



电子·教育

高职高专计算机系列教材

中国计算机学会高职高专教育学会推荐出版

数据库系统 原理与应用

李卓玲 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

高职高专计算机系列教材

数据库系统原理与应用

李卓玲 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书集数据库系统原理与应用于一体,分原理篇和应用篇。原理篇简要介绍了计算机数据库系统的基本理论,包括关系数据库的基本理论、设计理论及数据库设计方法,进而介绍了一种实现数据库设计的建模工具。应用篇以后台大型数据库系统 Oracle 8.1.6 for Windows NT 为平台,介绍了实际数据库应用系统的研制方法及开发过程,最后给出了 Oracle Developer 2000 开发工具的使用方法。各章均配有适量的习题和相应的操作题。

本书体系完整,深入浅出,以理论够用为度,加大了实践环节,可作为高职高专数据库课程的教材,亦可作为高等院校计算机相关专业和计算机工程技术人员的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

数据库系统原理与应用/李卓玲主编. - 北京:电子工业出版社,2001.8

高职高专计算机系列教材

ISBN 7-5053-6662-9

I. 数… II. 李… III. 数据库系统-高等学校:技术学校-教材 IV. TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 042917 号

丛 书 名: 高职高专计算机系列教材

书 名: 数据库系统原理与应用

主 编: 李卓玲

责任编辑: 童古梅

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京李史山胶印厂

装 订 者:

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 18 字数: 450 千字

版 次: 2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-6662-9
TP·3712

印 数: 10 100 册 定价: 22.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

出版说明

高职高专的计算机专业面临着两方面的巨大变化,一是计算机技术的飞速发展,另一方面是高职高专教育本身的改革和重组。

当前,计算机技术正经历着高速度、多媒体网络化的发展,计算机教育特别是计算机专业的教材建设必须适应这种日新月异的形势,才能培养出不同层次的合格的计算机技术专业人才。为了适应这种变化,国内外都在对计算机教育进行深入的研究和改革。美国 IEEE 和 ACM 在推出了《Computing Curricula 2000》之后,立即又推出了《Computing Curricula 2001》。全国高校计算机专业教学指导委员会和中国计算机学会教育委员会在 1999 年 9 月也提出了高等院校《计算机学科教学计划 2000》(征求意见稿)。目前,国内许多院校老师、专家正在研究《Computing Curricula 2001》,着手 21 世纪的中国计算机教育的改革。

高专层次和本科层次的计算机教育既有联系又有区别,高专层次的计算机教育旨在培养应用型人才。自 20 世纪 70 年代末高等专科学校计算机专业相继成立以来,高等专科学校积极探索具有自己特色的教学计划和配套教材。1985 年,在原电子工业部的支持下,由全国数十所高等专科学校参加成立了中国计算机学会教育委员会大专教育学会,之后又成立了大专计算机教材编委会。从 1986 年到 1999 年,在各校老师的共同努力下,已相继完成了三轮高等专科计算机教材的规划与出版工作,共出版了 78 种必修课、选修课、实验课教材,较好地解决了高专层次计算机专业的教材需求。

为了适应计算机技术的飞速发展以及高职高专计算机教育形势发展的需要,中国计算机学会教育委员会高职高专教育学会和高职高专计算机教材编委会于 2000 年 7 月开始,又组织了一批本科高校、高等专科学校、高等职业技术学院和成人教育高等院校的有教学经验的老师,学习研究参考了高等院校《计算机学科教学计划 2000》(征求意见稿),提出了按照新的计算机教育计划和教学改革的要求,编写高专、高职、成人高等教育三教统筹的第四轮教材。

第四轮教材的编写工作采取了以招标的方式征求每门课程的编写大纲和主编,要求投标老师详细说明课程改革的思路、本课程和相关课程的联系、重点和难点的处理等。在第四轮教材的编写过程中,编委会强调加强实践环节、强调三教统筹、强调理论够用为度的原则,要求教学计划、教学内容适应高等教育发展的新形势。本套教材的编者均为各院校具有丰富教学实践经验的教师。因此,第四轮教材的特点是体系结构比较合理、内容新颖、概念清晰、通俗易懂、理论联系实际、实用性强。

竭诚希望广大师生对本套教材提出批评建议。

中国计算机学会教育委员会高职高专教育学会
2001 年 1 月

先后参加中国计算机学会教育委员会高职高专教育学会和高职高专计算机教材编委会学术活动的部分学校名单

山西师范大学	天津轻工业学院
河北师范大学	浙江大学
承德石油高等专科学校	宁波高等专科学校
河北大学	福州大学
保定职业技术学院	重庆电子职业技术学院
北京科技大学	湖南大学
北京市机械工业管理局职工大学	湖南计算机高等专科学校
北方工业大学	中国保险管理干部学院
北京船舶工业管理干部学院	湖南税务高等专科学校
海淀走读大学	长沙大学
北京信息工程学院	湖南财经高等专科学校
中国人民大学	邵阳高等专科学校
北京师范大学	江汉大学
沈阳电力高等专科学校	中国地质大学
辽宁交通高等专科学校	武汉职业技术学院
吉林大学	河南职业技术学院
吉林职业师范学院	平原大学
黑龙江大学	安阳大学
哈尔滨工业大学	开封大学
哈尔滨师范大学	洛阳大学
上海理工大学	河南大学
上海第二工业大学	广州市财贸管理干部学院
上海交通大学	广东轻工职业技术学院
上海商业职业技术学院	广州航海高等专科学校
上海电机技术高等专科学校	韶关大学
上海旅游高等专科学校	佛山科学技术学院
金陵职业大学	南宁职业技术学院
南京建筑工程学院	广西水利电力职业技术学院
南京工程学院	桂林电子工业学院
南京师范大学	柳州职业技术学院
常州工学院	成都电子机械高等专科学校
无锡职业技术学院	电子科技大学
苏州市职工大学	成都师范高等专科学校
空军后勤学院	四川师范学院
连云港化工高等专科学校	云南财贸学院
泰州职业技术学院	西安电子科技大学
潍坊高等专科学校	兰州石化职业技术学院
青岛化工学院	兰州师范高等专科学校

前 言

近年来,随着计算机网络和面向对象程序设计技术的发展,数据库技术的发展也非常迅速,尤其是网络数据库技术与开发工具的结合,使得计算机应用得以日益普及。

在众多的数据库系统中,Oracle 数据库系统是 20 世纪 70 年代最早开发的关系数据库系统,Oracle 数据库技术代表着数据库技术的最高水平,在全球占有最高份额,有着广泛的应用。特别是在 1998 年 12 月推出的基于 Internet 计算模式体系结构的 Oracle 8i,将关系和非关系数据库融为一体,再次成为数据库历史上的里程碑。在 Oracle 8i 中,还融进了许多最新技术和最新软件设计思想,为客户/服务器和 Web 企业类开发应用系统揭开了新篇章。本书正是通过 Oracle 8.1.6 for Windows NT 为操作平台介绍 Oracle 8i 的新技术。

本书的参考教学时数为 82 学时,其中上机实践参考教学时数为 32 学时,另外可以安排 1~2 周课程设计的时间。全书分为原理篇与应用篇。原理篇包括第 1~4 章。第 1 章介绍了数据库技术的有关概念及数据库技术发展的新动向。第 2~3 章介绍了关系数据库的基本理论及关系数据库的设计理论。第 4 章介绍了数据库设计步骤及一种数据库建模工具。应用篇包括第 5~12 章。第 5~11 章以后台大型数据库系统 Oracle 8.1.6 for Windows NT 为操作平台,介绍了 Oracle 入门、Oracle 数据库设计、Oracle 管理和 Oracle 程序设计等内容。第 12 章介绍了 Oracle Developer 2000 的面向对象技术和数据库前台开发方法。

本书引入了数据库建模工具,可以使读者进一步理解数据库设计理论知识;在可操作性强的章节后面,均附有操作题,读者可以边学习,边实践,达到强化训练的目的。本书还引入了 Client/Server 体系结构概念及面向对象的编程技术,使读者了解数据库后台与前台的对应关系,尤其强调了在 Developer 2000 中如何应用标准 SQL 语言和 Oracle PL/SQL 语言开发应用程序的方法。

本书由沈阳电力高等专科学校李卓玲担任主编,由成都电子机械高等专科学校刘甫迎担任主审。参加本教材编写工作的有:宋波(第 6、9、12 章)、娄庆英(第 3、5、7、8 章)、王新颖(第 2、10、11 章)、李卓玲编写其余各章并完成全书统稿、定稿工作。参加本书资料收集、整理及程序调试工作的同志还有:佟伟光、白雪峰、杨庆林、孙连科、马黎、孔英、王秀繁等。编者借本书出版之际,向所有为本书出版作出贡献的同志们表示感谢!

由于编者的水平和学识有限,加上时间仓促,疏漏甚至错误之处在所难免,恳请广大读者不吝指正。

编 者

目 录

原 理 篇

第 1 章 绪论	(3)
1.1 数据库技术概述	(3)
1.2 现实世界的数据库描述	(7)
1.2.1 实体联系模型	(7)
1.2.2 结构数据模型	(10)
1.3 数据库系统的体系结构	(15)
1.4 数据库管理系统	(17)
1.5 数据库技术的新进展	(18)
习题一	(20)
第 2 章 关系数据库的基本理论	(21)
2.1 关系数据库概述	(21)
2.2 关系数据结构	(21)
2.3 关系的完整性	(23)
2.4 关系代数	(24)
2.5 关系数据库管理系统	(30)
2.6 关系数据库标准语言 SQL 概述	(31)
习题二	(32)
第 3 章 关系数据库的设计理论	(33)
3.1 函数依赖	(33)
3.2 规范化和范式	(35)
3.3 关系模式的分解	(41)
习题三	(43)
第 4 章 数据库设计及数据库建模工具	(44)
4.1 数据库设计方法	(44)
4.2 数据库设计步骤	(44)
4.2.1 需求分析	(44)
4.2.2 概念结构设计	(48)
4.2.3 逻辑结构设计	(50)
4.2.4 数据库物理设计	(53)
4.2.5 数据库实施	(54)
4.2.6 数据库运行与维护	(55)
4.3 数据库建模工具简介	(56)
4.4 数据库建模工具使用实例	(56)

4.4.1 DataArchitect 概述	(57)
4.4.2 DataArchitect 的工作环境	(58)
4.4.3 建立概念数据模型	(59)
4.4.4 建立物理数据模型	(62)
4.4.5 物理数据模型生成数据库	(64)
4.4.6 逆向工程	(66)
习题四	(66)
操作指导题	(66)

应用篇

第5章 Oracle 概述	(71)
5.1 Oracle 系统简介	(71)
5.2 Oracle 体系结构	(72)
5.2.1 Oracle 数据库结构	(72)
5.2.2 Oracle 基本结构	(75)
5.2.3 Oracle 系统结构	(77)
5.3 Oracle 操作初步	(78)
5.3.1 Oracle 8.1.6 for Windows NT 安装与配置	(78)
5.3.2 Oracle 工具操作初步	(80)
5.4 SQL Plus 工具	(84)
5.4.1 登录到 SQL Plus	(84)
5.4.2 SQL Plus 编辑器	(85)
5.4.3 SQL 文件的存储、调用和运行	(86)
5.4.4 设置 SQL Plus	(87)
5.5 SQL Plus Worksheet 简介	(88)
习题五	(89)
操作指导题	(89)
第6章 设计与创建数据库	(91)
6.1 创建、修改与删除 Oracle 数据库	(91)
6.1.1 创建 Oracle 数据库	(91)
6.1.2 修改与删除数据库	(101)
6.2 表空间管理	(101)
6.2.1 使用命令方式创建表空间	(101)
6.2.2 使用存储管理器创建表空间	(103)
6.2.3 管理表空间	(104)
6.3 数据表管理	(105)
6.3.1 创建数据表	(105)
6.3.2 查看数据表	(112)
6.3.3 修改数据表	(113)
6.3.4 删除数据表	(115)

6.3.5 向数据表中插入记录	(115)
6.4 借助模式管理器进行数据表操作	(116)
6.4.1 向导方式	(117)
6.4.2 手工方式	(120)
习题六	(121)
操作指导题	(121)
第7章 结构化查询语言 SQL	(124)
7.1 SELECT 命令的基本用法	(124)
7.1.1 SELECT 命令的格式	(124)
7.1.2 基本查询	(125)
7.1.3 带条件查询	(127)
7.2 SQL 常用函数的使用方法	(129)
7.2.1 数值型函数	(129)
7.2.2 字符型函数	(131)
7.2.3 日期型函数	(133)
7.2.4 转换函数	(134)
7.2.5 多行函数	(137)
7.3 高级查询技术	(139)
7.3.1 SELECT 嵌套查询	(139)
7.3.2 多表联合查询	(140)
7.3.3 谓词演算查询	(141)
7.4 处理查询结果	(142)
7.4.1 结果排序	(142)
7.4.2 分组统计和筛选	(143)
7.5 记录的插入、删除和修改	(144)
7.5.1 插入命令	(145)
7.5.2 修改命令	(146)
7.5.3 删除命令	(147)
习题七	(148)
操作指导题	(148)
第8章 PL/SQL 语言	(150)
8.1 PL/SQL 语言概述	(150)
8.1.1 PL/SQL 程序块	(150)
8.1.2 常量值	(151)
8.1.3 变量和常量	(151)
8.1.4 数据类型	(152)
8.1.5 表达式	(154)
8.1.6 赋值语句	(156)
8.1.7 PL/SQL 程序运行环境	(156)
8.2 PL/SQL 程序控制结构	(158)

8.2.1	顺序结构	(158)
8.2.2	选择结构	(159)
8.2.3	循环结构	(161)
8.3	PL/SQL 记录 and 表	(165)
8.3.1	使用%TYPE	(165)
8.3.2	记录类型	(166)
8.3.3	使用%ROWTYPE	(168)
8.3.4	表	(168)
8.4	游标	(173)
8.4.1	游标的基本操作	(173)
8.4.2	游标的属性操作	(176)
8.4.3	游标变量	(177)
	习题八	(180)
	操作指导题	(182)
第 9 章	Oracle 数据库对象	(183)
9.1	索引操作	(183)
9.1.1	索引概念	(183)
9.1.2	建立与查询索引	(184)
9.1.3	修改与删除索引	(187)
9.2	视图操作	(188)
9.2.1	视图的概念	(188)
9.2.2	建立与删除视图	(189)
9.2.3	查询视图	(190)
9.2.4	视图应用	(191)
9.3	其他数据库对象操作	(192)
9.3.1	同义词	(192)
9.3.2	序列	(194)
9.3.3	数据库链接	(196)
9.3.4	快照	(197)
9.3.5	数据库触发器编程	(199)
	习题九	(205)
	操作指导题	(205)
第 10 章	Oracle 数据库保护	(207)
10.1	事务控制	(207)
10.1.1	事务控制的基本概念	(207)
10.1.2	事务提交	(208)
10.1.3	事务回滚	(210)
10.1.4	设置事务	(211)
10.2	并发控制	(211)
10.2.1	Oracle 锁的概念	(211)

10.2.2 死锁	(212)
10.3 日志和回滚段的管理	(213)
10.4 数据库备份与恢复	(216)
习题十	(218)
第 11 章 Oracle 数据库系统的安全性	(219)
11.1 用户管理	(219)
11.2 系统级权限管理	(223)
11.3 对象级权限管理	(226)
11.4 角色管理	(229)
习题十一	(232)
操作指导题	(232)
第 12 章 Developer 2000 编程基础	(234)
12.1 Developer 2000 概述	(234)
12.2 Form Builder 使用技术与方法	(236)
12.2.1 表单应用程序的基本概念	(236)
12.2.2 表单应用程序设计工具	(238)
12.2.3 基本表单应用程序设计	(242)
12.2.4 建立文本项	(249)
12.2.5 建立列表项	(251)
12.2.6 建立值列表和记录组	(252)
12.2.7 建立其他项	(255)
12.2.8 窗口和画布视图	(256)
12.2.9 表单触发器	(257)
12.2.10 表单触发器编程	(261)
12.2.11 报警器	(267)
习题十二	(269)
操作指导题	(269)
附录	(271)
参考文献	(273)

原 理 篇

- ☑ 绪论
- ☑ 关系数据库的基本理论
- ☑ 关系数据库的设计理论
- ☑ 数据库设计及数据库建模工具

原书空白页

第1章 绪 论

数据库技术是计算机领域中最活跃的技术领域之一，是计算机科学的重要分支，它的出现极大地推动了各行各业对计算机的应用，尤其是进入 20 世纪 90 年代以来，随着计算机网络技术的深入发展和广泛应用，使数据库技术进入了一个崭新阶段。数据库技术的应用对许多大中型企、事业单位提高科学管理水平，起到了举足轻重的作用。本章将介绍数据库的有关概念及数据库技术发展的新动向，阐述数据库技术的重要性所在。

1.1 数据库技术概述

数据库技术是数据管理的最新技术，通过长时间的应用已得到各行各业的普遍认同，那么，数据库技术是如何发展起来的呢？本节将介绍数据库技术的基本概念、数据库技术的由来和特点，以及数据库技术的研究领域。

1. 数据库技术的术语

数据库、数据库管理系统和数据库系统是数据库技术中常用的 3 大术语，它们之间既有区别又有联系。

(1) 数据库

要了解数据库的定义，首先必须了解什么叫数据。在日常生活中，数据涉及的面很广，种类也很多，像数字、文字、图形、声音、学生档案记录等等，这些都是数据。一般地讲，数据就是人们为了认识世界，交流信息，而对事物进行描述的符号集合。在生活中，人们用自然语言描述事物；在计算机中，为了处理这些事物，就要抽取出这些事物的特征组成一个集合来描述。比如，在人事档案中，如果人们最感兴趣的是职工姓名、性别、出生年月、工资收入、职称，那么可以这样描述一个个体的相关数据为“王丽娜，女，1967.10，890，讲师”，这样一条职工人事档案记录只不过表示了数据的形式本身，要完整表达其内容，需要经过语义解释。对上面的数据可以这样解释：王丽娜是一位女讲师，1967 年 10 月出生，现在每月工资收入 890 元。由此可见，数据与其语义是不可分的。

数据库(DataBase, DB)顾名思义就是存放数据的仓库，但所有存放的数据相互是有联系并按某种存储模式组织管理的。严格意义上讲，所谓数据库就是以一定的组织方式存储在计算机中相关数据的集合。它能以最佳方式、最少的重复、最大的独立性为多种应用提供共享服务。

(2) 数据库管理系统

数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS)是指支持人们建立、使用和修改数据库的软件系统。它是位于用户和操作系统之间层面的数据管理软件。

数据库在建立、使用和维护时，由数据库管理系统统一管理，统一控制。数据库管理系统使用户方便地定义数据和操纵数据，并能够保证数据的安全性、完整性、并发性及发生故障后的系统恢复。关于数据库管理系统在以后的章节中还将进一步描述其功能和组成。

(3) 数据库系统

数据库系统是指在计算机系统中引入数据库后的系统构成。一般由数据库、数据库管理系统及其开发工具、应用系统、数据库管理员和用户构成。应当指出的是，数据库的建立、使用和维护等工作只靠一个 DBMS 远远不够，还要有专门的人员来完成，这些人称为数据库管理员 (DataBase Administrator, DBA)。DBA 的主要任务是：决定数据库的信息内容；充当数据库系统与用户的联络员；决定数据存储结构和访问策略；决定数据库的保护策略；监视系统的工作，响应系统的某些变化，改善系统的时空性能，提高系统的效率。

数据库系统在整个计算机系统中的地位如图 1.1 所示。从图中不难看出，数据库系统是建立在计算机硬件和操作系统之上的。

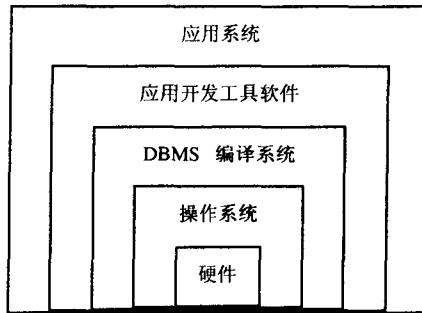


图 1.1 数据库系统在计算机系统的位置

2. 数据库技术的由来及发展

数据库技术是由数据管理任务的需要而产生的。数据管理是指如何对数据进行分类、组织、编码、存储和维护，它是数据处理的中心问题。

随着计算机软硬件的发展，数据库管理技术的发展大体经历了 3 个阶段。

(1) 程序管理阶段

20 世纪 50 年代中期之前，数据库管理技术处于程序管理阶段，当时的计算机应用主要是科学计算。由于软硬件条件的局限性，硬盘外存只有纸带、卡片、磁带，没有磁盘等直接存取的存储设备，软件没有操作系统，没有管理数据的软件，数据处理方式是批处理，因此，用户编制程序时，程序中既要体现处理算法，还要体现对数据的管理原则；既要考虑数据的逻辑定义，还要考虑数据的物理特性，因而程序和数据是不可分割的统一体。这一阶段用程序管理数据的特点是：

① 数据不保存。当计算某一课题时，需将源数据输入，若再计算同一课题时，还需再次输入源数据。

② 数据管理由程序完成。对数据的定义、输入、修改等操作均由过程控制。

③ 数据不共享，即数据是面向应用的。即使是相同的一组数据，被用到多个应用程序中时，也必须在各自的程序中重复定义，无法互相利用和互相参照，造成高度的数据冗余。

④ 数据不具有独立性。数据的逻辑或物理结构变化后，必须对应用程序做相应修改。

(2) 文件系统阶段

文件系统阶段从 20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期。随着计算机技术的发展，硬件上已有了磁盘、磁鼓等直接存取的存储设备，软件上操作系统中已经有了专门的数据管理软件

(称为文件系统), 处理方式上不仅有了文件批处理, 而且能够联机实时处理。因此, 在这一时期, 计算机应用范围逐步扩大, 计算机不仅用于科学计算, 而且还大量用于管理。这一阶段用文件系统管理数据的特点是:

① 数据可以长期保存。数据可以以文件的组织方式, 长期保留在外存上, 供应用程序反复进行查询、修改、插入和删除操作。

② 由文件系统管理数据。程序和数据可以从物理上分开, 两者之间由文件系统软件提供的存取方法进行转换。

③ 数据共享性差。在文件系统中, 一个文件基本上对应于一个应用程序, 即文件仍然是面向应用的。当不同的应用程序需要使用具有部分相同的数据时, 也必须建立各自的文件, 因此数据的冗余度仍然很大, 同时浪费磁盘的存储空间, 由于相同的数据重复存储, 容易造成数据的不一致性。

④ 数据独立性差。文件是为某一特定应用服务的, 文件的逻辑结构对该应用程序来说是优化的, 因此要想对现有的数据再增加一些新的应用会很困难, 系统不容易扩充。由此可见, 采用文件系统管理数据, 其中的数据与程序之间仍缺乏独立性, 文件之间是孤立的, 不能反映现实世界事物之间的内在联系。

(3) 数据库系统阶段

数据库系统阶段从 20 世纪 60 年代后期开始, 计算机用于管理的规模更为庞大, 应用越来越广泛, 数据量急剧增加, 同时多种应用、多种语言互相覆盖地共享数据集合的要求越来越强烈。这时已有大容量磁盘, 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程序所需的成本相对增加; 在处理方式上, 联机实时处理要求更多, 并开始提出和考虑分布处理。在这种背景下, 以文件系统作为数据管理手段已经不能满足应用的需求, 于是为解决多用户、多应用共享数据的需求, 使数据为尽可能多的应用服务, 就出现了数据库技术, 出现了统一管理数据的专门软件系统——数据库管理系统, 于是在计算机科学领域中逐步形成了数据库技术这一独立分支。这一阶段用数据库系统管理数据的主要特点是: 计算机中数据及管理统一由数据库系统来完成, 克服了前两个阶段中数据管理的不足之处。

3. 数据库系统的特点

数据管理技术从程序管理技术发展数据库系统技术, 历经 10 多年的时间, 其核心技术发生了质的飞跃。用数据库系统来管理数据具有如下特点。

(1) 数据结构化

在数据库系统中, 不仅要考虑某个应用的数据结构, 还要考虑整个组织(即多个应用)的数据结构。例如: 一个学校的管理信息系统中, 不仅要考虑学生的人事管理, 还要考虑学籍管理、选课管理等, 我们可以按图 1.2 所示的方式组织学校的管理信息系统的学生数据。

这种数据组织方式为多个管理提供必要的记录, 使学校的学生数据结构化了。这就要求在描述数据时不仅要描述数据本身, 还要描述数据之间的联系。数据库系统实现整体数据的结构化, 这是数据库的主要特征之一。

在数据库系统中, 不仅数据是结构化的, 而且存取数据的方式也很灵活, 可以存取数据库中的某一个数据项、一组数据项、一个记录或一组记录。

(2) 数据共享性好, 冗余度低

数据的共享程度直接关系到数据的冗余度。数据库系统从整体角度来看, 描述数据时

数据不再面向某个应用而是面向整个系统。上例中的学生基本记录就可以被多个应用共享使用，这样既可以大大减少数据冗余，节约存储空间，又能够避免数据之间的不兼容性与不一致性。所谓数据的不一致性是指同一数据不同拷贝的值不一样。采用人工管理或文件系统管理时，由于数据被重复存储，当不同的应用修改不同的拷贝时就易造成数据的不一致性。

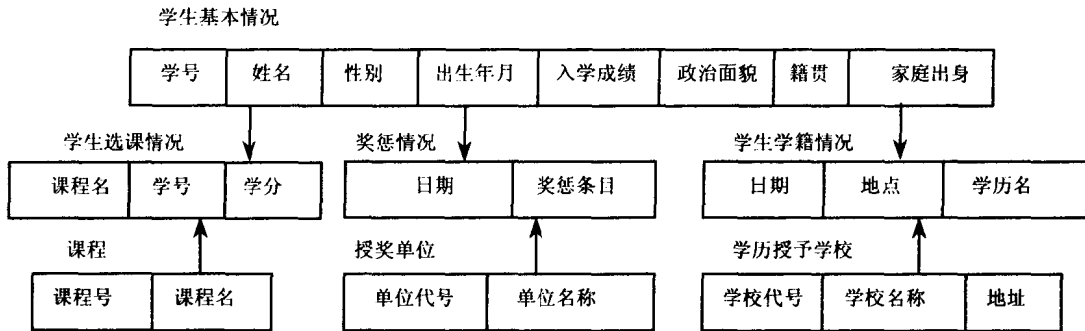


图 1.2 适应多种管理的学生数据记录

(3) 数据独立性高

数据库系统中的数据与程序之间具有很强的独立性。这种独立性可以把数据的定义和描述从应用程序中分离出去。另外，由于数据的存取由 DBMS 管理，用户不必考虑存取路径等细节，从而简化了应用程序的编制，大大减少了应用程序的维护和修改。

(4) 数据由 DBMS 统一管理和控制

由于对数据实行了统一管理，而且所管理的是有结构的数据，因此在使用数据时可以有灵活的方式，可以取整体数据的各种合理子集用于不同的应用系统中，而且当应用需求改变或增加时，只要重新选取不同子集或者加上一小部分数据，便可以有更多的用途，满足新的要求。因此数据库系统弹性大，易于扩充。

为了适应数据共享的环境，DBMS 还必须提供以下几方面的数据控制功能。

① 数据的安全性 (Security)

数据的安全性是指保护数据，防止因用户非法使用数据库造成数据的泄密、更改和破坏。通常每个用户只能按规定对某些数据以某些方式进行访问和处理。

② 数据的完整性 (Integrity)

数据的完整性是指数据的正确性、有效性和兼容性。即将数据控制在有效的范围内，或要求数据之间满足一定的关系。

③ 并发控制 (Concurrency)

当多个用户的并发进程同时存取、修改数据库时，可能会发生相互干扰而得到错误的结果，并使得数据库的完整性遭到破坏，因此必须对多用户的并发操作加以控制和协调。

④ 数据库恢复 (Recovery)

计算机系统的硬件故障、软件故障、操作员的失误以及故意的破坏也会影响数据库中数据的正确性，甚至造成数据库部分或全部数据的丢失。DBMS 必须具有将数据库从错误状态恢复到某一已知的正确状态(也称为完整状态或一致状态)的功能，这就是数据库的恢复功能。

总之，数据库是长期存储在计算机内有组织的大量共享数据的集合。它可以供各种用