



全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试指定用书

# 软件设计师教程

## （第三版）

胡圣明 褚华 主编

全国计算机专业技术资格考试办公室组编

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）考试指定用书

# 软件设计师教程

## （第三版）

胡圣明 褚华 主编

全国计算机专业技术资格考试办公室组编

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书作为中级职称的软考指定教材，具有比较权威的指导意义。本书根据《软件设计师考试大纲》的重点内容，阐述了12章的内容，考生在学习教材内容的同时，还须对照考试大纲（2009版），认真学习和复习大纲的知识点。

本书是在《软件设计师考试大纲》的指导下，对《软件设计师教程（第2版）》进行了认真的修编，重写而成。

本书适合参加本考试的考生和大学在校生作为教材。

本书扉页为防伪页，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

软件设计师教程（第三版）/ 胡圣明，褚华主编. —北京：清华大学出版社，2009.8  
（全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试指定用书）  
ISBN 978-7-302-20584-5

I. 软… II. ①胡…②褚… III. 软件设计-工程技术人员-资格考核-自学参考资料  
IV. TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 117056 号

责任编辑：柴文强 薛 阳

责任校对：徐俊伟

责任印制：何 芊

出版发行：清华大学出版社

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编：100084

社 总 机：010-62770175

邮 购：010-62786544

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

印 刷 者：北京四季青印刷厂

装 订 者：三河市新茂装订有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：185×230 印 张：42.25 防伪页：1 字 数：890 千字

版 次：2009 年 8 月第 3 版 印 次：2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数：1~20000

定 价：66.00 元

---

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题，请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话：(010)62770177 转 3103 产品编号：034385-01

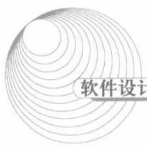
# 序 言

软件产业是信息产业的核心之一，是经济社会发展的基础性、先导性和战略性产业，在推进信息化与工业化融合、促进发展方式转变和产业结构升级、维护国家安全等方面有着重要作用。党中央、国务院高度重视软件产业发展，先后出台了 18 号文件、47 号文件等一系列政策措施，营造了良好的发展环境。近年来，我国软件产业进入快速发展期。2007 年销售收入达到 5834 亿元，出口 102.4 亿美元，软件从业人数达 148 万人。全国共认定软件企业超过 1.8 万家，登记备案软件产品超过 5 万个。软件技术创新取得突破，国产操作系统、数据库、中间件等基础软件相继推出并得到了较好的应用。软件与信息服务外包蓬勃发展，软件正版化工作顺利推进。

随着软件产业的快速发展，软件人才需求日益迫切。为适应产业发展需求、规范软件专业技术人员技术资格，20 余年前全国计算机软件考试创办，率先执行了以考代评政策。近年来，考试作了很多积极的探索，进行了一系列改革，考试名称、考试内容、专业类别、职业岗位也作了相应的变化。目前，考试名称已调整为计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试，涉及 5 个专业类别、3 个级别层次共 27 个职业岗位，采取水平考试的形式，执行资格考试政策，并扩展到高级资格，取得了良好效果。20 余年来，累计报考人数近 200 万，影响力不断扩大。程序员、软件设计师、系统分析师、网络工程师、数据库系统工程师的考试标准已与日本相应考试级别实现互认，程序员和软件设计师的考试标准与韩国实现互认。通过考试，一大批软件人才脱颖而出，为加快培育软件人才队伍、推动软件产业健康发展起到了重要作用。

最近，工业和信息化部电子教育与考试中心组织了一批具有较高理论水平和丰富实践经验的专家编写了这套全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试教材和辅导用书。按照考试大纲的要求，教材和辅导用书全面介绍相关知识与技术，帮助考生学习备考，将为软件考试的规范和完善起到积极作用。

我相信，通过社会各界共同努力，全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试将



更加规范、科学,培养出更多专业技术人才,为加快发展信息产业、推动信息化与工业化融合做出积极贡献。

工业和信息化部副部长 **姜勋**

# 前 言

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试实施至今已经历了二十余年，在社会上产生了很大的影响，对我国软件产业的形成和发展做出了重要的贡献。为了适应我国计算机信息技术发展的需求，人力资源和社会保障部、工业和信息产业部决定将考试的级别拓展到计算机信息技术行业的各个方面，以满足社会上对各种计算机信息技术人才的需要。

编者受全国计算机专业技术资格考试办公室委托，对《软件设计师教程（第2版）》一书进行修订，以适应新的考试大纲要求。在考试大纲中，要求考生掌握的知识面很广，每个章节的内容都能构成相关领域的一门课程，因此编写的难度很高。考虑到参加考试的人员已有一定的基础，所以本书中只对考试大纲中所涉及到的知识领域的要点加以阐述，但限于篇幅所限，不能详细地展开，请读者谅解。

全书共分12章，各章节内容安排如下：

第1章主要介绍计算机系统基础知识、计算机体系结构以及安全性、可靠性和系统性能评测基础。

第2章主要介绍程序设计语言的基本概念与基本成分，阐述了汇编程序、编译程序与解释程序的基本原理。

第3章主要介绍操作系统中处理机管理、存储管理、设备管理、文件管理、作业管理以及网络语嵌入式操作系统基础知识。

第4章主要介绍软件工程基础知识、系统分析与设计基础知识、系统实施知识以及系统运行和维护知识。

第5章主要介绍网络体系结构、网络互联硬件、网络协议与标准、Internet应用以及网络安全知识。

第6章主要介绍多媒体的基本概念、声音的基本概念和格式、图形和图像、动画和视频、多媒体网络和多媒体计算机系统。

第7章主要介绍数据库的基本概念、数据模型、关系代数、SQL语言、规范化理论和事务处理。

第8章主要介绍数据结构中线性结构、数组、矩阵、广义表、树和图的基本概念，阐述了查找和排序的基本方法和算法。

第9章主要介绍算法设计与分析的基本概念，详细阐述了分治法、动态规划法、贪心法、

回溯法、分支界限法、概率算法以及近似算法。

第 10 章主要介绍面向对象的基本概念、面向对象程序设计与开发技术、讨论了面向对象分析与设计方法,介绍了设计模式的概念和应用。

第 11 章主要介绍标准化与知识产权基础知识。

第 12 章主要介绍结构化分析与设计、数据库分析与设计、面向对象分析与设计、算法分析与设计以及面向过程、面向对象的程序设计语实现。

本书第 1 章计算机系统知识、第 2 章程序语言基础知识由张淑平编写,第 3 章操作系统知识由王亚平编写,第 4 章系统开发和运行知识由褚华、霍秋燕编写,第 5 章网络基础知识由严体华编写,第 6 章多媒体基础知识由刘强编写,第 7 章数据库技术基础由王亚平编写,第 8 章数据结构由张淑平编写,第 9 章算法设计与分析由覃桂敏、褚华编写,第 10 章面向对象技术由褚华、胡圣明、陈平编写,第 11 章标准化和软件知识产权基础知识由刘强编写,第 12 章软件系统分析与设计由王亚平、胡圣明、霍秋燕、覃桂敏、张淑平编写,最后由胡圣明统稿。

在本书的编写过程中,参考了许多相关的书籍和资料,编者在此对这些参考文献的作者表示感谢。同时感谢清华大学出版社在本书出版过程中所给予的支持和帮助。

因水平有限,书中难免存在错漏和不妥之处,望读者指正,以利改进和提高。

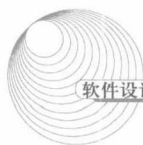
编 者

2009 年 4 月

# 目 录

<b>第 1 章 计算机系统知识</b> .....	1	3.2.1 基本概念	98
1.1 计算机系统基础知识 .....	1	3.2.2 进程的控制	102
1.1.1 计算机系统硬件基本组成	1	3.2.3 进程间的通信	103
1.1.2 中央处理单元	1	3.2.4 管程	107
1.1.3 数据表示	4	3.2.5 进程调度	109
1.1.4 校验码	9	3.2.6 死锁	111
1.2 计算机体系结构 .....	11	3.2.7 线程	115
1.2.1 计算机体系结构的发展	11	3.3 存储管理 .....	115
1.2.2 存储系统	19	3.3.1 基本概念	116
1.2.3 输入输出技术	28	3.3.2 存储管理方案	117
1.2.4 总线结构	32	3.3.3 分页存储管理	118
1.3 安全性、可靠性与系统性能评测		3.3.4 分段存储管理	121
基础知识 .....	34	3.3.5 段页式存储管理	122
1.3.1 计算机安全概述	34	3.3.6 虚拟存储管理	123
1.3.2 加密技术和认证技术	37	3.4 设备管理 .....	128
1.3.3 计算机可靠性	44	3.4.1 设备管理概述	128
1.3.4 计算机系统的性能评价	47	3.4.2 I/O 软件	129
<b>第 2 章 程序语言基础知识</b> .....	51	3.4.3 设备管理采用的相关缓冲技术	130
2.1 程序语言概述 .....	51	3.4.4 磁盘调度	132
2.1.1 程序语言的基本概念	51	3.5 文件管理 .....	134
2.1.2 程序语言的基本成分	55	3.5.1 文件与文件系统	135
2.2 语言处理程序基础 .....	61	3.5.2 文件的结构和组织	136
2.2.1 汇编程序基本原理	61	3.5.3 文件目录	137
2.2.2 编译程序基本原理	64	3.5.4 存取方法和存储空间的管理	139
2.2.3 解释程序基本原理	91	3.5.5 文件的使用	141
<b>第 3 章 操作系统知识</b> .....	94	3.5.6 文件的共享和保护	141
3.1 操作系统基础知识 .....	94	3.5.7 系统的安全与可靠性	143
3.1.1 操作系统的定义与作用	94	3.6 作业管理 .....	145
3.1.2 操作系统的特征与功能	94	3.6.1 作业与作业控制	145
3.1.3 操作系统的类型	95	3.6.2 作业调度	146
3.2 处理机管理 .....	98	3.6.3 用户界面	147

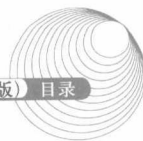




3.7 网络与嵌入式操作系统基础知识	148
3.7.1 网络操作系统	148
3.7.2 嵌入式操作系统	149
3.8 UNIX 操作系统实例	150
3.8.1 UNIX 操作系统	150
3.8.2 UNIX 文件系统	150
3.8.3 UNIX 进程与存储管理	152
3.8.4 UNIX 设备管理	152
3.8.5 shell 程序	154
<b>第4章 系统开发和运行知识</b>	159
4.1 软件工程基础知识	159
4.1.1 软件工程概述	159
4.1.2 软件需求分析	163
4.1.3 软件开发项目管理	165
4.1.4 软件配置管理	171
4.1.5 软件工具与软件开发环境	173
4.1.6 软件过程管理	176
4.1.7 软件质量管理与质量保证	180
4.2 系统分析基础知识	188
4.2.1 系统分析概述	188
4.2.2 结构化分析方法	190
4.2.3 系统分析报告	195
4.3 系统设计知识	197
4.3.1 系统设计的内容和步骤	197
4.3.2 系统设计的基本原理	199
4.3.3 系统总体结构设计	200
4.3.4 结构化设计方法	205
4.3.5 面向数据结构的设计方法	207
4.3.6 系统详细设计	209
4.4 系统实施知识	213
4.4.1 系统实施概述	213
4.4.2 程序设计	215
4.4.3 系统测试与调试	217
4.4.4 测试策略和测试方法	219
4.4.5 调试	226
4.4.6 系统文档	227
4.4.7 系统转换	228
4.5 系统运行和维护知识	229
4.5.1 系统维护概述	229
4.5.2 系统评价	232
<b>第5章 网络基础知识</b>	235
5.1 网络概述	235
5.1.1 计算机网络的概念	235
5.1.2 计算机网络的分类	238
5.1.3 网络的拓扑结构	239
5.2 ISO/OSI 网络体系结构	241
5.3 网络互连硬件	244
5.3.1 网络的设备	244
5.3.2 网络的传输介质	247
5.3.3 组建网络	249
5.4 网络的协议与标准	252
5.4.1 网络的标准	253
5.4.2 局域网协议	254
5.4.3 广域网协议	258
5.4.4 TCP/IP 协议簇	263
5.5 Internet 及应用	268
5.5.1 Internet 概述	268
5.5.2 Internet 地址	269
5.5.3 Internet 服务	277
5.6 网络安全	282
5.6.1 网络安全概述	283
5.6.2 网络的信息安全	285
5.6.3 防火墙技术	289
<b>第6章 多媒体基础知识</b>	296
6.1 多媒体的基本概念	296
6.1.1 多媒体基本概念	296
6.1.2 虚拟现实基本概念	298
6.2 声音	299
6.2.1 基本概念	299
6.2.2 声音文件格式	305
6.3 图形和图像	306
6.3.1 基础知识	306

6.3.2 图形、图像文件格式	313	7.4.7 嵌入式 SQL	386
6.4 动画和视频	315	7.5 关系数据库规范化	387
6.4.1 基础知识	315	7.5.1 函数依赖	387
6.4.2 视频文件格式	322	7.5.2 规范化	388
6.5 多媒体网络	324	7.5.3 模式分解及分解应具有的特性	390
6.5.1 超文本与超媒体	324	7.6 数据库的控制功能	391
6.5.2 流媒体	325	7.6.1 事务管理	391
6.6 多媒体计算机系统	327	7.6.2 数据库的备份与恢复	391
6.6.1 多媒体计算机硬件系统	328	7.6.3 并发控制	393
6.6.2 多媒体计算机软件系统	329	<b>第 8 章 数据结构</b>	396
<b>第 7 章 数据库技术基础</b>	332	8.1 线性结构	396
7.1 基本概念	332	8.1.1 线性表	396
7.1.1 数据库与数据库管理系统	332	8.1.2 栈和队列	401
7.1.2 DBMS 的功能	333	8.1.3 串	405
7.1.3 DBMS 的特征及分类	334	8.2 数组、矩阵和广义表	410
7.1.4 数据库系统的体系结构	335	8.2.1 数组	410
7.1.5 数据库的三级模式结构	338	8.2.2 矩阵	412
7.2 数据模型	340	8.2.3 广义表	413
7.2.1 数据模型的基本概念	340	8.3 树	414
7.2.2 数据模型的三要素	340	8.3.1 树与二叉树的定义	415
7.2.3 E-R 模型	341	8.3.2 二叉树的性质与存储结构	416
7.2.4 层次模型	347	8.3.3 二叉树的遍历	419
7.2.5 网状模型	349	8.3.4 线索二叉树	422
7.2.6 关系模型	350	8.3.5 最优二叉树	424
7.2.7 面向对象模型	351	8.3.6 树和森林	427
7.3 关系代数	353	8.4 图	430
7.3.1 关系数据库的基本概念	353	8.4.1 图的定义与存储	430
7.3.2 五种基本的关系代数运算	357	8.4.2 图的遍历	434
7.3.3 扩展的关系代数运算	360	8.4.3 生成树及最小生成树	437
7.4 关系数据库 SQL 语言简介	368	8.4.4 拓扑排序和关键路径	439
7.4.1 SQL 数据库体系结构	368	8.4.5 最短路径	443
7.4.2 SQL 的基本组成	369	8.5 查找	445
7.4.3 SQL 数据定义	370	8.5.1 查找的基本概念	445
7.4.4 SQL 数据查询	375	8.5.2 静态查找表的查找方法	446
7.4.5 SQL 数据更新	383	8.5.3 动态查找表	449
7.4.6 SQL 访问控制	384		

8.5.4	哈希表	457	9.9	近似算法	508
8.6	排序	461	9.10	NP 完全性理论	512
8.6.1	排序的基本概念	461	<b>第 10 章 面向对象技术</b>		517
8.6.2	简单排序	461	10.1	面向对象的基本概念	517
8.6.3	希尔排序	463	10.2	面向对象程序设计	520
8.6.4	快速排序	464	10.2.1	面向对象的好处	520
8.6.5	堆排序	465	10.2.2	面向对象程序设计语言	521
8.6.6	归并排序	468	10.2.3	程序设计语言中的 OOP 机制	524
8.6.7	基数排序	469	10.2.4	面向对象的程序	529
8.6.8	内部排序方法小结	469	10.3	面向对象开发技术	532
8.6.9	外部排序	470	10.3.1	面向对象分析	532
<b>第 9 章 算法设计与分析</b>		475	10.3.2	面向对象设计	534
9.1	算法设计与分析的基本概念	475	10.3.3	面向对象测试	534
9.1.1	算法	475	10.4	面向对象分析与设计方法	535
9.1.2	算法设计	475	10.4.1	Peter Coad 和 Edward Yourdon 的 OOA 和 OOD 方法	535
9.1.3	算法分析	476	10.4.2	Booch 的 OOD 方法	536
9.1.4	算法的表示	476	10.4.3	OMT 方法	537
9.2	算法分析基础	477	10.4.4	UML 概述	540
9.2.1	时间复杂性	477	10.5	设计模式	548
9.2.2	渐进符号	478	10.5.1	设计模式的要素	548
9.2.3	递归式	479	10.5.2	创建型设计模式	550
9.3	分治法	481	10.5.3	结构型设计模式	551
9.3.1	递归的概念	481	10.5.4	行为设计模式	552
9.3.2	分治法的基本思想	482	<b>第 11 章 标准化和软件知识产权</b>		
9.3.3	分治法的典型实例	482	<b>基础知识</b>		555
9.4	动态规划法	487	11.1	标准化基础知识	555
9.4.1	动态规划法的基本思想	487	11.1.1	标准化的基本概念	555
9.4.2	动态规划法的典型实例	488	11.1.2	信息技术标准化	563
9.5	贪心法	494	11.1.3	标准化组织	565
9.5.1	贪心法的基本思想	494	11.1.4	ISO 9000 标准简介	569
9.5.2	贪心法的典型实例	495	11.1.5	ISO/IEC 15504 过程评估 标准简介	571
9.6	回溯法	499	11.2	知识产权基础知识	573
9.6.1	回溯法的算法框架	499	11.2.1	知识产权基本概念	573
9.6.2	回溯法的典型实例	502			
9.7	分支限界法	506			
9.8	概率算法	507			



11.2.2	计算机软件著作权	577	12.3.1	面向对象分析与设计的步骤	623
11.2.3	计算机软件的商业秘密权	588	12.3.2	需求说明	624
11.2.4	专利权概述	590	12.3.3	建模用例	625
11.2.5	企业知识产权的保护	595	12.3.4	建模活动	627
<b>第12章</b>	<b>软件系统分析与设计</b>	<b>598</b>	12.3.5	设计类图	628
12.1	结构化分析与设计	598	12.3.6	建模对象状态	629
12.1.1	需求说明	600	12.3.7	建模序列图	630
12.1.2	结构化分析	600	12.4	算法分析与设计	631
12.1.3	总体设计	602	12.4.1	算法与软件系统	631
12.1.4	详细设计	603	12.4.2	算法设计过程	632
12.2	数据库分析与设计	604	12.4.3	算法问题类型	635
12.2.1	数据库设计的步骤	604	12.4.4	现代优化计算方法	637
12.2.2	需求分析	605	12.5	面向过程的程序设计与实现	643
12.2.3	概念结构设计	607	12.5.1	指针类型	643
12.2.4	逻辑结构设计	610	12.5.2	指针与数据结构	649
12.2.5	数据库的物理设计	612	12.5.3	C语言实现面向对象设计思路	655
12.2.6	数据库实施与维护	615	12.6	面向对象的程序设计与实现	659
12.2.7	案例分析	618	12.6.1	设计与实现方法	659
12.3	面向对象分析与设计	623	12.6.2	设计模式的应用	659

# 第 1 章 计算机系统知识

## 1.1 计算机系统基础知识

### 1.1.1 计算机系统硬件基本组成

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 5 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。前者速度高、容量小, 一般用于临时存放程序、数据及中间结果。而后者容量大、速度慢, 可以长期保存程序和数据。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, 而输出设备则用于输出计算机运行的结果。

### 1.1.2 中央处理单元

#### 1. CPU 的功能

- (1) 程序控制。CPU 通过执行指令来控制程序的执行顺序, 这是 CPU 的重要职能。
- (2) 操作控制。一条指令功能的实现需要若干操作信号来完成, CPU 产生每条指令的操作信号并将操作信号送往不同的部件, 控制相应的部件按指令的功能要求进行操作。
- (3) 时间控制。CPU 对各种操作进行时间上的控制, 这就是时间控制。CPU 对每条指令的整个执行时间要进行严格控制。同时, 指令执行过程中操作信号的出现时间、持续时间及出现的时间顺序都需要进行严格控制。
- (4) 数据处理。CPU 通过对数据进行算术运算及逻辑运算等方式进行加工处理, 数据加工处理的结果被人们所利用。所以, 对数据的加工处理是 CPU 最根本的任务。

#### 2. 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, 如图 1-1 所示。

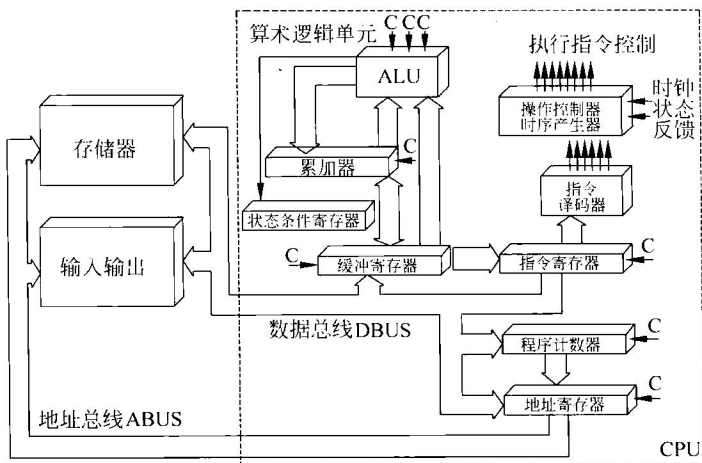


图 1-1 CPU 基本组成结构示意图

### 1) 运算器

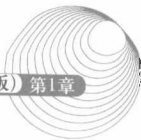
运算器由算术逻辑单元 (Arithmetic and Logic Unit, ALU)、累加寄存器、数据缓冲寄存器和状态条件寄存器组成，它是数据加工处理部件，完成计算机的各种算术和逻辑运算。相对控制器而言，运算器接受控制器的命令而进行动作，即运算器所进行的全部操作都是由控制器发出的控制信号来指挥的，所以它是执行部件。运算器有如下两个主要功能。

- (1) 执行所有的算术运算，如加、减、乘、除等基本运算及附加运算。
  - (2) 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的组成和功能。

(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 提供一工作区。例如，在执行一个减法运算前，先将被减数暂取出放在 AC 中，再从内存储器中取出减数，然后同 AC 的内容相减，所得的结果送回 AC 中。运算的结果是放在累加器中的，运算器中至少要有一个累加寄存器。

(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，将不同时间段内读写的数据隔离开来。DR 的主要作用为：作为 CPU 和内存、外部设备之间数据传送的中转站；作为 CPU 和内存、外围设备之间在操作速度上的缓冲；在单累加器结构的运算器中，数据缓冲寄存器还可兼作为操作数寄存器。



(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 1 位触发器保存, 保存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。

指令控制逻辑要完成取指令、分析指令和执行指令的操作, 其过程分为取指令、指令译码、按指令操作码执行、形成下一条指令地址等步骤。

(1) 指令寄存器 (IR)。当 CPU 执行一条指令时, 先把它从内存储器取到缓冲寄存器中, 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, 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, 一是顺序执行, 二是转移执行。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 存在着操作速度上的差异, 所以需要 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, 完成所需的功能。

时序控制逻辑要为每条指令按时间顺序提供应有的控制信号。总线逻辑是为多个功能部件服务的信息通路的控制电路。中断控制逻辑用于控制各种中断请求, 并根据优先级的高低对中断请求进行排队, 逐个交给 CPU 处理。

### 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, 其数目因处理器不同有所差异。

### 3. 多核 CPU

核心(Die)又称为内核,是CPU最重要的组成部分。CPU中心那块隆起的芯片就是核心,是由单晶硅以一定的生产工艺制造出来的,CPU所有的计算、接收/存储命令、处理数据都由核心执行。各种CPU核心都具有固定的逻辑结构,一级缓存、二级缓存、执行单元、指令级单元和总线接口等逻辑单元都会有科学的布局。

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。

CPU的主要厂商AMD和Intel的双核技术在物理结构上有很大不同。AMD将两个内核做一个Die(晶元)上,通过直连架构连接起来,集成度更高。Intel则是将放在不同Die上的两个内核封装在一起,因此有人将Intel的方案称为“双芯”,将AMD的方案称为“双核”。从用户端的角度来看,AMD的方案能够使双核CPU的管脚、功耗等指标跟单核CPU保持一致,从单核升级到双核,不需要更换电源、芯片组、散热系统和主板,只需要刷新BIOS软件即可。

#### 1.1.3 数据表示

各种数值在计算机中表示的形式称为机器数,其特点是采用二进制计数制,数的符号用0,1表示,小数点则隐含表示而不占位置。机器数对应的实际数值称为数的真值。

机器数有无符号数和带符号数之分。无符号数表示正数,在机器数中没有符号位。对于无符号数,若约定小数点的位置在机器数的最低位之后,则是纯整数;若约定小数点的位置在机器数的最高位之前,则是纯小数。对于带符号数,机器数的最高位是表示正、负的符号位,其余位则表示数值。若约定小数点的位置在机器数的最低数值位之后,则是纯整数;若约定小数点的位置在机器数的最高数值位之前(符号位之后),则是纯小数。

为了便于运算,带符号的机器数可采用原码、反码和补码等不同的编码方法,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) 原码表示法。数值 $X$ 的原码记为 $[X]_{\text{原}}$ ,如果机器字长为 $n$ (即采用 $n$ 个二进制位表示数据),则原码的定义如下:

$$\text{若 } X \text{ 是纯整数, 则 } [X]_{\text{原}} = \begin{cases} X & 0 \leq X \leq 2^{n-1} - 1 \\ 2^{n-1} + |X| & -(2^{n-1} - 1) \leq X \leq 0 \end{cases}$$

$$\text{若 } X \text{ 是纯小数, 则 } [X]_{\text{原}} = \begin{cases} X & 0 \leq X < 1 \\ 2^0 + |X| & -1 < X \leq 0 \end{cases}$$

**【例 1.1】** 若机器字长 $n$ 等于8,分别给出+1, -1, +127, -127, +45, -45, +0.5, -0.5



的原码表示。

$$\begin{aligned} [+1]_{\text{原}} &= 0\ 0000001 & [-1]_{\text{原}} &= 1\ 0000001 \\ [+127]_{\text{原}} &= 0\ 1111111 & [-127]_{\text{原}} &= 1\ 1111111 \\ [+45]_{\text{原}} &= 0\ 0101101 & [-45]_{\text{原}} &= 1\ 0101101 \\ [+0.5]_{\text{原}} &= 0\ \diamond 1000000 & [-0.5]_{\text{原}} &= 1\ \diamond 1000000 \quad (\text{其中}\ \diamond \text{是小数点的位置}) \end{aligned}$$

在原码表示法中,最高位是符号位,0表示正号,1表示负号,其余的 $n-1$ 位表示数值的绝对值。数值0的原码表示有两种形式:  $[+0]_{\text{原}}=0\ 0000000$ ,  $[-0]_{\text{原}}=1\ 0000000$ 。

(2) 反码表示法。数值 $X$ 的反码记作 $[X]_{\text{反}}$ ,如果机器字长为 $n$ ,则反码定义如下:

$$\begin{aligned} \text{若 } X \text{ 是纯整数, 则 } [X]_{\text{反}} &= \begin{cases} X & 0 \leq X \leq 2^{n-1} - 1 \\ 2^n - 1 + X & -(2^{n-1} - 1) \leq X \leq 0 \end{cases} \\ \text{若 } X \text{ 是纯小数, 则 } [X]_{\text{反}} &= \begin{cases} X & 0 \leq X < 1 \\ 2 - 2^{-(n-1)} + X & -1 < X \leq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

**【例 1.2】**若机器字长 $n$ 等于8,分别给出+1, -1, +127, -127, +45, -45, +0.5, -0.5的反码表示。

$$\begin{aligned} [+1]_{\text{反}} &= 0\ 0000001 & [-1]_{\text{反}} &= 1\ 1111110 \\ [+127]_{\text{反}} &= 0\ 1111111 & [-127]_{\text{反}} &= 1\ 0000000 \\ [+45]_{\text{反}} &= 0\ 0101101 & [-45]_{\text{反}} &= 1\ 1010010 \\ [+0.5]_{\text{反}} &= 0\ \diamond 1000000 & [-0.5]_{\text{反}} &= 1\ \diamond 0111111 \quad (\text{其中}\ \diamond \text{是小数点的位置}) \end{aligned}$$

在反码表示中,最高位是符号位,0表示正号,1表示负号,正数的反码与原码相同,负数的反码则是其绝对值按位求反。数值0的反码表示有两种形式:  $[+0]_{\text{反}}=0\ 0000000$ ,  $[-0]_{\text{反}}=1\ 1111111$ 。

(3) 补码表示法。数值 $X$ 的补码记作 $[X]_{\text{补}}$ ,如果机器字长为 $n$ ,则补码定义如下:

$$\begin{aligned} \text{若 } X \text{ 是纯整数, 则 } [X]_{\text{补}} &= \begin{cases} X & 0 \leq X \leq 2^{n-1} - 1 \\ 2^n + X & -2^{n-1} \leq X \leq 0 \end{cases} \\ \text{若 } X \text{ 是纯小数, 则 } [X]_{\text{补}} &= \begin{cases} X & 0 \leq X < 1 \\ 2 + X & -1 \leq X < 0 \end{cases} \end{aligned}$$

**【例 1.3】**若机器字长 $n$ 等于8,分别给出+1, -1, +127, -127, +45, -45, +0.5, -0.5的补码表示。

$$\begin{aligned} [+1]_{\text{补}} &= 0\ 0000001 & [-1]_{\text{补}} &= 1\ 1111111 \\ [-1]_{\text{补}} &= 0\ 1111111 & [-1]_{\text{补}} &= 1\ 0000001 \\ [+45]_{\text{补}} &= 0\ 0101101 & [-45]_{\text{补}} &= 1\ 1010011 \\ [+0.5]_{\text{补}} &= 0\ \diamond 1000000 & [-0.5]_{\text{补}} &= 1\ \diamond 1000000 \quad (\text{其中}\ \diamond \text{是小数点的位置}) \end{aligned}$$