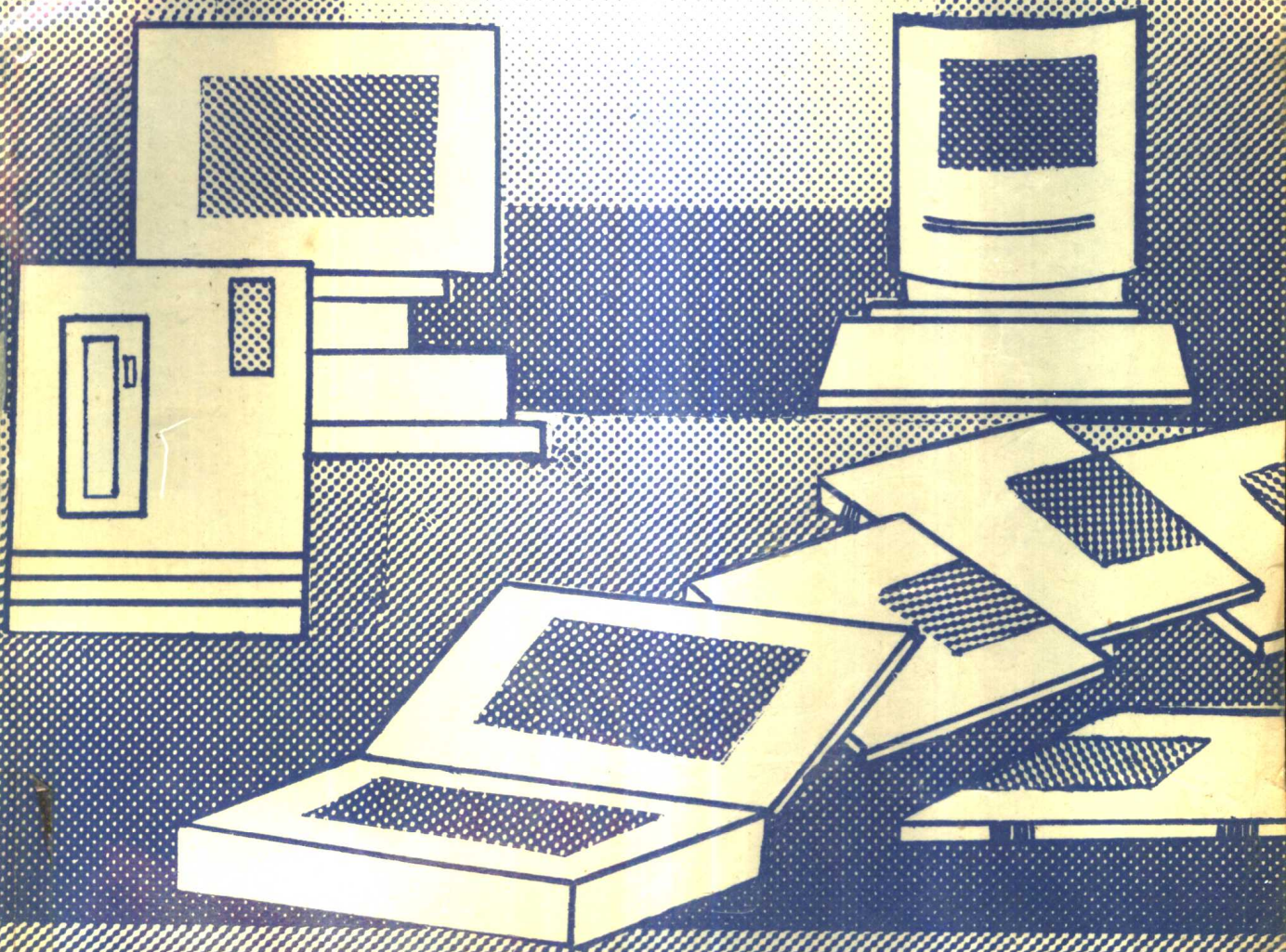


计算机系统概论

王启智 编



航空工业出版社

计算机系统概论

王启智 编著

航空工业出版社

1994

(京)新登字 161 号

内 容 提 要

本书是专门为工科院校非计算机专业低年级本科大学生而写的。它是一本内容通俗易懂，深入浅出，又比较实用的计算机基础教材。

本书有四个特点：一、只要有大专的学历，不论是在课堂上听老师讲还是在家自学，都可以看懂它、掌握它、运用它。这就是它的易读性。二、只要有哪怕档次不太高的个人计算机，就可在这本书的帮助下，学会磁盘操作系统（PC-DOS）和汉字处理系统（WPS）的使用。这就是它的实用性。三、只要用心学，除了能从这本书获取计算机最基本的应用知识，掌握计算机最基本的应用能力外，还可以得到当今微型计算机飞速发展中有个人电脑和输入输出设备等方面的最新技术资料。这就是它的先进性。四、只要有一定的英语阅读基础，就可以在这本书所提供的计算机专业英语词汇和专业英语阅读练习的辅助下，提高专业英语阅读能力。这就是它在既学习计算机又学习外语方面体现出的结合性。

图书在版编目(CIP)数据

计算机系统概论/王启智编著. —北京: 航空工业出版社, 1994. 7

ISBN 7-80046-820-8

I. 计… I. 王… Ⅲ. 微型计算机-计算机系统-基本知识
IV. TP36

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第04733号

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号 100029)

北京医科大学印刷厂印刷 全国各地新华书店经售

1994年8月第1版

1994年8月第1次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 27.75 字数: 692千字

印数: 1—4000

定价: 21.00元

序

近几年来,许多高校在工科大学生中开设了“计算机概论(导论)”课,出版的教材也逐年增多。作为入门课,该课旨在阐明计算机科学与工程的基本概念、基本原理与基本技术。但是,不同作者所编的教材,在内容和侧重点上往往有许多差异。就本书而言,我觉得它具有以下特点:

一、承上启下,符合实际。国内大学生多数在中学时代已学过 BASIC 语言,在本课之后还可能学习程序设计、微型机原理和软件开发等课程。本书在用头两章概述计算机的发展和数制、码制后,接着分别用两章讨论硬件基础,用三章讲述软件基础(包括程序设计、系统软件和应用软件)。这一兼顾软、硬件基础知识的安排符合我国学生的实际,较好地起到承上启下的作用。

二、立足应用,实用性强。本书以国内流行的 IBM-PC 及其兼容机为主要对象,在硬件方面设专章介绍常被同类书所忽略、其实却十分有用的微型机外部设备,软件方面则以 PC-DOS、WPS 等为对象,较详细地讲述了它们的基本功能和操作知识。不仅内容实用,而且上机条件不高,学生学了就能应用,有利于激发学习兴趣。

三、取材新颖,资料丰富。一般地说,基础教材总是滞后于现有技术的发展。本书较好地缩短了这个差距,在有关章节介绍了笔记本型、膝上型等便携机和新型外部设备的进展,以及 DOS 新版本(4.0, 5.0)等有关知识,并在第 8 章辟专章讨论了计算机病毒的危害与防治。在某些章末所附的资料中,包含了许多新资料和信息,便于读者了解有关领域的新发展。

四、结合英语,安排独特。20 多篇穿插在各章的英语阅读材料,使读者在学习计算机基础知识的同时学到英文专业词汇,提高专业英语阅读能力。在同类书中,这又是一个创新。

写书不易,写计算机基础书尤难。通过对本书的审稿,我深深地感到作者在写作中付出的辛勤劳动。故乐为之序,愿向读者特别是工科大学生推荐此书,并对本书的正式出版向作者致以衷心的祝贺。

高校工科计算机基础课程教学指导委员会委员
全国高等院校计算机基础教育研究会副理事长
史济民

1993 年 10 月

前 言

随着科学技术特别是微电子学及其制造工艺的突飞猛进，电子计算机特别是微型电子计算机正在迅速发展。它们的应用范围已从科学技术中的数据处理、过程控制扩展到工业、经济、教育等非数值处理和各种计算机辅助处理的广阔领域。尤其是 80 年代中期以后，电子计算机在人工智能、决策、支援、专家系统、图形识别、语音识别等方面相继取得了突破性的进展，成为智力劳动这种新生产力的重要工具。

电子计算机技术已经成为当代衡量一个国家科学技术水平的重要标志之一。因此，在我国社会主义的四化建设中，特别是在社会主义市场经济的发展中，进一步推广和普及计算机科学技术知识已成当务之急，在高等院校中特别是工科院校中，加大力度培养学生的计算机应用能力更是刻不容缓。

我校（北京联合大学电子工程学院）是北京市非计算机专业的工科院校。为了贯彻国家教委关于在大学普及计算机基础教育的指示精神，深化教学改革，从实际出发，确立了在大学四年中实施“多层次四年一条线”的计算机基础教育教学体系，并决定从 1988 年开始由首先提出这个教改方案的无线电工程系试行。经过五年的实践，证明“一条线”的教学体系是切实可行的，也是行之有效的。

“计算机概论”课程的设置和《计算机系统概论》教材的编写正是适应加强大学计算机基础教育的形势和实施“一条线”教学体系的需要而进行的诸多步骤之一。“计算机概论”课的实施目的在于向大学一年级学生讲授微型计算机系统的基本概念、基本组成、基本原理和基本操作。使学生在计算机的理论和实践上有个初步的掌握，为“一条线”的后续课的实施打下理论和实践基础。

由于本书在章节的设置和内容的选取上，与国家教委计算机基础课程教学指导委员会通过的“三个层次五门课”课程设置方案中对第一层次课程《微机系统与应用基础》所提基本要求相符合，而且与国家教委考试中心制订的计算机等级考试一、二级和 A 三级中关于“基础知识”、“操作系统的功能和使用的”、“字处理软件的功能与使用”等方面的基本要求相兼容。因此，选用和学习本书，为学生参加省、市计算机应用水平测试和全国计算机等级考试创造了有利条件。

有关计算机概论方面的书在书店是能够买到的，但它们大都适用于具有一定数字逻辑理论和计算机硬件知识的高年级学生。为了满足工科院校非计算机专业大学一年级“计算机概论”课需要，从社会的需求和培养目标出发，我 1991 年开始编写《计算机技术基础》。试用两年后，听取了各方面的意见和建议后，经过修改，把原来的十章通过合并和删除变为现在的八章，并更名为《计算机系统概论》（以下简称《概论》）。

这本书有以下四个方面的特点：

一、为了满足大学一年级学生（当然也包括具有同等学力而从事计算机技术工作的非在校人员）的需求，从内容到叙述方法都力求深浅适度，深入浅出，通俗易懂，便于接受。这就是说，只要具有一定科学文化知识基础的人，不论是在课堂上听老师讲还是在家自学，都

可以看懂、掌握和运用这本书的基本内容。易读性是这本书的第一特点。

二、在介绍计算机系统的基本概念、基本组成和基本原理的基础上，重点介绍了微型计算机的磁盘操作系统和汉字处理系统，使学生初步掌握PC-DOS和WPS的使用，为学生上机和培养应用能力打下初步基础。也就是说，只要有一台哪怕档次不太高的个人计算机，就可在本书的帮助下，学会PC-DOS和WPS的使用。实用性是这本书的第二特点。

三、为了使学生在掌握微型计算机最基本的知识和技能的基础上，了解微型计算机系统的发展现状，特向读者提供了有关超微型电脑及与之相配套的新型输入输出设备以及先进的防治计算机病毒软件的最新技术资料和信息。先进性是这本书的第三特点。

四、为了充分利用计算机课程内容和计算机屏幕显示内容中英文文多的特点，为了适度拓宽学生专业英语的知识面，提高学生专业英语的阅读能力，本书除大量用英语注释专业学术名词和在书后提供专业英语词汇索引之外，还把24篇既有趣味性又有科学性的计算机专业英语选读有针对性地分别编入相关章节之后，作为学生课外英语阅读练习，把学习计算机与学习英语相辅相成地结合起来。结合性是这本书的第四特点。

本书的前身是《计算机技术基础》。在它作为试用教材的编写过程中，得到了钟康麒、鲍泓副教授以及张明等老师的大力协助，特别是高级工程师谭达仁老师对试用教材作了认真细致的审校，提出了不少宝贵的意见和建议。

作者在听取了北京联大自动化工程学院院长谭浩强教授、北京联大电子工程学院无线电工程系系主任王毓银教授对试用教材的恳切意见之后，特别是在聆听了全国高校工科计算机基础课程教学指导委员会委员、全国高等院校计算机基础教育研究会副理事长、成都科技大学史济民教授热情诚恳、科学严谨的全面审阅意见之后，对试用教材的结构框架、基本内容做了较大的调整和删改，使之更符合工科院校非计算机专业计算机基础教育的要求。史济民教授还担任了本书的主审并为本书作序。谭达仁老师又对本书第7章内容作了审阅并提出了删改建议。

对以上各位学者、专家、领导和老师所给予的大力协助和精心指导，作者在此一并致以由衷的感激和诚挚的谢意。

本书的编写特别是它的出版，是与北京联大电子工程学院各有关领导的支持和航空工业出版社教材编辑部沈慧辰副编审、姚宗杰编辑等同志的大力协助分不开的。在此也一并致以深切的谢意！

由于作者的学术和编写水平有限，又缺少更多的时间精雕细刻，失误和遗漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

王启智

1993. 11. 11

目 录

第 1 章 概论

1. 1 计算机的发展简史	(1)
1. 1. 1 第一台电子计算机的诞生	(1)
1. 1. 2 冯·诺伊曼式电子计算机的问世	(1)
1. 1. 3 晶体管的发明与第二代电子计算机	(2)
1. 1. 4 集成电路的出现与第三代电子计算机	(3)
1. 1. 5 大规模集成电路的发展与第四代电子计算机	(3)
1. 1. 6 便携式微型计算机的发展	(7)
1. 1. 7 新一代微处理器的开发	(11)
1. 2 计算机系统的基本结构	(15)
1. 2. 1 计算机系统的基本构成原理	(15)
1. 2. 2 计算机系统的基本组成	(15)
1. 2. 3 微型计算机系统的基本组成	(17)
1. 3 微型计算机的分类、特点及应用	(20)
1. 3. 1 微型计算机的分类	(20)
1. 3. 2 微型计算机的特点	(21)
1. 3. 3 微型计算机的应用	(22)
1. 3. 4 计算机应用的发展趋势	(25)
1. 4 计算机的发展与展望	(27)
1. 4. 1 对新一代计算机的要求	(27)
1. 4. 2 计算机与人工智能	(28)
1. 4. 3 新一代计算机的展望	(29)
1. 5 我国计算机的发展与展望	(32)
1. 5. 1 第一代电子计算机的仿制	(32)
1. 5. 2 第二代电子计算机的研制与生产	(33)
1. 5. 3 第三代电子计算机的研制与生产	(33)
1. 5. 4 微型机的起步与发展	(33)
1. 5. 5 巨型机的研制与发展	(34)
1. 5. 6 汉字信息处理技术的发展	(34)
第 2 章 计算机中的数制与码制	
2. 1 计算机中采用二进制数的原因	(36)
2. 2 进位计数制的特点	(37)
2. 3 二进制数与其他进位制数之间的相互转换	(40)

2.3.1	二进制数与十进制数之间的相互转换	(40)
2.3.2	二进制数与八、十六进制数之间的相互转换	(44)
2.3.3	十进制数与八、十六进制数之间的相互转换	(45)
2.4	二进制数的算术运算	(48)
2.4.1	加法运算	(48)
2.4.2	减法运算	(48)
2.4.3	乘法运算	(49)
2.4.4	除法运算	(50)
2.5	计算机中带符号数的表示方法	(50)
2.5.1	原码表示法	(50)
2.5.2	反码表示法	(53)
2.5.3	补码表示法	(56)
2.5.4	增码表示法	(65)
2.6	计算机中数的定点表示与浮点表示	(69)
2.6.1	位、字节和字	(69)
2.6.2	数的压缩与处理	(70)
2.6.3	数的表示方法	(71)
2.7	计算机中的数字编码与字符编码	(76)
2.7.1	数字编码——BCD 码的特点	(76)
2.7.2	BCD 码与十进制、二进制数之间的相互转换	(76)
2.7.3	BCD 码的运算及运算中的调整问题	(78)
2.7.4	字符编码	(81)
第3章 计算机硬件的基本组成及原理		
3.1	预备知识——基本逻辑与基本逻辑电路	(85)
3.1.1	三种基本逻辑	(85)
3.1.2	基本逻辑门	(88)
3.1.3	简单的组合逻辑电路和时序逻辑电路	(92)
3.2	计算机主机的组成及原理	(103)
3.2.1	运算器	(103)
3.2.2	主(内)存储器	(107)
3.2.3	控制器	(112)
3.2.4	假想计算机的工作过程	(117)
第4章 计算机的输入输出设备		
4.1	计算机外部设备概述	(123)
4.1.1	输入设备的种类和功能	(123)
4.1.2	输出设备的种类和功能	(123)
4.1.3	外部辅助存储设备	(124)
4.1.4	微型计算机的外部设备	(124)
4.2	微型机的标准输入设备——键盘	(124)

4.2.1 按键的结构与分类	(124)
4.2.2 键盘的结构	(126)
4.2.3 键盘的管理与换挡状态	(128)
4.2.4 键盘编码原理	(128)
4.2.5 键盘录入技术	(129)
4.3 微型机的标准输出设备——显示器	(133)
4.3.1 显示器的种类和性能指标	(134)
4.3.2 字符显示器的组成及字符显示原理	(135)
4.3.3 显示器的光标与编辑功能	(139)
4.3.4 显示器显示图形的方法	(140)
4.3.5 IBM-PC 机的显示器	(141)
4.3.6 显示器的发展趋势	(143)
4.4 微型机的重要输出设备——打印机	(144)
4.4.1 打印机的分类	(145)
4.4.2 点矩阵针式打印机	(145)
4.4.3 击打式行式打印机	(149)
4.4.4 其他几种打印机	(150)
4.4.5 打印机的发展趋势	(150)
4.5 汉字输入输出设备	(153)
4.6 外部辅助存储器	(154)
4.6.1 微型机中使用两种存储器的原因	(155)
4.6.2 存储器的主要技术指标	(155)
4.6.3 存储器的分类	(156)
4.6.4 存储器的分级结构	(156)
4.6.5 外(辅)存储器的发展趋势	(163)
4.6.6 PCMCIA 标准	(165)
4.7 IBM-PC 机的基本配置	(167)
4.7.1 微型计算机的核心——微处理器	(167)
4.7.2 IBM-PC 机的系统板	(167)
4.7.3 关于协处理器	(169)
4.7.4 IBM-PC 机与国产机配置的比较与选择	(169)
第5章 算法语言与程序设计原理	
5.1 计算机解题的一般过程	(174)
5.2 程序设计语言	(175)
5.2.1 机器语言	(176)
5.2.2 汇编语言	(176)
5.2.3 高级语言	(178)
5.2.4 高级语言程序的执行	(178)
5.2.5 各种不同的高级语言	(180)

5.3	计算机高级语言程序设计原理	(185)
5.3.1	算法与流程图	(186)
5.3.2	程序设计的基本方法	(190)
5.3.3	结构化程序设计	(192)
第6章 磁盘操作系统 (PC-DOS)		
6.1	操作系统的基本知识	(198)
6.1.1	操作系统的基本任务	(198)
6.1.2	操作系统的类型	(199)
6.2	磁盘操作系统概述	(201)
6.2.1	PC-DOS 的组成与结构	(202)
6.2.2	PC-DOS 的初始化和启动	(203)
6.2.3	PC-DOS 的控制键和编辑键	(208)
6.2.4	PC-DOS 命令的类型、命令集	(210)
6.3	PC-DOS 磁盘维护命令	(217)
6.3.1	磁盘格式化命令 FORMAT	(217)
6.3.2	复制备份磁盘命令 DISKCOPY	(223)
6.3.3	软盘比较命令 DISKCOMP	(225)
6.3.4	磁盘检查和状态报告命令 CHKDSK	(226)
6.3.5	设置卷标命令 LABEL	(227)
6.3.6	显示卷标命令 VOL	(228)
6.3.7	从有缺损的磁盘中回收文件命令 RECOVER	(228)
6.3.8	拷贝 DOS 中隐式文件的命令 SYS	(228)
6.4	PC-DOS 文件操作命令	(231)
6.4.1	文件的概念、命名与类型	(231)
6.4.2	文件复制和连接命令 COPY	(235)
6.4.3	显示文件内容命令 TYPE	(239)
6.4.4	文件比较命令 COMP	(240)
6.4.5	设置文件属性命令 ATTRIB	(242)
6.4.6	文件改名命令 REN 或 RENAME	(245)
6.4.7	删除文件命令 DEL 或 ERASE (DELETE)	(245)
6.5	PC-DOS 目录管理命令	(246)
6.5.1	PC-DOS 的目录结构	(246)
6.5.2	显示目录命令 DIR	(250)
6.5.3	建立子目录命令 MD 或 MKDIR	(253)
6.5.4	改变当前目录命令 CD 或 CHDIR	(254)
6.5.5	撤除子目录命令 RD	(255)
6.5.6	显示目录结构命令 TREE	(255)
6.5.7	设置查找路径命令 PATH	(256)
6.6	PC-DOS 使用中应注意的问题	(259)

6.6.1	搞清磁盘结构, 正确选择磁盘	(259)
6.6.2	软盘及软盘驱动器使用中应注意的问题	(260)
6.6.3	硬盘使用中应注意的问题	(260)
6.6.4	把 PC-DOS 装入硬盘的方法	(261)
6.6.5	提高硬盘 DOS 版本的一般方法	(262)
6.7	自动执行批处理文件与系统结构设置文件	(262)
6.7.1	关于批处理和自动执行批处理文件 AUTOEXEC. BAT	(262)
6.7.2	关于系统结构设置文件 CONFIG. SYS	(266)
6.8	PC-DOS 的其他一些常用命令	(268)
6.8.1	增加新提示符命令 PROMPT (选读)	(268)
6.8.2	输入输出重定向命令	(270)
6.8.3	过滤器和管道命令	(271)
6.8.4	备份硬盘文件命令 BACKUP (选读)	(272)
6.8.5	恢复备份文件命令 RESTORE (选读)	(272)
6.9	PC-DOS 常见出错信息及其处理	(273)
6.9.1	常见磁盘读写错误的情况	(273)
6.9.2	常见出错信息举例	(274)
第 7 章 WPS 汉字文字处理系统		
7.1	汉字操作系统 (CCDOS)	(284)
7.1.1	使用 CCDOS 的条件	(284)
7.1.2	CCDOS 的启动与输入操作	(285)
7.1.3	CCDOS 的键盘输入、显示与打印	(289)
7.1.4	汉字输入方法	(291)
7.1.5	CCDOS (2.10 版本) 四种汉字输入方法简介	(291)
7.2	Super-CCDOS 汉字操作系统 (SPDOS)	(299)
7.2.1	SPDOS 的特点及功能	(299)
7.2.2	SPDOS 的运行环境	(300)
7.2.3	SPDOS 的模块功能简介	(301)
7.2.4	Super-CCDOS 系统的启动	(305)
7.2.5	系统菜单的使用	(307)
7.2.6	拼音双音输入法	(312)
7.2.7	五笔字型输入法 (选读)	(317)
7.3	文字处理系统 WPS (2.1 版)	(326)
7.3.1	WPS 介绍	(326)
7.3.2	WPS 的使用	(327)
7.3.3	命令菜单的使用	(330)
7.3.4	编辑文本	(331)
7.3.5	文件操作	(335)
7.3.6	块操作	(338)

7.3.7 查找与替换文本	(342)
7.3.8 设置打印控制符	(345)
7.3.9 窗口功能及其他	(353)
7.3.10 文本编辑格式化及制表	(359)
7.3.11 模拟显示与打印输出	(363)
7.3.12 文件服务与帮助功能	(366)
第8章 计算机病毒及其防治	
8.1 计算机病毒概述	(377)
8.1.1 计算机病毒的性质	(377)
8.1.2 计算机病毒的危害	(378)
8.1.3 计算机病毒的发展与现状	(379)
8.1.4 计算机病毒的分类	(382)
8.2 计算机病毒的原理和作用机制	(383)
8.2.1 病毒程序的结构	(384)
8.2.2 病毒的工作流程	(385)
8.2.3 病毒的作用机制	(386)
8.3 计算机病毒的防治	(389)
8.3.1 病毒感染的预防	(389)
8.3.2 病毒的症状判断与检测软件	(391)
8.3.3 病毒的免疫	(394)
参考资料 I —— 计算机病毒全年活动时间一览表 (1991 年)	(397)
参考资料 II —— 几种常见计算机病毒的症状、归类、作用原理、变种及检测	(399)
附录	
I 常见字符与 ASCII 码对照表	(412)
I 键盘输入码	(413)
II WPS 打印样张及各类字符区位码表	(414)
计算机术语英文索引	(424)
参考文献	(432)

第 1 章 概论

1.1 计算机的发展简史

1.1.1 第一台电子计算机的诞生

在第二次世界大战中，美国宾夕法尼亚大学莫尔学院电工系与阿伯丁弹道研究实验室共同负责为陆军每天提供六张火力表。每张火力表都要计算数百条弹道，而计算一条飞行时间为 60 秒的弹道，一个熟练的计算员用台式计算器要花 20 小时，用大型的微分分析仪也要用 15 分钟。聘用 200 多名计算员，计算一张火力表往往要花两、三个月时间。任务非常繁重和紧迫。为了解决这个难题，于 1943 年 4 月由莫尔学院与阿伯丁实验室共同草拟一个建造电子数字计算机的研制计划。1943 年 6 月正式签订了制造名为“电子数值积分器和计算机”(Electronic Numerical Integrator and Computer) 的合同，这就是计算机发展史上有名的 ENIAC。

承担研制 ENIAC 的是一个由青年科学家组成的朝气蓬勃的集体。他们齐心协力终于在 1945 年底，历时两年半，耗资 48 万美元，完成了这台具有划时代意义的人类第一台电子计算机的研制。1946 年 2 月正式通过验收并投入运行，一直服役到 1955 年。

ENIAC 是个庞然大物：占地达 170 平方米，重量达 30 吨，耗电 170 千瓦。它由 18000 个电子管、6000 个开关、70000 个电阻、10000 个电容器和 50 万条线组成。每秒完成加法运算 5000 次。

ENIAC 的特点是采用电子管和电子线路完成算术运算、逻辑运算和信息存储。虽然它显示了电子元件在进行初等运算速度上的优越性，但它存在着存储容量太小（最多只能存 20 个字长为 10 位的十进制数）、程序是用电路连接的方式实现等缺点，使用极不方便。为了进行几分钟或几十分钟的数字计算，准备工作就要用去几个小时甚至几天的时间。

1.1.2 冯·诺依曼式电子计算机的问世

1944 年 8 月至 1945 年 6 月，世界著名的数学家、当时正参加第一颗原子弹研制工作的冯·诺依曼 (Von Neumann) 博士，在工作中遇到了原子核裂变反应过程中大量的计算困难。他为 ENIAC 的研制而深受感动，毅然投身到这个新型计算机设计者的行列，与这个年青人组成的小组积极合作，由他首先提出了存储程序的概念并通过这个小组的出色工作而付诸实施，一个全新的能存储程序的电子计算机方案诞生了。这就是计算机发展史上常被称之为冯·诺依曼机的 EDVAC (Electronic Discret Variable Automatic Computer)，全名为离散变量自动电子计算机。

EDVAC 方案是集体智慧的结晶。而冯·诺依曼的伟大功绩在于他针对 ENIAC 存在的主要缺陷，首先提出了存储程序的概念，并运用他那非凡的分析、综合能力及雄厚的数学物理理论基础，在 EDVAC 的总体配置和逻辑设计中起了关键的作用。

1946年6月冯·诺依曼等发表了《电子计算机逻辑结构初探》的著名论文，详尽地论述了存储程序计算机的体系结构、组织方式和程序编制方法，并首先采用威廉管实现了并行存取。

EDVAC 方案规定了新机器有五个组成部分：计算器、逻辑控制装置、存储器、输入和输出。EDVAC 的突出特点是采用了二进制和实现了程序存储，即把包括数据和程序的“指令”，用二进制代码的形式输入到计算机的记忆装置中，这就不仅克服了 ENIAC 机运算速度与程序“外插”速度的不匹配问题，还带来了在机器内部以同样的速度进行程序逻辑判断的可能性，从而使全部运算成为真正的自动过程。但 EDVAC 的制造却因 ENIAC 竣工后设计组内部争夺发明权导致分裂而陷入困境，不得不推迟到 1951 年才完成。

在计算机的最初发展阶段中，为了提高计算机存储程序的可靠性，美籍华人王安博士于 1950 年提出的利用磁性材料进行信息存储的思想，用磁心存储器取代威廉电子射线管静态存储器的发明，对计算机的发展起了很大的推动作用。他的这个发明专利，使 IBM 公司于 1955 年、1956 年先后推出的科学计算用大型机 IBM701 与数据处理大型机 IBM705 增大了存储器容量，缩短了存取周期，运算速度提高了一倍。如加法运算达到 24 微秒（相当于 40000 次/秒），乘法运算达到 40 微秒（相当于 25000 次/秒），平均定点运算速度达到每秒 35000 次，存储器容量扩充到 4096（4K）字。

通常把用电子管作为基本逻辑器件制造出的电子计算机称作第一代计算机。

1.1.3 晶体管的发明与第二代电子计算机

1947 年由美国贝尔实验室三位科学家、诺贝尔奖金获得者丁·巴登 (Bardeen)、H. W. 布雷滕 (Brattain) 和 W. 肖克莱 (Shockly) 发明了半导体三极管，给计算机的大发展创造了新的物质条件。由于晶体管比电子管具有体积小、重量轻、寿命长、耗电少等优点，电子管计算机就被晶体管计算机所淘汰。第一台晶体管计算机莱泼利康 (Leprechan) 于 1956 年制成。随后美国麻省理工学院、IBM 公司相继推出了自己的第一台晶体管计算机。1958~1959 年，一批晶体管计算机产品陆续问世，投入市场，从而正式形成第二代计算机时期。

具有代表性的是美国 IBM 公司于 1960 年开始生产的 IBM7090 大型机，虽然在系统结构（如指令系统）上并无根本性变革，但除了采用晶体管线路外，还用了使存取周期缩短到 2.18 微秒的快速磁心存储器和容量扩充到一兆字节的磁鼓，并配备有 0.28 兆字节的固定磁盘和 FORTRAN、COBOL 等高级程序设计语言。

在大型晶体管计算机形成系列的同时，中小型数据处理计算机得到推广（如 IBM1401），高速大型机的研制亦随着科学技术要求每秒运算几十万次甚至几百万次而展开。如美国 UNIVAC 公司的拉克 (LARC)、IBM 公司的斯屈莱奇 (STRETCH) 和控制数据公司的 CDC6600 等。对 CDC6600 机性能的测算结果表明，它用于科学计算时，解题能力比斯屈莱奇高十倍，运算速度为每秒 300 万次，比斯屈莱奇提高两倍多，而价格比斯屈莱奇低一倍。更令人惊叹不已的是 CDC6600 总体设计专家竟是获数学和电气工程双学位的年仅 31 岁的克雷博士。而 CDC6600 研制工作竟是在密林里一幢简朴的房子里，由一个包括门房等勤杂人员在内总共 34 人的班子，经过 4 年的艰辛才圆满造出了当时世界上最大最快的计算机。

1.1.4 集成电路的出现与第三代电子计算机

半导体集成电路的出现,是继1947年发明锗晶体管、1954年制成硅晶体管后电子器件领域的又一次重大技术突破。集成电路是使用半导体工艺,将电路的有源、无源元件及连接它们的导线制作在半导体或绝缘体基片上,形成具有一定功能的整体电路。集成电路比用晶体管等分立元件构成的电路具有可靠性高、体积小、功耗小、造价低等优点,用它制成的电子计算机在性能方面又出现了一次飞跃,使电子计算机的发展进入第三代。

1958年夏,美国德克萨斯公司的杰克·基尔比(Jack Kilby)制成第一个半导体集成电路。1961年该公司与美国空军合作造出了第一台试验性的集成电路计算机,而具有代表性的是美国IBM公司于1964年4月宣布的IBM360系统。它是采用混合集成电路的大中小型系列机,最大型号360/75主存容量为256K至一兆字节,平均运算速度为每秒一百万次。IBM360系统具有多种多样的外围设备,包括大容量可换磁盘存储器、字符显示器、图形显示器、字符识别装置、终端设备等。大大方便了人机联系,增强了解题能力。IBM360软件配备齐全,不仅有汇编语言、FORTRAN、ALGOL、COBOL、PL/1等各种程序设计语言,而且首次配上了功能较强的操作系统,大大提高了计算机的运行效率。

IBM360系统最重要的特点是通用化(它是一个多种用途的系统,能适应多方位的应用领域。它取名为360就是比喻罗盘上360度,表明该系统指令丰富,兼顾科学计算、数据处理、实时控制等全方位的应用)、系列化(360系统是大、中、小型计算机成龙配套,构成一个性能宽广的计算机系列,且由于采用了相同的系统结构,保证了系统内各机型之间的相互兼容)、标准化(采用标准的输入输出接口,存储器、外围设备都采用标准部件成品组装)。使IBM360系统成为计算机发展史上第三代电子计算机的重要里程碑。它的主存容量达到1兆至4兆字节,每秒运算达二百多万次。

在第三代电子计算机发展阶段中,为了适应高度社会化大生产与现代科学技术发展的需要,工业、交通、金融、军事、气象等部门都更加迫切要求建立四通八达,迅速可靠的信息收集、分析与处理的联机系统。而第三代电子计算机技术与数据通信技术为这种联机系统的建立提供了可能条件,这些实时联机系统不仅大大提高了时效的服务质量,而且使传统的工作方式发生了根本性变化。例如美国航空公司1963年投入运行的飞机票联机订票系统,把两台IBM7090大型机通过通信线路与国内外四百多个售票处的两千多台电传打字机终端相连接,使任何一地的乘客订票只要一两分钟就有了结果,给乘客订票、取消订票、改订日期、续订下一程机票等提供了极大的方便。

分时(联机)系统的出现是计算机使用方式的重大革新。如同一个高明的棋手与许多棋手对奕一样,分时系统把计算机时间轮流分配给分散在各地的用户,用户通过终端与主机对话,主机及时响应,使每个用户都感到自己在独自使用一台计算机。联机化开拓了人类的一个高效率的信息化社会。

1.1.5 大规模集成电路的发展与第四代电子计算机

采用大规模集成电路是第四代电子计算机的基本特征。70年代初半导体存储器的出现,不仅迅速取代了磁心存储器,而且不断向高密度、大容量方向发展。以MOS存储器芯片集成度为例,从70年代初至80年代末的十几年间,大体上每三年翻两番;1971年为每片1K位,

1974年为4K位,1978年为16K位,1981年为64K位,1984年为256K位,1987大于1兆位。4兆位随机存储器的问世,使1M RAM取代256K RAM。计算机运算部分的核心器件门阵列已突破万门,门延迟时间缩短到100微微秒以下。如VHSIC超高速集成电路,采用砷化镓器件后门延迟时间可缩短到10微微秒以下。精简指令集计算机(RISC——Reduced Instruction Set Computer)的兴起,促进了四代机的发展。

在这个时期,密度高、体积小、价格低的盒式磁盘与软盘迅速推广。各种各样的终端蓬勃发展,具有图形功能的高清晰度的彩色显示器得到广泛应用。

软件在硬件的飞速发展促进下,也取得了显著成就,研制出了PASCAL、ADA、FORTRAN、C、LOGO、PROLOG等多种高级语言。操作系统、数据库管理系统、网络系统等也有很大的进展,尤其是UNIX系统受到普遍重视,它既是一个被广泛应用的小型机多用户、分时操作系统,又是一个可以方便用于开发程序的工具系统。编制软件的手工作业方式正走向软件生产的模块化、工程化和产业化。

在这个时期,随着计算机产业持续地高速增长和计算机应用广度与深度的不断拓宽和加深,特别是随着联机系统与计算机网络的蓬勃兴起和微型机小型机像潮水般地涌入社会,第四代电子计算机的出现和发展,迎来了人类社会的“信息时代”。

在这个时期,计算机系统改变了过去通用机主宰市场的局面而向多样化发展。美国许多厂商以及日本、德国和前苏联、东欧国家纷纷生产与IBM系统兼容的具有自己特色的计算机来和IBM争夺市场。例如CDC公司在大型科学计算方面、DEC公司在小型机方面、王安公司在文字处理与办公室自动化方面、宝来(Burroughs)公司、NCR公司在银行与小企业管理方面、尤尼瓦克公司与霍尼威尔公司在实时处理和军事应用方面都显示了自己的优势。

一、巨型计算机的起飞

为了适应国防尖端技术(如核武器、反导弹武器系统设计)和现代科学技术(如空间技术、气动力学、大范围早期天气预报、石油勘探等)发展的需要,大型通用机远远不能满足要求,研制巨型机势在必行。70年代在巨型机领域取得最高成就的要推克雷研究公司的克雷-1(Cray-1)计算机。1985年与1987年克雷研究公司又先后研制成Cray-2与Cray-3系统。Cray-2每秒可执行8亿次浮点运算,Cray-3采用砷化镓器件,运算速度比前者快5至10倍。与此同时,日本、英国、前苏联、法国也先后开始研制巨型机,出现了在世界范围内巨型机的竞争局面。

二、小型计算机的迅猛发展

在第四代电子计算机的发展期间,小型计算机对电子计算机的推广普及发挥了重要的作用。从60年代中期,就出现了一种字长较短、工作可靠、价格便宜、使用方便的小型计算机(Minicomputer)。进入70年代后,小型机发展更为迅速,美国、日本、西欧、苏联等国相继大力发展,一度形成世界范围的“小型机热”。价格便宜是小型机得以迅速推广的首要条件。它的硬件成本和软件成本均比较低,随着半导体集成电路的迅速发展,小型机价格逐年下降20%。

可靠性高是小型机的另一突出优点,由于它结构简单,元器件数量相对减少,并率先采用高集成度的半导体器件和印制板等新的装配工艺,故障率大大降低,加上纠错技术的使用,使得无故障运行时间可达上万小时。不少装机单位对小型机实行无人管理。鉴于以上优点,小型机具有面向广大用户的吸引力,使它得到广泛的应用,尤其在生产过程控制方面遍及各个

部门并取得了显著的经济效益。

1969年以后,小型机发展成熟,形成系列并迅速占领一切可能应用的领域。具有代表性的系列是美国DEC公司的PDP-11,惠普(HP—Hewlett-Packard)公司的HP3000。PDP-11系列的最大特点是使用单总线结构。这种结构非常灵活,有良好的可扩充性。它的软件比较齐全且简单好用。它既有面向单用户的小型操作系统,又有面向多用户的分时操作系统。

1976年以后,32位高档小型机开始兴起,这是因为16位小型机的系统结构已不能与迅速提高处理能力的要求相适应。典型的机器有VAX-11(Virtual Address Extension 虚拟地址扩充)系列等,而VAX-11系列销售量居于首位。

DEC公司在16位小型机PDP-11的基础上又于1978年推出了32位高档小型机。它是一个多用户、多语言、多程序的交互式计算机系列。它的主内存达到2兆字节,字长32位,平均运算速度约83万次/秒。该系统广泛采用RAS技术(即Reliability、Availability、Serviceability—可靠性、可用性、可修性),大大提高了它的性能。它的软件齐全,有两套操作系统(面向单用户的小型操作系统VMS—Virtual Memory System 虚拟存储器系统和面向多用户的分时操作系统UNIX)。

高档小型机速度快、精度高,广泛应用于科学计算、计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)、图像处理、地震信号处理等。在实时处理、一般事务处理方面的应用也在不断增加。

三、微型计算机的普及

70年代计算机发展中最重大的事件莫过于微型计算机的诞生和迅速推广。

微型计算机开发的先驱是美国英特尔(Intel)公司年轻工程师霍夫(M. E. Hoff),1969年他接受日本一家公司的委托,设计台式计算器系列的整套电路。他大胆地提出了可编程通用计算机的设想,把计算器的全部电路做在四个芯片上,即中央处理器芯片、随机存取存储器芯片、只读存储器芯片和寄存器电路芯片。这就是一片4位微处理器Intel4004,一片32位(40字节)的随机存取存储器、一片256字节的只读存储器和一片10位寄存器,它们通过总线连接起来就组成了世界上第一台4位微型电子计算机—MCS-4。1971年诞生的这台微型计算机揭开了世界微型机发展的帷幕。

1. 第一代微处理器

1972年Intel公司又研制成八位微处理器Intel8008,它们主要采用工艺简单、速度较低的P沟道MOS(Metal Oxide Semiconductor—金属氧化物半导体)电路。这就是人们通常称作的第一代微处理器。由它装备起来的微型计算机称第一代微型机。

2. 第二代微处理器

1973年由于采用了速度较快的n沟道的MOS技术而出现了8位微处理器,这就是第二代微处理器。具有代表性的产品有Intel公司的Intel8080、Motorola公司的M6800、Zilog公司的Z80等。第二代微处理器的功能比第一代显著增强,以它为核心的微型机及其外围设备都得到相应发展并进入盛期。由它装备起来的微型计算机称第二代微型机。

3. 第三代微处理器

1978年起出现了16位微处理器,标志着微处理器开始进入第三代。首先开发成功的是Intel公司。由于它采用了H-MOS(H—High performance 高性能)新工艺,使新微处理器Intel8086比第二代的Intel8080在性能上又提高了将近十倍。类似的16位微处理器还有Z8000、M68000等。由第三代微处理器装备起来的微型计算机称第三代微型机。