

21 SHIJI GAODENG XUEXIAO
JISUANJI KEXUE YU
JISHU GUIHUA JIAOCAI

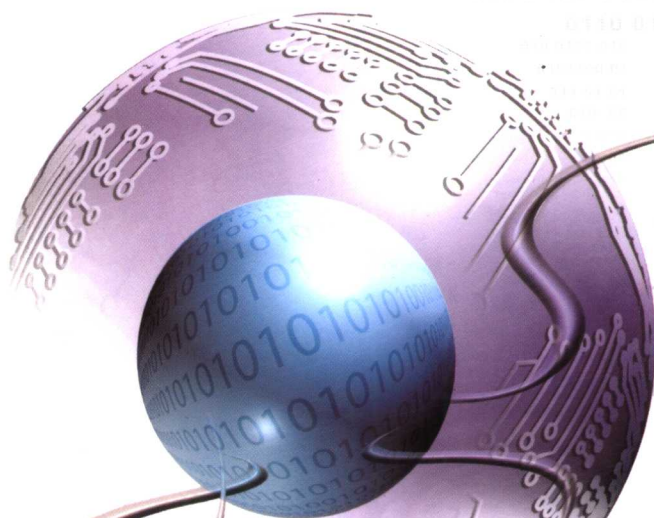


21世纪高等学校计算机科学与技术规划教材

数据库基础与应用教程

SHUJUKU JICHU YU YINGYONG JIAOCHENG

刘卫国 主编



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材

数据库基础与应用教程

主 编 刘卫国

副主编 黄同城 杨秀平

凌江荣 唐文胜

北京邮电大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书以 Visual FoxPro 6.0 为背景,介绍数据库的基本操作和数据库应用系统开发的方法。本书的主要内容有:数据库系统概论、Visual FoxPro 基础、表的建立与操作、数据库的建立与操作、结构化查询语言 SQL、查询与视图、结构化程序设计、表单设计与应用、菜单设计、报表与标签设计、数据库应用系统开发。在编写过程中,力求做到概念清晰、取材合理、深入浅出、突出应用,力图为学生今后学习和使用其他数据库,特别是大型数据库系统打下良好的基础。

本书既可作为高等院校数据库应用课程的教材,又可供社会各类计算机应用人员与参加各类计算机等级考试的读者阅读和参考。

为了方便教学和读者上机操作练习,作者还编写了《数据库基础与应用实践教程》一书,作为与本书配套的实验教材;另外,还有与本书配套的教学光盘,供教师教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

数据库基础与应用教程/刘卫国主编. 北京:北京邮电大学出版社,2005

ISBN 7-5635-0698-5

I. 数... II. 刘... III. 数据库系统—高等学校—教材 IV. TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 154354 号

书 名	数据库基础与应用教程
主 编	刘卫国
责任编辑	陈岚岚
出版发行	北京邮电大学出版社
社 址	北京市海淀区西土城路 10 号(100876)
电话传真	010-62282185(发行部)010-62283578(传真)
E-mail	ctrd@buptpress.com
经 销	各地新华书店
印 刷	北京通州皇家印刷厂
开 本	787 mm×1 092 mm 1/16
印 张	21.25
字 数	544 千字
版 次	2006 年 1 月第 1 版 2006 年 7 月第 2 次印刷

ISBN 7-5635-0698-5/TP·221

定 价:29.50 元

如有质量问题请与北京邮电大学出版社联系

版权所有 侵权必究

21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材

编委会

主 任 陈火旺 中国工程院院士,国防科技大学教授

委 员 (以姓氏笔画为序)

文双春 湖南大学计算机与通信学院教授

王命延 南昌大学信息工程学院教授

卢正鼎 华中科技大学计算机科学与技术学院教授

宁 洪 国防科技大学计算机学院教授

刘爱民 北京大学信息科学技术学院教授

齐 勇 西安交通大学电子与信息工程学院教授

何炎祥 武汉大学计算机学院教授

李仁发 湖南大学计算机与通信学院教授

李志蜀 四川大学计算机学院教授

杨路明 中南大学信息科学与工程学院教授

杨学军 国防科技大学计算机学院教授

杨放春 北京邮电大学计算机科学与技术学院教授

陈志刚 中南大学信息科学与工程学院教授

周立柱 清华大学计算机科学与技术系教授

周兴社 西北工业大学计算机学院教授

周昌乐 厦门大学信息科学与技术学院教授

孟祥旭 山东大学计算机科学与技术学院教授

姜云飞 中山大学信息科学与技术学院教授

赵书城 兰州大学信息科学与工程学院教授

徐晓飞 哈尔滨工业大学计算机科学与技术学院教授

钱列加 复旦大学信息科学与工程学院教授

蒋昌俊 同济大学电子与信息工程学院教授

戴居丰 天津大学信息学院、软件学院教授

序

自 20 世纪 80 年代以来,高等学校计算机教育发展迅速,计算机教育的内容不断扩展、程度不断加深。特别是近十年来,计算机向高度集成化、网络化和多媒体化发展的速度一日千里;社会信息化不断向纵深发展,各行各业的信息化进程不断加速;计算机应用技术与其他专业的教学、科研工作的结合更加紧密;各学科与以计算机技术为核心的信息技术的融合,促进了计算机学科的发展,各专业对学生的计算机应用能力也有更高和更加具体的要求。

基于近年来计算机学科的发展,以及国家教育部关于计算机基础教学改革的指导思想,我们确立了这套“21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材”的编写思想与编写计划。教材是教学过程当中的“一剧之本”,是高校计算机教学的首要问题。该套系列教材编写计划的制定凝聚了编委会和作者的心血,是大家多年来计算机学科教学和研究成果的体现,并得到了陈火旺院士的亲自指导与充分肯定。

这套系列教材经过了我们精心的策划和组织,同时在编写过程中,充分考虑了计算机学科的发展与《计算机学科教学计划》中内容和模块的调整,使得整套教材更具科学性和实用性。整套系列教材体系结构按课程设置进行划分。每册教材均涵盖了相应课程教学大纲所要求的内容,既具备学科设置的合理性,又符合计算机学科发展的需要;从结构上遵循教学认知规律,基本上能够满足不同层次院校、不同教学计划的要求。

各册教材的作者均为多年来从事教学、研究的专家和学者,他们有丰富的教学实践经验,所编写的教材结构严谨、内容充实、层次清晰、概念准确、论理充分、理论联系实际、深入浅出、通俗易懂。

教材建设是一项长期艰巨的系统工程,尤其是计算机科学技术发展迅速、内容更新快,为使教材更新能跟上科学技术的发展,我们将密切关注计算机科学技术的发展新动向,以使我们的教材编写在内容上不断推陈出新、体系上不断发展完善,以适应高校计算机教学的需要。

21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材编委会

前言

数据库技术自 20 世纪 60 年代中期产生以来,无论是理论还是应用都已变得相当重要和成熟,成为计算机领域发展最快的学科之一,也是应用很广、实用性很强的一门技术。随着计算机技术的飞速发展及其应用领域的扩大,特别是计算机网络和 Internet 的发展,数据库应用系统得到了突飞猛进的发展。许多技术,如地理信息系统、事务处理系统、联机分析系统、决策支持系统、企业资源规划、客户关系管理、数据仓库和数据挖掘等都是以数据库技术作为重要的支撑,可以说,只要有计算机存在,就有数据库技术存在。

数据库技术的发展要求当代大学生必须具备组织、利用和规划信息资源的意识和能力。《数据库基础与应用教程》就是为满足这种需求而编写的,通过本课程的学习,可以使学生准确理解什么是数据库,以及如何利用数据库技术解决数据处理与加工问题。

Visual FoxPro 是新一代小型数据库管理系统的代表,它以强大的功能、完整而又丰富的工具、较高的处理速度、友好的界面以及完备的兼容性等特点,受到广大用户的欢迎。Visual FoxPro 提供了一个集成化的系统开发环境,它使数据的组织与操作变得简单、方便。它在语言体系方面做了强大的扩充,不仅支持传统的结构化程序设计,而且支持面向对象程序设计,并拥有功能强大的可视化程序设计工具。利用可视化的设计工具和向导,用户可以快速创建表单、菜单、查询和打印报表。

目前,典型的数据库管理系统还有很多,相对于其他数据库管理系统而言,Visual FoxPro 自带编程工具,由于其程序设计语言和数据库管理系统的结合,使得它很适合于初学者学习,并便于教学,因此本书以 Visual FoxPro 6.0 为背景,介绍数据库的基本操作和数据库应用系统开发的方法。

本书的主要内容有:数据库系统概论、Visual FoxPro 基础、表的建立与操作、数据库的建立与操作、结构化查询语言 SQL、查询与视图、结构化程序设计、表单设计与应用、菜单设计、报表与标签设计、数据库应用系统开发。在编写过程中,力求做到概念清晰、取材合理、深入浅出、突出应用,力图为学生今后学习和使用其他数据库,特别是大型数据库系统打下良好的基础。

本书既可作为高等院校数据库应用课程的教材,又可供社会各类计算机应用人员与参加各类计算机等级考试的读者阅读和参考。

为了方便教学和读者上机操作练习,作者还编写了《数据库基础与应用实践教程》一书,作为与本书配套的实验教材;另外,还有与本书配套的教学光盘,供教师教学参考。

本书由刘卫国任主编,黄同城、杨秀平、凌江荣、唐文胜任副主编。参加编写和讨论的还有蔡立燕、童键、江林、舒卫真、高俊杰、魏书堤、杜洁、冯丁武、龚德良、梁小芝、徐雨明、向坚持、汤清明等。

由于作者学识水平有限,书中的疏漏和错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

作者
2006 年 1 月

目 录

第 1 章 数据库系统概论

1.1 数据库技术的产生与发展	(1)
1.1.1 数据与数据处理	(1)
1.1.2 数据库技术的发展	(2)
1.2 数据库系统	(6)
1.2.1 数据库系统的组成	(6)
1.2.2 数据库的三级模式结构	(7)
1.2.3 数据库系统的特点	(8)
1.3 数据模型	(9)
1.3.1 现实世界的描述	(9)
1.3.2 数据模型	(11)
1.4 关系数据库	(13)
1.4.1 关系模型	(13)
1.4.2 关系数据库	(15)
1.4.3 关系运算	(16)
1.4.4 关系的完整性约束	(17)
1.5 数据库系统的体系结构与开发工具	(18)
1.5.1 数据库系统的体系结构	(18)
1.5.2 常见的数据库管理系统	(19)
1.5.3 常见的数据库开发工具	(20)
习题	(21)

第 2 章 Visual FoxPro 基础

2.1 Visual FoxPro 系统环境	(22)
2.1.1 系统安装	(22)
2.1.2 系统的启动与退出	(23)
2.1.3 系统的用户界面	(24)
2.2 Visual FoxPro 操作概述	(28)
2.2.1 Visual FoxPro 操作方式	(28)
2.2.2 Visual FoxPro 可视化设计工具	(29)
2.2.3 Visual FoxPro 系统环境的设置	(31)
2.2.4 Visual FoxPro 帮助系统	(33)
2.2.5 Visual FoxPro 命令概述	(34)

2.3 Visual FoxPro 的数据与表达式	(36)
2.3.1 数据类型	(36)
2.3.2 常量与变量	(37)
2.3.3 内部函数	(43)
2.3.4 表达式	(51)
习题	(55)

第3章 表的建立与操作

3.1 表的建立	(57)
3.1.1 设计表的结构	(57)
3.1.2 建立表的结构	(58)
3.1.3 向表输入记录	(60)
3.2 表的显示与编辑	(61)
3.2.1 表的打开与关闭	(61)
3.2.2 表的显示	(62)
3.2.3 表的修改	(63)
3.2.4 表记录指针的定位	(67)
3.2.5 表记录的增加与删除	(68)
3.3 表的复制	(70)
3.3.1 复制表的结构	(70)
3.3.2 表结构和记录同时复制	(70)
3.3.3 从其他文件向表添加数据	(72)
3.3.4 表与数组之间的数据传送	(72)
3.4 表的排序与索引	(74)
3.4.1 表的排序	(75)
3.4.2 索引概述	(75)
3.4.3 索引文件的建立	(77)
3.4.4 索引文件的使用	(78)
3.5 表的查询	(81)
3.5.1 顺序查询	(81)
3.5.2 索引查询	(81)
3.6 表的统计与计算	(82)
3.6.1 统计记录个数	(82)
3.6.2 求和与求平均值	(82)
3.6.3 统计函数的计算	(83)
3.6.4 分类汇总	(84)
3.7 多个表的操作	(84)
3.7.1 工作区	(84)
3.7.2 表的关联	(85)
3.7.3 表的联接	(87)

习题	(88)
----------	------

第 4 章 数据库的建立与操作

4.1 Visual FoxPro 项目管理器	(90)
4.1.1 项目管理器的界面	(90)
4.1.2 项目管理器的操作	(93)
4.2 数据库的建立	(95)
4.2.1 建立数据库文件	(95)
4.2.2 向数据库中添加自由表	(96)
4.2.3 为数据库表建立索引	(97)
4.2.4 建立表之间的永久联系	(98)
4.2.5 设置参照完整性	(99)
4.3 数据库的操作	(100)
4.3.1 数据库的打开与关闭	(100)
4.3.2 数据库的修改	(101)
4.3.3 数据库的删除	(101)
4.4 建立与修改数据库表	(102)
4.4.1 在数据库中直接建立表	(102)
4.4.2 修改数据库中的表	(105)
习题	(106)

第 5 章 结构化查询语言 SQL

5.1 SQL 概述	(108)
5.2 SQL 的数据定义	(109)
5.2.1 建立表结构	(109)
5.2.2 删除表	(112)
5.2.3 修改表结构	(112)
5.3 数据查询	(113)
5.3.1 基本查询	(114)
5.3.2 带条件查询	(115)
5.3.3 嵌套查询	(117)
5.3.4 多表查询	(118)
5.3.5 连接查询	(119)
5.3.6 查询结果处理	(120)
5.4 数据操纵	(122)
5.4.1 插入记录	(123)
5.4.2 删除记录	(123)
5.4.3 更新记录	(124)
习题	(124)

第6章 查询与视图

6.1 设计查询	(126)
6.1.1 查询设计器	(126)
6.1.2 建立查询	(128)
6.1.3 查询文件的操作	(130)
6.2 视图设计	(132)
6.2.1 视图设计器	(133)
6.2.2 建立视图	(134)
6.2.3 使用视图更新数据	(137)
6.2.4 视图的 SQL 语句	(138)
习题	(139)

第7章 结构化程序设计

7.1 程序设计概述	(141)
7.1.1 程序设计的概念	(141)
7.1.2 程序的控制结构	(142)
7.1.3 结构化程序设计方法	(142)
7.1.4 程序文件的建立与执行	(143)
7.2 顺序结构程序设计	(144)
7.2.1 程序文件中的辅助命令	(144)
7.2.2 输入输出命令	(145)
7.2.3 顺序结构	(148)
7.3 选择结构程序设计	(148)
7.3.1 双分支选择结构	(148)
7.3.2 多分支选择结构	(150)
7.4 循环结构程序设计	(151)
7.4.1 DO WHILE 循环	(151)
7.4.2 FOR 循环	(152)
7.4.3 SCAN 循环	(154)
7.4.4 循环的嵌套	(155)
7.5 程序的模块化	(159)
7.5.1 子程序、过程和函数	(160)
7.5.2 内存变量的作用域	(165)
7.5.3 调用子程序时的数据传递	(167)
7.6 程序的调试	(169)
7.6.1 程序调试概述	(169)
7.6.2 调试器窗口	(169)
7.6.3 设置断点	(171)
7.6.4 “调试”菜单项	(172)

习题	(173)
----------	-------

第8章 表单设计与应用

8.1 面向对象程序设计基础	(177)
8.1.1 面向对象的概念	(177)
8.1.2 Visual FoxPro 中的类与对象	(179)
8.1.3 类与对象的设计	(183)
8.2 表单的建立与运行	(192)
8.2.1 用表单向导建立表单	(193)
8.2.2 用表单设计器建立表单	(197)
8.2.3 表单的运行	(204)
8.3 表单的操作	(205)
8.3.1 表单的属性	(205)
8.3.2 表单的常用事件与方法	(207)
8.3.3 控件的操作与布局	(208)
8.3.4 表单的数据环境	(210)
8.4 常用的表单控件	(214)
8.4.1 标签控件	(214)
8.4.2 命令按钮与命令按钮组控件	(215)
8.4.3 文本框与编辑框控件	(217)
8.4.4 复选框与选项按钮组控件	(219)
8.4.5 微调控件	(221)
8.4.6 列表框与组合框控件	(221)
8.4.7 表格控件	(224)
8.4.8 页框控件	(226)
8.4.9 计时器控件	(227)
8.4.10 其他控件	(228)
8.5 表单的应用	(232)
8.5.1 系统登录表单	(233)
8.5.2 数据编辑表单	(234)
8.5.3 数据查询表单	(236)
习题	(237)

第9章 菜单设计

9.1 菜单设计概述	(239)
9.1.1 菜单的结构	(239)
9.1.2 建立菜单系统的步骤	(240)
9.1.3 系统菜单控制	(240)
9.2 下拉式菜单设计	(241)
9.2.1 菜单设计器窗口	(241)

9.2.2 建立菜单文件	(245)
9.2.3 生成菜单程序	(246)
9.2.4 运行菜单程序	(246)
9.2.5 “快速菜单”命令	(247)
9.3 为顶层表单添加菜单	(248)
9.4 快捷菜单设计	(249)
习题	(251)

第 10 章 报表与标签设计

10.1 报表设计	(252)
10.1.1 报表设计向导	(252)
10.1.2 快速报表设计	(256)
10.1.3 报表设计器	(258)
10.1.4 报表数据分组	(266)
10.1.5 报表输出	(268)
10.2 标签设计	(271)
习题	(274)

第 11 章 数据库应用系统开发

11.1 数据库应用系统的目的及开发步骤	(275)
11.1.1 数据库应用系统的目的	(275)
11.1.2 数据库应用系统的开发步骤	(275)
11.2 “学生信息管理系统”的开发	(277)
11.2.1 系统的需求分析	(277)
11.2.2 数据库设计	(278)
11.2.3 系统实现	(281)
11.2.4 应用系统项目的集成	(304)
习题	(305)

附录 1 Visual FoxPro 常用文件类型一览表	(307)
------------------------------------	-------

附录 2 Visual FoxPro 6.0 常用命令一览表	(308)
--------------------------------------	-------

附录 3 Visual FoxPro 6.0 常用函数一览表	(318)
--------------------------------------	-------

主要参考文献	(328)
--------------	-------

第 1 章 数据库系统概论

在计算机发展的初期,计算机主要应用于科学计算,后来随着社会的发展,人们迫切需要利用计算机完成对大量数据的组织、存储、维护和查询,为了更加有效地管理各类数据,数据库技术应运而生。它的产生,推动了计算机在各行各业数据处理中的应用。目前,数据处理已成为计算机应用的主要方面。

数据库系统是指引进数据库技术的计算机系统。在数据库系统中,通过一个专门软件(即数据库管理系统)来对数据进行统一管理。为了能开发出适用的数据库应用系统,就需要熟悉和掌握一种数据库管理系统。目前,典型的数据库管理系统很多,相对于其他数据库管理系统而言,Visual FoxPro 自带编程工具,由于其程序设计语言和数据库管理系统的结合,使得它很适合于初学者学习,因此本书以 Visual FoxPro 6.0 为背景,介绍数据库的基本操作和数据库应用系统开发的方法。作为学习的理论先导,本章介绍一些数据库系统基础知识。

1.1 数据库技术的产生与发展

1.1.1 数据与数据处理

1. 数据和信息

数据和信息是数据处理中的两个基本概念,有时可以混用,如平时讲数据处理就是信息处理,但有时必须区分清楚。一般认为,数据是人们用于记录事物情况的物理符号。为了描述客观事物而用到的数字、字符以及所有能输入到计算机中并能被计算机处理的符号都可以看做是数据。例如,谭效润的基本工资为 1 350 元,职称为教授,这里的“谭效润”、“1 350”、“教授”就是数据。在实际应用中,有两种基本形式的数据,一种是可以参与数值运算的数值型数据,如表示成绩、工资的数据;另一种是由字符组成、不能参与数值运算的字符型数据,如表示姓名、职称的数据。此外,还有图形、图像、声音等多媒体数据,如人的照片、商品的商标等。

信息是数据中所包含的意义。通俗地讲,信息是经过加工处理并对人类社会实践和生产活动产生决策影响的数据。不经过加工处理的数据只是一种原始材料,对人类活动产生不了决策作用,它的价值只是在于记录了客观世界的事实。只有经过提炼和加工,原始数据才发生了质的变化,给人们以新的知识和智慧。

数据与信息既有区别,又有联系。数据是用于表示信息的,但并非任何数据都能表示信息;信息只是加工处理后的数据,是数据所表达的内容。另一方面,信息不随表示它的数据形式而改变,它是反映客观现实世界的知识,而数据则具有任意性,用不同的数据形式可以表示同样的信息。例如,一个城市的天气预报情况是一条信息,而描述该信息的数据形式可以是文字、图像或声音等。

2. 数据处理

数据处理是指将数据转换成信息的过程。它包括对数据的收集、存储、分类、计算、加工、检索和传输等一系列活动。其基本目的是从大量的、杂乱无章的、难以理解的数据中整理出人们对人们有价值、有意义的数据(即信息),作为决策的依据。例如,全体考生各门课程的考试成绩记录了考生的考试情况,属于原始数据,对考试成绩进行分析和处理,如按成绩从高到低顺序排列、统计各分数段的人数等,进而可以根据招生人数确定录取分数线。

1.1.2 数据库技术的发展

数据库系统的核心任务是数据管理,但并不是一开始就有数据库技术,它的产生与发展是随着数据管理技术的不断发展而逐步形成的。

1. 人工管理阶段

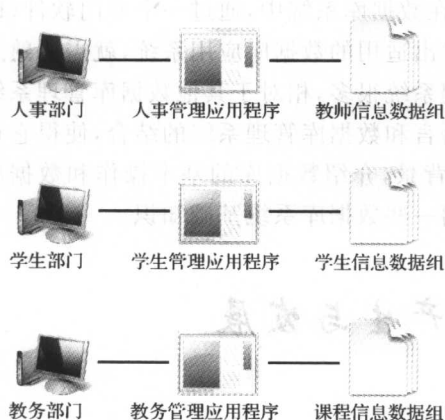


图 1.1 应用程序和数据的依赖关系

以一所学校的信息管理为例,在人工管理阶段,应用程序与数据之间的关系如图 1.1 所示。

2. 文件管理阶段

20 世纪 50 年代后期至 60 年代后期,计算机开始大量用于数据管理。硬件方面,出现了直接存取的大容量外存储器,如磁盘、磁鼓等,这为计算机系统管理数据提供了物质基础;软件方面,出现了操作系统,其中包含文件系统,这又为数据管理提供了技术支持。

数据处理应用程序利用操作系统的文件管理功能,将相关数据按一定的规则构成文件,通过文件系统对文件中的数据进行存取、管理,实现数据的文件管理方式。

文件系统为程序和数据之间提供了一个公共接口,使应用程序采用统一的存取方法来存取、操作数据,程序和数据之间不再直接对应,因而有了一定的独立性。文件的逻辑结构与存储结构有一定的区别,数据的存储结构变化不一定影响到程序,因此程序员可集中精力进行算法设计,并大大减少维护程序的工作量。

文件管理使计算机在数据管理方面有了长足的进步。时至今日,文件系统仍是一般高级语言普遍采用的数据管理方式。然而当数据量增加、使用数据的用户越来越多时,文件管理便不能适应更有效地使用数据的需要,具体表现在 3 个方面。

(1) 数据的冗余度大。

由于数据文件是根据应用程序的需要而建立的,当不同的应用程序所需要使用的数据有许多部分相同时也必须建立各自的文件,即数据不能共享,造成大量重复。这样不仅浪费存储

空间,而且使数据修改变得非常困难,容易产生数据不一致,即同样的数据在不同的文件中所存储的数值不同,造成矛盾。

(2) 数据独立性差。

在文件系统中,数据和应用程序是互相依赖的,即程序的编写与数据组织方式有关,如果改变数据的组织方式,就必须修改有关应用程序,这无疑将增加用户的负担。此外,数据独立性差也不利于系统扩充、系统移植等开发、推广工作。

(3) 缺乏对数据的统一控制管理。

在同一个应用项目中的各个数据文件没有统一的管理机构,数据完整性和安全性很难得到保证。数据的保护等均交给应用程序去解决,使得应用程序的编制相当繁琐。

在文件管理阶段,学校信息管理中应用程序与数据文件之间的关系如图 1.2 所示。

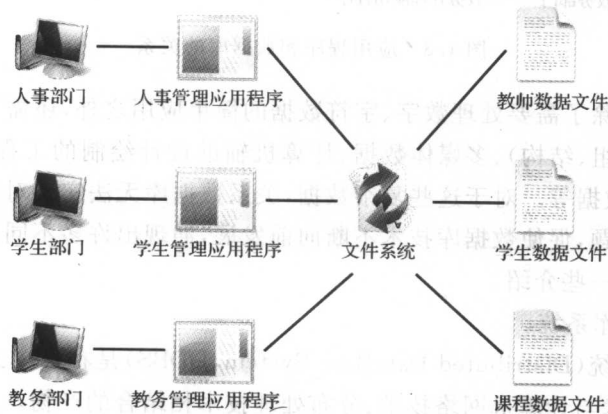


图 1.2 应用程序和数据文件的关系

3. 数据库管理阶段

20 世纪 60 年代后期,计算机在管理中应用规模更加庞大,数据量急剧增加,数据共享性更强。硬件价格下降,软件价格上升,编制和维护软件所需成本相对增加,其中维护成本更高。这些成为数据管理在文件系统的基础上发展到数据库系统的原动力。

数据库是在数据库管理系统的集中控制之下,按一定的组织方式存储起来的、相互关联的数据集合。在数据库中集中了一个部门或单位完整的数据资源,这些数据能够为多个用户同时共享,且具有冗余度小、独立性和安全性高等特点。

在数据库管理阶段,由一种叫做数据库管理系统(DataBase Management System,DBMS)的系统软件来对数据进行统一的控制和管理,它把所有应用程序中使用的相关数据汇集起来,按统一的数据模型,以记录为单位,用文件方式存储在数据库中,为各个应用程序提供方便、快捷的查询和使用。在应用程序和数据库之间保持高度的独立性,数据具有完整性、一致性和安全性,并具有充分的共享性,有效地减少了数据冗余。

在数据库管理阶段,学校信息管理中应用程序与数据库之间的关系如图 1.3 所示。

4. 新型数据库系统

数据库技术的发展先后经历了层次数据库、网状数据库和关系数据库。层次数据库和网状数据库可以看作是第一代数据库系统,关系数据库可以看作是第二代数据库系统。自 20 世纪 70 年代提出关系数据模型和关系数据库后,数据库技术得到了蓬勃发展,应用也越来越广泛。但随着应用的不断深入,占主导地位的关系数据库系统已不能满足新的应用领域的需求。

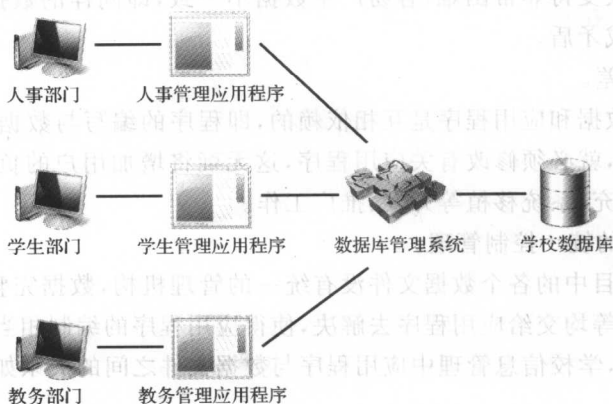


图 1.3 应用程序和数据库的关系

例如,在实际应用中,除了需要处理数字、字符数据的简单应用之外,还需要存储并检索复杂的复合数据(如集合、数组、结构)、多媒体数据、计算机辅助设计绘制的工程图纸和 GIS(地理信息系统)提供的空间数据等。对于这些复杂数据,关系数据库无法实现对它们的管理。正是实际中涌现出的许多问题,促使数据库技术不断向前发展,涌现出许多不同类型的新型数据库系统。下面概要性地作一些介绍。

(1) 分布式数据库系统。

分布式数据库系统(Distributed DataBase System, DDBS)是在集中式数据库基础上发展起来的,是数据库技术与计算机网络技术、分布处理技术相结合的产物。分布式数据库系统是地理上分布在计算机网络的不同节点,逻辑上属于同一系统的数据库系统,它不同于将数据存储在服务器上供用户共享存取的网络数据库系统,分布式数据库系统不仅能支持局部应用,存取本地节点或另一节点的数据,而且能支持全局应用,同时存取两个或两个以上节点的数据。

分布式数据库系统的主要特点如下:

- ① 数据是分布的。数据库中的数据分布在计算机网络的不同节点上,而不是集中在一个节点,区别于数据存放在服务器上由各用户共享的网络数据库系统。
- ② 数据是逻辑相关的。分布在不同节点的数据逻辑上属于同一数据库系统,数据间存在相互关联,区别于由计算机网络连接的多个独立数据库系统。
- ③ 节点的自治性。每个节点都有自己的计算机软/硬件资源、数据库、数据库管理系统(即局部数据库管理系统, Local DataBase Management System, LDBMS),因而能够独立地管理局部数据库。局部数据库中的数据可以仅供本节点用户存取使用,也可供其他节点上的用户存取使用,提供全局应用。

中国铁路客票发售和预订系统是一个典型的分布式数据库应用系统。系统中建立了一个全路中心数据库和 23 个地区中心数据库。如图 1.4 所示,系统由中央级、地区级和车站级 3 层结构组成,包括全国票务中心管理系统、地区票务中心管理系统和车站电子售票系统。在全路票务中心内安装中央数据库,这一系统主要用于计划与调度全系统的数据,并接收下一系统的统计数据 and 财务结算数据。在地区票务中心设有地区数据库,它主要用于计划与调度本地区数据,并可响应异地购票请求。系统的基础部分是车站售票系统,它主要具有售票、预订、退票、异地售票、统计等多种功能。中国铁路客票发售和预订系统实现了计算机联网售票,以及

制票、售票、结算和统计的计算机管理,为铁路客户服务提供了有效的调控手段,标志着中国铁路客户服务已走向现代化。

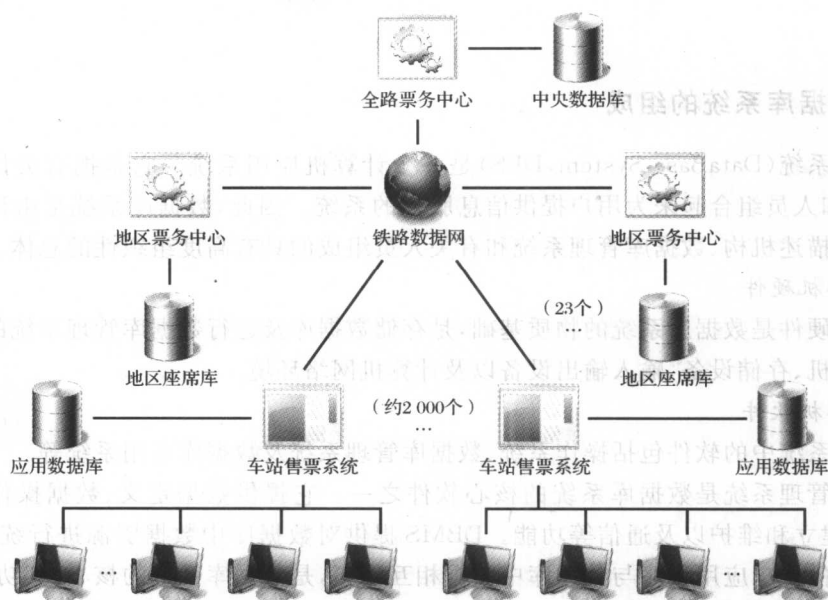


图 1.4 一个分布式数据库应用系统实例

(2) 面向对象数据库系统。

面向对象数据库系统(Object-Oriented DataBase System, OODBS)是将面向对象的模型、方法和机制与先进的数据库技术有机地结合而形成的新型数据库系统。它从关系模型中脱离出来,强调在数据库框架中发展类型、数据抽象、继承和持久性。它的基本设计思想是,一方面把面向对象语言向数据库方向扩展,使应用程序能够存取并处理对象;另一方面扩展数据库系统,使其具有面向对象的特征,提供一种综合的语义数据建模概念集,以便对现实世界中复杂应用的实体和联系建模。因此,面向对象数据库系统首先是一个数据库系统,具备数据库系统的基本功能,其次是一个面向对象的系统,针对面向对象的程序设计语言的永久性对象存储管理而设计的,充分支持完整的面向对象概念和机制。

(3) 多媒体数据库系统。

多媒体数据库系统(Multimedia DataBase System, MDBS)是数据库技术与多媒体技术相结合的产物。在许多数据库应用领域中,都涉及到大量的多媒体数据,这些与传统的数字、字符等格式化数据有很大的不同,都是一些结构复杂的对象。

(4) 数据仓库。

信息技术的高速发展,数据库应用的规模、范围和深度不断扩大,使得一般的事务处理已不能满足应用的需要,企业界需要在大量信息数据基础上的决策支持,数据仓库(Data Warehouse, DW)技术的兴起满足了这一需求。数据仓库作为决策支持系统(Decision Support System, DSS)的有效解决方案,涉及 3 方面的技术内容:数据仓库技术、联机分析处理(On-Line Analysis Processing, OLAP)技术和数据挖掘(Data Mining, DM)技术。