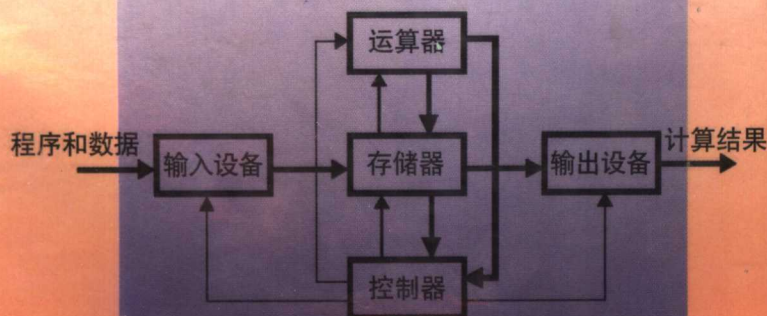




# 计算机 组成原理

主编 石磊



黄河水利出版社

# 计算机组成原理

主 编 石 磊

副主编 王相林 周世俊 钱晓捷

李向丽 谭凤杰 石 云

主 审 仵淑苒 高秋喜

黄河水利出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

计算机组成原理/石磊主编. - 郑州:黄河水利出版社,  
1999.2  
ISBN 7-80621-282-5

I. 计… II. 石… III. 电子计算机-系统结构-高等学校  
-教材 IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 01294 号

---

责任编辑:胡庆泉

封面设计:郭琦

责任校对:赵宏伟

责任印制:常红昕

---

出版发行:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 12 层 邮编:450003

印刷:黄河水利委员会印刷厂

---

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:17.625

版 别:1999 年 2 月 第 1 版

印 数:1—3500

印 次:1999 年 2 月 郑州第 1 次印刷

字 数:407 千字

---

定价:21.00 元

## 前 言

《计算机组成原理》是为高等院校计算机专业的学生编写的,也可作为高等教育自学考试计算机专业及其他专业该课程的教材和从事计算机科学与技术工作的工程技术人员的参考书。

《计算机组成原理》是高等院校计算机专业的一门专业基础课。从课程内容来看,由于计算机组成结构比较复杂,各个功能部件之间又相互关联,课程难度比较大。因此,编写一本好的教材对提高教学质量是非常重要的。参加本教材的编写人员长期从事计算机课程,特别是《计算机组成原理》、《计算机系统结构》、《微机原理》、《计算机接口技术》等课程的教学工作,富有教学经验。在教材的编写过程中,力求做到选材新颖,组织严密,理论与实际相结合,使学生能较全面地掌握计算机的基础知识。

全书分为九章。第一章介绍了计算机的基本概念,基本组成结构。第二章讲述了计算机中的数和编码,重点讲解了原码、反码、补码和移码的定义、性质、使用等。第三章讲述了运算方法和运算器的逻辑组织。第四章讲述了指令和指令系统的含义,重点介绍了指令格式、寻址方式等。第五章讲述了计算机的控制核心——控制器,这是本书的重点和难点之一。通过一个模型机,着重讲述了程序控制原理、随机逻辑控制方法和微程序控制的基本原理。第六章讲的是信息的存储系统。重点介绍了内存模型及提高存储器性能的技术。第七章讲述了输入输出系统,对 I/O 的组织方式进行了讨论。第八章是计算机外部设备,介绍了常见的计算机外部设备及其工作原理。第九章讲述了计算机系统结构的定义、RISC 结构计算机、流水线技术等。

使用本书时应加强理论与实践的结合,除课堂教学外,应配合相应的实验,以加深对教材内容的理解、掌握。郑州大学计算机系目前采用清华大学生产的 TEC-2 机,进行计算机原理课的教学实验,配合本书的使用,取得了良好的效果。

本书的第一章、第七章由钱晓捷编写;第二章、第三章由李向丽、邱保志编写;第四章、第五章由石磊、石云编写;第六章由谭凤杰编写;第八章、第九章由王相林、周世俊编写。卫琳、高峰、刘欲晓等同志参加了部分章节的编写工作。全书由石磊进行统编;并请仵淑苒和高秋喜老师对书稿进行了审核。

在教材的编写过程中得到了郑州大学计算机系领导的关心和支持,特别是李连友教授、范明教授的鼓励和指导,在此表示诚挚的感谢。

感谢郑州大学计算机系的广大教师和学生的支持和关心;感谢实验室教师的大力支持和配合;感谢郑州大学计算机应用研究所、豫龙信息技术工程公司的热情帮助;感谢王建军博士的指导和帮助;感谢严裕民、程楠、庞军和郑华等同志对本书所做的大量细致的工作。

由于编者水平有限,书中不当之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

**编 者**

1998年8月

# 目 录

<b>第1章 概论</b> .....	(1)
1.1 计算机的发展、应用和分类.....	(2)
1.1.1 计算机的发展概况.....	(2)
1.1.2 计算机的应用领域.....	(3)
1.1.3 计算机的分类.....	(4)
1.2 计算机硬件.....	(4)
1.2.1 计算机的组成部件.....	(4)
1.2.2 计算机的总线结构.....	(6)
1.3 计算机软件.....	(8)
1.4 计算机系统硬件和软件的结合.....	(9)
1.4.1 软件与硬件的逻辑等价.....	(9)
1.4.2 计算机系统的层次结构.....	(10)
1.4.3 系列机与兼容性.....	(11)
1.5 计算机的性能指标.....	(11)
习题.....	(12)
<b>第2章 计算机中的数据表示</b> .....	(13)
2.1 进位计数制.....	(13)
2.1.1 进位基数和位的权数.....	(13)
2.1.2 二进制数制.....	(14)
2.1.3 八进制数制.....	(14)
2.1.4 十六进制数制.....	(15)
2.1.5 数制之间的相互转换.....	(15)
2.2 计算机中数的表示单位和机器字长.....	(18)
2.2.1 数的表示单位——位、字节、字.....	(18)
2.2.2 机器字长.....	(18)
2.3 定点数和浮点数.....	(18)
2.3.1 定点数表示法.....	(19)
2.3.2 浮点数表示法.....	(19)
2.3.3 定点数表示法和浮点数表示法的比较.....	(20)
2.4 带符号数的表示方法.....	(20)
2.4.1 机器数和真值.....	(21)
2.4.2 机器数的原码表示法.....	(21)
2.4.3 机器数的补码表示法.....	(22)

2.4.4	机器数的反码表示法	(27)
2.4.5	机器数的移(增)码表示法	(28)
2.4.6	各种编码的比较	(29)
2.5	十进制数据表示	(29)
2.5.1	二进制编码原理	(30)
2.5.2	二进制有权码	(30)
2.5.3	二进制无权码	(31)
2.6	字符编码	(32)
2.6.1	ASCII 码	(32)
2.6.2	EBCDIC 码	(33)
2.6.3	汉字的表示	(33)
2.7	数据校验码	(34)
2.7.1	奇偶校验码	(34)
2.7.2	海明校验码	(35)
2.7.3	循环冗余校验码	(37)
	习题	(39)
<b>第3章</b>	<b>运算方法和运算器</b>	<b>(41)</b>
3.1	定点数的加减运算	(41)
3.1.1	原码加减运算规则	(41)
3.1.2	补码加减运算规则	(42)
3.1.3	反码加减运算规则	(43)
3.1.4	二进制加法/减法器	(44)
3.1.5	加法运算及其加速方法	(46)
3.2	定点乘法运算	(49)
3.2.1	原码乘法	(50)
3.2.2	补码乘法	(55)
3.2.3	快速乘法运算	(56)
3.3	定点除法运算	(57)
3.3.1	原码一位除法	(57)
3.3.2	补码一位除法	(61)
3.4	浮点数算术运算	(62)
3.4.1	浮点加减法运算	(62)
3.4.2	浮点数乘法运算	(65)
3.4.3	浮点数除法运算	(66)
3.5	运算器的组成和结构	(67)
3.5.1	运算器与其他部件的关系	(67)
3.5.2	运算器的功能和组成	(67)
3.5.3	典型运算器实例	(73)

习题 .....	(78)
<b>第4章 指令系统</b> .....	<b>(80)</b>
4.1 计算机的指令系统 .....	(80)
4.2 指令的格式 .....	(81)
4.2.1 指令的组成 .....	(82)
4.2.2 指令格式设计 .....	(82)
4.2.3 扩展操作码 .....	(85)
4.3 寻址方式 .....	(86)
4.4 指令的分类 .....	(92)
4.5 指令系统与高级语言 .....	(95)
4.6 指令系统举例 .....	(96)
4.6.1 PDP-11 和 VAX-11 指令系统 .....	(96)
4.6.2 TEC-2 指令系统 .....	(98)
习题 .....	(102)
<b>第5章 控制器</b> .....	<b>(105)</b>
5.1 控制器的组成 .....	(106)
5.2 时序系统 .....	(107)
5.3 控制方式 .....	(109)
5.4 指令执行的过程 .....	(111)
5.4.1 基本工作过程 .....	(111)
5.4.2 模型机结构 .....	(113)
5.4.3 微操作序列 .....	(114)
5.4.4 指令运行过程中的事务处理 .....	(118)
5.5 随机逻辑控制原理 .....	(119)
5.5.1 随机逻辑控制器的基本原理 .....	(119)
5.5.2 随机逻辑控制设计步骤 .....	(119)
5.5.3 随机逻辑控制设计举例 .....	(120)
5.6 PLA 逻辑控制原理 .....	(122)
5.7 微程序控制原理 .....	(123)
5.7.1 基本概念 .....	(124)
5.7.2 微程序控制器的基本结构和工作过程 .....	(124)
5.7.3 微指令编译法 .....	(125)
5.7.4 微程序流的控制 .....	(128)
5.7.5 动态微程序设计 .....	(129)
5.7.6 毫微程序设计 .....	(129)
5.7.7 微指令的执行方式 .....	(130)
5.8 微程序设计举例 .....	(131)
习题 .....	(138)



<b>第 6 章 存储系统</b> .....	(140)
6.1 存储器概述 .....	(140)
6.1.1 基本概念 .....	(140)
6.1.2 主存储器基本组成 .....	(141)
6.1.3 存储器的分类 .....	(142)
6.1.4 存储器性能指标 .....	(143)
6.2 半导体读写存储器 .....	(145)
6.2.1 静态 MOS 存储器 .....	(145)
6.2.2 动态 MOS 存储器 .....	(155)
6.3 半导体只读存储器 .....	(157)
6.4 存储系统的层次结构 .....	(158)
6.5 多模块存储器 .....	(159)
6.6 高速缓冲存储器 Cache .....	(161)
6.7 虚拟存储器 .....	(165)
习题.....	(172)
<b>第 7 章 输入输出系统</b> .....	(175)
7.1 输入输出系统概述 .....	(175)
7.1.1 外部设备与主机的连接方式 .....	(175)
7.1.2 外部设备的编址方式 .....	(176)
7.1.3 I/O 组织与外设接口 .....	(176)
7.2 程序查询方式 .....	(179)
7.2.1 查询工作过程 .....	(179)
7.2.2 查询接口电路 .....	(180)
7.3 程序中断方式 .....	(180)
7.3.1 中断的作用 .....	(181)
7.3.2 中断源 .....	(182)
7.3.3 中断工作过程 .....	(182)
7.3.4 多重中断 .....	(186)
7.3.5 中断优先级判定 .....	(186)
7.4 DMA 方式 .....	(189)
7.4.1 DMA 工作过程 .....	(189)
7.4.2 DMA 传送的类型 .....	(189)
7.5 I/O 通道方式 .....	(190)
7.5.1 通道的功能 .....	(191)
7.5.2 通道工作过程 .....	(191)
7.5.3 通道的类型 .....	(192)
习题.....	(193)
<b>第 8 章 计算机外部设备</b> .....	(195)

8.1	计算机外部设备概述 .....	(195)
8.1.1	外部设备所处的位置 .....	(195)
8.1.2	外部设备的分类 .....	(195)
8.1.3	外部设备与主机的连接 .....	(197)
8.1.4	外部设备的应用和发展趋势 .....	(197)
8.2	外存储设备 .....	(197)
8.2.1	外存储器的种类与技术指标 .....	(198)
8.2.2	磁表面存储器的磁记录原理 .....	(199)
8.2.3	软磁盘存储器 .....	(203)
8.2.4	软磁盘驱动器和控制器的工作原理 .....	(206)
8.3	硬盘存储器 .....	(207)
8.3.1	硬盘存储器概述 .....	(207)
8.3.2	硬磁盘存储器的种类 .....	(207)
8.3.3	硬磁盘驱动器 .....	(208)
8.3.4	硬磁盘控制器及接口 .....	(209)
8.4	光盘存储器 .....	(212)
8.4.1	光盘的存取原理 .....	(213)
8.4.2	光盘存储器的组成 .....	(214)
8.5	输入设备 .....	(215)
8.5.1	键盘 .....	(215)
8.5.2	光笔 .....	(215)
8.5.3	图形输入板 .....	(215)
8.5.4	鼠标器、跟踪球、操纵杆 .....	(216)
8.5.5	条形码 .....	(216)
8.5.6	光学字符识别(OCR) .....	(217)
8.5.7	语音与文字输入系统 .....	(218)
8.5.8	磁卡和 IC(集成电路)卡 .....	(218)
8.5.9	触摸屏 .....	(219)
8.6	显示设备 .....	(219)
8.6.1	显示设备的组成 .....	(220)
8.6.2	显示方式和显示模式 .....	(220)
8.6.3	显示器的类型 .....	(221)
8.6.4	显示适配器 .....	(221)
8.6.5	显示技术术语 .....	(222)
8.6.6	字符显示器 .....	(223)
8.6.7	图形与图像显示 .....	(225)
8.6.8	液晶显示设备(Liquid Crystal Display) .....	(227)
8.7	打印设备 .....	(229)

8.7.1	打印设备的分类 .....	(229)
8.7.2	点阵针式打印机 .....	(230)
8.7.3	激光打印机 .....	(231)
8.7.4	喷墨打印机 .....	(234)
8.7.5	绘图仪 .....	(235)
8.8	多媒体技术 .....	(235)
8.8.1	多媒体技术的特点 .....	(235)
8.8.2	多媒体系统的关键技术 .....	(236)
8.9	汉字输入/输出设备 .....	(237)
8.9.1	汉字输入设备 .....	(237)
8.9.2	汉字输出方式和设备 .....	(238)
8.10	通讯设备 .....	(238)
	习题 .....	(239)
<b>第9章</b>	<b>计算机系统</b> .....	<b>(241)</b>
9.1	计算机系统基本知识 .....	(241)
9.1.1	计算机系统结构定义 .....	(241)
9.1.2	计算机组成与实现 .....	(242)
9.1.3	计算机系统的分类 .....	(242)
9.1.4	如何提高计算机系统的运算速度 .....	(243)
9.1.5	开放系统 .....	(243)
9.2	向量处理机 .....	(244)
9.2.1	巨型计算机 .....	(245)
9.2.2	向量协处理机 .....	(246)
9.3	阵列处理机和多处理机系统 .....	(246)
9.3.1	并行性概念 .....	(246)
9.3.2	阵列处理机系统 .....	(247)
9.3.3	多处理机系统 .....	(247)
9.4	精简指令系统计算机 .....	(252)
9.4.1	RISC的发展背景 .....	(252)
9.4.2	RISC的特点 .....	(253)
9.4.3	RISC的组织结构 .....	(254)
9.5	超级标量、超级流水线处理机 .....	(257)
9.5.1	超级标量处理机 .....	(257)
9.5.2	超级流水线处理机 .....	(257)
9.5.3	超长指令字处理机 .....	(258)
9.6	流水线结构 .....	(259)
9.6.1	基本概念 .....	(259)
9.6.2	流水线的分类 .....	(260)

9.6.3 相关处理与控制 .....	(261)
9.7 微型计算机系统 .....	(261)
9.7.1 微型计算机 .....	(261)
9.7.2 便携式计算机 .....	(263)
9.8 新一代计算机 .....	(264)
习题 .....	(266)
<b>参考文献</b> .....	<b>(267)</b>

# 第 1 章 概 论

电子计算机的诞生和发展是 20 世纪最重大的科学技术成就之一。回顾 20 世纪的科技发展史,可以深刻地认识到计算机的诞生和广泛应用对人们的工作和生活所产生的深远影响。

顾名思义,计算机就是用于计算的工具。但是,今天所说的计算机(Computer),实际上是指电子数字计算机(Digital Computer)。所以,一个比较确切而全面的定义是:计算机是一种以电子器件为基础的,不需人的直接干预,能够对各种数字化信息进行算术和逻辑运算的快速工具。

和其他机器设备一样,计算机首先是一个工具。但和其他增强人的体力的机器设备不一样,计算机是增强人的脑力的工具,所以俗称“电脑”。计算机主要增强的是人的记忆、计算、逻辑判断和信息处理等能力,而人类所独有的智力,计算机还远远达不到。掌握计算机首先应该熟练地掌握它的使用,然后才进一步掌握其工作原理。当然,本书所要求的是后者,是一个计算机科学工作者深入学习计算机技术的基础知识。

计算机以电子器件为物质基础,说明计算机的本质是一种电子产品,它是随着电子技术的发展而发展的。电子技术经历了电子管、晶体管、中小规模集成电路和大规模集成电路的发展历史,而计算机也相应地发展了四代。

计算机是由程序控制其操作过程的。只要根据应用的需要,事先编制好程序并输入计算机,计算机就能自动地、连续地工作,完成预定的处理任务。计算机中可以存储大量的程序和数据。存储程序是计算机工作的一个重要原则,这是计算机能自动处理的基础。

计算机是以离散的数字量形式进行工作的。虽然计算机处理的信息不只是数据,还有诸如文字、符号、图形、图像、声音、动画、影视等形式,但对这些非数字信息,计算机采用将其数字化编码的方法进行处理。数字化信息编码也是计算机能够具有逻辑判断和处理能力的基础。实际上,还有一种直接处理连续变化的物理量的模拟计算机(Analog Computer)。模拟计算机的基本运算部件是由运算放大器配以电阻、电容、二极管等电子元件构成的反相器、加法器、微分器、积分器等运算电路。模拟计算机的运算速度快,但精度不高,无存储部件,且每做一次运算需要重新设计、编排线路,通用性不强。模拟计算机主要用于解数学方程或自动控制领域中模拟系统的连续变化过程。

计算机的基本运算操作是算术和逻辑运算,但是它却能以极高的速度和极高的计算精度进行运算,这是人力和以往其他一些计算工具所无法做到的。例如,为了将圆周率 $\pi$ 的近似值计算到 707 位,一位数学家曾为此花了十几年的时间,而如果用现代的计算机来计算,则只需要很短的时间就能完成。

## 1.1 计算机的发展、应用和分类

### 1.1.1 计算机的发展概况

随着科学技术的发展和社会的进步,用于计算的工具也经历了从简单到复杂、从低级到高级的发展过程,相继出现了算盘、计算尺、手摇机械计算机、电动机械计算机等计算工具。具有划时代意义的是1946年出现的电子计算机。

世界上第一台真正的全自动电子数字式计算机是1946年美国研制成功的ENIAC。这台计算机共用了18 000多个电子管,占地170m<sup>2</sup>,总重量为30t,耗电140kW,每秒能作5 000次加减运算。与ENIAC计算机研制的同时,冯·诺依曼与莫尔小组研制EDVAC计算机,其中采用了存储程序方案。

ENIAC计算机虽然有许多明显的不足之处,它的功能还不及现在的一台普通微型计算机,但它的诞生宣布了电子计算机时代的到来。在随后的短短50年中,计算机的发展突飞猛进,经历了电子管、晶体管、集成电路和超大规模集成电路四个阶段,使计算机的体积越来越小,功能越来越强,价格越来越低,应用越来越广泛。尽管如此,当今最先进的计算机仍然遵循冯·诺依曼早期提出的基本原理运行。

●第一代计算机是以第一台计算机ENIAC问世开始到20世纪50年代末。这一时期的主要特征是使用电子管作为电子器件,软件还处于初始阶段,使用机器语言与符号语言编制程序。

第一代计算机是计算机发展的初级阶段,其体积比较大,运算速度也比较低,存储容量不大。并且,为了解决一个问题,所编制的程序很复杂。这一代计算机主要用于科学计算。

●第二代计算机是从50年代末到60年代初。这一时期的主要特征是使用晶体管作为电子器件,在软件方面开始使用计算机高级语言,为更多的人学习和使用计算机铺平了道路。

这一代计算机的体积大大减小,具有重量轻、寿命长、耗电少、运算速度快、存储容量比较大等优点。因此,这一代计算机不仅用于科学计算,还用于数据处理和事务处理,并逐渐用于工业控制。

●第三代计算机是从60年代中期到70年代初期。这一时期的主要特征是使用中、小规模集成电路作为电子器件,操作系统的出现,使计算机的功能越来越强,应用范围越来越广。

使用中、小规模集成电路制成的计算机,其体积与功耗都得到了进一步的减小,可靠性和运算速度等指标也得到了进一步的提高,并且为计算机的小型化、微型化提供了良好的条件。在这一时期中,计算机不仅用于科学计算,还用于文字处理、企业管理、自动控制等领域,出现了计算机技术与通信技术相结合的管理信息系统,可用于生产管理、交通管理、情报检索等领域。

●第四代计算机是指用大规模与超大规模集成电路作为电子器件制成的计算机。这

一代计算机在各种性能上都得到了大幅度的提高,应用的软件也越来越丰富,其应用涉及到国民经济的各个领域,已经在办公室自动化、数据库管理、图像识别、语音识别、专家系统等众多领域中大显身手,并且进入了家庭。

1971年以来,作为第四代计算机重要产品的微型计算机得到了飞速的发展,对计算机的普及起到了决定性的作用。

计算机的应用有力地推动了国民经济的发展和科学技术的进步,同时也对计算机技术提出了更高的要求,从而促进了计算机的进一步发展。以超大规模集成电路为基础,未来的计算机将向巨型化、微型化、网络化与智能化的方向发展。其中“巨型化”并非指计算机的体积大,而是指计算机的运算速度更高、存储容量更大、功能更强。

### 1.1.2 计算机的应用领域

由于计算机具有高速、自动的处理能力,具有存储大量信息的能力,还具有很强的推理和判断功能,因此,计算机已经被广泛应用于各个领域,几乎遍及社会的各个方面,并且仍然呈上升和扩展趋势。通常,计算机的应用可概括为以下几个方面。

#### 1. 科学计算

早期的计算机主要用于科学计算。目前,科学计算仍然是计算机应用的一个重要领域。由于计算机具有很高的运算速度和精度,使得过去用手工无法完成的计算成为现实可行。随着计算机技术的发展,计算机的计算能力越来越强,计算速度越来越快,计算的精度也越来越高。利用计算机进行数值计算,可以节省大量时间、人力和物力。

#### 2. 过程检测与控制

利用计算机对工业生产过程中的某些信号自动进行检测,并把检测到的数据存入到计算机,再根据需要对这些数据进行处理。这样的系统称为计算机检测系统。但一般来说,实际的工业生产过程是一个连续的过程,往往既需要用计算机进行检测,又需要用计算机进行控制。例如:在化工、电力、冶金等生产过程中,用计算机自动采集各种参数,监测并及时控制生产设备的工作状态;在导弹、卫星的发射中,用计算机随时精确地控制飞行轨道与姿态;在热处理加工中,用计算机随时检测与控制炉窑的温度;在对人有害的工作场所,用计算机来监控机器人自动工作等等。特别是微型计算机进入仪器仪表后所构成的智能化仪器仪表,将工业自动化推向了一个更高的水平。利用计算机进行控制,可以节省劳动力,减轻劳动强度,提高劳动生产效率;并且还可以节省生产原料,减少能源消耗,降低生产成本。

#### 3. 信息管理

信息管理是目前计算机应用最广泛的一个领域。所谓信息管理,是指利用计算机来加工、管理与操作任何形式的数据资料,如企业管理、物资管理、报表统计、账目计算、信息情报检索等。当今社会是一个信息化的社会,计算机用于信息管理,为办公自动化、管理自动化和社会自动化创造了最有利的条件。近年来,国内许多机构纷纷建设自己的管理信息系统(MIS);一些生产企业开始采用制造资源规划软件(MRP);商业流通领域则逐步使用电子信息交换系统(EDI),即所谓无纸贸易。

#### 4. 计算机辅助系统

计算机用于辅助设计、辅助制造、辅助教学等方面,统称为计算机辅助系统。

计算机辅助设计(CAD)是指利用计算机来帮助设计人员进行工程设计,以提高设计工作的自动化程度,节省人力和物力。用计算机进行辅助设计,不仅速度快,而且质量高,为缩短产品的开发周期与提高产品质量创造了有利条件。计算机辅助制造(CAM)是指利用计算机进行生产设备的管理、控制与操作,从而提高产品质量、降低生产成本、缩短生产周期,并且还大大改善了制造人员的工作条件。计算机辅助教学(CAI)是指利用计算机帮助学习的自动系统,它将教学内容、教学方法以及学习情况等存储在计算机中,使学生能够轻松自如地从中学到所需要的知识。

##### 1.1.3 计算机的分类

根据计算机的应用范围,常将计算机分为专用计算机和通用计算机。专用计算机是为特定应用问题而设计的计算机,具有经济、有效和快速等特点,但它的使用面较窄。通用计算机使用面广,通用性强,操作相对简单,是经常使用的计算机系统。

根据计算机的规模,又将计算机分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机等。它们的区别在于体积大小、功能强弱、机器规模等多方面。随着计算机技术的飞速发展,各种机型的划分也在不断地变化,所以,确切地给出它们的区别已无可能,也无必要。一般来说,巨型计算机主要用于科学计算,其运算速度最快、性能极高,而且它的结构复杂、体积庞大、价格昂贵。微型计算机则相反,具有体积小、功耗低、价格便宜、结构简单、操作容易等特点。其他机型则介于这两者之间。

#### 1.2 计算机硬件

计算机系统是由计算机硬件和计算机软件组成的。计算机硬件是指构成计算机的所有实体部件的集合,通常这些部件由电路(电子元件)、机械等物理部件组成。它们都是看得见摸得着的物体,故称为“硬件”(Hardware)。

##### 1.2.1 计算机的组成部件

尽管计算机已经发展了4代,拥有各种规模和类型的计算机,但是当前的计算机仍然遵循冯·诺依曼早期提出的基本原理运行。冯·诺依曼原理的基本思想是:

- (1)采用二进制形式表示数据和指令。指令由操作码和地址码组成;
- (2)将程序和数据存放在存储器中,使计算机在工作时从存储器取出指令加以执行,自动完成计算任务。这就是“存储程序”和“程序控制”(简称存储程序控制)的概念;
- (3)指令的执行是顺序的,即一般按照指令在存储器中存放的顺序执行,程序分支由转移指令实现。
- (4)计算机由存储器、运算器、控制器、输入设备和输出设备五大基本部件组成,并规定了5部分的基本功能。

这些主要概念奠定了现代计算机的基本结构,并开创了程序设计的时代。采用这一



思想设计的计算机被称为冯·诺依曼机,它由 5 大组成部件(见图 1.1)。原始的冯·诺依曼机在结构上是以运算器为中心的,但演变到现在,电子数字计算机已经转向以存储器为中心。

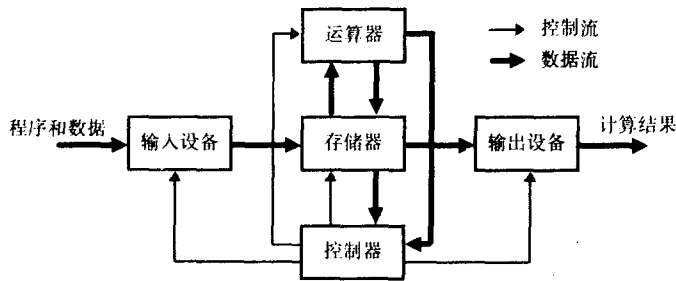


图 1.1 计算机的组成部件

在计算机的 5 大部件中,运算器和控制器是信息处理的中心部件,所以它们合称为“中央处理单元”(CPU:Central Processing Unit)。存储器、运算器和控制器在信息处理操作中起主要作用,是计算机硬件的主体部分,通常被称为“主机”。而输入(Input)设备和输出(Output)设备统称为“外部设备”,简称为外设或 I/O 设备。

### 1. 存储器

存储器(Memory)是用来存放数据和程序的部件。对存储器的基本操作是按照要求向指定位置存进(写入)或取出(读出)信息。存储器是一个很大的信息储存库,被划分成许多存储单元,每个单元通常可存放一个数据或一条指令。为了区分和识别各个单元,并按指定位置进行存取,就给每个存储单元编排了一个唯一对应的编号,称为“存储单元地址”(Address)。存储器所具有的存储空间大小,即所包含的存储单元总数称为存储容量。

通常存储器可分为两大类:主存储器和辅助存储器。主存储器能直接和运算器、控制器交换信息,它的存取时间短但容量不够大;由于主存储器通常与运算器、控制器形成一体组成主机,所以也称为内存器。辅助存储器不直接和运算器、控制器交换信息,而是作为主存的补充和后援,它的存取时间长但容量极大;由于辅助存储器常以外设的形式独立于主机存在,所以也称为外存储器。

主存储器主要由存储体、存储器地址寄存器 MAR(Memory Address Register)、存储器数据寄存器 MDR(Memory Data Register)以及读写控制线路构成。

### 2. 运算器

运算器是对信息进行运算处理的部件。它的主要功能是对二进制数码进行算术(加减乘除)和逻辑(与或非)运算。运算器的核心是算术逻辑运算部件 ALU(Arithmetic Logic Unit)。

运算器的性能是影响整个计算机性能的重要因素,精度和速度是运算器重要的性能指标。

### 3. 控制器

控制器是整个计算机的控制核心。它的主要功能是读取指令、翻译指令代码、并向计算机各部分发出控制信号,以便执行指令。当一条指令执行完以后,控制器会自动地去取