

面向21世纪高等院校计算机基础教材系列

数据库 技术与应用

贺利坚 李茹 谭瑛 魏怀明 编著
史应文 审阅



中航出版社



北京希望电子出版社

面向21世纪高等院校计算机基础教材系列

数据库 技术与应用

贺利坚 李茹 谭瑛 魏怀明 编著
史应文 审阅

内 容 简 介

本书是山西省教育厅高等院校“面向 21 世纪计算机系列教材规划”项目的成果教材之一，该系列教材由高等院校非计算机专业计算机课程教材组成，可供本科、高职和专科非计算机专业根据计算机课程的设置情况选用。

本书以数据库应用为主线，介绍了数据库系统的基本概念、关系数据库的数据模型、关系数据库管理系统产品、数据库应用系统和 Web 数据库的开发、信息技术在管理中的应用和数据库管理的有关知识。

全书共分为七章，第 1 章介绍数据库的基本知识；第 2 章全面介绍关系数据库，包括关系模型、关系数据库设计、SQL 语言、关系数据库产品等；第 3 章以 SQL Server 为例介绍了数据库管理系统；第 4 章介绍数据库应用系统开发的方法；第 5 章介绍 Web 数据库及其开发技术；第 6 章介绍信息技术在管理中的应用；最后在第 7 章介绍了数据库的管理。每章都附有丰富的习题，以供学习者课后练习、上机操作巩固所学内容。

本书可作为非计算机专业本、专科学生数据库课的教材，也可作为学习数据库原理和数据库开发的参考书。

需要本书的读者，请与北京海淀 083 信箱北京希望电子出版社（邮编 100080）联系。网址：www.bhp.com.cn，E-mail：lxr@bhp.com.cn。电话：010-62520290，62528991，62630301，62524940，62521921，82610344，62521724（图书发行）；010-62650876（门市）；010-62538343（编辑部）。传真：010-62520573。

图书在版编目（C I P）数据

数据库技术与应用 / 贺利坚编著. —北京：中国宇航出版社，2002.7

（面向 21 世纪高等院校计算机基础教材系列）

ISBN 7-80144-436-1

I. 数... II. 贺... 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（2002）第 038588 号

出 版 宇 航 出 版 社

发 行 北京希望电子出版社

社 址 北京市和平里滨河路 1 号（100013）

北京市海淀区知春路 63 号（100080）

经 销 新华书店

发行部 （010）68372924 （010）68373451（传真）

（010）62521724 （010）62520573（传真）

读 者 北京市阜成路 8 号（100830）

服务部 （010）68371105 （010）68522384（传真）

北京市海淀区知春路 63 号卫星大厦三层（100080）

（010）62528991 （010）62520573（传真）

承 印 北京广益印刷有限公司

版 次 2002 年 7 月第 1 版

2002 年 7 月第 1 次印刷

规 格 787×1092

开 本 1/16

印 张 19.25

字 数 431 千字

印 数 1~4 000

定 价 23.00 元

本书如有印装质量问题可与发行部调换

面向 21 世纪高等院校计算机基础教材系列

编委会成员名单

(按姓氏笔划排序)

顾问委员：刘开瑛 刘 璟 李东福 施伯乐 谢克昌

主任委员：左孝凌

副主任委员：陈立潮 陈俊杰 余雪丽 李焕珍 梁吉业 曾建潮

委 员：马尚才 亢临生 左孝凌 刘晓融 陈立潮 陈俊杰

李东生 李济洪 李焕珍 余雪丽 张荣国 张继福

杨 威 贺利坚 段 富 陶世群 梁吉业 曾建潮

谢康林 韩 燮 缪淮扣

序

在高度信息化的 21 世纪,人们越来越认识到信息教育的重要性。人们都迫切希望信息教育能有较大发展。教育信息化也是摆在我们面前的重要任务。教育部明确要求高等教育实行信息化,要求在未来 5 年内实现信息化教育课程的数量达到 15%~30%。信息社会离不开计算机技术,知识经济需要大量的计算机高级人才。我国正在加强计算机的高等教育,正着眼于为新世纪培养高素质的计算机人才,以适应信息社会高速发展的需要。当前,全国各类高等院校都在各专业基础课程计划中增加计算机的课程内容,而作为与计算机科学密切相关的计算机、通信、信息等专业,更是在酝酿着教学的全面改革,以期规划出一整套面向 21 世纪的、具有中国高校计算机教育特色的课程计划和教材体系。

教育部《关于加强高等学校本科教育工作提高教育质量的若干意见》(教字[2001]4 号)文件也强调指出:“要大力提倡编写、引进和使用先进教材。教材的质量直接体现着高等教育和科学研究的发展水平,也直接影响本科教学的质量。高等学校要结合学科、专业的调整,加快教材的更新换代。”

为推动我省高校教学改革,提高教学质量,山西省教育厅重点抓了 21 世纪高等教育教学改革项目,组织并支持了“面向 21 世纪计算机系列教材规划”研究课题。该课题组成员均由山西省主要高校计算机系的专家教授组成。他们有多年的丰富教学经验, also 具有很强的科研能力。该课题的主要目标是密切结合山西省国民经济的需要,优化计算机教材体系结构,力求将国际、国内计算机领域的新概念、新理论、新技术吸收到本系列教材中,编写出具有科学性、先进性、系统性、实用性、实践性很强的教材,经过推广使用,反复修改,不断提高。

“面向 21 世纪计算机系列教材规划”课题以编写非计算机专业的计算机课程、计算机专业的计算机网络课程、计算机软件课程三个系列教材为主要内容,计划在三年内出版 13~16 种书,服务于本科生、专科生、研究生,以及网络学院和软件学院的学生。本课题把研究系列教材的重点放在影响和带动计算机学科发展的网络与软件以及直接推动计算机普及和应用的非计算机专业三个方向上,目的是通过集中优势兵力,加强团队协作,能够在教材建设方面按系列有所突破。相信,本套教材的出版必将对我省的教学改革和教材建设起到很大的推动和示范作用。

山西省教育厅



2002 年 6 月 0 日

前 言

目前数据库技术的发展日渐成熟,数据库应用涉及到了各个行业。除计算机专业外,高等院校很多专业,如管理、经济、财会、电子等,都开设了数据库课。在这门课当中“教什么”的问题始终是一个焦点。要解决这样的问题,需要认真研究数据库技术的发展现状和研究非计算机专业学生学习数据库课程的目的,然后再去确定教学内容。

当前的数据库从数据模型角度讲,关系数据库理论已经非常成熟,面向对象模型羽翼未丰,热点仍在关系数据库;从产品角度讲,各大软件公司的竞争已日趋白热化,Microsoft SQL Server, Oracle, Sybase, Informix 甚至于 Access 这样的桌面数据库都在各个领域争夺客户;从应用角度讲,信息技术应用于管理的基石之一就是数据库技术,且不论数据库在 CAD、地理信息系统等领域的应用,从简单的管理信息系统(MIS)到决策支持系统(DSS),从电子数据处理到数据库与管理紧密结合的企业资源计划(ERP),从基于数据库系统的在线事务处理(OLTP)到基于数据仓库系统的在线分析处理(OLAP),无不体现着数据库应用的生命力;数据库应用系统的结构由单机结构发展到客户机/服务器结构,数据库管理系统(DBMS)与开发工具逐渐分家,形成了开放式的态势。我们的学生必须能够适应这种变化及变化的速度。

在教育部 1997 年下发的《关于加强工科非计算机专业计算机基础教学工作的几点意见》中明确提出,将工科非计算机专业的计算机教学划分为三个层次:第一层次为计算机文化基础,第二层次为计算机技术基础,第三层次为计算机应用基础。第三个层次教学的主要任务是进一步培养学生利用计算机获取信息、处理信息和解决问题的意识与能力,增强学生建构本专业及相关领域中计算机应用系统的能力。第三层次的教学内容包括计算机信息管理基础与多媒体应用基础等。文件还强调非计算机专业的计算机基础课程带有较强的工具性和实用性,应注重培养学生敢用、会用计算机的能力和主动利用计算机分析、解决各种问题的意识,培养学生的自学能力和接受不断涌现的新技术、新方法的能力。

综上所述,结合笔者在教学中的实践,我们将非计算机专业学生学习数据库课的目的确定为以下三点:

(1) 了解数据库技术发展的现状和前景,知道利用数据库现在可以做什么,将来还可以做什么,其发展趋势如何。

(2) 掌握数据库应用的一般知识,包括关系数据库的概念、设计方法和使用方法,能够完成有关数据库的简单应用,尤其是目前比较热门的应用。

(3) 了解数据库应用系统的开发模式,能够以最终用户或项目管理者身份参与项目开发。这样,使学生既学到当今最新的知识,又适应将来的发展。

本书以数据库应用为主线,介绍了数据库系统的基本概念、关系数据库的数据模型、关系数据库管理系统产品(以 Microsoft SQL Server 2000 为例)、数据库应用系统和 Web 数据库的开发、信息技术在管理中的应用,最后介绍了数据库管理的有关知识。全书共分为七章,第 1 章介绍数据库的基本知识;第 2 章全面介绍关系数据库,包括关系模型、关系数据库设计、关系数据库产品、SQL 语言等;第 3 章介绍 SQL Server 数据库;第 4 章介绍数据库应用系统开发的方法;第 5 章介绍 Web 数据库技术;第 6 章介绍信息技术在管理中

的应用；最后在第 7 章介绍了数据库的管理。

本书的特色在于将传统的面向计算机专业的数据库原理部分引入到非计算机专业的教学中来，以数据库的整体概念为重点而不仅仅是以熟练使用数据库为重点。学生要会用数据库技术解决问题，我们理解的“用”有两个层次，首要的层次是“应用”，其次是“使用”。现在的数据库应用越来越复杂，越来越庞大，“应用”能使现在的学生，未来的管理者、其他领域的专家从方案的高度思考问题，这是对非计算机专业人员的最有价值的要求。社会分工是社会进步的体现，不必强求非计算机专业人员成为数据库技术的能手，而应该在数据库应用中发挥其应有的作用，尤其是在系统开发初期和系统运行中，不应该局限于会操作某一个数据库产品去实现某一问题。按照本书的要求，只要对 SQL 语言有了一定的了解，各种可视化的桌面数据库将很容易掌握，会“使用”数据库的要求是能够达到的。经过了这样的思考、讨论，我们做出了有别于目前常见教材的安排。

本书适合非计算机专业本专科学学生 60 学时的教学，学生在学习这门课之前应该按三个层次的要求，了解有关计算机文化方面的知识，能熟练操作计算机，最好至少了解一门高级程序设计语言。根据培养目标和学生的基础不同，以上内容可以作适当的选择和调整。书中带*的部分可作为文科各专业学生的选学内容。下面给出各部分的教学参考学时：

• 第 1 章 绪论	6 学时
• 第 2 章 关系数据库	14 学时
• 第 3 章 SQL Server 数据库	10 学时
• 第 4 章 数据库应用系统开发	10 学时
• 第 5 章 Web 数据库及其开发技术	10 学时
• 第 6 章 信息技术在管理中的应用	6 学时
• 第 7 章 数据库管理	4 学时

本书第 1 章和第 3 章由谭瑛编写，第 2 章和附录由李茹编写，第 4 章和第 7 章由魏怀明编写，贺利坚编写了第 5 章和第 6 章，调试了第 2、3、5 章的所有代码，并对全书进行了统稿，全书由史应文教授审阅。由于作者水平等方面的原因，书中的不足及错误之处，敬请读者批评指正。

为配合本书的发行，出版社还开辟了“《数据库技术与应用》读者反馈和作者答复信息库”。如果在阅读本书的过程中，遇到了问题或产生了想法，请通过 wuting@bhp.com.cn 邮箱或电话 010-82675588-511 与本书的责任编辑联系，我们将及时提供技术支持。

编 者

2002 年 3 月

目 录

第1章 绪 论	1
1-1 数据库技术概述	1
1-1-1 常用术语	1
1-1-2 数据库技术的产生与发展	3
1-1-3 数据库系统的特点	5
1-1-4 数据库技术的应用示例	6
1-1-5 数据库应用软件的开发过程	7
1-2 数据库系统的体系结构	8
1-2-1 数据库体系结构	8
1-2-2 数据库系统体系结构	10
1-3 数据库系统的组成	11
1-4 数据库技术的发展趋势	14
1-4-1 数据模型的发展	15
1-4-2 数据库技术与其他相关技术的结合	16
1-4-3 面向应用领域的数据库新技术	19
1-5 数据库系统举例	20
1-5-1 应用系统的背景	21
1-5-2 软件开发环境	21
1-5-3 硬件环境与网络环境	23
1-5-4 系统分析设计方法	23
习题一	26
第2章 关系数据库	27
2-1 数据模型及其分类	27
2-1-1 数据模型的组成要素	27
2-1-2 概念模型	28
2-1-3 最常用的数据模型	32
2-2 关系数据模型	39
2-2-1 关系数据模型的数据结构	40
2-2-2 关系代数	44
2-2-3 关系数据库的完整性	48
2-3 关系数据库设计	50
2-3-1 规范的数据库设计方法与步骤	50
2-3-2 由 E-R 图向关系模式的转换	52
2-3-3 关系模式优化	54
2-3-4 经验设计	57
2-4 关系数据库标准语言 SQL	61
2-4-1 SQL 概述	61
2-4-2 数据定义	63
2-4-3 数据查询	67
2-4-4 数据更新	84

2-4-5 视图	87
2-5 关系数据库产品	93
2-5-1 Fox 系列数据库	93
2-5-2 ACCESS 数据库	93
2-5-3 ORACLE 数据库	94
2-5-4 Informix 数据库	94
2-5-5 SQL Server 数据库	95
2-5-6 Sybase 数据库	96
习题二	96
第3章 SQL Server数据库	99
3-1 SQL Server 2000概述	99
3-1-1 SQL Server 简介	99
3-1-2 SQL Server 2000 的新特点	99
3-1-3 SQL Server 2000 体系结构	100
3-1-4 SQL Server 2000 的安装	102
3-2 SQL Server 2000的系统组成	104
3-2-1 SQL Server 2000 的系统数据库	104
3-2-2 SQL Server 2000 的系统表	105
3-2-3 SQL Server 2000 的系统存储过程	105
3-3 SQL Server 2000的数据类型	105
3-3-1 SQL Server 系统数据类型	106
3-3-2 用户自定义数据类型	108
3-4 Transact-SQL语言	108
3-4-1 SQL Server 数据库中的新增对象	109
3-4-2 创建数据库对象	109
3-4-3 删除数据库对象	112
3-5 数据库及数据库对象的操作	113
3-5-1 文件和文件组	113
3-5-2 数据库操作	114
3-5-3 表操作	118
3-5-4 视图操作	122
3-5-5 索引操作	125
3-5-6 存储过程	127
3-5-7 触发器	129
3-6 SQL Server 2000编程	131
3-6-1 变量说明	131
3-6-2 流程控制语句	133
3-6-3 其他 Transact-SQL 编程语句及编程结构	137
3-6-4 SQL Server 2000 函数	138
习题三	142
第4章 数据库应用系统开发	143
4-1 数据库系统开发方法	143
4-1-1 数据库应用系统开发过程	143
4-1-2 系统开发方法与技术	149

4-2 客户机/服务器结构.....	153
4-2-1 文件服务器结构	153
4-2-2 客户机/服务器结构	154
4-2-3 三层客户机/服务器结构——浏览器/服务器模型	155
4-3 应用系统中的并发控制.....	157
4-3-1 事务	157
4-3-2 并发控制方法	158
4-3-3 SQL Server 中的并发控制.....	163
4-4 开放式数据库开发.....	165
4-4-1 ODBC	166
4-4-2 定义 ODBC 数据源	167
4-4-3 用 ODBC 访问数据库	168
4-4-4 数据操作对象 ADO	170
4-5 *数据库应用程序开发工具.....	181
4-5-1 用 Visual Basic 开发数据库应用.....	182
4-5-2 用 PowerBuilder 开发数据库应用.....	183
4-5-3 用 Delphi 开发数据库应用.....	188
习题四.....	192
第5章 *Web数据库及其开发技术.....	193
5-1 Web数据库概述.....	193
5-1-1 Web 中的基本概念	193
5-1-2 静态网页与动态网页.....	197
5-2 动态网站开发.....	197
5-2-1 三层 Web 模型	197
5-2-2 动态网站开发技术.....	198
5-2-3 网站开发过程与环境.....	200
5-3 ASP概述	201
5-3-1 ASP 的运行环境	201
5-3-2 Active Server Pages 的特点	203
5-3-3 理解 ASP 动态页面	203
5-3-4 VBScript 脚本语言	204
5-3-5 通过表单交互	208
5-3-6 ASP 的内建对象	211
5-4 Web数据库实现.....	215
5-4-1 ASP 使用数据库的方法	215
5-4-2 以表格形式显示记录.....	217
5-4-3 分页显示	218
5-4-4 查询数据库	221
5-4-5 更新数据库	222
习题五.....	226
第6章 信息技术在管理中的应用	227
6-1 从企业管理信息系统到决策支持系统	227
6-1-1 电子数据处理	227
6-1-2 管理信息系统	228

6-1-3 MRP 和 MRP II	230
6-1-4 ERP	231
6-1-5 电子商务	235
6-1-6 决策支持系统	236
6-2 数据仓库	239
6-2-1 数据仓库的定义	239
6-2-2 OLAP 与数据仓库的组织	240
6-2-3 数据仓库系统	243
6-2-4 数据仓库的实施	245
6-2-5 数据仓库的主流厂商及产品	246
6-3 数据挖掘	248
6-3-1 数据挖掘的基本概念	248
6-3-2 数据挖掘的任务	251
6-3-3 数据挖掘方法	255
6-3-4 数据挖掘工具	257
6-4 数据仓库建设案例——Sybase构建招行数据仓库	258
习题六	260
第7章 数据库管理	261
7-1 DBA的职责	261
7-2 数据库安全管理	263
7-2-1 安全性控制的方法	263
7-2-2 SQL Server 中数据库的安全	267
7-3 数据库恢复	273
7-3-1 备份的策略	274
7-3-2 恢复的策略	275
7-3-3 SQL Server 中的备份与恢复	277
7-4 数据安全案例介绍	280
习题七	282
附录 实验指导	283
实验1 数据库系统设计	284
实验2 关系数据模型的设计	285
实验3 数据库的定义实验	285
实验4 数据库中的基本操作	286
实验5 SQL语言	287
实验6 数据库中其他对象的定义及操作	287
实验7 数据库管理	288
实验8 *应用系统开发实验	289
参考文献	290

第1章 绪 论

数据库技术是数据管理的最新技术，是计算机科学与技术的重要分支。信息技术的发展极大地推动了社会的进步和发展，信息资源已成为社会各行各业的重要资源和财富。作为实施有效信息处理的信息系统已成为一个企业或组织生存和发展的重要基础条件。由于数据库技术是信息系统的核心和基础，因而得到快速的发展和越来越广泛的应用。数据库技术可以为各种不同用户提供及时的、准确的、相关的信息，满足这些用户的各种不同的需要。

本章 1-1 节对数据库技术进行了概述，1-2 节和 1-3 节介绍了数据库系统的体系结构与组成，1-4 节从模型、技术与应用等方面介绍了数据库技术的发展趋势，1-5 节以一个实例介绍了一个数据库系统的概貌。

1-1 数据库技术概述

在系统地介绍数据库技术的基本概念之前，首先介绍一些与数据库技术相关的常用术语。

1-1-1 常用术语

1. 数据

数据 (Data) 是关于人、地点、行为或事件的事实。数据的种类很多，如文字、图形、图像、声音、语言等，这些都是数据。因此，也有人把数据定义为描述事物的符号记录。

数据的形式有时还不能完全表达其内容，需要经过解释。因而数据与数据的解释是不可分的，数据的解释是指对数据含义的说明，数据的含义定义为数据语义。

2. 信息

信息 (Information) 通常定义为经过加工处理后的数据。信息与原始资料同样重要，原始资料需要加工处理才能成为有用的信息。由于信息在决策过程中具有决定性作用，因而它的产生、使用和管理需要一个精心建造的环境，这个环境就是信息系统，由人、硬件、软件组成，如图 1-1 所示。

信息是构成一定含义的一组数据，所以，数据和信息都是客观事物的反映，反映了人们对事物的认识。数据是信息的载体，信息则是数据加工的结果，是对数据的解释。信息与数据间的关系如图 1-2 所示。

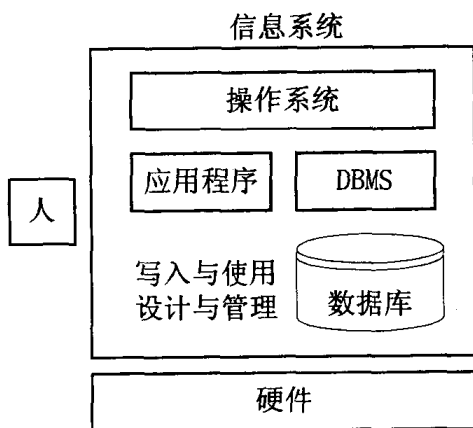


图 1-1 信息系统

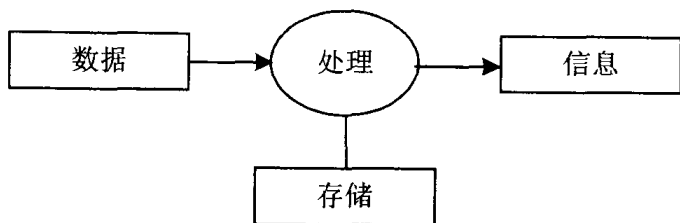


图 1-2 数据与信息的关系

计算机系统的每项操作，均是对数据进行某种处理。数据输入计算机后，经存储、传送、排序、计算、转换、检索、制表及仿真等操作，输出人们需要的结果，亦即产生信息。

3. 数据库

数据库（DataBase，简称 DB）是长期存储在计算机外存上的、有结构的、可共享的数据集合。数据库中的数据按一定的数据模型描述、组织和储存，具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性，可为各种用户共享。

4. 数据库管理系统

数据库管理系统（DataBase Management System，简称 DBMS）是科学地组织和存储数据、有效地获取和维护数据的系统软件。它是位于用户和操作系统之间的一层数据管理软件，其主要功能包括以下几个方面：

- 数据定义功能——DBMS 提供数据定义语言（Data Definition Language，简称 DDL），用户可用 DDL 对数据库中的数据对象进行定义。
- 数据操纵功能——DBMS 提供数据操纵语言（Data Manipulation Language，简称 DML），以供用户实现对数据库的基本操作，如查询、插入、删除和修改等。
- 数据库的运行管理功能——为了保证数据的安全性、完整性、多用户对数据的并发使用等，数据库的建立、运行与维护必须在 DBMS 的统一管理和统一控制下进行。
- 数据库的建立与维护功能——包括初始数据的输入与转换功能，数据库的转存与恢复功能；数据库的重组功能和性能监视与分析功能等。

数据库管理系统的主要成份如图 1-3 所示。

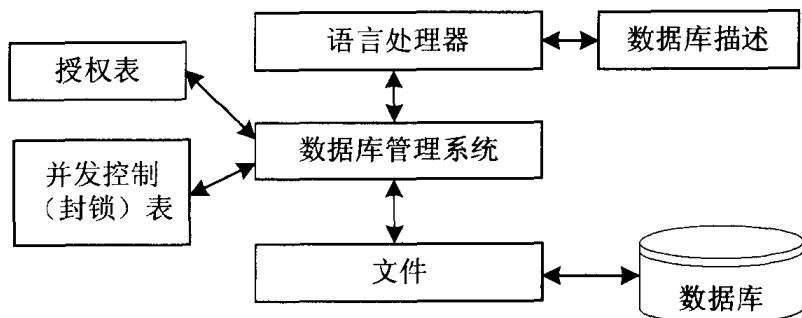


图 1-3 数据库管理系统的主要成份

5. 数据库系统

数据库系统（DataBase System，简称 DBS）是由数据库、数据库管理系统、应用系统、

数据库管理员和用户构成的人—机系统。数据库管理员(DataBase Administrator, 简称 DBA)是专门从事数据库建立、使用和维护的工作人员。数据库系统的组成及其作用将在下一节详细讨论。

1-1-2 数据库技术的产生与发展

数据库技术是应数据管理任务的需求而产生的。而数据管理技术经历了人工管理、文件管理和数据库系统等三个阶段, 表 1-1 给出了数据管理三个阶段的比较。

表 1-1 数据管理三个阶段的比较

		人工管理	文件管理	数据库管理
背景	应用背景	科学计算	科学计算、管理	大规模管理
	硬件背景	无直接存取存储设备	磁盘、磁鼓	大容量磁盘
	软件背景	没有操作系统	有文件系统	有数据库管理系统
	处理方式	批处理	联机实时处理、批处理	联机实时处理、分布处理、批处理
特点	数据的管理者	用户	文件系统	数据库管理系统
	数据面向的对象	某一应用程序	某一应用	现实世界
	数据的共享程度	无共享, 冗余度极大	共享性差, 冗余度大	共享性高, 冗余度小
	数据的独立性	不独立, 完全依赖于程序	独立性差	具有高度的物理独立性和一定的逻辑独立性
	数据的结构化	无结构	记录内有结构, 整体无结构	整体结构化, 用数据模型描述
	数据控制能力	应用程序自己控制	应用程序自己控制	由数据库管理系统提供数据安全性、完整性、并发控制和恢复能力

1. 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期以前, 计算机的软硬件还很不完善。硬件存储设备只有磁带、卡片和纸带, 软件方面还没有操作系统, 因而当时的计算机主要用于科学计算。在这个阶段, 由于没有进行数据管理的软件系统, 程序员在程序设计时不仅要规定数据的逻辑结构, 还要设计其存取、输入/输出等物理结构。当数据的物理组织或计算机存储设备改变时, 用户程序就必须重新编制。由于数据的组织面向应用, 不同的应用程序之间无法共享数据, 因此, 使得不同的应用程序之间存在大量的重复数据, 应用程序间的数据一致性很难保证与维护。总之, 人工管理数据具有如下特点:

- 数据不保存。
- 应用程序管理数据。
- 数据不共享。

- 数据不具有独立性。
- 数据处理方式是批处理。

在人工数据管理阶段，应用程序与数据间的关系如图 1-4 所示。

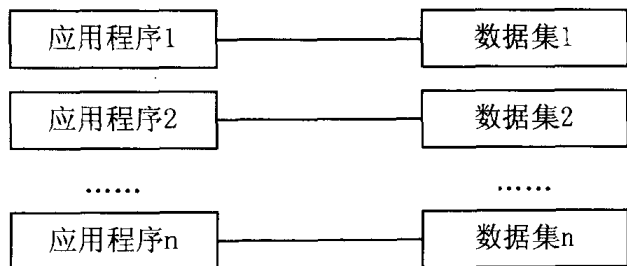


图 1-4 人工数据管理阶段应用程序与数据间的对应关系

2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代中期至 60 年代中期，在硬件方面，由于大容量存储设备（如磁盘、磁带等）的出现，推动了软件技术的发展；在软件方面，操作系统的出现标志着数据管理进入了一个新的阶段。数据以文件为单位存储在外存上，由操作系统统一管理，操作系统为用户使用文件提供了友好的界面。在这一阶段，由于操作系统的文件管理功能，使得文件的逻辑结构与物理结构脱钩、程序与数据分离，这样，数据与程序就有了一定的独立性。用户的应用程序与数据文件可分别存放在外存储器上，不同应用程序可以共享一组数据，实现了数据以文件为单位的共享。

但是，由于数据的组织仍然是面向应用程序，所以存在大量的数据冗余，而且数据的逻辑结构很难修改与扩充。数据逻辑结构的任何一点微小改变，都会影响到应用程序。另外，由于数据文件间相互独立，因而它们不能反映现实世界中数据间的联系。总之，用文件系统管理数据具有如下特点：

- 数据可以长期保存。
- 由文件系统管理数据。
- 数据共享性差，冗余度大。
- 数据独立性差。

文件系统中应用程序与数据的关系如图 1-5 所示。

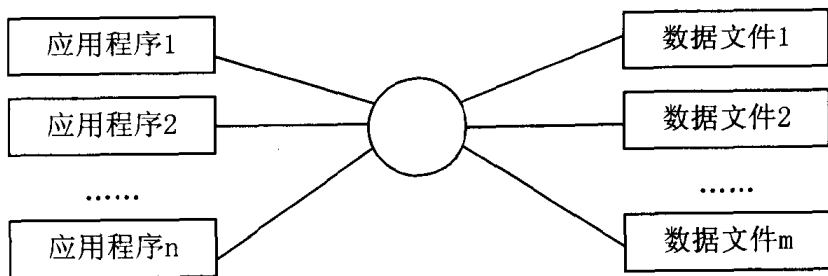


图 1-5 文件系统中应用程序与数据的关系

3. 数据库系统阶段

20 世纪 60 年代末, 在硬件方面, 开始出现了具有数百兆字节容量、价格低廉的磁盘; 在软件方面, 操作系统已开始成熟, 程序设计语言的功能更加强大, 操作和使用更加方便。这些硬件与软件技术为数据库技术的发展提供了良好的基础。从现实需求来看, 数据量急剧增加, 对数据的管理和分析需求力度加大, 人们对数据管理技术提出了更高的要求, 希望面向企业或部门以数据为中心组织数据, 减少数据的冗余, 提供更高的数据共享能力。同时要求程序和数据具有较高的独立性, 当数据的逻辑结构改变时, 不至于影响数据的物理结构, 也不影响应用程序, 以降低应用程序的开发与维护费用。数据库技术正是在这样一个环境下发展起来的。

文件系统阶段向数据库系统阶段转变以下列三件大事为标志:

(1) 1968 年, IBM 公司推出了商品化的基于层次模型的信息管理系统 (Information Management System, IMS)。IMS 是一种宿主语言系统。某种宿主语言加上数据操纵语言就组成了 IMS 的应用系统。

(2) 1969 年, 美国 CODASYL (Conference on Data System Language, 数据系统语言协商会) 组织下属的 DBTG (DataBase Task Group, 数据库任务组) 发布了一系列研究数据库方法的 DBTG 报告, 该报告奠定了网状数据模型的基础。

(3) 1970 年, IBM 公司的研究人员 E.F.Codd 连续发表论文, 提出了关系模型, 奠定了关系型数据库管理系统的基础。目前, 广为流行的关系型数据库系统的理论基础仍然是关系理论。

数据库管理系统克服了传统的文件管理方式的缺陷, 提高了数据的一致性、完整性, 减少了数据冗余。数据库系统阶段应用程序与数据间的关系如图 1-6 所示。在这种管理方式下, 许多应用程序可以在数据库管理系统的控制下共享数据库中的数据。

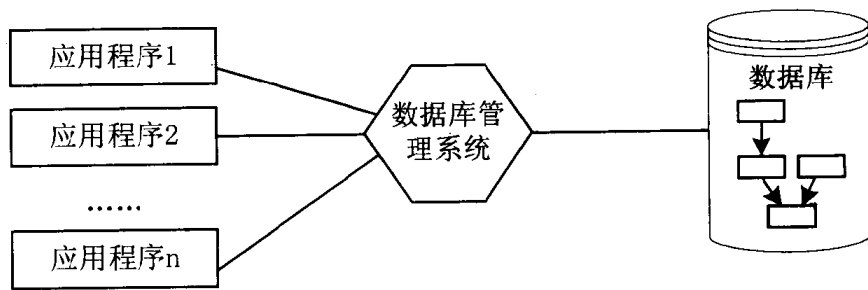


图 1-6 数据库系统阶段应用程序与数据的关系

与传统的文件系统相比, 数据库系统阶段具有明显的优点, 从文件系统到数据库系统, 标志着数据管理技术的飞跃。下面将对数据库系统的特点进行详细讨论。

1-1-3 数据库系统的特点

与人工管理和文件管理相比, 数据库系统具有下列一些特点:

- (1) 面向企业或部门, 以数据为中心组织数据, 形成综合性的数据库为各应用共享。
- (2) 使用复杂的数据模型表示结构。在数据库系统中, 数据模型不仅描述数据本身的

特征, 而且还要描述数据之间的联系。这种联系通过存取路径来实现。通过所有存取路径表示自然的数据联系是数据库系统与传统的文件系统间的本质差别。这样, 所要管理的数据不再面向特定的某个或某些应用, 而是面向整个应用系统, 因此大大降低了数据冗余度, 实现了数据共享。

(3) 程序和数据具有较高的独立性。数据库系统通过提供两个层次的映像功能, 使数据的物理结构独立于全局逻辑结构。使数据的全局逻辑结构独立于应用程序。当数据的物理组织或存储设备改变时, 不影响全局逻辑结构, 而当数据的全局逻辑结构改变时, 有可能不用改变应用程序。

(4) 为用户提供了方便的接口。在数据库系统中, 用户可以非常方便地使用查询语言, 如 SQL, 或实用程序命令操作数据库中的数据, 也可以使用编程方式, 如在高级程序设计语言中嵌入查询语言, 操作数据库。

(5) 提供了完整的数据管理与控制功能。这些功能包括并发性、完整性、可恢复性、安全性和审计性等。并发性就是允许多个用户或应用程序同时操作数据库中的数据, 而数据库依然保证为这些用户或应用程序提供正确的数据。完整性就是始终包含正确的数据, 例如, 通过完成完整性的规则可以使数据值限制在指定的范围内。可恢复性是指在数据库遭到破坏后, 系统有能力把数据库恢复到最近某个时刻的正确状态。安全性是指只有指定的用户才能使用数据库中的数据和执行允许的操作。审计性是指系统可以自动记录所有对数据库和数据的操作, 以便跟踪和审计数据库系统的所有操作。

(6) 提高了系统的灵活性。对数据库中数据的操作既可以以记录为单位, 也可以以记录中的数据项为单位。例如在 SQL 语言中可以使用 SELECT 语句指定记录或记录中的数据项。

数据库系统的出现使得信息系统从以加工数据的程序为中心转向围绕共享的数据库为中心的新阶段。这样既有利于数据的集中管理, 又有利于应用程序的开发与维护, 从而提高了数据的利用率与相容性, 提高了决策的可靠性。目前, 数据库已经成为现代信息系统不可分离的重要组成部分。具有数以百万甚至数百亿字节信息的数据库已经普遍存在于科学技术、工业、农业、商业、服务业和政府部门的信息系统中。

1-1-4 数据库技术的应用示例

如前所述, 数据库技术已广泛应用于各行各业, 可以毫不夸张地讲, 几乎所有的计算机应用系统均在使用数据库技术。下面通过介绍几个数据库系统应用的典型示例, 使读者对数据库技术有一个感性认识。

1. 超市的销售业务系统

由于其种类繁多的商品、较低的价格和选物的便利, 超市已逐渐成为人们购物的最佳选择。数据库技术作为超市的重要技术支持, 发挥着非常重要的作用。在超市的销售业务系统中, 主要的数据有如下几项。

- 销售信息: 连锁店、顾客、商品、数量、总价、时间等。
- 商品信息: 商品名称、类型、摆放位置、供应商、数量、单价等。