

高职高专计算机实用规划教材

—— 案例驱动与项目实践



本书特色：

- 重点突出，结构合理，实例典型
- 满足全国计算机等级考试要求(二级Visual FoxPro)

Visual FoxPro

数据库程序设计与项目实践

陈 灿 彭萃芬 文建良 李东晖 编著



■ Visual FoxPro



■ 案例驱动



■ 项目实践



提供代码、电子教案下载
<http://www.tup.com.cn>



清华大学出版社

高职高专计算机实用规划教材——案例驱动与项目实践

本书内容

基础理论

操作

Visual FoxPro 数据库程序设计与 项目实践

陈 灿 彭萃芬 文建良 李东晖 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书主要介绍 Visual FoxPro 程序设计语言的基本语法和应用程序实例。全书共 12 章, 主要内容包括数据库系统基本知识, Visual FoxPro 系统简介, Visual FoxPro 语言基础, 面向对象程序设计的基本概念, 菜单设计的步骤、方法以及自定义工具栏, 自由表的建立和操作, 数据库及数据库表的各种操作, 查询与视图, 报表和标签的设计步骤, 数据库应用系统开发项目实践。

本书在内容上力求简明清晰、重点突出, 在叙述上力求深入浅出、通俗易懂, 结构顺序合理, 编排科学, 图文并茂, 注重实用, 实例典型、丰富, 风格新颖、活泼。

本书可以作为各类大专院校和培训班数据库类课程的教学用书, 也可作为广大数据库编程爱好者参加计算机等级考试的参考书。

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。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Visual FoxPro 数据库程序设计与项目实践/陈灿, 彭萃芬, 文建良, 李东晖编著. —北京: 清华大学出版社, 2010.9

(高职高专计算机实用规划教材——案例驱动与项目实践)

ISBN 978-7-302-23386-2

I. ①V… II. ①陈… ②彭… ③文… ④李… III. ①关系数据库—数据库管理系统, Visual FoxPro—程序设计—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 151389 号

责任编辑: 黄 飞 杨作梅

装帧设计: 杨玉兰

责任校对: 王 晖

责任印制: 何 芊

出版发行: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 北京国马印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 22.5 字 数: 541 千字

版 次: 2010 年 9 月第 1 版 印 次: 2010 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 35.00 元

前 言

Visual FoxPro 是微软公司推出的关系型数据库管理系统,具有操作简便、简单易学、功能强大的特点,便于实现数据库应用系统的快速开发,深受许多小型数据库应用系统开发人员的喜爱。

本书以基础知识、基本理论和基本方法为着眼点,在内容上力求简明清晰、重点突出,在叙述上力求深入浅出、通俗易懂,结构顺序合理,编排科学,图文并茂,注重实用,实例典型、丰富,风格新颖、活泼,是学习 Visual FoxPro 程序设计语言的优秀教程。同时,在编写过程中我们还认真参考了全国计算机等级考试大纲,在内容讲授的深度、广度以及侧重点上,尽量满足全国计算机等级考试的要求,使得广大学生通过学习本书即可轻松备考全国计算机等级考试。

本书共分为 12 章,主要介绍的是 Visual FoxPro 程序设计语言的基本语法和应用程序实例,各章的主要内容简要说明如下。

第 1 章 数据库系统概论:介绍数据库的基本知识,包括数据库的概念和基本原理、数据库的演变、发展以及数据模型的建立等几个方面。

第 2 章 Visual FoxPro 系统简介:介绍 Visual FoxPro 的发展历史,Visual FoxPro 系统的安装与启动以及系统环境的设置与项目管理器。

第 3 章 Visual FoxPro 语言基础:介绍实现 Visual FoxPro 的具体编程的基础知识,包括 Visual FoxPro 的数据、命令、过程及函数,以及 Visual FoxPro 程序设计基础。

第 4 章 面向对象的程序设计:介绍面向对象的基本概念,包括类的创建与应用、属性与方法的定义,以及表单的创建与管理,窗体设计器环境和一些常用的表单控件。

第 5 章 菜单与工具栏设计:介绍菜单设计的步骤、方法以及自定义工具栏。

第 6 章 自由表的建立和操作:介绍自由表的各种操作以及建立和使用索引。

第 7 章 数据库及数据库表的操作:介绍数据库的基本概念,建立数据库的方法,数据库表之间的各种属性与关系。

第 8 章 查询与视图:介绍关系数据库标准语言 SQL 的使用方法,查询与视图的概念、查询与视图的建立过程以及视图的使用等。

第 9 章 报表和标签的设计:介绍报表和标签的用途,报表与标签的创建、预览和打印方法,控件工具栏中每个控件的使用方法。

第 10 章 应用系统的开发:介绍开发 Visual FoxPro 数据库应用系统的一般步骤,包括客户机/服务器模式的基础知识以及 Visual FoxPro 的 Web 应用情况。

第 11 章 图书馆管理系统:通过对图书管理系统的设计与开发过程的描述,介绍数据库管理应用系统开发的一般步骤和具体过程。



第12章 高校人事档案管理系统：通过对高校人事档案管理系统设计与开发过程的描述，巩固对数据库管理应用系统的开发方法的理解和掌握。

本书中的实例源代码均经过我们上机调试通过，读者可以自行上机实验，以更好地掌握实际编程技巧。实例源代码可以在出版社网站检索下载。本书可以作为各类大专院校和培训班数据库类课程的教学用书，也可作为广大数据库编程爱好者参加计算机等级考试的参考书。

编者

目 录

第 1 章 数据库系统概论..... 1

1.1 数据、信息与数据处理..... 1

1.1.1 数据与信息..... 1

1.1.2 数据处理..... 2

1.1.3 数据管理技术的发展..... 2

1.1.4 数据库系统的新技术..... 5

1.2 数据库系统..... 7

1.2.1 数据库..... 7

1.2.2 硬件系统..... 7

1.2.3 软件系统..... 7

1.2.4 用户..... 8

1.3 数据模型..... 9

1.3.1 基本概念..... 9

1.3.2 实体之间的联系..... 10

1.3.3 数据模型..... 11

1.4 关系数据库..... 14

1.4.1 基本概念..... 14

1.4.2 关系操作与完整性约束..... 15

习题..... 16

第 2 章 Visual FoxPro 系统简介..... 18

2.1 Visual FoxPro 的发展历史..... 18

2.1.1 dBase 系列数据库..... 18

2.1.2 FoxBase 系列数据库..... 18

2.1.3 FoxPro 系列数据库..... 19

2.1.4 Visual FoxPro 系列数据库..... 19

2.2 Visual FoxPro 的安装、卸载和启动... 20

2.2.1 安装 Visual FoxPro 的 基本配置要求..... 20

2.2.2 Visual FoxPro 的安装..... 20

2.2.3 Visual FoxPro 的卸载..... 22

2.2.4 Visual FoxPro 的启动与退出... 22

2.3 设置系统集成开发环境..... 23

2.4 项目管理器..... 26

2.4.1 创建项目..... 26

2.4.2 使用项目管理器..... 29

2.4.3 定制项目管理器..... 30

2.5 实践训练：使用项目管理器..... 31

习题..... 33

第 3 章 Visual FoxPro 语言基础..... 35

3.1 常量、变量和数据类型..... 35

3.1.1 常量..... 35

3.1.2 数据类型..... 36

3.1.3 变量..... 38

3.2 命令和表达式..... 41

3.2.1 算术表达式..... 41

3.2.2 字符表达式..... 42

3.2.3 关系表达式..... 42

3.2.4 逻辑表达式..... 43

3.2.5 表达式生成器..... 43

3.3 常用函数及其应用..... 44

3.4 过程与函数..... 56

3.4.1 自定义函数..... 56

3.4.2 过程..... 57

3.4.3 参数传递过程..... 59

3.5 程序设计基础..... 60

3.5.1 顺序结构..... 60

3.5.2 分支结构..... 60

3.5.3 循环设计..... 63

3.6 数组..... 66

3.7 实践训练：编程语句应用..... 68

习题..... 69

第 4 章 面向对象的程序设计..... 71

4.1 面向对象的基本概念..... 71

4.1.1 面向对象的程序设计..... 71

4.1.2 对象与类..... 71

4.1.3 事件与方法..... 72



4.1.4	面向对象程序设计的特点	73	4.5.1	类的创建方法	109
4.1.5	Visual FoxPro 的基本类	73	4.5.2	类的应用实例	110
4.2	利用向导创建表单	75	4.6	用户自定义属性与方法	112
4.2.1	利用向导创建单表表单	75	4.6.1	用户自定义属性	112
4.2.2	利用向导创建一对多表单	77	4.6.2	用户自定义方法	113
4.3	利用表单设计器创建表单	78	4.6.3	自定义属性、方法的修改 与删除	114
4.3.1	表单对象的层次结构 及对象的引用	78	4.6.4	应用实例	114
4.3.2	启动表单设计器创建表单	79	4.7	表单集	115
4.3.3	设置表单的基本属性	79	4.7.1	表单集概述	115
4.3.4	设置表单的数据环境	80	4.7.2	表单集的基本操作	116
4.3.5	向表单中添加控件	81	4.7.3	表单集应用实例	117
4.3.6	设置控件的必要属性 及编写事件代码	83	4.8	多重表单	117
4.3.7	控件的编辑操作	84	4.8.1	表单的类型	117
4.3.8	保存表单	86	4.8.2	定义表单的类型	118
4.3.9	运行表单	86	4.8.3	隐藏 Visual FoxPro 的 系统窗口	119
4.3.10	关闭活动表单	87	4.8.4	在顶层表单中运行子表单	119
4.3.11	修改已有的表单	87	4.8.5	表单之间的参数传递	121
4.4	常用的表单控件	88	4.9	实践训练：创建表单	125
4.4.1	标签	88	习题		128
4.4.2	命令按钮	88	第 5 章	菜单与工具栏设计	131
4.4.3	文本框	89	5.1	菜单系统概述	131
4.4.4	编辑框	90	5.1.1	菜单的结构和种类	131
4.4.5	选项按钮组	92	5.1.2	菜单设计的一般步骤	132
4.4.6	命令按钮组	94	5.2	利用菜单设计器创建菜单	133
4.4.7	复选框	96	5.2.1	启动菜单设计器	133
4.4.8	列表框	97	5.2.2	创建快速菜单	134
4.4.9	组合框	99	5.2.3	在菜单设计器中设计菜单	134
4.4.10	表格	100	5.2.4	菜单的常规选项和菜单 选项	138
4.4.11	页框	102	5.2.5	菜单程序的生成与运行	140
4.4.12	微调控件	103	5.2.6	隐藏/显示 Visual FoxPro 的 系统菜单	141
4.4.13	计时器	105	5.3	快捷菜单	142
4.4.14	图像	106	5.4	自定义工具栏	144
4.4.15	OLE 绑定型控件	106	5.4.1	定制工具栏	144
4.4.16	容器	107	5.4.2	创建自定义工具栏	145
4.4.17	形状	108	5.4.3	在表单中添加自定义 工具栏	146
4.4.18	线条	109			
4.5	类的创建与应用	109			

5.5 实践训练: 制作“学生信息管理系统”菜单	147
习题	149
第6章 自由表的建立和操作	152
6.1 创建自由表	152
6.1.1 表结构的设计	152
6.1.2 表结构的建立	154
6.2 自由表的基本操作	155
6.2.1 表的打开与关闭	155
6.2.2 表数据的输入	156
6.2.3 显示与浏览表中的数据	159
6.2.4 记录指针的定位命令	160
6.2.5 修改数据表	162
6.2.6 记录的删除与恢复	163
6.2.7 当前记录与数组内容的交换	165
6.2.8 定制数据的访问范围 <字段名表>	167
6.3 数据表的其他操作命令	168
6.4 索引的建立与使用	169
6.4.1 索引的基本概念	169
6.4.2 索引文件的类型	169
6.4.3 索引类型	170
6.4.4 建立索引	171
6.4.5 索引文件的使用	172
6.4.6 索引定位命令	173
6.4.7 删除索引标识	173
6.5 数据表的多区操作	174
6.5.1 工作区的相关概念及操作	174
6.5.2 建立表间的临时关系	175
6.6 实践训练: 数据查询	176
习题	177
第7章 数据库及数据库表的操作	180
7.1 数据库的建立与使用	180
7.1.1 数据库的建立	180
7.1.2 数据库的操作	183
7.2 数据库表的操作	186
7.2.1 数据库表的添加与删除	186
7.2.2 数据库表的浏览与修改	187
7.2.3 表设计器的各种相关属性	188
7.3 数据库表的关系	194
7.3.1 数据库表之间的关系概述	194
7.3.2 设置数据库表间关系	195
7.3.3 参照完整性设置	196
7.4 实践训练: 创建管理音像店数据库	198
习题	204
第8章 查询与视图	206
8.1 SQL 结构化查询语言	206
8.1.1 SQL 语言概述	206
8.1.2 数据定义语言	207
8.1.3 数据操纵命令	208
8.1.4 SELECT 数据查询命令	209
8.2 使用向导创建查询文件	214
8.2.1 使用查询向导设计单表查询	214
8.2.2 使用查询向导设计多表联合查询	217
8.2.3 利用查询向导创建交叉查询	219
8.2.4 使用查询向导创建图形	222
8.3 使用查询设计器创建查询文件	223
8.3.1 打开查询设计器	224
8.3.2 选定查询字段	224
8.3.3 确定表之间的联接关系	225
8.3.4 筛选记录	225
8.3.5 排序记录	226
8.3.6 分组查询	227
8.3.7 杂项	227
8.3.8 运行查询	228
8.4 视图的创建与使用	228
8.4.1 视图概述	228
8.4.2 创建本地视图	229
8.4.3 视图的使用	232
8.4.4 远程视图	233
8.5 实践训练: 在【视图设计器】中查询数据	235



习题	237	10.4 实践训练: 调试程序并使用 Web 发布	282
第 9 章 报表和标签的设计	239	10.4.1 调试应用程序	282
9.1 概述	239	10.4.2 使用 Web 发布向导	283
9.2 计划报表布局	240	习题	284
9.2.1 决定报表的常规布局	240	第 11 章 应用系统开发项目一 ——图书馆管理系统	286
9.2.2 报表布局文件	240	11.1 系统分析与建模	286
9.3 创建报表	241	11.1.1 需求分析	286
9.3.1 用报表向导创建报表	241	11.1.2 系统建模	287
9.3.2 用快速报表功能创建报表	244	11.2 数据库分析与设计	288
9.3.3 用报表设计器创建报表	245	11.2.1 数据库分析	288
9.3.4 修改报表布局	249	11.2.2 数据库设计	289
9.3.5 报表预览和打印	252	11.3 数据库的实现	291
9.3.6 报表调用	253	11.3.1 新建数据库与物理表	291
9.4 设计标签	254	11.3.2 新建数据库的表连接	294
9.4.1 标签向导	254	11.3.3 新建本地视图	295
9.4.2 标签设计器	255	11.4 各个功能模块的界面设计 与代码实现	296
9.5 实践训练: 创建学生报表并分 字段排列	255	11.4.1 系统启动界面的实现	297
习题	257	11.4.2 会员登录功能的实现	298
第 10 章 应用系统的开发	259	11.4.3 系统主界面的实现	299
10.1 开发 Visual FoxPro 数据库应用 系统的一般步骤	259	11.4.4 查询功能的实现	303
10.1.1 系统分析与设计	259	11.4.5 借阅功能的实现	307
10.1.2 系统的具体实现	264	11.4.6 图书管理功能的实现	311
10.1.3 建立主程序与系统的集成	266	11.4.7 会员管理功能的实现	312
10.2 设计客户机/服务器应用程序	268	11.4.8 主程序分析与实现	314
10.2.1 客户机/服务器应用模式 介绍	268	11.5 实例运行演示	314
10.2.2 客户机/服务器应用程序的 设计目的	270	11.5.1 启动实例	314
10.2.3 开发客户机/服务器应用 程序的一般步骤	270	11.5.2 登录系统	315
10.3 Visual FoxPro 的 Web 应用	272	11.5.3 功能主界面	315
10.3.1 Web 简介	272	11.5.4 借阅记录	316
10.3.2 HTML 介绍	275	11.5.5 图书管理	316
10.3.3 Web 发布	278	11.5.6 会员管理	318
10.3.4 创建 Web 页	280	11.6 开发中的难点与技巧	319
		11.6.1 应用程序编译运行时如何 避免显示 FoxPro 窗口	319
		11.6.2 向表单中添加多个控件	319

11.6.3 复制控件	319	12.4.2 主表单设计	326
11.6.4 利用默认值来加快数据的 输入	320	12.4.3 登录表单设计	327
第 12 章 应用系统开发项目二		12.4.4 系统主菜单的设计	328
——高校人事档案管理系统	321	12.4.5 系统管理部分	329
12.1 概述	321	12.4.6 档案更新部分	332
12.2 需求分析	322	12.4.7 档案查询部分——人事卡片 查询表单设计	335
12.2.1 理解需求	322	12.4.8 档案统计部分	337
12.2.2 分析需求	323	12.4.9 档案打印部分	340
12.3 数据库设计	323	12.5 编译和发布应用程序	341
12.4 系统实现	325	12.5.1 编译应用程序	341
12.4.1 主文件(主程序.PRG)	326	12.5.2 调试应用程序	342
		12.5.3 发布应用程序	344

第1章 数据库系统概论

教学提示:

本章作为学习 Visual FoxPro 的基础,对数据库的基本知识做了简要介绍,内容主要包括数据库的概念和基本原理、数据库的演变、发展以及数据模型的建立等几个方面。学习完本章内容,不仅能使读者对数据库知识有一定的了解,同时也是学好后续章节的基础。

教学目标:

掌握数据库中常用的术语和基本概念;了解数据模型的建立;掌握关系数据库的概念和基本运算;掌握实体联系模型的建立和 E-R 图的设计。

1.1 数据、信息与数据处理

随着计算机技术与信息技术的发展,计算机系统的功能从数值计算发展到了数据存储和管理。数据管理经历了人工管理、文件系统和数据库系统三个阶段,数据库是数据管理的最新技术,是计算机科学的重要分支。当今,信息资源已成为各行业、各部门的宝贵财富和资源。数据处理和数据管理成为当今热门的研究方向。

1.1.1 数据与信息

在数据处理中,最常用到的基本概念就是数据和信息。数据和信息之间既有联系又有区别。

1. 数据

数据是数据库中存储的基本对象,是信息的基本载体并能够被计算机识别、存储和加工处理。例如描述某个学生的数据(00001,李四,男,03/01/1985,计算机系),它是数据存储和处理的基本对象。数据在大多数人脑中的第一个反应就是数字。其实数字只是数据的一种最简单的形式,是传统上对数据的一种狭义的理解。广义上,数据的种类很多,可以包括数字、文字、图形、图像、声音等其他更多的信息表现形式。简而言之,数据可以理解为数字化的信息。

2. 信息

信息是人脑对客观世界的描述和反映,是对现实世界事物的存在方式或运动状态的一种反映。信息可以通过数字化后存入计算机并对其进行加工和处理。信息具有可感知、可存储、可加工、可传递和可再生等自然属性,同时又是社会上不可缺少的资源。



3. 信息与数据的关系

信息和数据是两个既相互联系又相互区别的概念。信息是数据有意义的表现，是数据的内涵，是数据的语义解释，数据是信息的符号或载体。数据是物理性的，是被加工的对象，而信息是对数据加工的结果，是观念性的。信息是有用的数据，信息是通过数据符号来传播的，数据如不具有知识性和有用性则不能称为信息。但是，信息本身就是数据化的，数据本身也是一种信息，它们都是客观事物的特性所反映的知识，因此通常人们并不严格地区分它们。

1.1.2 数据处理

数据处理是指将数据转换成信息的过程。数据处理可以理解成为信息再生产，就是将数据转换为信息的过程。信息在被采集后，或经过数字化的编码过程后转换为原始数据，但在现实工作和生活中，起初得到的原始数据并不是人们直接想要的，而是需要通过一定的计算机处理分析手段加工后，才得到具有现实意义的信息数据。

数据处理是数据库系统中的重要功能，是对各种数据进行收集、存储、加工和传播的一系列活动的总和。其中加工包括数据清洗、数据类型的转换以及数据统计等，其目的是从大量的数据中，根据数据的自身规律和它们之间的固有联系，通过分析、归纳、推理等科学手段，提取有效的信息资源。

1.1.3 数据管理技术的发展

数据库技术是应数据管理任务的需要而产生的。

数据管理是指对数据进行分类、组织、编码、存储、检索和维护，是数据处理的中心问题。

计算机技术的发展提高了数据处理的效率、广度和深度。研发计算机的初衷是为了进行复杂的科学计算，然而随着计算机软硬件技术的发展，其应用已远远地超过这个范围。在应用需求的推动下，数据库管理技术经历了人工管理、文件系统和数据库系统三个阶段。

1. 人工管理阶段

顾名思义，人工管理即在没有直接的存储设备，没有操作系统和管理数据的软件条件下，人工管理数据。数据处理方式是批处理。它具有以下特点：

(1) 数据不保存。没有借助计算机的功能，而且对数据不长期保存，只是在计算某一需求时，将数据输入，用完即丢弃。

(2) 应用程序管理数据。数据由应用程序自己管理，没有相应的软件管理系统负责数据的管理工作。应用程序不仅需要自己来规定数据的逻辑结构，而且还要设计物理结构，它包括存储结构、存取方法、输入方式等。因此程序员的负担很重。

(3) 数据不共享。数据是面向应用的，一组数据只能对应一个程序。当多个程序涉及相同的数据时无法互相利用、互相参照，因此程序之间存在大量的冗余。

(4) 数据不具独立性。若数据的逻辑结构发生变化, 必须对相应的程序作修改, 这就进一步加大了程序员的负担。

在人工管理阶段, 上述数据与程序之间关系的特点如图 1.1 所示。

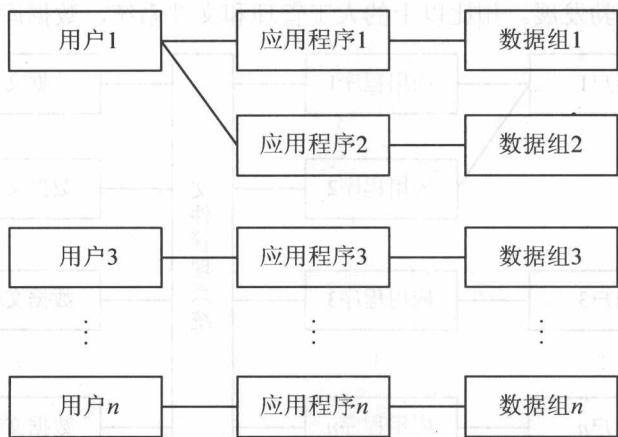


图 1.1 人工管理阶段数据与程序的关系

2. 文件系统阶段

操作系统中专门的数据管理软件, 一般就称为文件系统, 其既能批处理文件, 也能够联机实时处理文件。采用文件系统管理数据具有以下特点:

(1) 数据可以长期保存。由于计算机大量用于数据处理, 数据需要长期保留在外存上反复进行查询、插入、删除和修改等操作。

(2) 采用文件系统管理数据。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, 可以对文件进行插入、修改和删除的操作。记录的结构性被文件系统实现, 但无整体结构。文件系统提供存取方法在程序和数据之间进行转换, 使应用程序与数据之间有了一定的独立性。数据的物理细节对于程序员逐渐透明化。程序员可以花更多的时间进行算法研究。

(3) 数据共享性仍然较差, 冗余度大。文件依旧面向应用, 一个文件基本上对应一个应用程序。当不同的应用程序具有部分相同的文件数据时, 也必须建立各自独立的文件而不能共享相同的数据, 因此没有降低数据的冗余度, 不能节省存储空间。由此造成的数据不一致性给数据的修改和维护带来了困难。

(4) 数据独立性差。同人工管理一样, 数据与程序之间缺乏独立性, 文件系统中的文件是为特定的应用服务的, 几乎没有扩展性, 当数据的逻辑结构发生变化时, 同样需要修改应用程序和文件结构的定义。

因此, 文件系统仍然是一个不具备弹性的无结构的数据集合。文件之间是相互独立的、不能反映客观世界中事物之间的内在联系。在文件系统阶段, 程序与数据之间的关系如图 1.2 所示。

3. 数据库系统阶段

随着计算机硬件的迅速发展, 存储设备的价格不断下降; 但软件的价格则相对上升,



开发和维护系统软件及应用程序所需的成本相对增加；处理方式上，联机实时处理要求更高，并开始要求分布式处理。在这种背景下，以文件系统作为数据管理的手段已经不能满足应用的需求，因此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，并蓬勃发展。相比以上的人工管理和文件系统，数据库具有明显的优势。

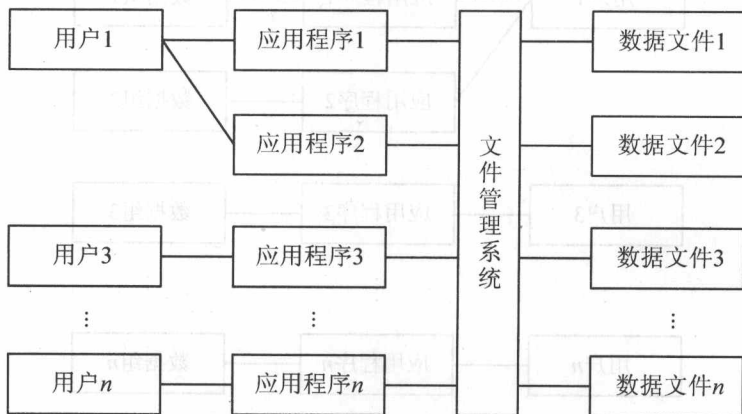


图 1.2 文件系统阶段数据与程序的关系

数据库系统的特征如下。

(1) 数据结构化。这是数据库与文件系统的根本区别。这样不仅可以节省存储空间，灵活性也相对提高。在数据库系统中，数据不再针对某一应用，而是面向全组织，具有整体的结构化。存取粒度精细到了单个数据项，而不像文件系统那样，最小的存取单位是记录。

(2) 数据的共享性高、冗余度低、容易扩充。数据共享大大减少了数据冗余，进一步节省了存储空间，还一定程度上避免了数据的不相容性与不一致性。由于数据面向整个系统，具有结构的特点，不仅可以被多个应用共享使用，而且容易增加新的应用，这就使得数据库系统的弹性大增，易于扩充，可以适用不同用户的需求。

(3) 数据独立性大大提高。数据独立性是数据库领域中的一个常用术语，包括数据的物理独立性和逻辑独立性。物理独立性是指用户的应用程序与存储在磁盘上的数据库中的数据是相互独立的。物理结构对应用程序透明，应用程序处理的只是数据的逻辑结构，这样，数据的物理结构发生变化，应用程序不用改变。逻辑独立性是指用户的应用程序与数据库的逻辑结构是相互独立的，也就是数据的逻辑结构改变了，用户程序也可以不变。数据库管理系统的三级模式(内模式、模式和外模式)、二级映像(内模式映射到模式、模式映射到外模式)功能保证了数据的独立性，大大简化了应用程序的开发和维护。

(4) 数据由数据库管理系统(Database Management System, DBMS)统一管理和控制。数据库的共享是并发的共享，即多个用户可以同时存取数据库中的数据甚至可以同时存取数据库中的同一个数据。为此 DBMS 还必须提供以下几个方面的数据控制功能。

① 数据的安全性(Security)保护：防止不合法使用数据造成数据的泄漏和破坏，保证数据的安全和机密。例如，系统提供口令密码检查或者其他手段来验证登录用户身份，防止非法用户使用系统；也可以对数据的存取权限进行限制，只有通过检查后才能执行相应的操作。

② 数据的完整性(Integrity)保护: 系统通过设置一些完整性规则以确保数据的正确性、有效性和相容性。

正确性是指数据的合法性, 如年龄数据属于数值型数据, 只能包含 0,1,...,9, 不能包含字母或者特殊符号。有效性是指数据是否在其定义的有效范围内, 如月份只能用 1~12 之间的正整数表示。相容性是指表示同一事实的两个数据应相同, 否则就不相容, 如一个人不能有两个性别。

③ 并发(Concurrency)控制: 防止多用户同时存取或者修改数据库时, 因相互干扰而提供给用户不正确的数据, 并使数据库受到破坏。

④ 数据库恢复(Recovery): 当数据库被破坏或者数据不可靠时, 系统有能力将数据库从错误状态恢复到最近某一时刻的正确状态。

综上, 数据库是长期存储在计算机内的大量的、有组织的、共享的数据集合。它可以供用户共享, 具有最小冗余度和较高的数据独立性。数据库管理系统在数据建立、运用和维护等方面对数据库进行统一控制, 以保证数据的完整性、安全性, 并在多用户同时使用数据库时实现并发控制, 在发生故障后对系统进行恢复。

数据库系统的出现使信息系统从以加工数据的程序为中心转向了围绕共享数据库为中心的新阶段。这样既便于数据的集中管理, 又有利于应用程序的研制和维护, 提高了数据的利用率和相容性, 提高了决策的可靠性。

当前, 数据库已经成为现代信息系统不可分割的重要组成部分, 各行各业纷纷采用 DBMS 来提升生产效率, 使数据库技术得到更加广泛的应用和更快速的发展。在数据库系统阶段, 程序与数据之间的关系如图 1.3 所示。

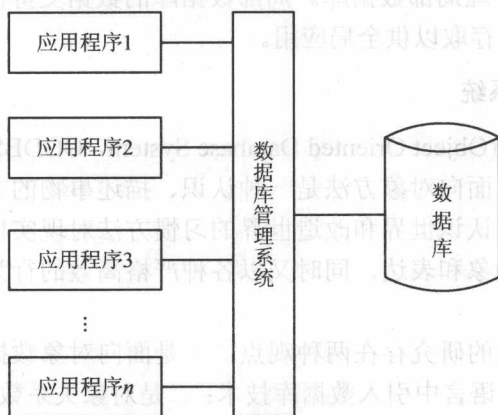


图 1.3 数据库阶段数据与程序的关系

1.1.4 数据库系统的新技术

数据库技术是计算机领域中发展最快的技术之一。新一代数据库的发展出现了以下几个特点。

- 结合对象模型。
- 与多学科技术有机结合、相互渗透。



- 面向更广泛的应用。

1. 分布式数据库系统

分布式数据库系统是数据库技术和计算机网络技术紧密结合的产物。网络技术的发展为数据库提供了分布式运行环境,从主机-终端系统结构发展到客户/服务器(client/server)系统结构。

分布式数据库是一个物理上分布在计算机网络中的不同结点,但在逻辑上又同属于一个系统的数据集合,它同时受分布式数据库管理系统的统一控制和管理。分布式数据库结构把多个集中式数据库系统通过网络连接起来,各个结点(node,也作节点)上的计算机可以利用网络通信功能访问其他结点上的数据库资源。它一般由两部分组成:一是本地结点的数据,二是本地结点共享的其他结点上的数据库资源。因此,分布式数据库系统中的应用也分为局部应用和全局应用两种。局部应用是指仅操作本地结点上数据库的应用,而全局应用是指需要操作两个或两个以上结点中的数据库的应用。不支持全局应用的系统不能被称为分布式数据库系统。

分布式数据库系统主要有以下几个特点。

(1) 数据的物理分布性。数据库中的数据分布在计算机网络的不同结点,而不是集中在某一结点。因此它不同于通过计算机网络共享的集中式数据库系统。

(2) 数据的逻辑整体性。物理上分布在网络中不同结点中的数据受分布式数据库管理系统的统一管理,逻辑上属于同一个系统。因此,它们在逻辑上是一个相互联系的整体。

(3) 结点的自主性。每个结点都有自己的计算机、局部数据库(LDB)和数据库管理系统(LDBMS),能够独立地管理局部数据库。局部数据库的数据支持供本地结点的运算,也可以提供给其他结点的用户存取以供全局应用。

2. 面向对象数据库系统

面向对象数据库系统(Object Oriented Database System, OODBS)是将数据库技术和面向对象技术相结合的产物。面向对象方法是一种认识、描述事物的方法论。通俗地讲,面向对象的方法就是按照人们认识世界和改造世界的习惯方法对现实世界的客观事物或对象进行最自然的、最有效的抽象和表达,同时又以各种严格高效的行为规范和机制实施客观事物的有效模拟和处理。

面向对象数据库系统的研究存在两种观点:一是面向对象数据库系统(OODBS),即认为是在面向对象程序设计语言中引入数据库技术;二是对象关系数据库系统(Object Relation Database System, ORDBS),是从关系数据库系统自然地引入面向对象技术而进化到具有新功能的结果。本书主要介绍对象关系数据库系统。

对象关系数据库系统是基于对象关系数据模型的,而对象关系数据模型是指在关系数据模型的基础上,提供元组、数组、集合等丰富的数据类型以及处理新的数据类型的能力,并且具有继承性和对象标识等面向对象特点的数据模型。对象关系数据库系统具有以下特点。

(1) 扩充数据类型。以关系数据库和 SQL 为基础,增加面向对象的数据类型和特性。新的数据类型定义后,存放在数据库管理系统中,供所有用户使用。

(2) 支持复杂对象。OODBS 的基本结构是对象。它不仅支持简单对象,还支持更加复

杂的对象,支持子类、超类的概念,具有丰富的语义信息。

(3) 提供通用的规则系统。规则在数据库管理系统及其应用中是非常重要的。传统的数据库管理系统(Database Management System, DBMS)中用触发器来保证数据库的完整性。触发器是规则的一种形式,但 OODBS 支持更加通用、更加灵活的规则。

1.2 数据库系统

数据库系统(Database System, DBS)是在文件系统的基础上发展起来的一种理想的数据管理技术,是在计算机系统中引入数据库后的系统,一般由数据库、硬件系统、软件系统(数据库管理系统及其开发工具、应用系统)和用户构成。

1.2.1 数据库

顾名思义,数据库(Database, DB)是存放数据的仓库,只不过这个仓库是在计算机存储设备上,而且数据按照一定的格式存放。

人们收集并抽取一个应用程序所需要的大量数据之后,大多不是直接利用,而是将其保存起来供进一步加工处理,进一步抽取有用的信息。随着科技的飞速发展,数据量急剧增加,人们只有借助计算机和数据库技术科学地保存和管理大量复杂的数据,才能充分地利用这些宝贵的信息资源。

因此,数据库又可以理解为长期存储在计算机内的、有组织的、可共享的数据集合。数据库中的数据按照一定的数据模型组织、描述和储存,具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性,并为各种用户共享。例如,某个学习项目、组织或行业所涉及的全部数据的汇集。

1.2.2 硬件系统

数据库系统中大量的数据只能依靠磁盘、磁带等介质来存储,而数据的处理和运算必须依靠计算机处理器。高容量的外部存储设备(如磁盘阵列)和高速处理器加上必需的快速内部存储器组合在一起就构成了数据库系统的硬件系统。硬件系统组成数据库系统的底层物理结构。底层硬件系统的性能直接影响数据库系统的工作效率和管理数据的能力。

1.2.3 软件系统

软件系统主要包括数据库管理系统及其开发工具、操作系统(Operating System, OS)和应用系统等。软件系统是数据库系统最重要的一部分,是开发人员在一定的计算机环境中设计出来用于管理数据库中数据的一种软件工具(即数据库管理系统),它直接定义了数据的组织结构、类型和存取方式等。数据库系统的核心软件是数据库管理系统和数据库应用