

高职高专计算机系列教材

数据库原理及应用 (SQL Server 2000)

李丽萍 武爱平 主编 安永梅 贾鑫 常明杰 副主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高职高专计算机系列教材

数据库原理及应用

(SQL Server 2000)

李丽萍 武爱平 主 编
安永梅 贾 鑫 常明杰 副主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书在讲解基本理论的基础上,以“教学管理系统”数据库案例贯穿全书例题和习题,目的是使学生既要掌握数据库基础理论、基本技术,又要学会在 SQL Server 2000 数据库管理环境中创建和管理数据库的操作方法,采用边讲解理论,边上机实践的教学方式,使枯燥难懂的理论知识,通过 SQL Server 2000 应用系统中的演示变得简洁、直观。

全书共分 12 章,主要内容包括:数据库基本概念、数据库系统结构、数据模型和关系数据库理论、SQL Server 2000 服务器的安装和配置、数据库的创建和数据查询、数据库并发控制和恢复技术、代理服务和数据复制技术、数据库设计步骤及 SQL Server 综合应用。本教材还配有电子教案和各章的习题答案,以方便老师教学和学生自学。

本书内容丰富、实用性强、深入浅出、通俗易懂,适合作为高职高专院校计算机专业、信息管理和信息系统等相关专业数据库课程的教材,也可供从事数据库系统教学、研究和应用的广大教师、学生、研究人员和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数据库原理及应用:SQL Server 2000 / 李丽萍,武爱平主编. —北京:中国铁道出版社,2007.7

(高职高专计算机系列教材)

ISBN 978-7-113-08135-5

I. 数… II. ①李… ②武… III. 关系数据库—数据库管理系统, SQL Server 2000—高等学校:技术学校—教材 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 133584 号

书 名:数据库原理及应用(SQL Server 2000)

作 者:李丽萍 等

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

策划编辑:严晓舟 秦绪好

责任编辑:陈 宏

特邀编辑:李新承

封面设计:高 洋

封面制作:白 雪

责任校对:姚文娟

印 刷:北京市彩桥印刷有限责任公司

开 本:787×1092 1/16 印张:15.5 字数:356 千

版 本:2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~5 000 册

书 号:ISBN 978-7-113-08135-5/TP·2488

定 价:22.00 元

版权所有 侵权必究

本书封面贴有中国铁道出版社激光防伪标签,无标签者不得销售

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社计算机图书批销部调换。

前 言

数据库技术是计算机科学技术中发展最快的领域之一，也是应用最广的技术之一。

本书以学生和教师非常熟悉的“教学管理系统”为案例，从数据库的构思、设计、创建、操作、安全管理、运行和维护等方面系统地介绍了数据库系统的基础理论、基本技术和操作方法。采用边讲解理论边在 SQL Server 2000 数据库应用系统中操作的方式，把枯燥难懂的理论知识融会贯通在教学管理的实际操作中，增加了学生的学习兴趣。

本书具有以下特色：

(1) 理论与实践合二为一：既系统地阐述了数据库技术的理论知识，又详细地介绍了 SQL Server 2000 管理数据库的基本操作方法，是一本既经济又实用的数据库工具书。

(2) 以案例为主线：以“教学管理系统”数据库为主线，例题和习题贯穿全书，介绍了数据库的各个知识点，加深学生对所学知识的理解。

(3) 整体结构的完整性：系统地讲解了数据库的构思、设计、创建和运行维护等知识，通过本书的学习，读者可以独立完成数据库的设计任务。

本书内容共分 12 章。第 1 章介绍数据库概述、基础知识和系统结构。第 2 章介绍数据模型及其分类。第 3 章介绍关系、关系完整性和关系操作。第 4 章介绍关系数据库和表的创建及如何在 SQL Server 2000 中操作数据。第 5 章介绍如何在数据库中查询数据、创建和操作视图。第 6 章介绍用户权限管理、数据库角色、存储过程和触发器的使用。第 7 章介绍事物基本概念、故障种类和数据库的恢复技术。第 8 章介绍数据库封锁技术及并发调度的可行性。第 9 章介绍代理服务和数据复制。第 10 章介绍数据依赖、范式及关系模式的规范化。第 11 章介绍概念模型、E-R 图的表示方法及数据库的设计步骤。第 12 章介绍数据库原理在 Visual Basic 6.0、Delphi 7.0、PowerBuilder 9.0 和 Visual Studio 2003 中的应用。

本书第 4、5、7 和 9 章由李丽萍编写，第 1 章和第 10 章由武爱平编写，第 3 章和第 11 章由安永梅编写，第 2、6 和 8 章由贾鑫和常明杰编写，第 12 章由李丽萍和贾鑫共同完成。全书最后由李丽萍统编。在编写本书的过程中还得到了武嘉平老师的大力帮助和支持，在此表示感谢。

本书内容由浅入深、循序渐进、通俗易懂，适合作为高职高专院校计算机专业、信息管理和信息系统等相关专业数据库课程的教材，对于计算机应用人员和计算机爱好者，本书也是一本实用的自学参考书。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者指正。

编 者

2007 年 6 月

目 录

第 1 章 绪论.....	1
1.1 数据库系统概述.....	1
1.1.1 基本概念.....	2
1.1.2 数据管理技术的发展.....	5
1.1.3 数据库系统特点.....	9
1.1.4 教学管理数据库实例.....	12
1.2 数据库系统组成及模式结构.....	12
1.2.1 数据库系统组成.....	12
1.2.2 数据库模式.....	14
1.2.3 数据库系统三级模式.....	15
1.2.4 数据库系统二级映像.....	17
1.2.5 数据字典.....	18
1.3 数据库技术的发展.....	18
1.3.1 数据库系统向多样化方向发展.....	18
1.3.2 面向应用领域的数据库新技术.....	20
本章小结.....	21
思考题与习题.....	22
第 2 章 数据模型.....	25
2.1 数据模型的概念.....	25
2.1.1 数据模型概述.....	25
2.1.2 数据模型的要素.....	25
2.2 概念模型.....	26
2.2.1 信息世界的基本概念.....	26
2.2.2 概念模型的表示方法.....	28
2.3 主要的逻辑数据模型.....	29
2.3.1 关系模型.....	29
2.3.2 网状模型.....	31
2.3.3 层次模型.....	32
本章小结.....	34
思考题与习题.....	34
第 3 章 关系数据库.....	36
3.1 关系模型概述.....	36
3.2 关系数据结构.....	36
3.2.1 关系.....	36
3.2.2 关系模式.....	39

3.2.3 关系数据库.....	39
3.3 关系完整性.....	39
3.3.1 实体完整性.....	39
3.3.2 参照完整性.....	40
3.3.3 用户定义完整性.....	41
3.4 关系操作.....	41
3.4.1 基本的关系操作.....	41
3.4.2 关系数据语言的分类.....	41
3.4.3 关系代数.....	42
本章小结.....	47
思考题与习题.....	47
第 4 章 数据库和数据表.....	51
4.1 关系数据库标准语言概述.....	51
4.1.1 SQL 语言的产生和发展	51
4.1.2 SQL 语言的基本概念	51
4.1.3 T-SQL 语言的特点.....	52
4.2 SQL Server 2000 系统概述.....	53
4.2.1 SQL Server 2000 系统简介	53
4.2.2 SQL Server 2000 的安装环境	55
4.2.3 SQL Server 2000 的安装步骤.....	55
4.2.4 SQL Server 2000 的主要工具	57
4.2.5 SQL Server 服务器启动、注册与配置	58
4.3 建立数据库与数据表.....	61
4.3.1 SQL Server 2000 数据库结构	61
4.3.2 标识符命名规则.....	65
4.3.3 教学管理数据库.....	65
4.3.4 创建、修改和删除数据库	66
4.3.5 创建、修改和删除数据表	72
4.4 建立表间的关系.....	77
4.5 数据更新.....	78
4.5.1 插入数据.....	78
4.5.2 修改数据.....	80
4.5.3 删除数据.....	81
4.6 建立索引.....	82
4.6.1 索引的概念.....	82
4.6.2 创建索引的优、缺点	83
4.6.3 考虑建索引的列和不考虑建索引的列	83
4.6.4 索引的分类.....	84
4.6.5 创建索引.....	85

4.6.6 删除索引.....	86
本章小结.....	86
思考题与习题.....	86
第 5 章 数据查询与视图.....	88
5.1 SELECT 语句.....	88
5.2 单表查询.....	88
5.2.1 选择表中若干列.....	88
5.2.2 选择表中若干记录.....	89
5.2.3 对查询结果排序.....	92
5.2.4 对数据进行统计.....	93
5.2.5 对结果进行分组.....	93
5.3 连接查询.....	94
5.3.1 内连接查询.....	94
5.3.2 自身连接.....	94
5.3.3 外连接查询.....	95
5.3.4 复合连接条件.....	96
5.4 嵌套查询.....	96
5.4.1 使用 IN 或 NOT IN 语句的子查询.....	97
5.4.2 比较运算符的子查询.....	97
5.4.3 带有 ANY 或 ALL 谓词的子查询.....	97
5.5 视图.....	98
5.5.1 创建视图.....	98
5.5.2 修改视图.....	100
5.5.3 删除视图.....	101
5.5.4 查询视图.....	101
5.5.5 更新视图.....	101
5.5.6 视图的作用.....	102
本章小结.....	103
思考题与习题.....	103
第 6 章 数据库保护.....	105
6.1 数据库的安全性.....	105
6.1.1 数据库安全性概述.....	105
6.1.2 数据库安全性控制.....	106
6.1.3 登录用户.....	107
6.1.4 管理权限.....	109
6.1.5 数据库角色.....	110
6.1.6 存储过程的建立和删除.....	112
6.1.7 触发器的建立和删除.....	113

6.2 数据库的完整性.....	114
6.2.1 实体完整性.....	114
6.2.2 参照完整性.....	116
6.2.3 用户自定义完整性.....	116
本章小结.....	118
思考题与习题.....	118
第7章 数据库恢复技术.....	120
7.1 事务的基本概念.....	120
7.2 事务的性质.....	121
7.3 故障的种类和恢复技术.....	121
7.3.1 故障的种类.....	121
7.3.2 数据库恢复的基本原则.....	122
7.3.3 恢复方法.....	122
7.4 备份操作.....	123
7.4.1 创建备份设备.....	124
7.4.2 备份数据库.....	126
7.4.3 备份事务日志.....	129
7.5 还原操作.....	130
7.5.1 还原数据库.....	130
7.5.2 还原事务日志.....	131
7.6 数据导出与导入.....	132
7.6.1 数据导出.....	132
7.6.2 数据导入.....	136
7.7 数据库分离与附加.....	137
本章小结.....	138
思考题与习题.....	139
第8章 并发控制	140
8.1 数据库的并发操作带来的问题.....	140
8.2 排它型封锁.....	141
8.2.1 X封锁和PX协议.....	141
8.2.2 并发事务的可串行化.....	142
8.2.3 事务的ROLLBACK引起的丢失更新问题.....	143
8.3 活锁与死锁.....	144
8.4 共享型封锁.....	144
8.5 两段封锁法.....	147
8.5.1 两段封锁协议.....	147
8.5.2 两段封锁法与可串化调度的关系.....	147
本章小结.....	147
思考题与习题.....	148

第 9 章 代理服务与数据复制.....	149
9.1 自动化管理任务.....	149
9.1.1 SQL Server Agent 服务.....	149
9.1.2 操作员.....	152
9.1.3 设计和规划作业.....	152
9.1.4 创建警报相应事件.....	153
9.2 复制.....	155
9.2.1 复制的基本概念.....	155
9.2.2 复制的功能.....	155
9.3 复制的模型.....	155
9.3.1 服务器角色.....	156
9.3.2 复制的类型.....	156
9.3.3 复制代理程序.....	157
9.4 配置复制.....	157
9.4.1 复制前的考虑.....	157
9.4.2 配置分发服务器.....	158
9.4.3 配置发布服务器和创建出版物.....	159
9.4.4 订阅.....	161
9.4.5 复制监控.....	165
9.4.6 提高复制性.....	166
9.4.7 停止复制.....	167
本章小结.....	167
思考题与习题.....	167
第 10 章 关系数据库设计理论.....	168
10.1 关系数据库设计理论的提出.....	168
10.2 基本概念.....	170
10.2.1 函数依赖.....	170
10.2.2 码.....	171
10.3 关系范式.....	171
10.3.1 第一范式.....	172
10.3.2 第二范式 (2NF).....	173
10.3.3 第三范式 (3NF).....	174
10.3.4 BC 范式 (BCNF).....	175
10.4 关系模式的规范化.....	176
10.5 教学管理系统数据库关系模式分析.....	178
本章小结.....	178
思考题与习题.....	178

第 11 章 数据库设计	181
11.1 数据库设计概述	181
11.1.1 数据库设计的内容	181
11.1.2 数据库设计的方法	182
11.1.3 数据库设计的步骤	183
11.2 需求分析	184
11.2.1 需求分析的任务	184
11.2.2 需求分析的步骤	184
11.2.3 需求分析的方法	185
11.2.4 数据流图	186
11.2.5 数据字典	187
11.3 概念结构设计	189
11.3.1 概念模型	189
11.3.2 E-R 图表示方法	191
11.3.3 概念结构设计步骤	192
11.3.4 局部 E-R 图	193
11.3.5 基本 E-R 图	195
11.4 逻辑结构设计	198
11.4.1 逻辑结构设计步骤	198
11.4.2 E-R 图向数据模型转换	199
11.4.3 数据模型的优化	200
11.4.4 设计用户子模式	201
11.5 物理结构设计	201
11.5.1 确定物理结构	202
11.5.2 评价物理结构	203
11.6 数据库的实施与维护	204
11.6.1 数据库的实施	204
11.6.2 数据库的试运行	205
11.6.3 数据库的运行与维护	205
本章小结	206
思考题与习题	206
第 12 章 SQL Server 综合应用	210
12.1 在 Visual Basic 环境中的应用	210
12.1.1 数据库连接	210
12.1.2 创建用户界面	212
12.2 在 Delphi 环境中的应用	212
12.2.1 用户界面设计	212
12.2.2 数据库的连接	213
12.3 在 PowerBuilder 环境中的应用	214

12.3.1 使用 ODBC 接口	214
12.3.2 使用 Microsoft SQL Server 专用接口	216
12.4 在 Visual Studio 2003 环境中的应用	217
参考文献	220
附录 A 教学管理系统数据表结构	221
附录 B 教学管理系统各数据表记录	222
附录 C 习题参考答案	224

第1章 绪 论

当今时代是信息技术飞速发展的时代。而作为信息技术主要支柱之一的数据库技术在社会各个领域中有广泛的应用。例如,当人们从事买飞机票、领发工资、查资料和买卖股票等活动时,都需要与数据库打交道,可以说,在人们的周围运行着各种各样的数据库系统。

例如,航空售票系统,包括的数据项有:

- (1) 座位预定信息: 座位分配和座位确认等。
- (2) 航班信息: 航班号、飞机型号、机组号、起飞地、目的地、起飞时间和到达时间等。
- (3) 机票信息: 票价、折扣和有无票等。

售票系统的工作是:

(1) 查询: 某一时间内从某个指定地到另一指定地的航班, 是否有可以选择的座位、飞机型号、票价和折扣等。

- (2) 更新: 登记航班和分配座位等。
- (3) 统计: 统计经常乘坐某一航班的乘客信息等。

再例如,图书管理系统,包括的主要数据项有:

- (1) 图书信息: 书号、书名、作者姓名和出版日期等。
- (2) 作者信息: 姓名、性别、住址和电话等。
- (3) 出版社信息: 名称、地址、社长和电话等。
- (4) 读者信息: 姓名、借书号和借书数量等。

管理系统的管理工作是:

- (1) 查询: 查看图书、检索指定作者的图书和检索指定出版社出版的图书等。
- (2) 更新: 新书登记和作者信息等。

由于,数据库系统能存储数据、管理信息和共享资源,为各种用户提供及时准确的相关信息,满足这些用户各种不同的需要,所以说,数据库技术成为最先进、最常用的技术之一。

数据库技术研究的问题是: 如何科学地组织和存储数据,如何高效地获取和处理数据及如何更广泛、更安全地共享数据。

因此,数据库课程不仅是计算机科学与技术专业、信息管理专业的必选课程,也是许多非计算机专业的选修课程。

本章介绍数据库系统的基本概念、数据库管理技术及发展、数据库系统的特点,最后建立一个教学管理数据库实例框架。

本章是后面各章节的准备和基础。

1.1 数据库系统概述

在系统地介绍数据库的基本概念之前,这里首先介绍一些数据库最常用的术语和基本概念。

1.1.1 基本概念

数据、数据库、数据库管理系统和数据库系统是数据库技术密切相关的 4 个基本概念。

1. 数据 (Data)

数据是数据库中存储的基本对象。

数据 (Data) 通常是指用符号记录下来的可加以鉴别的信息 (Information), 即描述事物的符号记录称为数据。描述事物的符号不仅指数字、字母、文字和其他特殊字符, 且包括图形、图像和声音等多媒体数据。数据有多种表现形式, 它们都可以经过数字化后存入计算机。

早期的计算机系统主要用于科学计算, 处理的数据是整数、实数和浮点数等传统数学中的数据。所以, 一提到数据, 在大多数人头脑中的第一反应就是数字。例如, 23、1 000、45.5、-66.86、¥356 和 \$890 等。这是对数据的一种传统和狭义的理解。

现在计算机能存储和处理的对象十分广泛, 表示这些对象的数据也越来越复杂。现代计算机系统中数据的概念是广义的, 数据的种类很多, 例如, 文字、图形、图像、声音、学生的档案记录和货物的运输情况等, 都属于数据的范畴, 数字只不过是最简单的一种数据。

每个数据都有其特定的含义, 数据的含义称为数据的语义。

【例 1-1】我们在计算机中存储了 98 这个数, 它的语义是: 王晓亮同学“数据库”这门课的期末考试成绩是 98。

【例 1-2】我们又在计算机中存储了: (王晓亮,男,198805,河北石家庄市,计算机系,2007), 它的语义是: 某校计算机系王晓亮同学, 男, 1988 年 5 月出生, 河北石家庄市人, 2007 年入学。

由上例可见, 数据语义就是对数据的解释和说明。因此说, 数据与其语义是一个不可分的整体。

例 1-2 中把学生的姓名、性别、出生年月、出生地、所在院系和入学时间组织在一起, 组成一个记录。这里的学生记录就是描述学生的数据, 这样的数据是有结构的。记录是计算机中表示和存储数据的一种格式或一种方法。

2. 数据库 (DataBase, DB)

数据库, 就是存放数据的仓库。这个仓库设在计算机存储设备上, 并且库中数据按一定的格式存放。

过去, 人们还没有使用计算机时, 通常是把收集并抽取出一个应用所需要的大量数据存放在文件柜里, 以供进一步查询和加工处理所用。这样做的后果是, 当数据越来越多时, 从大量的文件中查找数据就十分困难。现在人们借助计算机和数据库技术可以科学地保存和管理大量复杂的数据, 从而能很方便、充分地利用这些宝贵的信息资源。

严格地讲, 数据库是长期存储在计算机内, 有组织的、大量的和可共享的数据集合。

数据库中的数据按一定的数据模型组织、描述和存储, 具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性, 并可以为各种用户共享。

简单地讲, 数据库数据具有较少的冗余度、较高的数据独立性、易扩展性和共享性等特点。

3. 数据库管理系统 (DataBase Management System, DBMS)

有了数据和数据库,下面的问题就是如何科学地组织和存储这些数据,如何高效地获取和维护这些数据。这个任务由数据库管理系统完成。

数据库管理系统(DBMS)是数据库系统的核心部件,是一种非常复杂的、综合的和対数据进行管理的大型系统软件,它位于用户与操作系统之间。它在操作系统支持下工作,它可以确保数据的安全可靠,提高用户使用数据的简明性和方便性。

它的主要功能有:数据定义、数据操纵、数据库的运行控制和数据库的建立与维护。

(1) 数据定义功能

DBMS 必须提供数据定义语言(Data Definition Language, DDL),用户通过它可以方便地定义数据库中的表、索引和视图等数据对象。

例如,要建立一个关于学生信息的数据库,其中有一个“学生”表 Student,它有学号、姓名、性别、出生年月、籍贯、所在院系和入学年份等属性组成。可以用 DDL 中建立数据库表的定义语句 CREATE TABLE 来建立:

```
CREATE TABLE      Student      /*学生表的表名为 Student*/
( no                CHAR(8),NOT NULL, /*学生学号, 8 个字符长*/
  name              CHAR(8),        /*学生姓名, 8 个字符长*/
  sex                CHAR(2),        /*学生性别, 2 个字符长*/
  birthday           INT,            /*学生出生年月, 整型数*/
  homeplace          CHAR(30),       /*籍贯, 30 个字符长*/
  dept               CHAR(16),       /*学生所在的院系, 16 个字符长*/
  enyear             INT ,           /*学生入学年份, 整型数*/
  beizhu             CHAR(40));      /*备注, 40 个字符长*/
```

上面的 CREATE TABLE 语句定义了一个学生表,表中有 8 个属性,定义了每个属性的数据类型(CREATE TABLE 详细的语法和使用见后面 SQL 语言章节)。这样,在数据库中就建立了如表 1-1 所示的一张空白表。

表 1-1 学生表 Student 的结构

学号	姓名	性别	出生年月	籍贯	所在院系	入学年份	备注
no	name	sex	birthday	homeplace	dept	enyear	beizhu

(2) 数据操纵功能

DBMS 还必须提供数据操纵语言(Data Manipulation Language, DML),用户可以使用 DML 操纵数据,实现对数据库的基本操作,如查询、插入、删除和修改等。

例如,可以将一个新学生记录(学号:2007020;姓名:王晓亮;性别:男;出生年月:198805;出生地:石家庄市人;所在系:计算机系;入学年份:2007)插入到 Student 表中。

```
INSERT
INTO Student
VALUES('2007020', '王晓亮', '男', 198805, '石家庄市人', '计算机系', 2007);
```

用 INSERT 语句可以插入一个学生的信息,也可以用 INSERT 语句插入一批学生的信息。结果如表 1-2 所示。

表 1-2 学生表 Student

学号 no	姓名 name	性别 sex	出生年月 birthday	籍贯 homeplace	所在院系 dept	入学年份 enyear	备注 beizhu
20070020	王晓亮	男	198805	石家庄市	计算机系	2007	
20070021	李云萍	女	198803	北京市	计算机系	2007	三好生
20070022	张辉	男	198810	天津市	计算机系	2007	
20070023	刘明明	男	198812	上海市	计算机系	2007	贫困生
...	...	...	...	...	...	...	...

还可以对表进行各种查询。

例如, 查询计算机系全体学生的名单 (要学生姓名, 性别):

```
SELECT      name,sex                      /*列出学生姓名 name, 性别 sex*/
FROM        Student                      /*从学生表 Student 中查找*/
WHERE       dept='计算机系';            /*查找条件是: 计算机系的学生*/
```

还可以用 DELETE、UPDATE 语句对数据库中的数据进行删除和修改等操作 (详细的 DML 语句也将在后面 SQL 语言一章中讲解)。

从上面的初步介绍可以看出, 用数据库来存放、查找和管理数据很简便。数据量越大, 数据越复杂, 这种优点就越明显。这是因为大量的工作是由 DBMS 来完成了。

(3) 数据库的建立和维护功能

它包括数据库初始数据的输入、转换功能, 数据库的转储、恢复功能, 数据库的重组功能和性能监视及分析功能等。这些功能通常是由一些实用程序完成的。

(4) 数据库的运行控制功能

数据库管理系统提供三个方面的数据控制功能: 并发控制、数据安全性控制和数据完整性控制。数据库在建立、运行和维护时由数据库管理系统统一管理、统一控制, 以保证数据的安全性、完整性、多用户对数据的并发使用及发生故障后的系统恢复。有关并发控制、数据安全性控制和数据完整性控制的具体内容在后面的章节中讲解。

(5) 数据字典

它存放对实际数据库各级模式所作的定义, 即对数据库结构的描述。有关数据库的模式在后面的章节中讨论。

4. 数据库系统 (DataBase System, DBS)

数据库系统是指数据库引入计算机系统后的系统, 它由数据库、数据库管理系统 (及其开发工具)、应用系统和数据库管理员构成。这里的数据库管理员 (DataBase Administrator, DBA) 是专门完成数据库的建立、使用和维护等工作的人员, 因为只靠一个 DBMS 来做这些工作还远远不够。

数据库是数据库系统的核心和管理对象。在一般不引起混淆的情况下, 人们常把数据库系统简称为数据库。

数据库系统可以用图 1-1 表示。数据库系统在整个计算机系统中的地位如图 1-2 所示。

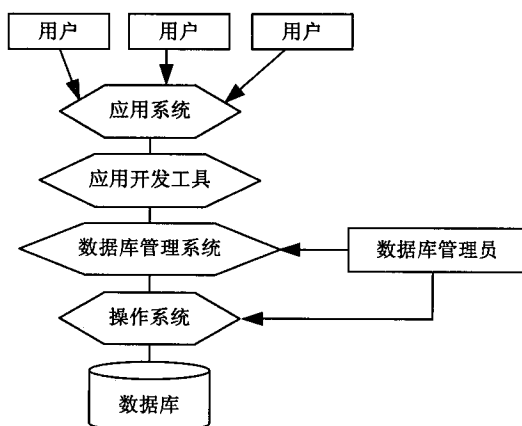


图 1-1 数据库系统的构成

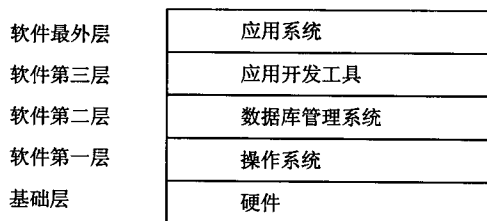


图 1-2 数据库系统在整个计算机系统中的地位

由图 1-1 和图 1-2 可知：

硬件是存储数据库与运行数据库管理系统的硬件资源，即计算机；

软件包括操作系统、数据库管理系统、各种宿主语言和应用开发工具等程序；其中数据库管理系统是核心软件，是负责数据库存取、维护和管理软件系统；

数据库是数据库系统的核心和管理对象。数据库用来存储数据，这种数据应具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性，并可以共享；

数据库的用户主要有终端用户、应用程序员、数据库系统分析与设计人员等。

1.1.2 数据管理技术的发展

数据管理是指对数据进行分类、组织、编码、存储、检索和维护，它是数据处理的核心问题；而数据处理则是指对各种数据进行收集、存储、加工和传播的一系列活动的总和。

数据管理技术的发展经历了人工管理、文件系统和数据库技术三个阶段。

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。当时的硬件状况是，外存只有纸带、卡片、磁带，没有磁盘等直接存取的存储设备；软件状况是只有汇编语言，没有操作系统，没有管理数据的软件，数据处理的方式基本上是批处理。因此称这样的数据管理方式为人工管理数据。

在人工管理阶段，程序与数据之间是一一对应的关系，如图 1-3 所示。

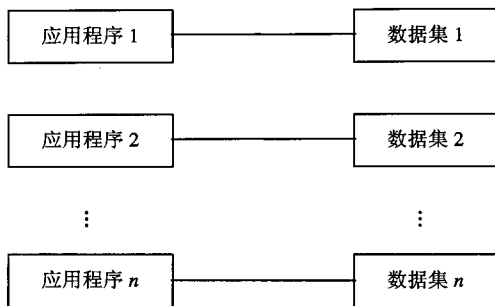


图 1-3 人工管理阶段应用程序与数据之间的对应关系

由于这种一一对应的关系确定了这个阶段有如下特点:

(1) 应用程序管理数据

系统没有专用的软件系统对数据进行管理, 应用程序自己管理数据。应用程序中不仅要规定数据的逻辑结构, 而且要设计物理结构, 包括存储结构、存取方法和输入方式等, 因此程序员负担很重。

(2) 数据不共享

数据是面向程序的, 一组数据只能对应一个程序, 在一个程序中定义的数据, 无法被其他程序利用, 当多个应用程序涉及某些相同的数据时, 各程序也必须定义自己的数据, 不能互相利用和参照, 因此程序与程序之间存在大量的重复数据。例如, 教务处要分别统计分析各门课的成绩和某一个学生的成绩, 要编写两个程序, 尽管都要使用学生选修课程成绩单, 但是每个程序要分别定义两个成绩单数据, 分别输入和使用, 如图 1-4 所示。

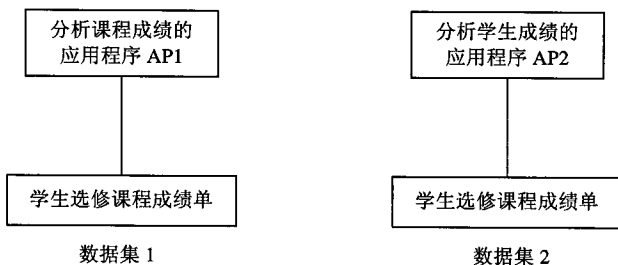


图 1-4 两个应用程序使用同一数据集

(3) 数据不具有独立性

数据不具有独立性是指数据与程序相互关联, 程序依赖于数据, 如果数据的类型、格式或者数据量、存取方法和输入/输出方式等改变了, 程序必须进行相应的修改。例如, 学生成绩由 5 级积分制改为百分制时, 上面两个统计分析程序都要修改。这就进一步加重了程序员的负担。

(4) 数据不能长期保存

由于当时计算机主要用于科学计算, 一般不需要将数据长期保存, 只是在计算某一课题时将数据输入, 用完就撤走。

例如, 使用计算机统计分析全校每一门课的成绩, 就要编写统计分析程序, 在运行该程序时读入相应的学生选修课程成绩单等数据, 计算完成后数据和程序都撤走了, 不再保存在计算机中。