



普通高等院校计算机类专业精品教材

数据库 原理与应用技术

赵永霞 高翠芬 熊燕 钱程 ◆ 编著



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

普通高等院校计算机类专业精品教材

数据库原理与应用技术

赵永霞 高翠芬 熊 燕 钱 程 编著

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书全面介绍了数据库系统的基本概念、基本原理和基本应用。全书内容可分为理论部分和应用部分两大部分。理论部分主要介绍了数据库系统的原理知识;应用部分主要借助 SQL Server 2012 这个目前比较流行的数据库管理系统,介绍了它的基本知识和主要功能。全书共分为 11 章:第 1 章,数据库系统概论;第 2 章,关系数据库;第 3 章,关系数据库设计理论;第 4 章,数据库设计;第 5 章,关系数据库标准语言 SQL;第 6 章,数据库保护;第 7 章,SQL Server 数据库管理系统简介;第 8 章,数据库与数据表;第 9 章,SQL Server 的高级应用;第 10 章,SQL Server 的安全管理;第 11 章,备份与还原。

本书系计算机科学与技术的专业教程,可作为大中专院校计算机专业和非计算机专业教学系列教材,也可作为科研技术人员计算机参考书及自学教材。

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理与应用技术/赵永霞 高翠芬 熊 燕 钱 程 编著. —武汉:华中科技大学出版社,2013.8

普通高等院校计算机类专业精品教材

ISBN 978-7-5609-9113-9

I. 数… II. ①赵… ②高… ③熊… ④钱… 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(2013)第 123722 号

数据库原理与应用技术

赵永霞 高翠芬 熊 燕 钱 程 编著

责任编辑:陈元玉

封面设计:范翠璇

责任校对:马燕红

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:武汉金睿泰广告有限公司

印 刷:武汉市籍缘印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:21

字 数:503 千字

版 次:2013 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:39.80 元



华中科大

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

数据库技术是计算机科学技术中发展最快的领域之一，也是应用最广泛的技术之一，它已成为计算机信息系统与应用系统的核心技术和重要基础。“数据库原理及应用”是计算机科学与技术的专业课程之一，考虑到它是一门理论性和应用性都很强的课程，因此，为了便于教师对本课程的教学和学生知识的掌握，特别是为了鼓励学生努力学习和勤于思考，作者总结了这些年来从事数据库系统理论与实践教学的经验，力图从一个新颖的角度、合适的切入点数据库系统各方面的知识进行介绍，由浅入深、循序渐进地探讨数据库的基本原理和应用技术，基于此编写了本书。

本书内容可分为两大部分，即理论部分（1~6章）和应用部分（7~11章），共11章。

第1章介绍了数据库系统的基本概念、数据模型、数据库系统的组成、数据库的系统结构、数据库技术的研究领域和发展趋势。

第2章介绍了关系模型的基本概念、关系代数和关系演算。

第3章介绍了关系数据库设计理论，包括函数依赖和关系规范化理论。

第4章介绍了数据库设计的方法，包括需求分析、概念模型设计、逻辑结构设计、数据库物理设计和数据库的运算与维护。

第5章介绍了关系数据库标准语言SQL，包括数据定义、查询、数据更新、视图、数据控制。

第6章介绍数据库的恢复、并发控制及数据库的完整性和安全性。

第7章介绍了SQL Server 2012数据库的特点、配置和常见管理工具的功能和使用。

第8章介绍了在SQL Server 2012中数据库与数据表的使用。

第9章介绍T-SQL程序设计、存储过程、函数和触发器的概念、作用及使用方法。

第10章从安全性角度介绍了对SQL Server数据库管理系统的基本管理方法。

第11章介绍了在SQL Server环境下进行数据库备份和还原的基本方法。

本书以简明易懂的笔调阐述内容，再配以大量经过精心筛选的例题和习题，不仅方便老师教学，也便于学生自学。相信通过本书的学习，能够尽快掌握数据库系统的理论和技术，进入数据库管理系统的应用和开发的高级阶段，使学生在正确理解数据库原理的基础上，熟练掌握主流数据库管理系统SQL Server的应用技术及数据库应用系统的设计和开发能力。

本书第1、2、3、5章由赵永霞编写，第6章由吴龙玲编写，第7章和第11章由钱程编写，第4章和第9章由高翠芬编写，第8章和第10章由熊燕编写。全书由赵永霞统稿。

由于编者水平有限，书中错误在所难免，敬请广大读者和专家批评指正。

编 者
2013年5月

目 录

第 1 章 数据库系统概论	1
1.1 数据库系统概述.....	2
1.1.1 数据、信息与数据处理.....	2
1.1.2 数据库系统的概念.....	2
1.1.3 数据管理技术的发展.....	3
1.2 数据模型.....	7
1.2.1 数据的三个范畴.....	7
1.2.2 数据模型.....	9
1.2.3 E-R 模型	12
1.2.4 面向对象数据模型.....	18
1.3 数据库系统的组成.....	20
1.4 数据库的系统结构.....	22
1.4.1 数据库系统的模式结构.....	22
1.4.2 数据库系统的体系结构.....	25
1.4.3 DBMS	27
1.4.4 数据库语言.....	28
1.4.5 数据字典.....	29
1.4.6 DBMS 的工作流程	30
1.5 数据库技术的研究领域.....	31
1.5.1 DBMS 软件的研制	31
1.5.2 数据库设计	31
1.5.3 数据库理论.....	31
1.6 数据库技术的发展趋势.....	32
1.6.1 数据库技术与其他相关技术的结合	33
1.6.2 面向应用领域的数据库新技术.....	37
1.7 小结.....	42
思考题.....	42
第 2 章 关系数据库	44
2.1 关系模型概述.....	45
2.1.1 关系的基本概念.....	45
2.1.2 关系的完整性规则.....	48

2.2	关系代数.....	49
2.2.1	传统的集合运算.....	49
2.2.2	特殊的关系运算.....	50
2.2.3	扩充的关系运算.....	56
2.3	关系演算.....	57
2.3.1	元组关系演算.....	57
2.3.2	域关系演算.....	59
2.4	小结.....	60
	思考题.....	60
第3章	关系数据库设计理论	61
3.1	问题的提出.....	61
3.2	数据依赖.....	62
3.2.1	属性间的联系.....	63
3.2.2	函数依赖.....	63
3.2.3	关键字.....	65
3.3	规范化理论.....	65
3.3.1	第一范式.....	65
3.3.2	第二范式.....	66
3.3.3	第三范式.....	68
3.3.4	BCNF	68
3.4	小结.....	70
	思考题.....	71
第4章	数据库设计	72
4.1	信息系统.....	72
4.2	数据库设计概述.....	73
4.2.1	数据库设计的内容.....	73
4.2.2	数据库设计的特点.....	73
4.2.3	数据库设计的方法.....	74
4.2.4	数据库设计工具.....	75
4.2.5	数据库设计的基本步骤.....	76
4.3	需求分析.....	78
4.3.1	需求分析的任务.....	78
4.3.2	需求分析的基本步骤.....	79
4.3.3	需求分析案例: 学院教学管理系统.....	80
4.4	概念模型设计.....	82
4.4.1	概念模型设计的方法.....	82

4.4.2	数据抽象.....	84
4.4.3	概念模型设计的步骤.....	86
4.4.4	概念模型设计案例：学院教学管理数据库.....	91
4.5	逻辑结构设计.....	97
4.5.1	概念模型向关系模型的转换.....	98
4.5.2	关系模式的优化.....	100
4.5.3	设计用户子模式.....	101
4.5.4	逻辑结构设计案例：学院教学管理数据库.....	102
4.6	数据库的物理设计.....	104
4.6.1	物理设计的内容.....	104
4.6.2	索引设计.....	105
4.6.3	聚簇设计.....	106
4.6.4	物理设计案例：学院教学管理数据库.....	108
4.7	数据库的实施与维护.....	109
4.7.1	数据库实施.....	109
4.7.2	数据库运行维护.....	111
4.8	小结.....	112
	思考题.....	112

第5章 关系数据库标准语言 SQL114

5.1	SQL 概述.....	114
5.1.1	SQL 的特点.....	114
5.1.2	SQL 的数据类型.....	116
5.2	数据定义.....	117
5.2.1	定义、删除与修改基本表.....	117
5.2.2	建立与删除索引.....	121
5.3	查询.....	122
5.3.1	SELECT 语句的一般格式.....	122
5.3.2	单表查询.....	123
5.3.3	连接查询.....	134
5.3.4	嵌套查询.....	139
5.3.5	集合查询.....	144
5.4	数据更新.....	145
5.4.1	插入数据.....	145
5.4.2	修改数据.....	147
5.4.3	删除数据.....	148

5.5	视图.....	149
5.6	数据控制.....	156
5.6.1	授权.....	156
5.6.2	收回权限.....	158
5.7	小结.....	159
	思考题.....	159
第6章	数据库保护	160
6.1	数据库的恢复.....	160
6.1.1	事务的概念.....	160
6.1.2	事务的性质.....	161
6.1.3	故障类型和恢复方法.....	162
6.1.4	恢复的基本原则和实现方法.....	163
6.1.5	运行记录优先原则.....	165
6.1.6	SQL 中的恢复操作	166
6.2	数据库的并发控制.....	166
6.2.1	数据库并发操作带来的问题.....	167
6.2.2	排他型封锁.....	168
6.2.3	活锁与死锁.....	168
6.2.4	共享型封锁.....	170
6.2.5	两段封锁法.....	170
6.3	数据库的完整性.....	171
6.3.1	完整性子系统.....	171
6.3.2	完整性规则.....	171
6.3.3	SQL 中的完整性约束	172
6.4	数据库的安全性.....	174
6.4.1	安全性级别.....	174
6.4.2	权限.....	175
6.4.3	权限的转授与回收.....	175
6.4.4	SQL 中的安全性控制	176
6.4.5	数据加密法.....	177
6.4.6	自然环境的安全性.....	178
6.5	小结.....	178
	思考题.....	179
第7章	SQL Server 数据库管理系统简介	180
7.1	SQL Server 配置管理器.....	180
7.1.1	服务管理.....	181

7.1.2	网络配置及协议.....	182
7.1.3	客户端配置.....	183
7.2	SQL Server Management Studio.....	184
7.2.1	启动 SSMS	184
7.2.2	SQL Server 集成服务	186
7.2.3	SQL Server Profiler.....	186
7.2.4	sqlcmd	188
7.2.5	PowerShell	188
7.2.6	联机丛书.....	188
7.3	小结.....	189
	思考题.....	189
第 8 章	数据库与数据表	190
8.1	创建数据库.....	190
8.1.1	用 T-SQL 命令创建数据库.....	190
8.1.2	查看数据库信息.....	192
8.2	管理数据库.....	193
8.2.1	打开数据库.....	193
8.2.2	增加数据库容量.....	194
8.2.3	查看及修改数据库的选项设定.....	196
8.2.4	压缩数据库容量.....	198
8.2.5	更改数据库名称.....	198
8.2.6	数据库的删除.....	198
8.3	数据库中数据表的操作.....	200
8.3.1	SQL Server 的数据类型.....	200
8.3.2	创建数据表.....	204
8.3.3	修改表的结构.....	207
8.3.4	删除表的定义.....	207
8.4	小结.....	208
	思考题.....	208
第 9 章	SQL Server 的高级应用	209
9.1	T-SQL 程序设计.....	209
9.1.1	T-SQL 程序结构.....	210
9.1.2	常量与变量.....	211
9.1.3	运算符.....	215
9.1.4	流控制命令.....	217
9.1.5	常用函数.....	223

9.1.6 游标.....	229
9.2 存储过程.....	234
9.2.1 存储过程概述.....	234
9.2.2 创建和执行存储过程.....	236
9.2.3 查看存储过程.....	252
9.2.4 修改存储过程.....	254
9.2.5 删除存储过程.....	256
9.3 用户定义函数.....	258
9.3.1 用户定义函数概述.....	258
9.3.2 创建和执行用户定义函数.....	259
9.3.3 查看用户定义函数.....	265
9.3.4 修改用户定义函数.....	267
9.3.5 删除用户定义函数.....	268
9.4 触发器.....	270
9.4.1 触发器概述.....	270
9.4.2 创建触发器.....	272
9.4.3 查看触发器.....	282
9.4.4 修改触发器.....	284
9.4.5 删除触发器.....	286
9.6 小结.....	287
思考题.....	287
第10章 SQL Server 的安全管理	289
10.1 SQL Server 安全认证模式.....	289
10.1.1 身份验证.....	290
10.1.2 权限认证.....	291
10.1.3 设置安全验证模式.....	291
10.2 服务器管理的安全性.....	292
10.2.1 服务器管理安全性概述.....	292
10.2.2 服务器角色.....	295
10.2.3 管理数据库的用户.....	296
10.3 管理权限.....	300
10.3.1 SQL Server 的权限.....	300
10.3.2 权限设置.....	301
10.4 应用程序的安全管理.....	302
10.5 小结.....	304
思考题.....	304

第 11 章 备份与还原	305
11.1 备份与还原概述.....	305
11.1.1 备份与还原需求分析.....	305
11.1.2 数据库备份的基本概念.....	306
11.1.3 数据库还原的概念.....	306
11.2 备份操作和备份命令.....	306
11.2.1 创建备份设备.....	306
11.2.2 备份命令.....	309
11.2.3 使用 SSMS 进行备份.....	310
11.2.4 使用备份向导进行备份.....	312
11.3 还原操作与还原命令.....	314
11.3.1 检查点.....	314
11.3.2 数据库的还原命令.....	315
11.3.3 使用 SSMS 还原数据库.....	316
11.4 小结.....	319
思考题.....	320
参考文献	321

第1章 数据库系统概论

【学习目的与要求】

本章介绍数据库系统的一些基本概念，通过学习，要求达到下列目的。

- 理解数据库系统的基本概念：数据、信息、数据库、数据库管理系统和数据库系统。
- 了解数据处理技术各个发展阶段的不同特点。
- 掌握数据模型的基本概念，理解什么是概念模型及概念模型的表示方法。重点掌握的概念有关系模型、E-R 数据模型和 E-R 数据模型向关系模型的转化方法。
- 掌握数据库系统的模式结构，熟悉数据库系统的独立性。
- 了解数据库系统的体系结构，了解数据库技术的研究领域和发展趋势。

数据库技术的产生使计算机应用进入了一个新的时期，社会的各个领域都与计算机发生了联系。数据库技术聚集了数据处理最精华的思想，数据库成为管理信息最先进的工具。

随着互联网的快速发展，目前数据库已经成为几乎所有企业和组织的信息的基本组成部分。例如，当访问一个银行网站，检索账户余额和交易信息时，实际上这些信息就来自银行的数据库系统；当查询某产品信息时，产品信息来自该产品的数据库系统；当在网络上查询某人的基本资料时，该人的信息来自某单位的人事管理系统；当访问在线书店，浏览书目或听音乐时，实际上访问的是存储在某个数据库中的数据。现在很多的用户界面隐藏了访问数据库的细节，很多人甚至没有意识到这是在与一个数据库打交道。

数据库的应用非常广泛，其中，具有代表性的应用如下。

学校：用于存储学生的信息、课程注册和成绩信息。

银行业：用于存储客户的信息、账户、贷款及银行的交易记录信息。

航空业：用于存储订票和航班信息。

电信业：用于存储通话记录，产生每月账单，维护预付电话卡的余额和存储通信网络的信息。

金融业：用于存储股票、债券等金融票据的持有、出售和买入信息。

销售业：用于存储客户信息、产品和购买信息。

制造业：用于管理供应链，跟踪工厂中产品的产量，管理仓库（或商店）中产品的详细清单及产品订单的信息。

人力资源：用于存储员工的基本资料、工资、所得税和津贴信息，并产生工资单。

信用卡：用于记录信用卡的消费情况和产生每月清单信息。

1.1 数据库系统概述

在我们的生活中，数据库已经无处不在。因此在介绍数据库技术之前，先简单介绍数据、信息与数据处理三个重要的概念。

1.1.1 数据、信息与数据处理

数据就是对客观事物的一种反映或描述，它是用一定方式记录下来的客观事物的特征。数据是数据库中存储的基本对象。例如，某学生的学号、姓名、性别、出生日期、地址、成绩等，都是反映该学生基本状况的数据，它们是学生信息数据库的基本对象。数据的形式可以是文字、数值、图形、声音、视频等。

信息是为了某个目的从相关数据中提取的有价值、有意义的相关内容。例如，从成绩这个数据，可以得到该学生是否可以获得奖学金等信息。数据是承载信息的物理符号（或称为载体），而信息是数据的内涵。二者的区别是：数据可以表示信息，但不是任何数据都能表示信息，同一数据也可以有不同的解释。信息是抽象的，同一信息可以有不同的数据表示方式。

数据处理是将数据转换成信息的过程。这个过程主要是指对所输入的数据进行加工整理，包括对数据的收集、存储加工、分类、检索、传播等一系列活动。其目的就是大量的、已知的数据出发，根据事物之间的固有联系和运动规律，采用分析、推理、归纳等手段，提取对人们有价值、有意义的信息，作为某种决策的依据。

我们可以用图 1-1 简单地表示出数据和信息的关系。从图 1-1 可以看到，只有经过了数据处理的数据才有可能成为信息。注意，数据与信息的概念是相对的，而不是绝对的。

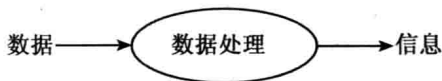


图 1-1 数据和信息的关系

1.1.2 数据库系统的概念

数据库系统（DataBase System, DBS）是指一个完整的、能为用户提供信息服务的系统。数据库系统是引进数据库技术后的计算机系统，它实现了有组织地、动态地存储大量相关数据的功能，提供了数据处理和信息资源共享的便利手段。而数据库技术是一门研究数据库结构、存储、管理和使用的软件技术。下面介绍几个相关概念。

数据库（DataBase, DB）是以一定的数据模型组织和存储的、能为多个用户共享的、独立于应用程序的、相互关联的数据集合，或者可以理解为它是一个存储数据的“仓库”。

数据库本身不是独立存在的，它是数据库系统的一部分。在实际应用中，人们常面对的是数据库系统。

数据库管理系统（DataBase Management System, DBMS）是处理数据库访问的软件，可以把它看成是操作系统的一个特殊用户，向操作系统申请所需的软硬件资源，并接受操作系统的控制和调度。DBMS 提供数据库的用户接口。目前常用的 DBMS 有 Foxpro、SQL Server 2012、Oracle 和 Infomix 等。只有在计算机上配置了 DBMS，才能建立所需的数据库。DBMS 是数据库系统的核心部分，主要提供一个可以方便地、有效地存取数据库信息的环境。

数据库应用系统是指系统开发人员利用数据库资源开发出来的、面向某一类信息处理问题而建立的软件系统。例如，学生信息管理系统、人事管理系统等。

1.1.3 数据管理技术的发展

从最早的商用计算机起，数据处理就一直推动着计算机技术的发展。事实上，数据处理自动化早于计算机的出现。Hollerth 发明的穿孔卡片，早在 20 世纪初就用于记录美国的人口普查数据，且用机械系统来处理这些卡片并列出现果。穿孔卡片后来被广泛作为将数据输入计算机的一种手段。

数据处理的核心问题就是数据管理。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的发展而不断发展，大致经历了以下几个阶段：人工管理阶段、文件系统阶段、数据库系统阶段、分布式数据库系统阶段和面向对象的数据库系统阶段。

1. 人工管理阶段

20 世纪 50 年代以前，人们把计算机当成一种计算工具，主要用于科学计算。这一时期就是我们所说的数据的人工管理阶段。通常的办法是：用户针对某个特定的求解问题，首先确定求解的算法；然后利用计算机系统所提供的编程语言，直接编写相关的计算程序；最后将程序和相关的数据库通过输入设备送入计算机，计算机处理完后输出用户所需的结果。不同的用户针对不同的求解问题，均要编写各自的求解程序，整理各自程序所需的数据，数据的管理完全由用户自己负责。

这一时期数据管理的特点是数据与程序不具有独立性。数据由程序自行携带，这就使程序严重依赖数据。如果数据类型、格式，或者数据量、存取方法、输入/输出方式等发生变化，程序就要做出相应修改。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。此阶段还有大量的数据冗余。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。人工管理

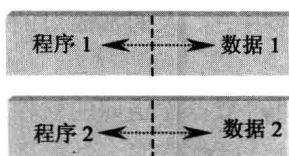


图 1-2 人工管理阶段程序
与数据的关系

阶段的程序与数据的关系如图 1-2 所示。由图 1-2 可知，该阶段的数据在程序内部，程序和数据之间是一一对应的。

2. 文件系统阶段

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。为了方便用户使用计算机，提高计算机系统的使用效率，产生了以操作系统为核心的系统软件，以有效地管理计算机资源。文件是操作系统管理的重要资源之一，而操作系统提供了文件系统的管理功能。在文件系统中，数据以文件形式组织与保存。文件是一组具有相同结构的记录的集合。记录是由某些相关数据项组成的。数据组织成文件后，就可以与处理它的程序相分离而单独存在。数据按其内容、结构和用途的不同，可以组织成若干不同命名的文件。文件一般为某一用户（或用户组）所有，但也可供指定的其他用户共享。文件系统还为用户程序提供了一组对文件进行管理与维护的操作或功能，包括对文件的建立、打开、读/写和关闭等。应用程序可以调用文件系统提供的操作命令来建立和访问文件，应用系统就成了用户程序与文件之间的接口。在这一阶段，程序和数据间的关系如图 1-3 所示。

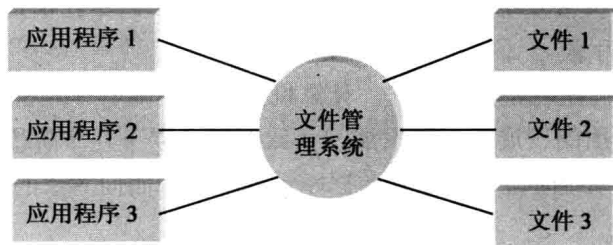


图 1-3 文件系统阶段应用程序与数据的关系

用户在设计应用程序时，只要按文件系统的要求来建立和使用相应的数据文件，考虑数据的逻辑结构和特征、规定的组织方式与存取方法就行，而不必关心数据的物理存储等各方面的具体细节。这简化了应用程序对数据的直接管理功能，提高了系统的使用效率，对数据的管理也因此进入了所谓的文件系统阶段。这个阶段的数据管理虽然较人工管理阶段迈进了一大步，但它仍有以下弊端。

(1) 应用程序的开发效率低。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。文件系统只提供建立、打开、读/写、关闭等几个低级的文件操作命令，对文件的查询、修改等处理都必须在应用程序内解决，这样就不可避免地导致应用程序功能上的重复设置。

(2) 文件的设计很难满足多种应用程序的不同要求，数据冗余不可避免。在文件系统中，没有维护数据一致性的监控机制，数据的一致性由用户自己维护。这样，在复杂的大型信息系统中，要保证数据的一致性，几乎不可能实现。

(3) 数据独立性差。文件系统中文件结构的设计是面向应用程序的，文件结构的每一处

修改都将导致应用程序的修改，而随着应用环境和需求的变化，文件结构的修改是经常发生的，因此，应用程序的维护工作量很大。

(4) 文件系统一般不支持对文件的并发访问。现在的计算机系统多为多通道程序系统，允许多个应用程序并发运行。但文件系统一般不支持多个应用程序对同一文件的并发访问。典型应用是航空公司的机票自动查询和订票系统，查询通常是询问在某一段时间内，从某个城市飞往另一个城市的航班有什么座位可供选择及机票的价格，数据更新可以是旅客登记航班、分配座位等。而任何时刻都可能会有多个票务代理同时来访问数据文件的某些部分，因此系统必须能够支持这种并发访问，同时要能够避免“两个票务代理同时卖出了同一座位的机票”之类的错误发生。文件系统在这一点上是无能为力的。

(5) 无法对数据进行统一管理。由于数据缺少统一管理，在数据的结构、编码、表示格式、命名及输出格式等方面不容易做到规范化、标准化，在数据的安全保密方面也难以采取有效措施。

这些问题阻碍了数据处理技术的发展，不能满足人们日益增长的信息需求。应用需求和计算机技术的发展促使人们研究新的数据管理技术，因此，数据库技术就应运而生了。

3. 数据库系统阶段

从 20 世纪 60 年代后期开始，计算机应用于管理的规模更加庞大，需要计算机管理的数据急剧增长，对数据共享的要求也与日俱增。随着大容量磁盘系统的使用，计算机联机存取大量数据成为可能；软件价格相对上升，硬件价格相对下降，使独立开发系统和维护软件的成本增加，文件系统的管理方法已无法满足要求。为了解决独立性问题，实现数据统一管理，最大限度地实现数据共享，必须发展数据库技术。数据库技术为数据管理提供了一种较完善的高级管理方式，它克服了文件系统方式下分散管理的缺点，对所有的数据实行统一、集中管理，使数据的存储独立于它的程序，从而实现数据共享。

数据库是通用化的相关数据的集合，它不仅包括数据本身，而且包括相关数据之间的联系。数据库中的数据通常是整个信息系统全部数据的汇集，面向所有合法用户，其数据结构独立于数据的程序。数据库的建立、使用和维护等操作由专门的软件系统即 DBMS 统一进行。该阶段应用程序与数据的关系如图 1-4 所示。

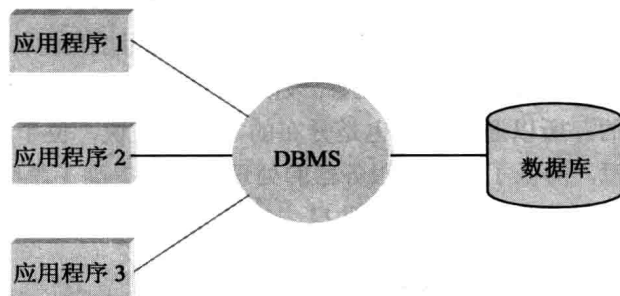


图 1-4 数据库系统阶段应用程序与数据的关系

这个阶段的数据库系统有以下特点。

(1) 从全局观点组织数据。在数据库系统中,对于数据,不仅要描述数据本身,而且要描述数据之间的联系。从整体看,不仅要考虑一个应用的数据结构,更要考虑整个应用的数据结构。数据库系统实现整体数据的结构化,是数据库的一个主要特征。

(2) 实现数据共享,减少数据冗余。数据库从整体角度描述数据,数据是面向整个系统的,因此数据可以被多个用户、多个应用程序共享使用。数据共享可以大大减少数据冗余,节约存储空间,减少存取时间,避免数据之间的不相容性和不一致性,更好地实现数据规范化和标准化。

(3) 采用特定的数据模型,具有较高的数据独立性。在数据库系统阶段,由 DBMS 对数据进行统一管理,用户可以在更高的抽象级别上观察和访问数据,而不必考虑有关文件的建立、打开、读/写、关闭等一些低级操作,也不必关心数据存储和其他实现的具体细节。同时,DBMS 屏蔽了对文件结构所做的一些修改,从而减少了应用程序维护和修改的工作量,提高了数据的独立性。

(4) 有统一的数据控制功能。数据库是系统中各用户的共享资源,因此系统必须提供数据的安全性、完整性和并发性等控制机制。这些在文件系统中难以实现的功能在 DBMS 中都一一实现了。数据安全性访问控制能保护数据不被非法使用,且能防止数据库被非法使用而造成数据的泄密和破坏。完整性控制能保证数据的正确性、有效性和相容性,在发生故障的情况下能实现数据一致性的恢复功能。并发控制能使用与不同类型用户交互的多用户界面,保证并发访问时的数据一致性。

目前,数据库系统的使用非常广泛。

4. 分布式数据库系统阶段

20 世纪 70 年代后期,随着计算机硬件系统与通信系统的发展,分布式数据库应运而生,它是数据库技术和计算机网络技术结合的产物。所谓分布式数据库系统是由一组数据组成的,这些数据物理上分布在计算机网络的不同节点(也称为场地)上,逻辑上则属于同一个系统。分布式数据库实质上是指一个数据在多个不同地理位置存储的数据库。数据库的某一部分在一个位置存储和处理,数据库的其他部分在另外一个或多个位置存储和处理。

分布式数据库本身是分布的,能很好地适应一个单位的具体需求,用户可以根据自己的实际需要与能力来构建自己的分布式网络系统。如果经济比较紧张,开始时可以先建立一些节点,以后需要扩大时再增加节点,因此灵活性好,可扩充性强。

由于数据是分布的,所以通常处理也是分布的,也就是说,位于本地计算机上的数据通常由本地计算机处理,降低了对网络服务器的处理要求,提高了整个系统的处理能力。

虽然数据是相关的,要为各个用户所共享,但是异地访问的数据往往比本地访问的数据要少得多,因而减少了通信的开销,提高了系统的性能。

由于数据分布在不同位置的计算机上,若某些计算机出了故障,但其他节点计算机仍可正常工作,因此不会导致整个数据的破坏。如果进一步采用数据冗余技术(例如,将某些重要的数据定期补充到其他节点计算机上),则整个系统还可以具有一定的容错能力。