

重点大学 计算机基础课程教材

数据库系统原理与应用

徐保民 杨铨玖 胥爱军 编著



清华大学出版社 · 北京交通大学出版社

重点大学计算机基础课程教材

数据库系统原理与应用

徐保民 杨铨玖 胥爱军 编著

清华大学出版社

北京交通大学出版社

·北京·

内 容 简 介

数据库技术是信息系统的一个核心技术。本书系统地讲述了数据库系统的基本原理及其应用。主要内容包
括：数据库系统概述、关系模型、SQL 语言、关系数据库理论、数据库安全与保护、数据库设计、SQL
Server 2000 数据库管理系统和 Web 数据库应用系统。

本书内容丰富、语言通俗易懂，注重理论与实践相结合，可作为高等院校计算机或相关专业数据库课
程的教材。

版权所有，翻印必究。举报电话：010-62782989 13501256678 13801310933

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。

本书防伪标签采用特殊防伪技术，用户可通过在图案表面涂抹清水，图案消失，水干后图案复现；或将表
面膜揭下，放在白纸上用彩笔涂抹，图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目 (CIP) 数据

数据库系统原理与应用 / 徐保民, 杨铨玖, 胥爱军编著. — 北京: 清华大学出版社; 北京
交通大学出版社, 2005.10

(重点大学计算机基础课程教材)

ISBN 7-81082-600-X

I. 数… II. ①徐… ②杨… ③胥… 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 (2005) 第 093203 号

责任编辑: 谭文芳

出版者: 清华大学出版社 邮编: 100084 电话: 010-62776969 <http://www.tup.com.cn>

北京交通大学出版社 邮编: 100044 电话: 010-51686414 <http://press.bjtu.edu.cn>

印刷者: 北京东光印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 14.5 字数: 368 千字

版 次: 2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-81082-600-X / TP·222

印 数: 1~5 000 册 定价: 21.00 元

本书如有质量问题, 请向北京交通大学出版社质检组反映。对您的意见和批评, 我们表示欢迎和感谢。

投诉电话: 010-51686043, 51686008; 传真: 010-62225406; E-mail: press@center.bjtu.edu.cn。

《重点大学计算机基础课程教材》

编 委 会

(排名不分先后)

吴文虎 (清华大学)

黄刘生 (中国科学技术大学)

叶晓风 (南京大学)

阮秋琦 (北京交通大学)

谢柏青 (北京大学)

郑 骏 (华东师范大学)

施伯乐 (复旦大学)

管会生 (兰州大学)

钱 能 (浙江工业大学)

谢步赢 (同济大学)

朱 敏 (东南大学)

汪 卫 (复旦大学)

杨小平 (中国人民大学)

李丽娟 (湖南大学)

王立福 (北京大学)

何炎祥 (武汉大学)

王行恒 (华东师范大学)

马建峰 (西安电子科技大学)

衷克定 (北京师范大学)

薛永生 (厦门大学)

出版说明

进入 21 世纪, 随着国家信息化步伐的加快及各行业信息化进程的不断加速, 社会对专业(非计算机专业)人才的信息技术能力要求越来越高。为了适应社会对专业人才的要求, 全国各高校在重视专业知识培养的同时也非常注重计算机应用能力的训练, 即信息技术能力的培养。计算机应用水平已成为衡量高校毕业生综合素质的突出标志之一。

为此, 各高校加大了使用计算机科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的力度, 从而实现传统学科专业向现代信息社会学科专业的发展与转变。在发挥传统学科专业师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势的同时, 不断更新其教学内容、改革课程体系, 使学科专业的教育与社会信息化发展趋势相适应。计算机基础课程教学在改造传统学科向现代信息社会学科转变起到了至关重要的作用, 学科专业中的计算机基础课程设置、内容体系和教学手段及方法等也具有不同于以前传统学科的鲜明特点。

为了配合各高校现代学科专业(非计算机专业)的建设和发展, 急需出版一批内容新、体系新、方法新、手段新的高水平计算机基础课程教材。但是计算机基础教育的发展只有短短的二十多年时间, 其覆盖的专业门类繁多, 涉及的学校类型各异, 不同的高校在开展计算机基础教育时还存在各自的认识。目前, 非计算机专业的计算机课程教材的建设工作仍滞后于教学改革的实践, 如: 现有的计算机课程教材中有不少内容陈旧, 重理论、轻实践, 不能满足教学计划及课程设置的需要; 一些课程的教材可供选择的品种太少; 一些基础课的教材虽然品种较多, 但低水平重复严重; 有些教材内容庞杂, 书越编越厚; 专业课教材、教学辅助教材及教学参考书短缺, 等等。这些都不利于学生自学能力的提高和全面素质的培养。可见, 高等学校计算机基础教育和教材建设正面临新的形势和任务。

重点大学的教学与科研氛围是培养面向信息社会一流专业人才的基础, 其中教材的使用和建设则是这种氛围的重要组成部分, 一批具有特色优势的非计算机专业的计算机教材作为各重点大学的重点建设项目成果得到肯定。为了展示和发扬各重点大学在非计算机专业上计算机教育的优势, 同时以教材展示各重点大学的优秀教学理念、教学方法、教学手段和教学内容等, 在相关教学指导委员会专家的指导和帮助下, 我们规划并组织出版了本系列教材, 以满足非计算机专业计算机课程教学的需要。

本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本组织原则和特点。

一、强调应用。本系列教材面向非计算机专业学生, 从应用目的出发, 强调计算机在各专业中的应用。在教材内容上坚持基本理论适度, 反映基本理论和原理的综合应用, 强调实践和应用环节。

二、内容新颖。计算机科学和技术的发展日新月异, 本系列教材力求介绍这一领域的新技术、新发展, 放弃对一些过时的概念和使用价值较小的技术的介绍。教材涉及的计算机软件应具有典型性, 在保持通用性的前提下介绍最新版本的特点。

三、体现案例教学。在兼顾基础性和系统性的前提下, 重视教材内容的案例编排, 力求从内容和结构上突出案例教学的要求, 以适应教师指导下学生自主学习的教学模式。

四、实施精品战略，突出重点，保证质量。本系列教材规划的重点在公共基础课和专业基础课的教材建设；特别注意选择并安排了一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订出版，力求逐步形成精品教材；鼓励教师编写体现专业计算机教学内容和课程体系改革成果的教材。

五、依靠一线教师，择优落实。本系列教材的作者全部来自全国各重点大学的一线授课教师。在落实选题和作者时，引入竞争机制，通过申报和进行严格评审后再进行确定。书稿完成后认真实行审稿程序，确保出书质量。

计算机科学与技术的发展突飞猛进，本系列教材也应动态发展。在教材使用过程中，希望广大的读者积极地向我们提出意见与建议，我们将及时改正和更新。

《重点大学计算机基础课程教材》编委会

2005年7月

前 言

数据库是一门研究数据管理的技术，始于 20 世纪 60 年代末，经过 30 多年的飞速发展，已成为计算机信息系统与应用系统的核心技术和基础。目前，作为数据管理的最有效手段，数据库技术已被广泛地应用到社会经济生活各部门。

随着计算机网络的发展，基于计算机网络和数据库技术的信息管理系统、应用系统更是得到了突飞猛进的发展。可以说，掌握数据库技术的基本知识和基本技能已成为计算机及相关专业的必修内容。鉴于此，数据库原理及应用课程已成为计算机及相关专业的重要课程之一。通过本课程的学习，可以使学生掌握数据库的基本理论和设计数据库的基本方法，了解数据库技术的发展动向，为他们将来从事基于数据库技术的应用系统的开发打下坚实的基础。

本书将系统地讲述数据库系统的基本原理、对数据库技术的各个领域进行了深入浅出的剖析，对数据库技术的重点和难点进行了详细的描述，力求做到概念清晰、生动活泼。

全书共 9 章：第 1 章数据库概述，第 2 章数据模型，第 3 章关系数据库的基本理论，第 4 章关系数据库标准语言，第 5 章数据库规范化，第 6 章数据库的设计，第 7 章数据库的保护，第 8 章 SQL Server 2000 数据库管理系统，第 9 章 Web 数据库应用系统概述。

在每章的开始，对该章将要涉及的内容进行了简单的介绍，然后指出了学完本章后应该掌握的重要内容。每章后面都配置有相应的习题，便于加深学生对本章所讲述内容的理解、巩固所学的知识及加强实际动手能力。

参与本书编写的老师，多年来从事数据库原理课程的教学，积累了丰富的教学经验，书中的很多内容都是他们教学经验的总结。本书由徐保民制定编写大纲，并负责统稿和定稿工作。徐保民编写了第 1 章到第 5 章的内容。杨铨玖编写了第 6 章、第 7 章及第 9 章内容，胥爱军编写了第 8 章的内容。

限于作者水平有限，书中难免有不妥之处，欢迎广大读者批评指正。

作 者
2005 年 9 月

目 录

第 1 章 数据库概述	1
1.1 数据管理技术的发展	1
1.1.1 信息与数据	1
1.1.2 数据管理技术的发展	2
1.2 数据库系统的结构	7
1.2.1 数据库三级模式结构	7
1.2.2 数据库系统的体系结构	8
1.3 数据库、数据库管理系统与数据库系统	9
1.3.1 数据库	9
1.3.2 数据库管理系统	10
1.3.3 数据库系统	11
1.4 数据库技术的发展	13
1.4.1 网状、层次数据库	13
1.4.2 关系数据库	14
1.4.3 面向对象数据库	15
习题	15
第 2 章 数据模型	16
2.1 信息的三个世界	16
2.1.1 现实世界	16
2.1.2 信息世界	16
2.1.3 数据世界	17
2.1.4 三个世界之间的关系	18
2.2 概念模型	19
2.2.1 实体、属性及联系	19
2.2.2 实体间的联系	20
2.2.3 实体联系方法	21
2.3 逻辑模型	23
2.3.1 逻辑模型的三要素	24
2.3.2 数据间的逻辑联系	24
2.3.3 层次模型	25
2.3.4 网状模型	27
2.3.5 关系模型	28
2.3.6 面向对象模型	31
习题	31

第 3 章 关系数据库的基本理论	33
3.1 关系模型的基本概念	33
3.1.1 关系数据结构	33
3.1.2 关系操作	36
3.1.3 关系模型的三类完整性	37
3.2 关系代数的基本运算	38
3.2.1 传统的集合运算	39
3.2.2 专门的关系运算	41
3.3 关系演算	47
3.3.1 元组关系演算语言——ALPHA	47
3.3.2 域关系演算	48
3.4 综合举例	49
习题	53
第 4 章 结构化查询语言 SQL	55
4.1 SQL 概述及特点	55
4.1.1 SQL 语言的发展	55
4.1.2 SQL 语言的特点	56
4.1.3 SQL 语言的基本概念	57
4.2 数据定义语句	58
4.2.1 定义、修改与删除基本表	58
4.2.2 建立与删除索引	61
4.2.3 建立与删除视图	63
4.3 数据操纵语句	65
4.3.1 数据查询语句	65
4.3.2 数据更新语句	74
4.3.3 视图更新操作	77
4.4 数据控制语句	78
4.4.1 授权语句	78
4.4.2 收权语句	79
4.5 嵌入式 SQL	79
4.5.1 嵌入式 SQL 简介	80
4.5.2 动态 SQL 简介	80
4.6 综合举例	81
习题	86
第 5 章 关系模式的规范化设计	89
5.1 问题提出	89
5.2 数据依赖	90
5.2.1 属性间联系	90
5.2.2 函数依赖	91
5.2.3 多值依赖	92

5.2.4 键	94
5.3 规范化的关系模式	94
5.3.1 第一范式	95
5.3.2 第二范式	96
5.3.3 第三范式	98
5.3.4 BCNF 范式	99
5.3.5 第四范式	100
5.3.6 规范化小结	101
5.4 综合举例	102
习题	103
第 6 章 数据库设计	105
6.1 概述	105
6.2 需求分析	107
6.2.1 需求分析的任务	107
6.2.2 需求分析的步骤	107
6.2.3 需求信息的收集	108
6.2.4 需求信息的整理	109
6.3 概念结构设计	113
6.3.1 概念结构设计的方法	113
6.3.2 概念结构设计的步骤	114
6.4 逻辑结构设计	117
6.4.1 E-R 图向关系模型的转换	118
6.4.2 数据模型的优化	119
6.5 数据库物理设计	120
6.6 数据库实施	121
6.7 数据库运行与维护	121
6.8 综合举例	122
习题	125
第 7 章 数据库的安全与保护	127
7.1 数据库的安全性	127
7.1.1 用户认证	128
7.1.2 存取控制	128
7.1.3 视图机制	129
7.1.4 审计	129
7.1.5 数据加密	129
7.2 数据库的完整性控制	129
7.2.1 完整性控制的含义	130
7.2.2 完整性约束条件	130
7.2.3 完整性控制	131
7.3 数据库的并发控制技术	131

7.3.1	事务概述	131
7.3.2	并发控制方法	132
7.3.3	并发调度的可串行性	137
7.4	数据备份与恢复技术	138
7.4.1	数据库的故障种类	138
7.4.2	数据备份与恢复	139
习题	144
第 8 章	SQL Server 关系数据库	145
8.1	SQL Server 2000 简介	145
8.1.1	SQL Server 概述	145
8.1.2	SQL Server 2000 常见版本	147
8.1.3	SQL Server 2000 系统数据库表简介	147
8.1.4	SQL Server 2000 的系统数据类型	149
8.1.5	SQL Server 2000 工具和实用程序简介	151
8.2	Transact-SQL 语言	153
8.2.1	概述	153
8.2.2	数据定义语言	153
8.2.3	数据操纵语句	165
8.2.4	数据控制语句	177
8.2.5	系统存储过程	180
8.3	SQL Server 数据库的安全与保护	180
8.3.1	SQL Server 的安全性管理	180
8.3.2	SQL Server 的完整性保护	182
8.3.3	SQL Server 的并发控制	190
8.3.4	SQL Server 的数据备份	192
8.3.5	SQL Server 的数据恢复	196
习题	199
第 9 章	Web 数据库应用系统	201
9.1	Web 概述	201
9.1.1	Web 的历史	201
9.1.2	Web 工作模式	202
9.1.3	与 Web 有关的一些概念	202
9.2	Web 数据库	203
9.2.1	Web 数据库的概念	203
9.2.2	Web 应用系统	204
9.2.3	常用 Web 数据库的比较	205
9.3	Web 数据库访问技术	206
9.3.1	ODBC	206
9.3.2	JDBC	207
9.3.3	ASP 技术	207

9.3.4 JSP	208
9.4 Web 数据库应用系统	209
9.4.1 ASP 简介	209
9.4.2 ASP 访问数据库示例	212
习题	215
参考文献	216

第 1 章 数据库概述

本章教学目标:

-
- ☑ 了解数据和信息的基本含义及它们之间的相互关系
 - ☑ 了解数据管理技术的发展历程
 - ☑ 理解数据库系统的组成和功能
 - ☑ 理解数据库、数据库管理系统和数据库系统的概念及它们之间的联系
 - ☑ 掌握数据库系统的三级模式结构及它们之间的映像
 - ☑ 了解数据库技术新进展
-

在计算机的三大主要应用领域（科学计算、数据处理和过程控制）中，数据处理是计算机应用的主要方面。数据库技术是作为数据处理中的一门技术而发展起来的，它所研究的问题就是如何科学地组织和存储数据，如何高效地获取和处理数据。

本章首先介绍数据管理技术的发展历史及数据管理技术所涉及的一些概念，然后对数据库系统的结构作较详细的讲解，随后简要介绍数据管理系统的概念及数据库系统的组成，最后对数据库技术的发展历史作一个简单的介绍。

本章可以说是入门的向导，也是进一步学习数据库技术的基础。

1.1 数据管理技术的发展

随着信息社会发展，要求计算机能够存储包括文件、图像、声音、视频及许多新的数据格式在内的数据，同时也能对计算机存储的大量数据进行分类、组织、编码、存储、检索和维护等处理。从而使计算机的应用从科学研究部门逐步扩展到企业及行政部门，进而产生了数据管理技术。

1.1.1 信息与数据

在数据管理技术中，最常用到的概念就是信息（Information）和数据（Data）。它们之间既存在着联系，又有着不同的含义。

1. 信息

今天，人们不论做什么事都非常重视信息。例如，就经营而言，过去认为人、物、钱是经营的三要素；如今认为人、物、钱、信息是经营的要素，并认为信息是主要的要素。

人们在每天的日常生活中接触到各种各样的信息。例如，在“新闻联播”中获取政治、经济、军事、文化信息，从“天气预报”中获得未来天气信息。

作为日常用语的“信息”常指音信、消息；作为科学技术用语，“信息”被理解为对预先不知道的事件或事物的报道或者指在观察中得到的数据、新闻和知识。那么究竟什么

是信息呢？

信息是指现实世界事物的存在方式或运动状态的反映。具体地说，信息是一种已经被加工为特定形式的数据，这种数据形式对接收者来说是有意义的，而且对当前和将来的决策具有明显的或实际的价值。在信息社会中，信息是一种资源，其重要性可以与物质和能量相提并论，是企业赖以生存和发展所必需的。

2. 数据

数据是将现实世界中的各种信息记录下的可以识别的符号，是信息的载体、信息的具体表示形式。在日常生活中，数据无所不在，数字、文字、图表、图像、声音等都是数据。人们通过数据来认识世界，交流信息。

数据的概念包括两个方面的含义：其一，数据内容是事物特性的反映或描述；其二，数据是存储在某一种媒体上符号的集合。由于事物特性的描述必须借助一定的符号即数据形式，而采用什么符号完全是一种人为约定，因此数据可以有很多表现形式，如文字、图形、图像及声音等。显然，数据是需要解释的，也就是要对数据的含义或语义进行解释才有意义，因为数据的形式即符号本身并不能完全表达其内涵。

3. 信息与数据的联系

在现实生活中，数据与信息两个术语常常被混淆，但是它们之间还是有差别的。

信息是有用的、经过加工的数据。数据是描述客观事实、概念的一组文字、数字或符号等，数据是信息的素材，是信息的载体和表达形式。然而，并非任何数据都能表示信息，如无人理解的密码，就不能够传递任何信息。这也正如人们常说的“如果计算机输入的是垃圾，输出的也会是垃圾”。信息是从数据中加工、提炼出来的，是用于帮助人们正确决策的有用数据，信息的表达形式是数据。根据不同的目的，可以从原始数据中得到不同的信息。虽然信息都是从数据中提取的，但并非一切数据都能产生信息。可以认为，数据是处理过程的输入，而信息是输出，如图 1-1 所示。其中，数据处理是指将数据转换成信息的过程，可定义为对数据的收集、存储、加工、分类、检索、传播等一系列活动。关于数据处理更详细的内容将在第 2 章讨论。

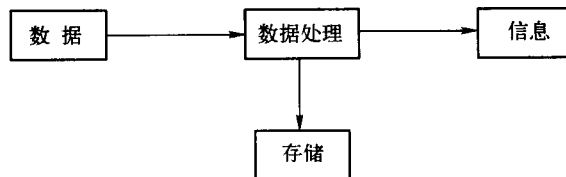


图 1-1 信息和数据的关系

总之，信息必然是数据，但数据未必是信息，信息仅是数据的一个子集，有用的数据才成为信息。尽管数据和信息存在差别，但在实际工作中，二者常被不加区别地使用。

1.1.2 数据管理技术的发展

数据管理技术就是对数据进行分类、组织、编码、储存、检索和维护的技术。随着计算机硬件和软件技术的发展，数据管理技术的发展经历了如下三个阶段：

- ☞ 人工管理阶段；
- ☞ 文件系统阶段；

2. 数据库系统阶段。

依据上述三个阶段中数据与程序的联系及各阶段系统设计的特点，也可以将数据管理技术的发展分为传统管理方式阶段和数据库管理方式阶段，其中人工管理方式和文件系统为传统管理方式阶段，数据库系统阶段为数据库管理方式。

1. 人工管理阶段

20世纪50年代中期以前，计算机软件及硬件技术都处于初级阶段。计算机硬件上只有磁带、卡片及纸带等存储设备，而没有出现诸如磁盘、“U”盘等直接存取设备；计算机软件上也没有出现对计算机数据进行统一管理和调度的专用数据管理软件。对数据的管理是由应用程序设计者即程序员个人考虑和安排，由应用程序自身来管理。这种应用程序自带数据的设计方法，必然导致一组数据对应于一个应用程序，两个应用程序之间不能共享数据，即数据是面向应用程序的，如图1-2所示。

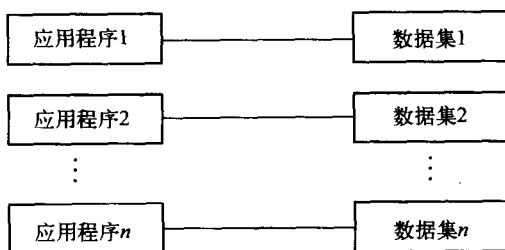


图1-2 程序和数据一一对应

这一时期的数据管理技术具有如下特点。

(1) 数据管理由应用程序完成

数据的组织、存储结构、存取方法、输入输出及修改等操作均由应用程序自身控制。在程序设计阶段，程序员除编制程序代码外，还要考虑数据的逻辑结构定义和物理组织等内容。

(2) 数据不共享

由于数据是依赖于具体的应用程序而存在的，即使两个应用程序使用的是完全相同的一组数据，这组数据也必须在各自的应用程序中分别定义、分别输入，无法共享，导致应用程序之间同一组数据的重复存放，造成数据冗余。

(3) 数据缺乏独立性

由于数据和应用程序是组织在一起，当数据的逻辑结构或物理结构发生改变时，对应的应用程序必须做相应的改变；同理，当应用程序改变时，数据的逻辑结构和物理结构也要发生相应的改变。

(4) 数据不能保存

由于计算机的硬件上只有磁带、卡片及纸带等存储设备，加上这一时期计算机主要用于科学计算，一般无需将数据长期保存，即在程序的运行过程中输入所需的源数据，程序运行结束后，释放程序和数据所占有的存储空间，则将来若需要再进行同一运算操作时，必须再次输入源数据。

2. 文件系统阶段

自20世纪50年代后期到60年代中期，计算机硬件和软件都得到了发展。计算机硬件

上出现了磁鼓及磁盘等直接存取的存储设备，从而打破了人工管理阶段应用程序只能顺序存取数据的限制；在软件方面也出现了高级程序设计语言和专门负责对计算机数据进行统一管理和调度的数据管理软件，此阶段的数据管理软件一般称为文件管理系统。

在文件管理系统中，系统将有关数据按一定的规则组织成文件，并予以命名（称为文件名或文件标识），然后存放到外存储设备上。这样，数据就可以脱离具体的应用程序而存在，并能被长期保存在磁鼓及磁盘等存储介质上。在文件管理系统中，解决如何在存储介质上对数据进行组织及如何对数据实施访问的方式称为数据的存储结构，存储结构的主要内容是把有关联的数据组织成一个个的物理文件；应用程序中如何安排和组织数据的内容称为数据的逻辑结构。而数据的逻辑结构与存储结构之间的转换是由文件管理系统自动完成的。因而，程序员在编制应用程序时不必过多考虑数据的物理存储细节，而把主要精力集中在算法及编程上。

尽管文件管理系统的出现使得能够将数据单独组织成为数据文件而存储在外存中，并由文件管理系统统一管理，保证应用程序能够方便地访问这些数据。同时，也为计算机应用领域从单纯科学计算转向非数值计算的数据处理领域提供了较好的基础。但文件管理系统仍不是一种很理想的数据管理方式。其主要问题是：一个数据文件基本上对应于一个具体应用程序，即数据文件之间仍缺乏必要的联系，如图 1-3 所示。当一个应用程序对某数据文件做某种操作后，可能会影响到另一应用程序的使用，有时甚至会造成严重的数据混乱。当不同的应用程序所需要的数据有部分重叠时，也必须建立各自的数据文件，而不能共享具有相同部分的数据，因而数据的重复存储等问题仍然存在。

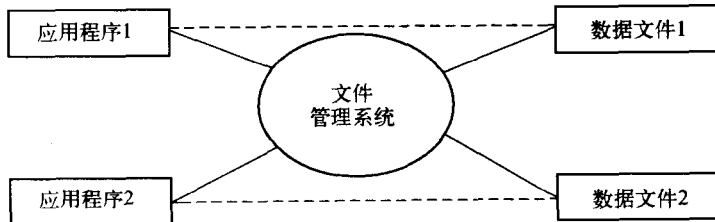


图 1-3 数据文件与应用程序之间的关系

这一时期的数据管理技术具有如下特点。

(1) 数据管理由文件管理系统完成

应用程序和数据文件可以从物理上分开，两者之间及数据文件的逻辑结构和存储结构之间均可以通过文件系统所提供的功能进行相互转换。

(2) 数据共享性差、冗余度大

文件管理系统中，数据文件基本上是为特定的应用程序设计的，数据的格式没有统一的规定，只有当一组应用程序所使用的数据无论是内容上或是格式上完全相同时，数据才可以被共享。也就是说，数据文件仍然是面向具体应用的。当不同的应用程序需要使用具有部分重叠的数据时，也必须建立各自的数据文件，而不能共享部分相同的数据，因此数据的冗余度仍然很大。另外，由于数据文件是应用程序各自管理的，因此当需要对存储的具有部分重叠的数据进行维护如修改等操作时，操作处理流程不仅复杂，而且也容易造成数据的不一致性。

(3) 数据独立性差

文件管理系统的产生使数据具有了“设备独立性”，即数据的存储设备发生改变时不影响应用程序。但是，文件管理系统中数据文件是为某一特定的应用程序服务的，当数据的存储结构或逻辑结构发生改变时，应用程序也要做相应的改变，即数据不具备“物理结构独立性”和“逻辑结构独立性”。

(4) 数据可以长期保存

数据以独立数据文件的形式长期保存在磁鼓或磁盘等外部存储介质上，数据文件可以被应用程序重复使用。

3. 数据库系统阶段

20世纪60年代后期以来，计算机管理对象的规模更为庞大，应用领域越来越广泛，处理的数据量急剧增加，多个应用程序相互覆盖地共享数据的要求越来越强烈；同时计算机硬件和软件技术已得到飞速发展，大容量的磁盘已经出现，硬件价格下降，软件价格上升，为编制和维护系统软件及应用软件的成本相对增加；在处理方式上，联机实时处理要求更多，并开始提出和考虑多用户、多应用共享数据的需求。

在此背景下，为了克服文件管理系统的不足，出现了统一管理数据的专门软件系统即数据库管理系统，并以此为基石逐步形成了数据库技术，使信息系统的研制从围绕加工数据的程序为中心转变到围绕共享的数据库来进行。这样既便于数据的集中管理，也便于应用程序的研制和维护，提高了数据的利用率。该阶段应用程序与数据之间的对应关系如图1-4所示。

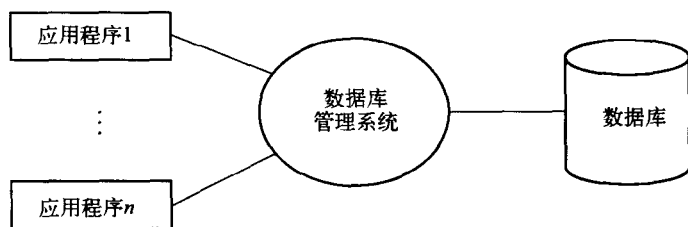


图1-4 数据库管理方式

与文件管理系统相比，数据库系统是通过专门的数据管理软件即数据库管理系统对存放在数据库中的数据实施统一的管理和控制，即数据库系统具有更强的数据管理能力。

这一时期的数据管理技术具有如下特点。

(1) 数据结构化

数据库系统的数据都是统一设计，并用复杂的数据模型表示。数据模型不仅描述数据本身的特点，还描述数据之间的联系。数据不再面向特定的一个或多个应用程序，而是面向整个应用系统。

(2) 数据共享高

数据库系统是从整体角度看待和描述数据，数据不再面向某个具体的应用而是面向整个系统，即允许多个应用程序同时访问数据库中的数据，甚至可以同时访问数据库中的同一数据，达到数据的共享。这样既有效地控制了数据的冗余，又避免了数据之间易出现的不一致性问题。

(3) 数据独立性较高

数据独立性是指数据库中的数据与应用程序之间相互独立，即应用程序不随数据存储