

中国计算机软件专业技术资格和水平考试辅导用书

信息产业部计算机软件专业技术资格和水平考试办公室 组编

系统设计师 (高级程序员) 教程 同步辅导

谢树煜 主编

郑人杰 审



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

中国计算机软件专业技术资格和水平考试辅导用书
信息产业部计算机软件专业技术资格和水平考试办公室组编

系统设计师(高级程序员) 教程同步辅导

谢树煜 主编
郑人杰 审

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书是根据“系统设计师(高级程序员)级考试大纲”的要求、参照《系统设计师(高级程序员)教程》的结构而编写的同步辅导用书。全书共分 11 章,每章都由内容提要、例题分析和思考练习题组成。内容提要是对知识的总结,给出内容要点和学习难点;例题分析偏重于难点理解和知识的综合应用;最后是大量的思考练习题。读者可以借此检验对大纲的掌握程度,并及时发现自己的弱点。为了满足学员在编程应试方面的需求,本书在原教材基础上特增加了“C 语言程序设计”和“CASL 汇编语言”两章。

本书可供参加中国计算机软件专业技术资格和水平考试系统设计师(高级程序员)级考试的考生选用,也可供中等或高等学校计算机专业师生以及相应层次的计算机技术人员阅读。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

书 名: 系统设计师(高级程序员)教程同步辅导

作 者: 谢树煜 主编

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

责任编辑: 刘彤

印 刷 者: 北京市四季青印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×960 1/16 **印 张:** 30.5 **字 数:** 610 千字

版 次: 2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-05500-9/TP·3235

印 数: 00001~23000

定 价: 46.00 元

序

人类已进入信息时代,我国国民经济和社会发展第十个五年计划将国民经济和社会信息化作为覆盖现代化建设全局的战略举措,要求加速发展信息产业,大力推进信息化。现在,信息技术(IT)的应用越来越普及,不但促进了社会的高速发展,而且也改变着人们的工作、学习、生活、娱乐的方式以及思想观念;各行各业对信息技术专业人才的需求也迅速增长,尤其是计算机软件和计算机网络人才,出现了严重的短缺。国务院颁布了鼓励软件产业发展的若干政策,要求进一步扩大软件人才的培养规模。为此,国家人事部和信息产业部决定进一步发展中国计算机软件专业技术资格和水平考试。

近十年来,中国计算机软件专业技术资格和水平考试已经培养和选拔了十多万合格的计算机软件专业人才,在国内外产生了很大的影响,对我国软件产业的形成和发展做出了重要的贡献。根据形势发展的需要,从2001年起考试的级别拓展为初级程序员、程序员、系统设计师(高级程序员)、系统分析员、网络程序员和网络设计师,以后还将逐步拓展到信息技术领域的其他方面。

为了规范培训和考试工作,我们组织有关专家编写了中国计算机软件专业技术资格和水平考试的指定教材及辅导用书。这套丛书将遵循考试大纲的要求,全面介绍有关的知识和技能,帮助考生学习、备考。

我们相信,经过大家的努力,中国计算机软件专业技术资格和水平考试将会成为我国信息技术领域专业水平的重要考试,将对培养大批信息技术专业人才,推进国民经济和社会信息化做出更大的贡献。

信息产业部计算机软件专业技术资格和水平考试办公室

前 言

中国计算机软件专业技术资格和水平考试是国家人事部和信息产业部主办的国家级考试。十余年来,为国家培养和选拔了十多万名合格的软件专业技术人才,在国内外产生很大影响,为我国软件专业技术队伍的形成和发展做出了贡献。

为了促进国内计算机教育的普及和发展,为了加强对有关人员的考前辅导和培训,在信息产业部计算机软件专业技术资格和水平考试办公室领导下,在清华大学出版社支持下,我们编写了《系统设计师(高级程序员)教程同步辅导》。该书是根据国家考试大纲的要求,配合学员自学考试的需要进行编写的。书中介绍了有关的专业知识和技能,内容涵盖计算机软件专业的核心课程。全书包括:计算机系统结构基础知识,语言处理程序基础知识,操作系统基础知识,软件工程,数据库基础知识,多媒体基础知识,网络基础知识,数据结构和常用算法设计方法等9章;除此之外,为了满足学员考试中对程序设计语言和编程技术学习的需求,全书在原教程基础上又增加了“C语言程序设计”和“CASL 汇编语言”两章,介绍有关语言的基础知识以及编程方法和技巧。

考试大纲要求学员掌握的知识面很广,考虑到学员复习时间以及本书篇幅的限制,书中针对大纲和教材涉及的内容要点及学习难点加以阐述,并把很大精力放在例题分析上,这些题目都是作者从自己切身教学经验和历届的考题中精选出来的,对学员参加考试会有启发与帮助。每章还附有思考练习题及答案,供学员自我检查对有关内容的掌握程度。

本书由清华大学谢树煜教授主编、统稿,郑人杰教授主审。全书共分11章,第1章由清华大学汪东升副教授编写,第2章由北京大学丁文魁教授编写,第3章由北京大学方裕教授编写,第4章、第8章由清华大学殷人昆教授编写,第5章由北京科技大学王道平教授编写,第6章由北京石油大学陈明教授编写,第7章由清华大学孙瑞志副教授编写,第9章、第10章由清华大学孙甲松副教授编写;第11章“CASL 汇编语言”由中科院软件所刘克武教授编写,他们都是有关学科的专家,有丰富的教学经验,特别是很多老师在中国软件行业协会软件考试培训学校担任过软件专业技术资格和水平考试考前培训工作,实

践中积累了很多培训经验。在本书编写过程中还要感谢清华大学出版社张龙和刘彤两位编辑的大力支持和软件考试培训学校王明玉老师的辛勤工作。

由于时间和水平限制,对书中不妥之处敬请读者指正。

编 者

2002 年 3 月于清华大学

目 录

第 1 章 计算机系统结构基础知识	1
1.1 内容提要	1
1.1.1 计算机系统结构概述	1
1.1.2 存储器系统	2
1.1.3 流水线技术.....	14
1.1.4 输入输出系统.....	17
1.1.5 RISC 计算机	20
1.1.6 并行处理技术.....	22
1.1.7 计算机安全性、可靠性及性能评价初步	26
1.2 例题分析.....	29
1.3 思考练习题.....	33
第 2 章 语言处理程序基础知识	40
2.1 内容提要.....	40
2.1.1 程序语言基础知识.....	40
2.1.2 汇编程序基本原理.....	53
2.1.3 解释程序基本原理.....	55
2.1.4 编译程序基本原理.....	57
2.2 例题分析.....	76
2.3 思考练习题.....	81
第 3 章 操作系统基础知识	85
3.1 内容提要.....	85
3.1.1 操作系统概述.....	85
3.1.2 并发进程.....	88
3.1.3 系统核心.....	94
3.1.4 存储管理.....	98
3.1.5 设备管理	108
3.1.6 文件管理	112

3.1.7	作业管理和用户界面	116
3.1.8	其他管理	120
3.2	例题分析	124
3.3	思考练习题	130
第4章	软件工程	136
4.1	内容提要	136
4.1.1	软件工程概述	136
4.1.2	系统分析与软件项目计划	137
4.1.3	需求分析	138
4.1.4	软件设计	139
4.1.5	编码	140
4.1.6	软件测试	141
4.1.7	面向对象方法	143
4.1.8	软件维护	144
4.1.9	软件管理	145
4.1.10	软件质量保证	146
4.1.11	软件开发工具与环境	147
4.2	例题分析	148
4.3	思考练习题	172
第5章	数据库基础知识	190
5.1	内容提要	190
5.1.1	关系模型	190
5.1.2	关系代数	193
5.1.3	关系数据库 SQL 语言	196
5.1.4	关系数据库规范化理论	200
5.1.5	数据库的保护	203
5.2	例题分析	205
5.3	思考练习题	215
第6章	多媒体基础知识	226
6.1	内容提要	226
6.1.1	多媒体的概念和特征	226
6.1.2	图像与图形	228

6.1.3	声音(音频)	229
6.1.4	视频(动画)	231
6.1.5	多媒体数据压缩和编码技术标准	232
6.1.6	多媒体创作工具及其发展方向	233
6.2	例题分析	234
6.3	思考练习题	240
第7章	网络基础知识	241
7.1	内容提要	244
7.1.1	网络的功能、分类与组成	244
7.1.2	网络协议和网络软件	245
7.1.3	构建网络与申请通信服务	247
7.1.4	Internet 和 Intranet 初步	250
7.1.5	客户机/服务器模式与网络计算	252
7.1.6	网络的安全性	253
7.1.7	网络管理初步	255
7.2	例题分析	256
7.3	思考练习题	268
第8章	数据结构基础	275
8.1	内容提要	275
8.1.1	线性表	275
8.1.2	栈	277
8.1.3	队列	280
8.1.4	数组	282
8.1.5	字符串	287
8.1.6	树与二叉树	289
8.1.7	图	296
8.1.8	排序	304
8.1.9	查找	309
8.2	例题分析	314
8.3	思考练习题	338
第9章	常用算法设计方法	353
9.1	内容提要	353

9.1.1	迭代法	353
9.1.2	穷举搜索法	355
9.1.3	递推法	355
9.1.4	递归法	356
9.1.5	回溯法	358
9.1.6	贪婪法	358
9.1.7	分治法	359
9.1.8	动态规划法	359
9.2	例题分析	359
9.3	思考练习题	382
第 10 章	C 语言程序设计	391
10.1	内容提要	391
10.1.1	C 程序的构成	391
10.1.2	变量的定义	393
10.1.3	数据类型	394
10.1.4	算术表达式	395
10.1.5	赋值表达式	396
10.1.6	++、-- 和逗号运算符	396
10.1.7	三目运算符	397
10.1.8	输入/输出	397
10.1.9	选择结构 if	399
10.1.10	switch 语句	401
10.1.11	标号语句和 goto 语句	402
10.1.12	while 语句	402
10.1.13	do-while 语句	403
10.1.14	for 语句	403
10.1.15	continue 和 break 语句	404
10.1.16	字符型数据	404
10.1.17	文件引用	405
10.1.18	宏定义	406
10.1.19	函数	407
10.1.20	数组	409
10.1.21	指针	410

10.1.22	字符串	412
10.1.23	函数的进一步讨论	413
10.1.24	作用域和存储类型	414
10.1.25	结构与联合	415
10.1.26	位运算	417
10.1.27	文件操作	418
10.2	例题分析	419
10.3	思考练习题	438
第 11 章	CASL 汇编语言	451
11.1	内容提要	451
11.1.1	CASL 的硬件背景	451
11.1.2	CASL 的软件环境	454
11.1.3	CASL 指令通解	458
11.2	例题分析	468
11.3	思考练习题	473

第 1 章 计算机系统结构基础知识

1.1 内容提要

本章主要介绍计算机系统结构的基本概念与计算机系统分类,层次存储系统原理与存储设备,指令流水原理、技术、相关性分析与流水线性性能评价,输入输出系统原理,RISC 计算机的定义、特点与关键技术分析,并行处理技术以及计算安全性、可靠性及性能评价技术。

1.1.1 计算机系统结构概述

本节内容包括计算机系统结构,计算机组成,计算机实现的定义关系,透明性的概念和计算机系统分类等方面内容。

内容要点

(1) Amdahl 对计算机系统结构的定义:由程序设计者所看到的一个计算机系统的属性,即概念性结构和功能特性。这实际上是计算机系统的外特性。

(2) 按照计算机层次结构,不同程序设计者所看到的计算机有不同的属性。使用高级语言的程序员所看到的计算机属性主要是软件子系统和固件子系统的属性,包括程序语言以及操作系统、数据库管理系统、网络软件等用户界面。

(3) Amdahl 等人提出的系统结构定义是指机器语言或编译程序设计者所看到的计算机属性,是硬件子系统的概念结构及其功能特性。也就是程序员为使其编写的程序能在机器上正确运行,需要了解和遵循的计算机的属性。

(4) 透明性:在计算机技术中,一种本来存在的事物或属性,从某种角度看似乎不存在,称为透明性现象。

(5) 计算机系统结构作为一门学科,主要研究软件、硬件功能分配和对软件、硬件界面的确定,即哪些功能由软件完成,哪些功能由硬件完成。

(6) 系统结构是计算机系统的软、硬件的界面;计算机组成是计算机系统结构的逻辑实现;计算机实现是计算机组成的物理实现。

(7) 计算机系统结构、计算机组成和计算机实现所包含的具体内容是随不同机器而变化的。

(8) Flynn 分类法: SISD、SIMD、MISD、MIMD。

(9) 冯氏分类法：字串位串、字串位并、字并位串、字并位并。

(10) Handler 分类法。

(11) Kuck 分类法：SISE、SIME、MISE、MIME。

学习难点

(1) 系统结构是计算机系统的软、硬件的界面；计算机组成是计算机系统结构的逻辑实现；计算机实现是计算机组成的物理实现。它们各自包含不同的内容，但又有紧密的关系。一种计算机系统结构可以对应多种计算机组成，一种计算机组成又可以有多种计算机实现。一般的系统结构定义是指机器语言或编译程序设计者所看到的计算机属性，是硬件子系统的概念结构及其功能特性。包括：机器内的数据表示、寻址方式、寄存器组织、指令系统、中断机构、机器工作状态的定义和切换、输入输出结构、信息保护等。这些都是程序员为了使其所编写的程序能在机器上正确运行，需要了解和遵循的计算机属性。

(2) 理解计算机系统透明性的概念。在计算机技术中，一种本来存在的事物或属性，从某种角度看似乎不存在，称为透明性现象。通常，在一个计算机系统中，低层机器级的概念性结构和功能特性，对高级语言程序员来说是透明的。由此看出，在层次结构的各个级上都有它的系统结构。

(3) 理解主要的计算机系统分类方法，特别是 Flann 分类法。

1.1.2 存储器系统

本节主要介绍存储器体系、主存、辅助存储器、Cache 存储器以及虚拟存储器的概念功能和特点等方面的知识。

内容要点

(1) 采用多级存储体系结构是提高存储系统的主要途径。存取方式主要有：顺序存取、直接存取、随机存取、相联存取。存储性能包括：存取时间、存储器带宽、存储器周期和数据传输率。存储器访问速度、存储容量、价格是衡量存储系统的三个主要因素。存储器物理介质有：半导体存储器、磁介质存储器、光存储器。存储器物理特性包括：易失性存储器、非易失存储器。

(2) 多级存储器体系中，距离 CPU 近的称为上层存储器，反之称为下层存储器。多级存储器从高层到低层，其容量逐渐增大，单位价格逐渐提高，存取时间逐渐缩短。

(3) 主存储器主要有 RAM、ROM、PROM、EPROM、EEPROM 和闪电存储器等几种。

(4) RAM 又分为 DRAM 和 SRAM 两种。主存储器的存储单元具有 0 和 1 两个稳定态，可以进行读写，可以进行随机存取。

(5) 辅助存储器又称为外存。辅助存储器主要分为磁表面存储器和光存储器。

(6) 磁表面存储器主要指磁带和磁盘存储器。磁盘存储器的道密度、位密度、柱面、

扇区、磁道概念。磁盘存储器性能参数：存储容量、存取时间、数据传输率等。

(7) RAID 存储器：廉价磁盘冗余阵列。工业界公认的标准为 RAID0~RAID5。

(8) 由 Cache 和主存构成的二级层次存储系统,主要用来弥补 CPU 和主存速度不匹配的问题,突破冯·诺依曼瓶颈。

(9) 利用 Cache 存储系统改善性能的依据是程序的局部性原理。Cache 存储系统全部由硬件实现。

(10) Cache 存储系统的地址映射与变换机制主要有：直接映射、(全)相联映射和组相联映射等几种。

(11) 当 Cache 满时,所采用的行替换(淘汰)算法主要有：随机法、FIFO、LRU 算法等。

(12) 直接映射不需要上述行替换算法,因为其要替换的行惟一,不存在行选择的问题。

(13) Cache 存储系统的写操作主要有：写直达、写回、标记法等。

(14) 虚拟存储系统由主存储器与联机的外部存储器(目前一般为磁盘存储器)构成,采用硬件与软件相结合的方法来调度。由于虚拟存储系统需要通过操作系统的存储管理系统来调度,因此对系统程序员来说它是不透明的,但对于在操作系统之上编程的应用程序员来说是透明的。

(15) 虚拟存储系统的访问速度与主存储器很接近,存储容量是一个很大的虚拟地址空间,这个空间的大小比主存储器的实际存储容量要大得多,也就是说,应用程序员可以在一个比主存储器的实际容量大得多的地址空间内编程。

(16) Cache 存储系统的主要目标是为了提高存储器的速度,而虚拟存储系统的主要目标是为了增加存储器的存储容量。

(17) 虚拟存储器中有三个地址空间,一是虚拟地址空间,二是主存储器的地址空间,第三个是辅存地址空间。与这三个地址空间相对应,有三种地址,即虚拟地址(虚存地址、虚地址)、主存地址(主存实地址、主存物理地址、主存储器地址)和磁盘存储器地址(磁盘地址、辅存地址)。

(18) 地址映射是把虚拟地址空间映射到主存地址空间,目前主要有页式虚拟存储器、段式虚拟存储器和段页式虚拟存储器三种。

(19) 页面调度算法：FIFO、LRU 等。

学习难点

(1) 现代计算机系统以存储器为中心,这与冯·诺依曼计算机以运算器为中心不同。在程序执行过程中,中央控制器所需要的指令从存储器中读取,运算器执行指令所需要的操作数也要从存储器中读取,运算结果要写到存储器中,各种输入输出设备也要直接与存

存储器交换数据。因此,在计算机执行程序的整个过程中,存储器是各种信息存储和交换的中心。

(2) 理解存储系统的定义: 两个或两个以上速度、容量和价格各不相同的存储器用硬件、软件或软件与硬件相结合的方法连接起来成为一个系统。这个系统对应用程序员透明,并且从应用程序员来看它是一个存储器,这个存储器的速度接近速度最快的那个存储器,存储容量与容量最大的那个存储器相等或接近,单位容量的价格接近最便宜的那个存储器。

(3) 在同一台计算机中,有各种工作速度,存储容量,访问方式,用途等均不相同的存储器,这些存储器构成一个层次结构,如图 1.1 所示。从上到下,各种存储器的存储容量越来越大,每位的价格越来越便宜,但存储周期越来越长。

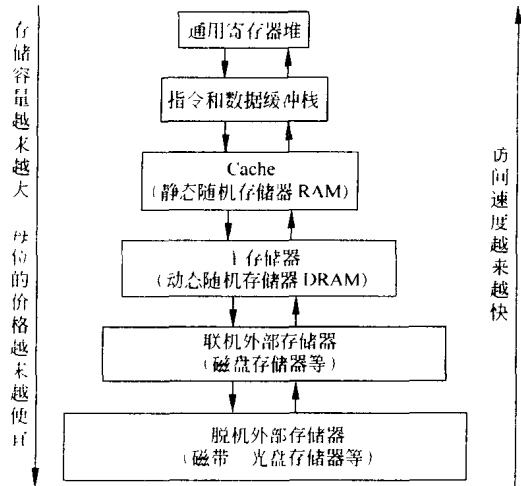


图 1.1 存储器的层次结构

通用寄存器堆、指令和数据缓冲栈、一级 Cache 是在 CPU 芯片内部的,它们的工作速度比较高。二级 Cache 以下,是在 CPU 外部的,工作速度逐级明显降低。如果用 i 表示层数,则有工作速度: $T_i < T_{i+1}$; 存储容量: $S_i < S_{i+1}$; 价格: $C_i > C_{i+1}$; 各层所含信息具有包含性关系。

(4) 结合主存和辅存,理解存储器的分类方法:

① 按照访问方式划分

按照存储器的访问方式,可以分为:

- 随机访问存储器 RAM(Random Access Memory)

RAM 能够按照给定的地址访问任意一个存储单元,而且访问每个存储单元的时间都相同,与这个存储单元所处的位置无关。

- 只读存储器 ROM(Read Only Memory)

ROM 中存储的内容是固定的,通常不能改变。因此,ROM 只能随机地读出信息而不能写入信息。ROM 的另外一个重要特点是:断电之后,所存储数据仍然能够保存,不会丢失。

- 相联访问存储器

相联存储器能够按照所存储的部分内容进行访问,实际上是按照所存储的一部分内容访问存储器中的其他内容。

- 顺序访问存储器 SAM(Sequential Access Memory)

访问存储器所用的时间由被访问数据所处的物理位置来决定。例如,在磁带存储器中,访问记录在磁带末尾的数据要比访问记录在磁带头部的数据花费更多的时间。

- 半随机访问存储器

介于随机访问存储器和顺序访问存储器之间,如磁盘存储器和光盘存储器等,访问每个存储单元的时间可能不相同,但也不像磁带存储器那样,完全由被访问数据所处的物理位置来决定。磁盘、光盘等可以在两个方向上同时寻址,实际的访问时间与发出读写命令时磁头所处的位置等因素有关。

- 堆栈、缓冲栈等

堆栈通常采用先进后出(FISO)访问方式,而缓冲栈采用先进先出(FIFO)访问方式。

② 按照存储器的物理介质划分

目前,在计算机系统中用来存储数据的物理介质主要有半导体、磁表面和激光等几种,其中只有半导体存储器可以作为计算机系统中的主存储器。

构成半导体存储器的物理介质也有很多种,如非饱和的双极型半导体存储器(射极耦合逻辑电路 ECL(Emitter Coupled Logic)、饱和的双极型半导体存储器(晶体管-晶体管逻辑电路 TTL(Transistor-Transistor Logic)、金属半导体氧化物(MOS)存储器等。其中,MOS 存储器分为 PMOS、NMOS、CMOS、HMOS 等。另外还有一种用作外存的闪速存储器(Flash Memory)。

磁表面存储器主要有磁盘(包括各种硬盘存储器、软磁盘存储器等)、磁带存储器、磁泡存储器等。

激光存储器主要有只读的光盘存储器,可读可写的磁光盘存储器等。

③ 按照断电后是否能够保存数据划分

在半导体存储器中,随机存储器(RAM)断电后不能保存信息,如一般计算机系统的主存储器、Cache 等。

各种只读存储器(ROM)断电后一般都能够保存信息,如一般计算机系统中存放引导程序的存储器等。

用作外部存储器的各种磁表面存储器和各种激光存储器在断电之后都能够保存信息。

另外,按照是否需要刷新可以把存储器分为静态存储器(SRAM: Static RAM)和动态存储器(DRAM: Dynamic RAM)。SRAM 的存储单元由锁存器构成,它不需要刷新,读出之后不需要重写,而 DRAM 是依靠电容上存储的电荷来保存数据的,必须每隔一段时间(如 2 毫秒)刷新一次,否则在存储器中保存的数据将会丢失。

(5) 理解几种常用存储器的特点:

- 静态随机访问存储器(SRAM)。SRAM 不需要刷新,读出之后不需要重写,工作速度比较高,但存储容量小、价格贵、功耗大。
- 动态随机访问存储器(DRAM)。DRAM 需要刷新,破坏性读出,存储容量大,价格便宜,功耗小,速度比较高。
- 只读存储器(ROM)用来保存一些固定不变的程序或数据,断电以后所保存的数据不丢失。有 5 种常用的 ROM:
 - ◆ MROM 只能由生产厂家在生产芯片的过程中写入,用户无法改写。
 - ◆ PROM 允许用户写入一次,以后只能读出,不能改写。
 - ◆ EPROM 不仅可以由用户写入,而且允许用紫外线擦除已经写入的内容。
 - ◆ EEPROM 可以直接用电信号来擦除数据。
 - ◆ 闪存存储器(Flash Memory)能够按块为单位擦除。

(6) 磁盘存储器的性能计算:

磁盘容量 = 盘面数 $\times$ 每个盘面的磁道数 $\times$ 每个磁道的扇区数 $\times$ 每个扇区的字节数

磁盘的存取时间 = 寻道时间 + 等待时间

等待时间 = 磁盘旋转半周所需要的时间

(7) 1988 年美国加州大学伯克利分校的 D. A. Patterson 教授提出廉价冗余磁盘阵列 RAID(Redundant Array of Inexpensive Disk)技术。其基本思想是用多个较小的磁盘存储器,通过合理地分布数据,支持对多个磁盘同时进行访问,从而改善磁盘存储器的性能。

RAID 的主要特点是: