

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术



数据库系统原理 及应用 (第2版)

郭胜 王志 丁忠俊 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算机

数据库系统原理 及应用（第2版）

郭胜 王志 丁忠俊 编著

清华大学出版社

内 容 简 介

本书系统全面地介绍了数据库系统的基本理论、实现技术和开发方法。内容包括数据库系统概论、关系数据库、关系数据库标准语言 SQL、关系模式设计理论、数据库设计、数据库的保护、数据库系统的新技术和数据库系统的应用及开发。另外,各章后面选编了许多练习题或实验题,以供复习或上机使用。

本书取材广泛,内容丰富,解析清楚,讲述明确,通俗易懂,可以作为高等学校计算机专业、信息和自动控制专业、经济和电子商务专业等学习数据库课程的教材,也可以供从事数据库开发应用的研究人员和工程技术人员参考。

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。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数据库系统原理及应用/郭胜,王志,丁忠俊编著.--2版.--北京:清华大学出版社,2015

21世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术

ISBN 978-7-302-40031-8

I. ①数… II. ①郭… ②王… ③丁… III. ①数据库系统—高等学校—教材 IV. ①TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 086757 号

责任编辑:刘 星

封面设计:傅瑞学

责任校对:时翠兰

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:三河市吉祥印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:16.75 字 数:408千字

版 次:2012年4月第1版 2015年7月第2版 印 次:2015年7月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:35.00元

产品编号:063855-01

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。

(7) 21世纪高等学校规划教材·电子商务。

(8) 21世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail:weijj@tup.tsinghua.edu.cn

数据库技术是计算机应用领域中发展最快、应用最广的科学技术之一。数据库系统已成为信息系统和应用系统不可缺少的核心组成部分。数据库的应用已从数据处理、信息管理、事务处理扩大到计算机辅助设计、决策支持、人工智能和网络应用等领域。数据库系统的推广使用也使得计算机的应用迅速地渗透到各行各业和各个部门,如军事国防、航天航空、金融工商、交通能源、通信测控、文教卫生等,直至影响到人们的工作方式和生活方式。在高等学校中,数据库系统不仅是计算机专业重要的专业课程之一,而且也是信息、自控、经济、电子商务等相关专业必修的计算机应用课程。

本书是在参考了全日制高等学校本科数据库教学大纲的基础上,结合作者多年从事数据库课程的教学体会和科研实践成果编写而成的。本书旨在将数据库的基本理论、系统实现技术和应用开发方法紧密结合起来,以解析的观点,从应用的角度,站在开发与实现的立场来进行讨论。以求由浅入深,理论联系实际,通俗易懂地讨论数据库系统,重点是关系数据库系统的功能、结构、设计理论和实现方法,以及组织和开发过程。为大专院校学生和从事计算机应用的人员提供一本学能致用的教材和应用开发的参考书。

全书共分 8 章:

第 1 章 数据库系统概论。主要介绍数据库系统的基本概念、数据模型、数据库系统结构和功能等内容。

第 2 章 关系数据库。主要介绍关系数据库结构、关系的数学运算:关系代数运算和关系演算等内容。

第 3 章 关系数据库标准语言 SQL。主要介绍 SQL 语言结构、SQL 的数据定义、数据查询和数据更新、嵌入式 SQL 和动态 SQL 以及存储过程等内容。

第 4 章 关系模式设计理论。主要介绍函数依赖、模式分解的特性、范式和范式化等内容。

第 5 章 数据库设计。主要介绍数据库设计的步骤,概念结构设计,逻辑结构设计,物理设计,数据库的实施、运行和维护等内容。

第 6 章 数据库的保护。主要介绍事务的并发控制、数据库的完整性、数据库的安全性、数据库的恢复等内容。

第 7 章 数据库系统的新技术。主要介绍分布式数据库系统、对象关系数据库系统、多媒体数据库系统、数据仓库与数据挖掘、大数据技术等内容。

第 8 章 数据库系统的应用与开发。主要介绍 SQL Server 2014 集成环境和一个学生成绩管理系统的开发过程等内容。

本书第 1 章和第 4 章由丁忠俊编写,第 3 章、第 5 章和第 8 章由郭胜编写,第 2 章、第 6

章和第7章由王志编写。

本书是在原书的基础上,做了一些修订。除了保持原书的风格并在文字上做了进一步润饰外,还进行了如下修改:

(1) 对教学过程中发现的印刷错误、文字错误、个别内容上的错误做了相应的修改。

(2) 在第7章中,增加了当前数据库系统领域中最热门的研究问题:大数据的基本内容。

(3) 在第8章中,升级了SQL Server版本,增加了查询功能详细实现的例子。

在成书过程中,得到了华中科技大学文华学院的大力支持,在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

作者

2015年1月

目 录

第 1 章 数据库系统概论	1
1.1 数据管理技术	1
1.1.1 数据管理技术的发展	1
1.1.2 数据库管理技术	5
1.2 数据模型	8
1.2.1 数据模型概述	8
1.2.2 概念模型	11
1.2.3 层次模型	14
1.2.4 网状模型	17
1.2.5 关系模型	19
1.3 数据库系统结构	22
1.3.1 数据库系统的体系结构	22
1.3.2 数据库系统的三级模式结构	25
1.4 数据库管理系统	27
1.4.1 DBMS 的功能	27
1.4.2 DBMS 组成	28
1.4.3 DBMS 工作过程	29
1.5 数据库系统的组成	30
1.6 典型 RDBMS 产品介绍	32
1.6.1 Oracle	32
1.6.2 DB2	33
1.6.3 Sybase	33
1.6.4 SQL Server	34
1.6.5 MySQL	35
小结	35
习题 1	37
第 2 章 关系数据库	39
2.1 关系数据结构	39
2.1.1 关系	39
2.1.2 关系模式	41
2.1.3 关系数据库的概念	41

2.2	关系的完整性	41
2.2.1	实体完整性	41
2.2.2	参照完整性	42
2.2.3	用户定义的完整性	43
2.3	关系代数	43
2.3.1	关系代数的 5 种基本运算	44
2.3.2	关系代数的 4 种组合运算	48
2.3.3	关系代数表达式的优化	51
2.4	关系演算	56
2.4.1	元组关系演算	57
2.4.2	域关系演算	59
	小结	60
	习题 2	61
第 3 章 关系数据库标准语言 SQL		63
3.1	SQL 概述	63
3.1.1	SQL 简介	63
3.1.2	SQL 数据库结构	63
3.1.3	SQL 的组成及特点	64
3.2	SQL 的数据定义	66
3.2.1	模式的创建与删除	68
3.2.2	SQL 的数据类型	69
3.2.3	基本表的创建、删除与修改	69
3.2.4	索引的创建与删除	72
3.3	SQL 的数据查询	74
3.3.1	SELECT 语句的结构	74
3.3.2	单表查询	75
3.3.3	关联查询	80
3.3.4	嵌套查询	82
3.4	SQL 的数据更新	85
3.4.1	数据的插入	85
3.4.2	数据的删除	87
3.4.3	数据的修改	87
3.5	视图	88
3.5.1	视图的创建与删除	88
3.5.2	视图的查询	90
3.5.3	视图的更新	91
3.5.4	视图的作用	91
3.6	嵌入式 SQL	92

3.6.1	嵌入式 SQL 的处理过程	92
3.6.2	嵌入式 SQL 的使用规定	92
3.6.3	嵌入式 SQL 的使用技术	93
3.7	动态 SQL 语句	97
3.7.1	使用 SQL 语句主变量	97
3.7.2	使用动态参数	97
3.8	存储过程	98
3.8.1	存储过程的概念	98
3.8.2	存储过程的操作	98
	小结	100
	习题 3	101
第 4 章	关系模式设计理论	104
4.1	关系模式中数据冗余和操作异常问题	104
4.2	函数依赖	106
4.2.1	函数依赖的定义	106
4.2.2	函数依赖的类型	107
4.2.3	关键字	108
4.2.4	FD 公理	108
4.2.5	属性集的闭包	110
4.2.6	FD 集的等价与最小依赖集	112
4.3	关系模式的分解	113
4.3.1	模式分解的两个特性	113
4.3.2	无损连接的分解	115
4.3.3	无损连接分解的判定	116
4.3.4	保持函数依赖的分解	118
4.4	关系模式的范式及规范化	120
4.4.1	第一范式	120
4.4.2	第二范式	121
4.4.3	第三范式	123
4.4.4	BC 范式	124
4.4.5	保持无损连接性的 BCNF 分解算法	126
4.4.6	保持无损连接和函数依赖的 3NF 合成算法	127
4.5	多值依赖与第四范式	128
4.5.1	多值依赖	128
4.5.2	FD 和 MVD 完备的公理系统	129
4.5.3	第四范式	130
	小结	130
	习题 4	131

第 5 章 数据库设计	135
5.1 数据库设计的步骤	135
5.2 需求分析	136
5.2.1 需求分析的任务	136
5.2.2 需求分析的方法	137
5.3 概念结构设计	138
5.3.1 概念结构设计的步骤	138
5.3.2 设计局部的 E-R 模型	139
5.3.3 设计全局的 E-R 模型	143
5.4 逻辑结构设计	146
5.4.1 E-R 模型向关系模型的转换	147
5.4.2 关系数据模型的优化	149
5.4.3 设计用户子模式	150
5.5 物理结构设计	151
5.5.1 物理设计的主要内容	151
5.5.2 关系数据库的存取方法	151
5.6 数据库的实施	153
5.7 数据库的运行与维护	154
小结	155
习题 5	156
第 6 章 数据库的保护	158
6.1 事务	158
6.1.1 事务的定义	158
6.1.2 事务的特性	158
6.2 事务的并发控制	159
6.2.1 并发操作中的 3 个问题	159
6.2.2 封锁技术	160
6.2.3 并发调度与两段封锁协议	162
6.3 数据库的完整性	165
6.3.1 数据完整性概念	165
6.3.2 数据库完整性的实施定义	165
6.3.3 数据库完整性的实施约束	166
6.3.4 数据库完整性的实施规则	170
6.4 数据库的安全性	171
6.4.1 安全性问题	172
6.4.2 数据库安全控制	175
6.4.3 SQL Server 的安全机制	177

6.4.4 Oracle 的安全机制	178
6.4.5 安全数据库的研究方向	180
6.5 数据库的恢复	181
6.5.1 故障类型	181
6.5.2 数据库的备份	182
6.5.3 日志文件	183
6.5.4 故障恢复的方法	184
6.5.5 数据库镜像	186
小结	187
习题 6	187
第 7 章 数据库系统的新技术	188
7.1 概述	188
7.1.1 传统数据库系统的局限性	188
7.1.2 数据库技术与相关技术的结合	190
7.2 分布式数据库系统	191
7.2.1 分布式数据库系统的结构	191
7.2.2 分布式数据库系统的特点	193
7.3 对象关系数据库系统	196
7.3.1 面向对象模型	196
7.3.2 对象关系数据库	197
7.4 多媒体数据库系统	202
7.5 数据仓库与数据挖掘	204
7.5.1 数据仓库	204
7.5.2 数据挖掘	211
7.5.3 数据仓库与数据挖掘的关系	216
7.6 大数据	216
7.6.1 什么是大数据	217
7.6.2 大数据技术	218
7.6.3 大数据的用途	219
小结	219
习题 7	220
第 8 章 数据库系统的应用与开发	221
8.1 SQL Server 2014 集成环境	221
8.1.1 Microsoft SQL Server 发展历程	221
8.1.2 SQL Server 2014 版本概述	222
8.1.3 SQL Server 2014 服务器组件与主要工具	223
8.1.4 SQL Server 数据类型	226

8.2 学生成绩管理系统的开发过程	227
8.2.1 创建数据库和表结构	227
8.2.2 VB 6.0 连接 SQL Server 2014 数据库	230
8.2.3 系统登录及权限的实现	233
8.2.4 系统主界面设计	235
8.2.5 学生信息录入	237
8.2.6 学生信息更新	240
8.2.7 学生信息查询	242
8.2.8 学生成绩录入	246
8.2.9 学生成绩查询	251
8.2.10 其他模块	253
小结	253

自 20 世纪 60 年代以来,数据管理已成为计算机的主要应用领域。数据库技术作为数据管理中的核心技术,已成为计算机软件领域中的一个重要分支。它的出现极大地提升了计算机数据处理的能力和数据库管理的水平,不仅拓展了计算机的应用领域,同时也使数据库管理的水平提高到了一个更高的层次。

本章主要从整体上介绍数据库系统的基本概念、结构及功能,使读者从中领悟到数据库系统管理数据的重要作用。

1.1 数据管理技术

数据管理是指对数据的分类、组织、存储、加工、检索、传递和维护等操作,这些操作是数据管理中的中心问题。数据量越大、数据结构越复杂,其管理数据的难度就越大,要求数据库管理的技术水平也就越高。数据库管理技术是随着计算机应用范围的不断扩大、对数据库管理特性及处理要求的不断提高,而逐步地产生和发展起来的。

1.1.1 数据库管理技术的发展

随着计算机硬件和软件的发展,以及人们对计算机数据处理的要求,数据库管理技术的发展经历了 3 个阶段:人工管理阶段、文件系统管理阶段和数据库系统管理阶段。

1. 人工管理阶段

在 20 世纪 50 年代中期以前,计算机主要用于科学计算。当时的计算机硬件没有磁盘等直接存取存储设备,只有磁带、卡片和纸带等外部存储器;而软件没有操作系统,也没有数据库管理方面的软件。数据处理的方式是批处理。数据的组织和管理由人工完成。

人工数据库管理有下列特点。

(1) 数据不保存在计算机内。计算机主要用于计算,一般不需要长期保存数据。在计算某一课题任务时,将原始数据随程序一起输入内存,运算处理并将结果数据输出后,数据和程序也同时被撤销。

(2) 没有统一的数据管理软件。主要通过应用程序管理数据,程序员既要规定数据的逻辑结构,又要设计数据的物理结构,包括存储结构、存取方法和输入方式等。程序员的负担很重。

(3) 数据面向应用程序,即一组数据对应一个程序。需要相同数据的多个程序,它们都要各自定义这些数据。因此数据不能共享,在程序之间存在大量的数据冗余。

(4) 应用程序依赖于数据,一旦数据的逻辑结构或物理结构发生了变化,应用程序就必须要做相应的修改,因此数据不具备独立性。

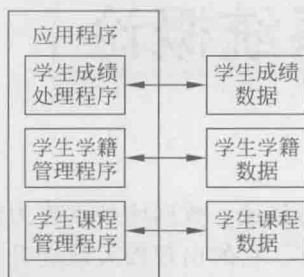


图 1.1 应用程序与数据
一一对应的关系

人工管理阶段应用程序与数据一一对应的关系如图 1.1 所示。

2. 文件系统管理阶段

20 世纪 50 年代后期至 60 年代中期,计算机的应用范围逐渐扩大,计算机不仅用于科学计算,还大量用于信息管理。此时,计算机硬件出现了磁盘、磁鼓等直接存取存储设备;软件出现了操作系统,操作系统中的文件系统是专门管理外存的数据管理软件。数据处理的方式有批处理,也有联机实时处理。

文件系统管理数据的特点:

(1) 数据以文件的形式可长期保存在磁盘上,供应用程序反复进行查询、修改、插入和删除等操作。

(2) 由文件系统管理数据,实现了“按文件名访问,按记录存取”的数据管理技术。程序与文件之间具有“设备独立性”,即当文件的物理存储位置发生改变时,用户不必关心数据的物理位置,也不必改变应用程序。

(3) 数据不再属于某个特定的程序,可以重复使用。但是程序是基于特定的文件结构和存取方法,只有符合文件的结构和存取方法的程序才能使用该文件。因此程序与文件之间的依赖关系并未根本改变。

(4) 文件之间相互独立,数据之间的联系是通过程序去构造的。

文件系统管理阶段文件与程序之间的对应关系如图 1.2 所示。

文件之间的相互独立性,以及文件与程序之间的依赖性,使得用文件系统组织和管理数据会呈现出如下的缺陷。

(1) 数据冗余度大、共享性差,数据之间的联系弱。由于文件之间缺乏联系,不同的文件中可能存在大量的相同数据,形成数据的冗余。数据冗余不仅浪费存储空间,更重要的是会造成对数据操作的不一致性。数据的不一致性极大地阻碍着信息的交流和共享。一个文件面向一个或几个应用程序,而不是面向整个系统的应用,因此文件的共享性比较差。数据之间联系弱是由文件之间相互独立、缺乏联系造成的。

(2) 文件与程序之间缺乏“数据独立性”。文件的逻辑结构与对应的程序结构相互依赖。当文件的逻辑结构发生变化时,其程序结构也要做相应的修改,即文件与程序之间缺乏“数据独立性”。

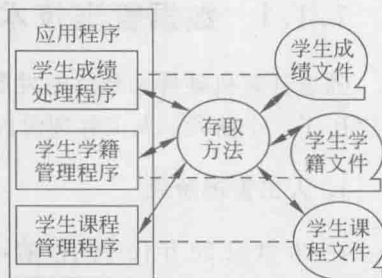


图 1.2 文件与程序之间的对应关系

(3) 难以实施统一标准,即在数据的逻辑结构组织、命名、格式等方面难以进行统一化和规范化。在一个组织中,必定有关于数据命名、格式、存取限制等各种标准及规范。然而,在传统的文件处理系统中,很难施加这些标准,因而往往带来“同名异物”和“同物异名”的情况,这种不统一性阻碍了数据的独立性和共享性。

3. 数据库系统管理阶段

20世纪60年代后期,计算机数据管理规模和应用范围不断扩大,数据量急剧增加。同时,人们对数据的组织和处理方式提出许多新的要求,迫切希望具有数据独立性高、共享性强、安全性好、冗余度低的数据管理技术的出现。人们在克服了文件系统管理数据缺陷的基础之上,于20世纪60年代末研究出了数据库技术,出现了统一管理数据的专门软件——数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS)。

下面介绍数据库系统管理数据的特点。

(1) 采用数据模型表示和集成数据。数据模型不仅描述数据本身的特征,更重要的是,它能描述数据之间的联系,从而集成数据。通过数据的集成来统一计划与协调遍及各相关应用领域的数据库资源,使得数据不再面向特定的某个或多个应用,而是面向整个应用系统。这样可使数据得到更大程度的共享,而冗余最少。数据库技术重视数据之间的联系,依据数据模型组织数据库结构,这是与文件系统管理数据最根本的区别。

(2) 具有较高的数据独立性。数据库系统中的数据独立有两层含义。其一,不同的应用程序对相同的数据可以使用不同的视图,这意味着应用程序在一定范围内被修改时,可以只修改它的数据视图而不修改数据本身的说明;反之,数据说明的修改在一定范围内,不会引起程序的修改,即数据具有逻辑独立性。其二,可以改变数据的存储结构或存取方法以响应变化的需求而无须修改现有的应用程序,即数据具有物理独立性。

(3) 数据共享程度高。数据共享实际是数据集成的产物,是程序与数据分离的结果。共享不只是指同一个数据被多个用户存取,还包含并发共享,即多个不同的用户同时存取同一数据。

(4) 数据由DBMS统一管理和控制。DBMS集数据的定义、操纵和控制于一体,数据库由它来统一管理和控制的好处是:

- 提供统一方便的用户接口使用数据库。用户可以通过查询语言或终端命令操作数据库,也可以用程序的方式嵌入数据库查询语句来操作数据库。
- 提升了数据库操作语言的抽象层次,使之成为非过程化的语言。用户使用这种语言存取数据只需给出条件,无须给出过程,存取数据的过程和路径全部由DBMS完成,大大地简化了对数据库操作的复杂性。
- 数据的更新更为方便、灵活。增加新的数据类型、增加或改变数据之间的联系、改变数据的结构或格式、修改数据的约束条件、采用新的存储设备或存取方式等更新操作,都可以通过DBMS提供的操作功能命令完成。其操作不仅可以在记录级上进行,而且可以在数据项级上进行。数据的粒度越小,操作的灵活性就越大。

除了操作功能以外,为了保护数据库,DBMS还提供了对数据安全性、数据完整性、并发控制和数据库恢复4个方面的控制功能。

- 数据安全性,指保护数据,防止不合法的用户使用数据造成数据的泄密和破坏。

- 数据完整性,指数据的正确性、有效性和相容性。
- 并发控制,指防止多个并发事务同时存取或修改同一数据时,可能发生相互干扰而得到错误的结果。
- 数据库恢复,指计算机系统的硬件、软件故障或受外界的干扰等原因,使得数据库遭到破坏时,通过数据库的备份,由 DBMS 将数据库恢复到正确的状态。

数据库系统中,数据与应用程序的对应关系如图 1.3 所示。

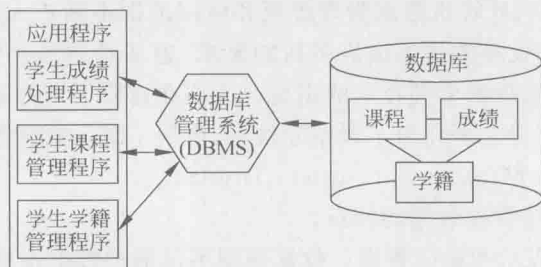


图 1.3 数据与应用程序的对应关系

从文件系统发展到数据库系统是信息处理领域中的一个重大变化。在文件系统管理阶段,人们把算法和功能设计放到了主要的位置,而数据处于从属的地位。在数据库系统管理阶段,数据库占据了中心的位置,程序是围绕数据库的结构、存取、控制和管理等要求而设计的。

当前,世界上已有数百万个数据库系统在运行,其应用已深入到各个领域和各个行业,直至影响到人们的工作方式和生活方式。数据库的应用领域已从数据处理、信息管理、事务处理扩大到计算机辅助设计、人工智能、决策支持、网络应用等新的应用领域。数据库系统能处理众多的事务,从企业管理、金融业务、资源分配、经济预测一直到情报检索、档案管理、数据统计和分析等。在 Internet 通信网络的基础上,建立了国际间的联机检索系统。在全国范围内,计算机数据库系统已应用到军事、公安、能源与交通、航天航空、气象和测量、文教和卫生、财政税收与金融、通信和自动控制、科学研究等部门和行业。可以说,它是实现人类社会信息化的重要技术之一。

4. 计算机数据库系统中的 5 个基本概念

数据、数据库、数据库管理系统、数据库系统和数据库技术是计算机数据库系统中密切相关的几个基本概念。

1) 数据(Data)与信息(Information)

数据不单是指数字,还包括字符、文字、图形、图像和声音等。数据是描述现实世界中事物的符号记录,如学生成绩管理中记录的学号、姓名和成绩都是数据。在日常生产和生活中,人们需要用图表、音像、文字、语言等形式描述事物,进行相互交流。在计算机中,为了存储和处理这些事物,就要将这些事物中感兴趣的特征组成记录来描述。例如,学生成绩管理中,感兴趣的数据特征是学生的姓名、课程名和成绩,就将它们组成记录的格式加以记载、存储和管理。

信息是经过处理、加工提炼而用于决策制定或其他应用活动的数据库。该定义的含义有