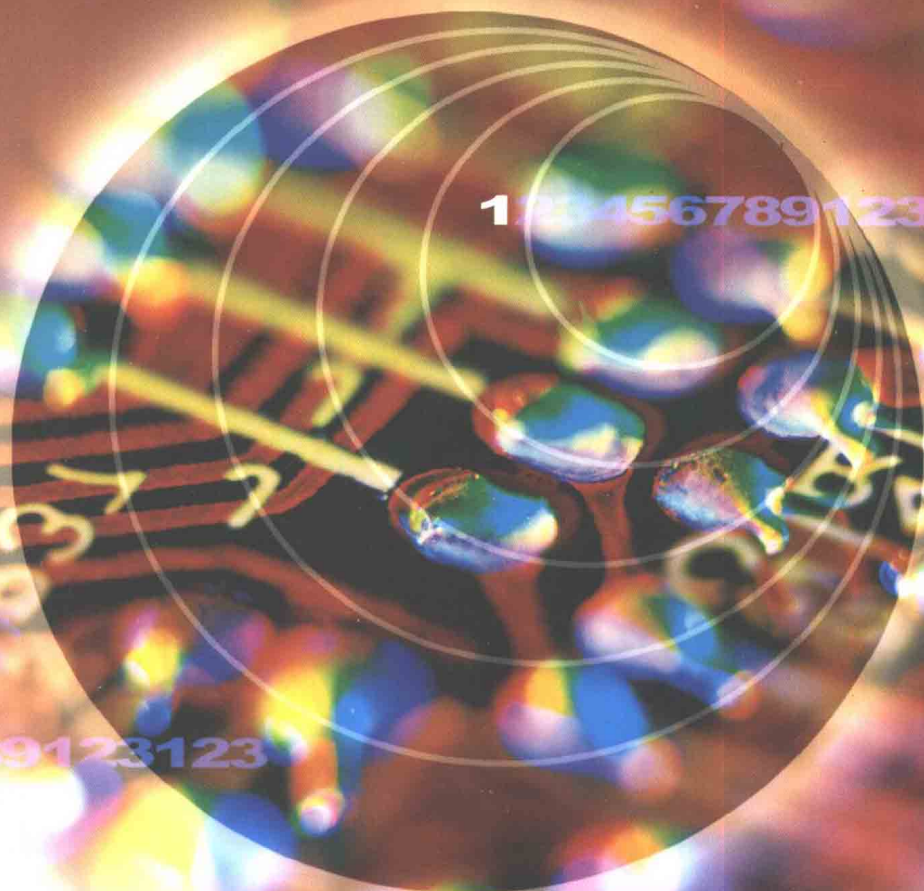




普通高等院校计算机专业（本科）实用教程系列

计算机组成原理 实用教程

幸云辉 杨旭东 编著
马桂祥 审



123456789123123

89123123

23456789123123



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



普通高等院校计算机专业(本科)实用教程系列

计算机组成原理 实用教程

幸云辉 杨旭东 编著
马桂祥 审

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书共分 9 章。内容包括：计算机系统概述、数码系统、运算方法与运算器、存储系统、指令系统、中央处理器、输入输出设备、输入输出系统以及计算机系统结构的发展。各章后均附有适当数量的习题和思考题。附录中列出经过多年实践成功开出的 5 个实验。

本书内容全面、概念清楚、选材适当、结构合理、深入浅出、循序渐进，具有科学性和启发性。反映出作者多年来的教学经验。

本书是普通高等院校计算机各专业的教材，也可供从事计算机工作的工程技术人员自学或参考。

版权所有，翻印必究。

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。

书 名：计算机组成原理实用教程

作 者：幸云辉 杨旭东

出 版 者：清华大学出版社(北京清华大学学研大厦，邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

责任编辑：徐培忠

印 刷 者：北京市清华园胶印厂

发 行 者：新华书店总店北京发行所

开 本：787×1092 1/16 **印张：**21.5 **字数：**506 千字

版 次：2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 7-302-04730-8/TP·2811

印 数：0001~6000

定 价：30.00 元

序 言

时光更迭、历史嬗递。中国经济带着她足以令世人惊叹的持续高速发展驶入了一个新的世纪,一个新的千年。世纪之初,以微电子、计算机、软件、通信技术为主导的信息技术革命给我们生存的社会所带来的变化令人目不暇接。软件是优化我国产业结构、加速传统产业改造和用信息化带动工业化的基础产业,是体现国家竞争力的战略性产业,是从事知识的提炼、总结、深化和应用的高智型产业;软件关系到国家的安全,是保证我国政治独立、文化不受侵蚀的重要因素;软件也是促进其他学科发展和提升的基础学科;软件作为 20 世纪人类文明进步的最伟大成果之一,代表了先进文化的前进方向。美国政府早在 1992 年“国家关键技术”一文中提出“美国在软件开发和应用上所处的传统领先地位是信息技术及其他重要领域竞争能力的一个关键因素”,“一个成熟的软件制造业的发展是满足商业与国防对复杂程序日益增长的要求所必须的”,“在很多国家关键技术中,软件是关键的起推动作用(或阻碍作用)的因素。”在 1999 年 1 月美国总统信息技术顾问委员会的报告“21 世纪的信息技术”中指出“从台式计算机、电话系统到股市,我们的经济与社会越来越依赖于软件”,“软件研究为基础研究方面最优先发展的领域”。而软件人才的缺乏和激烈竞争是当前国际的共性问题。各国、各企业都对培养、引进软件人才采取了特殊政策与措施。

为了满足社会对软件人才的需要,为了让更多的人可以更快地学到实用的软件理论、技术与方法,我们编著了《普通高等学院计算机专业(本科)实用教程系列丛书》。本套丛书面向普通高等院校学生,以培养面向 21 世纪计算机专业应用人才(以软件工程师为主)为目标,以简明实用、便于自学、反映计算机技术最新发展和应用为特色,具体归纳为以下几点:

1. 讲透基本理论、基本原理、方法和技术,在写法上力求叙述详细,算法具体,通俗易懂,便于自学。

2. 理论结合实际。计算机是一门实践性很强的科学,丛书贯彻从实践中来到实践中去的原则,许多技术理论结合实例讲,以便学习的理解。

3. 本丛书形成完整的体系,每本教材既有相对独立性,又有相互衔接和呼应,为总的培养目标服务。

4. 每本教材都配以习题和实验,在各教学阶段安排课程设计或大作业,培养学生的实战能力与创新精神。习题和实验可以制作成光盘。

新世纪曙光激人向上,催人奋进,江泽民总书记在十五届五中全会上的讲话:“大力推进国民经济和社会信息化,是覆盖现代化建设全局的战略举措。以信息化带动工业化,发挥优势,实现社会生产力的跨越式发展”。指明了我国信息界前进的方向。21 世纪日趋开放的国策与更加迅速发展科技会托起祖国更加辉煌灿烂的明天。

孙家广

2001 年 3 月

普通高等院校计算机专业(本科)实用教程 系列丛书编委会

主 任 孙家广 (清华大学教授, 中国工程院院士)

成 员 (按姓氏笔画为序)

王玉龙 (北方工业大学教授)

艾德才 (天津大学教授)

刘 云 (北方交通大学教授)

任爱华 (北京航空航天大学副教授)

幸云辉 (北京邮电大学教授)

张海藩 (北京信息工程学院教授)

徐孝凯 (中央广播电视大学副教授)

徐培忠 (清华大学出版社编审)

樊孝忠 (北京理工大学教授)

丛书策划 徐培忠 徐孝凯

前 言

“计算机组成原理”是计算机系各专业的必修课程之一,属于专业基础课。它为计算机系统学生学好后续专业课程起着很重要的作用。

本书在编写过程中力求做到内容全面、概念清楚、选材恰当、结构合理,结合作者本人多年来从事这一课程的教学经验,征求和收集了部分教授、专家的意见和建议,也参考了国内外有关的教材和文献资料。力求符合认识论规律,由浅入深,循序渐进。按照作者本人的思路,深入浅出、图文并茂,具有科学性和启发性。鉴于计算机技术的飞速发展,不断地推出新概念、新技术、新机型和新结构。本教材注重内容的先进性与实用性,在讲授一般原理的同时,注意理论联系实际。

本课程要求在《数字逻辑电路》课程之后开设,因此本教材未再重复有关内容。全书共分9章。第1、2章介绍计算机基础知识,包括计算机的基本组成、主要技术指标、计算机中的数制与码制、数据的表示方法、对于计算机中的检错、纠错码也做了必要的探讨;第3章介绍运算方法与运算器的组成,包括定点数和浮点数的算术运算方法及其实现,结合当前流行的SN74181和SN74182芯片的介绍,对加法器的进位信号的形成做了较详细的论述;第4章介绍存储系统,从一般的半导体读写存储器和只读存储器入手,介绍了并行主存系统、cache-主存存储层次和虚拟存储系统的构成;第5章介绍指令系统,指令系统是计算机系统中软、硬件的交界面,主要讨论了指令格式的优化,介绍几种常用的典型寻址方式;第6章是中央处理器,主要对控制器进行了较深入的探讨,介绍典型的CPU结构,将运算器和控制器结合在一起,最后对计算机中的流水结构作了简要分析;第7章是输入输出设备,介绍几种常用的输入输出设备的基本结构;第8章是输入输出系统,主要介绍输入输出设备与主机交换信息的几种方式;第9章介绍计算机系统结构的新发展,简要介绍了RISC计算机、并行处理机和多处理机系统。最后在附录中列出了成熟开出的5个实验的实验指导书。

本课程的参考学时数为70~80学时,另外增加15学时的实验,打*的章节大专班可以不讲。

全部书稿由马桂祥教授审阅,提出了许多宝贵的修改意见;并征求了许多专家和教授的意见;张杰、靳秀国等同志提供了实验素材,在此一并向他们表示衷心的感谢。

由于作者水平所限,加上时间仓促,缺点和错误在所难免,恳请读者批评指正,我们将不胜感激。

编著者

2001年4月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 计算机的发展与应用	1
1.1.1 计算机发展概况.....	1
1.1.2 计算机的应用.....	3
1.2 计算机的组成——硬件和软件	4
1.2.1 计算机硬件的组成.....	4
1.2.2 计算机软件组成.....	5
1.3 计算机系统的层次结构	7
1.4 计算机的工作过程	8
1.5 计算机系统的主要技术指标.....	10
1.5.1 机器字长	10
1.5.2 运算速度	10
1.5.3 机器容量	11
习题与思考题	12
第 2 章 数码系统	13
2.1 计算机中数据的表示方法.....	13
2.1.1 符号数据的表示方法	13
2.1.2 数值数据的表示方式	14
2.2 机器数的编码格式.....	18
2.2.1 原码表示法	18
2.2.2 补码表示法	19
2.2.3 反码表示法	23
2.2.4 浮点数的原码、反码和补码表示法.....	23
2.2.5 移码表示法	24
* 2.2.6 实用浮点数格式	25
2.2.7 十进制数的编码格式	26
2.3 错误检测码.....	28
2.3.1 奇偶校验码	28
* 2.3.2 海明码	29
* 2.3.3 循环校验码	33
习题与思考题	36

第3章 运算方法与运算器	38
3.1 定点加、减法运算及其实现	38
3.1.1 补码加、减法运算方法	38
3.1.2 定点加、减法运算中的溢出问题	41
3.1.3 补码加、减法运算的实现	43
3.2 定点乘法运算及其实现	45
3.2.1 原码一位乘法	45
3.2.2 补码一位乘法	48
3.3 定点除法运算及其实现	54
3.3.1 原码除法运算	54
3.3.2 补码除法运算	60
3.4 浮点数的算术运算方法	64
3.4.1 浮点数的加、减法运算	64
3.4.2 浮点数的乘、除法运算	68
3.5 逻辑运算及其实现	70
3.6 运算器的分析与组成	73
* 3.6.1 并行进位方式的实现	73
* 3.6.2 两级分组“并-并”行进位方式的实现	77
3.6.3 多功能算术逻辑运算单元(SN 74181)	81
* 3.6.4 组间并行进位逻辑(SN 74182)	84
3.6.5 定点运算器的基本结构	86
习题与思考题	89
第4章 存储系统	92
4.1 概述	92
4.1.1 主存储器的主要技术指标	92
4.1.2 存储器的层次结构	93
4.1.3 存储器的分类	94
4.2 半导体随机读写存储器(RAM)	95
4.2.1 MOS 存储器的存储元电路	95
4.2.2 双极型存储器的存储元电路	99
4.2.3 半导体读写存储器的基本结构	101
4.2.4 静态 MOS 随机存储器芯片举例	103
4.2.5 动态 MOS 随机存储器芯片举例	105
4.2.6 动态存储器的刷新	107
4.2.7 内存条	109
4.3 半导体只读存储器	109

4.3.1	掩模式只读存储器	110
4.3.2	可编程只读存储器	111
4.3.3	可擦除可编程只读存储器	111
4.3.4	电可擦可编程只读存储器	114
4.4	主存储器的组成与控制	117
4.4.1	主存储器容量的扩充	117
4.4.2	访存地址的译码方式	122
4.4.3	主存储器的编址方式	126
4.4.4	主存储器综合举例	127
* 4.5	提高主存储器性能的措施	130
4.5.1	并行主存系统	130
4.5.2	高速缓冲存储器(cache)	133
4.5.3	虚拟存储系统	137
	习题与思考题	143
第5章	指令系统	145
5.1	指令格式	145
5.1.1	操作码	145
5.1.2	地址码	145
5.2	指令格式的优化	146
* 5.2.1	哈夫曼压缩概念	147
5.2.2	指令操作码的压缩	148
5.2.3	扩展操作码法	151
5.3	寻址方式	152
5.3.1	直接寻址方式	153
5.3.2	寄存器寻址方式	154
5.3.3	间接寻址方式	154
5.3.4	基址寻址方式	156
5.3.5	变址寻址方式	157
5.3.6	块寻址方式(串寻址方式)	158
5.3.7	隐含寻址方式	158
5.3.8	立即寻址方式	158
5.3.9	相对寻址方式	159
5.4	堆栈结构及其寻址	160
5.4.1	硬堆栈	160
5.4.2	软堆栈	161
5.5	指令系统举例	162

5.5.1	指令的分类	162
5.5.2	指令系统举例	164
5.6	指令系统的发展	166
	习题与思考题	166
第6章	中央处理器	168
6.1	控制方式	168
6.1.1	同步控制方式	168
6.1.2	异步控制方式	168
6.1.3	混合控制方式	168
6.2	指令的执行过程	169
6.2.1	指令周期	169
6.2.2	指令操作流程图	169
6.3	控制器的功能	171
6.3.1	指令控制功能	171
6.3.2	时序控制功能	172
6.3.3	操作控制功能	172
6.4	控制器的组成	172
6.4.1	程序计数器 PC(Programming Counter)	172
6.4.2	指令寄存器 IR(Instruction Register)	172
6.4.3	指令译码器 ID(Instruction Decoder)	172
6.4.4	时序部件	172
6.4.5	微操作控制部件	173
6.4.6	中断系统	173
6.4.7	操作控制台	173
6.5	时序部件	174
6.5.1	脉冲源	175
6.5.2	节拍信号发生器	175
6.5.3	启停逻辑	177
6.6	微操作控制部件	178
6.6.1	组合逻辑控制器	178
6.6.2	微程序控制器	181
* 6.6.3	PLA 控制器	190
6.7	中断系统	192
6.7.1	中断系统的功能	194
6.7.2	中断的分类	194
6.7.3	中断的分级	195

6.7.4	中断排队的实现	196
6.7.5	中断向量的引入	198
6.7.6	一次中断处理的全过程	200
6.7.7	中断系统举例	201
* 6.8	CPU 中的流水结构	202
6.8.1	基本概念	203
6.8.2	流水结构的分类	204
6.9	CPU 结构举例	207
6.9.1	8086 CPU	207
* 6.9.2	80386/80486 CPU	208
* 6.9.3	Pentium 微处理器	209
	习题与思考题	211
第7章	输入输出设备	213
7.1	键盘输入设备	213
7.1.1	编码键盘	213
7.1.2	非编码键盘	215
7.1.3	IBM PC 机中的键盘	217
7.2	显示输出设备	218
7.2.1	CRT 显示器	218
7.2.2	字符显示器工作原理	220
7.2.3	图形显示器工作原理	222
7.2.4	IBM-PC 序列微型机中的显示系统	224
7.3	打印输出设备	225
7.3.1	打印机的分类	225
7.3.2	点阵式打印机	226
7.3.3	行式打印机	227
7.3.4	激光打印机	228
7.4	汉字处理设备	231
7.4.1	汉字的编码与输入	231
7.4.2	汉字的存储	233
7.4.3	汉字的输出	234
7.4.4	汉字信息处理系统	236
7.5	磁表面存储器	236
7.5.1	磁表面存储器读写信息的原理	236
7.5.2	记录方式	237
7.5.3	磁盘存储器	239

7.5.4 磁带存储器	242
7.6 光盘存储器	244
7.6.1 光盘存储器的分类	244
7.6.2 光盘存储器的记录方式	244
7.6.3 光盘存储器的组成及其工作原理	245
习题与思考题	247
第8章 输入输出系统	248
8.1 输入输出设备的编址方式	248
8.1.1 统一编址方式	248
8.1.2 独立编址方式	249
* 8.2 总线结构	250
8.2.1 概述	250
8.2.2 总线的控制方式	250
8.2.3 总线通信方式	252
8.2.4 总线上信息的传送方式	254
8.2.5 总线接口	255
8.3 输入输出控制方式	268
8.3.1 程序查询方式	268
8.3.2 程序中断方式	269
8.3.3 直接存储器访问方式(DMA)	270
8.3.4 通道方式和 IOP 方式	276
习题与思考题	282
* 第9章 计算机系统结构的发展	283
9.1 精简指令系统计算机	283
9.1.1 RISC 产生的背景	283
9.1.2 RISC 计算机的主要特点	283
9.1.3 RISC 机器举例	284
9.2 并行处理机系统	290
9.2.1 并行计算机的分类	290
9.2.2 并行处理机的特点和组成	291
9.2.3 并行处理机举例	292
9.3 多处理机系统	293
9.3.1 多处理机系统的分类	293
9.3.2 多处理机间的互连方式	295
习题与思考题	297

附录一 计算机组成原理实验指导书	298
第一部分 JYS-Ⅲ型实验箱简介	298
第二部分 实验内容.....	306
附录二 集成电路芯片引脚图	326
参考文献	329

第 1 章 绪 论

1.1 计算机的发展与应用

1.1.1 计算机发展概况

电子计算机是一个统称,实际上它被明确地分成两大类:“电子模拟计算机”和“电子数字计算机”。前者是使用连续变化的物理量(例如电流、电压等)来表示数值的大小并参加机内运算,其运算结果自然也是连续变化的物理量;后者是将运算对象数字化成为离散的数字量,用数码进行运算,其运算结果也是离散的数字信息,它运算速度快、运算精度高,现代人们所说的“电子计算机”或“计算机”,都是指“电子数字计算机”,也是本书讨论的对象。

世界上第一台电子数字计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer)可直译为“电子数字积分计算机”。它是在美国陆军部主持下,由美国宾夕法尼亚大学于 1946 年研制成功的。ENIAC 是一个庞然大物,它共用了 18 000 多个电子管,耗电 150 kW,重量达 30t,其运算速度为 5 000 次/s 左右,现在看来它性能不高,但是在计算机发展史上它成为一个重要的里程碑,由它奠定了电子数字计算机的基础,开创了电子数字计算机的新纪元。

从第一台电子数字计算机问世至今只有 50 多年的历史,但其发展速度是世界上其他任何学科无法比拟的。通常根据其使用的主要电子器件,将电子数字计算机分成四个发展时代。

1. 第一代(1946 年~20 世纪 50 年代末期)

这一发展时代的主要特点是使用电子管作为计算机的基本器件。因此它必然是体积大、耗电多、速度慢、可靠性低。初期主要为军事或国防的需要研制计算机,其运算速度一般在每秒运算几千次或上万次。

这一代计算机的主要贡献是:

- (1) 确立了模拟量可以转换成数字量进行计算,开创了数字化技术的新时代。
- (2) 确立了计算机的基本结构。
- (3) 确定了程序设计的基本方法。
- (4) 首创使用阴极射线管(CRT)作为计算机的字符显示器。

2. 第二代(20世纪50年代末期~60年代中期)

这一发展时代的主要特点是使用晶体管作为计算机的基本器件,使得计算机的体积缩小、耗电减少、重量减轻、可靠性提高。

这一代计算机的主要贡献是:

- (1) 计算机开始用到图形处理领域,开创了计算机处理文字和图形的新阶段。
- (2) 鼠标器问世,使计算机的输入方式发生了重大变化。
- (3) 开始有了通用机和专用机之分,而且通用机的发展势头很大。
- (4) 多种高级语言投入使用。

我国跳过了电子管计算机时代,从1958年开始研制使用晶体管的第二代电子数字计算机。

3. 第三代(20世纪60年代中期~70年代初期)

这一发展时代的主要特点是使用中、小规模集成电路(MSI和SSI)作为计算机的基本器件。

这一代计算机的主要贡献是:

- (1) 计算机运算速度提高到每秒运算百万次以上。
- (2) 多种更完善的操作系统推向使用。
- (3) 推出“系列机”的概念,较好地解决了计算机的硬件不断更新而软件相对稳定的矛盾,受到用户的普遍欢迎。
- (4) 根据计算机的主要性能(例如字长、运算速度和机器容量等)将计算机分成巨型机、大型机、中型机和小型机等不同型号。

4. 第四代(20世纪从70年代初期开始)

这一代计算机的主要特点是使用大规模或超大规模集成电路(LSI或VLSI)作为计算机的基本器件。作为第四代计算机的典型代表——“微型计算机”应运而生。

1971年Intel公司的第一台微型计算机4004问世,应该说这是计算机发展史上的又一个里程碑。从此,微型计算机字长从4位→8位→16位→32位→64位迅速升级,其性能已达到甚至超过70年代中、小型计算机的水平。微型计算机以其小巧玲珑、性能稳定、可靠性高、对环境无特殊要求为特点,尤其是价格便宜,吸引了越来越多的用户,显示出很强的生命力,到80年代微型计算机进入全盛时期,1989年由Intel公司推出的80486,其运算速度已经达到90 MIPS(9 000万次/s),与同期的某些大型机不相上下,相继推出的Pentium, Pentium II和Pentium III机器字长已达到64位。至此,已经不能用运算速度或机器字长等性能来作为计算机分型的依据了。

90年代以来,计算机是否应该进入一个更新的时期,目前还没有权威性的说法。有人说应该是多媒体计算机时代、网络计算机时代,计算机集文字、图形、声音、图像于一体。1993年信息高速公路的提出,促进计算机与通信相结合形成了各种规模的计算机网络,从局域网、城域网、广域网到国际互联网,使得计算机的发展永无止境,前途无量。

1.1.2 计算机的应用

随着计算机技术的迅猛发展,计算机的应用范围在不断地扩大,小到电子手表、儿童玩具,大到卫星、导弹的发射,应该说计算机已经渗透到国民经济的各个部门,是否使用计算机已经成为各单位或部门技术应用水平高低的重要标志。下面从几个主要方面简述计算机的应用领域。

1. 科学计算方面

科学计算从来就是计算机应用最广泛的领域之一,在科学研究和工程设计过程中,常常会有大量的数值计算问题。例如导弹或卫星的发射,必须精确地计算其运行轨道和目标;24小时天气预报,用手摇计算器进行计算需要几个星期,改用高速计算机则只需要几个小时或更短时间;生命科学中为测定胰岛素的晶体结构,需要进行大量的、高精度的复杂运算,只有采用高速计算机才成为可能。最近有资料报道,关于人类基因密码的研究,需要对32亿个碱基对按照正常顺序加以排列,为了完成这一计算动用了700台互连的Alpha 64位处理器,其运算能力达到每秒1.3万亿次浮点运算。实践证明,计算机的高速度、高精度的计算改变了科学研究和工程设计的面貌,使得计算机已经成为广大科学工作者和工程设计人员不可缺少的重要工具。

2. 数据处理方面

数据处理与科学计算不同,数据处理的任务是要对大量数据进行分析、加工、变换或综合处理等。完成数据处理任务的计算机面对的是大量的数据,对它们不要求进行复杂的高精度的运算,目前国内外有大量的计算机应用于财会系统、银行管理、市场预测、销售分析等各个领域,还有图书资料管理、情报检索、飞机和火车的订票系统等均属于数据处理的范畴。应用于数据处理的计算机应具有足够大的存储容量。

3. 实时控制方面

计算机广泛应用于各种工业生产过程中,对于减轻工人的劳动强度,提高产品质量和生产效率能起到很好的作用。一般来说是计算机根据给定的数据实时地对生产过程实现自动化控制,因此又被称做“过程控制”。各种类型的程控机床的推出,对于提高产品精度和合格率是任何人工所不可能达到的,除此之外,化工产品的自动配料,炼钢炼铁过程中的炉温控制,通信系统中的自动接续等均属于实时控制系统。

4. 计算机辅助设计

计算机辅助设计(CAD)是近年来迅速发展一个新的计算机应用领域。各行各业的设计师们都体会到,为了加快设计速度,提高设计精度,采用计算机进行辅助设计是正确的选择。众所周知,飞机的设计周期是很长的,一般来说,一架飞机从方案设计到产生全部图纸,大约需要两年甚至更长的时间,而采用CAD后,一架飞机的设计周期可缩短为三

个月左右,采用计算机生成图纸不仅速度快、质量高,而且修改起来非常方便,尤其是有利于设计方案的比较,根据不同的思路,计算机可产生多种不同的设计方案,然后对各项指标进行比较,最终选出性能价格比最高的设计方案,其效率可提高几倍、几十倍甚至更高。

采用CAD技术也包括设计计算机本身,采用传统的设计方法,一台计算机的设计周期往往是很长的,用CAD技术采用模拟或仿真方式可有效地加快设计进度,大大缩短设计周期,使计算机的设计过程达到半自动或全自动的水平。

近些年来,伴随着CAD技术的推广,计算机辅助设计出现了许多新的分支。例如,计算机辅助制造(CAM),计算机辅助测试(CAT),计算机辅助教学(CAI)等均属于计算机辅助设计的范畴。国家教委明确指示,学校要将CAI引入教学领域,促进教学内容、教学体制、教学思想和教学方法的改革,要改变传统的“一支粉笔、一块黑板”的教学模式,把教学水平推上一个新的台阶,努力实现教学手段的现代化。尤其是近年来,网上大学问世,各种不同规模、不同类型的教学课件在网上大显神通,教学体制将产生重大改革,不能说这不是计算机的功劳。

5. 企业管理方面

企业管理的范畴非常广泛,一般来说应包括人事管理、工资管理、物资管理、商务管理、生产经营管理、市场预测、统计报表以及领导决策等等,近年来方兴未艾的办公自动化系统可用来完成这些功能,一般都是由多台计算机连成网络来实现。随着我国由计划经济向市场经济转变,用计算机来实现企业管理不仅是可能的,而且是必要的,竞争中的各类企业需要尽快获得信息,及时作出正确决策,企业才能适应形势,高速发展,许多企业家已经认识到,使用计算机实现企业管理不是权宜之计,而是百年大计。

除此之外,人工智能、专家系统等也都属于计算机应用的领域。多媒体技术的发展更加扩大了计算机的应用范围。计算机技术与通信技术相结合形成的各种类型计算机网络的飞速发展,加速了社会信息化的进程。计算机已经成为我国四个现代化建设的重要工具。

1.2 计算机的组成——硬件和软件

任何一台计算机都是由密切相关的硬件和软件组成。硬件是计算机的物质基础,没有硬件计算机将不复存在;软件是发挥计算机功能,使得计算机能正常工作的程序,没有软件计算机无法投入使用。计算机的硬件和软件之间的关系很像电影放映机和电影胶片之间的关系。

1.2.1 计算机硬件的组成

计算机硬件由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备等五大部分组成,如图1-1所示。

1. **运算器**是用来完成各种运算的部件。通常将运算分成算术运算和逻辑运算两大