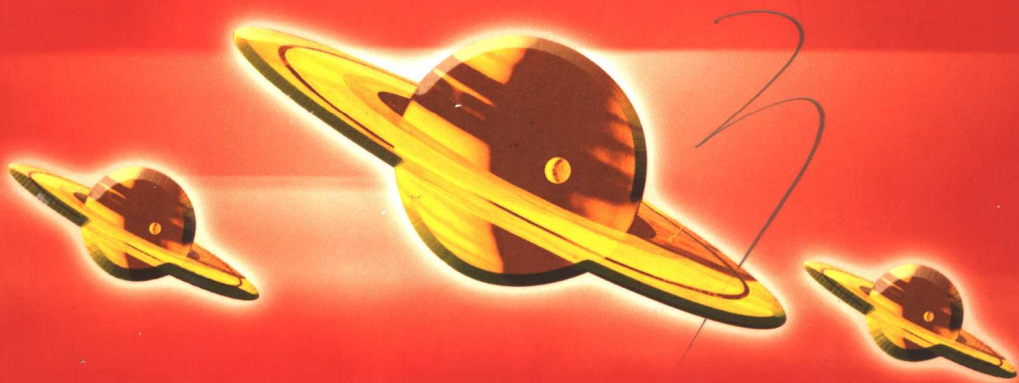





全国计算机等级考试 名师名书

数据库技术教程

(三级)

崔巍 何玉洁 郁红英 编著



-  名师编著，紧扣最新大纲，精辟讲解
-  专家指导，令您事半功倍，轻松掌握
-  内容全面，教学自学培训，考生必备



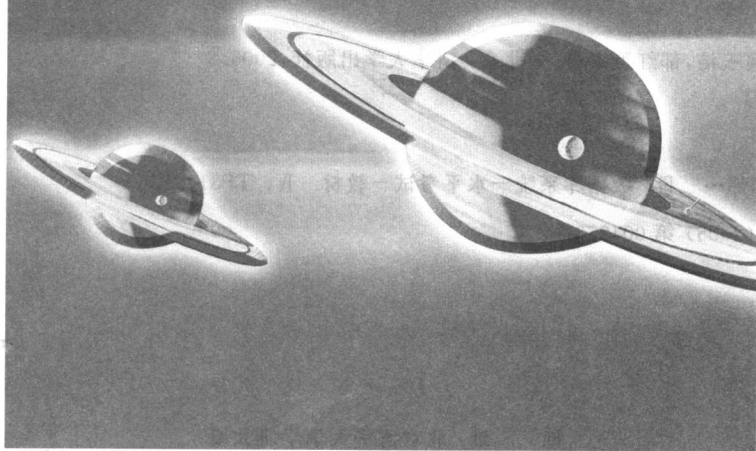
清华大学出版社

TP311. 13
160

数据库技术

教程(三级)

崔巍 何玉洁 郁红英 编著



全国计算机等级考试名师名导

北方工业大学图书馆



00569762

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书根据教育部考试中心制订的《全国计算机等级考试 考试大纲(2004年版)》中的“三级(数据库技术)考试大纲”编写,内容包括:计算机基础(含基本概念、计算机网络和信息安全等)、数据结构、操作系统、数据库的基本概念和基本原理、数据库设计、数据库应用系统的开发方法和开发工具、数据库管理系统及相关产品、数据库的发展方向等。

本书除可以作为全国计算机等级考试——三级数据库技术的教材外,也可以作为高等院校相关专业数据库课程的参考书和其他工程技术人员学习数据库技术的参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

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。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

数据库技术教程(三级)/崔巍,何玉洁,郁红英编著. —北京:清华大学出版社,2005.3

(全国计算机等级考试名师名导)

ISBN 7-302-10376-3

I. 数… II. ①崔…②何…③郁… III. 数据库系统—水平考试—教材 IV. TP311.13

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第004953号

出版者:清华大学出版社

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

社总机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

责任编辑:索 梅

印 装 者:清华大学印刷厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

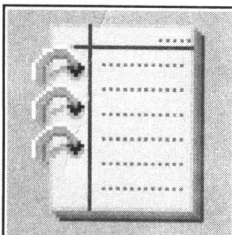
开 本:185×260 印张:24.25 字数:569千字

版 次:2005年3月第1版 2005年3月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-10376-3/TP·7059

印 数:1~5000

定 价:30.00元



前 言

全国计算机等级考试是面向社会的计算机应用能力水平考试,为社会提供了一个统一、公正和客观的计算机应用能力考核标准,从1994年开考以来,深受社会各界的欢迎,应试者逐年增多。

本书是根据教育部考试中心制订的《全国计算机等级考试 考试大纲(2004年版)》中的“三级(数据库技术)考试大纲”编写的。按照大纲的要求,考生需要掌握计算机基础(含基本概念、计算机网络和信息安全等)、数据结构、操作系统、数据库的基本概念和基本原理、数据库设计等知识,并熟悉和了解数据库应用系统的开发方法和开发工具、数据库管理系统及相关产品、数据库的发展方向等。另外考生还需要具有使用C语言进行程序设计的能力。

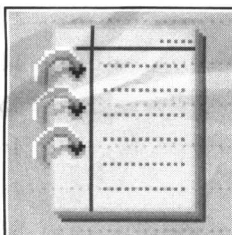
本教程共分12章:第1章介绍计算机基础知识,以及计算机网络和信息安全方面的概念;第2章介绍数据结构及其算法;第3章介绍操作系统;第4章介绍数据库技术基础;第5章介绍关系数据库系统;第6章介绍关系数据库标准语言SQL;第7章介绍关系数据库规范化理论;第8章介绍数据库设计的方法;第9章介绍事务管理、并发控制、数据库恢复和数据库安全等内容;第10章介绍数据库管理系统及一些主流产品;第11章介绍数据库应用开发工具;第12章介绍数据库技术的发展。

本书由崔巍主编,参加编写的人员有崔巍(第1章、第5章、第6章、第7章、第8章和第11章)、何玉洁(第2章、第4章、第9章、第10章和第12章)及郁红英(第3章)。

由于本教程涉及的范围较广,疏漏之处希望读者能够提出宝贵意见,以便我们在修订时改正。

编者

2004年7月



目 录

第 1 章 基础知识	1
1.1 计算机系统组成与应用领域	1
1.1.1 计算机系统组成	1
1.1.2 计算机的应用领域	2
1.2 计算机软件	4
1.2.1 计算机语言	4
1.2.2 系统软件	5
1.2.3 应用软件	6
1.3 计算机网络基础	7
1.3.1 计算机网络基本概念	7
1.3.2 计算机网络的分类	9
1.4 Internet 基础	13
1.4.1 Internet 的形成与发展	14
1.4.2 Internet 的结构与组成	14
1.4.3 TCP/IP 协议、域名与 IP 地址	16
1.4.4 Internet 提供的主要服务	17
1.4.5 Internet 的基本接入方式	21
1.5 信息安全基础	22
1.5.1 信息安全的基本概念	22
1.5.2 信息保密	23
1.5.3 信息认证	24
1.5.4 密钥管理	25
1.5.5 计算机病毒的基本概念	26
1.5.6 网络安全	28
1.5.7 操作系统安全	33
1.5.8 数据库安全	36
习题 1	39



第 2 章 数据结构与算法	41
2.1 基本概念	41
2.1.1 数据结构基本概念	41
2.1.2 主要的数据存储方式	43
2.1.3 算法的设计与分析	44
2.2 线性表	45
2.2.1 顺序表和一维数组	46
2.2.2 链表	48
2.2.3 栈	51
2.2.4 队列	52
2.2.5 串	54
2.3 多维数组、稀疏矩阵和广义表	55
2.3.1 多维数组的顺序存储	55
2.3.2 稀疏矩阵的存储	56
2.3.3 广义表的定义和存储	57
2.4 树形结构	59
2.4.1 树的定义和术语	59
2.4.2 二叉树的定义	60
2.4.3 树的二叉树表示	61
2.4.4 二叉树和树周游	62
2.4.5 二叉树的存储和线索二叉树	63
2.4.6 二叉树周游算法	65
2.4.7 霍夫曼算法及其应用	66
2.5 查找	69
2.5.1 线性表查找	69
2.5.2 树形结构与查找	75
2.6 排序	84
2.6.1 插入排序	84
2.6.2 选择排序	86
2.6.3 交换排序	91
2.6.4 归并排序	94
2.6.5 各种排序方法小结	95
习题 2	96
第 3 章 操作系统	98
3.1 操作系统概述	98
3.1.1 操作系统的概念	98
3.1.2 操作系统的功能	99



3.1.3	操作系统的类型	101
3.1.4	研究操作系统的几种观点	103
3.1.5	操作系统的硬件环境	104
3.2	进程管理	106
3.2.1	多道程序设计	106
3.2.2	进程	108
3.2.3	进程控制	111
3.2.4	线程	111
3.2.5	进程的同步与互斥	113
3.2.6	进程间的通信	115
3.2.7	死锁	118
3.2.8	进程调度	121
3.3	存储管理	123
3.3.1	存储管理概述	123
3.3.2	分区存储管理	124
3.3.3	页式存储管理	127
3.3.4	段式管理	129
3.3.5	段页式存储管理	130
3.3.6	虚拟存储管理	131
3.3.7	虚拟存储管理的性能问题	134
3.3.8	交换技术	135
3.4	设备管理	135
3.4.1	设备管理概述	135
3.4.2	通道技术	137
3.4.3	缓冲技术	138
3.4.4	设备分配	139
3.4.5	设备控制	141
3.4.6	磁盘调度	142
3.5	文件管理	143
3.5.1	文件与文件系统	143
3.5.2	文件结构和存取方式	145
3.5.3	文件目录	148
3.5.4	文件系统的实现	150
3.5.5	文件存取控制	152
3.5.6	文件的操作	154
3.5.7	文件系统的安全	155
3.6	作业管理	156
3.6.1	操作系统与用户的接口	156



3.6.2	作业管理概述	157
3.6.3	批处理方式下的作业管理	158
习题 3		160
第 4 章	数据库技术基础	163
4.1	数据管理的发展	163
4.1.1	文件管理系统	163
4.1.2	数据库管理系统	165
4.2	数据库系统的组成	167
4.2.1	数据库系统	167
4.2.2	数据库管理系统	168
4.2.3	数据库	168
4.2.4	数据库管理员	168
4.3	数据和数据模型	169
4.3.1	数据	169
4.3.2	数据模型的基本概念	170
4.3.3	数据模型的分类	171
4.3.4	数据模型三要素	171
4.3.5	概念数据模型	172
4.3.6	常用的数据结构模型	174
4.4	数据库系统的模式结构	180
4.4.1	数据库系统模式的概念	180
4.4.2	数据库系统的三级模式结构	180
4.4.3	数据库的模式映像功能与数据独立性	182
4.5	数据库技术的研究领域	183
习题 4		183
第 5 章	关系数据库系统	185
5.1	关系数据库系统概述	185
5.1.1	关系数据库的发展	185
5.1.2	关系数据模型概述	186
5.2	关系数据模型	187
5.2.1	关系数据模型的数据结构和基本术语	187
5.2.2	关系的形式定义和关系数据库对关系的限定	189
5.3	关系模型的完整性约束	191
5.3.1	实体完整性规则	191
5.3.2	参照完整性规则	192
5.3.3	用户定义完整性	193



5.3.4 完整性约束的作用·····	194
5.4 关系代数·····	195
5.4.1 传统的集合运算·····	196
5.4.2 专门的关系运算·····	197
习题 5·····	201
第 6 章 关系数据库标准语言 SQL ·····	204
6.1 SQL 语言概述·····	204
6.1.1 SQL 语言的发展·····	204
6.1.2 SQL 的特点·····	205
6.1.3 SQL 数据库的体系结构·····	205
6.2 SQL 的数据定义功能·····	206
6.2.1 定义基本表·····	207
6.2.2 定义索引·····	209
6.3 SQL 的数据查询功能·····	210
6.3.1 SQL SELECT 语句·····	210
6.3.2 简单查询·····	211
6.3.3 连接查询·····	215
6.3.4 嵌套查询·····	218
6.4 SQL 的数据操纵功能·····	222
6.4.1 插入语句·····	222
6.4.2 更新语句·····	223
6.4.3 删除语句·····	223
6.5 视图·····	223
6.5.1 视图的概念·····	223
6.5.2 定义视图·····	224
6.5.3 删除视图·····	227
6.5.4 操作视图·····	227
6.5.5 视图的作用和优点·····	228
6.6 SQL 的数据控制语句·····	229
6.6.1 授予权限·····	229
6.6.2 收回权限·····	231
6.7 嵌入式 SQL·····	231
6.7.1 嵌入识别与预编译·····	232
6.7.2 数据通信区与主变量·····	232
6.7.3 游标·····	233
习题 6·····	234



第 7 章 关系数据库规范化理论	237
7.1 规范化问题	237
7.1.1 什么是“不好”的关系模式.....	237
7.1.2 如何得到“好”的关系模式.....	238
7.2 函数依赖	238
7.2.1 函数依赖的定义.....	238
7.2.2 术语和符号.....	239
7.2.3 函数依赖的逻辑蕴涵和闭包.....	240
7.2.4 码和主属性.....	240
7.2.5 函数依赖的公理系统.....	241
7.3 关系的规范化	241
7.3.1 第一范式(1NF)及进一步规范化的.....	242
7.3.2 第二范式(2NF).....	242
7.3.3 第三范式(3NF).....	243
7.3.4 Boyce-Codd 范式(BCNF).....	244
7.3.5 多值依赖.....	246
7.3.6 第四范式(4NF).....	248
7.3.7 规范化小结.....	248
7.4 关系模式的分解	249
7.4.1 模式分解的准则和等价标准.....	249
7.4.2 模式分解的几个结论.....	251
习题 7	251
第 8 章 数据库设计	254
8.1 数据库设计的内容、方法和步骤.....	254
8.1.1 什么是数据库设计.....	254
8.1.2 数据库设计的一般方法和步骤.....	255
8.2 需求分析	256
8.2.1 需求分析的任务.....	256
8.2.2 需求分析的基本步骤.....	257
8.3 概念结构设计	258
8.3.1 概念结构设计的目标和策略.....	258
8.3.2 采用 E-R 方法的数据库概念模型设计	259
8.4 逻辑结构设计	261
8.4.1 逻辑模型设计的目标和步骤.....	261
8.4.2 E-R 模型向关系数据模型的转换.....	262
8.4.3 规范化理论在数据库设计中的应用.....	262
8.5 物理数据库设计	263



8.6 数据库的实施和维护	264
8.6.1 数据库的实施	264
8.6.2 运行与维护	264
习题 8	265
第 9 章 事务管理与数据库安全性	267
9.1 事务基本概念	267
9.1.1 事务	267
9.1.2 事务的特征	268
9.1.3 SQL 事务处理模型	268
9.2 并发控制	269
9.2.1 并发控制概述	270
9.2.2 并发控制措施	272
9.2.3 加锁(封锁)协议	273
9.2.4 死锁	276
9.2.5 并发调度的可串行性	276
9.2.6 两段锁协议	277
9.3 数据库备份与恢复	278
9.3.1 数据库故障的种类	278
9.3.2 数据库备份	279
9.3.3 数据库恢复	280
9.4 数据库安全性	281
9.4.1 安全控制模型	281
9.4.2 数据库权限的种类及用户的分类	282
9.4.3 操作权定义	282
9.4.4 加密	283
习题 9	284
第 10 章 数据库管理系统	286
10.1 数据库管理系统概述	286
10.1.1 DBMS 目标	286
10.1.2 DBMS 基本功能	287
10.2 DBMS 系统结构	289
10.2.1 DBMS 程序模块的组成	289
10.2.2 DBMS 的分类	291
10.2.3 DBMS 的层次结构	292
10.2.4 DBMS 的运行过程示例	293



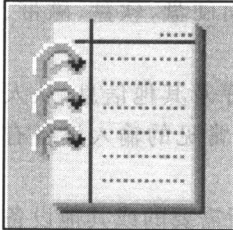
10.3	新的应用需求对 DBMS 的挑战	295
10.4	Oracle 数据库系统	296
10.4.1	Oracle 系统概述	296
10.4.2	Oracle 服务器的基本结构	297
10.4.3	Oracle 服务功能及特点	298
10.4.4	Oracle 产品结构及组成	299
10.4.5	Oracle 系统的特点	301
10.4.6	Oracle 的数据仓库和 Internet 解决方案	301
10.5	MS SQL Server 数据库系统	302
10.5.1	SQL Server 2000 产品家族	303
10.5.2	SQL Server 2000 和特点	304
10.6	Sybase 数据库系统	305
10.6.1	Sybase 数据库系统简介	305
10.6.2	Sybase 数据库系统的功能和特点	305
10.6.3	Sybase 的 Internet 应用和商业智能解决方案	307
10.7	IBM DB2 数据库系统	309
10.7.1	IBM DB2 简介	309
10.7.2	DB2 数据库的功能和特点	309
10.7.3	IBM 的商务智能解决方案	310
10.7.4	IBM 内容解决方案	311
	习题 10	311
第 11 章	数据库应用开发工具	313
11.1	概述	313
11.1.1	为什么要使用设计工具和开发工具	313
11.1.2	数据库系统工具的分类	314
11.1.3	新一代数据库应用开发工具的特征	315
11.1.4	数据库应用开发工具的发展趋势	316
11.1.5	应用开发对开发工具的要求	317
11.1.6	目前应用开发工具存在的一些主要问题	318
11.1.7	目前应用开发工具的典型代表	319
11.2	CASE 工具——PowerDesigner	319
11.2.1	PowerDesigner 的组成及各模块的功能	320
11.2.2	DataArchitect 模块	320
11.2.3	PowerDesigner 9 的模块构成	323
11.3	应用开发工具——PowerBuilder	323
11.3.1	PowerBuilder 的主要特点	324



11.3.2	PowerBuilder 的数据库接口	324
11.3.3	对象、属性与事件	325
11.3.4	PowerBuilder 应用的构成与开发方法	326
11.3.5	PowerBuilder 应用开发环境	326
11.4	应用开发工具——Delphi	328
11.4.1	Delphi 的主要特点	328
11.4.2	Delphi 的集成开发环境	329
11.4.3	Delphi 开发的基本步骤	330
习题 11		330
第 12 章	数据库技术的发展	331
12.1	数据库技术的历史沿革	331
12.1.1	层次数据库	331
12.1.2	网状数据库	331
12.1.3	关系数据库	332
12.1.4	新一代数据库系统	333
12.2	数据库系统结构的发展	333
12.2.1	集中式结构	333
12.2.2	文件服务器结构	334
12.2.3	客户/服务器结构	335
12.2.4	并行数据库系统结构	336
12.2.5	分布式数据库系统	338
12.3	面向对象技术与数据库技术的结合	339
12.3.1	面向对象数据库概述	340
12.3.2	面向对象数据库的优点	341
12.3.3	面向对象数据库的功能	342
12.4	面向应用领域的数据库新技术	345
12.4.1	多媒体数据库	345
12.4.2	移动数据库	345
12.4.3	主动数据库	345
12.4.4	联邦数据库	346
12.5	数据仓库、联机分析处理和数据挖掘	347
12.5.1	数据仓库技术	347
12.5.2	联机分析处理	353
12.5.3	数据挖掘	357
12.6	数据库技术面临的挑战和研究方向	360
12.6.1	数据库技术面临的挑战	360
12.6.2	数据库技术的研究方向	361



习题 12	363
附录	365
附录 A 全国计算机等级考试三级(数据库技术)考试大纲(2004 年版)	365
附录 B 习题参考答案	367
参考文献	372



第 1 章

基础知识

本章介绍计算机系统组成与应用领域、计算机软件、操作系统、计算机网络和信息安全等信息管理技术方面的基础知识。

1.1 计算机系统组成和应用领域

简单地说,计算机有硬件和软件两大部分。现代计算机有着非常广泛的应用领域。

1.1.1 计算机系统组成

计算机硬件是看得见、摸得着的“物理”设备。这些设备是由各种器件的电子线路构成的,是计算机完成各种工作的物质基础。

没有软件的计算机系统通常称为“裸机”,裸机没有软件“指挥”是无法工作的。因此,计算机硬件只是为计算机完成各种工作提供了一个“舞台”,而在这个“舞台”上表演什么则取决于软件。所以说硬件和软件相互依存才能构成一个可用的计算机系统。

计算机软件是在计算机硬件设备上运行的各种程序及其相关资料的总称。而程序则是由一条条计算机最基本的操作指令组成的,它告诉计算机要干什么、怎么工作。通常把计算机所有指令的组合称为机器的指令系统。

计算机的发展过程更能充分说明计算机的硬件和软件的相互关系。一方面硬件高度发展为软件的发展提供了支持,如果没有硬件的高速运算能力和大容量的存储,大型软件将失去依托,无法发挥作用。另一方面,软件的发展也对硬件提出了更高的要求,促使硬件更快地发展,并且软件在很大程度上决定着计算机应用功能的发挥。

现在使用的计算机仍是以存储程序为基础的冯·诺依曼体系结构的计算机,一般都由 5 大功能部件组成,它们是:运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。

运算器是用来完成运算功能的。它是用于对数据进行运算、加工的部件。一般把运算分为算术运算和逻辑运算。算术运算包括加、减、乘、除及它们的复合运算;而逻辑运算包括一般的逻辑判断和逻辑比较,如比较、移位、逻辑加、逻辑乘、逻辑反等操作。



控制器是计算机内的控制部件。它控制计算机各部分自动协调地工作,并完成对指令的解释和执行。控制器每次从存储器读取一条指令,经分析译码,产生一串操作命令发向各个部件,控制各部件动作,实现该指令的功能;然后再取下一条指令,继续分析、执行,直至程序结束,从而使整个机器能连续、有序地工作。

存储器是用来存储程序 and 数据的。它是计算机的记忆装置。存储器又分为内存储器和外存储器两种。普通的内存、高速缓存、CMOS 等属于内存储器,而硬盘、软盘、磁带、光盘等属于外存储器。

输入设备是外部向计算机传送信息的装置,其功能是将数据、程序及其他信息,从人们熟悉的形式转换成计算机能接受的信息形式,输入到计算机内部。常见的输入设备有键盘、鼠标、光笔、纸带输入机、模数转换器、声音识别输入装置等。

输出设备的功能是将计算机内部二进制形式的信息转换成人们所需要的或其他设备能接受和识别的信息形式。常见的输出设备有打印机、显示器、绘图仪、数模转换器、声音合成输出装置等。也有的设备兼有输入、输出两种功能,如磁盘机、磁带机等,它们既是输入设备,也是输出设备。

现在通常将运算器和控制器合称为中央处理器,即人们常说的 CPU。中央处理器和内存储器合称为主机。输入设备、输出设备和外存储器合称为外部设备。外部设备通过接口线路与主机相连。

1.1.2 计算机的应用领域

现在计算机的应用已经无处不在,从商店购物、银行存款、火车售票到股票买卖、上网遨游,可以说人们的生活已经离不开计算机了。尽管计算机的应用已遍及人类社会的各个领域,但仍然可以按其所涉的技术和内容将其概括为以下几种类型。

1. 科学和工程计算

计算机最早是用于科学和工程计算的。这是计算机最传统的应用领域,也是最重要的应用领域之一。在科学实验和工程设计中,经常会遇到各种复杂的数学问题需要计算和求解,在计算机中利用数值方法进行求解是解决这类问题的主要途径。这种应用的特点是计算量大,而逻辑关系相对简单。

例如,在航天领域卫星运行轨道的计算、宇宙飞船及航天飞机运动轨迹的计算;在军事领域,导弹和反弹道导弹飞行轨道的计算;在天文测量和天气预报中各种方程的计算等。除了在航天、国防及一些尖端科技领域外,其他学科和工程设计方面也存在着大量的科学和工程计算,如数学、力学、化学、物理以及石油勘探、桥梁设计等领域都存在着复杂数学问题,需要利用计算机和数值方法求解。

2. 数据和信息处理

数据和信息处理是计算机的又一重要应用领域,也是和人们日常生活最为密切、最能感受得到的应用领域。现在,计算机处理的数据已经不是简单的数值,它有更广泛的含义,如图、文、声、像等对计算机来说都是数据,它们都已成为计算机的处理对象。数据处理是指对数据的收集、存储、加工、分析和传送的全过程。

计算机数据和信息处理应用非常广泛,例如财政、税务系统数据的统计和核算;银行



储蓄系统的存款、取款和计息；图书、情报系统的书刊、文献和档案资料的管理和查询；商业系统的计划、销售、市场、采购和库存管理；铁路、机场、港口的管理和调度；航空订票系统、火车订票系统等都是非常典型的数据和信息处理应用。

数据处理应用的特点是数据量很大，有些逻辑关系也比较复杂，但计算相对简单。近年来，多媒体技术的发展为数据处理增加了新鲜的内容，如指纹的识别、图像和声音信息的处理等都会涉及更广泛的数据形式，而这些数据处理过程不但数据量大，而且还有大量并且复杂的运算过程。

不管是数值、字符，还是图、文、声、像和指纹这样的多媒体数据，在计算机内部都是以二进制形式存储的。

3. 过程控制

工业和生产自动化也是一个很老的话题，它们是靠过程控制来实现的。也就是说，过程控制是工业和生产自动化的重要技术内容和手段。

过程控制就是由计算机对所采集到的数据按一定方法进行计算，然后根据计算结果产生指令，并输出到指定执行机构去控制生产的过程。

过程控制的对象可以是一台设备，也可以是一条生产线，甚至是整个工厂。在日常生活中使用的很多电器也是过程控制的很好例子，例如在使用微波炉时可以根据加热对象和目的来控制加热时间和加热强度等。

用于单台设备上的计算机通常是单板机或单片机，它通过输入或采集到的参数进行计算，并完成控制功能。

一般来说，过程控制系统都是实时系统，它要求有对输入数据及时做出反应（响应）的能力。由于环境和控制对象以及工作任务的不同，控制系统对计算机系统的要求也会不同，一般会对计算机系统的可靠性、封闭性、抗干扰性等指标提出要求。

4. 辅助设计

计算机辅助设计是计算机的另一个重要应用领域。原先的辅助设计是指在设计和生产过程中用于产品和工程的辅助设计。而现在的辅助设计则有更广泛的含义，通常还包括计算机辅助制造、计算机辅助测试、计算机辅助教学，以及其他很多方面需要计算机辅助的内容，这些统称为计算机辅助系统。

计算机辅助设计(computer aided design, CAD)是利用计算机帮助设计人员进行产品和工程设计的重要技术手段，它能提高设计自动化程度，不仅能节省人力和物力，而且速度快、质量高，为缩短产品设计周期、保证质量提供了条件。这种技术目前已在飞机、轮船、桥梁、建筑、机械、服装等设计中得到广泛应用。

计算机辅助制造(computer aided manufacturing, CAM)是利用计算机进行生产设备的控制、操作和管理的系统。它能提高产品质量，降低生产成本，缩短生产周期，并有利于改善生产人员的工作条件。

计算机辅助测试(computer aided testing, CAT)是利用计算机来辅助进行复杂而大量的测试工作的系统。

计算机辅助教学(computer aided instruction, CAI)是现代化教学手段的体现。它利用计算机帮助学员进行学习，它将教学内容加以科学地组织，并编制好教学程序，使学生