



普通高等教育“十一五”规划教材
高等职业教育计算机技术系列教材



数据库

原理与应用

(Visual FoxPro 9.0版)

钟庆 刘峨 韩滔 编著

冶金工业出版社

HIGHER TECHNICAL
AND
VOCATIONAL
EDUCATION

普通高等教育“十一五”规划教材
高等职业教育计算机技术系列教材

数据库原理与应用

(Visual FoxPro 9.0 版)

钟庆 刘峨 韩滔 编著

北 京

冶金工业出版社

内 容 简 介

本书是根据普通高等教育“十一五”国家级规划教材的指导精神而编写的。

Visual FoxPro 9.0 是微软 VFP 关系型数据库的最新版本,对于数据库系统的应用开发,它具有更高的效率、更强的功能和更大的灵活性。

本书采用详实的图例和案例来介绍 Visual FoxPro 9.0。首先介绍数据库技术的发展及基本理论、用户开发环境、Visual FoxPro 程序设计基础,然后介绍 Visual FoxPro 9.0 表和数据库的操作、查询与视图、SQL 关系数据库语言、表单和空间、表单高级设计、报表与标签、菜单设计,最后通过几个综合实例介绍应用程序的设计步骤和方法,并总结了 Visual FoxPro 编程的经验和技巧。

本书在结构和内容的编排上注重深入浅出,循序渐进。可作为高职高专院校和大学计算机专业的教材,也可作为 VFP 初学者自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理与应用: Visual FoxPro 9.0 版 / 钟庆, 刘峨,
韩滔编著. —北京: 冶金工业出版社, 2006.11
ISBN 7-5024-4129-8

I. 数... II. ①钟...②刘...③韩... III. 关系数据库—数
据库管理系统, Visual FoxPro 9.0—高等学校—教材
IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 128683 号

出版人 曹胜利 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 程志宏

广州锦昌印务有限公司印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2006 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 17 印张; 391 千字; 264 页

25.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010) 64044283 传真: (010) 64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号 (100711) 电话: (010) 65289081

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

一、关于本书

本书是根据普通高等教育“十一五”国家级规划教材的指导精神而编写的。

随着计算机的迅猛发展，数据库作为管理数据的工具变得越来越重要。目前绝大部分高等院校计算机系以及相关专业的课程。同时很多企业、单位都在使用数据库。

数据库的一个重要工具是 Visual FoxPro。Visual FoxPro 作为一种大众化的数据库管理系统，已经成为与各行各业计算机用户关系最为密切的管理信息系统开发软件。

本书基于 Visual FoxPro 的最新版本，全面介绍了 Visual FoxPro 9.0 中文版的基本特性、使用方法和技巧。全书深入浅出、通俗易懂、实例丰富、图文相得益彰，适合于管理信息系统开发人员、大专院校师生和计算机爱好者使用。

二、本书结构

全书可分为三个部分：

第 1、2、3 章给出了数据库的概述和基本概念。

第 4 至 10 章叙述了 Visual FoxPro 的基本操作，由于 Visual FoxPro 设计的内容十分丰富，本书仅给出了最重要、最基本的部分，内容包括：数据库、表、属性、事件、方法、表单、控件、面向对象技术、报表等。

第 11、12 章属于比较高级的内容，讲述了 Visual FoxPro 的项目管理器，给出了一个完整的项目开发实例。

三、本书特点

本书的特点如下：

(1) 提供了大量实例，涉及到 Visual FoxPro 的各个领域。

(2) 每个实例都提供了完整的源代码和编译过的应用程序，读者可以在此基础上进行二次开发。

在本书的编写过程中，编者着重考虑了如何循序渐进引导读者的问题，本着“授人以鱼，不如授人以渔”的方针，强调以传授知识为手段，以传授工作的能力和获取新知识的技能为目的，力争为读者后续的工作学习提供有价值的指导。因此全书在编排上大胆舍弃了对初学者用处不大的内容，力争使本书符合初学者学习进程的需要。本书在编写过程中充分考虑当前 Visual FoxPro 9.0 教学的需要和现状，编排结构上以应用开发为基线，首先向读者介绍数据库基本理论，再以 Visual FoxPro 9.0 为基础环境讲解程序设计，然后在可视化环境下以面向对象的构件为核心，逐步深入介绍 Visual FoxPro 应用开发。

四、本书适用对象

本书由暨南大学的钟庆，刘峨，韩滔编写。

本书在结构和内容的编排上注重深入浅出，循序渐进。可作为高职高专院校和大学计算机专业的教材，也可作为 VFP 初学者自学参考。

由于编者水平有限，编写时间仓促，书中缺点和不足在所难免，恳请广大读者批评指正。联系方式如下：

电子邮箱：service@cnbook.net

网址：www.cnbook.net

本书电子教案、习题参考答案与代码可在该网站下载。此外，该网站还有一些其他相关书籍的介绍，可以方便读者选购参考。

编 者

2006 年 8 月

目 录

第 1 章 数据库系统概述	1	2.4.2 函数依赖	33
1.1 数据库的特点	1	2.4.3 关系范式	34
1.2 数据库的发展	1	2.5 SQL 语言	36
1.2.1 人工管理阶段	2	2.5.1 SQL 概述	36
1.2.2 文件系统阶段	3	2.5.2 SQL 语句	38
1.2.3 数据库系统阶段	4	2.5.3 嵌入式 SQL	51
1.3 数据库系统的组成	5	小结	53
1.3.1 数据库	5	综合练习二	54
1.3.2 软件系统	6	一、选择题	54
1.3.3 硬件系统	6	二、填空题	54
1.3.4 数据库管理员	7	三、简答题	55
1.4 数据库管理系统	7	第 3 章 关系数据库设计理论	56
1.4.1 数据库管理系统的功能	8	3.1 数据库设计理论	56
1.4.2 数据库管理系统的组成	8	3.1.1 需求分析	57
1.5 数据库应用系统	10	3.1.2 概念结构设计	59
1.6 数据模型概述	11	3.1.3 逻辑结构设计	62
1.6.1 数据处理的抽象描述	11	3.1.4 物理结构设计	64
1.6.2 数据模型	13	3.1.5 应用程序设计	64
小结	19	3.1.6 数据库运行与维护	64
综合练习一	19	3.2 数据库保护	65
一、选择题	19	3.2.1 数据库的安全性	65
二、填空题	19	3.2.2 数据库的完整性	67
三、简答题	19	3.2.3 数据库的并发控制	68
第 2 章 关系数据库与 SQL 语言	21	3.2.4 数据库故障与恢复	70
2.1 关系数据库	21	小结	72
2.2 关系模型	21	综合练习三	72
2.2.1 关系数据结构	21	一、选择题	72
2.2.2 关系操作集合	24	二、填空题	73
2.2.3 关系完整性约束	24	三、简答题	73
2.3 关系代数	26	第 4 章 Visual FoxPro 9.0 概述	74
2.3.1 传统的集合运算	26	4.1 Visual FoxPro 9.0 的运行环境	74
2.3.2 专门的关系运算	27	4.2 Visual FoxPro 的启动与退出	74
2.4 关系数据库设计理论	31	4.2.1 启动 Visual FoxPro	74
2.4.1 规范化问题	31		

4.2.2 退出 Visual FoxPro	75	第 6 章 Visual FoxPro 的基本操作	105
4.3 Visual FoxPro 的工作窗口	75	6.1 数据库的建立、修改与浏览	105
4.3.1 主界面	75	6.1.1 数据库的建立	105
4.3.2 命令窗口	76	6.1.2 数据库的修改	108
4.3.3 工具栏	76	6.2 创建数据表	109
4.4 文件类型	77	6.2.1 表的概念	109
4.5 实例	77	6.2.2 创建数据表	110
小结	79	6.3 表操作	112
综合练习四	80	6.3.1 表打开	112
一、选择题	80	6.3.2 记录的操作	113
二、填空题	80	6.3.3 数据排序	116
三、简答题	80	6.4 表的索引	117
四、上机实习	80	6.4.1 索引类型	117
第 5 章 Visual FoxPro 语言基础	81	6.4.2 索引的建立	118
5.1 数据类型	81	6.4.3 用索引对多个字段进行排序	120
5.2 常量与变量	82	6.5 表的关系	121
5.2.1 常量	82	6.5.1 表的永久关系	121
5.2.2 变量	83	6.5.2 数据工作期窗口	122
5.3 运算符与表达式	85	6.5.3 建立表间临时关系	124
5.3.1 算术运算符与算术表达式	85	6.6 实例	126
5.3.2 字符串运算符与字符串表达式	86	小结	129
5.3.3 关系运算符与表达式	87	综合练习六	129
5.3.4 逻辑运算符与逻辑表达式	87	一、选择题	129
5.4 数组	89	二、填空题	129
5.5 流程控制	89	三、简答题	129
5.5.1 条件语句	89	四、上机实习	130
5.5.2 分支语句	92	第 7 章 查询与视图	131
5.5.3 循环语句	94	7.1 视图	131
5.6 过程与函数	96	7.1.1 视图概念与分类	131
5.6.1 常用函数	96	7.1.2 创建视图	131
5.6.2 过程和自定义函数	100	7.1.3 管理与使用视图	134
5.7 实例	102	7.2 查询	136
小结	104	7.2.1 了解查询设计器	136
综合练习五	104	7.2.2 创建查询	141
一、选择题	104	7.2.3 运行查询	143
二、填空题	104	7.3 实例	146
三、简答题	104	小结	150
四、上机实习	104		

综合练习七	150	9.4 标签	202
一、选择题	150	9.5 实例	205
二、填空题	150	小结	207
三、简答题	150	综合练习九	207
四、上机实习	150	一、选择题	207
第 8 章 Visual FoxPro 表单及控件设计	152	二、填空题	207
8.1 创建表单	152	三、简答题	208
8.1.1 使用表单设计器	152	四、上机实习	208
8.1.2 使用表单向导	153	第 10 章 Visual FoxPro 菜单设计	209
8.2 常用控件	156	10.1 菜单系统概述	209
8.2.1 标签	158	10.2 菜单设计器	210
8.2.2 命令按钮	160	10.3 创建菜单系统	212
8.2.3 文本框	162	10.4 快捷菜单	218
8.2.4 编辑框	165	10.5 实例	218
8.2.5 命令按钮组	167	小结	219
8.2.6 选项按钮组	169	综合练习十	219
8.2.7 复选框	170	一、选择题	219
8.2.8 列表框	172	二、填空题	220
8.2.9 组合框	175	三、简答题	220
8.2.10 微调控件	176	四、上机实习	220
8.2.11 页框控件	178	第 11 章 项目管理与程序连编发布	221
8.3 表单编辑	181	11.1 项目管理	221
8.3.1 基本操作	181	11.2 程序连编	223
8.3.2 表单数据环境	182	11.3 程序的发布	224
8.3.3 向表单中添加属性和方法程序 ..	186	11.4 实例	226
8.3.4 管理表单	187	小结	228
小结	188	综合练习十一	228
综合练习八	188	一、选择题	228
一、选择题	188	二、填空题	228
二、填空题	189	三、简答题	228
三、简答题	189	四、上机实习	228
第 9 章 报表与标签	190	第 12 章 教务评估系统	229
9.1 报表布局窗口与对象对话框	190	12.1 系统分析	229
9.1.1 报表布局窗口	190	12.2 设置默认目录路径	233
9.1.2 对象对话框	195	12.3 建立教务评估系统项目	234
9.2 快速生成报表	199	12.4 建立教务评估系统数据库	234
9.3 页面设置和改变带区	200		

12.5 建立功能表单	239	综合练习十二	263
12.6 建立报表	256	一、选择题	263
12.7 建立菜单	257	二、填空题	263
12.8 建立主程序	262	三、简答题	263
12.9 连编应用程序	262	四、上机实习	263
小结	263	参考文献	264

第 1 章 数据库系统概述

数据库是数据管理的最新技术，是计算机科学的重要分支。作为信息系统核心和基础的数据库技术得到越来越广泛的应用。了解数据库技术的特点、发展及基本理论，能为我们学习 Visual FoxPro 打下坚实的基础。

1.1 数据库的特点

数据库，通常可以把它形象地说成是存储数据的“仓库”，用户在该“仓库”中存放要管理的事务数据。以图书馆为例，图书馆是存储图书和负责向外借阅图书的部门，书库是各类图书的集合，可以把图书比作数据，书库比作数据库。

在信息技术迅速发展的今天，人们要处理的数据量急剧增加，人们开始借助计算机和数据库技术科学地管理和保存大量的、复杂的数据，以便能方便地使用这些宝贵的信息资源。所谓数据库是指长期存储在计算机内有组织的、统一管理的、可共享的相关数据的集合。数据库中的数据按一定的数据模型组织、描述和存储，能为各种用户共享，具有较小冗余度，数据间联系紧密而又有较高的数据独立性，具有安全控制机制，能够保证数据的安全、可靠，允许并发地使用数据库，能有效、及时地处理数据，并能保证数据的一致性和完整性等特点。

1.2 数据库的发展

人类社会正在进入信息化的时代，人们在政治、经济、文化教育、科学研究等领域都将产生大量的信息。这些信息需要加工、处理、交流和应用。

随着计算机技术的飞速发展，计算机具有高速处理信息的能力。计算机是信息技术最重要的工具，也是人类社会发展的最活跃因素。

自从 1946 年第一台电子计算机 ENIAC 诞生以来，计算机的应用范围就迅速扩展。从最初单纯的科学计算到复杂的事务处理再到决策支持甚至人工智能的过程中，计算机所处理的数据量呈几何级的急剧增长，数据间关系的复杂性也随之增加。为了让人们能方便而充分地利用这些宝贵的信息资源，经过不断的发展，逐渐形成了数据库技术。数据库于 20 世纪 60 年代末产生，几十年来，不断得到迅速的发展，已经渗透到计算机应用的每一个领域。

回过头来看数据库的发展历史，会不得不由衷地感谢那些为数据库发展作出的重大贡献的前辈们，而其中的三件大事更被看成是数据库技术基础形成的标志：

(1) 1968 年 IBM 公司推出的数据库管理系统的商用软件 IMS (Information Management System)；IMS 的数据模型是层次结构的。

(2) 1969 年美国数据语言协商会 CODASYL (Conference On Data System Language) 下属的数据库任务组 (DBTG) 提出网状数据库模型的数据库规范，并于其后公布了《DBTG 报告》。DBTG 报告确定并且建立了数据库系统的许多概念、方法和技术。DBTG 提出的网状数据库模型是数据库网状模型的基础和典型代表。

(3) 1970 年 IBM 公司 San Jose 研究实验室的高级研究员 E.F.Codd 发表论文《大型共享数据库数据的关系模型》，提出了数据库系统的关系模型，开创了数据库关系方法和关系数据库理论的研究，为关系数据库技术奠定了理论基础。

数据库技术作为信息技术的一个重要组成部分，随着信息技术的发展而发展。其发展大致经历了三个阶段：

- ① 人工管理阶段。
- ② 文件系统阶段。
- ③ 数据库系统阶段。

这三个阶段的特点及其比较如表 1-1 所示。

表 1-1 数据管理三个阶段的比较

		人工管理阶段	文件系统阶段	数据库系统阶段
背景	应用背景	科学计算	科学计算、管理	大规模管理
	硬件背景	无直接存取存储设备	磁盘、磁鼓	大容量磁盘
	软件背景	无操作系统	有文件系统	有数据库管理系统
	处理方式	批处理	联机实时处理、批处理	联机实时处理、分布处理、批处理
特点	数据的管理者	用户（程序员）	文件系统	数据库管理系统
	数据面向的对象	某一应用程序	某一应用	现实世界
	数据的共享程度	无共享，冗余度极大	共享性差，冗余度大	共享性高，冗余度小
	数据的独立性	不独立，完全依赖于程序	独立性差	具有高度的物理独立性和一定的逻辑独立性
	数据的结构化	无结构	记录内有结构、整体无结构	整体结构化，用数据模型描述
	数据控制能力	应用程序自己控制	应用程序自己控制	由数据库管理系统提供数据安全性、完整性、并发控制和恢复能力

1.2.1 人工管理阶段

人工管理阶段发生在 20 世纪 50 年代以前。

1. 人工管理阶段计算机应用的背景

人工管理时期，计算机主要用于科学计算。从硬件上看，外存只有磁带、卡片、纸带，没有磁盘等直接存取的存储设备；从软件上看，没有操作系统，没有管理数据的软件，数据处理的方式是批处理。

2. 人工管理时期的特点

人工管理时期的特点如下：

- (1) 数据不保存。

由于当时计算机主要应用于科学计算，一般不需要将数据长期保存。只是在计算某一课时将数据输入，用完就撤走，不仅对用户数据这样处理，有时对系统软件也是这样。

- (2) 没有对数据进行管理的软件系统。

数据需要用应用程序自己管理，没有专用的软件对数据进行管理。程序员不仅要规定

数据的逻辑结构，而且还要在程序中设计物理结构。

(3) 没有文件的概念。

只有程序 (Program) 的概念，没有文件 (File) 的概念。数据的组织方式必须由程序员自行设计。

(4) 数据不共享。

一组数据对应一个程序，数据是面向应用的。即使两个应用程序涉及某些相同的数据，也必须各自定义，无法互相利用、互相参照。所以程序和程序之间有大量重复的数据。

以上特点可用图形来表示，如图 1-1 所示。

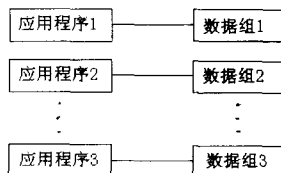


图 1-1

可以看到，在人工管理阶段，程序与数据之间是一一对应的关系。

1.2.2 文件系统阶段

文件系统阶段是在 20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期。

1. 文件系统阶段计算机应用的背景

文件系统时期，计算机不仅用于科学计算，还大量用于管理。外存储器有了磁盘、磁带等直接存取的存储设备。在软件方面，操作系统中已经有了专门的管理数据软件，一般称为文件系统（有时称为“信息处理模块”）。从处理方式讲不仅有了文件批处理，而且能够联机实时处理。

2. 文件系统时期的特点

文件系统时期的特点如下：

(1) 数据可以长期保存。

计算机用于数据处理。数据需要长期保留在外存上反复处理，即经常需要对文件进行查询、修改、插入和删除等操作。

(2) 由文件系统管理数据。

用软件进行数据管理，程序和数据之间有软件提供存取方法进行转换，有共同的数据查询修改的管理模块。文件组织已多样化，有索引文件、链接文件和直接存取文件等。文件之间是独立的，联系要通过程序去构造。

(3) 数据可以共享。

数据不再属于某个特定的程序，可以重复使用。但程序仍然基于特定的物理结构和存取方法，因此数据结构与程序之间的依赖关系并未根本改变。

上述特点比人工管理阶段有了很大的改进，但随着数据量的急剧增加，数据管理规模的扩大，文件系统显露出三个缺点：

① 数据冗余度 (Redundancy) 大。

② 数据不一致性。

③ 数据和程序缺乏独立性。

文件系统中文件是为某一特定应用服务的。因此,要想对现有的数据再增加一些新的应用是很困难的。一旦数据的逻辑结构改变,就必须修改应用程序,修改文件结构的定义。而应用程序的改变,如应用程序所使用的高级语言的变化等,也将影响文件的数据结构的改变。数据和程序缺乏独立性。这个时期程序与数据的关系如图 1-2 所示。

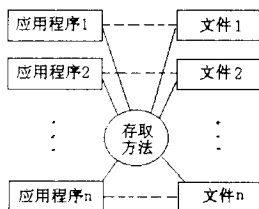


图 1-2

1.2.3 数据库系统阶段

数据库系统阶段是在 20 世纪 60 年代后期开始的。

1. 数据库系统阶段计算机的应用背景

数据库系统时期,计算机应用越来越广泛,数据量急剧增长,而且数据的共享要求越来越高。这时,有大容量的磁盘,联机实时处理要求更多了,并开始提出和考虑分布处理。另外,软件价格开始上升,硬件价格下降,使编制和维护系统软件及应用程序所需的成本相对增加。在这种情况下,为了解决多用户、多应用共享数据的需求,使数据为尽可能多的应用服务,出现了数据库这样的数据管理技术。

2. 数据库系统时期的特点

数据库系统时期的特点如下:

(1) 采用复杂的数据模型(结构)。

数据模型描述数据本身的特点和数据之间的联系,这种联系通过存取路径实现。

数据库系统实现整体数据的结构化,是数据库的主要特征之一,也是数据库系统和文件系统的本质区别。

(2) 有较高的数据独立性。

数据的物理结构与逻辑结构间差别可以很大。用户以简单的逻辑结构操作数据而无需考虑数据的物理结构。数据库的结构分成用户的逻辑结构、整体逻辑结构、物理结构三级。

(3) 提供方便的用户接口。

数据库系统为用户提供了方便的用户接口,用户可使用查询语言或简单的终端命令操作数据库,也可以用程序方式操作数据库。

(4) 提供数据控制功能。

数据库管理系统提供以下四方面的数据控制功能。

① 数据完整性(Integrity)。

数据的完整性指保证数据库数据的正确性、有效性和相容性。用户可以设计一些完整性规则以确保数据值的正确性。

② 数据安全性(Security)。

保证数据的安全和机密,防止数据丢失或被窃取。使每个用户只能按规定对某些数据以某些方式进行使用和处理。

③ 数据库的并发 (Concurrency) 控制。

避免并发进程同时存取、修改数据库时相互干扰,防止数据库被破坏,杜绝提供给用户不正确的数据。

④ 数据库的恢复 (Recovery)。

数据库的恢复是指数据库被破坏或数据不可靠时,系统有能力把数据库恢复到最近某时刻的正确状态。

这一阶段程序和数据的关系如图 1-3 所示。

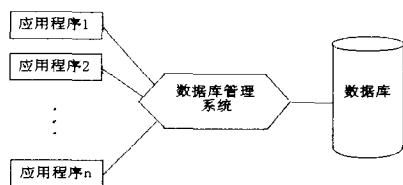


图 1-3

综上所述,可以说数据库是个通用的综合性的数据集合,它可以供各种用户共享且具有最小的冗余度和较高的数据与程序的独立性。

由于多种程序并发地使用数据库,为了能有效、及时地处理数据,并提供安全性和完整性,必须有一个软件系统在建立、运用和维护时对数据库进行统一控制,这种软件系统称为数据库管理系统。

1.3 数据库系统的组成

数据库系统 (Database System) 是采用数据库技术构建的复杂计算机系统。它不是单纯的数据库或数据库管理系统 (DBMS),而是一种综合了计算机硬件、软件、数据集合和数据库管理人员,遵循数据库规则,向用户和应用程序提供信息服务的集成系统。因此,数据库、软件系统、硬件系统和数据库管理人员被称为数据库系统的四要素。

数据库系统的四个要素构成有机的整体,它们之间互相紧密配合和依靠,为各类用户提供信息服务。

1.3.1 数据库

数据库是按一定结构组织的,各种应用相关的所有数据的集合。它包含了数据库管理系统处理的全部数据。其内容主要分为两个部分:一是物理数据库,记载了所有数据;二是数据字典,描述了不同数据之间的关系和数据组织的结构。

(1) 物理数据库:其中存放按一定的数据模型组织并实际存储的所有应用需要的工作数据。

(2) 数据字典:其中存放关于数据库中各级模式的描述信息,包括所有数据的结构名、意义、描述定义、存储格式、完整性约束、使用权限等信息。因数据字典包含数据库系统中的大量描述信息而不是用户数据,故也称为“描述信息库”。

① 结构上,数据字典也是一个数据库,为了区分物理数据库中的数据和数据字典的

数据,通常称数据字典中的数据为元数据。数据字典是数据库管理系统存取和管理数据的基本依据,主要由系统管理和使用。

② 在关系数据库系统中,数据字典通常主要包括:表示数据库文件的文件、表示数据库中属性的文件、视图定义文件、授权关系文件、索引关系文件等。

1.3.2 软件系统

软件系统包括了数据库管理系统、操作系统 (Operating System)、应用程序开发工具及各种应用程序。数据库管理系统是整个数据库系统的核心,所有对数据库的操作如:查询、增加、删除、新建、更新等都要通过 DBMS 的分析,由 DBMS 调用操作系统的相关部分来执行。操作系统创建并维持了 DBMS 的运行环境。图 1-4 详细描述了应用程序通过 DBMS 和操作系统访问 (读取) 数据库的过程。

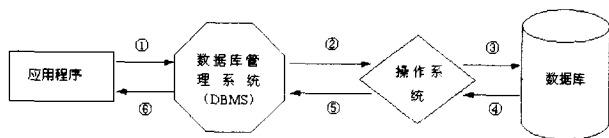


图 1-4

(1) 应用程序需求数据,向数据库管理系统发出读取数据的请求,此请求在用户程序中是一条读取记录的 DML 语句。

(2) 数据库管理系统接到应用程序的请求,判断此操作是否在用户权限范围内,如果是,则将 DML 语句转换成数据库内部记录的格式,确定要读取记录在存储器上的物理地址,然后向操作系统发送读取记录的命令及相关的地址信息。

(3) 操作系统执行该命令,打开数据库文件,按照上一步提供的地址信息,读取相应的记录。

(4) 二进制记录信息已经从数据库中读出,并发送到操作系统的系统缓冲区,供 DBMS 调用。

(5) DBMS 从系统缓冲区中取得二进制的系统信息,并将取得的信息转换成应用程序所要求的格式。

(6) 应用程序接受从 DBMS 中取得所需数据,继续运行下一步操作。

需要注意的是,一种数据库一般只支持一种或两种操作系统。不过,近年来,人们也越来越意识到跨平台作业的重要性,许多大型数据库都同时支持好几种操作系统。

应用程序开发工具用来开发数据库相关的应用程序,现在流行的数据库应用程序开发工具有很多种,如本书所讲述的 Visual FoxPro 9.0 就是一种极为优秀的工具,它功能齐全,有着极高的处理数据速度。此外, Sybase 公司的 PowerBuilder 也是当今比较流行的开发工具。

开发工具制作出来的程序就是应用程序,普通用户都是通过应用程序来使用数据库,而不必理会数据库操作的细节,因为这一切都由应用程序及 DBMS 代劳。

1.3.3 硬件系统

硬件系统是指支持数据库系统运行的全部硬件,一般由中央处理器、主存、外存等硬

件设备组成。不同的数据库对硬件系统的要求有所不同,普通的桌面数据库一般可以运行在个人计算机上,而一些大型数据库如 Oracle、Sybase 等,则对硬件系统有较高的要求。另外,如果是联网的数据库系统则还需要购买配套的网络设备。

1.3.4 数据库管理员

数据库管理员(Database Administrator, DBA),是专门负责数据库系统设计、运行和维护的专职人员。DBA 在数据库系统的规划、设计、运行阶段都担任着重要的任务,具体任务如下:

(1) 决定数据库的内容和结构。

在数据库规划设计阶段,DBA 了解、分析用户需求,根据用户的需要创建数据模式,并根据此数据模式决定数据库的内容和结构。

(2) 决定数据库的存储结构和存取策略。

DBA 要从整体上分析各个用户对数据的要求,和数据库设计人员共同决定数据库的存储结构和存取策略,以获得较高的存取效率和存储空间利用率。

(3) 定义数据的安全性要求和完整性约束条件。

DBA 的重要职责是保证数据库的安全性和完整性,当数据库被多个用户共享时,DBA 应负责设置不同用户对数据库的存取权限,对数据库系统中的数据设置完整性约束条件,使数据库数据的正确性与相容性得到一定的保障。

(4) 监控数据库的使用和运行。

DBA 负责监控数据库系统的使用和运行情况,及时处理运行过程中出现的问题。当数据库系统发生各种故障或遭到不同程度的破坏时,DBA 应能够分析问题所在,在最短时间内将数据库恢复到正确状态。为此,DBA 要定义和实施适当的后备和恢复策略,如周期性的转储数据,维护日志文件等。

(5) 改进与重组重构数据库系统。

DBA 负责在系统运行期间监视系统的处理效率、空间利用率等性能指标,对运行情况进行记录、统计、分析,依靠工作实践及实际应用环境,不断改进数据库设计。此外,用户对数据库中数据以及文件不断插入、删除、修改,必然导致数据库系统的性能下降。这要求 DBA 阶段性地对数据库系统进行重组,以提高系统的性能。当用户的需求增加和改变时,DBA 还负责对数据库进行较大的改造,即重构造。

数据库管理员的工作十分繁重而复杂,尤其是大型数据库的 DBA 往往是由几个人组成的小组协同工作。数据库管理员的职责又十分重要,直接关系到数据库系统的顺利运作。所以,DBA 必须由专业知识较深,经验较丰富的专业人士来担任。

1.4 数据库管理系统

数据库管理系统(DBMS)是一个管理数据库的软件系统。由于数据库是一个很复杂的数据集合,大量的数据为多个用户共享、并发地使用。为了能够有效地、及时地处理数据,并提供数据的安全性、完整性保护等,必须有一个功能强大的系统管理软件来自动处理。这样的管理软件就叫数据库管理系统。数据库管理系统为用户提供了大量定义(描述)数据库、操作(检索、排序、索引、显示、统计等)数据库和维护(修改、追加、删除等)

数据库的方法和命令。而且它还能自动控制数据库的安全以及数据库的数据完整。

1.4.1 数据库管理系统的功能

数据库管理系统的功能随系统的不同而不同。但是一般来说,它应该包括以下几个方面的内容:

1. 数据定义功能

DBMS 提供了数据定义(描述)语言(Data Definition Language, DDL), 用户可以使用 DDL 方便地定义数据库中的数据对象。

2. 数据操作功能

DBMS 提供数据操纵语言(Data Manipulation Language, DML), 用户可以使用 DML 实现对数据库的基本操作:检索、插入、修改和删除等各种操作。DML 分两类:一类是嵌入主语言中,这类 DML 语言不能独立使用,因此称为宿主型语言;另一类是交互式命令语言,这类 DML 语言语法简单,可以独立使用,因此称为自含型语言。DBMS 控制并执行 DML 语句,实现对数据库的各种操作。

3. 数据库运行管理

数据库运行管理是 DBMS 运行时的核心部分,包括并发控制、存取控制、完整性约束条件的检查和执行、数据库内部的维护等。数据库的所有操作都要由数据库管理系统统一管理、统一控制,以保证数据的安全性、完整性,多用户对数据的并发使用及发生故障后的系统恢复。

4. 数据库的建立和维护功能

通常用一些实用程序完成数据库的建立和维护功能。这些功能包括数据库初始数据的输入、转换功能,数据库的转储、恢复功能,数据库的重组功能 and 性能监视、分析功能等。

1.4.2 数据库管理系统的组成

数据库具有三级结构,或称三级模式,这三级模式之间可以有很大差别。为了实现这三级结构之间的转换,DBMS 提供相邻二级结构之间的映像。此外,数据库管理系统 DBMS 还保证了数据和应用程序之间的物理独立性和逻辑独立性。

1. 数据库的三级模式

数据库系统一般分为三级模式结构,此结构由概念模式、外模式和内模式三级组成。

1) 概念模式

概念模式(Conceptual Schema)也称为模式或逻辑模式,是对数据库的整体逻辑结构和特性的描述,也称为 DBA 视图,是所有用户的公共数据视图,是数据库管理员看到的数据库。一个数据库只有一个概念模式,是数据库系统三级模式结构的中间层,它既不涉及数据的物理存储和硬件环境,也不涉及具体的应用程序。

概念模式是以某种数据模型为基础,综合考虑所有用户的需求,并将这些需求有机地连接成为一个逻辑整体。是现实世界中一个组织或部门实体及其联系的抽象模型在具体数据库系统中的实现。

概念模式是根据 DBMS 提供的 DDL 来定义和描述。