

计算机大专系列教材



莫正坤 沈 品 高建生 石万章

计算机 组成原理

华中理工大学出版社

03
4/1

72-03
N2-1/1

计算机大专系列教材

计算机组成原理

莫正坤 沈 品
高建生 石万章



华中理工大学出版社

0030637

计算机组成原理

莫正坤 沈 品 高建生 石万章
责任编辑 邹献华

*

华中理工大学出版社出版发行
(武昌喻家山)

新华书店湖北发行所经销
湖北省石首市第二印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 16.5 字数: 366 000

1992年2月第1版 1993年11月第4次印刷

印数: 12 001—17 000

ISBN 7-5609-0619-2/TP·61

定价: 8.50元

(鄂)新登字第10号

内 容 简 介

本书是计算机大专系列教材之一。全书共分八章并附有“学习指导与实验”。主要介绍电子数字计算机各大部件的结构、工作原理、设计方法及组成整机的有关技术。其内容有：计算机系统概论；数据信息的表示；数据信息的处理；信息的存贮；控制信息的表示；信息流的控制；输入输出设备；计算机主机与外部设备的信息交换。“学习指导与实验”包括课程大纲、学习辅导、习题解答和实验。

本书可作为各类高等专科学校计算机专业教材，亦可供高校本科有关专业师生、工程技术人员和其他读者学习、参考。

JSS19/19

《计算机大专系列教材》序

计算机是20世纪最伟大的发明之一。在迎接世界新技术革命的挑战和加快我国四个现代化建设的进程中,大力推广应用计算机具有很现实的和深远的意义。目前,计算机特别是微型计算机的应用已广泛渗透到我国社会和国民经济的各个领域。要使我国计算机的开发和应用进一步向深度和广度发展,以便为我国的社会主义建设带来更大的经济效益和社会效益,其中一个很重要、很迫切的任务就是,要迅速培养一大批主要从事计算机应用工作的专科层次的计算机专业人才。为此,我校已设置了“计算机及应用”专业(专科)。

为满足计算机专科教学工作的需要,我们特邀请和组织华中理工大学计算机系具有丰富教学经验的有关课程的一批骨干教师编写了这套计算机大专系列教材。该系列教材包括《逻辑设计》、《PASCAL语言程序设计》、《IBM-PC宏汇编语言程序设计》、《计算机组成原理》、《数据结构》、《计算机操作系统》、《微型计算机及其应用》和《数据库系统概论》等8种,并均由华中理工大学出版社出版。

该系列教材是参照计算机专业(专科)教学大纲,按照面向应用、重视实践、便于自学的原则和以广泛使用的IBM-PC微机作为教学机进行编写的。为了使该系列教材成为符合上述原则的统一整体,在教材的编写过程中,对于各书的内容、取材、界面、衔接及格式等问题,都反复地进行了研讨和协商。同时,为了便于读者自学,各书中均编写了“学习指导”方面的内容。因此,该系列教材不仅可供普通高校(专科)计算机类有关专业使用,而且也可供成人高等教育自学考试、函授大学、夜大学、广播电视大学、职工大学等计算机类有关专业使用。同时,该系列教材也是广大工程技术人员和其他在职人员较系统地自学计算机知识与技术颇为适宜的读物。

华中理工大学成人教育学院胡润清副研究员、郑青林助理研究员等领导同志具体担负了该系列教材的规划、组织工作。

该系列教材在编、审和出版过程中,华中理工大学计算机系李崇阁副研究员、冯著明副教授等领导同志以及有关课程的教师做了大量的工作,华中理工大学出版社给予了大力的支持与帮助,在此一并表示感谢。

限于水平与经验,该系列教材肯定会有许多缺点和不足,诚望有关专家和广大读者积极提出批评与建议,共同为不断提高该系列教材的质量而努力。

华中理工大学成人教育学院

1990年4月

前 言

本书是参照计算机专业（专科）教学大纲编写的。

《计算机组成原理》是计算机类专业（专科）的一门主干必修课程。本书以层次结构的观点来叙述计算机各主要功能部件及组成原理；以数据信息和控制信息的表示、处理为主线来组织教学。课程内容按横向方式组织，即不是自始至终介绍某一特定计算机的组成和工作原理，而是从一般原理出发，结合实例加以说明。希望通过本课程的学习使读者初步建立计算机的整机概念。

本书作为计算机大专系列教材之一，在内容的选取，文字的叙述，以及例、习题的选择等方面，都力求遵循面向应用、重视实践、便于自学的原则。全书共分八章并附有“学习指导与实验”。其中第一章为计算机系统概论，它对计算机的发展、应用和特性作一概述，并简单介绍了计算机系统的两大部分——硬件、软件及计算机系统的层次结构。第二章为数据信息的表示，它主要介绍数值数据和非数值数据的表示方法。第三章为数据信息的处理，主要内容是定点数和浮点数的四则运算、逻辑运算及运算器的组成和工作原理。第四章为信息的存贮，主要介绍半导体存贮器及存贮系统的三级结构。第五章讲述控制信息的表示方式，即计算机的指令系统。第六章介绍中央处理器的组成，具体叙述了组合逻辑控制器、PLA控制器和微程序控制器的设计原理和设计方法。第七章简单介绍了键盘、打印机和CRT显示器等几种常用输入输出设备。第八章的主要内容是计算机系统中主机与外部设备之间的信息交换方式。“学习指导与实验”方面的内容包括课程大纲、学习辅导、习题解答及若干具体实验方案等。编写这些内容的目的是为了便于读者自学和加强实践环节。

本书由莫正坤担任主编。其中第一章和第八章由石万章编写，第二章和第三章由高建生编写，第四章、第五章和学习指导部分由莫正坤编写，第六章和第七章由沈品编写，“学习指导与实验”中的实验部分由钟承贵编写。在本书的编写过程中，冯著明副教授细致地审阅了初稿，提出了许多宝贵的意见；华中理工大学成人教育学院、计算机系以及计算机及应用教研室的有关领导和老师们给予了大力支持与帮助，在此，一并表示衷心感谢。

由于计算机技术发展迅速，编者水平有限，书中不妥或错误之处在所难免，殷切希望广大读者批评指正。

编 者

1990年8月于华中理工大学(武汉)

目 录

第一章 计算机系统概论	(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 计算机发展的总趋势	(2)
1.1.3 计算机的应用	(2)
1.2 计算机的特性	(3)
1.3 计算机系统组成	(4)
1.3.1 计算机的硬件系统	(4)
1.3.2 计算机的软件系统	(7)
1.4 计算机系统的层次结构	(8)
习题一	(9)
第二章 数据信息的表示法	(11)
2.1 数值数据的表示法	(11)
2.1.1 数的机器码表示法	(11)
2.1.2 数的定点表示法与浮点表示法	(14)
2.1.3 机器数的移位与舍入	(16)
2.1.4 十进制数的二进制编码	(18)
2.2 非数值数据的表示法	(19)
2.3 数据信息的单位和长度	(22)
2.3.1 数据的单位	(22)
2.3.2 机器字长	(22)
2.4 数据信息的校验	(22)
2.4.1 奇偶校验	(23)
2.4.2 海明校验	(24)
习题二	(27)
第三章 数据信息的处理——运算方法及其实现	(28)
3.1 定点补码加、减法运算	(28)
3.1.1 补码加减法运算	(28)
3.1.2 反码加减法运算	(33)
3.2 定点乘法运算	(33)
3.2.1 原码一位乘法	(33)
3.2.2 补码一位乘法	(37)
3.2.3 原码两位乘法	(40)
3.2.4 补码两位乘法	(42)
3.3 定点除法运算	(43)
3.3.1 原码一位除法	(43)

3.3.2 补码一位除法	(47)
3.4 浮点数的四则运算	(50)
3.4.1 浮点加减运算	(50)
3.4.2 浮点乘法运算	(52)
3.4.3 浮点除法运算	(52)
3.5 逻辑运算	(53)
3.5.1 逻辑非	(53)
3.5.2 逻辑乘	(53)
3.5.3 逻辑加	(54)
3.5.4 逻辑异	(54)
3.6 运算器及其数据通路	(54)
3.6.1 运算器的基本结构	(55)
3.6.2 加法器及其进位系统	(56)
3.6.3 用集成电路构成ALU的原理	(62)
习题三	(66)
第四章 信息的存贮——存贮器组织	(67)
4.1 存贮器概述	(67)
4.1.1 基本概念	(67)
4.1.2 存贮器分类	(68)
4.1.3 主存贮器的基本结构和简单工作过程	(69)
4.2 半导体存贮器	(70)
4.2.1 存贮元基本工作原理	(70)
4.2.2 静态MOS存贮器	(73)
4.2.3 动态MOS存贮器	(77)
4.2.4 双极型存贮器	(79)
4.2.5 只读存贮器	(79)
4.3 高速缓冲存贮器	(82)
4.4 虚拟存贮器	(83)
4.5 磁表面存贮器	(85)
4.5.1 读写原理	(85)
4.5.2 记录方式	(85)
4.5.3 磁盘存贮器	(86)
4.5.4 磁带存贮器	(90)
习题四	(91)
第五章 控制信息的表示——指令系统	(93)
5.1 指令格式	(93)
5.1.1 操作码	(93)
5.1.2 地址码	(93)
5.2 指令格式举例	(95)
5.2.1 PDP-11系列机指令格式	(95)
5.2.2 8088/8086指令格式	(95)
5.3 指令和操作数的寻址方式	(96)
5.3.1 寻址方式概述	(96)

5.3.2 PDP-11机寻址方式	(100)
5.4 指令系统	(105)
5.4.1 几点说明	(105)
5.4.2 典型指令	(106)
5.5 汇编程序实例	(111)
习题五	(112)
第六章 信息流的控制	(113)
6.1 中央处理器的组成与操作	(113)
6.1.1 中央处理器的功能与组成	(113)
6.1.2 中央处理器的操作	(115)
6.2 指令的执行	(117)
6.2.1 指令执行的周期	(117)
6.2.2 指令的执行	(119)
6.3 时序与控制	(123)
6.3.1 中央处理器的时序	(123)
6.3.2 控制方式	(125)
6.4 组合逻辑控制器与PLA控制器	(127)
6.4.1 组合逻辑控制器	(127)
6.4.2 PLA控制器	(128)
6.5 微程序控制器	(129)
6.5.1 微程序控制的基本概念	(129)
6.5.2 微程序控制器组成原理	(130)
6.5.3 微指令及其执行方式	(136)
6.6 中央处理器举例	(140)
6.6.1 8088CPU结构	(140)
6.6.2 8088CPU工作过程	(142)
6.6.3 8088芯片	(143)
6.7 系统总线	(143)
6.7.1 总线结构	(143)
6.7.2 总线的控制与通讯	(146)
6.7.3 总线的信息传送	(150)
习题六	(152)
第七章 输入输出设备	(153)
7.1 输入输出设备的特点与分类	(153)
7.1.1 输入输出设备的特点	(153)
7.1.2 输入输出设备的分类	(154)
7.2 键盘输入设备	(155)
7.2.1 键盘	(155)
7.2.2 键盘编码原理及结构	(156)
7.3 打印输出设备	(158)
7.3.1 打印输出设备的分类	(159)
7.3.2 点阵式串行打印机的组成及工作原理	(159)

7.4 显示输出设备	(162)
7.4.1 CRT字符显示器的组成	(162)
7.4.2 字符点阵形成原理	(164)
7.4.3 CRT字符显示器工作原理	(165)
习题七	(168)
第八章 主机与外部设备的信息交换	(169)
8.1 输入输出的特性	(169)
8.2 输入输出接口	(170)
8.2.1 接口的功能	(170)
8.2.2 接口组织	(170)
8.2.3 输入输出的连接方式	(171)
8.3 接口的分类	(172)
8.3.1 串行接口	(172)
8.3.2 并行接口	(173)
8.4 信息交换的控制方式	(174)
8.5 程序直接控制方式	(175)
8.5.1 设备状态字	(175)
8.5.2 输入输出管理程序举例	(175)
8.5.3 程序直接控制方式的接口	(176)
8.6 程序中断控制方式	(177)
8.6.1 中断的概念	(177)
8.6.2 中断请求的发送与屏蔽	(178)
8.6.3 中断优先级	(179)
8.6.4 单级中断处理和多重中断处理	(179)
8.6.5 屏蔽码改变优先等级	(180)
8.6.6 中断的处理过程	(181)
8.6.7 中断响应	(181)
8.6.8 中断识别	(182)
8.6.9 中断服务和中断返回	(185)
8.6.10 程序中断方式接口的基本结构	(186)
8.6.11 中断程序举例	(186)
8.7 DMA方式	(187)
8.7.1 DMA传送	(188)
8.7.2 DMA主要操作过程	(188)
8.7.3 DMA接口	(189)
8.7.4 DMA与程序中断的区别	(190)
8.8 通道方式	(190)
8.8.1 通道概念	(190)
8.8.2 通道的类型	(191)
8.8.3 通道程序	(193)
8.8.4 主机的输入输出指令	(194)
8.8.5 通道工作过程	(195)

习题八	(196)
附录 英文缩写词	(197)
参考文献	(199)
学习指导与实验	(201)

第一章 计算机系统概论

本章对计算机的发展、应用和特性作一概述,并简要地讨论计算机系统的两大组成部分,即硬件系统和软件系统。最后,为计算机系统建立层次结构的模型,使读者能从整体看局部,从系统看部件,为以后各章的学习建立一个总体的概念。

1.1 计算机的发展与应用

1.1.1 计算机发展概况

现代科学技术的发展及信息在社会中的重要地位,导致了计算工具的创新。1946年2月世界上第一台电子数字计算机“埃尼阿克”(ENIAC)在美国宾夕法尼亚大学诞生,它标志着科学技术的发展进入了新的时代——电子计算机时代。从第一台电子计算机的诞生到现在,计算机的发展已经历了四代,并正在向第五代迈进。

1946年至1958年,为电子计算机发展的第一代。它的主要特征是:以电子管为基本电子器件;使用机器语言和汇编语言;应用领域主要局限于科学计算。这一代计算机的运算速度每秒只有几千次至几万次。由于体积大、功耗大、价格昂贵且可靠性差,因此,很快被新一代计算机所替代。然而,第一代计算机奠定了计算机发展的科学基础。

1958年至1964年,为电子计算机发展的第二代。它的主要特征是:晶体管取代了电子管;软件技术上出现了算法语言和操作系统;应用领域从科学计算扩展到数据处理。第二代计算机的运算速度已达到每秒几万次至几十万次。此外,体积缩小,功耗降低,可靠性有所提高。

1964年至1971年,为电子计算机发展的第三代。它的主要特征是:普遍采用了集成电路,使体积、功耗均显著减小,可靠性大大提高;运算速度已达每秒几十万次至几百万次;在此期间,出现了向大型和小型化两极发展的趋势,计算机品种多样化和系列化;同时,软件技术与计算机外围设备发展迅速,应用领域不断扩大。

自1971年开始,电子计算机进入了第四代。它的主要特征是:中、大规模集成电路成为计算机的主要器件;运算速度提高到每秒几百万次至上亿次;随着大规模集成电路技术的发展,微型计算机诞生,它将计算机的运算器与控制器集成在一块芯片上,进一步缩小了体积和功耗;多机系统与网络化是第四代计算机的又一个重要特征,多处理机系统、分布式系统、计算机网络的研究进展迅速;系统软件的发展不仅实现了计算机运行的自动化,而且正在向工程化和智能化迈进。

我国电子计算机的研究是从1953年开始的,1958年研制出第一台计算机,即103型通用数字电子计算机,它属于第一代电子管计算机。30年来,我国相继研制出第二代、第三代计算机。从1982年开始,我国的计算机事业进入新的发展时期,研制出每秒1亿次的巨型机——银河I、II型,中型机,32位超级小型系列机,微型计算机也实现了国产化。我国已建

立了计算机工业基础，培养了一大批计算机科学技术工作者。

1.1.2 计算机发展的总趋势

目前，计算机发展的特点是：创新速度加快，超大规模集成电路器件发展加速，计算机产品的生存周期缩短。缩减指令计算机（RISC）技术的兴起，促进了新一代计算机的发展。计算机的核心器件正在由门阵列替代，新型超高速器件不断推出。微型计算机已进入第四代——32位超级微机时代。小型机正在以高性能价格比与中、大型机竞争。个人计算机、工程工作站及分布式多功能微型计算机系统的发展，促进了网络技术、网络终端及网络交换技术的发展，局域网及信息网络系统正在逐步标准化。

90年代的技术代表是第五代计算机工程。它主要研制会学习、能听、能说话、有视觉和图形识别能力、有知识处理能力的计算机系统，包括知识库与管理知识库的子系统，问题求解和推理的子系统，智能接口子系统等。第五代计算机用语言，知识库的建立，知识处理的方法，各种人工智能软件——专家系统、决策支持系统、语音识别、图形图像识别和自然语言处理等方面的研究，正在取得成果。21世纪将建立高级人工智能系统，它允许用人类语言与计算机对话，自动翻译，能直接将语言变成文字。

从软件的发展来看，40年代是手编程序时代，50年代是高级语言时代，60年代是操作系统时代，70年代是软件工程和数据库时代，80年代是软件开发环境时代，90年代将是知识化软件时代。软件越来越成为计算机系统的核心，它正在逐步占据价格的主要部分。软件生产工厂化、工具化，软件技术工程化、标准化和自动化，软件开发的商品化，正在逐渐形成。微机软件已向第二代窗口软件，即集成操作环境方向发展。将来，还需要在集成操作系统的基础上解决软件开发的自动化问题。

计算机外部设备正在向新一代外部设备发展，如垂直磁记录技术，溅射高密度温盘，激光存贮器，光打印机，高分辨率显示器，紧密海量存贮器等，将不断开发出来。

1.1.3 计算机的应用

计算机的应用几乎涉及到人类社会的所有领域：从军事部门到民用部门；从尖端科学到消费娱乐；从厂矿企业到个人家庭；无处不出现计算机的踪迹。下面介绍计算机的主要应用。

一、科学技术计算

在科学技术及工程设计应用中，所遇到的各种数学问题的计算，统称为科学技术计算。计算机的应用，最早就是从这一领域开展的。电子计算机在科学计算和工程设计中大有所作为，它不仅能减轻繁杂的计算工作量，而且解决了过去无法解决或不能及时解决的问题。例如，宇宙飞船运动轨迹和气动干扰问题的计算；人造卫星和洲际导弹发射后，正确制导入轨计算；高能物理中热核反应控制条件及能量计算；天文测量和天气预报的计算。现代工程中，电站、桥梁、水坝、隧道等最佳设计方案的选择，往往需要详细计算几十个甚至几百个方案，只有借助电子计算机，才可能使上述的计算成为现实。

二、数据信息处理

所谓信息是指由数据、信号等构成的消息中所包含的内容。数据通常是指由描述事物的数字、字母、符号等组成的序列。数据处理是指对数据进行一系列的操作。例如，对数据进行加工、分析、传送、存贮及检测等。任何部门都离不开数据处理。例如，财政系统每时每

刻都要对金融数字进行统计、核算；用计算机管理出纳和会计帐务已十分普遍；图书馆、档案资料管理部门利用计算机进行文献、资料、书刊及档案的保存、查阅、整理；工商系统各部门要利用计算机进行成本、利率的核算，及仓库管理、人事管理、统计报表等数据处理；还有铁路、机场、港口等使用计算机进行调度等。

总之，企业管理、物资管理、资料图书管理、人事管理、业务管理等都是计算机信息处理的应用领域。有人统计，使用计算机进行数据信息处理，在计算机应用中所占的比例已超过70%，跃居计算机应用的主要地位。

三、过程控制

利用计算机对连续的工业生产过程进行控制，称为过程控制。被控制的对象可以是一台或一组机床，一条生产线，一个生产车间，甚至整个工厂。利用计算机进行过程控制，对节省劳动力，减轻劳动强度，提高生产效率，降低能源消耗和成本，起着重要作用。当前，自动化程度较高的生产设备都安装了计算机。计算机在过程控制中的作用有启停、巡回检测、自动调节、监视报警、记录报表，等等，使控制对象始终保持最佳的工作状态。

四、计算机辅助设计

计算机辅助设计简称CAD (Computer-Aided Design)。它是近十几年来形成的一个主要的应用方向。在飞机、船舶、桥梁、建筑、大规模集成电路等设计中，CAD能帮助人们缩短设计周期，提高质量，节省人力。

以大规模集成电路设计为例，成千上万个逻辑单元的合理布局及成万甚至十几万连线的正确连接，已不可能依靠手工解决。CAD不仅能自动地完成上述任务，而且精度有可靠保证。

使用CAD设计飞机的体系模型，可以在屏幕上以任意方位观察，任何部位修改，可以对任何一个局部点放大分析。

此外，还有计算机辅助制造 (CAM)，计算机辅助工程 (CAE)，计算机辅助测试 (CAT)，计算机辅助教学 (CAI) 等领域。

1.2 计算机的特性

计算机能得到广泛的应用是与它的特殊性能分不开的。这些特性是其它计算工具所不具备的。

电子计算机的第一个特性是快速性。电子计算机采用了高速电子器件，这是快速处理信息的物质基础；另外，电子计算机采用了存贮程序的设计思想，即将要解决的问题和解决的方法及步骤预先存入计算机。存贮程序，就是指将用指令序列描述的计算过程程序与原始数据一起，存贮到计算机中。计算机只要一启动，就能自动地取出一条条指令并执行，直至程序执行完毕，得到计算结果为止。因此，存贮程序技术，使电子器件的快速性得到充分发挥。

第二个特性就是它的通用性。计算机处理的信息不仅是数值数据，也可以是非数值数据。非数值数据的内涵十分丰富，如语言、文字、图形、图像、音乐等，这些信息都能用数字化编码表示。由于计算机具有基本运算和逻辑判断功能，因此，任何复杂的信息处理任务，都能分解成基本操作，编制出相应的程序，通过执行程序，进行判断或运算，最终完成处理任务。

计算机可以配置各种程序，有计算机厂商预先编制的，有用户自己编制的。程序越丰富，计算机的通用性越强。

第三是它的准确性。计算机运行的准确性包括两方面含义：一是计算精度高；一是计算方法科学。由于计算机中的信息采用数字化编码形式，因此，计算精度取决于运算中数的位数，位数越多越精确。通常计算机有一个基本的运算位数，即计算机字长。对精度要求高的用户，还可提供双倍或多倍字长的计算。当然，计算精度还与计算方法有关，如果计算方法不当，仍保证不了准确性。计算方法由程序体现。一个算法正确且优质的程序，再加上高位数的计算功能，能确保计算结果的准确性。

逻辑性是电子计算机的第四个重要特性。逻辑判断与逻辑运算是计算机的基本功能之一。计算机内部有一个能执行算术逻辑运算的部件，通过执行能体现逻辑判断和逻辑运算的程序，使整个系统具有逻辑性。例如，计算机运行时，可以根据当前运算的结果或对外部设备

现场测试的结果，进行判断，从而从多个分支的操作中自动地选择一个分支，继续运行下去，直至得到正确的结果。

上述的四大特性是从计算机的外部角度来认识的，它们与计算机内部的固有点相关，图 1.1 给出了两者之间的联系。

在上述讨论的基础上，可以得到数字电子计算机的完整定义：数字电子计算机

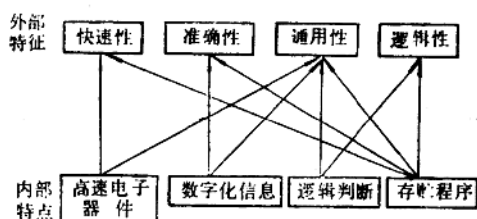


图 1.1 计算机外部特征和内部特点的对应关系

是一种能自动地高速地对各种数字化信息进行算术和逻辑运算的电子设备。这里，自动的含义是指程序执行时，不再需要人的干预，程序能连续发出各种命令，控制计算机完成预定的操作任务。它区别于过去的计算工具，也区别于模拟电子计算机。为叙述方便，以下简称计算机。

1.3 计算机系统组成

一台完整的计算机应包括硬件部分和软件部分。硬件与软件的结合，才能使计算机正常运行，发挥作用。因此，对计算机的理解不能仅局限于硬件部分，应该看作一个系统，即计算机系统。计算机系统中，硬件和软件都有各自的组成体系，分别称为硬件系统和软件系统。

1.3.1 计算机的硬件系统

计算机的硬件是指计算机中的电子线路和物理装置。它们是看得见、摸得着的实体，如用集成电路芯片、印刷线路板、接插件、电子元件和导线等装配成的中央处理器、存储器及外部设备等。它们组成了计算机的硬件系统，是计算机的物质基础。

计算机有大型、中型、小型和微型之分，每种规模的计算机又有很多机种和型号，它们在硬件配置上差别很大。但是，绝大多数都是根据以存储程序为基本原理的冯·诺依曼计算机体系结构的思想来设计的，故具有共同的基本配置，即五大部件：输入设备、存储器、运算器、控制器和输出设备。

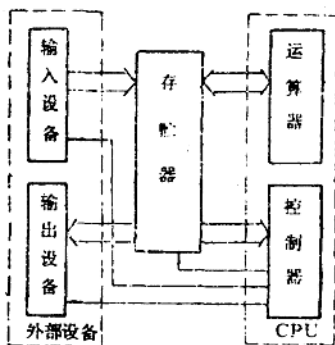


图1.2 计算机硬件系统基本组成框图

运算器与控制器合称为中央处理器（CPU）。CPU和存储器通常组装在一个机壳内，合称为主机。

输入设备和输出设备统称输入输出设备，有时也称外部设备，因为它们位于主机的外部。

图1.2给出了计算机硬件系统中五大部件的相互关系。

一、存储器

存储器的主要功能是存放程序和数据。程序是计算机操作的依据，数据是计算机操作的对象。不管是程序还是数据，在存储器中都是用二进制的“1”或“0”表示，统称为信息。

为实现自动计算，这些信息必须预先放在存储器中。存储器就用来存储这些信息，它是由能贮存信息的介质组成。70年代中期之前，存储体的主要介质是磁心。现在已被半导体存储器所取代。存储体被划分成许多小单元，每个单元存放一个数据或一条指令（见图1.3）。存储单元按某种顺序编号。每个存储单元对应一个编号，称为单元地址，用二进制编码表示。给定一个单元地址，便可获得该存储单元中的信息，即存储单元地址与存储在其其中的信息是一一对应的。单元地址只有一个，固定不变，而存储在其其中的信息是可以更换的。

向存储单元存入或从存储单元取出信息，都称为访问存储器。访问存储器时，先由地址译码器将送来的单元地址进行译码，找到相应的存储单元；再由读写控制电路，确定访问存储器的方式，即取出（读）或写入（写）；然后，按规定的方式具体完成取出或写入的操作。

与存储器有关的部件还有地址总线与数据总线。它们分别为存储器提供读写信息用的存储单元地址，及接纳或发送被访问的信息。

在机器运行过程中，存储器的内容是不断变化的：已执行完的程序没有保留的必要，需装入新的程序；一开始存入的原始数据，也不断地被计算结果所替代。这一切工作均是由存储管理软件完成的。这种管理完全由计算机自动进行，一般用户不必了解。有关存储器的讨论详见第四章。

二、运算器

运算器是一个用于信息加工的部件，又称执行部件。它对数据编码进行算术运算和逻辑运算。

算术运算是按照算术规则进行的运算。如加、减、乘、除及它们的复合运算。逻辑运算一般泛指非算术性运算。例如，比较、移位、逻辑加、逻辑乘、逻辑取反及“异或”操作等。

运算器通常由运算逻辑部件（ALU）和一系列寄存器组成。图1.4给出了一个最简单的运算器示意图。ALU是具体完成算术与逻辑运算的部件。寄存器用于存放运算操作数。

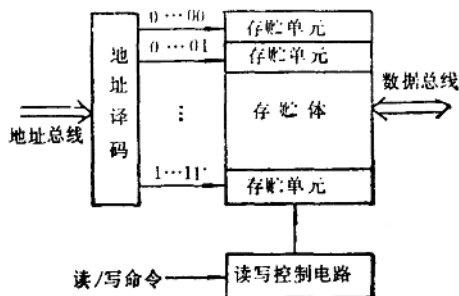


图1.3 存储器组成框图

累加器除存放运算操作数外，在连续运算中，还用于存放中间结果和最后结果。累加器由此而得名。寄存器与累加器的数据均从存储器取得，累加器的最后结果也存放到存储器中。

运算器一次运算二进制的位数，称为字长。它是计算机的重要性能指标。常用的计算机字长有8位、16位、32位及64位。寄存器、累加器及存储单元的长度应与ALU的字长相等等或者是它的整数倍。现代计算机的运算器有多个寄存器，如8个、16个或32个不等，称之为通用寄存器组。设置通用寄存器组可以减少访问存储器的次数，提高运算器的速度。有关运算器的详细内容将在第三章中叙述。

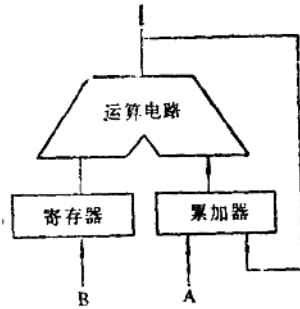


图1.4 运算器示意图

三、控制器

控制器是全机的指挥中心，它使计算机各部件自动协调地工作。控制器工作的实质就是解释程序，它每次从存储器读取一条指令，经过分析译码，产生一串操作命令，发向各个部件，控制各部件动作，使整个机器连续地、有条不紊地进行，即执行程序。

计算机中有两股信息在流动：一股是控制信息，即操作命令，它分散流向各个部件；一股是数据信息，它受控制信息的控制，从一个部件流向另一个部件，边流动边加工处理。

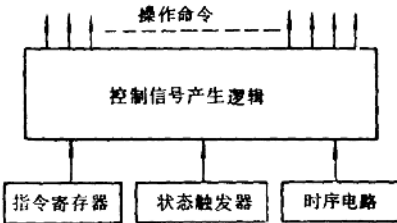


图1.5 控制器结构简图

是时序电路。时序电路能产生各种时序信号，使控制器的操作命令被有序地发送出去，以保证整个机器协调地工作，不至于造成操作命令间的冲突或先后次序上的错误。它们的细节将在第六章中讨论。

四、输入设备

输入设备是变换输入形式的部件。它将人们熟悉的信息形式变换成计算机能接收并识别的信息形式。输入的信息形式有数字、字母、文字、图形、图像、声音等多种形式。送入计算机的只有一种形式，就是二进制数据。一般的输入设备只用于原始数据和程序的输入。

常用的输入设备有键盘、电传打字机、纸带输入机、卡片输入机及模-数转换器等。模数转换器(A/D转换器)能将模拟量转换成数字量。模拟量是指用连续物理量表示的数据，如电流、电阻、压力、速度及角度等。

输入设备与主机之间通过接口连接。设置接口主要有以下几个方面的原因：一是输入设备大多数是机电设备，传送数据的速度远远低于主机，因而需用接口作数据缓冲。二是输入设备表示的信息格式与主机不同。例如，由键盘的按键输入的字母、数字，先由键盘接口转换成八位二进制码(ASCII码)，再拼接成主机的字长送入主机。因此，需用接口进行信息格式的变换。三是接口还可以向主机报告设备运行的状态，传达主机的命令等。这部分的详