

全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试用书

新大纲

数据库 系统工程师考试 考点分析 与真题详解

(信息系统综合知识篇)



张友生 万 火 殷建民
中国系统分析员顾问团
飞思教育产品研发中心

主编
组编
监制

飞思
考试中心



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

飞思考试中心

数据库系统工程师考试

考点分析与真题详解

(信息系统综合知识篇)

张友生 万 火 殷建民 主编

中国系统分析员顾问团 组编

飞思教育产品研发中心 监制

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书由中国系统分析员顾问团组织编写,为全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试中的数据库系统工程师级别的考试用书。本书在参考和分析历年中级考试试题的基础上,着重对新版的考试大纲规定的内容有重点地细化和深化。共分为“信息系统综合知识篇”和“数据库设计与管理篇”两册,内容涵盖了最新的数据库系统工程师考试大纲(2004年修订版)的所有知识点,书中给出了许多例题,并配有这些例题的详尽分析和解答。

准备参加考试的人员可通过阅读本书掌握考试大纲规定的知识,把握考试重点和难点,熟悉考试方法、试题形式、试题的深度和广度,以及解答问题的方法和技巧等。

本书不仅可作为数据库系统工程师级别考试的学习用书,同时也可作为程序员、软件设计师、网络工程师、系统分析师、计算机专业教师的教学和工作参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数据库系统工程师考试考点分析与真题详解. 信息系统综合知识篇 / 张友生, 万火, 殷建民主编.

北京: 电子工业出版社, 2005.2

(飞思考试中心)

ISBN 7-121-00768-1

I. 数... II. ①张...②万...③殷... III. 数据库系统—工程技术人员—资格考核—自学参考资料
IV. TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 141751 号

责任编辑: 郭 晶 孙伟娟

印 刷: 北京东光印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 38.25 字数: 979.2 千字

印 次: 2005 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 7 000 册 定价: 52.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系电话: 010-68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

出版说明

知己知彼 百战百胜

自 2000 年初至今, 飞思教育产品研发中心先后与微软、金山、新动力集团、Adobe、Autodesk、红旗 Linux、拓林思 (TurboLinux)、网虎 Linux、北航海尔等知名软件开发商的授权培训管理中心共同携手, 成功推出了以标准培训、权威认证为代表的“培训专家”系列教材。除了“培训专家”, 认证考试用书和行业培训教材等也是培训教材不可分割的一部分。在认证考试用书方面, “飞思考试中心”系列丛书已经推出了《研究生入学考试要点、真题解析与模拟试卷》和《全国计算机等级考试考试要点、题解与模拟试卷》等考试用书, 其中计算机等级考试丛书上市一年就突破了 20 万册的发行量。

中国计算机技术与软件专业技术资格 (水平) 考试 (通常简称为“软考”) 是国家级的 IT 专业人员从业资格考试。2003 年年底, 人事部和信息产业部联合发布了国人部发[2003]39 号文件, 以软考为基础, 对 IT 领域职称评定进行全面改革, 使得已有逾十年历史的软考有了更诱人的内涵: 以考代评全面实现, 考过即可获得相应职称。通过软考, 在校大学生就可成为工程师或者高级工程师。

但是, 软考是一个难度很大的考试, 十多年来, 考生平均通过率仅为 10% 左右。主要原因是考试范围十分广泛, 牵涉到计算机专业的每门课程, 还要加上数学、外语、系统工程、信息化和知识产权等知识, 且注重考查新技术和新方法的应用。考试不但注重广度, 而且还有一定的深度。为了更好地服务于考生, 引导考生在较短时间内掌握解题要领, 并顺利通过考试, 我们将多年的考试辅导与培训经验进行浓缩, 特别编写了这套“全国计算机技术与软件专业技术资格 (水平) 考试”考试用书。

◆ 丛书特色

- ◇ 全面反映新大纲: 丛书在参考和分析历年考试试题的基础上, 着重对新版 (2004 年新版) 的考试大纲规定的内容有重点地进行细化和深化。阅读本丛书, 就相当于阅读了一本详细的考试大纲的精解。
- ◇ 试题最新最全: 丛书详细分析了 1991 年至 2004 年上半年的全国计算机技术与软件专业技术资格 (水平) 考试试题, 题量大、内容新, 从而便于读者摸清考试新趋向, 紧跟考试动态, 熟悉考试方法、试题形式, 了解试题的深度和广度, 以及内容的分布。
- ◇ 名师精心锤炼: 丛书由名师主笔, 亲授解题技巧。内容全面翔实, 文字表达简洁明了, 层次清晰, 结构严谨, 特别突出了解题方法, 强调知识的综合与提高, 导向准确。
- ◇ 题型分析透彻: 丛书重点定位在考试知识点的介绍和解题方法与技巧上, 不仅授人以“鱼”, 更授人以“渔”, 对例题进行了细致深入的分析、完整的解答和点评扩展, 能让读者达到触类旁通、举一反三之功效。

◆ 读者对象

丛书作为计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试的辅导教程，特别适合于希望在较短时间内通过考试的广大应试考生，也可作为软件设计师、数据库工程师、网络工程师、系统分析师及高等院校师生的工作和教学参考用书。

◆ 关于作者

丛书由飞思教育产品研发中心组织编写，中国系统分析员顾问团负责本书的具体编写工作，作者们不但具有扎实的理论知识，而且具有丰富的实践经验，参与了制定计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试大纲的工作，对考试进行了长期的跟踪和研究，其中大多数作者已经参加了多年的软考阅卷工作。

◆ 鸣谢

在此，首先对丛书所选用的参考文献的著作者，以及丛书所引用试题的出题老师表示真诚的感谢，同时也感谢其他朋友对这套书的大力支持。

由于时间仓促，学识有限，书中不妥之处，敬请广大读者指正。

我们的联系方式如下：

电 话：（010）68134545 68131648

电子邮件：support@fecit.com.cn

飞思在线：<http://www.fecit.com.cn> <http://www.fecit.net>

通用网址：计算机图书、飞思、飞思教育、飞思科技、FECIT

飞思教育产品研发中心

前 言

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试是一个难度很大的考试，十多年来，考生平均通过率为 10% 左右。其主要原因是考试范围十分广泛，涉及到计算机专业的每门课程，还要加上数学、外语、系统工程、信息化和知识产权等内容，且注重考查新技术和新方法的应用。考试不但注重广度，而且还有一定的深度，特别是高级资格的考试，不但要求考生具有扎实的理论知识，还要具有丰富的实践经验。

《数据库系统工程师考试考点分析与真题详解》是为全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试编写的学习用书，分为“信息系统综合知识篇”和“数据库设计与管理篇”两册，内容涵盖了最新的数据库系统工程师考试大纲（2004 年修订版）的所有规定知识点。

《数据库系统工程师考试考点分析与真题详解》在参考和分析历年中级考试试题的基础上，着重对新版的考试大纲规定的内容有重点地细化和深化。阅读本书，就相当于阅读了一本详细的，带有知识注释的考试大纲。准备考试的人员可通过阅读本书掌握考试大纲规定的知识，熟悉考试方法、试题形式，试题的深度和广度，以及内容的分布，解答问题的方法和技巧等。

本书不仅对准备参加计算机技术与软件专业资格（水平）考试的读者有很大的作用，而且对从事软件设计工作的 IT 从业人员，计算机教学工作的老师，以及参加其他类似考试的读者也是有帮助的。

本书由中国系统分析员顾问团组编，由周峻松、张友生和万火主编。

“信息系统综合知识篇”的第 1 章由简亮编写，第 2 章由万火和于宝东编写，第 3 章由万火和陈建忠编写，第 4 章由张友生和聂作明编写，第 5 章由彭世强编写，第 6 章由施游和谢睿编写，第 7、11 章由徐锋编写，第 8 章由张友生编写，第 9 章由殷建民编写，第 10 章由刘兴编写，第 12 章由万火编写，第 13 章由窦亚玲编写，第 14 章由万火和周峻松编写，第 15 章由雷柏先编写，第 16 章由张峰岭编写，第 17 章由殷建民编写，第 18 章由郑睿和漆英编写。

在本书出版之际，要特别感谢全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试办公室的命题专家们。编者为了尽量方便读者阅读，在本书中引用了部分考试原题，同时，在本书的编写过程中还参考了许多相关的资料和书籍（详见参考文献列表），在此对这些作者们表示真诚的感谢。

由于编者水平有限，且本书涉及的知识点多，书中难免有不妥和错误之处，编者诚恳地期望各位专家和读者不吝指教和帮助，对此，我们将深表感激。

有关本书的意见反馈和咨询，读者可在中国系统分析员网站（<http://www.csai.cn>）“技术论坛”中的“CSAI 主编辅导教程”版块与我们进行交流。

编写委员会

目 录

第 1 章 计算机组成与结构..... 1	第 2 章 存储器系统..... 39
1.1 计算机组成..... 1	2.1 主存储器..... 39
1.1.1 运算器..... 1	2.1.1 主要知识点..... 39
1.1.2 控制器..... 2	2.1.2 例题分析..... 40
1.1.3 存储器系统..... 3	2.2 辅助存储器..... 42
1.1.4 时序产生器和控制方式..... 3	2.2.1 磁带存储器..... 42
1.1.5 指令流、数据流和 计算机的分类..... 4	2.2.2 磁盘存储器..... 43
1.1.6 处理器性能..... 6	2.2.3 RAID 存储器..... 43
1.2 指令系统..... 7	2.2.4 光盘存储器..... 45
1.2.1 寻址方式..... 7	2.2.5 存储网络..... 45
1.2.2 指令类型..... 8	2.2.6 例题分析..... 47
1.2.3 CISC 和 RISC..... 9	2.3 Cache 存储器..... 50
1.2.4 RISC 结构特点..... 10	2.3.1 Cache 的实现..... 50
1.3 并行处理和并行处理机..... 11	2.3.2 Cache 的性能..... 54
1.3.1 并行性概念..... 12	2.3.3 例题分析..... 55
1.3.2 并行性的等级..... 12	第 3 章 安全性、可靠性与系统性能 评测..... 59
1.3.3 提高计算机并行性的 措施..... 13	3.1 数据安全与保密..... 59
1.3.4 并行处理机..... 13	3.1.1 数据加密算法..... 60
1.3.5 双机系统..... 15	3.1.2 身份认证技术..... 61
1.4 多处理机系统..... 15	3.1.3 信息网络安全协议..... 63
1.4.1 访问存储器方式..... 16	3.1.4 防火墙技术..... 65
1.4.2 互连方式..... 18	3.1.5 例题分析..... 67
1.4.3 同步..... 19	3.2 诊断与容错..... 69
1.4.4 多处理机的特点..... 20	3.2.1 诊断技术..... 69
1.5 输入/输出及其控制..... 21	3.2.2 容错技术..... 71
1.5.1 主要输入/输出设备..... 21	3.3 系统可靠性评价和系统性能 评价方法..... 72
1.5.2 输入/输出控制器..... 22	3.3.1 系统可靠性评价的 组合模型..... 72
1.5.3 外设的识别..... 23	3.3.2 系统可靠性评价的 马尔柯夫模型..... 74
1.5.4 外设的访问..... 23	3.3.3 系统性能评价..... 76
1.5.5 常见输入/输出接口..... 28	3.3.4 例题分析..... 80
1.5.6 联机、脱机和假脱机..... 30	3.4 风险管理..... 85
1.6 流水线技术..... 30	3.4.1 风险管理概述..... 85
1.6.1 流水线..... 30	3.4.2 风险管理的阶段..... 86
1.6.2 影响流水线效率的因素..... 32	
1.7 本章例题分析..... 33	

3.4.3	例题分析	86
第 4 章	数据结构与算法	89
4.1	算法设计概述	89
4.2	线性表	91
4.2.1	栈	93
4.2.2	队列	93
4.2.3	稀疏矩阵	94
4.2.4	字符串	95
4.2.5	例题分析	95
4.3	树和二叉树	96
4.3.1	树	96
4.3.2	二叉树	98
4.3.3	二叉排序树	100
4.3.4	平衡二叉树	102
4.3.5	线索树	102
4.3.6	最优二叉树	103
4.3.7	例题分析	105
4.4	图	109
4.4.1	图的基础知识	109
4.4.2	最小生成树	112
4.4.3	最短路径	113
4.4.4	拓扑排序	114
4.4.5	关键路径	115
4.4.6	例题分析	116
4.5	排序	120
4.5.1	插入排序	121
4.5.2	选择排序	122
4.5.3	交换排序	125
4.5.4	归并排序	127
4.5.5	基数排序	128
4.5.6	算法复杂性比较	129
4.5.7	例题分析	129
4.6	查找	133
4.6.1	顺序查找	133
4.6.2	二分法查找	134
4.6.3	分块查找	135
4.6.4	散列表	136
4.6.5	例题分析	139
4.7	递归法	141
4.7.1	斐波那契 (Fibonacci) 数列	142

4.7.2	字典排序问题	143
4.7.3	例题分析	145
第 5 章	操作系统知识	155
5.1	操作系统的基本概念	155
5.1.1	操作系统的定义	155
5.1.2	操作系统分类	156
5.1.3	操作系统的特征	157
5.1.4	操作系统的功能	158
5.1.5	操作系统内核与中断	159
5.1.6	操作系统进程与线程	160
5.2	进程管理	161
5.2.1	进程的状态转换 与控制	161
5.2.2	进程互斥与同步及 P、V 操作	162
5.2.3	进程通信与管程	164
5.2.4	进程调度与死锁	164
5.3	存储管理	165
5.3.1	存储管理的概念	165
5.3.2	单一连续区管理	166
5.3.3	分区存储管理	166
5.3.4	虚拟存储器	167
5.3.5	页式和请求页式 存储管理	168
5.3.6	段式存储管理和 段页式存储管理	168
5.3.7	页面置换算法	169
5.4	设备管理	169
5.4.1	设备管理的概念	170
5.4.2	数据传输控制方式	170
5.4.3	设备的分配	171
5.4.4	磁盘调度算法	171
5.4.5	虚设备与 SPOOLing 技术	172
5.5	文件系统	172
5.5.1	文件和文件系统的 概念	173
5.5.2	文件的结构和存取 方式	173
5.5.3	文件共享和安全	174
5.5.4	文件的备份与恢复	175

5.6 作业管理	175	6.7 本章例题分析	245
5.6.1 多道程序设计	175	第7章 网络基础知识	253
5.6.2 作业状态与作业管理	176	7.1 网络的功能、分类与组成	253
5.6.3 作业调度及其常用 调度算法	177	7.1.1 计算机网络的分类	254
5.6.4 用户接口	177	7.1.2 按工作模式分类	255
5.7 网络操作系统	178	7.1.3 计算机网络的组成	257
5.7.1 网络操作系统概述	178	7.2 网络协议与标准	262
5.7.2 UNIX 系统	179	7.2.1 OSI 网络层次模型	263
5.7.3 Windows NT 系统	180	7.2.2 局域网协议	268
5.7.4 NetWare 系列	181	7.2.3 广域网协议	271
5.8 嵌入式操作系统	182	7.2.4 互联网协议	274
5.8.1 嵌入式操作系统概述	183	7.3 网络结构与通信	274
5.8.2 常用的嵌入式 操作系统	184	7.3.1 总线型拓扑结构	274
5.9 本章例题分析	186	7.3.2 星型拓扑结构	274
第6章 程序语言基础知识	203	7.3.3 环型拓扑结构	275
6.1 汇编系统基本原理	204	7.3.4 其他拓扑结构	276
6.1.1 机器语言与汇编语言	204	7.3.5 拓扑结构的选择	276
6.1.2 汇编程序	204	7.4 三层结构	277
6.1.3 装配程序	206	7.4.1 主机模式	277
6.1.4 宏指令	207	7.4.2 客户/服务器模式	277
6.2 编译系统基本原理	208	7.4.3 三层结构与 B/S 模式	278
6.2.1 编译概述	208	7.5 Internet 和 Intranet 初步	280
6.2.2 形式语言基本知识	209	7.5.1 Internet 网络协议	280
6.2.3 词法分析	212	7.5.2 Internet 应用	284
6.2.4 语法分析	215	7.5.3 Intranet 初步	286
6.2.5 语法制导翻译	220	7.6 网络管理初步	286
6.2.6 代码生成	224	7.6.1 网络管理标准	286
6.3 解释系统基本原理	227	7.6.2 网络管理系统	287
6.4 程序语言的数据类型	228	7.7 本章例题分析	288
6.4.1 基本数据类型	229	第8章 多媒体技术及其应用	295
6.4.2 结构化数据类型	231	8.1 多媒体技术基本概念	295
6.4.3 抽象的数据类型	233	8.2 数据编码技术	297
6.4.4 类型和错误检查	234	8.2.1 数据编码方法	297
6.5 程序语言的控制结构	235	8.2.2 数据编码标准	300
6.5.1 表达式	236	8.3 图形图像	303
6.5.2 语句间的顺序控制	237	8.4 音频	305
6.5.3 过程控制	239	8.5 视频	306
6.6 程序语言的种类、特点 及适用范围	241	8.6 本章例题分析	307
		第9章 系统开发和运行维护知识	319
		9.1 软件工程、软件过程改进和 软件项目管理	320

9.1.1	软件工程	320	10.1.2	信息化	408
9.1.2	软件生命周期	321	10.2	全球信息化趋势、国家信息化、 企业信息化	411
9.1.3	软件开发方法	323	10.2.1	全球信息化趋势	411
9.1.4	软件工具	324	10.2.2	国家信息化战略	414
9.1.5	软件开发环境	325	10.2.3	企业信息化战略 和策略	417
9.1.6	软件项目管理	326	10.3	远程教育、电子商务、电子政务 等基础知识	421
9.1.7	软件质量保证	332	10.3.1	远程教育	421
9.1.8	软件过程评估和软件 能力成熟度评估	336	10.3.2	电子商务	423
9.1.9	软件过程改进	338	10.3.3	电子政务	426
9.1.10	例题分析	340	10.4	企业信息资源管理基础知识	430
9.2	系统分析	346	10.5	本章例题分析	432
9.2.1	结构化方法学概述	346	第 11 章	知识产权	435
9.2.2	结构化分析	346	11.1	著作权法及实施条例	435
9.2.3	面向对象方法学概述	351	11.1.1	著作权法客体	435
9.2.4	面向对象的分析	353	11.1.2	著作权法主体	436
9.2.5	统一建模语言 (UML)	355	11.1.3	著作权	436
9.2.6	例题分析	367	11.2	计算机软件保护条例	438
9.3	系统设计	371	11.2.1	条例保护对象	438
9.3.1	系统设计的重要概念 和基本原则	371	11.2.2	著作权人确定	438
9.3.2	结构化设计	374	11.2.3	软件著作权	439
9.3.3	面向对象的设计	381	11.3	商标法及实施条例	440
9.3.4	例题分析	382	11.3.1	注册商标	440
9.4	系统实施	385	11.3.2	注册商标专用权保护	441
9.4.1	程序设计方法	386	11.3.3	注册商标使用的管理	441
9.4.2	程序设计语言	387	11.4	专利法及实施细则	441
9.4.3	程序设计风格	388	11.4.1	专利法的保护对象	441
9.4.4	系统测试的目的、 类型和方法	388	11.4.2	确定专利权人	442
9.4.5	测试设计和管理	391	11.4.3	专利权	443
9.4.6	系统转换	398	11.5	反不正当竞争法	443
9.4.7	例题分析	398	11.5.1	什么是不正当竞争	444
9.5	系统运行和维护	402	11.5.2	商业秘密	444
9.5.1	系统运行管理	402	11.6	本章例题分析	445
9.5.2	系统维护	403	第 12 章	数据库技术基础	451
9.5.3	系统评价	404	12.1	数据库管理系统的功能 和特征	451
9.5.4	例题分析	405	12.2	数据库模型	452
第 10 章	信息化基础知识	407	12.2.1	数据库系统的 三级结构	452
10.1	信息化意识	407			
10.1.1	信息	407			

12.2.2	数据库系统的 三级模式	453	15.2.5	与复杂类型有关的 查询	514
12.2.3	数据库系统两级 独立性	454	15.2.6	SQL 中的函数与过程	515
12.3	数据模型	455	15.2.7	对象与关系	516
12.3.1	数据模型的分类	455	15.3	本章例题分析	517
12.3.2	关系模型	455	第 16 章	数据仓库与商业智能	523
12.4	常用的数据库系统	457	16.1	数据仓库、商业智能的 基本概念	523
12.4.1	Client/Server 数据库 系统	457	16.1.1	企业信息化建设的 三个阶段	523
12.4.2	并行数据库系统	461	16.1.2	商业智能的概念	524
12.4.3	分布式数据库系统	464	16.1.3	商业智能的意义	525
12.4.4	面向对象数据库系统	465	16.2	数据仓库、商业智能的体系 结构	527
12.4.5	多媒体数据库系统	466	16.2.1	数据源	528
12.5	本章例题分析	468	16.2.2	数据抽取、转换和 装载	528
第 13 章	数据操作	471	16.2.3	数据仓库	528
13.1	集合运算	471	16.2.4	数据集市	531
13.2	关系运算	473	16.2.5	操作型数据存储区	532
13.3	元组演算	476	16.2.6	元数据	533
13.4	本章例题分析	477	16.2.7	前端应用概述	535
第 14 章	数据库的控制功能	483	16.2.8	数据挖掘	540
14.1	并发控制	483	16.2.9	信息门户	546
14.2	数据恢复	485	16.3	商业智能的实施	547
14.2.1	故障的种类	485	16.3.1	商业智能项目方法 概述	547
14.2.2	转储和恢复	486	16.3.2	实施原则	551
14.2.3	日志文件	487	16.3.3	实施步骤	551
14.2.4	数据恢复	488	第 17 章	标准化知识	553
14.3	安全性	489	17.1	标准化概述	553
14.4	完整性	492	17.1.1	标准化的基本概念	553
14.5	本章例题分析	494	17.1.2	标准化的发展	555
第 15 章	数据库设计基础理论	495	17.2	标准的层次	557
15.1	关系数据库设计	495	17.3	编码标准	558
15.1.1	关系模式的函数依赖	495	17.4	文件格式标准	560
15.1.2	关系模式的键	496	17.5	信息安全标准	560
15.1.3	关系模式的范式	496	17.5.1	国际信息安全等级 标准	560
15.1.4	关系模式的分解	499	17.5.2	国际信息技术安全 标准	562
15.2	对象关系数据库设计	501			
15.2.1	嵌套关系	502			
15.2.2	复杂类型	504			
15.2.3	继承类型	511			
15.2.4	引用类型	513			

17.5.3	中国的信息安全标准 ..	563
17.6	软件开发规范和文档标准.....	564
17.7	标准化机构	565
17.8	本章例题分析.....	569
第 18 章	计算机专业英语.....	575
18.1	综述	575
18.2	试卷分析	576
18.3	例题详解	576

18.4	模拟试题.....	582
18.5	阅读素材.....	584
附录	数据库系统工程师考试大纲	
	(2004 年新版)	591
	一、考试说明	591
	二、考试范围	591
参考文献		595

第 1 章 计算机组成与结构

根据考试大纲，本章要求考生掌握以下知识点。

- CPU 和存储器的组成、性能、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、类型和特点。
- CISC/RISC、流水线操作、多处理机及并行处理。

1.1 计算机组成

中央处理器是计算机的控制、运算中心，它主要通过总线和其他设备进行联系。另外，在嵌入式系统设计中，外部设备也常常直接连接到中央处理器的外部 I/O 脚的中断脚上。

中央处理器的类型和品种异常丰富，各种中央处理器的性能也差别很大，有不同的内部结构及不同的指令系统。但由于都是基于冯·诺依曼结构，因而其基本部分组成相似。

1.1.1 运算器

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、逻辑运算和其他操作。一个计算过程需要用到加法器/累加器、数据寄存器或其他寄存器、状态寄存器等。

加法是运算器的基本功能，在大多数的中央处理器中，其他计算也是经过变换后使用加法进行的，一个位加法的逻辑图如图 1-1 所示。

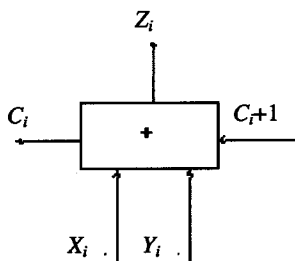


图 1-1 位加法逻辑图

其中 X_i 、 Y_i 是加数和被加数， C_{i+1} 是低位进位， C_i 是进位， Z_i 是和。

为完成多位数据加法，可以通过增加电路和部件，使简单的加法器能够变为串行、并行加法器，超前进位加法器等。

运算器的位数，即运算器一次能对多少位的数据做加法是衡量中央处理器的一个重要指标。

1.1.2 控制器

控制器是中央处理器的核心，它控制和协调整个计算机的动作，其组成如图 1-2 所示。控制通常需要程序计数器（PC）、指令寄存器（IR）、指令译码器（ID）、定时和控制电路，以及脉冲源、中断（在图 1-2 中未表示）等共同完成。

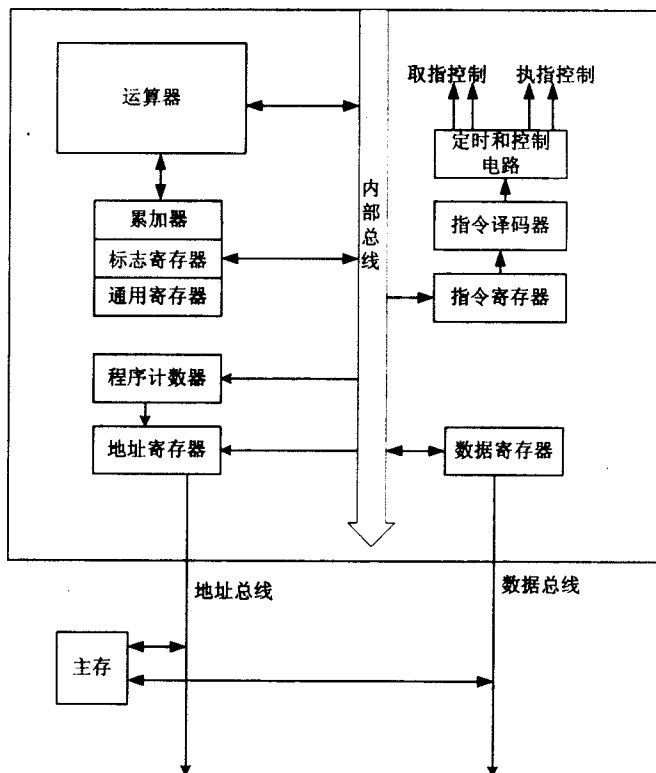


图 1-2 控制器的组成

控制器的各组件的说明如下。

- 指令寄存器（Instruction Register）：中央处理器即将执行的操作码存放在这里。
- 指令译码器（Instruction Decoder）：将操作码解码，告诉中央处理器该做什么。
- 定时和控制电路（Programmable Logic Array）：用来产生各种微操作控制信号。
- 程序计数器（Program Counter）：程序计数器中存放的是下一条指令的地址。由于多数情况下程序是顺序执行，所以程序计数器设计成能自动加 1。当出现转移指令、中断等情况时，就需要重填程序计数器。程序计数器可能是下一条指令的绝对地址，也可能是相对地址，即地址偏移量。
- 标志寄存器（Flags Register）：这个寄存器通常记录运算器的重要状态或特征，包括是否溢出、结果为 0、被 0 除等。这个寄存器的每一位表示一个特征。标志寄存器的典型应用是作为跳转指令的判断条件。
- 堆栈和堆栈指针（Stack Pointer）：堆栈可以由一组寄存器或在存储器内的特定区域组成。由于寄存器数量总是有限的，所以大多数系统采用了使用存储器的软件堆

栈。指向堆栈顶部的指针称为堆栈指针。

- 寄存器组：上面提及的程序计数器、标志寄存器等为专用寄存器，它们有特定的功能和用途。

通用寄存器的功能由程序指令决定，最常见的应用是放置计算的中间结果，减少对存储器的访问次数。通常寄存器的宽度和运算器的位数是一致的。

1.1.3 存储器系统

这里的存储器是指中央处理器通过总线直接能访问的存储器，通常称为内存。硬盘等需通过 I/O 接口访问的存储器常称为外存或者辅存。

存储器的作用显然是存储数据，包括指令、指令带的数据（这正是冯·诺依曼结构的特点之一）和中央处理器处理后的结果（包括中间结果）。

中央处理器对存储器的访问需通过控制地址、数据总线进行。存储器的数组组织是线性的，所存储的数据都有整齐的“编号”，即访问地址。存储器一般每个存储单元中有 8 位数据，其容量是其存储单元的总和。

存储器的性能指标如下。

- 存取时间：指的是从中央处理器发出指令到操作完成的时间。
- 传输率：或称为数据传输带宽，指单位时间内写入或读取的数据的多少，显然，存取时间越少，则传输率越高。
- 存储密度：在单位面积中的存储容量，人们在不断增加这个值。

有关存储器系统的详细内容，请阅读本书第 2 章。

1.1.4 时序产生器和控制方式

为了使得计算机各部件同步工作，计算机中都有一个脉冲源，通常是晶振。这个脉冲源产生主振脉冲，主振脉冲的时间间隔为主振周期，即时钟周期。中央处理器执行指令的时间（包括取指）为指令周期，由于指令可能有不同的复杂度，所以，每种指令的指令周期可能不同。CPU 周期也称机器周期，一般是从内存中读一个指令的最短时间。CPU 周期又由若干个时钟周期组成。指令周期与时钟周期的关系如图 1-3 所示。

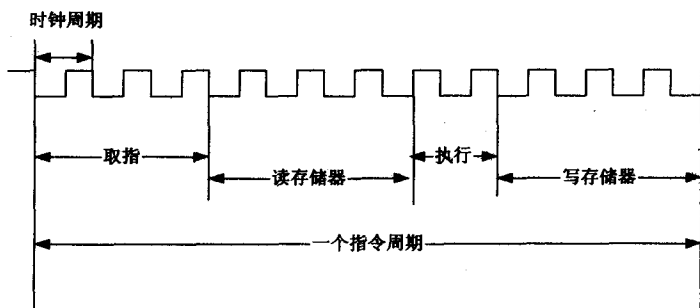


图 1-3 指令周期与时钟周期

通常把 CPU 执行指令的各个微操作遵循的时间顺序叫时序。时序图是形象地表示信号线上信息变化的时间序列的图形。

组合逻辑控制和微程序控制是两种基本的控制方式。

1. 组合逻辑控制

使用专门的逻辑电路的控制方式，它的实现有硬件接线控制和可编程逻辑阵列两种。硬件连线法最直接，可以用较少的元件实现最快的速度，但是如果需要更改，只有重新设计。可编程逻辑阵列采用低成本大规模集成电路的方式。组合逻辑控制灵活性很差，在复杂指令系统计算机中难以处理不断增加的复杂指令，但是它使用的电子原件少，在精简指令计算机中发挥了很大的作用。

2. 微程序控制

为提高控制的灵活性，许多中央处理器采用了微程序控制的控制方法，先看如下的几个概念。

- 微程序：微程序对应一条机器指令，若干个微指令序列形成一段微程序。而微指令又可细分为若干微操作，控制内存是存放微程序的地方。
- 微操作：微操作是最基本的操作，可分为相容性微操作和不相容性微操作，这两种微操作的区别在于，该微操作是否能在一个 CPU 周期内并行执行。

3. 微指令格式

微指令格式如图 1-4 所示。



图 1-4 微指令的格式

在如图 1-4 所示的前半部分，存放对各种控制门进行激活或关闭的控制信息，后半部分是后续微指令的地址。这实现了数据结构中的单向列表。

操作控制字段的格式有如下两种。

- 水平型微指令：操作控制字段的每一位控制不同的控制门，可以在一个微指令中定义，执行多个并行的微操作的优点是效率高、灵活，执行时间短。
- 垂直型微指令：与水平型微指令相比，其格式要短，一条微指令中包括的微操作少，只有 1~2 个，由于其指令字短，所以比较容易掌握。

在实践中也常常使用混合型微指令，即水平型微指令和垂直型微指令的混合。

1.1.5 指令流、数据流和计算机的分类

首先介绍指令流和数据流的定义。

- 指令流：机器执行的指令序列。
- 数据流：由指令流调用的数据序列，包括输入数据和中间结果。

1. 计算机根据多倍性的分类

按照计算机在一个执行阶断的能执行的指令或能处理数据的最大可能个数，人们把计算机分成 4 种，如表 1-1 所示。

表 1-1 多倍性分类

数据流 \ 指令流	单 (single)	多 (multiple)
单 (single)	SISD	MISD
多 (multiple)	SIMD	MIMD

- **SISD (单指令流单数据流)**: 这是最简单的方式, 计算机每次处理一条指令, 并且只对一个操作部件分配数据。一般认为流水线技术的计算机仍然属于 **SISD**。
- **SIMD (单指令流多数据流)**: 具备 **SIMD** 点的常常是并行处理机, 这种处理机具备多个处理单元, 每次都执行同样的指令, 对不同的数据单元进行处理。这种计算机非常适合于处理矩阵计算等。
- **MISD (多指令流单数据流)**: 这种处理方式比较难以想像, 有多个处理单元, 同时执行不同的指令, 针对的是单一数据。但有资料认为流水线处理机是每个数据由不同操作部件对其进行处理。
- **MIMD (多指令流多数据流)**: 这是一种全面的并行处理, 典型的是多处理机。这种计算机的设计和控制都很复杂。

2. 计算机按照程序流程机制的分类

1) 控制流计算机

这是通常见到的计算机, 使用程序计数器 (PC) 来确定下一条指令的地址。指令程序流由程序员直接控制, 其主存是共享的, 存储区可以为多指令修改, 后面将会提到, 这容易产生数据相关性, 对并行性不利。

2) 数据流计算机

在冯·诺依曼体系中, 计算机是指令流驱动的, 而数据流则是处于被动地位, 这看起来合理, 但在某些时候也不尽然。相对比的是数据流驱动, 即一旦数据准备好, 则立即开始执行相关的指令, 这种非冯·诺依曼体系仍然在探索中, 但对冯·诺依曼体系的改良有了相当的成果, 即流水线技术和并行计算机。

在数据流计算机中, 数据不在共享的存储器中, 而是在指令间传送, 成为令牌。当需要使用该数据的指令收到令牌, 开始执行之后, 该令牌即消失, 执行的指令将执行的结果数据当做新的令牌发送, 这种方式不再需要程序计数器及共享的存储器, 但是需要检测数据可用性的专门部件, 建立、识别、处理数据令牌标记需要时间和空间开销。

在其他一些方面, 数据流计算机还有一些困难需要克服。例如, 在数据流计算机中, 由于没有程序计数器, 使得程序的调试和诊断变得困难, 没有共享的存储器, 也就无法控制其分配, 无法支持数组、递归等操作。

3) 归约机 (Reductions Machine)

这又称需求驱动, 是由对一个操作结果的需求而启动的。归约机采用一种“惰性计算”的方式, 操作只有在另一条指令需要这个操作的结果时才执行。例如, 在计算 $5 + (6 \times 2 - 10)$ 时, 归约机并非先去计算 6×2 , 而是先计算整个算式, 碰到 $(6 \times 2 - 10)$ 再启动一个过程去计算它, 最后碰到需要计算 6×2 , 计算后一层层退回, 得到整个算术的值。由于