



普通高等学校计算机科学与技术应用型规划教材

数据库原理与应用

主 编 段爱玲 杨丽华
副主编 于桂玲 陈沛强



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

普通高等学校计算机科学与技术应用型规划教材

数据库原理与应用

主 编 段爱玲 杨丽华

副主编 于桂玲 陈沛强

北京邮电大学出版社
·北京·

内 容 简 介

本书系统全面地阐述数据库系统的基础理论、基本技术和基本方法。全书共分为 10 章,主要介绍了数据库基础理论、关系模型、关系数据库标准语言 SQL、关系数据库设计理论、数据库安全保护、数据库设计、SQL Server 2005 的高级应用、数据仓库、数据库技术的发展和应用的领域、高校教务管理系统数据库课程设计。本书还以 SQL Server 2005 为背景介绍了数据库技术的实现,包括数据库和数据表的维护、查询与统计、视图管理、存储过程和触发器的管理、数据库的备份和还原,使读者充分利用 SQL Server 2005 平台深刻理解数据库技术的原理,达到理论和实践紧密结合的目的。

本书内容循序渐进、深入浅出,概念清晰、条理性强,每一章节都给出了大量的实例,并进行解释说明。本书既适合作为高等院校数据库课程的教材使用,又是自学的理想参考书,也可供从事数据库系统应用和开发的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理与应用/段爱玲,杨丽华主编.--北京:北京邮电大学出版社,2010.8

ISBN 978-7-5635-2371-9

I. ①数… II. ①段…②杨… III. ①数据库系统 IV. ①TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 153024 号

书 名:数据库原理与应用

主 编:段爱玲 杨丽华

责任编辑:刘 颖

出版发行:北京邮电大学出版社

社 址:北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发 行 部:电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:北京忠信诚胶印厂

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:18.75

字 数:467 千字

印 数:1—3 000 册

版 次:2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-2371-9

定 价:34.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

数据库技术是计算机科学技术中发展最快的技术之一,也是应用最广的技术之一。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。数据库应用也从简单的事物管理扩展到各个应用领域,如用于工程设计的工程数据库、用于因特网的 Web 数据库、用于决策支持的数据仓库技术等,但目前应用最为广泛的还是基于浏览器/服务器(B/S)结构的各类信息系统领域。随着 IT 技术的进步和发展,数据库的应用领域会越来越广泛,数据库技术也将是所有信息技术和信息产业的基础。

本书首先按照突出应用性、实践性的原则,将课程内容从应用角度出发,进行结构性的调整与设计,并采用最新的 SQL Sever 2005 版本作为教学内容,其次通过一个完整数据库设计案例,贯彻基础理论教学,以应用为目的,以必需、够用为度,教学中加强针对性和实用性的原则。教学内容突出基础理论知识的应用和实践能力的培养,通过调整课程体系和更新教学内容,使本教材及时反映数据库技术和社会发展的新成果。

本书共分为 10 章,系统、详尽地介绍了数据库系统理论、技术及应用。第 1 章概括了数据管理技术的发展、组成、数据模型与概念模型以及数据库系统的三级模式结构。第 2 章重点、全面地介绍了关系模型的基本概念、关系代数以及查询优化。第 3 章详细介绍了 SQL 概述、SQL Server 2005 的使用、数据定义(DDL)、数据操作(DML)、数据控制(DCL)、数据查询和视图。第 4 章介绍了关系数据库模式的规范化理论、函数依赖、多值依赖与第 4 范式(4NF)以及数据依赖的公理系统。第 5 章介绍了数据库的安全保护,主要包括数据库安全性、数据库的完整性控制、数据库的并发控制与封锁以及数据库的恢复。第 6 章介绍了数据库设计,主要包括数据库设计的任务、内容和特点,数据库设计方法,数据库设计步骤,系统需求分析,概念结构设计,逻辑结构设计,数据库的物理设计以及数据库的实施。第 7 章介绍了 SQL Server 2005 的高级应用,主要包括 Transact-SQL 程序的结构与批处理、常用命令、函数、存储过程、触发器及备份和还原。第 8 章深入浅出地讲解了数据仓库的基本概念、数据仓库的建立、SQL Server 的数据仓库解决方案以及数据集市。第 9 章介绍数据库的一些最新技术发展和应用领域。第 10 章完整地以高校教务管理系统为例,详细、全面地介绍了数据库课程设计的方法、步骤和内容。



本书对每个例题进行了精心的筛选,并且每个例题都经过了上机验证。本书内容翔实、讲解细致、图文并茂、应用性强。每章后配有小结、习题,为了使读者更好地学习领会每章习题,我们为重要习题做了解答,附在本书后面。

本书既可作为应用型本科、专科计算机相关专业教材,又是自学的理想参考书。书中带有*号的章节,可作选学内容。

本书的完成离不开参考文献中列出的大量文献的启迪。本书由段爱玲、杨丽华、李芳、于桂玲、陈沛强、祝凯编写。由于学识、水平有限,定有许多不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 数据处理	1
1.2 数据管理技术的发展	2
1.2.1 人工管理阶段	2
1.2.2 文件系统阶段	3
1.2.3 数据库技术阶段	4
1.2.4 数据库系统的优点	6
1.3 数据库系统的组成	7
1.3.1 数据库	7
1.3.2 数据库管理系统	7
1.3.3 数据库应用	9
1.3.4 数据库系统的分类	11
1.4 数据模型与概念模型	12
1.4.1 数据模型的概念	12
1.4.2 三个世界的划分及其有关概念	12
1.4.3 数据模型的分类	15
1.4.4 实体联系模型及 E-R 图	19
1.4.5 数据模型的组成要素	21
1.5 数据库系统的三级模式结构	22
小结	23
习题	24
第 2 章 关系模型	26
2.1 关系模型的基本概念	26
2.1.1 二维表	26
2.1.2 关系	28
2.1.3 关系模型	31
2.1.4 关系模型的优点	33
2.2 关系代数	33
2.2.1 传统的集合运算	34
2.2.2 专门的关系运算	35
2.2.3 用关系代数表示关系操作	41
* 2.3 查询优化	42



2.3.1 一个实例	43
2.3.2 优化策略	45
2.3.3 查询优化的优点	46
小结	47
习题	47
第3章 关系数据库标准语言 SQL	51
3.1 SQL 概述	51
3.1.1 SQL 的产生与发展	51
3.1.2 SQL 的基本概念	52
3.1.3 SQL 的特点	53
3.2 SQL Server 2005 概述	54
3.2.1 SQL Server 2005	55
3.2.2 SQL Server 2005 的版本特点	56
3.2.3 SQL Server 2005 的主要管理工具	57
3.3 数据定义	57
3.3.1 学生-课程数据库	57
3.3.2 定义、修改与删除表	58
3.3.3 建立与删除索引	61
3.4 数据操作	62
3.4.1 插入操作	63
3.4.2 修改操作	64
3.4.3 删除操作	65
3.5 数据查询	66
3.5.1 单表查询	67
3.5.2 连接查询	75
3.5.3 嵌套查询	78
3.6 视图	85
3.6.1 定义视图	86
3.6.2 查询视图	88
3.6.3 更新视图	89
3.6.4 视图的作用	91
3.7 数据控制	92
3.7.1 授权	93
3.7.2 收回权限	95
小结	95
习题	96
第4章 关系数据库设计理论	98
4.1 关系数据库模式的规范化理论	98

4.1.1 规范化理论的主要内容	98
4.1.2 不合理的关系模式可能出现的问题	99
4.1.3 模式分解是关系规范化的主要方法	100
4.2 函数依赖	101
4.2.1 函数依赖定义	102
4.2.2 关系模式的范式	102
4.2.3 第1范式	103
4.2.4 第2范式	104
4.2.5 第3范式	105
4.2.6 BC范式	105
4.3 多值依赖与第4范式	107
4.3.1 多值依赖	107
4.3.2 第4范式	109
* 4.4 数据依赖的公理系统	110
小结	114
习题	115
第5章 数据库安全保护	117
5.1 数据库的安全性	117
5.1.1 数据库安全性控制的一般方法	117
5.1.2 SQL Server 2005 的数据安全性机制	119
5.1.3 SQL Server 2005 的身份验证模式	120
5.1.4 SQL Server 的登录账号和服务角色	122
5.1.5 SQL Server 的数据库用户账号和数据库角色	124
5.2 数据库的完整性控制	127
5.2.1 完整性规则的组成	127
5.2.2 完整性约束条件的分类	128
5.2.3 完整性的实施	128
5.2.4 规则和默认	134
5.3 数据库的并发控制与封锁	135
5.3.1 数据库的并发控制的含义	135
5.3.2 事务	135
5.3.3 并发操作与数据的不一致性	136
5.3.4 封锁	137
5.4 数据库的恢复	138
5.4.1 数据库恢复的含义	139
5.4.2 数据库恢复的原理与实现技术	139
5.4.3 数据库的故障和恢复策略	141
小结	143
习题	143



第 6 章 数据库设计	145
6.1 数据库设计概述	145
6.1.1 数据库设计的任务、内容和特点	145
6.1.2 数据库设计方法	147
6.1.3 数据库设计步骤	148
6.2 系统需求分析	151
6.2.1 需求分析的任务和过程	151
6.2.2 数据流图	152
6.2.3 数据字典	154
6.2.4 需求分析注意点	155
6.3 概念结构设计	155
6.3.1 概念结构设计的必要性	156
6.3.2 概念模型	157
6.3.3 数据抽象与局部视图设计	157
6.3.4 视图的集成	165
6.4 逻辑结构设计	168
6.4.1 E-R 图向关系模型的转换	169
6.4.2 数据模型的优化	170
6.4.3 设计用户子模式	171
6.5 数据库的物理设计	172
6.5.1 数据库物理设计的内容	172
6.5.2 选择关系存取方法	173
6.5.3 确定数据库的存储结构	174
6.5.4 评价物理结构	175
6.6 数据库的实施	175
6.6.1 数据的载入和应用程序的调试	176
6.6.2 数据库的试运行	176
6.6.3 数据库的运行和维护	177
小结	178
习题	178
第 7 章 SQL Server 2005 的高级应用	180
7.1 Transact-SQL 程序设计	180
7.1.1 Transact-SQL 程序的结构与批处理	181
7.1.2 变量	182
7.1.3 流程控制命令	183
7.1.4 常用函数	187
7.2 存储过程	189
7.2.1 存储过程的概念、优点及分类	190

7.2.2	创建存储过程	191
7.2.3	查看存储过程	193
7.2.4	删除存储过程	193
7.2.5	执行存储过程	193
7.2.6	修改存储过程	194
7.3	触发器	195
7.3.1	触发器的概念、分类与作用	195
7.3.2	触发器的工作原理	196
7.3.3	创建触发器	197
7.3.4	查看触发器	200
7.3.5	修改触发器	201
7.3.6	删除触发器	202
7.4	备份和还原	203
7.4.1	备份和还原概述	203
7.4.2	备份数据库	205
7.4.3	还原数据库	210
7.4.4	备份和还原系统数据库	211
小结		212
习题		212
* 第8章	数据仓库	214
8.1	数据仓库概述	214
8.1.1	数据仓库的产生	214
8.1.2	数据仓库的应用价值	215
8.1.3	数据仓库的发展过程	215
8.2	数据仓库的基本概念	216
8.3	数据仓库的结构	220
8.3.1	元数据	221
8.3.2	粒度的概念	223
8.3.3	分割问题	224
8.3.4	数据仓库中的数据组织形式	224
8.4	建立数据仓库	226
8.4.1	建立数据仓库系统的步骤	226
8.4.2	数据仓库系统的生命周期	227
8.4.3	建立数据仓库系统的思维模式	228
8.4.4	数据仓库数据库的设计步骤	228
8.5	SQL Server 的数据仓库解决方案	228
8.5.1	SQL Server 数据仓库开发工具	229
8.5.2	SQL Server 的数据仓库创建	230
8.5.3	SQL Server 的数据仓库事实表与多维数据集的建立	233



8.6 数据集市	245
小结	247
习题	247
第9章 数据库技术发展和应用的新领域	249
9.1 数据库技术与其他技术相结合产生的新领域	249
9.1.1 并行数据库	249
9.1.2 主动数据库	250
9.1.3 知识库	251
9.1.4 多媒体数据库	252
9.1.5 模糊数据库	253
9.2 面向应用领域的数据库新技术	253
9.2.1 工程数据库	254
9.2.2 空间数据库	254
9.3 联机分析处理技术	255
9.4 数据挖掘技术	257
小结	259
习题	259
第10章 高校教务管理系统数据库课程设计	260
10.1 系统需求分析	260
10.1.1 可行性分析	260
10.1.2 需求分析阶段的目标与任务	260
10.1.3 系统功能子模块的分析	261
10.1.4 数据库完整性和安全性要求	261
10.2 教学管理的系统化分析	261
10.3 概念模型设计	266
10.4 逻辑结构设计	268
10.5 物理结构设计	269
10.6 数据库实施阶段	272
10.7 系统调试和测试	276
部分习题答案	277
参考文献	289

第1章 概述



数据库技术是一门研究数据管理的技术,始于20世纪60年代末,经过30多年的发展,已形成理论体系,成为计算机科学的一个重要分支。数据库技术主要研究如何存储、使用和管理数据,是计算机数据管理技术发展的最新阶段。当前,信息资源已成为一种重要的财富和资源。建立一个满足信息处理要求的信息系统已成为一个企业或组织生存和发展的重要条件,而数据库技术则正是信息系统的核心和基础,越来越多的应用领域采用数据库技术来存储和处理信息资源。数据库的建设规模、信息量的大小和使用频度已成为衡量一个国家信息化程度的重要标志。

本章首先回顾数据管理技术的发展过程,然后介绍数据模型和数据库的基本术语和概念,并在此基础上介绍数据库系统结构及数据库系统的组成和分类等,为后面各章节的学习奠定基础。

1.1 数据处理

数据是描述事物的符号记录。数字是一种常见的数据表现形式,其他的表现形式还有文字、图形、图像和声音等。比如,180是一个数据,如果它是一个人的体重,我们会得到这是一个相对比较胖的人的信息,如果它代表一个学生三门考试课程的总成绩,我们会得出这个同学的成绩很一般的结论。可见数据的表现形式还不能完全表达其实质内容,还需要经过解释,数据和关于数据的解释是不可分的。数据的解释是对数据含义的解释,数据的含义称为数据的语义,数据与其语义是不可分的。另外数据之间是有联系的,是有结构的。例如,关于一个学生的数据是需要组织在一起的,如把学生的学号、姓名和性别等组织在一起才能完整地描述一个学生的信息。

数据处理是指从某些已知的数据出发,推导加工出一些新的数据,这些新的数据又表示了新的信息。例如,从学生的基本信息中可以推导出学生的性别构成、年龄构成和地区构成,分析不同专业这些构成的差异。在具体操作中,涉及数据收集、管理、加工和输出等过程。在数据处理中,通常数据的计算比较简单,而数据的管理却比较复杂。数据管理是指数据的收集、整理、组织、存储和检索等操作,这部分操作是数据处理业务的基本环节,是任何数据处理业务中必不可少的共有部分,因此,我们有必要研究数据管理的技术,对数据处理提供有力的支持。

1.2 数据管理技术的发展

数据管理技术的发展经历了人工、文件系统和数据库技术 3 个阶段。我们通过一个学校的教务部门对学生、课程和成绩的管理来阐述各阶段的特点。

在没有使用计算机时,教务部门的工作人员通常将有关学生的信息抄写在一张张卡片上,为了查找方便,一般将同一个班、同一个年级、同一个系的学生的卡片存放在相邻的地方,并对不同的班、年级和系做上标签。而每门课程的信息也是抄写在卡片上,将同一个专业的卡片放在一起并做上标签。每个学期末将同一个班的各门课的成绩单收集起来存放在档案中。

当要查找一个学生的信息时,如果知道他所在的系和班级,按照建好的标签可以快速找到该学生的卡片;如果教务员老师只知道他的姓名,那只有在所有学生的卡片中一个一个地查找,需要花费很多的时间。当要计算一个学生某个学期的平均成绩时,首先要在档案中找到该学生所在班级这个学期的所有成绩单,从中再找出该学生各门课程的成绩,然后计算平均成绩。统计某一门课程的成绩分布时也只能进行手工计算。

1.2.1 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期以前,计算机主要用于科学计算。那时的计算机,在硬件方面,外存只有卡片、纸带及磁带,没有磁盘等直接存取的存储设备;在软件方面,只有汇编语言,没有操作系统和高级语言,更没有管理数据的软件;数据处理的方式是批处理。这些决定了当时的数据管理只能依赖人工进行。

人工管理阶段的特点如下:

(1) 数据不保存。当时的计算机主要用于科学计算,一个程序对应一组数据。在计算某一问题时,把程序和对应的数据装入,计算完就退出,没有必要将数据长期保存。

(2) 没有专门的数据管理软件。数据需要由应用程序自己管理,因此应用程序的设计不仅要考虑数据的逻辑结构,还要考虑数据的物理结构,比如存储结构、存取方法、输入输出方式等。一旦存储结构发生变化,应用程序也要做相应的修改,程序员的负担很重,数据的独立性也很差。

(3) 数据面向应用。一组数据对应一个程序。倘若多个程序使用相同的数据,必须各自定义,不能共享,所以程序之间存在大量的数据冗余。

(4) 只有程序的概念,基本上没有文件的概念。

人工管理阶段的特征如图 1-1 所示。

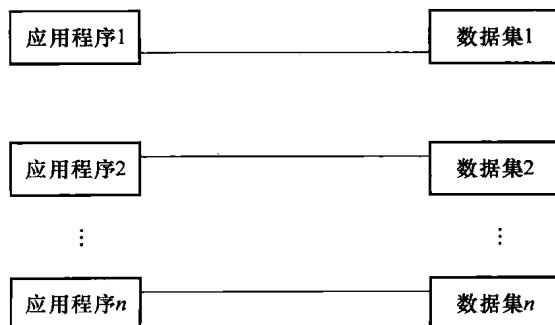


图 1-1 人工管理阶段的特征



1.2.2 文件系统阶段

20 世纪 50 年代末到 60 年代中期,随着科学技术的进步,计算机技术有了很大提高,计算机的应用范围也不断扩大,不仅用于科学计算,还大量用于管理。这时计算机硬件已经有了磁盘、磁鼓等直接存取的外存设备;软件则有了操作系统、高级语言,操作系统中的文件系统是专门用于数据管理的软件;处理方式不仅有批处理,还增加了联机实时处理。

为了改变手工管理阶段查找、计算工作量大,需要花费很长时间这样一种被动局面,教务部门编写了一套学籍管理软件。将学生卡片、课程卡片和学生成绩单中的内容分别存放到了文件 student、course 和 score 中。对每个文件编写了一组程序用于数据维护,包括增加一条记录、删除一条记录、修改一条记录和查询一条记录。在此基础上根据实际工作的需要又编写了一些查询和报表打印程序。例如,根据学生姓名、学生编号查找学生的信息,统计某学期某个学生的平均成绩,统计某门课程的平均成绩等。

软件投入使用后,工作人员的效率大大提高。例如,学期末将各门课的考试成绩输入计算机以后,可以很快计算出学生的平均成绩,打印出需要补考的学生名单。但经过一段时间的使用后,工作人员发现有时必须修改程序和文件结构才能适应工作的需要。例如,学校领导让统计新入学的学生中有多少是来自山东的,因为学籍管理软件没有实现这个查询,所以不得不再编写一段程序来实现这个功能。又如当需要往文件中增加某一个属性时,这将涉及改变文件的结构,需要若干步骤才能完成。修改了文件结构,由于该文件结构已经应用到使用它的应用程序中,因此还必须一一修改这些应用程序使其适应这一新的文件结构,否则程序运行就会出错。

可以看到用文件系统管理数据具有的特点如下:

- (1) 数据可以长期保存在磁盘上。用户可以反复对文件进行查询、修改、插入和删除等操作。
- (2) 文件系统提供了数据与程序之间的存取方法。应用程序和数据有了一定的独立性。数据物理结构的改变也不一定反映在程序上,大大减轻了程序员的负担。
- (3) 数据冗余量大。文件系统中,文件仍然是面向应用的,一个文件基本上对应于一个程序。即使多个程序使用了一部分相同的数据,也必须建立各自的文件,不能对数据项进行共享,因此数据冗余大,存储空间浪费。由于数据可能有多个副本,对其中之一进行修改时还容易造成数据的不一致性。
- (4) 文件之间缺乏联系,相互孤立,仍然不能反映现实世界各种事物之间错综复杂的联系。

文件系统阶段的特征如图 1-2 所示。

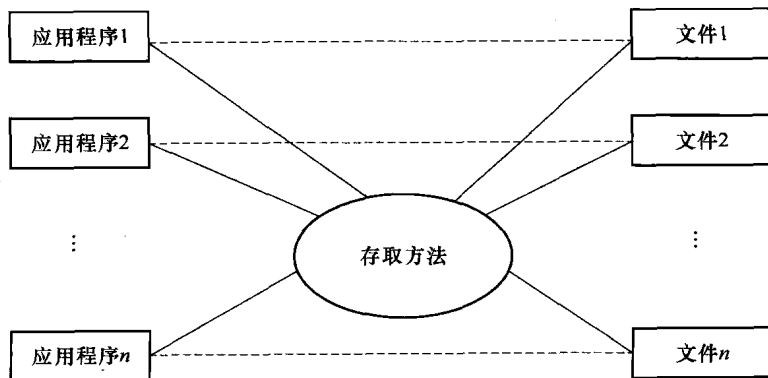


图 1-2 文件系统阶段的特征



1.2.3 数据库技术阶段

20 世纪 60 年代末以来,计算机的应用更为广泛,用于数据管理的规模也更为庞大,由此带来数据量的急剧膨胀。计算机磁盘技术有了很大发展,出现了大容量的磁盘。在处理方式上,联机实时处理的要求更多。这种种变化都促进了数据管理手段的进步,数据库技术应运而生。

随着各部门计算机应用水平的提高,学校提出了共享教务处保存的有关学生数据的要求,学校购置了一个关系数据库管理系统,对全校各部门的数据进行统一组织,将教务处和学生工作处保存的学生数据进行了合并,各系的有关人员都可以访问这些数据。

在这个系统中可建立三个关系:student、course、score,这时就不用再自己编写程序来实现了,而是向这个关系数据库管理系统提交一条创建表的命令即可。这条命令在数据库中建立了三个关系,用来保存学生的信息、课程的信息和成绩的信息,更重要的是将其结构也保存到数据库的数据字典中。如果教务人员向关系中增加、删除、修改一个记录只须用该系统提供的语句来完成,这些命令具体如何操作数据是由系统来完成,程序员无须编写专门的程序,这样大大节省了程序员的时间和精力。当需要往关系添加属性时,可以用一条命令来完成,不需要再另外编写程序,更不用再去修改那些使用了该关系的应用程序。

从这个例子中,我们可以初步体会到使用数据库系统给人们带来了极大的方便。

数据库系统的特点如下:

(1) 数据的结构化

在文件系统阶段,只考虑了同一文件记录内部数据项之间的联系,而不同文件的记录之间是没有联系的,即从整体上看数据是无结构的。这样的文件是有局限性的,不能反映现实世界各种事物之间错综复杂的联系。在数据库系统中,实现了整体数据的结构化,把文件系统中简单的记录结构变成了记录和记录之间的联系所构成的结构化数据。在描述数据的时候,不仅描述数据本身,还要描述数据之间的联系。数据之间的联系通过存取路径来实现,把相关的数据有机地组织在一起。

例如在学校的管理系统中,不同的部门有不同的要求,人事、医疗、教务等部门分别了解学生的人事情况、医疗保健情况、选课情况等。传统的文件系统中,不同的应用要使用不同的文件。比较简单的文件形式是等长、同格式记录的集合。比如学生的人事记录文件,可以采用图 1-3 所示的记录格式。

学号	姓名	性别	出生年月	系别	政治面貌	籍贯	家庭成员	简历
----	----	----	------	----	------	----	------	----

图 1-3 学生人事记录

而学生的选课记录文件,则可以采用图 1-4 所示的记录格式。

学号	姓名	性别	出生年月	系别	课程号	课程名	成绩
----	----	----	------	----	-----	-----	----

图 1-4 学生选课记录

由图 1-3 和图 1-4 可见,首先,每个学生的情况不同,其家庭成员、简历、选课的数据量有多有少,如果用等长记录格式存储学生数据,只能按数据量最大的学生记录来安排存储,

这样会造成极大的浪费,如果用变长记录来存储,又不便于数据管理;其次,无论是人事记录文件还是选课记录文件,每个文件记录的数据项都包括了学号、姓名、性别和出生年月等,这造成了大量的重复存储。在数据库系统中,我们从整体的角度来组织数据,综合考虑各种应用,有效地解决了上述问题。数据组织方式如图 1-5 所示。

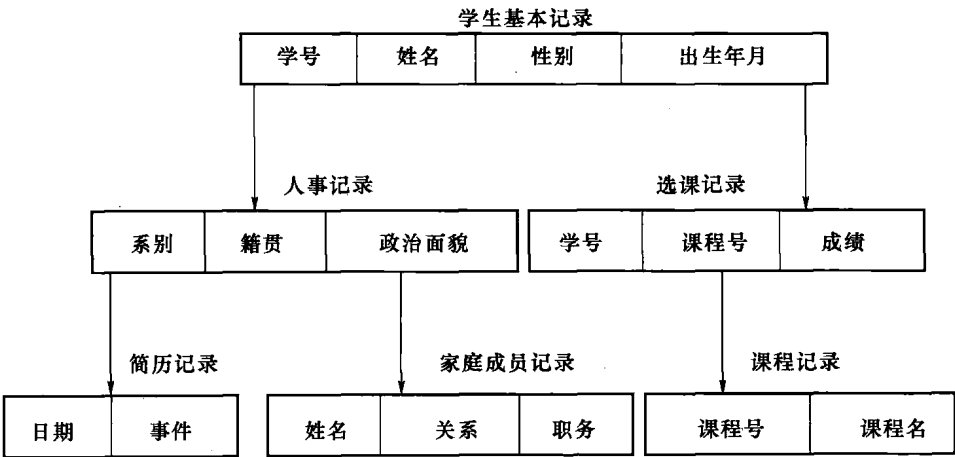


图 1-5 结构化的学生记录

(2) 数据共享性好

由图 1-5 设计的数据结构可见,人事部门可以据此了解学生的人事情况,教务部门也可以据此了解学生的选课情况,这些数据可以供多个部门使用,实现了数据的共享。各个部门的数据基本上没有重复的存储,数据的冗余量小。

(3) 数据独立性好

数据库系统有三层结构:用户(局部)数据的逻辑结构、整体数据的逻辑结构和数据的物理结构。在这三层结构之间数据库系统提供了两层映像功能。首先是用户数据逻辑结构和整体数据逻辑结构之间的映像,这一映像保证了数据的逻辑独立性:当数据库的整体逻辑结构发生变化时,通过修改这层映像可使局部的逻辑结构不受影响,因此不必修改应用程序。另外一层映像是整体数据逻辑结构和数据物理结构之间的映像,它保证了数据的物理独立性:当数据的存储结构发生变化时,通过修改这层映像可使数据的逻辑结构不受影响,因此应用程序同样不必修改。

(4) 数据存取粒度小

文件系统中,数据存取的最小单位是记录;而在数据库系统中,数据存取的粒度可以小到记录中的一个数据项。因此数据库中数据存取的方式非常灵活,便于对数据的管理。

(5) 数据库管理系统(DataBase Management System,DBMS)对数据进行统一的管理和控制

它包括如下控制功能:

① 数据的完整性

保证数据的正确性,要求数据在一定的取值范围内或相互之间满足一定的关系。比如规定考试的成绩在 0~100 分之间等。

② 数据的安全性



让每个用户只能按指定的权限访问数据,防止不合法地使用数据,造成数据的破坏和丢失。比如学生对于课程的成绩只能进行查询,不能修改。

③ 并发控制

对多个用户的并发操作加以协调和控制,防止多个进程同时存取、修改数据库中的数据时发生冲突、造成错误。比如学生选课系统中,某门课只剩下最后一个名额,但有两个学生在两台选课终端上同时发出了选这门课的请求,必须采取某种措施,确保两名学生不能同时拥有这最后的一个名额。

④ 数据库的恢复

当数据库系统出现硬件、软件的故障或者遇上误操作时,DBMS 应该有能力把数据库恢复到最近某个时刻的正确状态上来。

(6) 为用户提供了友好的接口

用户可以使用交互式的命令语言,如将在后面章节介绍的 SQL 语言,对数据库进行操作;也可以把普通的高级语言(如 C++ 语言等)和 SQL 语言结合起来,从而把对数据库的访问和对数据的处理有机地结合在一起。总而言之,用户可以很方便地对数据进行管理。数据库系统阶段的特征如图 1-6 所示。

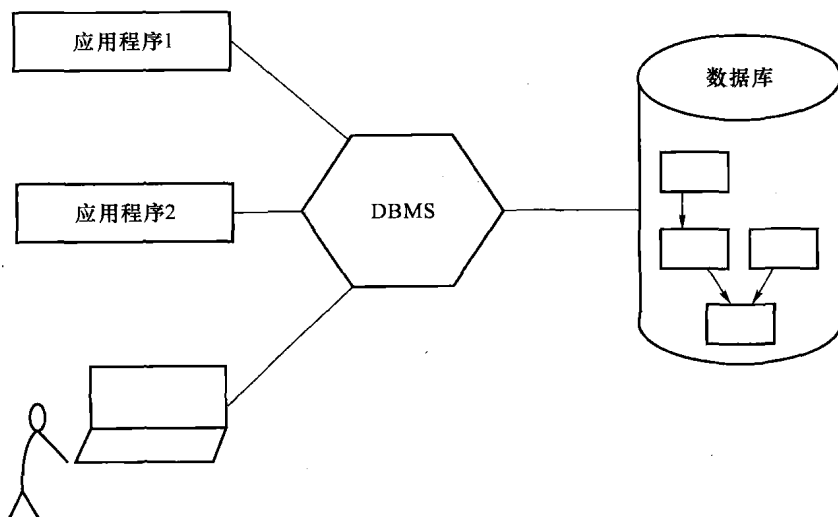


图 1-6 数据库系统阶段的特征

1.2.4 数据库系统的优点

数据库系统的优点不但是由数据库管理系统的特点决定的,而且数据库系统的特点本身就是数据库系统的优点。

首先,使用数据库系统可以大大提高应用开发的效率。因为在数据库系统中应用程序不必考虑数据的定义、存储和数据存取的具体路径,这些工作都由 DBMS 来完成。开发人员可以专注于应用逻辑的设计,而不必为数据管理的细节操心。

其次,由于数据库系统采用三层结构两级映像模式,数据逻辑结构的改变不影响应用程序的修改或影响很小,从而既简化了应用程序的编制,又大大减少了应用程序的维护和修改。