



全国计算机等级考试教材系列

全国计算机等级考试

三级教程

——数据库技术

刘传文 主 编

陈建军 郭小兵 江海涛 副主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

万水全国计算机等级考试教材系列

全国计算机等级考试三级教程

——数据库技术

刘传文 主 编

陈建军 郭小兵 江海涛 副主编

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书根据《全国计算机等级考试（三级数据库技术）考试大纲》（2002年版）中对三级数据库技术的要求而编写。全书共分5章，内容包括计算机应用的基础知识、数据结构与算法、操作系统原理、数据库系统的概念、数据库设计和数据库应用。

本书紧扣大纲，内容新颖，重点突出，语言精炼易懂，有广泛的适应面。它可以作为全国计算机等级考试三级数据库技术的自学和培训教材，也可以作为高等学校有关专业“计算机软件技术基础”的教材和有关应用数据库技术人员的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

全国计算机等级考试三级教程. 数据库技术 / 刘传文主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2003

(万水全国计算机等级考试教材系列)

ISBN 7-5084-1587-6

I. 全… II. 刘… III. ①电子计算机—水平考试—教材 ②数据库系统—水平考试—教材 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第 049988 号

书 名	全国计算机等级考试三级教程——数据库技术
主 编	刘传文
副 主 编	陈建军 郭小兵 江海涛
出版、发行	中国水利水电出版社（北京市三里河路6号 100044） 网址：www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@public3.bta.net.cn（万水） sale@waterpub.com.cn 电话：（010）63202266（总机）、68331835（营销中心）、82562819（万水）
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 20.5 印张 460 千字
版 次	2003 年 7 月第一版 2003 年 7 月北京第一次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	28.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

随着计算机技术在社会各个领域的应用和普及，越来越多的人开始学习计算机，操作和应用计算机成为人们必须掌握的一种基本技能。国家教育部考试中心主办的“全国计算机等级考试”的目的就在于顺应社会主义市场经济建设的需要，对计算机的应用知识和能力水平确定一个全国统一的客观公正的等级标准。通过组织严格的全国统一考试，为考试合格者提供计算机应用水平的等级证明，从而推进计算机基础知识和技术的迅速普及，有效地促进国民经济的发展。

全国计算机等级考试自 1994 年组织实施以来，取得了良好的效果。由于计算机技术是一项日新月异的高新技术，计算机等级考试大纲必然会根据计算机技术的新发展，进行适当的修订。2002 年，教育部考试中心修订出版了新的《全国计算机等级考试考试大纲》。新的大纲规定全国计算机等级考试全部 13 个开考科目为：一级（Windows 环境）、一级 B（Windows 环境）、二级 QBASIC、二级 FORTRAN、二级 C、二级 FoxBase、二级 Visual Basic、二级 Visual FoxPro、三级 PC 技术、三级信息管理技术、三级网络技术、三级数据库技术、四级。

本书根据《全国计算机等级考试（三级数据库技术）考试大纲》（2002 年版）中对三级数据库技术的要求而编写。全书紧扣大纲，内容新颖，重点突出。其主要内容包括计算机应用的基础知识、数据结构与算法、操作系统原理、数据库系统的概念、数据库设计和数据库应用。为帮助读者掌握所学的知识，本书在分析了最新考试信息的基础上，每章后都附有量大、面广的习题及参考答案。本书适合报考全国计算机等级考试（三级数据库技术）的考生使用，对于学习计算机软件技术基础课程的读者也十分具有参考价值。

本书由武汉高等院校教学经验丰富的教师编写，他们自 98 年以来多次在学校组织的三级考试培训中担任主讲老师，对等级考试大纲所要求的知识点和考试题型有较深入的研究，并且长期关注计算机等级考试中的新情况和新问题。他们作为计算机专业的一线教学老师，承担了多门课程（如数据结构、操作系统、数据库原理、计算机网络等）的教学，并且教学效果良好，而这些课程多被等级考试（三级）科目中的《数据库技术》所涵盖。本书就是他们教学和等级考试培训工作经验的结晶，相信本书的出版，一定能帮助考生顺利通过考试，掌握信息技术的钥匙，更好的迎接未来的挑战！

本书由刘传文主编，陈建军、郭小兵、江海涛任副主编，参加本书编写工作的还有施继珉、周兰、王莉、华中平等。

由于作者水平有限，书中难免有不足之处，恳请读者批评指正。

编者

2003 年 5 月于武汉理工大学

目 录

前言	
第 1 章 基础知识	1
1.1 计算机系统的组成和应用领域	1
1.1.1 计算机系统的基本组成	1
1.1.2 计算机的应用领域	4
1.2 计算机软件基础	5
1.2.1 操作系统 OS (Operating System)	5
1.2.2 语言处理程序	6
1.2.3 数据库管理系统	7
1.3 计算机网络基础	7
1.3.1 计算机网络的基本概念	7
1.3.2 网络的体系结构和网络协议	15
1.3.3 Internet 基础知识	17
1.3.4 Internet 提供的主要服务	22
1.3.5 Internet 的接入方式	28
1.4 信息安全基础	29
1.4.1 信息安全概述	29
1.4.2 计算机病毒	39
习题一	43
参考答案	47
第 2 章 数据结构与算法	48
2.1 数据结构和算法的基本概念	48
2.1.1 数据结构的基本概念	48
2.1.2 算法的设计和分析	49
2.2 线性表	50
2.2.1 顺序表	51
2.2.2 链表	52
2.2.3 栈	56
2.2.4 队列	58
2.2.5 串	61
2.2.6 数组	62
2.2.7 广义表	66
2.3 树形结构	67

2.3.1	树的基本概念.....	68
2.3.2	二叉树的基本概念.....	68
2.3.3	二叉树的存储和遍历.....	71
2.3.4	二叉树的应用——哈夫曼树.....	73
2.4	排序.....	75
2.4.1	插入排序.....	75
2.4.2	选择排序.....	78
2.4.3	交换排序.....	81
2.4.4	归并排序.....	84
2.5	检索.....	85
2.5.1	线性表的检索.....	86
2.5.2	树表的检索.....	90
2.5.3	哈希表的检索.....	98
	习题二.....	101
	参考答案.....	112
第3章	操作系统.....	113
3.1	操作系统概述.....	113
3.1.1	操作系统的定义与作用.....	113
3.1.2	多道程序设计的概念.....	114
3.1.3	操作系统的特征.....	115
3.1.4	操作系统的功能.....	116
3.1.5	操作系统的分类.....	117
3.1.6	操作系统依赖的硬件环境.....	118
3.1.7	研究操作系统的几种观点.....	119
3.2	进程管理.....	120
3.2.1	进程的概念.....	121
3.2.2	进程控制.....	124
3.2.3	进程调度.....	125
3.2.4	进程的通信.....	126
3.2.5	死锁.....	130
3.2.6	线程.....	133
3.3	作业管理.....	134
3.3.1	操作系统与用户的接口.....	134
3.3.2	作业与作业管理.....	135
3.3.3	批量作业管理.....	136
3.3.4	终端作业管理.....	138
3.4	存储管理.....	138

3.4.1	存储管理有关的概念.....	139
3.4.2	存储管理的功能.....	140
3.4.3	分区存储管理.....	142
3.4.4	页式存储管理.....	143
3.4.5	段式存储管理.....	145
3.4.6	段页式存储管理.....	146
3.4.7	虚拟存储管理.....	147
3.4.8	覆盖与交换技术.....	149
3.5	设备管理.....	150
3.5.1	设备管理概述.....	150
3.5.2	设备分配.....	155
3.5.3	设备管理程序.....	157
3.5.4	磁盘调度.....	157
3.6	文件管理.....	158
3.6.1	文件系统的概念.....	158
3.6.2	文件的逻辑结构和存取方法.....	159
3.6.3	文件的物理结构和存储设备.....	160
3.6.4	文件存储空间的管理.....	164
3.6.5	文件目录结构.....	165
3.6.6	文件存取控制.....	168
3.6.7	文件的操作.....	169
3.7	典型操作系统的应用.....	170
3.7.1	MS-DOS 操作系统.....	170
3.7.2	Windows 操作系统.....	177
3.7.3	UNIX 操作系统.....	182
	习题三.....	186
	参考答案.....	196
第4章	数据库系统的基本原理.....	197
4.1	数据库系统的基本概念.....	197
4.1.1	数据库系统概述.....	197
4.1.2	数据库系统的体系结构.....	201
4.1.3	数据库系统的组成.....	203
4.2	数据模型.....	205
4.2.1	数据模型的概念.....	205
4.2.2	概念模型.....	206
4.2.3	数据模型.....	209
4.3	关系数据库.....	216

4.3.1	关系模型概述.....	217
4.3.2	关系的形式化定义.....	217
4.3.3	关系代数.....	221
4.3.4	关系的完整性.....	225
4.4	结构化查询语言 SQL.....	226
4.4.1	SQL 概述.....	226
4.4.2	数据定义.....	228
4.4.3	数据操作.....	232
4.4.4	数据控制.....	243
4.4.5	嵌入式 SQL.....	244
4.5	事务处理.....	244
4.5.1	事务的基本概念.....	244
4.5.2	故障恢复.....	245
4.5.3	并发控制.....	248
	习题四.....	251
	参考答案.....	256
第 5 章	数据库设计与数据库应用.....	257
5.1	关系数据库的规范化.....	257
5.1.1	问题的提出.....	257
5.1.2	函数依赖.....	258
5.1.3	范式.....	260
5.1.4	分解关系的基本原则.....	265
5.2	数据库设计.....	267
5.2.1	数据库设计概述.....	267
5.2.2	需求分析.....	269
5.2.3	概念结构设计.....	274
5.2.4	逻辑结构设计.....	280
5.2.5	数据库的物理设计.....	284
5.2.6	数据库的实施和维护.....	287
5.3	数据库应用开发工具.....	289
5.3.1	数据库管理系统.....	289
5.3.2	应用开发工具.....	302
5.4	数据库技术的发展.....	310
5.4.1	数据库技术的 3 个发展阶段.....	310
5.4.2	数据库的新技术.....	311
	习题五.....	313
	参考答案.....	317

第 1 章 基础知识

计算机也称电脑，是一种能快速、高效地进行信息处理的数字化电子设备，它能按照人们编写的程序，对输入的原始数据进行加工处理、传输、存储，以便获取所期望的输出信息。计算机网络是计算机应用的一个重要领域，是信息高速公路的重要组成部分。本章介绍了计算机系统的组成，包括硬件系统和软件系统；讲述了计算机网络的基础知识和应用知识；最后介绍了信息安全的一些基础知识。

1.1 计算机系统的组成和应用领域

1.1.1 计算机系统的基本组成

1. 计算机系统的组成

一个完整的计算机系统包括两大部分，即硬件系统和软件系统。所谓硬件是指构成计算机的物理设备，是计算机完成计算工作的物质基础。从功能角度而言，一个完整的硬件系统，必须包含五大功能部件：运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。所谓软件是指使计算机运行所需要的程序以及程序运行时所需要的数据和有关的技术文档资料。软件内容丰富，种类繁多，通常根据软件用途将其分为两大类：系统软件和应用软件。由硬件和软件组成的计算机系统的基本组成如图 1.1 所示。

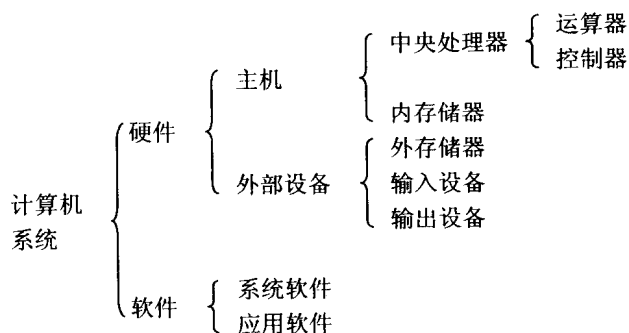


图 1.1 计算机系统的基本组成

2. 冯·诺依曼结构计算机的五大功能部件

要使计算机完成各种预定的操作，不仅应该告诉计算机做什么，而且还要告诉计算机如何做，这都是通过计算机执行一条条指令来完成的。

指令是指挥计算机完成某种操作的命令，它在计算机中是以一组二进制代码来表示的，一条指令对应计算机的一定动作。一台计算机所有指令的集合称为这台计算机的指令

系统。指令系统的完善和齐全程度在一定程度上反映了这台计算机的功能与作用的强弱，它是由计算机在硬件设计时所决定的。不同的 CPU 具有不同的指令系统，通过执行各种指令可以使计算机完成预定的操作。

用计算机进行数据处理时，要把处理过程的内容、步骤和运算规则用一系列指令表达出来，这一系列指令的有序集合就称为程序。程序通过输入设备送入计算机的存储器中存储起来，然后根据程序的要求一条条执行其中的指令，这样计算机的各部件就会在程序控制下自动完成指令规定的各种操作，操作完毕后，通过输出设备送出结果，这就是存储程序的基本思想，它是由美国计算机科学家冯·诺依曼提出来的。

以存储程序原理为基础的冯·诺依曼结构的计算机一般由五大功能部件组成，即运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。

(1) 运算器。这是计算机进行算术和逻辑运算的部件，是计算机进行各种数据信息加工的场所。运算器对机器内编成二进制代码的信息按程序指令的要求进行各种算术和逻辑运算，在控制器的控制下与存储器交换信息。在运算过程中，运算器不断从存储器中读出数据，对数据进行运算后，再把运算结果写入存储器中保存起来备用或通过输出设备送出去。

(2) 控制器。这是计算机的指挥控制中心，用来统一指挥、控制和协调计算机内部各部件的正确运行，使机器内的数据、信息按预先规定的目的和步骤（即程序）有条不紊地工作，并通过执行一条条指令序列来控制计算机的操作。计算机工作时，控制器从存储器中按程序规定的顺序取出一条指令，并指向下一条指令所在的存放地址，为取出下一条指令做好准备，然后对所取指令进行译码分析或测试，同时产生相应的控制信号，并由控制信号启动相应的部件，执行该指令规定的某一特定操作。

在 PC 机中，上述两大部件通常集成在一块半导体集成电路芯片内，称为 CPU（Central Process Unit，中央处理单元）或微处理器。

(3) 存储器。这是用来存放各种信息（指各种数据和程序）的部件，是计算机的记忆装置。存储器又可根据其用途的不同分为内存（或主存）和外存（或辅存）。

内存的存取速度快，但相对容量较小。它用来存放当前执行运算时所需的程序和数据。内存直接与运算器（或 CPU）相连。每个内存单元的编号称为内存地址。目前，内存一般由各种半导体存储器芯片构成。内存按照其工作方式又可分为 RAM（Random Access Memory，随机存取存储器或读写存储器）和 ROM（Read Only Memory，只读存储器）两大类。

外存一般由磁盘（包括软盘和硬盘）、磁带和各种光盘构成。外存的存取速度慢，但存储容量大。外存主要用来存放大量暂时不用的程序和数据。外存中存放的程序和数据必须调入内存才能运行。

计算机中各种存储容量的单位都用字节（Byte）来表示。此外还有 KB、MB、GB 和 TB 等存储容量单位，它们之间的关系是：

$$\begin{aligned} 1\text{KB} &= 2^{10} \text{Byte} = 1024 \text{Byte} & 1\text{MB} &= 2^{10} \text{KB} = 2^{20} \text{Byte} \\ 1\text{GB} &= 2^{10} \text{MB} = 2^{30} \text{Byte} & 1\text{TB} &= 2^{10} \text{GB} = 2^{40} \text{Byte} \end{aligned}$$

(4) 输入设备。输入设备是用来输入原始数据和程序的设备，它可将输入的程序和数据转化为计算机能够理解和识别的信息输入到计算机中。

常用的输入设备有键盘、鼠标、光笔、扫描仪等。

(5) 输出设备。输出设备是用来将计算机的处理结果转化为人们所需信息形式的一种设备。根据人们对输出信息形式的不同要求，有各种不同的输出设备。

常用的输出设备为显示器、打印机、绘图仪、音箱等。

通常将中央处理器和控制器合称为主机，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与主机相连。

3. 计算机的工作过程

原始数据及程序经输入设备送入计算机后，由输入设备将它们转换为计算机能够识别、理解和处理的二进制数据，并存放在存储器中。然后控制器在存储程序（即指令）的指挥下向其他各有关部件发出相应的控制命令，使它们完成相应的操作，并不断重复这一过程。处理完毕后，将处理结果通过输出设备转化为人们所需的或能理解的各种数据信息形式。这就是计算机的基本工作过程。计算机的工作过程可以用图 1.2 描述。

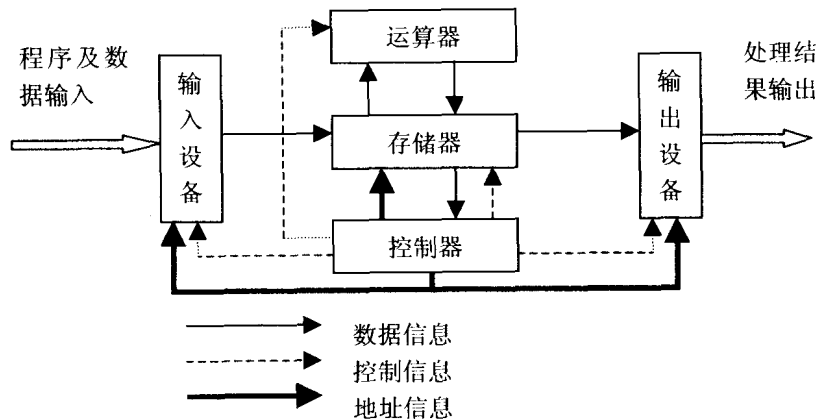


图 1.2 计算机的工作过程示意图

从计算机的基本工作过程中我们可以看到，在计算机中实际上有 3 股信息在流动，它们分别是：

- 数据信息：包括程序和原始数据，它们沿着数据信号通道（即所谓的数据总线）来往于运算器、控制器、存储器和 I/O 设备之间，传递各种原始数据和程序指令。
- 控制信息：主要由控制器发出，包括某些 I/O 设备的响应信号，它们沿着控制信号通道（即所谓的控制总线）来往于运算器、存储器、I/O 设备和控制器之间，控制各个部件并按程序要求完成预定的操作。
- 地址信息：主要由控制器发出，它们沿着专用的地址信号通道（即所谓的地址总线）传送，以便能找到所需访问的目标存储器单元或 I/O 设备单元的地址，对它们进行相关的操作。

4. PC 机的性能参数

微型计算机是由中央处理器（CPU）、内部存储器（RAM）、外部存储器（硬盘）、输入/输出设备等组成。当计算机运行时，每个部件之间统一协调工作。计算机的整体性能不但取决于各部件的性能指标，还与它们之间的组合有关。比如说，高速的 CPU 与快速的 RAM 搭配，会获得最好的整体性能。计算机的主要技术指标一般是指以下 5 个方面。

(1) CPU 性能。CPU 是计算机的核心部件，就像人的大脑一样重要，它的数据位宽度和工作时钟主频率是两个重要的技术参数。计算机的数据位宽度从早期的 8 位发展到 16 位、32 位、64 位，主频从几兆赫兹（MHz）提升到几十兆赫兹、几百兆赫兹、上千兆赫兹。例如 Intel Pentium IV 2G CPU，数据位宽为 64 位，主频为 2000 MHz。

(2) 存储容量。计算机存储器分为内部存储器 RAM 和外部存储器（如硬盘等）。由于制造工艺和价格原因，早期的计算机只配几十 KB。目前，市场上销售的微机配置 64~256 MB 的 RAM，服务器则要配置更多的内存。内存越大，计算机性能越好。为了很好地运行 Windows 98，计算机至少需要配置 16 MB 内存。

(3) 运行速度。计算机的运行速度主要取决于 CPU 和内存的性能。为了获得更高的运行速度，高档计算机在 CPU 和内存之间采用了高速缓冲（Cache）技术。衡量计算机速度的参数是一秒内计算机能够执行的指令数目 MIPS（Million of Instruction Per Second）。

(4) 外设支持。计算机需要同像打印机这样的外部设备打交道。计算机能够支持外设的数量和输入/输出的处理能力，反映了计算机性能的优劣程度。计算机常用外设有键盘、鼠标、显示器、打印机、扫描仪等。Windows 98 支持即插即用外设。

(5) 系统的可靠性。系统的可靠性常常用平均无故障时间 MTBF（Mean Time Between Failures）和平均故障修复时间 MTTR（Mean Time To Repair）来表示，它们的单位是“小时”。若 MTBF 值很高，且 MTTR 很低，则称该计算机具有高的“可用性”。

1.1.2 计算机的应用领域

当前计算机的应用领域已覆盖了社会全方位，计算机科学与技术已经成为人类社会巨大的生产力。归纳起来，计算机的应用可分为以下几个方面。

1. 科学计算

科学计算也称数值计算，是计算机应用的一个重要领域，主要为解决科学研究和工程设计中大量数学问题的数值计算。随着现代科技的发展，科学计算已经渗透到尖端科技领域，如核爆炸的计算和模拟、大型水坝优化设计计算、海洋流体循环计算、遗传基因研究计算、高层建筑抗震计算、国家和军用机密通信的加密和解密中的计算、人造卫星轨迹的计算等。

2. 过程控制

过程控制是计算机用于工业生产的重要方面，它是指通过计算机对某一生产过程按照人预定的目标和预定的状态进行自动操作，对操作数据进行实时采集、检测、处理和判断，按其最优值进行过程的调节，它可大大提高检测的实时性和准确性。用于生产过程控制的系统，一般都是实时系统，它要求有对输入数据及时做出响应的能力。

3. 信息处理和信息管理

信息处理是当今计算机应用最广泛的一个领域,包括计算机对文字、声音、图像等信息的收集、分类、存储、传输、查询等操作。当今建立在不同模式之上的各类信息系统、办公自动化系统及各类数字化城市,都是计算机在信息管理方面的应用。计算机用于信息处理和管理,为信息社会的办公自动化、管理自动化和社会自动化创造了最有利的条件。

4. 计算机辅助系统

将计算机用于辅助设计、辅助制造、辅助测试、辅助教学等方面,统称为计算机辅助系统。

计算机辅助设计(CAD, Computer Aided Design)是指利用计算机帮助设计人员进行工程设计,以提高设计工作的自动化程度,节省人力和物力。目前,CAD在电路、机械、土木工程、服装等设计中得到了广泛的应用。计算机辅助制造(CAM, Computer Aided Manufacturing)是指利用计算机进行生产设备的管理、控制与操作。计算机辅助测试(CAT, Computer Aided Test)是指利用计算机进行复杂而大量的测试工作。计算机辅助教学(CAI, Computer Aided Instruction)是指利用计算机帮助学习的自动系统,它将教学内容、教学方法以及学习情况等存储在计算机中,使学生能够轻松自如地从中学到所需要的知识。

5. 人工智能

人工智能是利用计算机模拟人类某些智能行为(如感知、思维、推理、学习等)的理论和技術。它是在计算机科学、控制论等基础上发展起来的边缘学科,包括专家系统、机器翻译、自然语言理解、机器人等。1997年4月,IBM的深蓝(Deep Blue)计算机战胜人类国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫,就是计算机人工智能的一项研究成果。

总之,计算机的应用很广泛,涉及到国民经济、社会生活的各个领域,并已进入了家庭。计算机的应用将推动信息社会更快地向前发展。但应该认识到,计算机是人设计制造的,要靠人来使用和维护,人们只有提高计算机方面的知识水平,才能充分发挥计算机的作用。

1.2 计算机软件基础

计算机系统的软件极为丰富,通常将它们分为系统软件和应用软件两大类。系统软件是计算机系统的一部分,它是支持应用软件的运行的,即它为用户开发应用系统提供一个平台。系统软件一般包括操作系统、语言处理程序和数据库管理系统等。应用软件是指计算机用户利用计算机的软、硬件资源为某一专门的应用目的而开发的软件,它涉及到计算机应用的所有领域,各种科学和工程计算的软件和软件包、信息管理系统软件、工程设计软件、过程控制软件等都属于应用软件的范畴。

1.2.1 操作系统 OS (Operating System)

操作系统是最基本、最重要的系统软件。为了使计算机系统的所有资源(包括中央处理器、存储器、各种外部设备及各种软件)协调一致,有条不紊地工作,就必须有一个软

件来进行统一管理和统一调度，这种软件称为操作系统。它的功能就是管理计算机系统的全部硬件资源、软件资源及数据资源，使计算机系统所有资源最大限度地发挥作用，为用户提供方便、有效、友好的服务界面。

操作系统是一个庞大的管理控制程序，根据侧重面和设计思想的不同，操作系统的结构和内容存在很大差别，但对于功能比较完善的操作系统来说，应具备 5 个管理功能：进程管理、作业管理、存储管理、设备管理和文件管理。根据操作系统的功能和使用环境，操作系统可分为单用户操作系统、批处理操作系统、分时操作系统、实时操作系统和网络操作系统等几类。

1.2.2 语言处理程序

编写计算机程序所用的语言是人与计算机之间交流信息的工具，称为程序设计语言。程序设计语言一般分为机器语言、汇编语言和高级语言 3 类。

1. 机器语言

机器语言是计算机系统能直接识别的，不需要翻译直接供机器使用的程序设计语言。机器语言中的每一条语句（机器指令）实际是一条二进制形式的指令代码，它由操作码和操作数组成。它的指令二进制代码通常随 CPU 型号的不同而不同（同系列 CPU 一般向下兼容）。由于用机器语言编写的程序不便于记忆、阅读和书写，所以通常不用机器语言直接编写程序。

2. 汇编语言

汇编语言是一种面向机器的程序设计语言，它采用一定的助记符号表示机器语言中的指令和数据，即用助记符号代替二进制形式的机器指令。这种替代使得机器语言“符号化”，所以也称汇编语言为符号语言。汇编语言的每条指令对应一条机器语言代码，不同型号的计算机系统一般有不同的汇编语言。

由于计算机硬件只能识别机器指令，执行机器指令，对于用助记符表示的汇编指令是不能执行的，因此，汇编语言编写的程序要执行的话，必须用一个程序将汇编语言程序翻译成机器语言程序。用于翻译的程序称为汇编程序。汇编程序将用符号表示的汇编指令码翻译成为与之对应的机器语言指令码。用汇编语言编写的程序称为源程序，翻译后得到的机器语言程序称为目标程序。

3. 高级语言

高级语言是一种比较接近自然语言和数学表达式的计算机程序设计语言。它具有较大的通用性，用高级语言编写的程序能使用在不同的计算机系统上。

一般将用高级语言编写成的程序称为源程序。对于源程序，计算机是不能识别和执行的，必须先将它翻译成计算机能识别和执行的二进制机器指令，然后执行。

计算机将源程序翻译成机器指令时，通常有两种翻译方式：一种为“编译”方式，另一种为“解释”方式。所谓编译方式是首先把源程序翻译成等价的目标程序，然后再执行此目标程序。而解释方式是把源程序逐句翻译，翻译一句执行一句，边翻译边执行。解释程序不产生将被执行的目标程序，而是借助于解释程序直接执行源程序本身。一般将高级

语言翻译成机器语言的程序称为编译程序。常用的高级语言有 BASIC 语言、FORTRAN 语言、Pascal 语言、C 语言和 Java 语言等。现在微机上较常用的 Visual C++ 等面向对象的程序设计语言给广大用户在 Windows 环境下开发软件带来了方便。

1.2.3 数据库管理系统

数据库系统是 60 年代后期才产生并发展起来的，它是计算机科学中发展最快的领域之一。它主要是面向解决数据处理的非数值计算问题，目前主要用于档案管理、财务管理、图书资料管理及仓库管理等的数据处理。这类数据的特点是数据量比较大，数据处理的主要内容为数据的存储、查询、修改、排序、分类等。

数据库管理系统的作用是管理数据库。它具有：建立数据库、编辑、修改、增加、删除数据库内容等对数据的维护功能，对数据的检索、排序、统计等使用数据库的功能，以及友好的交互式输入 / 输出能力。数据库管理系统使用方便、高效的数据库编程语言，允许多用户同时访问数据库，并提供数据独立性、完整性、安全性的保障。

目前，微机系统常用的单机数据库管理系统有 FoxBase、Visual FoxPro、Access 等，适用于网络环境的大型数据库管理系统有 DB2、SQL Server、Oracle、Sybase、Informix 等。

1.3 计算机网络基础

计算机网络是计算机应用的一个重要领域，是信息高速公路的重要组成部分，即信息化社会的基础就是由计算机互联所组成的信息网络。如果说 21 世纪是一个信息化社会，那么它同时也是一个计算机网络的社会。因此本章我们介绍网络及 Internet 的基本知识和 Internet 上最广泛的应用。

1.3.1 计算机网络的基本概念

1. 计算机网络的形成与发展

计算机网络的发展过程是计算机技术与通信技术紧密结合、相互促进、共同发展的过程。纵观计算机网络的发展历史可以发现，它和其他事物的发展一样，也经历了从简单到复杂、从低级到高级的过程。

1946 年世界上第一台数字计算机 ENIAC 问世，由于当时计算机的数量非常少，且非常昂贵，所以当时的计算机大都采用批处理方式，用户使用计算机首先要将程序和数据制成纸带或卡片，再送到计算中心进行处理。1954 年，出现了一种被称作收发器的终端，人们使用这种终端首次实现了将穿孔卡片上的数据通过电话线路发送到远地的计算机。此后，电传打字机也作为远程终端和计算机相连，用户可以在远地的电传打字机上输入自己的程序，而计算机的处理结果也可以传送到远地的电传打字机上并打印出来，计算机网络的基本原型就这样诞生了。

由于当初的计算机是为批处理而设计的，因此当计算机和远程终端相连时，必须在计算机上增加一个接口，这个接口应当对计算机原来的软件和硬件的影响尽可能小，这样就

出现了线路控制器。这种线路控制器的主要功能是进行串行和并行传输的转换以及简单的差错控制。随着远程终端数量的增加,为了避免一台计算机使用多个线路控制器,在60年代初期,出现了多重线路控制器,它可以和多个远程终端相连接,构成面向终端的计算机通信网。有人将这种最简单的通信网称为第一代计算机网络。这里,计算机是网络的控制中心,终端围绕着中心分布在各处,而计算机的主要任务是进行批处理。同时考虑到为一个用户架设直达的通信线路是一种极大的浪费,因此在用户终端和计算机之间通过公用电话网进行通信,并且为了节省通信费用,在远程终端较密集处加一个集中器。集中器的一端用多条低速线路与各终端相连,而另一端则用一条较高速率的线路与计算机相连。由于集中器不是一个简单的多路复用器而是一个智能复用器,它可以利用一些终端的空闲时间来传送其他处于工作状态的终端的数据,这样,所用高速线路的容量就可以小于各低速线路容量的总和,从而明显地降低通信线路的费用。

这样,在第一代计算机网络中,人们利用通信线路、集中器、多路复用器以及公用电话网等设备,将一台计算机与多台用户终端相连接。用户通过终端命令以交互的方式使用计算机系统,从而将单一计算机系统的各种资源分散到了每个用户手中。面向终端的计算机网络系统(分时系统)的成功,极大的刺激了用户使用计算机的热情,使计算机用户的数量迅速增加。但这种网络系统也存在着一些缺点:如果计算机的负荷较重,会导致系统响应时间过长;而且单机系统的可靠性一般较差,一旦计算机发生故障,将导致整个网络系统的瘫痪。

为了克服第一代计算机网络的缺点,提高网络的可靠性和可用性,人们开始研究将多台计算机相互连接的方法。由于对计算机网络来说,电话系统中所采用的电路交换建立通路的呼叫过程太长,必须寻找新的适合于计算机通信的交换技术。1964年8月,巴兰(Baran)在美国兰德公司“论分布式通信”的研究报告中提到了存储转发的概念。1962~1965年,美国国防部的高级研究计划署(ARPA, Advanced Research Projects Agency)和英国的国家物理实验室(NPL, National Physics Laboratory)都在对新型的计算机通信技术进行研究。英国NPL的戴维斯(Davies)于1966年首次提出了“分组”(Packet)这一概念。到1969年12月,美国的计算机分组交换网ARPANET投入运行。ARPANET连接了美国加州大学洛杉矶分校、加州大学圣巴巴拉分校、斯坦福大学和犹他大学4个结点的计算机。

ARPANET的成功,标志着计算机网络的发展进入了一个新纪元,并使计算机网络的概念发生了根本性的变化。早期的面向终端的计算机网络是以单台主机为中心的星型网,各终端通过电话网共享主机的硬件和软件资源。但分组交换网则以通信子网为中心,主机和终端都处在网络的边缘。主机和终端构成了用户资源子网。用户不仅共享通信子网的资源,而且还可共享用户资源子网的丰富的硬件和软件资源。这种以通信子网为中心的计算机网络通常被称为第二代计算机网络。

在第二代计算机网络中,多台计算机通过通信子网构成一个有机的整体,既分散又统一,从而使整个系统性能大大提高。原来单一主机的负载可以分散到全网的各个机器上,使得网络系统的响应速度加快。而且在这种系统中,单机故障也不会导致整个网络系统的全面瘫痪。但在网络中,相互通信的计算机必须高度协调工作,而这种“协调”是相当复

杂的。为了降低网络设计的复杂性，早在当初设计 ARPANET 时就有专家提出了分层的方法。分层设计方法可以将庞大而复杂的问题转化为若干较小且易于处理的子问题。1974 年 IBM 公司宣布了它研制的系统网络体系结构（SNA, System Network Architecture），它是按照分层的方法制定的。DEC 公司也在 20 世纪 70 年代末开发了自己的数字网络体系结构（DNA, Digital Network Architecture）。

网络体系结构出现后，使得一个公司所生产的各种设备可以非常容易被连接起来。但由于各个公司的网络体系结构是各不相同的，这样不同公司之间的网络就很难互联互通。针对上述情况，国际标准化组织 ISO（International Standard Organization）于 1977 年设立了专门的机构研究解决上述问题，并于不久后提出了一个使各种计算机能够互联的标准框架，这就是开放式系统互联参考模型（OSI/RM, Open System Interconnection/Reference Model），简称 OSI。OSI 参考模型是一个开放体系结构，它规定将网络分为 7 层，并规定每层的功能。OSI 参考模型的出现，意味着计算机网络发展到第三代。

在 OSI 参考模型推出后，网络的发展一直走标准化道路，而网络标准化的最大体现就是 Internet 的飞速发展。现在 Internet 已成为世界上最大的国际性计算机互联网。Internet 遵循 TCP/IP 参考模型，TCP/IP 也是分层模型。

进入 20 世纪 90 年代后，计算机网络的发展更加迅速，目前正向宽带综合业务数字网的方向演变，这也就是人们常说的新一代或第四代计算机网络。新一代计算机网络在技术上的主要特点就是综合化和高速化。

2. 计算机网络的主要特征

所谓计算机网络就是利用通信设备和线路将地理位置不同的、功能独立的多个计算机系统互联起来，以功能完善的网络软件（即网络通信协议、信息交换方式及网络操作系统等）实现网络中资源共享的系统。

上述的定义符合目前计算机网络的基本特征，主要表现在以下 3 方面：

（1）建立计算机网络的主要目的是实现计算机资源的共享

关于计算机网络的功能有多种提法，如计算机网络的功能主要体现在信息交换、资源共享和分布式处理 3 个方面等，但其实都可总结为一点，即计算机网络通过计算机之间的互相通信实现了网络资源共享。信息交换是为了资源共享，分布式处理其实也是一种资源共享。

资源共享包括以下几点：

- 硬件资源共享：通过网络共享硬件设备，可以减少预算、节约开支。例如一所高校购买一台大型计算机并将其联入校园网内，这样全校所有教师和科研人员都可坐在自己的计算机前以远程登录的方式通过校园网来使用这台计算机。既无须为每个院系和研究部门都买上一台大型机，也不必要求每位要用机器的人员都跑到学校的计算中心去排队；一个研究室可以只购买一台高速打印机或绘图仪并将其在网上共享，而无需为每一个研究人员配备一台高速打印机或绘图仪。
- 软件资源共享：网络上的一些计算机里可能有一些别的计算机上没有但却十分有用的程序，如专用的绘图程序等，用户可通过网络来使用这些软件资源。