



劳动经济管理干部中等专业试用教材

计算机应用基础

劳动人事出版社

劳动经济管理干部中等专业试用教材

计 算 机 应 用 基 础

劳动人事部人事教育局
上海市劳动局 组织编写

陈国强 主编

劳 动 人 事 出 版 社

计 算 机 应 用 基 础
劳动人事部人事教育局 组织编写
上 海 市 劳 动 局

陈国强 主编
责任编辑：张秉淑

劳动人事出版社出版
(北京市和平里中街12号)

北京朝阳区新源印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 13.75印张 340千字

1987年10月北京第1版 1988年10月北京第1次印刷

ISBN 7-5045-0074-7/F·019 统一书号：4238·263

印数：1-40150册 定价：2.45元

本书是由劳动人事部人事教育局、上海劳动局组织编写，供全国具有初中以上文化程度的劳动经济管理人员进行中等专业教育的试用教材。

本书以BASIC语言为主要内容，介绍了计算机概况，程序设计的基本方法，并结合企业劳动管理实际介绍了表处理、文件处理、工资管理程序等。全书例题丰富，内容深入浅出，文字通俗易懂。

本书还可供工程技术人员、企业管理人员、经济管理人员以及具有初中以上文化程度的读者自学使用。

本书由陈国强主编；施伯乐、黄天敏审稿。

前 言

为提高国家机关干部的文化和专业素质，中央要求国家机关所有干部在几年内要达到中专以上文化水平。对不具备中专水平的，要进行正规化培训，经考试，及格者发给中专毕业证书。

发展干部中专教育，是干部教育中的一个重要层次，是培养中级专门人才的重要途径。为了尽快使全国劳动经济管理干部队伍在文化和专业结构上趋向合理，以适应社会主义现代化建设的需要，适应经济体制和政治体制改革的需要，由劳动人事部人事教育局和上海市劳动局、河南省劳动人事厅组成了劳动经济管理中等专业教材编写领导小组，组织华东政法学院、华东师范大学、上海社会科学院、上海财经大学、上海市机电工业学校、河南省财经学院、铁道部郑州干警学院、郑州航空工业管理学院等有关单位的专家、学者和经验丰富的实际工作者编写了劳动经济管理专业干部中专试用教材。这套教材共十本，有：《管理学原理》、《劳动经济管理》、《劳动统计》、《法学知识与劳动法》、《电子计算机应用》、《劳动心理学知识》、《人口学知识》、《劳动生理与劳动保护》、《劳动保险与福利》、《劳动社会学知识》。

劳动经济管理干部中专教材，坚持“四项基本原则”，理论联系实际，体现了为社会主义现代化建设服务，为经济体制和政治体制改革服务的根本宗旨。教材从在职的劳动管理干部的实际出发，注重基本理论、基本知识、基本技能的阐述和介绍，做到了科学性、系统性、实用性三者结合，既照顾了知识面的深度和广度，又突出了重点，内容深浅适度，简明实用，贯彻了少而精的原则。这套教材既可作劳动管理干部中等专业教育的教材，也可供全国各行各业从事劳动管理工作的同志自学考试，自修研究之用。

这套教材在编写、出版过程中，承蒙各位编写人员的大力合作和有关单位领导的大力支持，在此谨表感谢！

劳动人事部人事教育局

1987年1月

目 录

绪论	1
第一章 计算机与程序	6
§ 1-1 计算机	6
§ 1-2 计算机中数的表示	9
§ 1-3 计算机语言和程序	17
§ 1-4 计算机的硬件和软件	19
习题一	20
第二章 BASIC语言入门	22
§ 2-1 BASIC 语言的基本特点	22
§ 2-2 BASIC 程序	23
§ 2-3 BASIC 语言的基本符号	24
§ 2-4 BASIC 语言中的数、变量及运算符	25
§ 2-5 标准函数	30
§ 2-6 算术表达式及运算规则	32
习题二	33
第三章 顺序程序设计	34
§ 3-1 用 BASIC 程序解题	34
§ 3-2 赋值计算语句 (LET)	35
§ 3-3 打印输出语句 (PRINT)	37
§ 3-4 键盘输入语句 (INPUT)	44
§ 3-5 成批赋值语句 (READ/DATA)	47
§ 3-6 三种提供数据语句的比较	50
§ 3-7 结束、暂停和注释语句	52
§ 3-8 顺序程序应用举例	54
习题三	57
第四章 分支程序的设计	59
§ 4-1 无条件转向语句 (GOTO)	59
§ 4-2 条件转向语句 (IF-THEN)	61
§ 4-3 流程图 (框图)	65
§ 4-4 选择转向语句 (ON-GOTO)	70
§ 4-5 分支程序应用举例	75
习题四	81
第五章 循环程序的设计	83
§ 5-1 循环问题	83

§ 5-2 循环语句 (FOR-NEXT)	84
§ 5-3 数组说明语句 (DIM)	90
§ 5-4 多重循环	93
§ 5-5 循环程序应用举例	98
习题五	105
第六章 子程序设计	108
§ 6-1 自定义函数语句 (DEF)	108
§ 6-2 转子语句和返回语句 (GOSUB-RETURN)	110
§ 6-3 多分支转子语句 (ON-GOSUB)	114
§ 6-4 子程序应用举例	116
习题六	120
第七章 字符处理	122
§ 7-1 字符串的比较	122
§ 7-2 字符串函数	125
§ 7-3 汉字处理	129
习题七	130
第八章 表处理	133
§ 8-1 概述	133
§ 8-2 顺序分配表的存贮及基本操作	134
§ 8-3 数据表的排序	141
§ 8-4 数据表的查找	145
习题八	148
第九章 文件管理	150
§ 9-1 文件的基本概念	150
§ 9-2 磁盘文件管理的基本概念	150
§ 9-3 程序文件的管理	153
§ 9-4 数据文件的管理	156
习题九	169
第十章 应用程序设计	171
§ 10-1 应用程序设计的一般过程	171
§ 10-2 工资管理程序的设计	172
第十一章 键盘命令和程序的调试	196
§ 11-1 键盘操作	196
§ 11-2 ^ 键盘命令	198
§ 11-3 程序的调试	202
附录	205

绪 论

电子计算机是一种能够自动、高速、精确地进行各种数据信息存贮、数字计算和数据处理的现代化电子设备，是当代最卓越的科学技术发明之一。电子计算机如同常见的算盘和计算尺一样，是一种计算工具。但它与原有的计算工具所不同的是：电子计算机是一种既有快速运算能力，又有其它计算工具所没有的逻辑判断功能和存贮功能的现代化计算工具。

目前，电子计算机大致可以分为三类：电子数字计算机、电子模拟计算机和数字模拟混合计算机。数字计算机是直接对数字进行运算，不但精度高、速度快、记忆能力和逻辑判断能力强，而且过程全部自动化。模拟计算机是用电压、长度等连续变化的物理量当作运算对象，用以模拟一个化学变化或物理变化过程，以便仿真研究。它的突出优点是解题速度快，但精度较低。混合计算机则是把模拟技术与数字技术结合起来的计算机，具有上述两种计算机的优点，在仿真技术中占有重要地位。上述三类计算机中，数字计算机应用最广泛，因此人们通常所说的电子计算机是指电子数字计算机，也简称计算机。由于电子计算机的功能远远超出数值计算的范围，而它以近似于人类的“思维过程”方式进行工作。所以现在人们又称它为“电脑”。

一、计算机的发展概况

自古以来，计算工具对人类而言就是一件重要的事。人类在同大自然斗争中，创造并逐步发展了计算工具。我们的祖先在计算技术方面有很多的发明创造。唐朝末叶我国劳动人民发明的算盘，就是一种简单而有效的计算工具。算盘是以算珠来表示“数字”，以算珠的多少及其所在位置的变化来表示运算的数值，因此它是一种数字式的计算工具，也可以说是一种手动的“计算机”。17世纪，法国科学家巴斯卡发明了机械齿轮式的计算机，采用十进制的齿轮来解决数值计算问题，从而使得计算机由手动计算进入了机械计算。1940年左右，美国哈佛大学和国际商业机器公司（IBM）合作研制了“哈佛一号”计算机，这架计算机主要由电机机械装置和继电器组成，至此计算机进入了电动计算。随着生产和科学技术的发展，计算也日趋复杂，原有的计算工具已远远不能满足计算的需要，这就迫切需要有计算速度快、精度高、能按程序规定自动进行计算和自动控制的新型计算工具。基于这种需要，以及近代物理和无线电电子学的发展，特别是半导体器件、脉冲和自动控制技术的迅速发展，电子计算机就应运而生了。电子计算机的诞生是现代科学技术发展的必然产物。

电子数字计算机发明于20世纪40年代，它出现的直接原因是军事上的需要。1943年，美军为了解决弹道学问题，与美国宾夕法尼亚大学签订了研制用于计算炮弹弹道的高速计算机合同，经过3年的努力，于1946年研制成功，命名为“电子数值积分器和计数器”，简称埃尼阿克（ENIAC），这便是世界上第一台电子计算机。埃尼阿克（ENIAC）虽然存贮量很小，但占地170平方米，重达30吨，耗电140千瓦，使用了18 000只电子管，每秒运算仅5000次，并且每改变一个程序，就得重新连接线路。现在看来，这台计算机不仅是个庞然大物，而且耗费大，性能又不完善。然而，它却是科学技术发展史上具有划时代意义的创举。

自ENIAC之后，各方面对计算机的研究逐渐“繁荣”起来，计算机不断得到改进和迅

速发展。被人们称为“万能数学家”的冯·诺依曼对 ENIAC 做了一系列改进，引进了“存贮程序”的概念，把程序象数据一样也存贮在存贮器中，用二进制代替了十进制，大大简化了电路设计。这些天才的工作为他赢得了“计算机之父”的美称。他明确规定计算机整体结构由五个基本部件：输入设备、运算器、控制器、存贮器和输出设备，这种方案后来被命名为冯·诺依曼型计算机。所以现代的计算机一般可称作冯·诺依曼型计算机。

电子计算机问世后，尽管只经历了三十几年，却已繁衍了四代，有了迅猛的发展。由于各代的划分没有严格的定义，分法也不完全相同，若是按照物理器件的变化来区分，即可划分为电子管、晶体管、集成电路和超大规模集成电路四代。

第一代：约从1946年至1957年，以电子管为主要元件。结构上以中央处理器为中心进行组织，使用机器语言，存贮量小，主要用于科学计算。

第二代：约从1958年至1962年，以晶体管为主要元件。结构上以存贮器为中心，使用高级程序设计语言，应用扩大到数据处理、工业控制等方面。

第三代：约从1963年至1970年，以中、小规模集成电路为主要元件。结构上仍以存贮器为中心，机种多样化、系列化，外部设备不断增加，软件功能进一步完善。

第四代：约从1971年开始，以大规模集成电路为主要元件。体积更小，可靠性进一步提高，出现了由多台计算机组成综合信息网络，进入以网络为特征的时代，应用到社会生活的各个方面。

至于第五代计算机，目前还比较难说，但是世界上一些发达国家正集中大量人力、财力、物力研制新一代的计算机。许多人认为第五代计算机将由超大规模集成电路、激光元件、光存贮元件等新型物理元件组成。它们将是所谓智能型计算机、超智能型计算机或人工智能模拟计算机等等。

从计算机的发展情况来看，大约每隔5年到8年，其运算速度就提高10倍，可靠性提高10倍，体积缩小10倍，成本降低10倍。

二、计算机的发展趋势

由于新材料、新技术、新工艺的日新月异，计算机发展的总趋势可以归纳为“巨、微、网、智”四个字。

所谓“巨”，即计算机向巨型化发展，指的是速度在十亿次、百亿次、甚至更快的和功能更强的巨型计算机系统。这种计算机主要用来完成巨量的、复杂的数据计算和处理工作，用于宇宙飞行、原子能、量子化学、大范围气象预报等尖端科学技术方面。

所谓“微”，即计算机向微型化发展，指的是体积小、价格低、可靠性高的微型计算机。这种计算机速度可达十万次以上，非常适合于中小企事业单位使用，不仅可用于企业管理、数据处理等方面，而且也适合于各种自动控制方面的应用，若多台微型机联机协同工作，甚至还可以达到“巨”的能力。

所谓“网”，即计算机向网络化发展，指的是利用通信线路把许多个独立作业的计算机连接起来进行互相传送信息的计算机网络系统。这种网络系统就可以互相利用对方的一些特殊设备或存贮的资料，达到互相支援、资源共享的目的。计算机向网络发展，使用户可在不同的时间、不同的地点使用同一个计算机网络系统，从而大大提高了计算机系统的效率和用户使用的方便性。计算机网络可用于交通管理、数学管理、企业管理等各种事务管理，还可用于气象预报、情报检索以及学术交流等各个方面。

所谓“智”，即计算机向智能模拟发展，指的是能模仿人类的智能模拟计算机。这种计算机统称为机器人或仿人机，它是一种能一定程度模仿人的智能的高级自动控制系统，它有“视觉”、“听觉”、“触觉”以及“嗅觉”，因而可以了解周围环境的情况，并能模仿人的思维活动，以进行判断和决策。

展望计算机发展的未来，从目前的情况看，未来的计算机将是半导体技术、激光技术、超导技术、电子仿生技术相结合的产物。在结构上将超越诺依曼型计算机这种传统结构的设想，完全转向新的程序语言。这种计算机将象人一样会“思考”问题，识别符号，进行推理。还将出现声控计算机、光计算机和超导计算机等全新型的机器，计算技术将会发展到一个更高的水平。

三、我国计算机的发展

我国的计算机技术始于1956年，1958年我国试制成功了第一台数字式电子计算机，1965年生产出第二代晶体管计算机。70年代试制成功了集成电路计算机、大型通用数字计算机，并且开始了我国第一批系列化机器的研制工作。此后，陆续研制出一批大、中、小型集成电路的数字计算机，并已着手研制微型机和巨型机。1983年研制成功银河巨型机。银河巨型机的研制成功，标志着我国计算机技术达到了一个新的水平。对我国的工农业生产、国防事业和科研将起巨大的推动作用，在国际上也引起了巨大反响。

二十多年来，我国计算机从无到有，从小到大，从大到巨，有了相当规模的发展。目前，我国计算机工业已初具规模，进入了通用化、系列化、标准化、集成化阶段。计算机的应用范围，也已推广到各个领域，从科学计算到数据处理和过程控制，到处都可看到计算机所起的作用，并且将对我国的现代化建设起着愈来愈重要的作用。但是，与世界先进水平相比还有一段差距。要赶上世界先进水平，我们还必须做大量艰苦的工作。

四、计算机的特点

电子计算机同以往所有计算工具相比较，具有以下几方面的特点：

1. 运算速度快

这是电子计算机的最显著特点。它的运算速度从每秒几千次发展到现在高达几亿次。一般的计算机也能达到每秒几十万次、几百万次的运算速度。试想，如果一个人每秒钟作一次运算的话，那么一台每秒运算一百万次的计算机，在一个小时内完成的计算量，人得做一百年，这简直是终身难以完成的任务。有了电子计算机，人类从事计算的速度大大提高了。伟大的数学家契依列花了15年时间，计算到圆周率 π 的707位，而现在若用中等的计算机计算，8小时就可算到 π 的第十万位，这样的速度用人工计算则是不可想象的。

2. 记忆力惊人

这是电子计算机区别于其它计算工具最本质的特点。计算机不仅可以存贮数据，更重要的是可以存贮程序。存贮程序是计算机的一个重要功能，是计算机自动计算的基础。一般的计算器不能存放计算步骤（程序），人们只能把它记忆在脑子里，而计算机则能存贮，当机器运行时，能按运算步骤自动完成运算，而不需人的干预。

3. 逻辑判断能力强

计算机可以进行各种逻辑判断。如对两个信息比较，并根据判断的结果自动确定下一步该做什么。有了这种能力，使其不仅能够完成各种计算任务，进行各种过程控制和完成各类数据处理工作，而且还能完成很多非数值的处理工作。

4. 计算精度高

计算机的计算精度取决于字长。从原理上讲,计算机本身的计算精度可以不受限制,但要求的精度越高,相应的设备也就更复杂。通常电子计算机的有效数字可达十几位,甚至上百位,这是任何其它计算工具所望尘莫及的。

5. 可靠性好

由于大规模和超大规模集成电路的使用,以及可靠性技术的应用,使计算机连续无故障运行时间可达几万、几十万小时以上,甚至几年连续工作,而不出错误。

五、计算机的应用

计算机的发展十分迅速,应用极为广泛。国外对于计算机的应用始于50年代初,至今已先后经历了科学计算、工业控制和数据处理、管理和事务处理三个阶段。最初它只用于科研、工程的数值计算,而现在,从空间探索到关于基本粒子的研究,从国防尖端、工农业生产到日常生活的各个领域,无处不在发挥其巨大的作用。

国内对于计算机的应用,也是从科研和工程计算开始逐步发展到工业控制和数据处理及管理方面的,应用水平大致相当于国外60年代后期的水平。

计算机的应用归纳起来有以下几方面:

1. 数值计算(科学计算)

数值计算是指计算机用于完成科学研究和工程技术中所提出的数学问题的计算,所以也可称科学计算。数值计算是计算机应用领域中的最基本的方面。在科研和生产中,经常要碰到一些难度很大,计算又比较复杂的数学问题,这些问题通常用一般的计算工具是无法顺利完成的。在没有使用计算机之前,许多科学理论概括出来的数学方程因为无法求解,被认为是“纯理论”的或至多只能对科研和生产实践起定性的指导作用。而现在有了计算机这一有效的计算工具,许多科学上的“纯理论”的数学问题由此得到解答。例如气象预报,必须解出描述大气运动规律的微分方程,以得到天气变化的数据,依此来预报天气情况。由于计算工作量大,用人工计算(包括用其它计算工具)24小时气象预报需花几个星期,而用计算机计算,十几分钟就能得出结果。

2. 信息处理

社会进入高度信息化是生产力发展的必然趋势。现代社会正逐步向“信息社会”发展,信息已成为一种资源。面对浩如烟海的信息,若不对其进行处理,反馈给人们,社会生产及社会活动就无法有效地进行下去。可以想象,信息是何等的重要。而信息的处理和加工是计算机应用的一个最主要部分。计算机是信息的处理器和加工器。

信息处理所涉及的范围和内容十分广泛,如数据处理,企业经济管理,事务管理,情报检索等等。数据处理就是对数据进行综合分析,加工整理。这一工作原来是由人去阅读和抄写,现在可以由计算机来完成。至于这些信息的统计、分类、归纳、分析、甚至预测,那就更不必使用者操心。数据处理的特点是信息量大,时间性强。数据量越大,则计算机处理的及时性、正确性就越显著。如银行账目处理,要对当天的经营情况及时汇总、分类、结算、统计和制表,用人工处理不但费时,且易出差错,若用计算机就能及时、准确地进行加工处理,整理出报表及清单。

3. 过程控制

过程控制就是能够及时地搜集检测数据,按最佳方案对其控制对象进行自动调节的一种

控制方式，是实现工业自动化的重要手段。过程控制又叫做实时控制。计算机用于生产过程中除了实时控制作用外，还能及时发现故障，进行报警，并能查找故障原因和部件。例如，实时控制高炉炼铁过程，计算机就可代替人以最佳方案控制投料，出铁出渣以及对原料和生铁成分的管理，通过数据资料的采集与取样，由计算机进行分析处理和控制在。这样，不仅可以降低燃料消耗，而且大大提高了产品的质量和数量，从而收到显著的经济效益。

计算机用于生产过程控制，不仅对解放生产力和提高生产效率有积极作用，而且引起了工业生产的根本性变革，对人类社会的发展也将有深刻的影响。

4. 计算机辅助设计

计算机辅助设计是利用计算机的计算、逻辑判断等功能帮助人们进行各种工程技术的设计工作，是一项专门技术。它可以帮助设计工程师进行设计与制图以及对设计方案进行分析计算，大幅度地减少了设计人员制图、计算等负担，使设计过程趋向半自动化或自动化。计算机辅助设计不但可以缩短设计周期，节省人力物力，降低成本，而且能保证产品质量和提高产品的市场竞争能力。例如，现在已采用计算机来辅助设计大规模集成电路、电视机电路、服装排料、船舶、飞机、建筑以及计算机本身等。

5. 智能模拟

智能模拟是指用计算机来模拟人的“思维能力”。这是计算机科学的一个新的发展动向。智能计算机具有“推理”、“学习”和自身“积累经验”的功能。

智能模拟是一门涉及计算机科学、控制论、仿生学等学科的边缘科学，是一门探索模拟人的感觉和思维规律的科学。计算机在模拟人工智能方面已经取得了一定的成果，具有一定“思维能力”的机器人的大量出现便是其中一例。

第一章 计算机与程序

现代科学的发展,使计算机几乎进入了一切领域。计算机不仅能够完成精确的科学计算,使宇宙飞船准确地进入轨道,使导弹准确地击中目标,而且还能够进行复杂的“思维”活动,控制机床自动加工复杂的零件,诊断疾病,管理城市交通,写诗、作曲,辅助设计等等。计算机有如此大的本领,那么它究竟由哪些部分组成的?它又是怎样按照人的意图工作的呢?下面我们就来讨论和回答这些问题。

§ 1-1 计 算 机

现代的电子计算机作用之大,难免会使人们对它产生一种神秘感。事实上,计算机并不神秘,它的算题过程和人利用算盘算题差不多。只要知道算盘是怎样算题的,就可以明白计算机的算题过程和它的基本组成。

一、算盘算题的步骤和需要的设备

如果我们要计算 $100 - 31 \times 2 = ?$, 则可有下列步骤来完成。

1. 根据题意想好计算方法和计算步骤,并把计算公式、步骤、原始数据写在纸上。

计算公式是: $A - B \times C = D$

计算步骤是: 先乘后减

原始数据是: $A = 100, B = 31, C = 2$

2. 在算盘上进行计算。先算 $31 \times 2 = 62$, 我们把中间结果62写在纸上以备调用。然后做减法 $100 - 62 = 38$ 。

3. 把最后结果38记录在纸上。

到此计算工作全部结束。由此可见,要完成这一道题目的计算,必须具有:

1. 能进行运算的装置——算盘;
2. 能存放题目、计算步骤、原始数据、中间结果和最终结果的装置——纸张;
3. 进行控制的装置——人的手、眼睛、脑。

上述计算都是在人脑的操纵下进行的,由眼睛得到数据,由手去具体执行。

二、计算机的基本组成

计算机的计算过程与算盘相仿,只是它由机器代替人和算盘。因此与算盘算题一样,计算机也必须具备能够实现上述相似功能的一些基本装置:

1. 要有能代替算盘进行运算的部件——运算器;
2. 要有能起到纸和笔作用的部件——存贮器;
3. 要有能代替人的控制作用的部件——控制器;
4. 要有能够存入原始数据、计算步骤(程序)的部件——输入设备;
5. 要有能够输出中间结果或最终结果的部件——输出设备。

可见,任何一台电子计算机都少不了运算器、存贮器、控制器、输入设备和输出设备五个

部分。

运算器：是计算机进行加、减、乘、除等算术运算和比较两个数的大小、移位等逻辑运算的装置。对存放在存贮器中的数据进行运算时，必须先把具体数据送到运算器，然后在这里进行运算，计算出的结果再送回存贮器中。

运算器的最重要性能是运算速度。运算速度是指计算机进行加法计算的快慢程度。如APPLE-Ⅱ微型计算机的运算速度是50万次/秒，指的是每秒可做50万次加法运算。当然，计算机的运算速度不仅指运算器的速度，而且还与存贮器的工作速度有关。

存贮器：主要功能是保存大量的信息。人们通常说计算机具有“记忆”的能力，存贮器就是计算机用以完成记忆功能的部件。它类似一台录音机，能把许多信息保存起来，需要时可重新取出来，或者可以抹去而重新存入新的内容。存贮器里所保存的信息主要有原始数据、中间结果、最终结果和计算步骤（程序）。

存贮器一般可分为内存和外存两部分。

（1）内存

直接与运算器、控制器发生联系，交换信息的存贮器称为内存贮器，简称“内存”。内存容量不大，但速度快。主要用来存放现行的程序和数据。它是计算机的一个必不可少的重要组成部分。

内存很象一座大旅馆，旅馆的每一个房间相当于内存的一个存贮单元。正象旅馆的房间一部分作为旅馆办公用；一部分作为旅客住房用一样，内存也划分成两个部分：一部分留给计算机系统自己用，叫做系统工作区；另一部分给计算机使用者用，叫做用户工作区。由输入设备输入的程序和原始数据，以及计算的结果，都存放在用户工作区内。

从结构上来看，内存由许多的存贮单元组成。每个存贮单元由若干个记忆元件组成，每个记忆元件可反映一位二进制信息（即0或1）。所以，每个单元可记忆一组二进制信息。如设一个单元由八个记忆元件组成，则一个单元可记忆八位二进制信息。一个存贮单元中所存放的内容称为一个“字”，一个字所包含的二进制数的位数就称为“字长”。不同类型的计算机字长也不同。如小型机的字长一般为16位，微型机的字长为8位或16位。

一个存贮器能存放信息的总量，称为存贮容量，简称容量。存贮器的容量以K为单位，1K为 2^{10} ，即1024个存贮单元。存贮量的大小标志了存贮器存贮信息的能力。

一个存贮单元相当于一个房间，里面可存放一个字，与每个房间都有自己的号码一样，存贮器中每个单元也有自己的编号，称为“地址”，要从存贮器中找到一个字，或放进去一个字，就必须知道它所在单元的地址。向存贮器中的某个单元存入信息，要冲掉该单元中原有的信息；从存贮器中取出信息，则不会改变原来的内容。显然，内存的基本功能就是能按指定的地址存入或取出信息。目前，内存大部分是采用半导体存贮器。

（2）外存

与运算器、控制器没有直接联系的存贮器称为外存贮器，简称“外存”。这类存贮器容量很大，但存取速度较慢。主要用来存放大量暂时不参加运算的程序和数据，需要时可成批和内存进行信息交换。常用的有磁盘、磁带等。

存贮器的存取速度和存贮容量是衡量计算机性能的两个重要指标。其中存取速度直接影响了计算机的运算速度，而存贮器容量的大小直接关系到计算机解决问题的能力。

控制器：它是计算机的指挥中心，指挥着计算机各部件协调地工作。它是根据人们存放

在内存中解算某个问题的具体程序，指挥计算机什么时候从输入设备上读取数据，并把它存放到指定的内存单元中；什么时候把存放在某个单元中的数据，送到运算器中进行什么样的运算；什么时候把什么样的计算结果从输出设备上告诉给人们等等。即控制器是根据人们的意图，指挥着输入设备、运算器、存贮器和输出设备协调工作的装置。计算机之所以能高速地、自动地进行工作，都是在控制器控制下实现的。

输入设备：它是把人们告诉给计算机的各种信息（数据、程序）传达给计算机的装置。人们通过输入设备把让计算机做什么、怎样做（程序）以及有关数据，告诉给计算机。常用的输入设备有和英文打字机相似的键盘、纸带输入机、卡片输入机等等。

输出设备：它是把计算机的计算结果或中间结果以人们所能识别的各种形式，如数字、字母、符号或图形等表示出来的装置。常用的输出设备有外表跟电视机一模一样的显示器、宽行打印机和绘图仪等等。

输入、输出设备实现了人和计算机之间的信息交换，是计算机系统的重要组成部分。

在电子计算机的这五个基本组成部分中，通常把内存、运算器和控制器三部分的设备称为计算机的“主机”。电子计算机进行自动化信息处理是由主机来完成的，而把计算机系统中除主机以外的其它围绕主机而设置的各种设备称为“外部设备”。外部设备包括输入、输出设备、外存贮器等等。

在主机部分中，又往往把运算器和控制器合在一起称之为中央处理单元——CPU。

计算机的五个基本组成部分相互间的关系如图1-1所示。

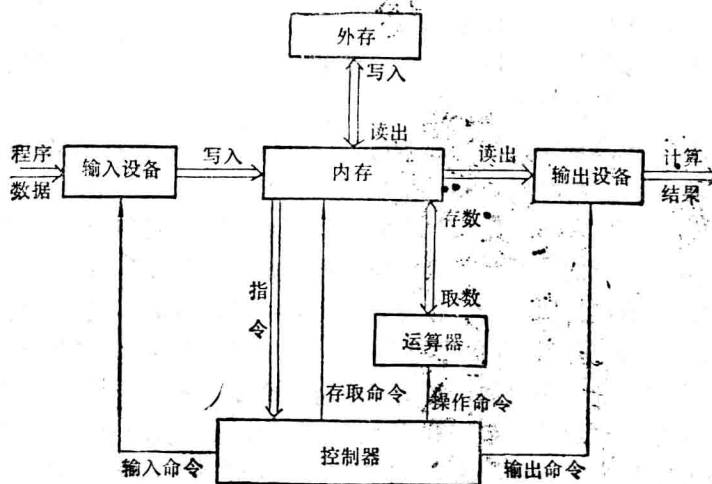


图 1-1 计算机组成框图

三、计算机的工作过程

1. 解题的简单原理

我们在讨论了计算机的基本组成之后，仍以极为简单的算术题 $100 - 31 \times 2 = ?$ 为例，并结合图1-1来考察一下计算机的解题过程。

第一步：由输入设备（如键盘）将事先编好的计算步骤（程序）和数据（100, 31, 2）输入到计算机的存贮器中存放起来。

第二步：启动计算机。在控制器的控制下，计算机按解题程序自动进行如下操作：

(1) 从内存中取出第一条指令，并把这条指令送到控制器中的指令译码器里进行翻译，翻译的结果通过控制器中指令执行机构，由指令执行机构发出实现这条指令的一系列控制信号。在这些控制信号作用下，计算机完成了第一个动作——把存放在内存中的乘数2取出，并送入运算器中，使运算器中保存了数2。

(2) 当第一条指令执行完毕后，控制器又自动地从内存中取出第二条指令，在控制器中通过译码、执行，完成第二条指令——从内存中取出被乘数31，送入运算器，并与运算器中原有的数2相乘，得到乘积62。

(3) 接着控制器又自动地从内存中取出第三条指令，通过译码、执行，便从内存中取出被减数100，送入运算器，并减去运算器中的中间结果62，求得结果38。

(4) 然后执行第四条指令，将运算结果38送到内存中存放起来。

第三步：把内存中的最终结果38送到输出设备，如显示在荧光屏上或打印在纸上等。

第四步：停机。

从上述过程我们可以比较清楚地看到，计算机的工作过程实际上是执行人们编写的一条一条的算题指令的过程。在执行指令的过程中，控制器根据人们编制的程序指挥着其它各部分的工作；运算器承担了全部具体计算工作；存储器犹似仓库，存放指令和数据；输入设备将指令和数据从外部输送到存储器；输出设备则把计算结果通过一定方式显示出来。由此可知，计算机是按程序依次进行操作的，程序是按不同的要求由人们编制出来的，所以，只要根据需要编制不同的程序，就能解决不同的问题。

2. 应用计算机解决实际问题的过程

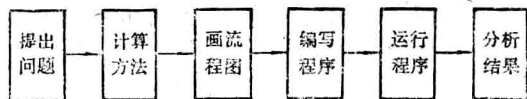


图 1-2 用计算机解题的过程

计算机是通过执行程序来实现按人的意图工作的。因此，计算机解题首先要编制具体的程序，而编制程序是以解决科研、生产或企业管理中提出的实际问题为依据的。应用计算机解决实际问题的一般过程如下：

(1) 提出需要解决的问题，并分析它的物理过程或工作状态。

(2) 确定数学模型和计算方法。

(3) 根据计算方法列出解决该问题的每一个计算步骤，并画出流程图。

(4) 按流程图编写出程序。

(5) 将编制的程序送入计算机，启动计算机进行运算。

(6) 分析计算结果。

以上过程可用图1-2来表示。

§ 1-2 计算机中数的表示

计算机的最基本功能是进行数的计算和处理加工。那么数在计算机中是怎样表示的呢？

在日常生活中，我们最常用最熟悉的就是十进制数，它的数值部分是用十个不同的数字符号0,1,2,3,4,5,6,7,8,9来表示的。而在计算机中，绝大部分却是采用二进制数，这是什

么道理呢?如果考察一下存贮数字的电子方法,这个问题就会明白。能表示十进制数的任何存贮设备,都必须具备十种不同的状态,否则就不能完整地表示一个十进制数。例如,机械的计算机是用十进制数操作的,存贮数字的齿轮有十种不同的状态,用以表示0~9这十个数字。这对于机械系统来说是容易实现的,但对电子学系统就不那么容易了,而比较容易的是只处理两个数字0和1。因为它只需要两种状态便可以表示出来。能表示两种稳定状态的器件很多,如电灯的亮或不亮,电脉冲的高电位或低电位,晶体管的导通与截止,磁性元件的两个不同方向的磁化都可以表示两种不同的稳定状态,一种状态表示值“1”,另一种状态就可以表示值“0”。因此,二进制数在计算机中被广泛采用。

一、进位计数制

按进位的方法进行计数,称为进位计数制。进位计数制的计数方法很多,除了“逢十进一”的十进制以外,12个月等于1年,用的是“逢十二进一”的十二进制,60分钟等于1小时,用的是“逢六十进一”的六十进制,计算机则使用的是“逢二进一”的二进制数。利用数字符号和数字符号之间的相对位置来确定数值的大小,是进位计数制的共同特点。

1. 十进制数

十进制数有如下特点:

- (1) 它有十个不同的数字符号,即0~9。
- (2) 按逢十进一的原则进位。
- (3) 权是按10的幂次递增。

例如,8888这个数,读作八千八百八十八。虽然这个数的数字符号都是8,但它所处的位置不同,因而代表的数值亦是不同的。右起第一个8表示八个,第二个8表示八十,第三个8表示八百,最后面的一个8表示八千。即从右起第一位是个位,第二位是十位,第三位是百位,第四位是千位。这“个、十、百、千…”在数学上叫做“权”。每一位上的数码与该位“权”的乘积就表示了该位数值的大小。所以,这个数可表示成:

$$8888 = 8 \times 10^3 + 8 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 8 \times 10^0$$

其中 $10^0, 10^1, 10^2, 10^3$ 分别表示了每位的权。

一般地说,任意一个十进制数N可表示为:

$$\begin{aligned} N &= a_n \times 10^n + a_{n-1} \times 10^{n-1} + \dots + a_1 \times 10^1 + a_0 \times 10^0 \\ &\quad + a_{-1} \times 10^{-1} + a_{-2} \times 10^{-2} + \dots + a_{-m} \times 10^{-m} \\ &= \sum_{i=-m}^n a_i \times 10^i \end{aligned}$$

其中m、n为正整数; a_i 表示第i位的数码,它可以是0~9十个数中的任意一个,由具体的数N确定;式中的10称为计数制的基数,“基”是进位计数制中,区别不同进位制的一个重要概念。“基”也就是某一进位计数制中“逢几进一”的几。上式中的基是10,所以这是十进制数。 10^i 则表示十进制中第i位的权。

对于任意进位计数制,基数若用正整数R表示,这时数N则可表示为:

$$N = \sum_{i=-m}^n a_i \times R^i$$

式中m、n为正整数; a_i 则是0、1、…(R-1)数码中的任何一个;R是基数; R^i 则表示第i