

高级程序员级 计算机系统知识

软件人员水平考试辅导教材

张 然
顾若平
马学强



复旦大学出版社

软件人员水平考试辅导教材

高级程序员级计算机系统知识

张 然 顾若平 马学强 编著

复旦大学出版社

内 容 简 介

本书在讲述计算机系统结构的基础上，讲述了计算机操作系统。在计算机系统结构部分中，有计算机主机、存储系统，外围设备及其控制、系统结构基础知识，数据通信，网络等；在计算机操作系统部分中，有操作系统的概念、处理机管理、存储管理、外围设备管理、文件系统，保护和保密，操作系统实例。

本书是软件人员水平考试辅导教材之一。适合于高级程序员水平考试应试者和有关计算机人员学习。

软件人员水平考试辅导教材
高级程序员级计算机系统知识
张 然 顾海平 马学强 编著
责任编辑 陆盛强
复旦大学出版社出版

(上海国权路 579 号)

新华书店上海发行所发行 复旦大学印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 6.125 字数 170,000

1989年8月第1版 1989年8月第1次印刷

印数1—5000

ISBN7-309-00216-4/T·08

定价：3.00元

前 言

现代化的社会离不开计算机。计算机与社会各方面的紧密联系，促进了整个社会的发展，为使我国社会主义建设事业能稳步向前发展，社会需要多层次结构的计算机应用人才。计算机应用软件人员水平考试(以下简称水平考试)就是一种衡量计算机应用方面的设计能力，编程能力及综合性知识水平的标准。

自1985年上海市首次举行水平考试以来，水平考试每年举行一次。1987年起已普及到全国大多数省、市、自治区。水平考试设有“程序员级”和“高级程序员级”两级。从1989年起将增设“系统分析员级”。水平考试得到了国家政府领导部门的高度肯定和热情支持，通过考试者将发给证书。

我们在历年水平考试辅导讲课时，学员们普遍反映需要一套内容齐全，紧扣大纲的水平考试辅导书籍。为此，我们在水平考试辅导讲课的基础上，深入分析了考试大纲，历年考题及考试动向，参考了大量国内外资料，编写了这套水平考试教材。即：程序员级硬件知识，程序员级软件知识、高级程序员级计算机系统知识、高级程序员级软件知识、计算机综合知识、系统分析员级计算机系统知识，系统分析员级软件知识。在编写中，力求做到突出重点，强调概念，条理清晰，内容广而不杂。每一章都有例题分析，希望读者能细心揣摩，举一反三。每章后面附有大量习题供读者练习巩固。

本套书是参加水平考试者的必备资料，也适合于深入学习计算机科学的大、中学生，工程技术人员，还可用作报考计算机科学类研究生的复习资料。

本套书在编写过程中，得到复旦大学计算机科学系有关教师、研究生及复旦大学出版社的鼎力相助，在此一并致谢。

编 者

1987年12月于复旦大学

目 录

前 言

第一章 概 述.....	1
1.1 计算机的发展.....	1
1.2 计算机系统.....	2
习题.....	3

第一部分 计算机系统结构

第二章 计算机主机.....	5
2.1 运算器.....	5
2.1.1 串行加法器.....	6
2.1.2 并行加法器.....	7
2.1.3 超前进位加法器.....	7
2.2 控制器.....	9
2.2.1 计算机时标.....	9
2.2.2 组合逻辑控制.....	11
2.2.3 微程序控制.....	12
2.3 主存贮器.....	15
习题.....	16
第三章 存贮系统.....	18
3.1 存贮器.....	18
3.1.1 存贮器的主要技术指标.....	19
3.1.2 存贮器的种类.....	20
3.2 多级存贮器.....	20
3.3 虚拟存贮器.....	24
习题.....	26

第四章 外围设备及其控制	29
4.1 外围设备	29
4.1.1 输入输出设备	29
4.1.2 外存储器	32
4.1.3 终端设备	32
4.2 中断系统	33
4.2.1 中断的概念	33
4.2.2 中断判优	34
4.2.3 中断处理过程	35
4.3 输入输出控制	38
4.3.1 数据传送的控制方式	38
4.3.2 输入输出的接口电路	43
4.4 数模转换和模数转换设备	43
习题	44
第五章 计算机系统结构的基础知识	48
5.1 系统结构的类型	49
5.1.1 早期结构	49
5.1.2 以主存储器为中心的结构	50
5.1.3 以主存储器为中心的多外围处理机结构	50
5.1.4 多处理机结构	50
5.1.5 分布式处理系统	51
5.1.6 计算机网络结构	51
5.2 并行处理	51
5.2.1 流水线	52
5.2.2 交叉存储	54
5.2.3 并行处理的分类	55
5.3 多处理机系统	56
5.4 可靠性	57
5.4.1 计算机故障	59
5.4.2 冗余技术	59

5.4.3	可靠性模型分析	60
5.5	纠错码的应用	62
5.5.1	基本概念	63
5.5.2	线性码	65
5.5.3	海明码	67
5.5.4	循环码	69
5.6	计算机系统的性能	72
5.6.1	各类性能指标	72
5.6.2	性能评价方法	74
	习题	75
第六章	数据通信的基础知识	80
6.1	通信线路	81
6.1.1	通信传输媒介	81
6.1.2	几种常用的通信手段	81
6.1.3	通信线路的连接方式	81
6.1.4	通信线路的同步方式	82
6.1.5	通信方式	83
6.1.6	数据传输电路	83
6.1.7	数据传输方式	83
6.2	数据通信技术	84
6.2.1	调制解调技术	84
6.2.2	多路复用技术	85
6.3	数据交换	86
6.3.1	线路交换	86
6.3.2	存贮交换	87
6.4	数据传输控制	88
6.4.1	差错控制	89
6.4.2	传输控制规程	89
6.4.3	数据传输过程	92
	习题	92

第七章 计算机网络基础知识	86
7.1 网络的基本功能	86
7.2 网络的分类	97
7.3 网络的组成部分	100
7.4 网络的体系结构	100
7.4.1 OSI参考模型	101
7.4.2 X.25建议	103
7.5 网络实例	104
7.5.1 ARPANET	104
7.5.2 SNA	105
7.5.3 DECNET	105
7.5.4 Ethernet	105
7.6 Petrinet简介	105
习题	108

第二部分 计算机操作系统

第八章 操作系统的概念	110
8.1 什么是操作系统	110
8.1.1 操作系统的定义	110
8.1.2 操作系统的组成部分	110
8.1.3 操作系统的功能	110
8.1.4 操作系统的特性	111
8.1.5 多道程序设计	111
8.2 操作系统的类型	112
8.2.1 批处理系统	112
8.2.2 分时系统	112
8.2.3 实时系统	113
8.3 数据库管理系统与操作系统	113
8.4 网络操作系统	114
习题	115

第九章 处理机管理	117
9.1 进程	117
9.1.1 进程的概念	117
9.1.2 进程控制块	118
9.1.3 进程的状态及其转换	118
9.1.4 进程的调度算法	119
9.1.5 进程的通信	119
9.1.6 通信原语	120
9.2 作业	124
9.2.1 作业的概念	124
9.2.2 作业控制块	124
9.2.3 作业的状态及其转换	124
9.2.4 作业的调度算法	125
9.2.5 作业控制方式	127
9.3 死锁	128
习题	129
第十章 存贮管理	132
10.1 程序的装入和映象	132
10.2 存贮器管理.....	134
10.2.1 单用户连续分配	134
10.2.2 程序交换	134
10.2.3 固定分区分配	135
10.2.4 可变分区分配	135
10.2.5 分页法	137
10.2.6 分段法	138
10.2.7 段页法	139
10.3 虚拟存贮器管理.....	140
10.3.1 虚空间管理	140
10.3.2 虚拟存贮器的三个主要问题	142
10.3.3 淘汰策略	143

10.3.4 虚拟存贮器的工作过程	145
习题	147
第十一章 外围设备管理	150
11.1 引论	150
11.2 通道结构	150
11.2.1 多路通道结构	151
11.2.2 选择通道结构	151
11.3 外围设备管理技术	154
11.4 Spooling 系统	154
11.5 磁盘管理简介	155
习题	156
第十二章 文件系统	160
12.1 引论	601
12.1.1 文件的数据层次	161
12.1.2 记录与成块	161
12.1.3 文件的分类	161
12.1.4 文件存贮器的主要参数	162
12.2 文件的组织形式	163
12.3 文件管理	164
12.3.1 文件控制块	164
12.3.2 文件目录	164
12.4 文件的操作和存取控制	167
12.4.1 文件的操作	167
12.4.2 文件的存取控制	167
习题	167
第十三章 保护和保密	171
13.1 安全性问题	171
13.2 数据保密的主要方法	171
13.2.1 存取管理	172
13.2.2 核准级别	172

13.2.3 界限处理	172
13.2.4 核查与监视	172
13.2.5 数据加密	172
习题	173
第十四章 操作系统实例	175
14.1 Unix 操作系统	175
14.2 CP/M 操作系统	175
14.3 MS-DOS 操作系统	176
14.4 VAX/VMS 操作系统	176
14.5 MVS 操作系统	177
14.6 VM 操作系统	177
习题	178
附录 部分习题的解答或提示	179

第一章 概 述

1.1 计算机的发展

1946年,世界上第一台电子计算机ENIAC诞生。电子计算机的发展历史,按其所使用的主要器件可划分为四代:第一代计算机(40年代中期~50年代后期),主要器件是电子管;第二代计算机(50年代后期~60年代中期),主要器件是晶体管;第三代计算机(60年代中期开始),主要器件是集成电路(Integrated Circuit; IC);第四代计算机(从70年代初期开始),主要器件是大规模集成电路(Large-Scale Integration; LSI)。此外,第五代计算机被认为是使用超大规模集成电路(Super-Large-Scale Integration; SLSI)、具有智能的计算机。

随着计算机元、器件的更新换代,软件也发展很快。从简单的机器语言、汇编语言开始,发展到高级语言、操作系统等庞大而丰富的系统软件。经过四十多年的发展,现代的计算机与第一台计算机相比,无论是硬件、软件,还是计算机系统结构,均发生了巨大的变化。

从计算机的功能来看,计算机可实现的机器操作已从简单的加法和移位发展到能对各种数据类型进行各种算术逻辑运算以及各种控制操作,机器指令也由单一的几种操作发展到具备完整功能的现代指令系统;从计算机的组成来看,现代的计算机又扩充了许多种功能部件,例如通用寄存器组、堆栈、中断系统、总线、高速缓冲存储器、辅助存储器、各种具有不同功能的输入输出设备及其接口、通道、外围处理机、通讯控制器、通讯设备、显示终端、远程终端等,计算机的系统结构也由原先的以中央处理机为中心的结构发展到以总线为中心和以存储器为中心的结构,由原来的单机结构发展到各种形式的多机结构,从而大大提高了系统的效率;从计算机的性能来看,主机的运算速度由一开始的每秒5千次提高到1亿次以上,主机的存储容量也已达到几兆或几十

兆字节,计算机的可靠性也大大提高;从系统程序来看,计算机的系统程序从无到有,现代计算机都配置了极丰富的系统程序,例如汇编语言、高级语言、操作系统、各种方便用户的服务性程序、数据库管理系统以及随着计算机网络的发展而出现的网络软件等等。

当前计算机的发展趋势是微型化、巨型化、网络化和智能模拟。

1.2 计算机系统

计算机系统是由硬件(hardware)和软件(software)两部分组成的。计算机系统硬件包括:中央处理机(CPU)、主存贮器,输入输出设备(包括终端设备和通信设备)以及外存贮器(如磁鼓、磁盘、磁带等)。计算机系统软件包括:操作系统、编译程序和解释程序、语言(如BASIC、PASCAL、C、汇编语言等)和语言处理程序以及实用程序等等。前三类,又称为系统程序或系统软件。除上述硬件和软件外,还有一种器件称之为固件(firmware)。固件是具有软件功能的硬件,即用硬件来实现某些软件功能。从执行速度、灵活性等方面来看,固件介于硬件和软件之间。

计算机系统结构(Computer architecture)是指计算机系统的概念性结构和功能特性。从逻辑角度来讲,计算机硬件和软件的功能是等效的,即软件的某些功能可由硬件来实现,而硬件的某些功能也可由软件来实现。而事实也是这样,在计算机的发展过程中,硬件和软件的分界面一直都在不断地变化着,例如早期的计算机没有乘、除法指令,要进行乘除运算需编制一段子程序,以后,在计算机设计中,乘除运算可由硬件部件直接来完成。又如,对于浮点运算等操作,在大、中型机中是用硬件来完成的,而在一般小型机和微型机上则可用软件来实现。

操作系统(Operating System)是为提高计算机的使用效率和得到合理的响应时间、方便用户使用计算机而配备的一种软件。我们可以把操作系统看成是用户与计算机的接口,用户通过它来使用计算机。

习 题

1-1 从供选择的答案中选出适当的字句填入下列关于电子计算机的分代表的A、B、…、H处。

时 期	第 一 代 1946~	第 二 代 1958~	第 三 代 1964~	第 四 代 1970~
逻辑元件 运算速度	A 0.1~1.0ms	B 1~10 μ s	C 0.1~1.0 μ s	大规模集 成 电 路
主存储器	静电管延迟线 D E	F 磁鼓	磁心 其它	G
外存储器	纸 带 纸 卡 延 迟 线	H 磁 盘 磁 鼓	同左 同左 扩充磁心	同 左
程序设计	机器语言 解释程序 汇编语言	汇编语言 编译程序	高级编译程序	同 左

A~C 的供选择的答案

①继电器 ②电子管 ③阴极射线管 ④晶体管

⑤IC, 其它 ⑥LSI

D~H 的供选择的答案

①阴极射线管 ②磁鼓 ③磁心 ④磁带 ⑤软盘 ⑥IC存储器

1-2 硬件和软件在何种意义上是等效的? 何种意义上又是不等效的? 试举例说明之。

1-3 从下列各叙述中, 选出三个正确的叙述。

- ① 从某种角度来讲, 计算机硬件和软件的功能是等效的。
- ② 从计算机应用者角度来讲, 使用软件可以完全替代硬件功能。
- ③ 自从系统程序出现后, 用户使用计算机比以前方便多了。
- ④ 在计算机设计时, 如要实现某个功能, 使用软件要比使用硬件的执行速度快。

⑤ 固件既非硬件也非软件，所以在计算机系统中，固件不能由硬件或软件来代替。

⑥ 计算机系统的功能扩充可结合硬件和软件两个方面来考虑。

⑦ 系统程序不包括操作系统在内。

第一部分 计算机系统结构

第二章 计算机主机

计算机主机由运算器、控制器和主存贮器组成，其中的运算器和控制器又称为中央处理机或中央处理器（Central Processing Unit; CPU）。运算器是用于进行算术运算和逻辑运算的装置，主存贮器是用于存放数据信息的装置，数据信息包括指令、数据、运算的中间结果和最后结果等。计算机在运行过程中，不断地从主存贮器中取出数据信息，在运算器中进行运算，然后把所得的结果送回主存贮器。计算机所进行的运算以及其它各种操作都是在控制器作用下进行的，控制器统一指挥和协调各部件的动作。近年来，随着计算机技术的发展，在运算器的设计中，普遍采用并行重叠等技术以提高运算速度。在控制器的设计中，普遍采用 PLA，微程序等技术以使设计规整而又灵活。

数据通路(data path)是在计算机中传输各种数据信息（例如数、指令、地址等）的路径以及有关暂时存放数据信息的寄存器、门电路等的总称。例如由传输部件、寄存部件以及加工部件等组成的数据通路。其中传输部件用来决定数据的流向，寄存部件用来存放被加工的数据或者结果数据，加工部件（可以是加法器、移位器等）则用来加工数据。

数据通路的指标有宽度和速度两项。宽度主要是二进位长、速度主要是指工作频率。

2.1 运算器

运算器(Arithmetic Logic Unit; ALU)，通常由加法器(adder)

或累加器(accumulator), 存放操作数和结果的寄存器, 为实现乘法、除法和其它操作而添加的移位线路, 状态寄存器等组成。运算器的主要功能是在控制器的控制下完成各种算术运算、逻辑运算和其它操作。

我们知道, 在一般计算机中, 加、减、乘和除等算术运算都要通过加法器来完成。加法器是进行加法运算的一个基本部件。一位二进制加法器, 即全加器(full adder)如图2.1所示, 它的逻辑表达式是:

$$z_i = x_i \oplus y_i \oplus c_{i+1}$$

$$c_i = x_i y_i + x_i c_{i+1} + y_i c_{i+1}$$

其中的 z_i , c_i , c_{i+1} , x_i 和 y_i 分别表示和、进位、低位进位、加数和被加数。($i = 0, 1, 2, \dots$)。以这一简单的加法器为基础, 加上一些线路或部件, 便可以组成串行加法器、并行加法器、超前进位加法器等, 用于对多位数据进行运算。

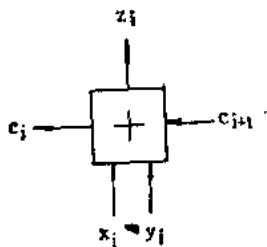


图 2.1 全加器

2.1.1 串行加法器

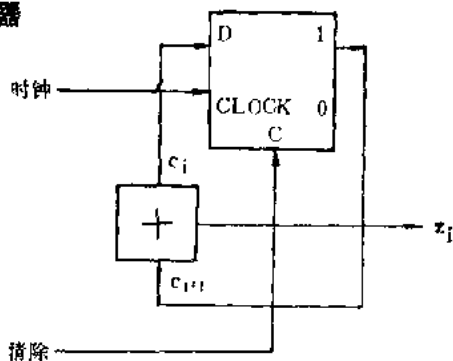


图 2.2 串行加法器