

高等学校数据库技术及应用课程系列教材

数据库管理系统

Visual FoxPro 9.0应用教程

陈明锐 李怀成 主编

王隆娟 胡怀谨 林加论 副主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

高等学校数据库技术及应用课程系列教材

内容简介

数据库管理系统

Visual FoxPro 9.0 应用教程

Shujuku Guanli Xitong

Visual FoxPro 9.0 Yingyong Jiaocheng

图书在版编目(CIP)数据

陈明锐 李怀成 主编

王隆娟 胡怀谨 林加论 副主编

责任编辑 王 莉

责任编辑 王 莉

责任编辑 王 莉

010-28281118	010-28281118	010-28281118
400-810-0298	400-810-0298	400-810-0298
http://www.hep.edu.cn	http://www.hep.edu.cn	http://www.hep.edu.cn
http://www.jbnu.com.cn	http://www.jbnu.com.cn	http://www.jbnu.com.cn
http://www.widened.com	http://www.widened.com	http://www.widened.com
2010年7月第1版	2010年7月第1版	2010年7月第1版
34.00元	34.00元	34.00元



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

2010年7月第1版

内容简介

本书根据教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会最新发布的《高等学校计算机基础教学发展战略研究报告暨计算机基础课程教学基本要求》及最新版全国计算机等级考试二级考试大纲中对“数据库技术及应用”课程的有关要求,结合目前我国高等学校计算机课程开设的实际情况,融会作者多年从事数据库教学和数据库程序设计的实践经验编写而成。全书以 Visual FoxPro 9.0 为基础,并以数据库应用系统综合案例“学生综合测评管理系统”贯穿全书,内容包括数据库系统概述、Visual FoxPro 9.0 基础知识、数据表的创建及操作、数据库的创建及操作、查询和视图、结构化查询语言 SQL、结构化程序设计、表单设计、表单控件、报表和标签、菜单设计、Web 环境下 VFP 应用程序开发。最后通过综合案例“学生综合测评管理系统”的开发,讲解数据库应用程序的开发方法与技巧,以及应用程序的集成与发布等。

本书内容系统全面,结构科学合理,例题丰富新颖,创新性强,覆盖了全国计算机等级考试二级 Visual FoxPro 的全部考试内容。

本书适合作为高等学校各专业“数据库技术及应用”课程的教材,也可作为全国计算机等级考试的辅导教材,还可作为企事业单位的计算机工作人员在微型计算机上开发小型数据库的参考用书。

本书配有电子教案、习题解答、自测系统、模拟试题以及每章中的实例源代码,读者可以到教学网站 <http://hicksky.hainu.edu.cn> 下载。

图书在版编目(CIP)数据

数据库管理系统 Visual FoxPro 9.0 应用教程/陈明锐,
李怀成主编.—北京:高等教育出版社,2010.7

ISBN 978-7-04-029900-7

I. ①数… II. ①陈… ②李… III. ①关系数
据库—数据库管理系统, Visual FoxPro 9.0—高等学
校—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 109124 号

策划编辑	饶卉萍	责任编辑	张海波	封面设计	于文燕	责任绘图	尹莉
版式设计	张岚	责任校对	殷然	责任印制	陈伟光		

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街 4 号

邮政编码 100120

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司

印 刷 北京印刷集团有限责任公司印刷二厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 27.75

字 数 680 000

购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

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

网上订购 <http://www.landracom.com>

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

畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2010年7月第1版

印 次 2010年7月第1次印刷

定 价 34.60 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 29900-00

前 言

Visual FoxPro 关系数据库系统是新一代小型数据库管理系统的杰出代表,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,备受用户的欢迎。Visual FoxPro 9.0 是最新版本,该版本功能更加完善,性能更加稳定,并且增强了报表功能,在数据处理方面更加合理,在开发环境方面具有更大的调整空间。

本书以微软公司发布的 Visual FoxPro 的最新版本 VFP 9.0 为对象编写而成,内容包括数据库系统概述、Visual FoxPro 9.0 基础知识、数据表的创建及操作、数据库的创建及操作、查询和视图、结构化查询语言 SQL、结构化程序设计、表单设计、表单控件、报表和标签、菜单设计、Web 环境下 VFP 应用程序开发、学生综合测评管理系统开发实例、实验与综合设计。本书的主要特点如下。

(1) 以目前 Visual FoxPro 最新的版本 VFP 9.0 数据库系统为基础,保留英文原版界面,提倡双语教学。

(2) 本着突出实践原则,本书详略得当,结构合理,突出了应用性和实践性,特别是在 SQL 部分增加了大量内容。书中的实例均来源于作者多年从事数据库教学及数据库设计的实践积累,具有很强的创新性、趣味性、技巧性和启迪性,能使学生耳目一新,学习兴趣倍增。

(3) VFP 是全国计算机等级考试的科目之一,本书涵盖了全国计算机等级考试二级 VFP 的全部考试内容。

(4) 本书的所有命令全部采用英文原文,书中例题均在微型计算机上的 VFP 9.0 中验证通过。

(5) 以比较简单的综合案例“学生综合测评管理系统”贯穿全书,可使读者对数据库系统获得全面、系统的认识 and 了解。

本书适合作为高等学校各专业“数据库技术及应用”课程的教材,也可作为全国计算机等级考试的辅导教材,还可作为企事业单位的计算机工作人员在微型计算机上开发小型数据库的参考用书。

本书由陈明锐、李怀成担任主编,王隆娟、胡怀谨、林加论担任副主编。黄旭、台安、张燕、周晓谊等参加了本书的编写工作,陈洛夫、杨雄、吴丽华、李壮等参与审稿并提出了宝贵意见。

本书不足与疏漏之处,竭诚希望得到广大读者的批评指正。

编 者

2010 年 3 月 30 日

目 录

第1章 数据库系统概述	1
1.1 数据库的基本概念	1
1.1.1 数据、信息、数据处理	1
1.1.2 数据管理技术的发展过程	3
1.1.3 数据库系统组成	4
1.1.4 数据库系统特点	7
1.2 数据模型	9
1.2.1 现实世界中客观对象的抽象过程	10
1.2.2 概念模型	11
1.2.3 逻辑模型	13
1.3 关系数据库系统	18
1.3.1 关系数据结构	18
1.3.2 关系操作	21
1.3.3 关系完整性	27
1.4 本章小结	28
习题1	29
第2章 Visual FoxPro 9.0 基础知识	31
2.1 Visual FoxPro 9.0 系统综述	31
2.1.1 安装过程	31
2.1.2 Visual FoxPro 的界面组成	34
2.1.3 菜单系统	36
2.1.4 项目管理器	41
2.1.5 辅助设计工具	44
2.2 Visual FoxPro 9.0 语言基础	47
2.2.1 语法规则	47
2.2.2 数据类型	48
2.2.3 常量与变量	51
2.2.4 常用函数	55
2.2.5 运算符及表达式	63
2.3 本章小结	66
习题2	66
第3章 数据表的创建及操作	70

录

3.1 建立数据表	70
3.1.1 表结构的概念	71
3.1.2 建立表结构	73
3.1.3 输入数据	75
3.1.4 打开表	77
3.1.5 关闭表	79
3.2 操作数据表	79
3.2.1 浏览表	79
3.2.2 复制数据表	81
3.2.3 记录指针	81
3.2.4 查找记录	84
3.2.5 插入记录	85
3.2.6 追加记录	85
3.2.7 删除记录	86
3.2.8 恢复记录	87
3.2.9 修改记录	87
3.3 工作区	88
3.3.1 工作区的概念	88
3.3.2 工作区的选择和使用	89
3.4 维护表结构	90
3.4.1 显示表结构	90
3.4.2 修改表结构	91
3.4.3 复制表结构	91
3.5 表的索引	92
3.5.1 索引的概念	92
3.5.2 索引和索引文件的类型	93
3.5.3 索引的建立	95
3.5.4 索引的使用	98
3.6 数据共享	99
3.6.1 数据导出	99
3.6.2 数据导入	101
3.7 本章小结	102
习题3	102
第4章 数据库的创建及操作	104

4.1 数据库设计概述	104	6.1.1 SQL 的特点	164
4.1.1 数据库设计步骤	104	6.1.2 SQL 的体系结构	165
4.1.2 数据需求分析	105	6.1.3 SQL 的组成	165
4.1.3 概念结构设计	106	6.2 SQL 的数据定义功能	166
4.1.4 逻辑结构设计	108	6.2.1 创建表结构	166
4.1.5 物理结构设计	109	6.2.2 修改表结构	168
4.1.6 视图或查询设计	110	6.2.3 删除表	170
4.1.7 改进整个设计	111	6.2.4 定义和删除视图	170
4.2 创建数据库	111	6.3 SQL 的数据操作功能	171
4.2.1 建立数据库	111	6.3.1 插入数据	171
4.2.2 操作数据库	113	6.3.2 删除数据	172
4.2.3 管理数据库表	115	6.3.3 更新数据	173
4.3 设置数据字典	117	6.4 SQL 的数据查询功能	173
4.3.1 自由表与数据库表	117	6.4.1 简单查询	174
4.3.2 设置字段约束	117	6.4.2 条件查询	175
4.3.3 设置表的约束	122	6.4.3 嵌套查询	177
4.4 关联数据库表	124	6.4.4 联接查询	178
4.4.1 表间关联关系	124	6.4.5 计算查询	179
4.4.2 参照完整性	130	6.4.6 分组查询	180
4.5 本章小结	131	6.4.7 查询结果处理(或称:查询 结果输出)	181
习题 4	131	6.5 本章小结	183
第 5 章 查询和视图	134	习题 6	183
5.1 基本概念	134	第 7 章 结构化程序设计	185
5.1.1 查询和视图的定义	134	7.1 程序文件的建立与运行	185
5.1.2 查询和视图的区别	135	7.1.1 VFP 的 3 种工作方式	185
5.2 查询	135	7.1.2 程序文件的建立	186
5.2.1 使用 Query Wizard 创建查询	135	7.1.3 程序的运行	188
5.2.2 使用 Query Designer 创建查询	141	7.2 程序方式下的几个基本命令	188
5.2.3 查询结果的定向输出	149	7.2.1 运行环境设置命令	188
5.2.4 交叉表查询	150	7.2.2 键盘输入命令	192
5.2.5 利用查询结果生成图形	153	7.2.3 消息对话框函数	194
5.2.6 查询的 SQL 语句	155	7.2.4 其他命令和语句	195
5.3 视图	156	7.3 程序控制结构	196
5.3.1 使用 View Wizard 创建视图	157	7.3.1 顺序结构	196
5.3.2 使用 View Designer 创建视图	157	7.3.2 分支结构	197
5.3.3 远程视图	161	7.3.3 循环结构	202
5.4 本章小结	162	7.3.4 混合嵌套结构	209
习题 5	163	7.4 多模块程序	212
第 6 章 结构化查询语言 SQL	164	7.4.1 子程序	213
6.1 SQL 概述	164	7.4.2 过程	214

7.4.3 自定义函数	219	9.2.5 Spinner(微调)	278
7.4.4 变量的作用域	221	9.3 控制类控件	279
7.5 程序的调试	222	9.3.1 CommandButton(命令按钮)	279
7.5.1 程序中常见的错误	223	9.3.2 CommandGroup(命令按钮组)	280
7.5.2 程序查错	223	9.3.3 CheckBox(复选框)	282
本章小结	227	9.3.4 OptionGroup(选项按钮组)	284
习题7	228	9.3.5 Timer(计时器)	285
第8章 表单设计	235	9.4 容器类控件	287
8.1 面向对象程序设计基础	235	9.4.1 Grid(表格)	287
8.1.1 面向对象的基本概念	235	9.4.2 PageFrame(页框)	289
8.1.2 Visual FoxPro 中的类和对象	238	9.4.3 Container(容器)	292
8.2 创建并运行表单	245	9.5 连接类控件	293
8.2.1 表单向导	245	9.5.1 ActiveX Control(ActiveX 控件)	293
8.2.2 表单设计器	250	9.5.2 ActiveX Bound Control(ActiveX 绑定控件)	294
8.2.3 表单集扩充表单	251	9.5.3 Hyperlink(超链接)	295
8.2.4 运行表单	251	9.6 本章小结	296
8.3 在表单中添加对象	252	习题9	297
8.3.1 控件工具栏	252	第10章 报表和标签	299
8.3.2 添加数据绑定型控件	252	10.1 使用向导创建报表	299
8.3.3 添加非数据绑定型控件	255	10.1.1 普通报表向导	300
8.4 美化表单	256	10.1.2 一对多报表向导	304
8.4.1 控件布局	256	10.2 使用报表设计器创建报表	306
8.4.2 控件基本属性	257	10.2.1 报表设计器	307
8.4.3 表单基本属性	258	10.2.2 设置报表数据环境	309
8.5 表单的事件与方法	259	10.2.3 使用报表控件	310
8.5.1 事件代码的添加	259	10.2.4 调整报表布局	313
8.5.2 表单常用的方法	259	10.2.5 预览和打印报表	314
8.6 本章小结	260	10.3 创建标签	316
习题8	260	10.3.1 使用向导创建标签	316
第9章 表单控件	262	10.3.2 使用标签设计器设计标签	319
9.1 输出类控件	262	10.4 本章小结	320
9.1.1 Label(标签)	262	习题10	320
9.1.2 Image(图像)	264	第11章 菜单设计	322
9.1.3 Line(线条)	264	11.1 菜单设计概述	322
9.1.4 Shape(形状)	265	11.1.1 菜单结构	322
9.2 输入类控件	267	11.1.2 菜单设计基本步骤	324
9.2.1 TextBox(文本框)	267	11.1.3 规划菜单系统	324
9.2.2 EditBox(编辑框)	271	11.2 设计菜单	324
9.2.3 ListBox(列表框)	272	11.2.1 菜单设计工具	324
9.2.4 ComboBox(组合框)	277		

11.2.2 创建下拉式菜单	327	13.3.1 学生信息管理	379
11.2.3 创建快捷菜单	330	13.3.2 综合考评管理	384
11.3 菜单设计技术	330	13.3.3 打印输出设计	386
11.3.1 引入系统菜单	330	13.3.4 系统维护	392
11.3.2 顶层表单中的菜单设计	334	13.4 应用程序的发布	396
11.4 本章小结	335	13.4.1 系统测试	396
习题 11	335	13.4.2 系统调试	397
第 12 章 Web 环境下 VFP 应用程序		13.4.3 应用项目的连编	398
开发	337	13.5 本章小结	399
12.1 Web 应用系统的主要特点	337	习题 13	400
12.2 Web 应用程序的体系结构	338	第 14 章 实验与综合设计	401
12.3 建立 Web 应用程序的开发		14.1 Visual FoxPro 9.0 应用与	
环境	340	开发环境	401
12.3.1 ASP.NET 概述	340	14.1.1 实验目的	401
12.3.2 Microsoft IIS 的安装和		14.1.2 实验要求	401
配置	340	14.1.3 实验内容	401
12.3.3 安装 Visual Studio 2005	344	14.2 Visual FoxPro 基础知识	403
12.3.4 ASP.NET 2.0 应用程序测试	345	14.2.1 实验目的	403
12.4 ASP.NET 访问 VFP 数据库	350	14.2.2 实验要求	403
12.4.1 ASP.NET 连接常用数据库		14.2.3 实验内容	404
的方法	350	14.3 数据表的创建及操作	410
12.4.2 使用 ADO.NET 操纵 VFP		14.3.1 实验目的	410
数据库	351	14.3.2 实验要求	410
12.5 使用 ActiveX 组件	355	14.3.3 实验内容	411
12.5.1 ActiveX 技术概述及应用	355	14.4 数据库与数据库表操作	413
12.5.2 用 VFP 创建 ActiveX 组件	355	14.4.1 实验目的	413
12.5.3 ActiveX VFP 组件应用实例	356	14.4.2 实验要求	413
12.6 本章小结	364	14.4.3 实验内容	413
习题 12	364	14.4.4 实验数据	416
第 13 章 学生综合测评管理系统开发		14.5 SQL 语言与查询	418
实例	365	14.5.1 实验目的	418
13.1 系统分析	365	14.5.2 实验要求	418
13.1.1 项目背景分析	365	14.5.3 实验内容	418
13.1.2 业务流程分析	366	14.6 视图应用	419
13.1.3 功能需求分析	367	14.6.1 实验目的	419
13.2 系统总体设计	367	14.6.2 实验要求	419
13.2.1 功能结构设计	367	14.6.3 实验内容	419
13.2.2 数据库设计	368	14.7 结构化程序设计	420
13.2.3 系统主体框架设计	373	14.7.1 实验目的	420
13.3 主要功能模块的设计与实现	379	14.7.2 实验要求	420

14.7.3 实验内容	420	14.11.1 实验目的	426
14.8 表单应用	421	14.11.2 实验要求	426
14.8.1 实验目的	421	14.11.3 实验内容	426
14.8.2 实验要求	422	14.12 Web 应用程序开发	427
14.8.3 实验内容	422	14.12.1 实验目的	427
14.9 表单控件应用	424	14.12.2 实验要求	427
14.9.1 实验目的	424	14.12.3 实验内容	427
14.9.2 实验要求	424	14.13 综合设计	428
14.9.3 实验内容	424	14.13.1 设计目的	428
14.10 报表应用	425	14.13.2 设计题目	428
14.10.1 实验目的	425	14.13.3 设计过程	429
14.10.2 实验要求	425	14.13.4 总体要求	429
14.10.3 实验内容	425	参考文献	432
14.11 菜单设计	426		

第1章 数据库系统概述

随着计算机技术的发展,知识经济的到来,信息已成为各个部门的重要资源与财富,作为信息与数据处理的最新技术,数据库及其应用系统已应用于社会的政治、经济、文化、生活等各个领域。对于一个国家来说,数据库的建设规模、数据库信息量的大小和使用频度已成为衡量这个国家信息化程序的重要标志。

本章介绍了数据及其相关概念,数据管理的发展过程,数据库系统的概念、组成和特点,数据模型及其分类,并对目前应用最为广泛的关系数据库的概念、组成及特点进行了重点论述。



本章教学目标:

- 了解数据、信息、数据处理等概念,理解使用数据库技术的重要性
- 了解数据模型的概念与分类
- 理解关系模型的三要素,了解关系数据库及其主要特点
- 了解关系数据语言的分类,理解关系代数中关系的基本运算、关系联接的概念

1.1 数据库的基本概念

在介绍数据库系统的基本概念之前,人们首先要了解的是:什么是数据?数据从何而来?它和人们常说的信息有何关系?

1.1.1 数据、信息、数据处理

1. 数据

数据(Data)在大多数人头脑中的第一个反应就是数字。其实数字只是最简单的一种数据,是对数据的一种传统和狭义的理解。广义上的数据种类很多,如文字、图形、图像、声音、学生的档案记录、货物的运输情况等,这些都是数据。抽象地讲,数据是存储在某种介质上能够被识别的物理符号。国际标准化组织(ISO)对数据给出了更严格的定义:“数据是对事实、概念或指令的一种特殊表达形式,这种特殊的表达形式可能用人工的方式或用自动化的装置进行通信、翻译转换或者进行加工处理。”

在计算机技术中,把能被输入到计算机中,并能被计算机所存储、处理、传输的符号统称为数据。在数据库中,数据是在数据库中进行存储和处理的基本对象。

2. 信息

信息(Information)是客观世界在人脑中的反映,是指人们对某种事物的理解,可以是客观事

物的表征,如一件事情、一种状况或者是基于研究和经验所获得的认识,是可以传播和加以利用的一种知识。

信息论的奠基人维纳曾经说过:“信息是人们在适应外部世界并且使之反作用于外部世界的过程中,同外部世界交换内容的名称”。可见,信息既是客观事物的特征、事物运动变化的反映,又是事物之间相互作用、相互联系的反映。

3. 数据与信息的关系

数据是信息的载体,是人们对客观存在的实体中感兴趣的要素和特征的一种记载和描述。例如,在学生档案中,如果人们最感兴趣的是学生的班级、学号、姓名、性别、出生年月、籍贯,那么可以用如下的一组数据来描述一个学生的信息:

计算机 2008 - 2	200826041	徐明辉	男	1987 - 4 - 9	云南省陆良县
--------------	-----------	-----	---	--------------	--------

也就是说,对信息的记载和描述产生了数据。

反之,对众多相关数据加以分析和处理又将产生新的有用的信息,如通过学生出生年月数据可得知学生的年龄信息。

数据要结合其语义才能反映正确的信息。对于上面这条学生(数据)记录,了解其含义的人会得到如下信息:徐明辉是计算机专业 2008 级 2 班的一名大学生,男性,1987 年 4 月 9 日出生,云南陆良人。而不了解其语义的人则无法理解其含义,或者会得到有歧义甚至完全错误的信息。可见,单有数据还不能完全表达其内容,需要经过解释,所以数据和关于数据的解释是不可分的,数据的解释(如下面的表头所示)是指对数据含义的说明,数据的含义称为数据的语义,数据与其语义是不可分的。

班级	学号	姓名	性别	出生日期	籍贯	数据的语义
计算机 2008 - 2	200826041	徐明辉	男	1987 - 4 - 9	云南省陆良县	数据

在计算机中,数据是数字化了的信息。计算机能处理的信息必须是数字化的,从这个意义上讲,数据又可以看做是数字化了的信息。

事实上,信息与数据的概念是密切相关的,在某些场合甚至是可以不加区分的。虽然目前各国学者对“信息”一词的概念仍众说纷纭,然而对信息的重要性的认识却是完全一致的,即信息如同材料和能源一样,是人类社会最为重要的资源之一。

4. 数据处理

数据处理也称为信息处理(Information Process),它是将数据转换成信息的过程。数据处理是指对数据进行收集、分类、编码、存储、排序、检索、加工、传输和维护等一系列操作的统称。通过对数据的处理,可以从中获得有价值的、对用户的决策起作用的信息。数据是重要的,而对数据进行处理后得到的有用信息则更珍贵。

从数据处理的角可以说:信息是经过加工并对人类社会实践和生产实践活动产生决策作用的数据。数据经过加工处理之后成为信息,但仍然以数据形式表现,此时数据是信息的载体,

成为人们能动地认识和改造世界的媒介和资源。所以数据和信息之间的关系从加工和处理的_{数据库系统}角度来看,也就是原料和成品之间的关系。

例如,某经销部门的某个地区各商店的日销售额或月销售额,这个数据对于销售总管人员来说是一个原始数据,他需要综合分析各地区各商店的销售额情况来规划产品的市场销售计划和策略,从而提高其产品的市场占有率和利润。因此,从数据处理的角度来看,数据与信息在概念上是有区别的,不是所有数据都能成为信息,信息是一种被加工成特定形式的数据,这种数据对于数据接收者来说是有重要意义的。或者说,通过抽取加工之后,所得到的、具有新的事实知识的这部分数据才能成为信息。

但数据与信息又具有相对性,同样是上述的销售数据,对于本地区各商店的销售人员来说也可以看做是信息,可直接用来规划下一步促销行动。

5. 数据库

信息和数据是有价值的,其价值取决于它的准确性、可靠性、及时性和完整性。为了提高信息或数据的价值,就必须用科学的方法对其进行管理,这种科学的方法就是数据库技术。如今,数据处理都在数据库系统中进行,而数据则存储在数据库中。顾名思义,数据库就是存储数据的仓库,它是能长期存储在计算机中的、有结构和可共享的数据集合体。

综上所述,数据、信息、数据处理和数据库是几个密不可分的概念,它们之间的关系如图 1-1 所示。

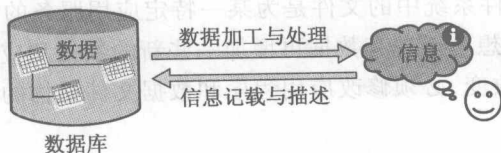


图 1-1 信息、数据、数据处理和数据库之间的关系

1.1.2 数据管理技术的发展过程

计算机技术用于数据管理,是指利用计算机的软件、硬件对数据进行存储、检索、维护并实现对数据的各种运算和操作。计算机中的数据管理经历了人工管理、文件系统管理和数据库系统管理 3 个发展阶段。

1. 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期以前,计算机主要用于科学计算。当时的计算机硬件状况是,外存只有纸带、卡片、磁带,没有磁盘等直接存取的存储设备;软件状况是,没有操作系统,没有管理数据的专门软件;数据处理的方式是批处理。人工管理数据具有如下特点。

- ① 数据不保存。
- ② 用户自己编写应用程序来管理数据。
- ③ 数据不共享。
- ④ 数据不具有独立性。

2. 文件系统管理阶段

20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期,计算机硬件方面已经有了磁盘、磁鼓等直接存取存储设备;软件方面,操作系统中已经有了专门的数据管理软件,一般称为文件系统;在处理方式上不仅有批处理,而且能够进行联机实时处理。文件系统管理数据具有如下特点。

① 数据可以长期保存。由于计算机已大量用于数据处理,数据需要长期保留在外存上反复进行查询、修改、插入和删除等操作。

② 由文件系统进行管理。文件系统把数据组织成相互独立的数据文件,利用“按文件名访问,按记录进行存取”的管理技术,可以对文件进行修改、插入和删除等操作。文件系统实现了记录内的结构性,但数据文件之间整体无结构。程序和数据之间通过文件系统提供的存取方法进行转换,使应用程序与数据之间有了一定的独立性,程序员可以不必过多地考虑物理细节,将精力集中于算法,而且数据在存储上的改变不一定反映在程序中,大大节省了维护程序的工作量。

但是,文件系统仍存在以下缺点。

① 数据共享性差,冗余度大。在文件系统中,一个(或一组)文件基本上对应于一个应用程序,即文件仍然是面向应用的。当不同的应用程序具有部分相同的数据时,也必须建立各自的文件,而不能共享相同的数据,因此数据的冗余度大,浪费存储空间。同时由于相同数据需要重复存储、分别管理,给数据的修改和维护带来了困难,容易造成数据的不一致性。

② 数据独立性低。文件系统文件是为某一特定应用服务的,文件的逻辑结构对该应用程序来说是优化的,因此要想基于现有数据再增加一些新的数据和应用会很困难,系统不容易扩充。一旦数据的逻辑结构改变,必须修改应用程序和数据文件结构的定义。因此,数据与程序之间仍缺乏足够的独立性。

可见,文件系统仍然是一个不具有弹性的无结构的数据集合,即文件之间是孤立的,不能反映现实世界事物之间的内在联系。

3. 数据库系统管理阶段

20 世纪 60 年代后期以来,随着计算机软硬件的继续发展,计算机管理的数据对象规模越来越大,应用范围也越来越广泛,数据量急剧增长,同时多种应用、多种语言互相共享数据集合的要求越来越强烈。因此,文件系统管理存在的不足越来越凸现,为了满足多用户、多应用共享数据的需求,使数据为尽可能多的应用服务,数据库技术便应运而生,出现了统一管理数据的专门软件系统——数据库管理系统。

人们通过数据库系统对数据进行管理,可以自动、高效地完成越来越多的日常工作。在现实生活中,人们经常使用数据库。例如,当你从银行的 ATM 取款机上提取现金时,其实就是在访问数据库,当成功提取现金后,银行数据库中你对应账户上的金额将会相应减少,这时你已对数据库中的数据进行了修改。

1.1.3 数据库系统组成

数据库系统(DataBase System, DBS)是指引入了数据库技术的计算机系统,它由计算机硬

件、操作系统、数据库、数据库管理系统(及其开发工具)、应用程序及用户等几部分构成,如图 1-2 所示。

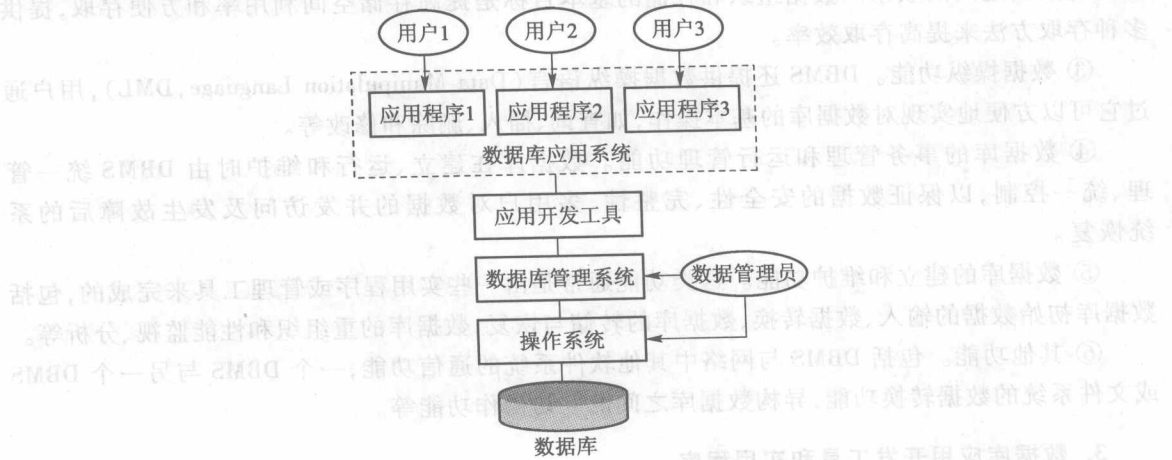


图 1-2 数据库系统组成

1. 数据库

数据库(DataBase, DB),顾名思义,是存放数据的仓库。只不过这个仓库是位于计算机存储设备上的,而且数据是按一定的格式存放的。严格地讲,数据库是指存储在计算机外部存储器上的、有组织和可共享的大量数据的集合。

为了便于数据的管理和检索,数据库中的大量数据必须按一定逻辑结构加以存储,这就是数据“结构化”或数据模型的概念。数据模型是数据库的核心概念。每个数据库中的数据都是按照某一种数据模型来组织的,从而使得数据库中的数据具有较高的数据共享性和较低的数据冗余度,以及较高的数据独立性、易扩展性和安全性,并能有效地支持对数据所进行的各种处理,保证数据的一致性和完整性。

2. 数据库管理系统

由数据库定义可知数据库是存放数据的仓库,那么要科学地组织和存储数据,高效地获取和维护数据呢,就要用到一个系统软件——数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS)。目前,常用的 DBMS 软件包括 Microsoft Access、Oracle、DB2、SQL Server、Visual FoxPro 等。

数据库管理系统是位于用户与操作系统之间的一种数据管理软件,用于科学地组织和存储数据、高效地获取和维护数据,是数据库管理系统的功能核心和重要组成部分。它的主要功能包括以下几个方面。

① 数据定义功能。DBMS 提供数据定义语言(Data Definition Language, DDL),用户通过它可以方便地定义数据库所包含的对象。

② 数据组织、存储和管理功能。DBMS 要分类组织、存储和管理各种数据,包括数据字典、用户数据、数据的存取路径等。要确定以何种文件结构和存取方式在存储级上组织这些数据,如何实现数据之间的联系。数据组织和存储的基本目标是提高存储空间利用率和方便存取,提供多种存取方法来提高存取效率。

③ 数据操纵功能。DBMS 还提供数据操纵语言(Data Manipulation Language, DML),用户通过它可以方便地实现对数据库的基本操作,如查询、插入、删除和修改等。

④ 数据库的事务管理和运行管理功能。数据库在建立、运行和维护时由 DBMS 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访问及发生故障后的系统恢复。

⑤ 数据库的建立和维护功能。这类功能通常是由一些实用程序或管理工具来完成的,包括数据库初始数据的输入、数据转换,数据库的转储与恢复,数据库的重组织和性能监视、分析等。

⑥ 其他功能。包括 DBMS 与网络中其他软件系统的通信功能,一个 DBMS 与另一个 DBMS 或文件系统的数据转换功能,异构数据库之间的互访操作功能等。

3. 数据库应用开发工具和实用程序

数据库应用开发工具包括支持数据库技术的各类编程语言、数据库访问接口程序等。

数据库实用程序(DataBase Utility, DBU)指各 DBMS 实现厂商为数据库管理员、数据库程序员等用户使用数据库而提供的实用软件和管理工具。如数据的导入导出(数据转换)实用程序,数据库的转储与恢复工具程序,数据库的重组织和性能监视、分析工具等。再如,Visual FoxPro 中各类设计器、生成器等。

4. 数据库应用系统

数据库应用系统有时也指整个数据库系统,这里特指数据库应用开发人员为解决客户提出的实际应用问题而编制的一系列数据库应用程序。例如,利用 Visual FoxPro 开发的“学生学年综合考评系统”就是一个数据库应用系统。数据库应用系统由一组计算机程序组成,主要充当用户和 DBMS 的中介。这些应用程序为各类用户访问数据库提供友好的交互界面,接收用户输入的操作请求,然后将请求发送到 DBMS 中,DBMS 则将从应用程序接收的用户请求转换成对数据库文件的读、写操作,并将最终结果或操作状态返回给用户应用程序及其操作界面。

数据库应用程序是针对特定的用户角色和应用环境的。一方面,不同的用户或角色因其职责不同,对数据库的操作权限和数据操作范围也是不相同的。如银行储户和银行内部的数据库管理员,虽然都基于同一个数据库进行操作,但他们所能完成的操作和操作数据的范围是完全不同的,因此也就不难理解,系统为他们所提供的迥异的应用程序和操作界面了。

另一方面,即使是同类用户角色,针对不同的应用环境,也可能需要开发不同的应用程序及其操作界面。如目前银行所开通的 ATM 业务、网上银行业务及相关的手机移动支付业务等,虽然都是针对同类用户角色(储户),实现与柜台服务完全等同的业务功能,但却必须针对不同的应用环境(单机、局域网、互联网、无线移动)提供相应的(基于 C/S、B/S 的)数据库应用程序和操作界面。

5. 用户

从开发、管理和使用数据库系统的人员来分,用户主要有系统分析员、数据库设计人员、应用程序员、数据库管理员(DataBase Administrator, DBA)和最终用户。其中,数据库管理员负责定义数据库内容,决定存储结构和存储及安全授权等工作。

人们常说的用户一般是指最终用户。最终用户通过应用系统的用户接口(通常是针对特定用户的应用程序操作界面)使用数据库。常用的接口方式有浏览器、菜单驱动、表格操作、图形显示、报表书写等。最终用户可以分为如下3类。

① 偶然用户。此类用户不经常访问数据库,但每次访问数据库时往往需要不同的数据库信息,这类用户一般是企事业或组织机构的高、中级管理人员。

② 简单用户。数据库的多数最终用户都是简单用户。其主要工作是查询和更新数据库,一般都是通过应用程序员精心设计的友好界面来存取数据库的,如银行的职员、使用ATM机的储户、旅馆总台服务员等。

③ 复杂用户。这类用户一般都比较熟悉数据库管理系统的各种功能,能够直接使用数据库实用工具和编程语言访问数据库,甚至能够基于数据库管理系统的API编制自己的应用程序,如工程师、科学家等,当然也包括千方百计地以不正当手段访问数据库的“黑客”们。

1.1.4 数据库系统特点

与人工管理和文件系统管理相比,数据库系统管理主要有以下4个方面的特点。

1. 数据整体结构化

在数据库中实现了整体数据的结构化。所谓“整体”结构化是指不仅数据内部是结构化的,而且数据库中各数据之间是具有联系的,整体是结构化的。也就是说,在数据库系统中,数据不再是针对某一个应用的,而是面向全组织的。因此,在设计数据库时,不仅要考虑某个应用的数据结构,还要考虑整个组织的数据结构。同时,在描述数据时不仅要描述数据本身,还要描述数据之间的联系。

例如,如图1-3所示,在一个学校信息管理系统中,对学生信息的组织,不仅要考虑教务处的学生学籍管理、选课管理,还要考虑学生工作处的学生人事管理、后勤处的学生宿舍管理等。因此,学校信息管理系统中的学生数据要面向各个部门,以及同一部门的各类应用,而不仅仅是某个部门的特定应用。这种数据组织方式从全局的高度为各部门的应用提供了必要的记录,使整体数据结构化了。

数据库系统支持并实现整体数据的结构化,这是数据库与文件系统的本质区别。在文件系统中,相互独立的文件的记录内部是有结构的。传统文件的最简单形式是等长同格式的记录集合。在文件系统中,尽管记录内部已有了某些结构,但不同文件的记录之间并没有联系。

例如,在关系数据库系统中,数据以表的形式组织和存储,数据(记录)之间的联系只需要通过简单设置关系表间的参照完整性(见第4章相关内容)来实现。而在文件系统中要做到这一点,必须由程序员编制相应的程序代码在应用程序中实现。

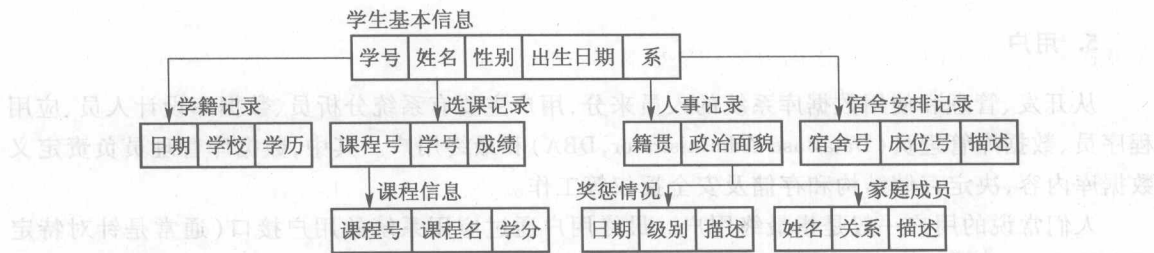


图 1-3 某学校信息管理系统中的学生数据

2. 数据的共享性高,冗余度低,易扩充

数据库系统从整体角度描述数据,数据不再面向某个应用而是面向整个系统,由数据库管理系统统一管理,因此数据可以被多个用户、多个应用程序共享使用,如图 1-4 所示。

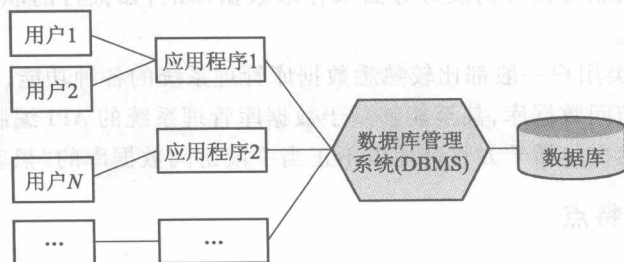


图 1-4 数据库系统中应用程序与数据之间的对应关系

数据共享可以大大减少数据冗余,节约存储空间。数据共享还能够避免数据之间的不相容性(如描述同一对象的数据类型、长度不相同)与不一致性(如同一数据在不同部门间的副本不一样)。采用人工管理或文件系统管理时,由于数据被重复存储,当不同的应用使用和修改不同的副本时就很容易造成数据的不一致。在数据库中通过数据共享,使得不同的应用都使用同一份数据,减少了由于数据冗余造成的一致现象。

由于数据面向整个系统,是有结构的数据,通过取整体数据的各种子集应用于不同的应用系统,实现整体数据被多个应用共享使用。当应用需求改变或增加新的应用时,只要重新选取不同的子集或加上一部分数据便可以满足新的需求,这样就使得数据库系统弹性加大,易于扩充,可以适应各种用户要求。

3. 数据的独立性高

数据的独立性是指用户的应用程序与数据库中的数据是相互独立的,即数据的物理结构或逻辑结构的变化不会引起对应用程序的修改。数据的独立性是由 DBMS 的二级映像功能来保证的,如图 1-5 所示。

数据的独立性一般分为两种:物理独立性和逻辑独立性。物理独立性是指数据的物理结构(即内模式)改变时(如选用了另一种存储结构),由数据库管理员对模式-内模式的映像作相应改变,而保持数据逻辑结构(即模式)不变,从而应用程序也不必修改。逻辑独立性是指数据的总体逻辑结构(模式)改变时(如增加新的关系、新的属性,改变属性的数据类型、改变数据间的