

数据库原理 与开发应用技术

DATABASE PRINCIPLE AND DEVELOPING APPLICATION TECHNOLOGY

孔璐 吴志坚 顾洪 编著

2 8 7 6 0
1 6 4 8 3

11011011 010101 10 10101
11010111 110011 01 11010
10110011 011011 01 10101
11011010 101100 11 01110
01101010 101001 11 00110
10101010 110100 10 10101
10101010 010101 10 10101
10101010 010
10101010 01
10001010 10
10010101 1010
10010101 101
10010101 1010101
10010101 10
10010101 101010101
01010101 101010010 10101
01010101 100101010 01010

1101101101100111101101
00101110110101
101101101001100101
1010
01

国防工业出版社

National Defence Industry Press <http://www.ndip.cn>

数据库原理与开发应用技术

孔璐 吴志坚 顾洪 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理与开发应用技术/孔璐等编著. —北京:国防工业出版社, 2004. 1

ISBN 7-118-03384-7

I. 数... II. 孔... III. 数据库系统 IV. TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 125697 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

天利华印刷装订有限公司

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 24 550 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—3500 册 定价:33.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

数据库技术是计算机和信息科学中发展最迅速的重要领域之一，它的应用和研究范围不断扩大，已经成为开发各种信息系统的重要工具，它的广泛使用，已使计算机应用深入到社会的各个领域。数据库系统的基本原理和开发应用技术，已成为理工科大学生的必备知识和技能。

在计算机应用及信息工程等学科的教学实践中，数据库课程已开设多年。以往使用的数据库教材或偏重理论，对应用和开发实践指导不足，不适宜作为非计算机专业工科学生教材；或选材陈旧，不能反映在实际应用中已经流行的数据库系统和比较前沿的数据库技术的研究成果。经过多年数据库课程教学的实践，我们有以下几点体会：

1. 除了让学生比较系统地了解数据库系统基础理论，还应该结合国内外较为流行的数据库系统加强对学生应用开发的指导，从而提高学生的综合素质和动手能力，使学生走上工作岗位后能尽快地适应工作需要。

2. 现有的数据库教材大多拘泥于一种数据库管理系统，这样一方面不能完整、系统地把数据库技术展示给学生，另一方面也不能满足学生走向工作岗位后面对多层次数据库开发应用的任职要求。

3. 课程内容应尽可能反映新的学科研究成果及发展动态，使学生对整个学科有一个比较全面的认识，知识结构更为合理，为日后的应用和科研工作打下良好基础。

基于上述考虑，我们在借鉴了大量已有数据库教材的基础上，综合了数据库系统的基本理论框架和实际应用需求编写了本书。第 1 部分原篇比较系统地介绍了数据库的基础理论，突出了规范化的数据库设计方法和数据库应用系统的开发过程；第 2 部分应用篇与第 3 部分高级篇结合三种典型的小、中、大型数据库管理系统(Visual FoxPro、SQL Server、Oracle)，循序渐进、全面系统地介绍了数据库开发与应用技术。数据库是一门实用技术，书中收录了大量实例，方便读者在实践中掌握利用数据库技术进行应用系统开发的实际工作能力。

本书实用性较强，既可作为各类理工科专业本科生的数据库教材，也可供数据库管理人员与数据库应用程序开发人员阅读参考。

本书的编者从事多年数据库教学与科研工作，具有深厚的理论水平，并在数据库开发与应用方面积累了丰富的经验，其中第 1 章~第 4 章由吴志坚编写，第 5 章由孔璐、周

则明编写，第 6 章~第 11 章由顾洪编写，第 12 章~第 15 章由孔璐编写。本书的编写工作得到了解放军理工大学气象学院领导与训练部领导、四系刘承光主任和胡有彬副教授的大力支持与帮助，特此表示感谢。

本书参考了大量国内外同行的著作与文章，在此表示敬意与感谢。由于时间仓促，作者水平有限，书中难免有不当和错误之处，敬请读者批评指正。

编著者

2004 年 1 月

目 录

第 1 部分 原理篇

第 1 章 数据库系统导论	1
1.1 数据与信息	1
1.1.1 数据、信息与数据处理	1
1.1.2 计算机信息系统	2
1.2 数据管理技术的发展过程	3
1.2.1 人工管理阶段	3
1.2.2 文件管理阶段	4
1.2.3 数据库系统阶段	6
1.3 数据模型	8
1.3.1 数据的三个范畴	8
1.3.2 数据模型	10
1.3.3 关系模型	10
1.3.4 E-R 数据模型	12
1.3.5 面向对象模型	14
1.4 数据库系统结构	15
1.4.1 数据库系统的组成	15
1.4.2 数据库系统的模式结构	16
1.4.3 数据库系统的体系结构	18
1.4.4 数据库管理系统	20
1.4.5 数据库语言	22
1.4.6 数据库管理员	24
1.4.7 数据字典	24
1.4.8 数据库系统的工作流程	26
1.5 数据库技术的研究领域	27
1.6 数据库技术的发展趋势	28
1.6.1 数据库技术与其他相关技术的结合	28
1.6.2 面向应用领域的数据库新技术	31
1.7 习题	32
第 2 章 关系数据库	34
2.1 关系模型的基本概念	34
2.1.1 笛卡儿乘积	34

2.1.2	关系的基本概念	35
2.2	关系代数	37
2.2.1	传统的集合运算	37
2.2.2	专门的关系运算	38
2.3	习题	44
第 3 章	关系数据库设计理论	46
3.1	数据库设计中的问题	46
3.2	函数依赖	48
3.2.1	属性间的联系	48
3.2.2	函数依赖	49
3.2.3	关键字	51
3.2.4	函数依赖公理	52
3.3	规范化理论	52
3.3.1	第一范式	53
3.3.2	第二范式	53
3.3.3	第三范式	54
3.3.4	BCNF	55
3.3.5	规范化小结	57
3.4	习题	58
第 4 章	数据库设计	60
4.1	数据库设计概述	60
4.1.1	数据库设计的内容和特点	60
4.1.2	数据库设计步骤	61
4.2	需求分析	62
4.3	概念模型设计	63
4.3.1	设计局部 E-R 模型	64
4.3.2	将各局部 E-R 模型综合成总体 E-R 模型	64
4.4	逻辑结构设计	66
4.4.1	概念模型向关系模型转换	66
4.4.2	数据模型的优化	69
4.4.3	设计用户子模式	70
4.5	数据库物理设计	71
4.6	数据库实施	73
4.7	数据库运行与维护	74
4.8	习题	75

第 2 部分 应用篇

第 5 章	关系数据库标准语言——SQL	78
-------	----------------------	----

5.1	SQL 概述	78
5.2	数据定义	79
5.2.1	SQL 的数据类型	79
5.2.2	基本表	80
5.2.3	索引	82
5.3	数据更新	83
5.3.1	使用 INSERT 添加行	84
5.3.2	使用 UPDATE 修改行	84
5.3.3	使用 DELETE 删除行	85
5.4	查询	85
5.4.1	SELECT 语句	85
5.4.2	单表查询	89
5.4.3	连接查询	97
5.4.4	嵌套查询	102
5.4.5	集合查询	108
5.5	视图	109
5.5.1	定义视图	109
5.5.2	视图的使用	112
5.5.3	更新视图	113
5.6	存储过程	114
5.6.1	存储过程的优点	114
5.6.2	创建存储过程	114
5.6.3	带参数运行存储过程	115
5.6.4	传出参数	116
5.6.5	返回存储过程状态	116
5.7	触发器	117
5.7.1	触发器概述	117
5.7.2	触发器的创建	117
5.7.3	INSERTED 表和 DELETED 表	118
5.7.4	UPDATE() 函数	119
5.7.5	触发器实例	119
5.8	数据控制	120
5.8.1	授权	121
5.8.2	收回权限	122
5.9	习题	123
第 6 章	VFP 简介	125
6.1	VFP 的界面	125
6.1.1	VFP 的窗口	125
6.1.2	VFP 的系统主菜单	126

6.1.3	工具栏	127
6.1.4	向导	127
6.1.5	设计器	128
6.1.6	生成器	128
6.2	VFP 的操作方式	128
第 7 章	VFP 基础知识	130
7.1	常量与变量	130
7.1.1	常量	130
7.1.2	变量	132
7.1.3	内存变量常用命令	133
7.2	表达式	134
7.2.1	数值、字符与日期时间表达式	135
7.2.2	关系表达式	136
7.2.3	逻辑表达式	137
7.3	常用函数	138
7.3.1	数值函数	138
7.3.2	字符函数	139
7.3.3	日期和时间函数	140
7.3.4	数据类型转换函数	141
7.3.5	逻辑测试函数	143
7.4	习题	146
第 8 章	VFP 数据库及其操作	149
8.1	VFP 数据库及其建立	149
8.1.1	基本概念	149
8.1.2	建立数据库	149
8.1.3	使用数据库	150
8.1.4	修改数据库	151
8.1.5	删除数据库	152
8.2	建立数据库表	153
8.2.1	在数据库中建立表	153
8.2.2	修改表结构	156
8.3	表的基本操作	157
8.3.1	使用浏览器操作表	157
8.3.2	显示记录的命令	158
8.3.3	增加记录的命令	158
8.3.4	删除记录的命令	159
8.3.5	修改记录的命令	159
8.3.6	查询定位命令	160
8.4	索引	161

8.4.1	基本概念	161
8.4.2	在表设计器中建立索引	162
8.4.3	用命令建立索引	163
8.4.4	使用索引	164
8.5	数据完整性	165
8.5.1	实体完整性与主关键字	165
8.5.2	域完整性与约束规则	165
8.5.3	参照完整性与表之间的关联	166
8.6	自由表	168
8.6.1	将自由表添加到数据库	168
8.6.2	从数据库中移出表	169
8.7	记录的统计与计算	169
8.7.1	计数命令	169
8.7.2	求和命令	169
8.7.3	求平均命令	170
8.8	排序	170
8.9	多个表的同时使用	171
8.9.1	多工作区的概念	171
8.9.2	使用不同工作区的表	172
8.9.3	表之间的关联	172
8.10	习题	173
第9章	VFP 中的 SQL 语言	176
9.1	查询功能	176
9.1.1	简单查询	177
9.1.2	联接查询	179
9.1.3	嵌套查询	179
9.1.4	计算查询	180
9.1.5	查询结果的并运算	181
9.1.6	查询的其他功能	181
9.2	定义功能	183
9.2.1	表的定义	183
9.2.2	表的删除	186
9.2.3	表结构的修改	186
9.2.4	视图的操作	187
9.3	操作功能	188
9.3.1	插入记录	189
9.3.2	更新记录	190
9.3.3	删除记录	190
9.4	查询和视图的可视化操作	191

9.4.1	查询设计器	191
9.4.2	建立查询	193
9.4.3	保存查询	194
9.4.4	运行查询	194
9.4.5	建立视图	195
9.4.6	远程视图与连接	196
9.5	习题	198
第 10 章	VFP 程序设计	201
10.1	程序与程序文件	201
10.1.1	程序的概念	201
10.1.2	程序文件的建立与执行	201
10.1.3	简单的输入输出命令	203
10.2	程序的基本结构	207
10.2.1	选择结构	207
10.2.2	循环结构	210
10.3	多模块程序	213
10.3.1	模块的定义和调用	213
10.3.2	变量的作用域	216
10.3.3	过程调用中的数据传递	218
10.4	程序调试	221
10.4.1	常用的程序调试方法	221
10.4.2	调试器环境	221
10.4.3	设置断点	223
10.4.4	调试菜单	225
10.5	可视化程序设计	226
10.5.1	创建表单	226
10.5.2	使用表单向导	226
10.5.3	使用快速表单	228
10.6	习题	229
第 11 章	数据库开发实例——学生信息管理系统	233
11.1	系统设计	233
11.1.1	开发设计思想	233
11.1.2	系统功能分析	233
11.1.3	系统功能模块设计	234
11.2	数据库设计	234
11.3	数据库管理系统的实现	235
11.4	各个功能模块的创建	236
11.4.1	系统主界面	236
11.4.2	查询浏览界面的设计	239

11.4.3 维护模块	242
11.4.4 学生选课模块	244
11.5 开发中要注意的问题	249

第3部分 高级篇

第12章 SQL Server 关系数据库	252
12.1 SQL Server 简介	252
12.1.1 SQL Server 特点	252
12.1.2 SQL Server 安装与配置	253
12.1.3 SQL Server 工具和实用程序	258
12.2 SQL Server 数据库管理	259
12.2.1 SQL Server 系统结构	259
12.2.2 SQL Server 数据库基本操作	260
12.2.3 SQL Server 数据库备份	263
12.2.4 SQL Server 数据库恢复	265
12.3 SQL Server 安全性管理	266
12.3.1 SQL Server 认证与登录	266
12.3.2 用户与角色管理	270
12.4 习题	280
第13章 Oracle 数据库概述	282
13.1 Oracle 简介	282
13.1.1 技术特点	282
13.1.2 Oracle 的发展	283
13.2 Oracle 数据库对象	284
13.2.1 对象概述	284
13.2.2 表	284
13.2.3 视图	286
13.2.4 索引	287
13.2.5 聚簇	289
13.2.6 序列生成器	290
13.2.7 同义词	291
13.2.8 数据库触发器	291
13.2.9 授权与角色	291
13.2.10 快照	293
13.2.11 数据库链接	294
13.3 习题	294
第14章 Oracle 数据库管理	295
14.1 体系结构	295

14.1.1 物理结构	295
14.1.2 内存结构	299
14.1.3 进程结构	304
14.2 Oracle 安全性管理	309
14.2.1 Oracle 数据库的安全性	309
14.2.2 Oracle 的数据完整性	313
14.2.3 Oracle 的并发控制技术	315
14.3 备份与恢复	319
14.3.1 数据库恢复所使用的结构	320
14.3.2 在线日志	320
14.3.3 归档日志	322
14.3.4 数据库备份	322
14.3.5 数据库恢复	323
14.4 习题	324
第 15 章 PL/SQL 程序设计	326
15.1 PL/SQL 介绍	326
15.1.1 SQL/Plus 入门	327
15.1.2 程序结构	332
15.1.3 游标	338
15.2 过程和函数	344
15.2.1 创建子程序	345
15.2.2 子程序参数	349
15.2.3 过程和函数的撤消	365
15.3 包	365
15.3.1 包的开发	366
15.3.2 管理与调用包	368
15.4 习题	370
参考文献	371

第 1 部分 原理篇

第 1 章 数据库系统导论

【内容提要】本章主要介绍数据与信息概念、数据模型、数据库系统结构和数据库技术的发展过程。

1.1 数据与信息

1.1.1 数据、信息与数据处理

人类社会发展到今天，数据、信息已经成为人们在日常生活和工作中必不可少的重要资源，如气象信息、交通信息、学校的学籍管理信息、企业的生产管理和产品销售数据、银行账目等。但是，在不同场合下，人们对数据、信息的概念理解有所不同。一般认为信息(Information)是数据(Data)的含义。数据和信息这两个术语有时可以混用，例如，数据处理也可称为信息处理；有时必须分清，比如信息系统就不能称为数据系统。

那么什么是数据呢？数据就是对客观事物的一种反映或描述，例如，某人的姓名、性别、出生日期等，就是反映此人基本状况的数据。数据的形式可以是语言文字、数字、各种符号，也可以是图形、图像、声音、视频等。数据可以记录在纸上，也可以记录在磁介质、光介质和半导体存储器里。

孤立的数据是没有用的，必须将其转换成信息。信息是人围绕某个目的从相关数据中提取的有价值的意义，例如，从出生年月这个数据，可以得到此人的年龄，是否可以入学或是退休等相关信息。一般说来，信息是用数据来表示的，所以，二者形式基本相同，但概念有区别，并非任何数据都能表示信息，信息是经过消理解的有意义的数据。

数据处理是将数据转换成信息的过程。这个过程可以包括对数据的收集、存储、加工、分类、检索、传播等一系列活动。其目的是从大量的、已有的数据出发，根据事物之间的固有联系和运动规律，通过分析归纳、演绎推导等手段，萃取出对人们有价值、有意义的信息，作为决策和行动的依据。由此可见，信息是一种被加工成特定形式的数据，这种数据形式对于数据接受者来说是有意义的。对数据的加工可以相对简单，也可以相当复杂。简单加工包括组织、编码、分类、排序等；复杂加工是指使用统计学方法、数学模型等对数据进行深层次的处理。我们可以用图 1.1 简单地表示出数据和信息的关系。



图 1.1 数据和信息的关系

当两个或两个以上的数据处理过程前后相继时,前一过程称为预处理,预处理的输出作为二次数据,成为后面处理过程的输入,这时信息和数据的概念就发生了交叉,表现出相对性,如图 1.2 所示。

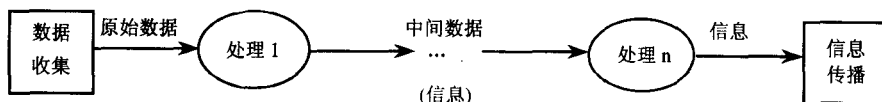


图 1.2 数据与信息的关系

1.1.2 计算机信息系统

信息的重要性已经普遍为人们所接受。在目前这样一个信息时代,人类的生产活动和日常生活的质量越来越依赖于信息,信息的利用程度已经成为各种组织机构运作效率和成败的关键因素,甚至还对个人事业及生活质量构成很大影响。要能够准确、及时地得到相关信息,就要有相当的数据处理能力,而计算机所具备的强大的数据存储和加工能力,使之成为信息处理的首选工具。计算机信息系统已成为计算机技术最大的一个应用领域。

计算机信息系统是一种为了某个目标而建立的,由人员、设备、程序和数据集合构成的统一整体。它的主要功能是管理并处理相关数据,提供信息,以支持一个组织机构的运行、管理和决策,或者为公众服务。

计算机信息系统的好坏取决于它能否及时准确地为用户提供所需要的信息。在同一组织机构中,不同阶层的管理人员可以有不同的信息需求,系统应能针对各个层次的需求,通过计算机实现信息支持,达到辅助管理的目的。

计算机信息系统的用户不一定局限于某一个组织,也可以是一种公用性信息服务系统,例如,美国国际航空公司的飞机航班查询订票系统,可以在全球范围内为用户提供信息查询和订票服务。

根据系统功能的不同,计算机信息系统大体可以分为以下几类:

(1) 事务处理系统(EDP)

事务处理系统的目的是用计算机代替繁杂的手工事务处理工作,其目的是提高数据处理的准确性、及时性,节省人力,提高工作效率。例如,会计核算软件,就是对会计的簿记事务进行常规处理、提供数据查询、会计报表等功能,使会计部门的日常工作自动化。

(2) 管理信息系统(MIS)

管理信息系统直接用于支持组织内部各层次的管理工作,提供业务范围内的各种数据以及对这些数据的分析结果,并可从组织的全局出发,实现数据共享,提供分析、计划、预测、控制等方面的综合信息。其目的是发挥系统的综合效益,提高管理水平。一般来说,这类系统是分层次的,一个大系统往往由若干个子系统组成。例如,一个企业的管理信息

系统由财务管理系统、物资管理系统、生产管理系统、人事管理系统、销售管理系统、仓库管理系统等组成。

(3) 决策支持系统(DSS)

为决策过程提供有效的信息和辅助决策手段,其主要目的是帮助决策者提高决策的科学性和有效性。这类系统必须积累大量的数据、案例、方法、模型,更进一步还可以利用知识库和专家系统。决策支持系统的服务对象是面向某种决策问题的管理人员,它协助决策者在求解问题的过程中方便地检索出相关数据,对多种方案进行选择。

(4) 查询服务系统(QSS)

查询服务系统的目标是向公众提供信息服务。这类系统涉及面广,可以查询火车、飞机时刻表,订票;可以查询商品信息,网上购物;可以进行学术文献检索等。在政治、金融、商业、企业、军事、地理、教育等方面都有许多可供查询的系统。

以上分类主要是按功能进行的,现在的计算机信息系统已经向着综合化、集成化、智能化的方向发展。

1.2 数据管理技术的发展过程

从计算机信息系统的简介中我们可以看出,信息系统是一类数据密集型应用,不论哪一类信息系统,都建立在大量数据事实的基础之上,管理这种大量的、持久的、共享的数据是这类计算机应用面临的共同问题。

与其他技术的发展一样,计算机数据管理也经历了由低级到高级的发展过程。计算机数据管理随着计算机硬件(主要是外存)、软件技术和计算机应用范围的发展而不断发展,大致经历了3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。

1.2.1 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。当时在硬件方面,外存储器也只有卡片、纸带、磁带,没有像硬盘这样可以快速、随机存取的外部存储设备;软件方面,没有专门的数据管理软件,数据由程序自行携带。数据和程序之间的关系如图1.3所示。

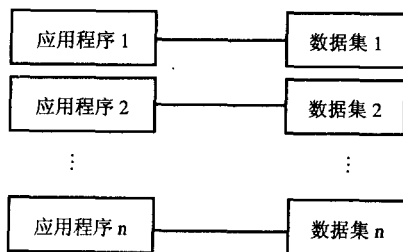


图 1.3 人工管理阶段应用程序与数据之间的对应关系

这一时期数据管理的特点是：

1. 数据与程序不具有独立性

数据由程序自行携带，这就使得程序严重依赖于数据，如果数据的类型、格式或者数据量、存取方法、输入输出方式等发生改变，程序就要作相应的修改。同时，因为没有统一的数据管理软件，数据的存储结构、存取方式、输入输出方式等都由应用程序处理，这就给应用程序开发人员增加了很重的负担，并且效率较低。

2. 数据冗余

由于数据是面向应用程序的，一个程序携带的数据，在程序运行结束后就连同该程序一起退出了计算机系统，如果别的程序要共享该程序的数据，只能重新组织携带，因此，程序间经常会存在大量的重复数据。

1.2.2 文件管理阶段

20 世纪 50 年代后期至 60 年代中后期，计算机开始大量用于数据处理工作，大量的数据存储、检索和维护成为紧迫的需求。在硬件方面，可直接存取的磁鼓、磁盘成为联机的主要外存。在软件方面，出现了高级语言和操作系统，操作系统中的文件系统就是专门管理外存的数据管理软件。

在这一阶段，程序和数据间有了一定的独立性，程序和数据分开存储，数据文件可以长期保存在硬盘上多次存取。在文件系统的支持下，数据的逻辑结构与物理结构之间也有了一定的独立性，程序员可以集中精力在数据处理的算法上，而不必考虑数据存储的具体细节。这个阶段的数据还是面向应用程序的，数据文件基本上与各自的应用程序相对应，它们之间的关系如图 1.4 所示。

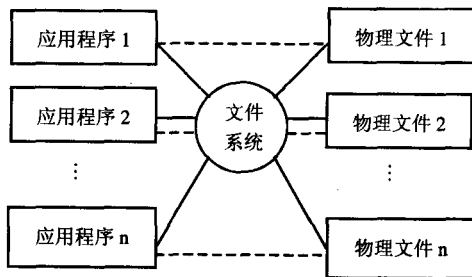


图 1.4 文件系统阶段应用程序与数据之间的对应关系

文件系统对数据的管理虽然有了长足的进步，但它还是从应用程序的角度来组织、看待和处理数据的。图 1.5 是一个职工管理文件系统，其中有 F1、F2 和 F3 三个文件，A1、A2 和 A3 是三个应用子系统，这三个子系统有各自对应的文件，根据需要还可以共享其他文件。例如，人事管理子系统调离处理子程序，在办理一套调离手续时，必须首先访问业务文件，查询工作交接情况，再访问后勤文件，查询住房等处理情况，最后再访问人事文件，执行相应的调离处理手续。

这种方式存在以下 5 个方面的问题：

1. 应用程序开发效率低

应用程序开发人员必须对所用文件的逻辑结构和物理结构有清楚的了解。文件系统只