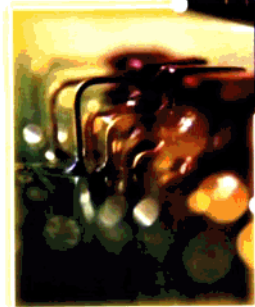
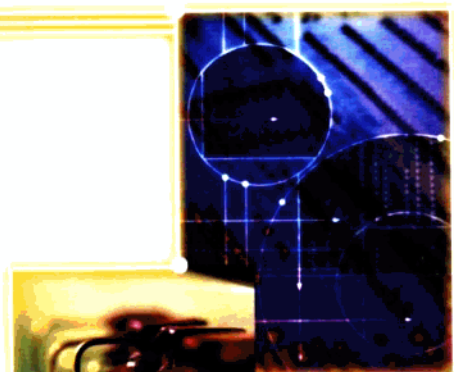


高职高专计算机专业系列教材

陈明 王智广 编著

# 计算机组成原理



清华大学出版社

高职高专计算机专业系列教材

# 计算机组成原理

陈 明 王智广 编著

清华大学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书介绍了计算机单处理机系统的组成和工作原理。在编写过程中,充分考虑了各章节间的衔接和相对独立性。本书内容全面,概念清晰,系统性强,注重实践环节与综合运用知识能力的培养。主要论述了计算机的基本组成原理和机器结构,对数制和码制、基本逻辑部件、指令系统和构成整个计算机系统的中央处理机、存储系统和输入输出系统等进行了较为详细的论述。

全书文字流畅,条理清晰,可作为高职高专院校计算机专业的教材,也可供工程技术人员作为参考书使用。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理/陈明,王智广编著. —北京:清华大学出版社,2004.7

(高职高专计算机专业系列教材)

ISBN 7-302-08840-3

I. 计… II. ①陈… ②王… III. 计算机体系结构—高等学校:技术学校—教材 IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 056828 号

出 版 者:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客 户 服 务:010-62776969

组稿编辑:谢 琛

文稿编辑:刘 青

印 刷 者:北京市通州大中印刷厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:17.75 字数:409千字

版 次:2004年8月第1版 2004年8月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-08840-3/TP·6272

印 数:1~5000

定 价:24.00元

---

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、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)62770175-3103或(010)62795704

# 序

---

1999年10月,教育部高教司主持召开了全国高职高专教材工作会议,会议要求尽快组织规划和编写一批高质量的、具有高职高专特色的基础和专业教材。根据会议精神,在清华大学出版社的支持下,于2000年1月在上海召开了由来自全国各地的部分高职、高专、成人教育及本科院校的代表参加的“高职高专计算机专业培养目标和课程设置体系研讨会”。与会的专家和教师一致认为,在当前教材建设严重滞后同高职教育迅速发展的矛盾十分突出的情况下,编写一套适应高等职业教育培养技术应用性人才要求的、真正具有高职特色的、体系完整的计算机专业系列教材十分必要而且迫切。会议成立了高职高专计算机专业系列教材编审委员会,明确了高职计算机专业的培养目标,即掌握计算机专业有关的基本理论、基本知识和基本技能,尤其要求具有对应用系统的操作使用、维护维修、管理和初步开发的能力。

根据上述目标,编委会拟定了本套教材的编写原则。在教材内容安排上,以培养计算机应用能力为主线,构造该专业的课程设置体系和教学内容体系;从计算机应用需求出发进行理论教学,强调理论教学与实验实训密切结合,尤其突出实践体系与技术应用能力的实训环节的教学;教材编写力求内容新颖、结构合理、概念清楚、实用性强、通俗易懂、前后相关课程有较好的衔接。与本科教材相比,本套教材在培养学生的应用技能上更有特色。

根据目前各高职高专院校计算机专业的课程设置情况,编委会确定了首批出版的十几本教材。这些教材的作者多是在高职高专院校或本科院校的职业技术学院任教的、具有多年教学经验的教师,每本书均由计算机专业的资深教授或专家主审把关。我们还将在此基础上,陆续征集出版第二、三批教材,力争在3到5年内完成一套完整的高职高专计算机专业教材。

应当说明的是,凡是高等职业教育、高等专科教育和成人高等教育院校的计算机及其相关专业均可使用本套教材。各学校可以根据实际需要,在教学中适当增删一些内容、实训项目和练习题,从而更有针对性地帮助学生掌握计算机专业知识,并形成相关的应用能力。

由于各地区各学校在教学水平、培养目标理解等方面有所不同,加上这套教材编写时间仓促,难免会出现这样或那样的错误,敬请各学校在使用过

程中及时将错误信息或好的建议返回给教材编审委员会,以便我们及时修订、改版,使该系列教材日趋完善。

我们恳切地希望高职高专院校任课的专业教师和专家对后续教材的编写提出建设性的意见,并真诚地希望各位老师参与我们的工作。

高职高专计算机专业  
系列教材编审委员会  
2000年5月

# 前 言

---

计算机组成原理课程是高等学校计算机系的一门主干课程。学生通过这门课程的学习,可以较为深入地掌握计算机的工作和组成原理,为其他课程的学习打下坚实的基础。

经过 50 余年的发展,现代计算机的功能已非常强大,应用领域空前广泛,对人类社会产生了深远影响。越来越多的人迫切需要学习计算机知识,计算机组成原理课程已经成为计算机专业的一门重要专业基础课。

本教材的编写特点:

(1) 我们从现代典型的中、小型和微型计算机中抽取结构模型来阐述计算机组成原理,摆脱了依靠某一特定机型的传统模式。

(2) 注意整机概念的学习和建立,既考虑到计算机各功能部件的组成与工作原理,又考虑到各部件之间的联系和时序关系。

(3) 在取材上,既考虑了计算机组成的传统结构,又考虑到了新的有代表性的结构。

本书第 1、3、4、6 章由陈明教授编写,第 2、5、7 章由王智广副教授编写,陈明教授对全书进行了审校。

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,敬请读者给予指正。

编 者

# 目 录

---

<b>第 1 章 概述</b> .....	1
1.1 计算机的产生与发展 .....	1
1.2 计算机的应用 .....	3
1.3 计算机的特征 .....	5
1.3.1 冯·诺依曼机的基本特征 .....	5
1.3.2 计算机的外部特征 .....	6
1.4 计算机的硬件系统 .....	7
1.5 计算机的软件系统 .....	9
1.5.1 系统程序 .....	10
1.5.2 应用程序 .....	10
1.5.3 几种典型的系统软件及其基本功能 .....	10
1.6 计算机系统的层次结构 .....	14
习题 .....	15
<b>第 2 章 数据的表示</b> .....	17
2.1 数制与转换 .....	17
2.1.1 进位制中数的表示 .....	17
2.1.2 各种进位制之间的转换 .....	21
2.1.3 二进制的优点 .....	25
2.2 定点数及其在计算机中的表示 .....	27
2.2.1 真值与机器数 .....	28
2.2.2 原码 .....	29
2.2.3 补码 .....	30
2.2.4 反码 .....	32
2.2.5 三种码制的比较 .....	33
2.2.6 定点数的加减法运算 .....	34
2.3 浮点数及其在计算机中的表示 .....	37
2.3.1 阶的移码表示 .....	38
2.3.2 浮点数的规格化 .....	39

2.3.3	浮点数的格式 .....	40
2.3.4	定点表示与浮点表示的比较 .....	42
2.4	十进制数在计算机中的表示 .....	44
2.4.1	十进制数的编码 .....	44
2.4.2	十进制数在机器中的格式 .....	46
2.5	非数值数据在计算机中的表示 .....	47
2.5.1	逻辑数据 .....	47
2.5.2	字符数据 .....	47
2.6	数据传送 .....	50
2.6.1	数据的传送方式 .....	50
2.6.2	故障的检测与校正 .....	51
	习题 .....	52
<b>第3章</b>	<b>运算方法与运算器 .....</b>	<b>55</b>
3.1	定点加减法运算 .....	55
3.1.1	补码加减法运算 .....	56
3.1.2	溢出判断 .....	58
3.1.3	反码加减法运算 .....	60
3.2	加法器与进位的传播 .....	61
3.2.1	加法器的结构 .....	61
3.2.2	串行进位链 .....	63
3.2.3	单级分组跳跃进位 .....	64
3.2.4	多级分组跳跃进位 .....	65
3.3	定点乘法运算 .....	69
3.3.1	原码一位乘法 .....	69
3.3.2	补码一位乘法 .....	72
3.3.3	原码两位乘法 .....	76
3.4	定点除法运算 .....	78
3.4.1	原码比较法与恢复余数法 .....	78
3.4.2	原码不恢复余数法 .....	81
3.5	浮点运算 .....	84
3.5.1	浮点数的加法和减法运算 .....	84
3.5.2	浮点数的乘法和除法运算 .....	86
3.5.3	浮点运算器 .....	86
3.6	逻辑运算 .....	87
3.7	运算器的组成与结构 .....	89
3.7.1	运算器的基本结构 .....	89
3.7.2	某系列机运算器 .....	91



习题 .....	93
<b>第 4 章 指令系统 .....</b>	<b>96</b>
4.1 指令 .....	96
4.2 寻址方式 .....	101
4.3 指令的编码 .....	110
4.3.1 操作码的编码 .....	110
4.3.2 指令格式的优化 .....	113
4.4 指令的类型 .....	114
4.5 PDP-11 机指令系统 .....	117
4.5.1 PDP-11 机指令格式 .....	117
4.5.2 PDP-11 系列机寻址方式 .....	118
4.5.3 内存的编址方式 .....	124
4.5.4 程序状态字 .....	124
4.5.5 指令系统简介 .....	125
4.6 Intel 8086 指令系统简介 .....	137
4.7 RISC 指令系统 .....	140
习题 .....	143
<b>第 5 章 存储器 .....</b>	<b>146</b>
5.1 概述 .....	146
5.2 半导体随机存取存储器 .....	150
5.2.1 记忆单元的基本原理 .....	150
5.2.2 基本存储单元电路 .....	150
5.2.3 MOS 动态 RAM 分析 .....	153
5.2.4 半导体 RAM 结构 .....	157
5.2.5 存储容量的扩展 .....	160
5.3 只读存储器 .....	163
5.3.1 掩膜 ROM .....	163
5.3.2 可编程 ROM .....	164
5.3.3 可变程序的 ROM .....	165
5.3.4 只读存储器的容量扩展 .....	166
5.4 磁表面存储器 .....	167
5.4.1 磁表面存储器原理 .....	167
5.4.2 记录方式 .....	169
5.4.3 磁盘存储器 .....	170
5.5 并行存储器 .....	174
5.6 高速缓冲存储器(Cache) .....	177

5.6.1	工作原理	177
5.6.2	地址映像	179
5.6.3	替换算法	181
5.6.4	INTEL 82385 Cache 组织	182
5.7	虚拟存储器	185
	习题	188
<b>第 6 章</b>	<b>控制器</b>	<b>190</b>
6.1	控制器的基本功能	190
6.2	控制器的基本结构	191
6.2.1	指令部件	192
6.2.2	时序部件	194
6.2.3	微操作控制信号产生器	195
6.2.4	控制台	195
6.3	控制器的控制时序	196
6.3.1	时序关系	197
6.3.2	时序部件的逻辑组织	198
6.4	控制方式	199
6.5	指令的执行	201
6.5.1	模拟机	201
6.5.2	数据通路及其信息传递的控制	203
6.5.3	指令的执行过程	207
6.6	组合逻辑控制器	215
6.7	微程序控制器	217
6.7.1	微程序控制器的基本原理	217
6.7.2	微指令的编码方法	221
6.7.3	微程序的顺序控制	223
6.7.4	微程序控制的模型机	226
	习题	232
<b>第 7 章</b>	<b>输入输出系统</b>	<b>235</b>
7.1	I/O 系统概述	235
7.1.1	I/O 系统的组成	235
7.1.2	外部设备的寻址	236
7.1.3	I/O 控制方式	237
7.2	外部设备	240
7.2.1	功能与分类	240
7.2.2	输入设备	242

7.2.3	输出设备	243
7.2.4	数据通信设备	245
7.2.5	过程控制设备	246
7.3	总线	247
7.4	程序查询方式	252
7.4.1	程序查询方式的接口	253
7.4.2	程序	254
7.5	程序中断输入输出方式	256
7.5.1	中断系统	256
7.5.2	程序中断处理过程	258
7.5.3	多重中断	266
7.5.4	中断接口	267
7.6	存储器直接访问(DMA)的 I/O 方式	268
7.6.1	DMA 特点	268
7.6.2	DMA 接口控制器	269
7.6.3	DMA 传送过程	270
	习题	271

# 第 1 章

# 概 述

计算机是一种能够自动地、高速地解决数学问题及逻辑问题的现代化电子装置,它由硬件和软件共同组成,是 20 世纪科学技术的卓越成就之一。

## 1.1 计算机的产生与发展

1946 年世界上出现了第一台计算机 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Calculator),经过 50 余年的发展已历经四代。现代的计算机系统功能异常强大,其应用已深入到各个领域,对整个社会和科学技术的发展产生了深远的影响和强大的推动力。

### 1. 第一代计算机

从 1946—1958 年为第一代计算机的发展时期。在这个时期内,构成计算机的基本逻辑电路为电子管线路,计算机体积庞大,可靠性差,输入输出设备有限,主存容量仅有数百字到数千字,主要以单机方式完成科学计算,计算机程序语言为机器语言和汇编语言。

### 2. 第二代计算机

从 1959—1964 年为第二代计算机的发展时期。在这个时期内,计算机由晶体管分立电路构成,在体积、重量和功耗方面都比电子管计算机小得多,并且运算速度进一步提高,主存容量进一步扩大。计算机的应用领域不仅限于科学计算,而且也用于数据处理和实时控制等方面。在程序设计语言方面出现了 FORTRAN、COBOL 及 ALGOL60 等高级语言,为快速、简捷地设计程序创造了条件。

### 3. 第三代计算机

从 1965—1975 年为第三代计算机的发展时期。在这个时期内,计算机由中小规模集成电路构成,其体积和功耗进一步减小,其性能得到进一步提高。在软件方面,不断发展的操作系统提高了计算机的工作效率并方便了用户;出现了小型系列机,并开始考虑大、中、小型计算机的配套使用;出现了计算机网络和数据库;微程序设计技术得到了广泛的应用。

### 4. 第四代计算机

从 20 世纪 70 年代中期以后,计算机的发展进入了第四代。第四代计算机是由大规

模集成电路(英文缩写为 LSI)和超大规模集成电路(英文缩写为 VLSI)构成。大规模集成电路是指在一块几平方毫米的半导体芯片上制造几千到几十万逻辑门,这就使得计算机的体积进一步缩小,运算速度可提高到每秒几百万次甚至更高,并且可靠性也得到进一步提高。在超大规模集成电路中,每个芯片上可以包含更多的元件。

各代计算机的主要特点如表 1-1 所示。

表 1-1 各代计算机的主要特点

项 目		第一代 (1946—1958 年)	第二代 (1959—1964 年)	第三代 (1965—1975 年)	第四代 (20 世纪 70 年代 中期以后)
结 构 特 点	元 件	电子管	晶体管	中小规模集成电路	大规模和超大规模集成电路
	存 储 器	磁鼓 水银延时电路 光屏管 磁心	磁心/磁盘	磁心或镀膜线	半导体存储器
	典 型 机 器	IBM—701 (1953 年 4 月) IBM—650 (1954 年 11 月) M3(103)型 (1958 年) 104 型	IBM—7090 (1959 年 11 月) IBM—7094 (1962 年 9 月) 441B 型 (1961 年) 108 型、109 型 (1961—1962 年)	IBM—360(中) IBM—370(大) PDP—11(小) 计算机网: APAR 150 型 151 型 111 型	巨型机: 如 ILL— IACIV 型(由 64 个 处理部件组成, 速 度 1.5 亿~2 亿次/ 秒)、银河 II 型(速 度为 10 亿次/秒)
	软 件	1. 1954 年以前 几乎没有软件 2. 只有汇编 语言	1. 批量处理操作系统 (1960—1965 年) 2. FORTRAN 程序语 言(1954—1960 年) 3. COBOL 程序语言 (1960—1965 年) 4. ALGOL60、PL/I 等	1. 分时操作系统如: CTSS、IBM360 的 OS(1965—1970 年) 2. 会话式语言如 Basic(1964 年) 3. 计算机网络软件 4. 结构化程序设计	软件系统工程化、 理论化
	其 他	固定字长; 单道 程序控制; 输入 输出设备不能 同时工作	固定字长; 多道程序 控制; 输入输出设备 能同时工作	固定字长或可变字 长; 由通道控制输入 输出设备使之同时 工作	
	应 用	科学计算(如科 技计算、工资计 算等); 成批处 理数据	科学计算; 数据处 理(如企业管理、商业 管理); 实时控制(如 工业和军事方面的 控制)	系统模拟 系统设计 智能模拟	1. 巨型机用于尖端 科学技术和军事工 程方面 2. 微型机用于学习、 工作、生活等方面 3. 计算机网络应用

参阅表 1-1,分析计算机的发展过程,可以看出几乎每隔 5 年~8 年,计算机的计算速度提高 10 倍,其体积减小到原来的十分之一,成本也降低到原来的十分之一。

目前,计算机的发展趋势为:巨型机、微型机、计算机网络和智能计算机。

巨型机是指运算速度快、容量大、计算能力强的巨型计算机系统。巨型机的研制途径有两种,一是巨型机的体系设计,二是用微型机群组成巨型机。

微型机是指用单片或几片具有运算和控制功能的大规模集成电路构成的微处理器,加上利用大规模集成电路技术实现的存储器芯片、输入输出接口芯片等组成的计算机。微型机的发展趋势大体分为两个方向:一是计算机的单片化,提高其功能与速度;二是向多机系统、计算机网络的方向发展。

计算机网络是利用通信设备和线路把分布在不同位置的多个计算机互连起来的网络。其目的是使用户能共享网络中的所有硬件、软件和数据等资源并进行信息传递,从而分散各计算机的负荷,提高可靠性,使计算机的使用具有可扩充性及通用性。

智能计算机是新一代的计算机。它是把信息采集、存储、处理、通信和人工智能结合在一起而构成的智能计算机。它主要面向社会生活中大量包含的知识信息处理,不仅具有强大的数学运算能力,而且具有类似人的推理、学习、联想和解释的能力,能够帮助人们进行判断和决策,支持人类开拓未知的领域和获取新的知识。它会听、看、说、画,人们最终将能使用自然语言和图形等方便手段与之交流信息。它是人脑智能的延伸和开拓,在思考某些问题时甚至比人类更聪明。

生物神经网络在人脑信息处理过程中占有重要地位,进而使得科学家们在模拟人的智慧功能时,对于人工神经网络的研究给予极大的注意并寄予厚望。尤其是近年来超大规模集成电路技术的飞速发展,为人工神经网络的实现提供了基础与手段。因此,虽然当前的人工神经网络还只是对人脑神经网络的简单模拟,但近年来不同领域的学者都认为它确实是具有重要意义的一种模型,并从不同的角度对其进行了多方面的研究,推动了神经网络的发展。

现代计算机在数字运算方面的能力和效率虽早已达到了人脑望尘莫及的程度,但在处理模式信息方面远低于学龄前儿童。问题的关键是计算机模式不同于脑模式,对于正在孕育和期待着重大突破的计算机科学领域,这一事实当然使人工神经网络的研究成为热点,并使研究新一代计算机的科学家们看到了希望的曙光。

## 1.2 计算机的应用

计算机的发展速度超过了历史上任何一种技术手段和装备的发展速度,并显示出了强大的生命力。目前,计算机的应用范围几乎涉及人类社会的所有领域,为了简洁叙述,这里概括为如下几个方面。

### 1. 科学计算

科学研究和工程计算领域,是计算机应用最早的领域,也是应用较广泛的领域。例如

数学、物理、化学、生物学等基础科学的研究,飞机设计、轮船设计、水力发电等工程学科中的设计与研究都要用计算机进行大量的计算。计算机的应用节省了大量时间和人力与物力,而且使一些以往无法解决、无法及时解决或无法精确解决的问题得到了圆满的答案。

## 2. 数据处理

随着科学技术的进步和社会文明的高速发展,人类正在进入信息社会,大量的各类信息不断涌现,例如各类文字、表格、图像、声音、视频动画等,这些已远远超出了单纯数值计算的领域。为了更深入、更全面精确认识和掌握这些信息所反映的问题,需要对大量信息进行分析与处理,这就是数据处理的任务。

数据处理主要包括:对数据信息进行收集、分类、排序、计算、分析、传送、存储以及打印输出各种报表或各种所需要的图形等。

数据处理问题的特点是:需处理的原始数据量大,并要求响应的速度快。这就要求计算机容量大、速度快。

## 3. 辅助设计

计算机辅助设计简称 CAD(Computer Aided Design),它是指利用计算机帮助人们进行机械、建筑、电路以及计算机等的设计工作。计算机辅助设计是近年来迅速发展起来的一个重要应用领域,利用 CAD 技术能够提高设计质量和自动化程度,加快新产品的设计和减少研制周期,进而成为现代化生产的重要手段。

计算机辅助设计已扩展到测试和制造过程中,实现了计算机辅助测试(简称 CAT)和计算机辅助制造(简称 CAM)。将这些辅助过程融为一体,统称为计算机辅助工程(简称 CAE),进而使得工程项目的全过程,包括管理在内,都统一置于计算机辅助之下,完全改变了原有的面貌。

## 4. 过程控制

计算机的过程控制广泛应用于宇航、军事领域和生产过程的自动化。例如,喷气式飞机的飞行、导弹、人造卫星和宇宙飞船等飞行器的控制都是靠计算机实现的。又如在石油化工方面,对液面高度、温度、压力、流量等的计量和控制;在机械行业中,用计算机控制机床所实现的高精度、形状复杂的零件加工自动化等。

生产过程的控制是过程控制的一个重要应用。近年来出现了以微型计算机为中心的分散型控制系统,其控制功能是分散给若干台微型机处理,而操作管理则高度集中到一台高性能的计算机上。由于吸收了集中和分散控制的优点,所以叫集散型控制系统。这种系统有较高的可靠性和利用率,已成为计算机控制的重要发展方向之一。

## 5. 人工智能

人工智能是计算机科学的前沿,它是研究利用计算机模拟人类的某些智能行为。例如感知、推理、学习和理解等的理论与技术。其研究的主要领域是:模式识别、景物分析、

自然语言理解、博弈问题、专家系统和机器人等。

专家系统是人工智能发展的重要成就之一。专家系统是一个具有大量专门知识的程序系统。它总结了某个领域中的一个或多个专家知识,以适当的知识表示形式存于计算机中建立知识库。专家系统利用知识库,通过推理机基于知识的推理,做出判断与决策。目前,专家系统已广泛应用于地质学与勘探、化学结构的研究、医疗诊断、遗传工程等领域,并显示出了强大的生命力。

机器人是人工智能发展的最重要的成就之一。机器人能够提高工作质量和生产效率、降低成本、代替人类完成有害环境中的工作,具有生产上的实用性。目前,世界上有大量的工业机器人在生产一线上工作,或在高温、有毒、辐射、深水等环境下工作。尽管它们完成的工作简单,但却十分出色。现在,出现了比工业机器人更有智慧的智能机器人,它能自动识别控制对象并适应工作环境,做出判断与决策。并能领会人的口令和意图,灵活机动地完成控制任务与信息处理任务。

## 6. 其他方面

在教育方面,计算机被誉为“教育史上的第四次革命”。较多的应用是CAI(计算机辅助教学)。用这种方法进行教学,学生的学习可以生动活泼地进行,教师也可以减少大量重复的课堂讲授过程,而把主要精力放在提高教材质量和研究教学方法等方面。计算机辅助教学既适用于普通教育,又适用于专业训练。人们还可坐在家,通过计算机网络,按照自己的特点确定个人的学习计划和进度。例如,参加一些学校所开办的“网上学校”的学习。

在健康方面,由于计算机网络的出现,为人类健康长寿带来了福音。使用计算机的各种医疗设备应运而生,为及早发现疾病提供了强有力的手段。利用计算机建成的各种专家系统为诊治疾病发挥了重要作用。

在家用电器方面,单片机被广泛应用于微波炉、磁带录音机、洗衣机、煤气用定时器、家用空调设备控制器、电子式缝纫机、电子玩具、游戏机等。21世纪,国际互连网络和计算机控制设备已广泛应用于家庭之中。

## 1.3 计算机的特征

### 1.3.1 冯·诺依曼机的基本特征

在1946年,冯·诺依曼(John Von Neumann)教授所撰写的一篇题为“关于电子计算机仪器逻辑设计的初步探讨”的论文中,提出了计算机的组成和工作方式的基本思想,概括如下:

(1) 计算机由运算器、控制器、存储器和输入输出设备五大基本部件组成。并规定了这五个部分的基本功能。



(2) 计算机内部采用二进制形式表示数据和指令。每条指令一般包含有操作码和地址码,其中操作码表示指令的运算性质,地址码指明参加操作的操作数地址和结果数的地址。

(3) 将程序(包括数据和指令序列)事先存入主存储器中,使计算机在工作时能够自动高速地从存储器中取出指令并执行,这就是存储程序思想的基本含义。

(4) 计算机以运算器为中心,输入输出设备与存储器的数据传送通过运算器进行。

上述概念奠定了现代计算机的基本结构思想,并开创了程序设计的时代。到目前为止大多数计算机仍具有上述特征,简称为冯·诺依曼机特征。

## 1.3.2 计算机的外部特征

冯·诺依曼机特征是描述计算机内部的工作方式及组成的特征,而计算机的外部特征表示计算机用户所看到的计算机特点。

### 1. 快速性

能够自动地、连续地进行高速运算是计算机的最突出特点,也是计算机与其他一切计算工具的本质区别。

利用先进的半导体器件可以构成高速的算术逻辑运算部件和高速存储器,进而在计算机运行中高速完成指令的运行和数据的自动存取。存储程序原理使计算机能够实现自动连续地运算。因此,高速器件与存储程序原理相结合能够快速自动地执行程序,并充分发挥计算机的计算速度。

### 2. 通用性

利用计算机解决问题的过程是把任何复杂的信息处理任务分解为大量的基本算术运算和逻辑操作,反映在计算机的指令操作中,按照执行的先后顺序,把它们组织成程序。这些程序不仅包括由用户自己编写、从外部随时输入的用户程序,而更多的是由计算机生产厂家提供的系统程序和程序库。这些程序都能很快地从存储器中调出来运行,这不但能够实现自动快速地处理信息,而且由于其灵活、易于变更,进而使计算机具有极大的通用性。

### 3. 逻辑性和准确性

计算机除了具有存储程序的重要特点之外,还具有逻辑判断能力,所以能够把各种运算组织成为复杂多变的计算和控制流程。

为了能够处理形式和内容十分丰富的各种信息,例如语言、文字和图像等,采用了数字化编码技术。数字化编码技术可以保证运算和控制的极高准确度,也是计算机实现逻辑判断和逻辑运算的基础。