.2	8086 总线周期	71
3.3.3	8086CPU 的最小/最大工作方式	73
3.3.4	8086CPU 的操作时序	76
3.4	80286/80386/80486 微处理器简介	81
3.4.1	80286 微处理器简介	82
3.4.2	80386 微处理器简介	85
3.4.3	80486 微处理器简介	92
本章小结		97
习题三		97
第 4 章	寻址方式与指令系统	99
本章学习目标		99
4.1	指令格式和操作数类型	99
4.2	指令的寻址方式	100
4.2.1	寻址、寻址方式的概念	100
4.2.2	与数据有关的寻址方式	101
4.2.3	I/O 端口寻址方式	105
4.2.4	与转移地址有关的寻址方式	105

4.3	8086 指令系统	106
4.3.1	数据传送类指令	107
4.3.2	DOS 系统功能调用	115
4.4	80286 增强和扩充指令	118
4.4.1	80286 工作模式	118
4.4.2	有符号整数乘法指令	118
4.4.3	堆栈操作指令	119
4.4.4	移位指令	119
4.4.5	支持高级语言的指令	120
4.5	80386 增强和扩充指令	120
4.5.1	数据传送与扩展指令	120
4.5.2	地址传送指令	121
4.5.3	有符号乘法指令	122
4.5.4	符号扩展指令	122
4.5.5	堆栈操作指令	122
4.5.6	移位指令	123
4.5.7	位操作指令	124
4.5.8	条件设置指令	125
4.6	80486 新增指令	127
4.7	Pentium 新增指令	129
	本章小结	130
	习题四	130
第 5 章	伪指令及汇编语言程序结构	133
	本章学习目标	133
5.1	汇编语言和汇编程序	133
5.1.1	汇编语言	133
5.1.2	汇编程序	133
5.2	汇编语言语句格式	134
5.2.1	名字项	135
5.2.2	操作码项	136
5.2.3	操作数项	136
5.3	伪指令语句	143
5.3.1	数据定义伪指令	143
5.3.2	符号定义伪指令	146
5.3.3	段定义伪指令	147
5.3.4	过程定义伪指令	149
5.3.5	结构定义伪指令	149

5.3.6	模块定义与连接伪指令	151
5.3.7	程序计数器\$和 ORG 伪指令	152
5.4	汇编语言程序的段结构	153
5.5	汇编语言程序上机过程	154
5.5.1	汇编语言的工作环境及上机步骤	154
5.5.2	汇编语言源程序的建立	155
5.5.3	将源程序文件汇编成目标程序文件	158
5.5.4	用连接程序生成可执行程序文件	159
5.5.5	程序的执行	160
5.5.6	程序的调试	160
5.6	汇编语言程序运行实例	161
	本章小结	163
	习题五	163
第 6 章	汇编语言程序设计	166
	本章学习目标	166
6.1	汇编语言程序设计的基本方法和基本步骤	166
6.1.1	汇编语言程序设计的基本步骤	166
6.1.2	结构化程序的概念	169
6.1.3	流程图画法规定	170
6.2	算术运算类指令	171
6.2.1	加法指令	171
6.2.2	减法指令	173
6.2.3	乘法运算指令	175
6.2.4	除法运算指令	177
6.2.5	BCD 码调整指令	180
6.3	逻辑运算与移位类指令	183
6.3.1	逻辑运算类指令	183
6.3.2	非循环移位指令	185
6.3.3	循环移位指令	187
6.4	顺序程序的结构形式和程序设计	189
6.4.1	顺序程序的结构形式	189
6.4.2	顺序结构的程序设计	189
	本章小结	193
	习题六	193
第 7 章	分支结构程序设计	195
	本章学习目标	195
7.1	转移类指令	195

7.1.1	JMP 无条件转移指令	195
7.1.2	条件转移指令	198
7.2	分支程序的结构形式和程序设计	202
7.2.1	分支程序的结构形式	202
7.2.2	分支结构的程序设计	203
本章小结		215
习题七		215
第 8 章	循环结构程序设计	217
本章学习目标		217
8.1	循环程序的基本结构	217
8.1.1	循环程序的组成	217
8.1.2	循环程序的结构	217
8.2	循环控制指令及串指令	218
8.2.1	循环控制指令	218
8.2.2	串操作类指令	219
8.3	循环结构程序的设计方法	225
8.3.1	循环控制的方法	225
8.3.2	循环程序的控制结构	230
8.4	单循环程序设计	232
8.5	多重循环	234
本章小结		238
习题八		238
第 9 章	子程序设计	240
本章学习目标		240
9.1	子程序的基本概念	240
9.1.1	子程序定义伪指令	242
9.1.2	调用与返回指令	243
9.2	子程序设计	247
9.2.1	子程序说明信息	247
9.2.2	保护现场与恢复现场	247
9.2.3	子程序参数传递方法	248
9.3	子程序的嵌套与递归	254
9.3.1	子程序的嵌套	254
9.3.2	子程序的递归	256
9.4	中断调用程序设计	260
9.4.1	中断的基本概念	260
9.4.2	DOS 中断和系统功能调用	262

9.4.3 BIOS 中断调用	267
本章小结	267
习题九	268
第 10 章 高级汇编技术	270
本章学习目标	270
10.1 宏汇编	270
10.1.1 宏定义、宏调用和宏展开	270
10.1.2 形参和实参	275
10.1.3 伪指令 PURGE	277
10.1.4 伪指令 LOCAL	278
10.2 重复汇编	279
10.2.1 定重复伪指令 REPT	279
10.2.2 不定重复伪指令 IRP	280
10.2.3 不定重复字符伪指令 IRPC	281
10.3 条件汇编	281
本章小结	285
习题十	285
第 11 章 模块化程序设计	287
本章学习目标	287
11.1 段的定义	287
11.1.1 段的完整定义	287
11.1.2 定位类型	288
11.1.3 组合类型	288
11.1.4 类别	289
11.2 模块间的通信	289
11.2.1 伪指令 PUBLIC 和 EXTRN	289
11.2.2 多个模块之间的变量传送	291
11.3 汇编语言与 C/C++ 语言的混合编程	296
11.3.1 C/C++ 语言程序与汇编语言过程的模块连接	297
11.3.2 C/C++ 语言程序调用汇编语言的行内汇编法	302
本章小结	303
习题十一	303
附录 A 8086 指令系统	307
附录 B DOS 系统功能调用 (INT 21H)	311
附录 C BIOS 功能调用	318
附录 D 80X86 中断向量	322
参考文献	324

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 50 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到 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