



全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试参考用书

# 软件设计师考试同步辅导

## —— 考点串讲、真题详解与强化训练

全国计算机专业技术资格考试办公室推荐

葛武滇 严云洋 何光明 主编

清华大学出版社

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试参考用书

# 软件设计师考试同步辅导

## —— 考点串讲、真题详解与强化训练

全国计算机专业技术资格考试办公室推荐  
葛武滇 严云洋 何光明 主编

清华大学出版社  
北京



## 内 容 简 介

本书是按照最新颁布的全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试大纲和指定教材编写的考试用书。全书分为13章,内容包括:计算机系统知识、程序语言基础知识、操作系统知识、系统开发和运行、网络基础知识、多媒体基础知识、数据库技术、数据结构、算法设计和分析、面向对象技术、标准化和软件知识产权基础知识、计算机专业英语和考前模拟卷。每章分为备考指南、考点串讲、真题详解和强化训练四大部分,帮助读者明确考核要求,把握命题规律与特点,掌握考试要点和解题方法。

本书紧扣考试大纲,具有应试导向准确、考试要点突出、真题分析详尽、针对性强等特点,非常适合参加软件设计师考试的考生使用,也可作为高等院校或培训班的教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

软件设计师考试同步辅导——考点串讲、真题详解与强化训练/葛武漢,严云洋,何光明主编. —北京:清华大学出版社,2011.4

(全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试参考用书)

ISBN 978-7-302-25400-3

I. ①软… II. ①葛… ②严… ③何… III. ①软件设计—工程技术人员—资格考试—自学参考资料  
IV. ①TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 058562 号

责任编辑:魏莹

装帧设计:山鹰工作室

责任校对:王晖

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社总机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地址:北京清华大学学研大厦A座

邮编:100084

邮购:010-62786544



印装者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经销:全国新华书店

开本:185×260 印张:31.5 字数:758千字

版次:2011年4月第1版 印次:2011年4月第1次印刷

印数:1~4000

定价:56.00元

产品编号:041030-01

# 前 言

全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试是我国国家人力资源和社会保障部、工业和信息化部领导下的国家考试,其目的是科学、公正地对全国计算机与软件专业技术人员进行职业资格、专业技术资格认定和专业技术水平测试。它自实施起至今已经历了 20 多年,其权威性和严肃性得到社会及用人单位的广泛认同,并为推动我国信息产业特别是软件产业的发展和提高各类 IT 人才的素质培养做出了积极的贡献。

为了更好地服务于考生,引导考生尽快掌握计算机的先进技术,并顺利通过软件设计师考试,我们将多年的培训辅导和真题阅卷经验进行浓缩,结合最新考试大纲与计算机新技术的发展,并在深入剖析历年真题的基础上,组织编写了本书。

本书具有如下特色。

(1) 全面揭示命题特点。通过分析研究最近几年考题,统计出各章所占的分值和考点的分布情况,引导考生把握命题规律。

(2) 突出严谨性与实用性。按照 2009 年最新考试大纲和《软件设计师教程(第 3 版)》编写,结构与官方教程同步,内容严谨,应试导向准确。

(3) 考点浓缩,重点突出。精心筛选考点,突出重点与难点,针对性强。同时对于考试中出现的而指定教材没有阐述的知识点进行了必要的补充。

(4) 例题典型,分析透彻。所选例题出自最新真题,内容权威,例题分析细致深入,解答准确完整,以帮助考生增强解题能力,突出实用性。

(5) 习题丰富,附有答案。每章提供了一定数量的习题供考生自测,并配有参考答案与解析,有利于考生巩固所学知识、提高解题能力。

(6) 全真试题实战演练。提供 2 套考前模拟试卷供考生考前进行实战演练。试题题型、考点分布、题目难度与真题相当,便于考生熟悉考试方法、试题形式,全面了解试题的深度和广度。

本书特别适合参加计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试的考生使用,也可作为相应培训班的教材,以及大、中专院校师生的教学参考书。

本书由葛武滇、严云洋、何光明主编。此外,参与本书组织、编写和资料搜集的还有云邈、陈海燕、王珊珊、王宏华、张居晓、史国川、乔正洪、徐卫军、邓丽萍、陈科燕、李佐勇、陈智、吴涛涛、王程凌等,在此一并表示感谢。同时在编写本书的过程中,还参考了许多相关的书籍和资料,在此也对这些参考文献的作者表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在错漏和不妥之处,敬请读者批评指正。联系邮箱: iteditor@126.com。

编 者

# 目 录

<b>第 1 章 计算机系统知识</b> ..... 1	
1.1 备考指南..... 1	
1.1.1 考纲要求..... 1	
1.1.2 考点统计..... 2	
1.1.3 命题特点..... 2	
1.2 考点串讲..... 2	
1.2.1 数据表示与校验码..... 2	
1.2.2 计算机系统硬件基本组成..... 4	
1.2.3 存储系统..... 6	
1.2.4 输入输出技术..... 10	
1.2.5 总线结构..... 11	
1.2.6 指令系统..... 12	
1.2.7 可靠性与系统性能评测..... 13	
1.3 真题详解..... 15	
1.4 强化训练..... 23	
1.4.1 综合知识试题..... 23	
1.4.2 综合知识试题参考答案..... 25	
<b>第 2 章 程序语言基础知识</b> ..... 29	
2.1 备考指南..... 29	
2.1.1 考纲要求..... 29	
2.1.2 考点统计..... 29	
2.1.3 命题特点..... 30	
2.2 考点串讲..... 30	
2.2.1 程序语言概述..... 30	
2.2.2 语言处理程序基础..... 34	
2.2.3 文法和有限自动机..... 36	
2.3 真题详解..... 40	
2.4 强化训练..... 47	
2.4.1 综合知识试题..... 47	
2.4.2 综合知识试题参考答案..... 49	
<b>第 3 章 操作系统知识</b> ..... 51	
3.1 备考指南..... 51	
3.1.1 考纲要求..... 51	
3.1.2 考点统计..... 51	
3.1.3 命题特点..... 52	
3.2 考点串讲..... 52	
3.2.1 操作系统基础知识..... 52	
3.2.2 处理机管理..... 54	
3.2.3 存储管理..... 58	
3.2.4 设备管理..... 62	
3.2.5 文件管理..... 65	
3.2.6 作业管理..... 69	
3.2.7 操作系统实例..... 71	
3.3 真题详解..... 73	
3.4 强化训练..... 80	
3.4.1 综合知识试题..... 80	
3.4.2 综合知识试题参考答案..... 83	
<b>第 4 章 系统开发和运行</b> ..... 87	
4.1 备考指南..... 87	
4.1.1 考纲要求..... 87	
4.1.2 考点统计..... 88	
4.1.3 命题特点..... 88	
4.2 考点串讲..... 89	
4.2.1 软件工程基础知识..... 89	
4.2.2 系统分析..... 98	
4.2.3 系统设计..... 102	
4.2.4 系统实施..... 107	
4.2.5 系统运行和维护..... 112	
4.3 真题详解..... 114	
4.3.1 综合知识试题..... 114	
4.3.2 案例分析试题..... 130	
4.4 强化训练..... 141	
4.4.1 综合知识试题..... 141	
4.4.2 案例分析试题..... 144	
4.4.3 综合知识试题参考答案..... 147	

4.4.4	案例分析试题参考答案	150	7.1.2	考点统计	201
<b>第5章</b>	<b>网络基础知识</b>	<b>153</b>	7.1.3	命题特点	202
5.1	备考指南	153	7.2	考点串讲	202
5.1.1	考纲要求	153	7.2.1	基本概念	202
5.1.2	考点统计	154	7.2.2	数据模型	205
5.1.3	命题特点	154	7.2.3	关系代数	208
5.2	考点串讲	154	7.2.4	关系数据库 SQL 语言简介	211
5.2.1	计算机网络的概 念 与 ISO/OSI 网络体系结构	154	7.2.5	关系数据库的规范化	217
5.2.2	网络互连硬件	156	7.2.6	数据库的控制功能	220
5.2.3	网络的协议与标准	157	7.2.7	数据库的分析与设计	222
5.2.4	Internet 及应用	161	7.3	真题详解	223
5.2.5	网络安全	163	7.3.1	综合知识试题	223
5.2.6	使用 HTML 制作网页	166	7.3.2	案例分析试题	231
5.3	真题详解	171	7.4	强化训练	242
5.4	强化训练	178	7.4.1	综合知识试题	242
5.4.1	综合知识试题	178	7.4.2	案例分析试题	244
5.4.2	综合知识试题参考答案	181	7.4.3	综合知识试题参考答案	247
<b>第6章</b>	<b>多媒体基础知识</b>	<b>185</b>	7.4.4	案例分析试题参考答案	249
6.1	备考指南	185	<b>第8章</b>	<b>数据结构</b>	<b>253</b>
6.1.1	考纲要求	185	8.1	备考指南	253
6.1.2	考点统计	185	8.1.1	考纲要求	253
6.1.3	命题特点	186	8.1.2	考点统计	253
6.2	考点串讲	186	8.1.3	命题特点	254
6.2.1	多媒体的基本概念	186	8.2	考点串讲	254
6.2.2	声音	187	8.2.1	线性结构	254
6.2.3	图形和图像	189	8.2.2	数组、矩阵和广义表	258
6.2.4	动画和视频	191	8.2.3	树	260
6.2.5	多媒体网络	194	8.2.4	图	263
6.2.6	多媒体计算机系统	194	8.2.5	查找	266
6.3	真题详解	195	8.2.6	排序	271
6.4	强化训练	198	8.3	真题详解	273
6.4.1	综合知识试题	198	8.3.1	综合知识试题	273
6.4.2	综合知识试题参考答案	199	8.3.2	案例分析试题	283
<b>第7章</b>	<b>数据库技术</b>	<b>201</b>	8.4	强化训练	292
7.1	备考指南	201	8.4.1	综合知识试题	292
7.1.1	考纲要求	201	8.4.2	案例分析试题	295
			8.4.3	综合知识试题参考答案	297
			8.4.4	案例分析试题参考答案	299

<b>第 9 章 算法设计和分析</b> .....	301	10.4 强化训练 .....	378
9.1 备考指南.....	301	10.4.1 综合知识试题 .....	378
9.1.1 考纲要求.....	301	10.4.2 案例分析试题 .....	381
9.1.2 考点统计.....	301	10.4.3 综合知识试题参考答案.....	390
9.1.3 命题特点.....	302	10.4.4 案例分析试题参考答案.....	393
9.2 考点串讲.....	302	<b>第 11 章 标准化和软件知识产权</b>	
9.2.1 算法设计与分析基础.....	302	<b>基础知识</b> .....	399
9.2.2 分治法.....	304	11.1 备考指南 .....	399
9.2.3 动态规划法.....	305	11.1.1 考纲要求 .....	399
9.2.4 贪心法.....	306	11.1.2 考点统计 .....	399
9.2.5 回溯法.....	306	11.1.3 命题特点 .....	400
9.2.6 其他.....	307	11.2 考点串讲 .....	400
9.3 真题详解.....	310	11.2.1 标准化基础知识 .....	400
9.3.1 综合知识试题.....	310	11.2.2 知识产权基础知识.....	405
9.3.2 案例分析试题.....	313	11.3 真题详解 .....	414
9.4 强化训练.....	317	11.4 强化训练 .....	416
9.4.1 综合知识试题.....	317	11.4.1 综合知识试题 .....	416
9.4.2 案例分析试题.....	318	11.4.2 综合知识试题参考答案.....	417
9.4.3 综合知识试题参考答案 .....	321	<b>第 12 章 计算机专业英语</b> .....	419
9.4.4 案例分析试题参考答案 .....	321	12.1 备考指南 .....	419
<b>第 10 章 面向对象技术</b> .....	323	12.1.1 考纲要求 .....	419
10.1 备考指南.....	323	12.1.2 考点统计 .....	419
10.1.1 考纲要求.....	323	12.1.3 命题特点 .....	420
10.1.2 考点统计.....	323	12.2 考点串讲 .....	420
10.1.3 命题特点.....	324	12.3 真题详解 .....	427
10.2 考点串讲.....	324	12.4 强化训练 .....	431
10.2.1 面向对象的基本概念 .....	324	12.4.1 综合知识试题 .....	431
10.2.2 面向对象程序设计 .....	325	12.4.2 综合知识试题参考答案.....	432
10.2.3 面向对象开发技术 .....	328	<b>第 13 章 考前模拟卷</b> .....	433
10.2.4 面向对象分析与设计 .....	328	13.1 模拟试卷 .....	433
10.2.5 设计模式.....	332	13.1.1 模拟试卷一 .....	433
10.2.6 C++程序设计.....	334	13.1.2 模拟试卷二 .....	448
10.2.7 Java 程序设计 .....	340	13.2 模拟试卷参考答案 .....	463
10.3 真题详解.....	343	13.2.1 模拟试卷一参考答案.....	463
10.3.1 综合知识试题.....	343	13.2.2 模拟试卷二参考答案.....	479
10.3.2 案例分析试题.....	353		

# 第 1 章

## 计算机系统知识

### 1.1 备考指南

#### 1.1.1 考纲要求

根据考试大纲中相应的考核要求,在“计算机系统知识”模块上,要求考生掌握以下方面的内容。

##### 1. 数值及其转换

二进制、十进制和十六进制等常用数制及其相互转换

##### 2. 计算机内数据的表示

- 数的表示(原码、反码、补码、移码表示,整数和实数的机内表示,精度和溢出)
- 非数值表示(字符和汉字表示、声音表示、图像表示)、校验方法和校验码

##### 3. 算术运算和逻辑运算

- 计算机中的二进制数运算方法
- 逻辑代数的基本运算

##### 4. 其他数学基础知识

##### 5. 计算机系统的组成、体系结构的分类及特性

- CPU 和存储器的组成、性能和基本工作原理
- 常用 I/O 设备、通信设备的性能以及基本工作原理
- I/O 接口的功能、类型和特性
- CISC/RISC、流水线操作、多处理机、并行处理

##### 6. 存储系统

- 虚拟存储器的基本工作原理、多级存储体系



- RAID 的类型和特性
7. 可靠性与系统性能评测的基础知识
- 诊断和容错
  - 系统可靠性分析评价
  - 计算机系统性能评测方式

## 1.1.2 考点统计

“计算机系统知识”模块，在历次软件设计师考试试卷中出现的考核知识点及分值分布情况如表 1.1 所示。

表 1.1 历年考点统计表

年份	题号	知识点	分值
2010 年 下半年	上午: 1~6	输入输出控制方法、补码运算、字长、寄存器、存储器的组织、磁盘操作	6 分
	下午: 无	无	0 分
2010 年 上半年	上午: 1~6、 20	寄存器、可靠度的计算、中断的概念、逻辑表达式、指令的执行、计算机字长、补码	7 分
	下午: 无	无	0 分
2009 年 下半年	上午: 1~6	CPU 的组成和部件、浮点数、校验码、cache 的性能、CISC 和 RISC 的区别	6 分
	下午: 无	无	0 分
2009 年 上半年	上午: 1~6	校验码、计算机数据表示、硬盘容量、存储器方式、总线分类	6 分
	下午: 无	无	0 分

## 1.1.3 命题特点

纵观历年试卷，本章知识点是以选择题的形式出现在试卷中。在历次考试上午试卷中，所考查的题量大约为 6 道选择题，所占分值为 6 分(约占试卷总分值 75 分中的 8%)。本章试题主要考查考生是否掌握了相关的理论知识，难度中等。

# 1.2 考点串讲

## 1.2.1 数据表示与校验码

### 一、数据表示

各种数据在计算机中表示的形式称为机器数，其特点是数的符号用 0、1 表示。机器数对应的实际数值称为该数的真值。机器数又分为无符号数和带符号数两种。无符号数表示正数，在机器数中没有符号位。对于带符号数，机器数的最高位是表示正、负的符号位，其余二进制位表示数值。带符号的机器数可采用原码、反码、补码、移码等编码方法。机器数的这些编码方法称为码制。

#### 1. 原码、反码、补码和移码

##### 1) 原码

在原码表示中，机器数的最高位是符号位，0 代表正号，1 代表负号，余下各位是数的

绝对值。零有两个编码, 即 $[+0]_{原}=00000000$ ,  $[-0]_{原}=10000000$ 。原码表示方法的优点在于数的真值和它的原码表示之间的对应关系简单, 相互转换容易, 用原码实现乘除运算的规则简单。缺点是用原码实现加减运算很不方便。

## 2) 反码

在反码表示中, 机器数的最高位是符号位, 0 代表正号, 1 代表负号。当符号位为 0 时, 其余几位即为此数的二进制值; 但若符号位为 1 时, 则要把其余几位按位取反, 才是它的二进制值。零有两个编码, 即 $[+0]_{反}=00000000$ ,  $[-0]_{反}=11111111$ 。

## 3) 补码

在补码表示中, 机器数的最高位是符号位, 0 代表正号, 1 代表负号。当符号位为 0(即正数)时, 其余几位即为此数的二进制值; 但若符号位为 1(即负数)时, 其余几位不是此数的二进制值, 需把它们按位取反, 且最低位加 1, 才是它的二进制值。零有唯一的编码, 即 $[+0]_{补}=[-0]_{补}=00000000$ 。补码表示的两个数在进行加法运算时, 只要结果不超出机器所能表示的数值范围, 可以把符号位与数值位同等处理, 运算后的结果按 2 取模后, 得到的新结果就是本次加法运算的结果。

## 4) 移码

移码表示法是在数  $X$  上增加一个偏移量来定义的, 常用于表示浮点数中的阶码。如果机器字长为  $n$ , 规定偏移量为  $2^{n-1}$ , 则移码定义为: 若  $X$  是纯整数, 则 $[X]_{移}=2^{n-1}+X(-2^{n-1} \leq X < 2^{n-1})$ ; 若  $X$  是纯小数, 则 $[X]_{移}=1+X(-1 \leq X < 1)$ 。

# 2. 定点数和浮点数

## 1) 定点数

所谓定点数, 就是小数点的位置固定不变的数。小数点的位置通常有两种约定方式: 定点整数(纯整数, 小数点在最低有效数值位之后)和定点小数(纯小数, 小数点在最高有效数值位之前)。

## 2) 浮点数

浮点数是小数点位置不固定的数, 它能表示更大范围的数。浮点数的表示格式如图 1.1 所示。在浮点表示法中, 阶码通常为带符号的纯整数, 尾数为带符号的纯小数。

阶 符	阶 码	数 符	尾 数
-----	-----	-----	-----

图 1.1 浮点数的表示格式

浮点数通常表示成

$$N = M \cdot R^E$$

式中:  $M$  称为尾数,  $R$  称为基数,  $E$  称为阶码。因此, 若表示一个浮点数, 要给出尾数  $M$ , 它决定了浮点数的表示精度; 同时要给出阶码  $E$ , 它指出了小数点在数据中的位置, 决定了浮点数的表示范围(若表示范围超出了计算机的表达范围, 就称为溢出)。

## 3) 工业标准 IEEE 754

IEEE 754 是由 IEEE 制定的有关浮点数的工业标准, 被广泛采用。该标准的表示形式如下

$$(-1)^S 2^E (b_0 b_1 b_2 b_3 \cdots b_{p-1})$$

式中:  $(-1)^S$  为该浮点数的数符, 当  $S$  为 0 时表示正数,  $S$  为 1 时表示负数;  $E$  为指数(阶码), 用移码表示;  $(b_0 b_1 b_2 b_3 \cdots b_{p-1})$  为尾数, 其长度为  $P$  位, 用原码表示。

## 二、校验码

计算机系统运行时, 各个部件之间要进行数据交换, 有两种方法可以确保数据在传送过程中正确无误, 一是提高硬件电路的可靠性; 二是提高代码的校验能力, 包括查错和纠错。通常使用校验码的方法来检测传送的数据是否出错。码距是校验码中的一个重要概念, 所谓码距, 是指一个编码系统中任意两个合法编码之间至少有多少个二进制位不同。

### 1. 奇偶校验

奇偶校验是一种简单有效的校验方法。其基本思想是, 通过在编码中增加一位校验位来使编码中 1 的个数为奇数(奇校验)或者为偶数(偶校验), 从而使码距变为 2。对于奇校验, 它可以检测代码中奇数位出错的编码, 但不能发现偶数位出错的情况, 即当合法编码中奇数位发生了错误, 也就是编码中的 1 变成 0 或 0 变成 1, 则该编码中 1 的个数的奇偶性就发生了变化, 从而可以发现错误。

常用的奇偶校验码有 3 种: 水平奇偶校验码、垂直奇偶校验码和水平垂直校验码。

### 2. 海明码

海明码的构成方法是: 在数据位之间插入  $k$  个校验码, 通过扩大码距来实现检错和纠错。设数据位是  $n$  位, 校验位是  $k$  位, 则  $n$  和  $k$  必须满足  $2^k - 1 \geq n + k$  的关系。

### 3. 循环冗余校验码

循环冗余校验码(CRC)广泛应用于数据通信领域和磁介质存储系统中。它利用生成多项式为  $k$  个数据位产生  $r$  个校验位来进行编码, 其编码长度为  $k+r$ 。CRC 的代码格式如图 1.2 所示。

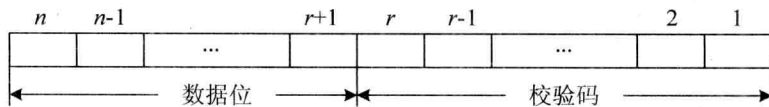


图 1.2 CRC 的代码格式

由此可知, 循环冗余校验码是由两部分组成的, 左边为信息码(数据), 右边为校验码。若信息码占  $k$  位, 则校验码就占  $n-k$  位。其中,  $n$  为 CRC 码的字长, 所以 CRC 码又称为  $(n, k)$  码。校验码是由信息码产生的, 校验码位数越长, 该代码的校验能力就越强。在求 CRC 编码时, 采用的是模 2 运算。模 2 运算加减运算的规则是按位运算, 不发生借位和进位。

## 1.2.2 计算机系统硬件基本组成

### 一、计算机系统硬件的基本组成

计算机的基本硬件系统由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部件组成。运算器、控制器等部件被集成在一起统称为中央处理单元(Central Processing Unit, CPU)。CPU 是硬件系统的核心, 用于数据的加工处理, 能完成各种算术、逻辑运算及控制功能。存储器是计算机系统记忆设备, 分为内部存储器和外部存储器。前者速度快、容量小, 一般用于临时存放程序、数据及中间结果。后者容量大、速度慢, 可以长期保存程序和数。输入设备和输出设备合称为外部设备(简称外设), 输入设备用于输入原始数据及各种命

令, 输出设备则用于输出计算机运行的结果。

## 二、中央处理单元

### 1. CPU 的组成

CPU 主要由运算器、控制器、寄存器组和内部总线等部件组成, 主要功能有指令控制、操作控制、时间控制和数据加工。

#### 1) 运算器

运算器由算术逻辑单元(Arithmetic and Logic Unit, ALU)、累加寄存器、数据缓冲寄存器和状态条件寄存器组成, 它是数据加工处理部件, 完成计算机的各种算术和逻辑运算。相对控制器而言, 运算器接受控制器的命令而进行动作, 即运算器所进行的全部操作都是由控制器发出的控制信号来指挥的, 所以它是执行部件。运算器有如下两个主要功能。

- 执行所有的算术运算, 如加、减、乘、除等基本运算及附加运算。
- 执行所有的逻辑运算并进行逻辑测试, 如与、或、非、零值测试或两个值的比较等。

下面简要介绍运算器的各组成部件及其功能。

(1) 算术逻辑单元。ALU 是运算器的重要组成部分, 负责处理数据, 实现对数据的算术运算和逻辑运算。

(2) 累加寄存器(AC)。AC 通常简称为累加器, 它是一个通用寄存器。其功能是当运算器的算术逻辑单元执行算术或逻辑运算时, 为 ALU 提供一个工作区。

(3) 数据缓冲寄存器(DR)。在对内存储器进行读写操作时, 用 DR 暂时存放由内存储器读写的一条指令或一个数据字, 并将不同时间段内读写的数据隔离开来。

(4) 状态条件寄存器(PSW)。PSW 保存由算术指令和逻辑指令运行或测试的结果建立的各种条件码和内容, 主要分为状态标志和控制标志, 如运算结果进位标志(C)、运算结果溢出标志(V)、运算结果为 0 标志(Z)、运算结果为负标志(N)、中断标志(I)、方向标志(D)和单步标志等。这些标志通常分别由一位触发器保存, 反映了当前指令执行完成之后的状态。通常, 一个算术操作产生一个运算结果, 而一个逻辑操作则产生一个判决。

#### 2) 控制器

运算器只能完成运算, 而控制器用于控制整个 CPU 的工作, 它决定了计算机运行过程的自动化。它不仅要保证程序的正确执行, 而且要能够处理异常事件。控制器一般包括指令控制逻辑、时序控制逻辑、总线控制逻辑和中断控制逻辑等几个部分。

(1) 指令寄存器(IR)。当 CPU 执行一条指令时, 先把它从内存储器读取到缓冲寄存器中, 再送入 IR 暂存, 指令译码器根据 IR 的内容产生各种微操作指令, 控制其他的组成部件工作, 从而完成所需的功能。

(2) 程序计数器(PC)。PC 具有寄存信息和计数两种功能, 又称为指令计数器。程序的执行分两种情况, 一种是顺序执行, 另一种是转移执行。在程序开始执行前, 将程序的起始地址送入 PC, 该地址在程序加载到内存时确定, 因此 PC 的内容即是程序第一条指令的地址。执行指令时, CPU 将自动修改 PC 的内容, 以便使其保持的总是将要执行的下一条指令的地址。由于大多数指令都是按顺序来执行的, 所以修改的过程通常只是简单地对 PC 加 1。当遇到转移指令时, 后继指令的地址根据当前指令的地址加上一个向前或向后转移的位移量得到, 或者根据转移指令给出的直接转移的地址得到。



(3) 地址寄存器(AR)。AR 保存当前 CPU 所访问的内存单元的地址。由于内存和 CPU 存在操作速度上的差异,所以需要使用 AR 保持地址信息,直到内存的读/写操作完成为止。

(4) 指令译码器(ID)。指令分为操作码和地址码两部分,为了能执行任何给定的指令,必须对操作码进行分析,以便识别所完成的操作。指令译码器就是对指令中的操作码字段进行分析和解释,识别该指令规定的操作,向操作控制器发出具体的控制信号,控制各部件工作,从而完成所需的功能。

### 3) 寄存器组

寄存器组可分为专用寄存器和通用寄存器。运算器和控制器中的寄存器是专用寄存器,其作用是固定的。通用寄存器用途广泛并可由程序员规定其用途,其数目因处理器的不同而有所差异。

## 2. 多核 CPU

核心(Die)又称为内核,是 CPU 最重要的组成部分。多核即在一个单芯片上面集成两个甚至更多个处理器内核,其中每个内核都有自己的逻辑单元、控制单元、中断处理器、运算单元,一级 cache、二级 cache 共享或独有,其部件的完整性和单核处理器内核相比完全一致。

## 1.2.3 存储系统

### 一、存储器的层次结构

计算机的三层存储体系结构如图 1.3 所示。

三层存储结构是高速缓存(cache)、主存储器(MM)和辅助存储器(外存储器)。若将 CPU 内部寄存器也看做是存储器的一个层次,那么存储器的层次分为四层。若有些计算机没有高速缓存,那么存储器的层次分为两层,即只有主存和辅存。

### 二、存储器的分类

#### 1. 按位置分类

存储器按位置分类,可分为内存和外存。

- 内存(主存): 用来存储当前运行所需要的程序和数据,速度快,容量小。
- 外存(辅存): 用来存储目前不参与运行的数据,容量大但速度慢。

#### 2. 按材料分类

存储器按材料分类,可分为磁存储器、半导体存储器和光存储器。

- 磁存储器: 用磁性介质做成的,如磁芯、磁泡、磁盘、磁带等。
- 半导体存储器: 根据所用元件又可分为双极型和 MOS 型;根据是否需要刷新又可分为静态和动态两类。
- 光存储器: 由光学、电学和机械部件等组成,如光盘存储器。

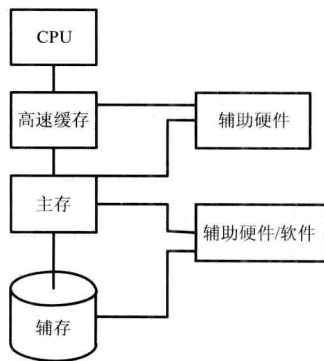


图 1.3 存储器层次结构示意图



### 3. 按工作方式分类

存储器按工作方式分类,可分为读写存储器和只读存储器。

- 读写存储器:既能读取数据也能存入数据的存储器。
- 只读存储器:根据数据写入方式,又可细分为固定只读存储器、可编程只读存储器、可擦除可编程只读存储器、电擦除可编程只读存储器和闪存存储器。

### 4. 按访问方式分类

存储器按访问方式分类,可分为按地址访问的存储器和按内容访问的存储器。

### 5. 按寻址方式分类

存储器按寻址方式分类,可分为随机存储器、顺序存储器和直接存储器。

- 随机存储器(Random Access Memory, RAM):这种存储器可对任何存储单元存入或读取数据,访问任何一个存储单元所需时间都是相同的。
- 顺序存储器(Sequentially Addressed Memory, SAM):访问数据所需时间与数据所在存储位置有关,磁带是典型的顺序存储器。
- 直接存储器(Direct Addressed Memory, DAM):介于随机存取和顺序存取之间的一种寻址方式。磁盘是一种直接存取控制器,它对磁道的寻址是随机的,而在一个磁道内,则是顺序寻址。

## 三、相联存储器

相联存储器是一种按内容访问的存储器。其工作原理是把数据或数据的某一部分作为关键字,将该关键字与存储器中的每一单元进行比较,找出存储器中所有与关键字相同的数据字。

相联存储器可用在高速缓冲存储器中,在虚拟存储器中用来做段表、页表或快表存储器,还可以用在数据库和知识库中。

## 四、高速缓存

高速缓存(cache)是位于CPU和主存之间的高速存储子系统。采用高速缓存的主要目的是提高存储器的平均访问速度,使存储器的速度与CPU的速度相匹配。cache的存在对程序员是透明的。其地址变换和数据块的替换算法均由硬件实现。通常cache被集成到CPU内,以提高访问速度,其主要特点是容量小、速度快、成本高。

### 1. cache的组成

cache由两部分组成:控制部分和cache存储器部分。cache存储器部分用来存放主存的部分复制信息。控制部分的功能是:判断CPU要访问的信息是否在cache存储器中,若在即为命中,若不在则没有命中。命中时直接对cache存储器寻址;未命中时,要按照替换原则,决定主存的一块信息放到cache的哪一块里面。

### 2. cache中的地址映像方法

因为处理机访问都是按主存地址访问的,而应从cache存储器中读写信息,因此就需要地址映像,即把主存中的地址映射成cache存储器中的地址。地址映像的方法有三种:直接映像、全相联映像和组相联映像。

直接映像就是主存的块与cache中块的对应关系是固定的。主存中的块只能存放在



cache 存储器的相同块号中。因此,只要主存地址中的主存区号与 cache 中的主存区号相同,则表明访问 cache 命中。一旦命中,以主存地址中的区内块号立即可得到要访问的 cache 中的块。这种方式的优点是地址变换很简单,缺点是灵活性差。

全相联映像允许主存的任一块可以调入 cache 的任何一块的空间中。在地址变换时,利用主存地址高位表示的主存块号与 cache 中的主存块号进行比较,若相同则为命中。这种方式的优点是主存的块调入 cache 的位置不受限制,十分灵活;其缺点是无法从主存块号中直接获得 cache 的块号,变换比较复杂,速度比较慢。

组相联映像是前面两种方式的折中。具体做法是将 cache 中的块再分成组。组相联映像就是规定组采用直接映像方式而块采用全相联映像方式。这种方式下,通过直接映像方式来决定组号,在一组内再用全映像方式来决定 cache 中的块号。由主存地址高位决定主存区号,与 cache 中区号比较可决定是否命中。主存后面的地址即为组号,但组块号要根据全相联映像方式,由记录可以决定组内块号。

### 3. 替换算法

选择替换算法的目标是使 cache 获得最高的命中率。常用的替换算法有如下几种。

- 随机替换(RAND)算法:用随机数发生器产生一个要替换的块号,将该块替换出去。
- 先进先出(FIFO)算法:将最先进入的 cache 信息块替换出去。
- 近期最少使用(LRU)算法:将近期最少使用的 cache 中的信息块替换出去。这种算法较先进先出算法要好些,但此法也不能保证过去不常用的将来也不常用。
- 优化替换(OPT)算法:先执行一次程序,统计 cache 的替换情况。有了这样的先验信息,在第二次执行该程序时便可以用最有效的方式来替换,达到最优的目的。

### 4. cache 的性能分析

若  $H$  为 cache 的命中率,  $t_c$  为 cache 的存取时间,  $t_m$  为主存的访问时间,则 cache 的等效访问时间  $t_a$  为

$$t_a = Ht_c + (1-H)t_m$$

使用 cache 比不使用 cache 的 CPU 访问存储器的速度提高的倍数  $r$  可以用下式求得

$$r = t_m / t_a$$

## 五、虚拟存储器

虚拟存储器是由主存、辅存、存储管理单元及操作系统中存储管理软件组成的存储系统。程序员使用该存储系统时,可以使用的内存空间可以远远大于主存的物理空间,但实际上并不存在那么大的主存,故称其为虚拟存储器。虚拟存储器的空间大小取决于计算机的访存能力而不是实际外存的大小,实际存储空间可以小于虚拟地址空间。从程序员的角度看,外存被看做逻辑存储空间,访问的地址是一个逻辑地址(虚地址),虚拟存储器使存储系统既具有相当于外存的容量又有接近于主存的访问速度。

虚拟存储器的访问也涉及虚地址与实地址的映像、替换算法等,这与 cache 中的类似。前面我们讲的地址映像以块为单位,而在虚拟存储器中,地址映像以页为单位。设计虚拟存储系统需考虑的指标是主存空间利用率和主存的命中率。

## 六、外存储器

外存储器用来存放暂时不用的程序和数据,并且以文件的形式存储。CPU 不能直接访

问外存中的程序和数据, 将其以文件为单位调入主存后方可访问。外存由磁表面存储器(如磁盘、磁带)及光盘存储器构成。

### 1. 磁盘存储器

磁盘存储器由盘片、驱动器、控制器和接口组成。盘片用来存储信息; 驱动器用于驱动磁头沿盘面径向运动以寻找目标磁道位置, 驱动盘片以额定速率稳定旋转, 并且控制数据的写入和读出; 控制器接收主机发来的命令, 将它转换成磁盘驱动器的控制命令, 并实现主机和驱动器之间数据格式的转换及数据传送, 以控制驱动器的读写操作; 接口是主机和磁盘存储器之间的连接逻辑。

磁盘容量有两种指标: 一种是非格式化容量, 它是指一个磁盘所能存储的总位数; 另一种是格式化容量, 它是指各扇区中数据区容量的总和。计算公式分别如下

$$\begin{aligned} \text{非格式化容量} &= \text{面数} \times (\text{磁道数/面}) \times \text{内圆周长} \times \text{最大位密度} \\ \text{格式化容量} &= \text{面数} \times (\text{磁道数/面}) \times (\text{扇区数/道}) \times (\text{字节数/扇区}) \end{aligned}$$

### 2. 光盘存储器

(1) 光盘存储器的类型。根据性能和用途, 可分为只读型光盘、只写一次型光盘和可擦除型光盘。

(2) 光盘存储器的组成及特点。光盘存储器由光学、电学和机械部件等组成。特点是记录密度高, 存储容量大, 采用非接触式读写信息, 信息可长期保存, 采用多通道记录时数据传输率可超过 200MB/s, 制造成本低, 对机械结构的精度要求不高, 存取时间较长。

## 七、磁盘阵列技术

磁盘阵列是由多台磁盘存储器组成的、快速、大容量且高可靠的外存子系统。现在常见的廉价冗余磁盘阵列(Redundant Array of Inexpensive Disks, RAID), 就是一种由多块廉价磁盘构成的冗余阵列。虽然 RAID 包含多块磁盘, 但是在操作系统下是作为一个独立的大型存储设备出现的。RAID 技术分为几种不同的等级, 分别可以提供不同的速度、安全性和性价比, 如表 1.2 所示。

表 1.2 廉价冗余磁盘阵列(RAID)

RAID 级	说 明
RAID-0	RAID-0 是一种不具备容错能力的磁盘阵列
RAID-1	RAID-1 是采用镜像容错技术改善可靠性的一种磁盘阵列
RAID-2	RAID-2 是采用海明码进行错误检测的一种磁盘阵列
RAID-3	RAID-3 减少了用于检验的磁盘存储器的台数, 从而提高了磁盘阵列的有效容量。一般只有一个检验盘
RAID-4	RAID-4 是一种可独立地对组内各磁盘进行读写的磁盘阵列, 该阵列也只用一个检验盘
RAID-5	RAID-5 是对 RAID-4 的一种改进, 它不设置专门的检验盘。同一台磁盘上既记录数据, 也记录检验信息。这就解决了前面多台磁盘机争用一台检验盘的问题
RAID-6	RAID-6 磁盘阵列采用两级数据冗余和新的数据编码以解决数据恢复问题, 在两个磁盘出现故障时仍然能够正常工作。在进行写操作时, RAID-6 分别进行两个独立的校验运算, 形成两个独立的冗余数据, 并写入两个不同的磁盘



## 1.2.4 输入输出技术

### 一、常见的内存与接口的编址方式

#### 1. 内存与接口地址独立的编址方法

内存地址与接口地址完全独立且相互隔离, 在使用中内存用于存放程序和数据, 而接口就用于寻址外设。这种编址方法的优点是在编程序和读程序时很易使用和辨认; 缺点就是用于接口的指令太少, 功能太弱。

#### 2. 内存与接口地址统一编址的方法

内存地址与接口地址统一在一个公共的地址空间, 在这些地址空间里拿一些地址分配给接口使用而剩下的就可以归内存使用。这种编址方法的优点是原则上用于内存的指令全部都可以用于接口。其缺点就在于整个地址空间被分成两部分, 一部分分配给接口使用, 另一部分分配给内存使用, 这经常会导致内存地址不连续; 再就是用于内存的指令和用于接口的指令是完全一样的, 这在读程序时就要根据参数定义表仔细加以辨认。

### 二、CPU 与外设之间的数据传送方式

CPU 与外设之间的数据传送方式有如下几种。

#### 1. 直接程序控制

这种方式是指在完成数据的输入/输出中, 整个输入输出过程是在 CPU 执行程序的控制下完成的。这种方式还可以分为如下几种。

- 无条件传送方式: 无条件地与 CPU 交换数据。
- 程序查询方式: 先通过 CPU 查询外设状态, 准备好之后再与 CPU 交换数据。程序查询方式有两大缺点: 降低了 CPU 的效率; 对外部的突发事件无法作出实时响应。优点在于这种思想很易理解, 同时实现这种工作方式也很容易。

#### 2. 中断控制

这种方式利用中断机制, 当 I/O 系统与外设交换数据时, CPU 无须等待, 也不必查询 I/O 状态即可以抽身出来处理其他任务, 因此提高了系统效率。

(1) 中断处理方法。中断处理方法有多中断信号线法、中断软件查询法、菊花链法、总线仲裁法及中断向量表法。

(2) 中断优先级控制。在进行优先级控制时解决以下两种情况。

- 当不同优先级的多个中断源同时提出中断请求时, CPU 应优先响应优先级最高的中断源。
- 当 CPU 正在对某一个中断源服务时, 又有比它优先级更高的中断源提出中断请求, CPU 应能暂时中断正在执行的中断服务程序而转去对优先级更高的中断源服务, 服务结束后再回到原先被中断的优先级较低的中断服务程序继续执行。

#### 3. 直接存取方式

这种方式是在存储器与 I/O 设备间直接传送数据, 即在内存与 I/O 设备之间传送一个数据块的过程中, 不需要 CPU 的任何干涉, 是一种完全由 DMA(Direct Memory Access, 直接内存存取)硬件完成 I/O 操作的方式。