

计算机 科学基础

吴文钊 ● 福建教育出版社



计 算 机 科 学 基 础

吴 文 钰

福 建 教 育 出 版 社

计 算 机 科 学 基 础

吴文钰 编著

福建教育出版社出版

福建省新华书店发行

福建教育出版社印刷厂印刷

开本850×1168毫米1/32 印张14 字数388千 插页2

1988年4月第1版

1988年4月第1次印刷

印数: 1-3,300

ISBN 7-5334-0204-9/T·1 定价: 3.60元

前 言

社会的发展将促进社会信息化，而作为信息变换、存贮、处理、加工的计算机系统，它的应用领域几乎深入到社会的每一角落。它的发展、应用、开发，深刻地影响人类历史的进展，也深刻地影响生产力、生产关系、文化科学技术的发展，它是二十世纪最伟大的科技成果之一。在短短的几十年时间里，在人们的重视之下，由于它本身对社会发展的重大贡献而得到惊人的迅速发展。例如计算机处理系统化、计算机加工智能化、计算机使用网络化、计算机整机系列化及计算机设计自动化和计算机的微型化等，正是反映了计算机发展的某一侧面的状态。

计算机迅速发展及其战略地位不断加强，这自然引起人们普遍的关心和极大的兴趣，从而提出一系列属于不同范畴的问题。如计算机系统为什么具有重要的战略地位？人们又是如何来开发、应用计算机系统？计算机系统又是如何自动协调地工作的，以及将来的计算机“智慧”能不能超过人的智慧等等。人们更希望的是能否用较短的时间尽快地认识和了解当代计算机系统的知识和功能，进而更好更快地开发计算机系统来为祖国社会主义四个现代化服务，本书就是为试图解决这个问题而编写的。

本书编写体系的特点是改变以前算法、硬件、软件分开讲授的处理方法，而是用系统观点来处理系统、算法、硬件、软件、语言、开发的关系。具体地以算法为核心、语言为描述、硬件和软件作为实现算法的工具来作为本书的编写体系。并用较小篇幅，精练而全面地介绍计算机系统各领域的基本问题和基础。作

者认为这样处理，将有利于对计算机系统能有较系统和全面的认识。这种讲授思想得到北京大学计算机系张世龙教授的指教和西安交通大学胡正家教授的支持，复旦大学计算机系张根度教授详细地审阅了书稿，并提出许多宝贵、具体的修改意见，在此表示诚挚的谢意。

限于水平，书中难免有错误和不足之处，恳请批评和指正，

吴文钰

一九八六年五月

目 录

第一章 计算机发展与应用	1
一、引言.....	1
二、计算机与社会主义现代化的关系.....	3
1. 工业现代化 2. 农业现代化 3. 科学技术现代化 4. 国防现代化	
三、电子计算机对科学认识的重大意义	7
四、计算机的发展与展望	8
第二章 计算机工作原理简述	15
一、计算机特点与分类.....	15
二、计算机简单工作原理.....	20
第三章 计算机中的数系	29
一、位权数系.....	29
二、二进制数的表示和运算.....	30
三、R进制与十进制数之间转换	36
四、二进制数与八进制、十六进制数之间转换.....	39
第四章 计算机的编码系统	42
一、二进制数的编码.....	42
1. 字符与字母编码 2. 二进制编码的十进制数 3. BCD码与二进制码之间转换	
二、数的定点制与浮点制.....	43
三、原码、补码、反码、增码.....	49
1. 原码 2. 补码 3. 反码 4. 增码	

第五章 布尔代数与逻辑电路	58
一、布尔代数与逻辑门	58
二、布尔代数的基本性质	69
三、逻辑表达式的化简	72
第六章 布尔代数在逻辑电路中的应用	75
一、文氏图、卡诺图和立方符号图	75
1. 文氏图与卡诺图 2. 立方符号图	
二、布尔代数在逻辑设计中的应用	82
第七章 计算机算法与描述	94
一、算法	94
二、计算机算法	97
三、算法的描述	98
1. 流程图(框图)描述方式 2. 形式语言描述方式	
第八章 计算机数值应用的常用基本算法	107
一、求解方程 $f(x) = 0$ 根的数值算法	107
1. 对分法 2. 牛顿迭代法	
二、数值积分算法	111
1. 梯形算法 2. 蒙特卡罗算法	
三、解线性方程组的算法	115
四、运筹法的算法	116
1. 确定性模拟算法 2. 概率模拟算法例子	
第九章 计算机非数值应用的若干算法	121
一、分类算法例子	122
1. 遴选算法 2. 气泡分类算法例子	
二、信息检索算法	124
1. 对半搜索法例子 2. 散列算法	
三、线性规划算法例子	127

四、统计学算法例子	130
五、链表的例子	131
第十章 计算机硬件实现的加减算法	135
一、移位算法	135
二、原码转换补码算法	137
三、定点加减法运算的算法	138
1.反码加减法 2.补码加减算法	
四、浮点数的运算算法	141
五、BCD 码加减运算算法	144
1.BCD 码加法算法 2.BCD 码减法算法 3.逻辑运算算法	
第十一章 计算机硬件实现的乘除算法	148
一、原码定点乘法算法	148
二、补码定点乘法算法	151
三、定点数原码、补码系统的除法算法	158
四、浮点数乘除运算算法	165
第十二章 计算机系统的层次结构	166
一、虚拟计算机	166
二、计算机系统的多级机结构	167
三、操作系统层次虚拟机	170
1.多道程序 2.操作系统的工作模式	
四、软件、硬件和固件	174
五、汉字信息处理层次	175
第十三章 计算机硬件系统的基本部件	180
一、触发器	182
二、移位寄存器	184
三、计数器	185
四、时钟节拍电位分配器	186

五、总线结构	188
第十四章 计算机算术逻辑算法的硬件实现	192
一、ALU的逻辑设计	193
二、中央控制与局部控制	201
三、ALU组织	204
第十五章 计算机中存贮算法和数据的设备	209
一、存贮器的性能与结构	209
二、磁心特性与存贮原理	214
三、磁心存贮器组成	216
四、半导体存贮器	219
五、磁盘存贮器	227
六、虚拟存贮器	234
第十六章 计算机算法硬件实现的控制技术与结构	237
一、控制器的基本组成和指令执行的基本流程	237
二、指令系统	239
1. 指令格式与寻址格式 2. 指令系统的完备性 3. 指令系统的有 效性	
三、CPU的工作周期与控制	244
四、微程序控制与设计	245
第十七章 计算机通道、中断与网络	250
一、通道	250
二、中断系统和中断分类、分极	254
三、计算机网络与多机系统	258
第十八章 计算机常用的几种外部与外围设备	264
一、工程控制台与终端	264
二、纸带与卡片输入机	266
三、计算机的输出设备	268

四、计算机外围设备和键盘	276
1. 模—数转换器 2. 数—模转换器 3. 键盘	
第十九章 计算机汇编语言	281
一、计算机语言浅说	281
二、汇编语言	285
1. 基本符号 2. 语句结构	
三、汇编语言的程序设计	293
第二十章 计算机 BASIC 程序设计语言	301
一、BASIC 语言的字母表	301
二、BASIC 语言的单词与词法	302
三、BASIC 语言的句法与例子	305
四、BASIC 语言的源程序的文法	316
第二十一章 计算机算法语言BNF描述和语法图	318
一、算法语言的BNF描述	318
二、PASCAL程序结构的语法图表示	323
三、数据结构	327
1. 表 2. 数组 3. 堆栈与队列	
第二十二章 计算机编译程序与汇编程序	333
一、编译程序的结构与处理方法	333
1. 词法分析 2. 语法分析 3. 目的程序代码的生成 4. 存储分配	
5. 目的程序的优化	
二、汇编程序	341
第二十三章 操作系统与数据库	344
一、操作系统的结构与功能	344
1. 硬件管理 2. 任务管理 3. 数据管理 4. 作业管理	
二、数据库系统	352
1. 层次模型数据库 2. 网状模型数据库 3. 关系模型数据库	

4. 数据库管理系统

第二十四章 信息系统分析与软件开发技术..... 365

一、系统与系统分析 365

二、计算机管理信息系统 366

三、软件开发技术 368

1. 软件开发技术的基本原则 2. 软件生命期和软件方法与工具

3. SA方法与SD方法

四、程序调试技术 377

1. 调试基本原则 2. 逻辑复盖法(白盒法) 3. 黑盒法

第二十五章 计算机系统的性能评价 383

一、计算机系统性能评价的发展 383

二、计算机系统的性能指标 384

三、计算机性能评价的分类 388

1. 选择评价 2. 改进研究评价 3. 设计研究评价

四、计算机性能评价技术简述 389

五、评价计算机系统的步骤 391

六、如何购置计算机系统 392

第二十六章 开发计算机系统与应用的若干问题..... 395

一、应用软件的开发 395

二、关于软件工程的若干问题 399

三、微型机系统研制的流程 402

四、微型计算机开发系统简介 403

五、计算机执行算法结果的分析 407

六、怎样使用、操作计算机 409

第二十七章 办公自动化与专家系统简介..... 418

一、办公自动化 418

1. 为什么要发展办公自动化? 2. 什么是办公自动化? 3. 办公自动

化的关键技术和主要设备	4.	办公自动化发展层次	5.	展望与开发
二、专家系统				424
1.什么是专家系统?	2.	专家系统的特点、结构与类型	3.	专家系统的其本理原
4.	专家咨询系统与模拟专家系统区别	5.	专家系统的开发	6.
专家系统的几个例子				
附录一	ASCII码和部标字符表			430
附录二	APLLe II 机BASIC错误信息表			432
附录三	信息处理流程图图形符号			433

第一章 计算机发展与应用

一、引言

电子计算机系统是一种能够自动、高速、精确地完成各式各样的信息存贮、数字运算和控制处理功能的电子机器系统。它的发明和应用标志着人类文明进入一个新的历史阶段。许多学者认为,在人类的发展史上,电子计算机的发明和蒸汽机的发明具有同等重要地位。现在,不少科学家认为一个国家每百万人口拥有的计算机数量及其价值,已成为衡量一个现代化水平的综合尺度。它的应用领域,有的专家估计,大约有90%的社会中的问题都可指望借用计算机来处理和解决。美国国会情报处经过了两年时间的研究得到的结论是:未来的教育的兴衰决定于计算机。

确实,宇宙之大,利用电子计算机可计算发现第十大行星的存在,从而解决一百多年来年的悬案;粒子之微,计算机可对高能物理实验拍照几百万张粒子轨迹胶片进行处理,从而导致新粒子的发现;地球之变,计算机可以预报“不测”风云;火箭之速,计算机可以控制其准确进入运行轨道;化工之巧,其分子设计更离不开计算机。甚至抓逃犯(美国有个叫维克多逃犯,1978年越狱潜逃,警方花了三年未捕到,最后请计算机帮助,分析该逃犯的历年生活习气,从而确定逃犯的隐藏区域而被捕获),解决家庭失散寻找亲人团聚之事,也可以靠计算机协助得到实现。总之,世界各处都有计算机的足迹。正由于计算机为人类所作的贡献之大,各国都给予极大重视,这就促进计算机无论在数量上和质量上都有巨大的惊人的变化。从数量上说,1946年第一台电子计算

机诞生到1982年世界上就有一百多万台计算机在运行，而这数量还未包括近一千万台的微型计算机。从质量上来看，计算机的计算速度从每秒五千次到目前世界上已有每秒十亿次的计算机；而从计算机可靠性来考察，从平均20分钟就要坏一次的计算机而发展到现在就有连续运行五年之久未发生故障的计算机。况且据有关部门统计，计算机的成本几乎是每十年就要下降十倍；而计算机的速度、可靠性与集成度几乎又是每十年就提高十倍。这里仅举一台功能与第一台计算机(ENIAC)的功能相近的美国的仙童公司的F-8型计算机与它比较，如下表：

ENIAC与F-8型计算机比较

项 目 \ 机 型	ENIAC(1946)	F-8型(1978)
功 耗	150千瓦	3瓦
价 格	40万美元	100美元
重 量	30吨	1磅
计算速度	每秒五千次	每秒十万次
占地面积	150平方米	0.5平方米

我国计算机事业，自1956年列为国家重点发展项目之后，虽经十年内乱的干扰，但总的发展是十分迅速的。自1958年103机诞生以来，经过二十多年发展，到目前为止，计算机台数已近五千台(不包括微型机)，且计算机速度从103机每秒一千次发展到银河机的每秒运行一亿次。此外，还积极开展第五代计算机的研究，已召开过全国第一次第五代计算机研讨会。特别1983年5月15日宣布成立国务院“大规模集成电路和计算机”领导小组(现称国务院电

子振兴领导小组)之后,将进一步促进计算机事业的蓬勃发展。

二、计算机与社会主义现代化的关系

社会主义现代化,应该有个高水平的问题,而这个问题在很大程度上依靠计算机的开发和应用水平。

1.工业现代化:现代工业的特征是速度快、复杂、分工细、综合性强。工业现代化的核心是工业生产自动化。工业生产自动化应该包含生产过程自动化、生产管理自动化以及产品设计自动化,而电子计算机正是实现这些生产自动化的关键。没有计算机的介入,就谈不上真正的生产自动化。例如单机自动化、群控、生产流水线或车间生产自动化的局部自动化以至整个生产过程自动化(包括主要生产过程:工艺程序、操作方法;辅助生产过程:如起重运输、仓库管理、动力设备维修、工具保养、装备制造等;技术管理:如技术设计工作、情报资料、技术供应、计划、调度、组织检查、工艺准备、定额标定等等)都与电子计算机息息相关。电子计算机在工业部门的广泛应用,将会给整个工业生产带来一场新的革命。无论在提高产量(如某年产200万吨热轧钢厂利用计算机控制后产量提高100倍)、节省劳力(如某年产600万吨钢铁厂,使用计算机后,产量不减情况下职工数从2.5万人减为0.43万人)、指导生产(如某合金冶炼厂,原设备检测分析化验冶炼过程中的一个元素需要十分钟。一般若需检测分析五、六个元素就需一小时,这显然不能控制合金钢的冶炼质量。他们利用计算机后,每个元素分析只要一分钟,这就可以用来指导生产、控制冶炼中合金钢质量)、缩短产品设计周期(如某工厂单缸压缩机设计一个方案需要二十天,但用计算机辅助设计后,仅需要一、二天时间就完成了设计任务)、节省原材料(如某微电机厂利用计算机辅助设计后,每年可节省160吨矽钢片,铜线28.4吨)、降低能源消耗(如霍尔公司激光能源计算机管理系统,燃费下降20%)、提高质量(如某味精

厂用了计算机控制后,味精纯度达99%比原纯度提高18%)、提高生产率(如某厂用机器人后,可24小时连续工作不休息且又不生职业病,工效可提高10—40倍。而且“工资”仅为工人的1/3~1/4)、增加利润(某糖厂利用计算机控制煮糖,可获利140万元),以及管理决策、成本分析(如某航运局货运返航时是放空船还是带回“硅沙”,请计算机进行决策,结果是改变过去“想当然”的做法:“装沙”改为放空船。这样每年多收入五百多万元,纯利润三百七十多万元)、信息汇总上报(如某钢铁公司数据处理系统可做到生产经营当日报)、资金周转(某服装商店管理系统,处理每天一万二千笔生意,年营业额达五千万的进、销、存、计划管理,资金周转期由80天缩短为57天,少占用资金一百五十万元)和交通管理、财务管理、仓库管理、合同管理……等都取得极其明显的经济效益。

2. 农业现代化: 农业现代化应该是说使农业完全转移到现代化工业的技术基础上来,而逐步实现机械化、电气化、自动化。所以现代农业已逐渐成为一个综合性的科学技术领域。而采用先进科学技术来“武装”农业,这是农业现代化发展的必然趋向。由于计算机地位,就可知道电子计算机深入应用于农业科学技术程度,直接关系到农业现代化水平。从水利工程的最佳方案的设计(如某一高坝工程,坝高128M,原设计需三个月才能完成,利用计算机计算,只三个星期就能完成,且节省一千万元土方费)、农机设计(如铧犁设计的计算复杂度不亚于机翼设计)、水利灌溉工程的管理(如1983年,长江上游洪水严重,情况危急,过去处理需要分洪,但通过计算机及时分析上游实时雨量情况,决定不分洪,这就避免了一次大损失)、病虫害预报(如某省开展二化螟虫害预报,准确率可达80%,仅某县83年就减少损失112万斤的水稻)。到农业资源调查、农田管理(施肥、选种)、饲养场管理(如某奶牛场对奶牛的年龄、产奶量、饲料消耗进行计算机记录、

分析牛奶质量，进行科学管理，从而使产量提高一倍)等。一旦计算机进入这个领域，就会很快促进这个领域发生巨大的变化。

3. 科学技术现代化：电子计算机是科学研究和科学实验的重要手段和工具，没有电子计算机的开发和应用，就没有现代的尖端科学技术。计算机的发展与应用水平极大地影响科学技术的研究水平。计算机为进行复杂计算(如人造卫星运行轨道的计算)、庞大的信息处理(如高能实验几百万张胶片处理)和开拓新的技术应用(如卫星发回图象的计算机识别处理)等方面提供了尖端科学技术的基础。并且由于计算机的发展和运用，促进了科学领域新学科的不断诞生(如计算机科学、计算数学、计算力学，计算物理学、计算化学、计算机图示学、计算机语言学……)，同时也使一些古老的学科得到新生，并焕发出新的光辉(如数理逻辑、天气日预报方法……)。现代的科学管理计划和计划的实施更离不开计算机(如阿波罗登月计划，历时12年，耗资250亿元，协调二万多个企业、120所高校的研究进行同步，动用400万人，这项计划实施只能借助计算机)。特别是科学实验工作，由于计算机的介入，就导致堪称为实验室的一场新革命。例如过去想要得到一种具有某种特性的新的化合物时，按传统的方法，则需在实验室中进行无数次的实验，通过实验方法来获得新化合物，有了计算机后，就可以通过科学家主观(有依据)选择和使用计算机进行复杂计算来设计具有某种特定性能的新化合物。用这种方法合成新化合物的实验室，有人称为是没有化学试剂的实验室。再说，以往需要对某项工程或产品的性能进行测定时，往往都是采用模拟仿真方法进行。例如对飞行器性能的测定，就需在风洞实验室，通过人造风去吹飞行器模型，以测定飞行器的空气动力学数据。显然，若是测试超声速的飞行器时，则人造风的代价是极其昂贵的，而且也很难得到较全面的比较好的实验数据。但利用高速计