



工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材

21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

数据库基础与应用

——Visual FoxPro 6.0

Foundations and Applications of Database
(Visual FoxPro 6.0)

■ 姜林枫 徐长滔 杨燕 编著

- 深入浅出的基础理论体系结构
- 循序渐进的应用技能培养方案
- 日积月累的创新能力锻造模式



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

014013184



工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材
21世纪高等教育计算机规划教材

TP311.138FOX-43
199



数据库基础与应用

——Visual FoxPro 6.0

Foundations and Applications of Database
(Visual FoxPro 6.0)

■ 姜林枫 徐长滔 杨燕 编著



北航

C1700455

人民邮电出版社

北京

TP311.13870xp-43
199

1813103110

图书在版编目 (CIP) 数据

数据库基础与应用 : Visual FoxPro 6.0 / 姜林枫, 徐长滔, 杨燕编著. — 北京 : 人民邮电出版社, 2014. 2
21世纪高等教育计算机规划教材 工业和信息化普通
高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-115-33970-6

I. ①数… II. ①姜… ②徐… ③杨… III. ①关系数据库系统—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆CIP数据核字 (2013) 第313505号

内 容 提 要

本书旨在让大学生能够主动、有效率地学习和掌握数据库基础知识和应用技术。全书以 Visual FoxPro 6.0 为平台, 从数据库基础理论和实际应用出发, 循序渐进、深入浅出地介绍数据库的基础知识和应用技术: 基于数据库产生的原因, 介绍数据库技术的基本概念, 建立学习数据库技术的框架体系; 基于典型案例介绍数据库及其对象的创建和管理, 培养学生组织数据的基本能力; 基于大量示例介绍 SQL 语言的语法及其应用, 培养学生处理和分析数据的基本能力; 基于应用至上的原则, 介绍程序设计、查询设计、表单设计、菜单设计、报表设计和应用系统开发等方面的内容, 培养学生的创新能力。

全书以“销售管理”和“学生管理”为主线, 以基本知识、基本技能、基本能力和创新培养为目标, 以理论够用、实用、实践为第一原则, 使读者能够快速、轻松地掌握 Visual FoxPro 6.0 数据库技术的应用与开发。本书配有多媒体课件、练习题和实验讲义, 便于读者更好地学习和掌握数据库的基本知识与技能。

本书可作为各类院校“数据库应用”相关课程的教材, 也可作为各类培训班相关课程的教材。对于参加全国计算机二级 Visual FoxPro 考试的读者来说, 本书也是一本相当实用的参考书。

◆ 编 著 姜林枫 徐长滔 杨 燕

责任编辑 滑 玉

责任印制 彭志环 焦志炜

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京鑫正大印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 17

2014 年 2 月第 1 版

字数: 445 千字

2014 年 2 月北京第 1 次印刷

定价: 42.00 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

前言

当今社会已经进入大数据时代,如何科学地进行数据的组织、处理和应用,是大学生必须掌握的信息技术。现在,各大院校非计算机专业的大学生在完成“计算机文化基础”第一层次的教学内容后,大多进入第二层次的“数据管理与程序设计”教学阶段。适合这一层次的教学产品还是微软公司的 Visual FoxPro 软件。

今天, 人们的眼光被 Oracle、SQL Server、Java、VB、VC、C# 等优秀产品散发出的光芒所吸引, 但在有限设备条件下的数据处理能力, Visual FoxPro 仍然是最好的。特别值得一提的是, Visual FoxPro 既具有强大的数据组织和管理功能, 又支持面向对象和面向过程两种程序设计方法, 还具有丰富的可视化设计开发工具, 是大数据时代大学生第二层次教学的最佳选择。

由于在学校教学和教育部门考证中还依然沿用经典版的 Visual FoxPro 6.0, 所以本书就以 Visual FoxPro 6.0 中文版为背景, 以数据组织、处理和应用为主线, 通过大量实例, 深入浅出地介绍了 Visual FoxPro 的基础知识、Visual FoxPro 的数据组织和管理技术、面向过程的数据处理和应用方法、面向对象的数据处理和应用方法等。本书图文并茂, 所有操作都按实际屏幕显示一步一步讲述, 读者可一边看书, 一边上机操作, 通过范例和具体操作, 理解基本概念, 学会操作方法。

针对学生具体操作中可能面对的各种困难,本书提供了相应的实验讲义和全部习题解答,配套使用将使学习效果更佳。另外,本书还为读者免费提供教学用电子教案和实验素材,读者可到 <http://www.cmpbook.com> 网站下载。

本书可以满足普通高等学校非计算机专业大学生数据库技术与程序设计教学方面的基本需要, 特别适合财经类和管理类专业的学生使用。另外, 本书还可作为全国计算机等级考试二级 Visual FoxPro 6.0 程序设计的培训教材, 也可以作为广大计算机用户和计算机技术初学者的自学用书。

本书由齐鲁工业大学 8 位教师编著, 其中第 1 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 12 章由姜林枫编著, 第 2 章由孙清编著, 第 6 章由张路编著, 第 7 章由杨燕编著, 第 8 章由刘晶编著, 第 9 章和第 10 章由徐长滔编著, 第 11 章由王辰龙编著, 各章习题由刘轶编写。本书由姜林枫任主编, 徐长滔、杨燕任副主编。全书由姜林枫负责初稿的修改和最后的统稿工作。另外, 本书得到中央财经大学高怡新老师的关心和帮助, 在此表示衷心感谢!

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中错误或不当之处在所难免,恳请广大读者批评指正,以便修改完善。

编者
2013年9月

目 录

第 1 章 数据库基础.....1

1.1 数据库技术产生的原因.....1

1.1.1 文件组织数据的弊端.....1

1.1.2 数据库组织数据的优势.....3

1.2 数据库系统的组成.....5

1.2.1 数据库.....5

1.2.2 数据库管理系统.....5

1.2.3 数据库应用程序.....6

1.3 关系数据库的数据模型.....6

1.3.1 数据模型概述.....7

1.3.2 关系数据库的数据模型.....7

1.3.3 SQL 语言.....11

习题.....11

一、单选题.....11

二、填空题.....12

三、思考题.....12

第 2 章 Visual FoxPro 基础.....13

2.1 Visual FoxPro 的用户界面.....13

2.2 Visual FoxPro 的操作方式.....14

2.2.1 命令执行方式.....15

2.2.2 菜单执行方式.....15

2.2.3 程序执行方式.....15

2.3 Visual FoxPro 的环境设置.....15

2.3.1 “选项”对话框.....15

2.3.2 设置默认目录.....16

2.3.3 设置日期和时间格式.....17

2.4 Visual FoxPro 的设计工具.....18

2.4.1 向导.....18

2.4.2 设计器.....19

2.4.3 生成器.....19

2.5 Visual FoxPro 的数据基础.....20

2.5.1 常量.....20

2.5.2 变量.....21

2.5.3 函数.....23

2.5.4 表达式.....30

2.5.5 数组.....34

2.5.6 命令格式.....36

2.5.7 文件类型.....38

习题.....39

一、单选题.....39

二、填空题.....39

三、思考题.....40

第 3 章 数据表的创建与维护.....41

3.1 数据表的建立.....41

3.1.1 表结构的建立.....42

3.1.2 表记录的输入.....44

3.2 数据表的数据维护.....45

3.2.1 数据表的打开.....46

3.2.2 数据表的关闭.....46

3.2.3 记录指针的定位.....47

3.2.4 记录的显示.....48

3.2.5 记录的更新.....49

3.2.6 记录的窗口维护.....51

3.3 数据表的结构维护.....53

3.3.1 数据表结构的显示.....53

3.3.2 数据表结构的修改.....54

3.4 数据表的排序.....54

3.4.1 物理排序.....55

3.4.2 逻辑排序.....56

3.5 数据表的备份和删除.....65

3.5.1 数据表的复制备份.....65

3.5.2 数据表的删除.....66

3.6 数据表的导入和导出.....66

习题.....69

一、单选题.....69

二、填空题.....70

三、思考题.....71

四、操作题.....71

第 4 章 数据库的创建与管理.....72

4.1 数据库的创建72

4.1.1 容器的创建72

4.1.2 在容器中创建表73

4.1.3 在容器中添加和移除表76

4.2 数据库的管理77

4.2.1 数据库的打开77

4.2.2 数据库的关闭78

4.2.3 数据库的修改与删除78

4.2.4 建立数据库表的表间关系78

4.3 数据库约束的定义80

4.3.1 字段有效性约束的定义81

4.3.2 记录有效性约束的定义81

4.3.3 参照完整性约束的定义82

4.4 数据库的数据字典84

习题85

一、单选题85

二、填空题86

三、思考题87

四、操作题87

第 5 章 SQL 语言.....88

5.1 SQL 语言概述88

5.1.1 SQL 语言的功能88

5.1.2 SQL 语言的特点89

5.2 SQL 的定义功能89

5.2.1 表的定义89

5.2.2 视图的定义97

5.3 SQL 的更新功能99

5.3.1 插入数据99

5.3.2 更新数据100

5.3.3 删除数据101

5.4 SQL 的查询功能101

5.4.1 简单查询102

5.4.2 嵌套查询105

5.4.3 连接查询106

5.4.4 统计查询108

5.4.5 集合查询110

5.5 综合示例111

习题115

一、单选题115

二、填空题116

三、思考题116

四、操作题116

第 6 章 视图与查询.....118

6.1 视图的创建与应用118

6.1.1 视图的概述118

6.1.2 视图的创建119

6.1.3 视图的应用125

6.2 查询的建立与维护127

6.2.1 查询的建立及运行127

6.2.2 查询的维护129

6.2.3 查询与视图的异同130

习题130

一、单选题130

二、填空题131

三、思考题131

第 7 章 程序设计基础.....132

7.1 程序文件的建立与运行132

7.1.1 程序文件的建立与编辑132

7.1.2 程序的运行135

7.1.3 程序中的辅助命令136

7.1.4 程序中的交互输入命令137

7.2 顺序结构程序设计140

7.2.1 程序设计的三种基本结构140

7.2.2 顺序结构的程序设计140

7.3 分支结构程序设计141

7.3.1 选择分支结构141

7.3.2 分支嵌套结构142

7.3.3 多路分支结构142

7.4 循环结构程序设计144

7.4.1 当型循环结构144

7.4.2 步长型循环结构148

7.4.3 扫描型循环结构149

7.4.4 循环嵌套结构150

7.5 模块结构程序设计151

7.5.1 程序模块的建立与运行152

7.5.2 应用程序的模块化设计153

7.5.3 内存变量作用域154

7.5.4 过程与过程文件	157	9.4.2 文本框与编辑框	193
7.5.5 用户自定义函数	159	9.4.3 列表框与组合框	195
习题	160	9.4.4 命令按钮与命令按钮组	197
一、判断题	160	9.4.5 复选框与选项按钮组	199
二、单选题	161	9.4.6 微调控件	200
三、程序填空	161	9.4.7 计时器	201
四、阅读程序, 写出程序功能或 结果	163	9.4.8 表格	203
五、编程题	164	9.4.9 页框与容器	203
第 8 章 面向对象程序设计	165	9.4.10 ActiveX 控件与 ActiveX 绑定 控件	205
8.1 面向对象程序设计基础	165	习题	207
8.1.1 面向对象程序设计的特点	165	一、单选题	207
8.1.2 对象与类的概念	166	二、填空题	207
8.1.3 Visual FoxPro 预定义的基类	168	三、思考题	208
8.1.4 对象的属性、方法与事件	169	四、操作题	208
8.2 类的创建	173	第 10 章 菜单设计及应用	209
8.2.1 用类设计器创建类	173	10.1 菜单设计概述	209
8.2.2 用命令方式创建类	175	10.1.1 Visual FoxPro 支持的菜单类型	209
8.3 对象的创建与引用	176	10.1.2 创建菜单遵循的原则	210
8.3.1 对象的创建	176	10.1.3 创建菜单的方法	210
8.3.2 对象的引用	176	10.2 菜单的创建	211
习题	178	10.2.1 菜单设计器的启动	211
一、单选题	178	10.2.2 菜单设计器的窗口	212
二、填空题	179	10.2.3 菜单的创建	213
三、思考题	179	10.3 菜单的修改	216
四、操作题	179	10.3.1 菜单的打开	216
第 9 章 表单设计及应用	180	10.3.2 菜单的修改	217
9.1 表单设计概述	180	10.4 菜单设计技术的应用	218
9.1.1 创建表单的途径	180	10.4.1 快速菜单的创建	218
9.1.2 运行表单的方法	181	10.4.2 快捷菜单的创建	219
9.1.3 表单的常用属性、事件与方法	181	习题	220
9.1.4 表单数据源的绑定	183	一、单选题	220
9.2 表单的创建	183	二、填空题	220
9.2.1 用表单向导创建表单	183	三、思考题	221
9.2.2 用表单设计器创建表单	186	四、操作题	221
9.2.3 用表单生成器创建表单	190	第 11 章 报表设计及应用	222
9.3 表单的修改	191	11.1 报表设计概述	222
9.4 表单设计技术的应用	192	11.1.1 报表简介	222
9.4.1 标签、线条、形状与图像	192	11.1.2 报表设计的方法	222

11.1.3 报表设计的一般过程	223
11.2 报表的创建	224
11.2.1 使用向导创建报表	224
11.2.2 用快速报表功能创建报表	228
11.2.3 用报表设计器创建报表	229
11.3 报表的修改	229
11.3.1 报表设计器的启动	229
11.3.2 报表设计器的窗口	230
11.3.3 使用报表设计器修改报表	231
11.4 报表设计技术的应用	234
11.4.1 设计分组报表	234
11.4.2 设计标签报表	236
习题	237
一、单选题	237
二、填空题	238
三、思考题	238
四、操作题	238

第 12 章 数据库应用系统的开发 .. 239

12.1 项目管理器	239
12.1.1 项目管理器的启动	240
12.1.2 项目管理器的操作	241
12.2 数据库应用系统的开发概述	242
12.2.1 数据库应用系统开发的 一般过程	242
12.2.2 数据库设计的步骤	247
12.3 案例分析——订单管理系统的开发	249
12.3.1 需求分析	249
12.3.2 系统设计	250
12.3.3 系统实施	251
习题	263
一、思考题	263
二、操作题	263

参考文献 .. 264

1.1 数据库系统概论	1.1.1
1.2 数据库系统的组成	1.2.1
1.3 数据库系统的层次结构	1.3.1
1.4 数据库系统的功能	1.4.1
1.5 数据库系统的组成	1.5.1
1.6 数据库系统的组成	1.6.1
1.7 数据库系统的组成	1.7.1
1.8 数据库系统的组成	1.8.1
1.9 数据库系统的组成	1.9.1
1.10 数据库系统的组成	1.10.1
1.11 数据库系统的组成	1.11.1
1.12 数据库系统的组成	1.12.1
1.13 数据库系统的组成	1.13.1
1.14 数据库系统的组成	1.14.1
1.15 数据库系统的组成	1.15.1
1.16 数据库系统的组成	1.16.1
1.17 数据库系统的组成	1.17.1
1.18 数据库系统的组成	1.18.1
1.19 数据库系统的组成	1.19.1
1.20 数据库系统的组成	1.20.1
1.21 数据库系统的组成	1.21.1
1.22 数据库系统的组成	1.22.1
1.23 数据库系统的组成	1.23.1
1.24 数据库系统的组成	1.24.1
1.25 数据库系统的组成	1.25.1
1.26 数据库系统的组成	1.26.1
1.27 数据库系统的组成	1.27.1
1.28 数据库系统的组成	1.28.1
1.29 数据库系统的组成	1.29.1
1.30 数据库系统的组成	1.30.1
1.31 数据库系统的组成	1.31.1
1.32 数据库系统的组成	1.32.1
1.33 数据库系统的组成	1.33.1
1.34 数据库系统的组成	1.34.1
1.35 数据库系统的组成	1.35.1
1.36 数据库系统的组成	1.36.1
1.37 数据库系统的组成	1.37.1
1.38 数据库系统的组成	1.38.1
1.39 数据库系统的组成	1.39.1
1.40 数据库系统的组成	1.40.1
1.41 数据库系统的组成	1.41.1
1.42 数据库系统的组成	1.42.1
1.43 数据库系统的组成	1.43.1
1.44 数据库系统的组成	1.44.1
1.45 数据库系统的组成	1.45.1
1.46 数据库系统的组成	1.46.1
1.47 数据库系统的组成	1.47.1
1.48 数据库系统的组成	1.48.1
1.49 数据库系统的组成	1.49.1
1.50 数据库系统的组成	1.50.1
1.51 数据库系统的组成	1.51.1
1.52 数据库系统的组成	1.52.1
1.53 数据库系统的组成	1.53.1
1.54 数据库系统的组成	1.54.1
1.55 数据库系统的组成	1.55.1
1.56 数据库系统的组成	1.56.1
1.57 数据库系统的组成	1.57.1
1.58 数据库系统的组成	1.58.1
1.59 数据库系统的组成	1.59.1
1.60 数据库系统的组成	1.60.1
1.61 数据库系统的组成	1.61.1
1.62 数据库系统的组成	1.62.1
1.63 数据库系统的组成	1.63.1
1.64 数据库系统的组成	1.64.1
1.65 数据库系统的组成	1.65.1
1.66 数据库系统的组成	1.66.1
1.67 数据库系统的组成	1.67.1
1.68 数据库系统的组成	1.68.1
1.69 数据库系统的组成	1.69.1
1.70 数据库系统的组成	1.70.1
1.71 数据库系统的组成	1.71.1
1.72 数据库系统的组成	1.72.1
1.73 数据库系统的组成	1.73.1
1.74 数据库系统的组成	1.74.1
1.75 数据库系统的组成	1.75.1
1.76 数据库系统的组成	1.76.1
1.77 数据库系统的组成	1.77.1
1.78 数据库系统的组成	1.78.1
1.79 数据库系统的组成	1.79.1
1.80 数据库系统的组成	1.80.1
1.81 数据库系统的组成	1.81.1
1.82 数据库系统的组成	1.82.1
1.83 数据库系统的组成	1.83.1
1.84 数据库系统的组成	1.84.1
1.85 数据库系统的组成	1.85.1
1.86 数据库系统的组成	1.86.1
1.87 数据库系统的组成	1.87.1
1.88 数据库系统的组成	1.88.1
1.89 数据库系统的组成	1.89.1
1.90 数据库系统的组成	1.90.1
1.91 数据库系统的组成	1.91.1
1.92 数据库系统的组成	1.92.1
1.93 数据库系统的组成	1.93.1
1.94 数据库系统的组成	1.94.1
1.95 数据库系统的组成	1.95.1
1.96 数据库系统的组成	1.96.1
1.97 数据库系统的组成	1.97.1
1.98 数据库系统的组成	1.98.1
1.99 数据库系统的组成	1.99.1
2.00 数据库系统的组成	2.00.1

第 1 章

数据库基础

人类已经进入了信息化的社会，信息与物质、能源一并成为社会经济发展的支柱资源，对国家的发展起着举足轻重的作用。数据库技术是一种计算机辅助管理数据的方法，它研究如何借助于计算机科学的组织、保存和管理数据，如何高效的分析处理数据并产生信息资源的技术。数据库技术是现代信息科学技术的重要组成部分，它是随着信息技术的发展和人们对信息需求的增加而发展起来的，并使信息资源的生产效率大幅度提高。

本书基于中文 Visual FoxPro 6.0（简称 VFP 6.0）数据库开发系统，以客观世界的实体数据为对象，围绕数据库的创建、管理、处理、分析、开发和使用，对关系数据库技术的应用和开发进行全面的讲解。第 1 章首先介绍数据库产生的原因，接着阐述数据库系统的各组成部分及各部分之间的关系，最后介绍主流数据库——关系数据库的数据模型，这个内容是数据库技术的基础，将贯穿本书始终。请读者注意的是，由于关系数据库是市场主流，本书只介绍关系数据库技术。若无特别明示，本书提到的数据库都是关系数据库。

1.1 数据库技术产生的原因

随着计算机的普及，信息技术已经走进了我们的生活。除了上网、聊天和娱乐外，很多人开始使用计算机文件来组织、保存和管理生活中的数据，例如，使用 Excel 工作表记录家庭财务信息，又如使用 Word 表格记录通讯信息，还有利用电子文档记日记等。

然而，使用工作表之类的文件技术组织和管理数据常常出现一些问题，如数据管理异常问题、数据冗余问题、数据独立性问题、数据的共享问题等，这些问题经常困扰着人们，于是数据库技术应运而生。

本节下文将以数据管理异常问题为重点，首先通过分析 Excel 工作表文件组织数据所导致的数据操作异常，说明文件技术组织和管理数据的弊端，然后通过几个示例说明如何利用数据库技术来解决这些问题，从而将数据库技术和文件技术在数据组织和管理上的差异揭示出来，自然而然地告诉人们数据库技术产生的必然性。

1.1.1 文件组织数据的弊端

有一定计算机文化基础的人，可能都觉得数据的组织和管理好像并不需要一门专业的技术和课程，因为使用工作表之类的文件技术似乎就已足够。但是很多用户在使用工作表来组织和管理数据的时候，经常发现这样一些问题，如数据不一致或是管理困难等。

表 1-1 所示的是关于学生 E-mail 的一个简单工作表。由于这个工作表的主题很简单,所以管理也很轻松,也就是查询学生 E-mail、添加学生 E-mail、修改学生 E-mail 或者删除学生 E-mail。对于这样的工作表,使用 Excel 之类的电子表格文件技术绰绰有余。即使工作表中学生 E-mail 行很多,也可以按“学生姓名”这一列或按“E-mail”列排序,以提高检索速度,降低管理难度。总之,使用 Excel 之类的文件技术组织和管理表 1-1 所示的学生 E-mail 信息没有任何问题,不需要麻烦数据库技术。

表 1-1 电子表格式的学生 E-mail 表

学生姓名	E-mail
姜刘敏	547948328@qq.com
徐莉莉	lxu1127@163.com
宋苏娟	276960500@qq.com
李晓东	Lidong91928@163.com
张大猛	774568142@qq.com
耿小丽	1570818754@qq.com

如果在表 1-1 中增加一列,存储学生导师的手机号码信息,形成表 1-2,虽然仍然可以使用 Excel 之类的文件技术组织和管理,但有些操作会出现问题。例如,假设要删除学生张大猛的数据(见表 1-2),那么就需要删除工作表的第 5 行,这时,我们会发现不仅删除了学生张大猛的数据,也删除了导师杨燕燕的姓名和她的电话 17788816961。上面看到的这个删除异常问题,是 Excel 之类的文件技术在组织数据时不可避免的。

表 1-2 学生/导师工作表的删除问题

删除行
丢失了过多的数据

学生姓名	E-mail	导师姓名	手机号码
姜刘敏	547948328@qq.com	姜笑枫	17788816965
徐莉莉	lxu1127@163.com	徐涛	17788816967
宋苏娟	276960500@qq.com	姜笑枫	17788816965
李晓东	Lidong91928@163.com	徐涛	17788816967
张大猛	774568142@qq.com	杨燕燕	17788816961
耿小丽	1570818754@qq.com	徐涛	17788816967

同样,更新工作表中的值也会导致一些意外结果。例如,如果改动了表 1-3 中第 1 行的手机号码,数据就会不一致。改动后,第 1 行显示了导师姜笑枫的一个手机号码,第 3 行却显示该导师的另一个手机号码,这就导致了数据的不一致性。看了这个工作表,我们会有以下的困惑:导师姜笑枫是有两个不同的手机号码,还是有两个手机号码不同的同名导师?总之,如果使用 Excel 之类的文件技术对表 1-3 执行更新操作后,工作表中的数据可能会产生更新不一致的问题,这会使用户产生困惑,导致了数据的不确定性。

最后,如果要给没有指导学生的导师添加数据,该如何做?例如,导师孙叶青没有指导学生,但是仍需要存储她的手机号码,此时就必须在工作表的学生姓名和 E-mail 字段中插入空值(待定的值,不知道的值),这样就出现了值不完全的行,如表 1-3 所示。值不完全的行在管理、维护和使用时会带来很多问题,应尽量避免使用它。

为什么对表 1-1 这样的一个简单工作表,再添加两列就会带来上述的删除异常问题、更新不

一致问题和插入空值问题呢？这难道是工作表的列数问题吗？带着这个问题，大家再看看，表 1-4 中的学生/宿舍工作表也有 4 列，会不会出现表 1-3 中学生/导师工作表的问题。

表 1-3

学生/导师工作表中的修改问题

不一致的数据 修改行	学生姓名	E-mail	导师姓名	手机号码
	姜刘敏	547948328@qq.com	姜笑枫	17788816966
不完全的数据 插入行	徐莉莉	Ixu1127@163.com	徐涛	17788816967
	宋苏娟	276960500@qq.com	姜笑枫	17788816965
	李晓东	Lidong91928@163.com	徐涛	17788816967
	张大猛	774568142@qq.com	杨燕燕	17788816961
	耿小丽	1570818754@qq.com	徐涛	17788816967
	NULL	NULL	孙叶青	17788816962

在表 1-4 所示的学生/宿舍工作表中，如果删除学生张大猛的数据，仅会丢失与该学生相关的数据，没有删除其他实体的数据。同样，修改学生姜刘敏的字段值也不会带来任何更新不一致问题。最后，添加学生马晓秀的数据也不会出现空值行的出现。

表 1-4

学生/宿舍工作表

学生姓名	E-mail	手机号码	宿舍
姜刘敏	547948328@qq.com	15999916912	公寓 2#-501
徐莉莉	Ixu1127@163.com	15999916916	公寓 2#-501
宋苏娟	276960500@qq.com	15999916915	公寓 2#-501
李晓东	Lidong91928@163.com	15999916919	公寓 1#-201
张大猛	774568142@qq.com	15999916917	公寓 1#-201
耿小丽	1570818754@qq.com	15999916915	公寓 2#-109

表 1-3 所示的学生/导师工作表和表 1-4 所示的学生/宿舍工作表有一个本质区别，即表 1-4 中的学生/宿舍工作表中的数据是关于一个实体的：工作表中的所有数据都和学生有关，所添加的两列都是学生这个实体的手机号码和宿舍信息。而表 1-3 的学生/导师工作表是关于两个实体的：有些数据和学生有关，有些数据和导师有关。通常情况下，只要工作表中的数据关于两个或多个不同的实体，修改、删除以及添加行就会出现上述问题。

1.1.2 数据库组织数据的优势

早在 20 世纪 60 年代，运用工作表之类的文件技术组织数据的弊端就被发现了，因此，业界一直在寻找一种技术来组织数据以克服这些弊端，不少相关技术应运而生。随着时间的流逝，基于关系模型的数据库技术成为计算机人的选择。现在，主流的商用数据库都是基于关系模型的。基于关系模型的数据库被称为关系数据库，它的基本特征是使用关系表来组织和管理数据。本章第 3 节将深入介绍关系模型的相关内容，这里只是用关系数据表来组织和管理表 1-3 中的数据，看看是否可以解决用工作表文件管理数据时所产生的问题。

我们都知道，作文中的每个段落只应该有一个主题，如果一个段落包含多个主题，就需要将它拆分为两段或多段，使每个段落都有唯一的主题，这种思想就是设计关系数据库的基础。关系

数据库可以包含若干个数据表，一般每个数据表中的数据有且仅有一个主题，也就是只能描述客观世界的一个实体。如果一个数据表有两个或多个主题，就需要将其分割为两个或多个数据表。

表 1-2 所示的学生/导师工作表有两个主题：学生和教师，因此我们用关系数据库组织表 1-2 的数据时，将关于学生的数据和关于教师的数据分别放入 student 表和 teacher 表中，这两个表共同承载了表 1-2 学生/导师工作表中的数据信息。详细情况如图 1-1 所示。需要指出的是，学生和导师是有联系的，某个学生总是归一个导师指导，因此将导师姓名也保留在 student 表中，导师姓名的值将两个表中的数据行关联起来。

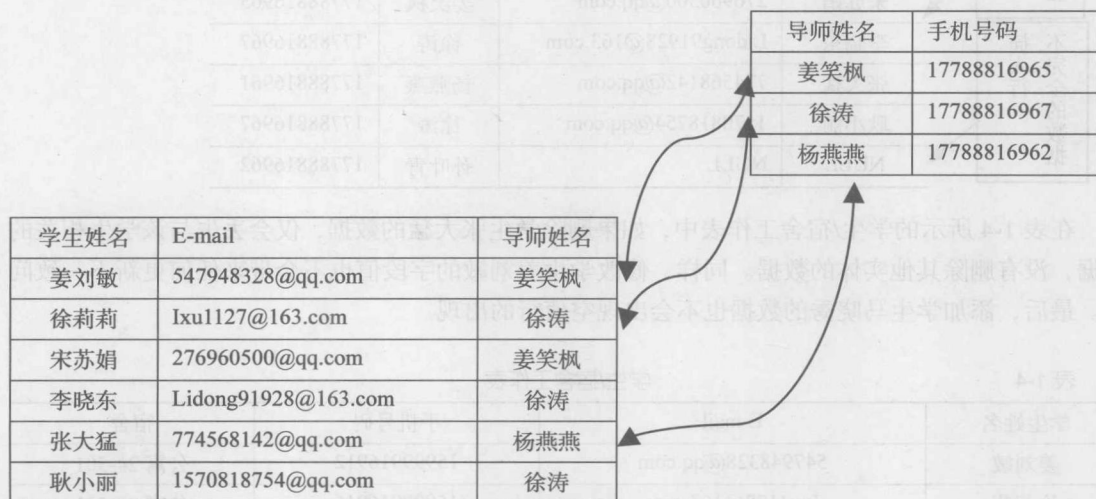


图 1-1 student 表和 teacher 表

图 1-1 包括两个表：student 表和 teacher 表。下面分析一下对图 1-1 中的数据进行删除、更新和插入操作是否会出现上面提到的删除异常、更新不一致以及插入空值行的问题。

首先分析一下删除操作。例如，从 student 表中删除学生张大猛的数据，只是删除了学生张大猛的数据，她的导师杨燕燕老师的数据信息仍然保存在 teacher 表中。

接着分析一下修改操作会不会导致更新异常情况。如果将教师杨燕燕的手机号码改为 13188896888，显然不会出现数据行不一致的数据，因为杨燕燕教师的电话信息仅在 teacher 表中存储一次。

最后再看一下插入操作。如果需要添加导师孙叶青的信息，只需将她的数据添加到 teacher 表中就可以了。因为现在没有学生选择导师孙叶青，因此在 student 表中不会出现空值行。

通过上面的分析，得到一个结论，使用数据库技术组织和管理数据可以解决工作表技术所遇到的操作异常问题，关键的原因在于两种技术的数据组织不同，数据库技术将同一个应用系统的不同实体的数据组织在不同的表中，而工作表技术将数据组织在同一个电子表中。

读者会提出这样的问题：将同一个应用系统中所有实体的数据分割到不同的表中时，如果用户需要访问多个表的相关信息怎么办？还有，如果删除了 teacher 表导师杨燕燕的信息，那么 student 表中的学生张大猛的信息就会不完整。这又怎么办？这些问题，数据库技术都有相应的机制来解决，第 4 章和第 5 章会详细讨论这些问题的解决方法。

数据库技术不仅从组织结构上解决了数据管理的操作异常问题，另外也解决了文件技术不能完全实现的数据共享、数据独立性以及数据冗余等问题。有兴趣的读者可查阅相关资料。

1.2 数据库系统的组成

数据库系统是在计算机系统中引入数据库后的系统,它是以计算机平台为基础,动态的组织、存储、管理和分析处理数据库数据的软硬件系统。数据库系统的组成如图 1-2 所示,它包括五个部分:计算机平台、用户、数据库应用程序、数据库管理系统和数据库。

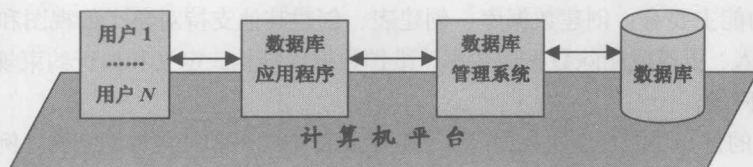


图 1-2 数据库系统的组成

在图 1-2 中,最右边的组成部分是数据库,它是描述实体的数据对象的集合。右边第二个组成部分是数据库管理系统,一般使用它的英文名字 DBMS,这是一个计算机系统软件,一般由软件巨头开发并授权用户使用,它的主要功能是创建、管理和维护数据库。

数据库应用程序是用户和 DBMS 间的媒介程序,它通过向 DBMS 发送请求命令来更新数据库中的数据,也可以通过 DBMS 检索数据库中的数据,并以友好的形式向用户显示结果。数据库应用程序可以由软件供应商提供,也可以由数据库用户编写。用户是数据库系统的第四个组成部分,他们一般通过数据库应用程序进行事务管理,当然高级用户也可以直接通过 DBMS 操作和管理数据库。下面重点介绍数据库、数据库管理系统和数据库应用程序。

1.2.1 数据库

数据库(DataBase)是指存储在计算机外部存储器上的、结构化的相关数据集合。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的逻辑结构加以存储,这就是数据“结构化”的概念,结构化的数据都满足用户指定的数据组织规律。

对于关系数据库而言,数据库是相互关联的数据表的集合。图 1-3 描述了数据库“订单”的数据结构和数据联系。订单数据库包含两个表:order 和 product。表 order 记录了每个订单的编号、日期、状态和商品编号四个属性;表 product 记录了商品的编号、名称、价格、库存、照片和畅销否六个属性。表 order 和表 product 通过商品编号这个公共属性相互关联。

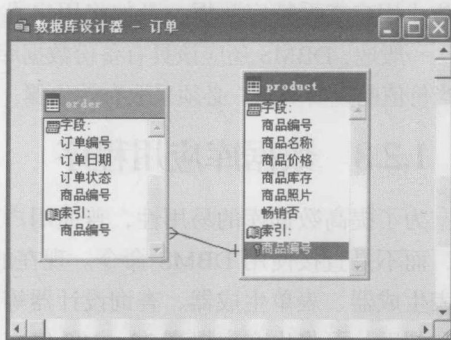


图 1-3 数据库系统的组成

数据库中的数据通常可以被多个用户和(或)多个应用程序所共享。在一个数据库系统中,常常可以根据实际应用的需要创建多个数据库。

1.2.2 数据库管理系统

1. 数据库管理系统的概念

数据库管理系统(DataBase Management System)是一种管理和操作数据库的大型软件,简称

DBMS;其主要功能是创建、处理和管理数据库,在数据库系统中起核心的作用,是用户程序与数据库中数据的接口。

由于 DBMS 功能复杂,一般由软件供应商开发并授权用户使用。例如,Microsoft Visual FoxPro 就是微软公司开发的一个 DBMS,其他商用的 DBMS 产品还有 Microsoft 公司的 Access、Microsoft 公司的 SQL Server、Oracle 公司的 Oracle、IBM 公司的 DB2 等。尽管还有其他 DBMS 产品,但这 5 种 DBMS 几乎囊括了所有的市场份额。

2. 数据库管理系统的功能

DBMS 的功能主要有:创建数据库、创建表、创建其他支持对象(如视图和索引等),读取数据库数据,插入、更新或删除数据库数据,维护数据库结构,定义和执行约束规则,并发控制,提供数据安全保障等。

(1) DBMS 的首要功能是创建数据库、创建数据库中的表和其他辅助结构。例如,创建图 1-3 所示的数据库“订单”,创建数据库中的数据表 order 和 product。为了提高检索速度,还可以给数据表创建索引等支持结构。

(2) DBMS 的第二个功能是读取和修改数据库中的数据。为此,DBMS 接收用户或应用程序的请求,并将这些请求转化为对数据库文件的操作。DBMS 的第二个功能还包括数据库结构的维护。例如,根据业务变化修改表的结构或改变相关辅助对象的属性等。

(3) DBMS 一般还具有约束规则的定义和执行功能。例如,在图 1-3 所示的订单数据库中,如果用户在 order 表中提交一张订单,订单中有一个商品的编号在 product 表中没有相应的数据,就会导致错误。为了防止这种错误的发生,用户可以用 DBMS 制定如下的数据约束规则:order 表中商品编号的值必须引用 product 表中商品编号的值,对于 product 表不存在的商品编号,DBMS 应该拒绝含有这样商品编号的订单的插入或更新请求。

(4) DBMS 还应该具有并发控制功能,它可以保证一个用户的工作不会干扰另一个用户的工作。另外,DBMS 具有安全保证功能,它可以保证只有授权用户才能对数据库执行授权的活动,如防止用户查看特定数据,又如将用户操作限制在指定的范围内。

一般地,DBMS 还应该具有备份数据库和恢复数据库的功能。数据库是数据的集中仓库,是具有相当价值的重要资源,必须采取有效步骤,确保在软硬件故障或自然灾害等事件中没有数据丢失。

1.2.3 数据库应用程序

为了提高数据库的易用性,普通用户对数据库的管理和访问一般通过数据库应用程序作为媒介,而不是直接使用 DBMS 命令。现在的 DBMS 都给用户提供了很多的应用程序开发工具,如报表生成器、表单生成器、查询设计器等,它们为数据库应用程序的开发和使用提供了良好的环境和帮助,可将生产率提高 20~100 倍。

一般地,数据库应用程序的功能包括表单的创建和处理、查询的创建和处理、报表的创建和处理等。当然,数据库应用程序的上述功能都是围绕着特定应用的业务逻辑展开的。

1.3 关系数据库的数据模型

模型是对现实世界中的对象、系统或概念的模拟和抽象。在日常生活中,人们所说的模型通常是指某个真实事物按比例缩小的版本,例如航模飞机、地图等,它们与所模拟的真实事物在结

构上是相似的。模型的一个重要作用是在制造真实事物之前,花费最少的代价,利用模型对真实事物的结构、性能等进行实验和评估,以降低真实事物的制造风险。

1.3.1 数据模型概述

1. 数据模型的概念

数据模型也是一种模型,它是抽象、表示和处理现实世界中实体信息的工具。如果将客观存在并且可以相互区分的事物称为实体,那么数据是对实体的特性和关联的一种记载和描述,而数据模型是对实体的数据组织结构和形式使用形式的描述。建立数据模型的目的同样是为了规避风险,将真实数据的组织、管理和分析处理风险掌握在可控范围中。

2. 数据模型的三个要素

由于数据模型是实体属性及其联系的一种模拟和抽象,是一种形式化描述数据、数据间联系以及有关语义约束规则的方法,因此数据模型通常由数据结构、数据操作和数据完整性约束三个要素组成。

(1) 数据结构:数据结构描述了数据库的组成对象以及对象间的联系,它描述了数据库的静态特性,是数据模型中最基本的部分,不同的数据模型采用不同的数据结构。例如,关系模型中的域、属性、关系等,又如网状模型中的数据项、记录、系型等。

(2) 数据操作:数据操作是指对数据库中各种数据对象允许执行的操作集合,包括操作及相应的操作规则,它描述了数据库的动态特性,主要有检索和更新两大类操作。

(3) 数据完整性约束:一组完整性规则的集合。完整性规则是给定的数据模型中数据及其联系所具有的制约和依存规则,用以限定符合数据模型的数据库状态以及状态的变化,以保证数据的正确、有效、相容。

3. 常用的数据模型

数据库技术的发展是沿着数据模型的主线展开的,任何一个数据库管理系统都是基于某种数据模型的。历史上曾经比较流行的数据模型有三种,分别为层次模型、网络模型以及关系模型,最终关系模型成了计算机人的选择。主要的原因是关系模型不仅有严格的数学基础理论作保障,而且还具有结构简单、数据独立性高以及提供非过程性标准操作语言 SQL 等优势。

1.3.2 关系数据库的数据模型

关系数据库采用关系模型来管理数据。下面分别从数据结构、关系运算和完整性约束三个方面讲解关系数据库的数据模型。

1. 数据结构

关系模型具有单一的数据结构,不论是实体还是实体之间的联系都用关系表示。那么关系是什么呢?关系是一个满足如下条件的二维表。

(1) 表的每行存储了某个实体或实体某个部分的数据。例如,在表 seller (见表 1-5) 中,每行都包含某个销售员的数据信息。

(2) 表的每列包含了用于表示实体某个属性的数据。例如,在表 seller (见表 1-5) 中,每列都包含了销售员的一个属性,如姓名、性别或地址等。

(3) 表中的每个单元格都不能再分,只能存储一个值。

(4) 任意一列中所有单元格的数据类型必须一致。例如,表的第 1 行第 4 列是一个日期值,那么其他所有行中的第 4 列也必须是日期值。

(5) 每列都必须有唯一的名称,但表中列的顺序任意。

(6) 行的顺序任意,但表中任意两行不能有完全相同的数据值。

对于一个二维表关系,通常将其中的每一行称为一个记录,或称为一个元组;将其中的每一列称为一个字段,或称为一个属性。在表的属性中,若有一个属性或一组属性可以唯一地标识一个记录,就将这个属性或属性组称为关键字。

交待清楚关系这个概念后,再看一下关系模式这个概念。简单地说,关系模式是对关系数据结构的定义。如果关系指的是二维表的内容,那么模式就是二维表的结构。例如,关系 product 的模式可以简单地表示为 product (商品编号,商品名称,价格,库存)。限于篇幅原因,关系模式的形式化描述就不展开了。

上面介绍关系模型的数据结构时,涉及了很多的术语,为了便于理解,下面举一个例子来说明这些抽象的学术术语。日常生活中,大家常常需要买东西,当销售员将商品卖给我们时,一张订单就产生了。显然,销售员和商品是实体,订单反映的是销售员和商品之间的销售关系。

表 1-5 描述了关系 seller 的数据结构,表 1-6 描述了关系 product 的数据结构,表 1-7 描述了关系 order 的数据结构。需要注意的是,seller 和 product 的是反映实体的属性信息,而 order 反映的是实体销售员和实体商品的销售关系。在关系模型中,不论实体还是实体间联系都用关系表示。

表 1-5 关系模型数据结构举例 seller

	销售员编号	姓名	性别	出生日期	地址
记录	s01	张颖	女	1968/12/8	复兴门 245 号
	s02	王伟	男	1962/2/19	罗马花园 890 号
	s03	李芳	女	1973/8/30	芍药园小区 78 号
	s04	郑建杰	男	1968/9/19	前门大街 789 号
	s05	赵军	男	1965/3/4	学院路 78 号
	s06	孙林	男	1967/7/2	阜外大街 110 号
	s07	金士鹏	男	1960/5/29	成府路 119 号
	s08	刘英玫	女	1969/1/9	建国门 76 号
	s09	张雪眉	女	1969/7/2	永安路 678 号

关键字: 销售员编号, 姓名, 性别, 出生日期, 地址

属性: 销售员编号, 姓名, 性别, 出生日期, 地址

表 1-6 关系模型数据结构举例 product

商品编号	商品名称	价格	库存
p01001	啤酒	42.52	111
p01002	牛奶	10.63	170
p01003	矿泉水	17.72	520
p02001	花生油	134.64	270
p02002	盐	7.09	530
p02003	酱油	31.89	120
p02004	味精	14.17	390
p03001	蛋糕	67.32	360
p03002	饼干	41.10	290

表 1-7

关系模型数据结构举例 order

订 单 编 号	订 单 日 期	销售员编号	商 品 编 号	销 量
10248	2008-7-5	s05	p03001	2
10249	2008-7-5	s06	p02003	5
10250	2008-7-8	s01	p01001	3
10251	2008-7-8	s02	p01002	2
10252	2008-7-9	s01	p01003	7
10253	2008-7-10	s02	p02001	1
10254	2008-7-11	s05	p02004	1
10255	2008-7-12	s09	p02002	3

2. 关系操作

由于关系模型借助于集合代数等概念和方法来处理数据库中的数据,因此关系操作是集合操作,即操作的对象和结果都是集合,这种操作称为一次一个集合的方式。

虽然关系模型支持选择、投影、连接、除、并、交、差等丰富的关系操作,但基本关系操作只有三种:选择、投影和连接。选择和投影的操作对象通常是一个表,相当于对一个表中的数据进行横向的或纵向的抽取;而连接操作则是对两个表进行的操作,如果需要对两个以上的表的数据进行操作,则应当进行两两连接。

(1) 选择

从一个关系中找出满足给定条件的记录的操作称为选择。选择是从行的角度对关系内容进行的筛选,经过选择操作后得到的结果可以形成新的关系,其关系模式不变,其内容是原关系的一个子集。

例如,从表 1-5 所示的 seller 表中筛选出所有的女销售员,就是一种选择操作。得到的结果如表 1-8 所示。

表 1-8

选择操作举例——筛选所有的女销售员

编 号	姓 名	性 别	出 生 日 期	地 址
s01	张颖	女	1968/12/8	复兴门 245 号
s03	李芳	女	1973/8/30	芍药园小区 78 号
s08	刘英玫	女	1969/1/9	建国门 76 号
s09	张雪眉	女	1969/7/2	永安路 678 号

(2) 投影

从一个关系中找出若干个字段组成新的关系的操作称为投影。投影是从列的角度对关系内容进行的筛选或重组,经过投影操作后得到的结果也形成新的关系。新关系的关系模式所包含的字段个数一般比原关系少,其内容是原表的一个子集。

例如,从表 1-5 所示的 seller 表中抽取“姓名”、“性别”两个字段构成一个新表的操作,就是一种投影操作。得到的结果如表 1-9 所示。

表 1-9

投影操作举例——显示销售员的姓名和性别

姓 名	性 别
张颖	女
王伟	男
李芳	女