

21世纪重点大学规划教材

李辉 等编著

# 数据库 原理及应用



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



 配电子教案

TP311.13

269

2007

21 世纪重点大学规划教材

# 数据库原理及应用

李 辉 等编著

机械工业出版社

本书对数据库原理及应用进行了系统的阐述。本书共分 12 章,主要内容包  
括数据库的基本概念、关系数据库基础、SQL 语言、数据库设计方法和  
相关原理、应用程序接口和数据库系统开发工具、数据库恢复技术和数据库  
安全,以及 XML 简介和数据库新技术。本书以 SQL Server 数据库为实验  
平台,书中的例程全部通过验证。本书各章均配有习题,可供读者练习。

本书可作为高等院校计算机及相关专业的教材,也可作为计算机从业  
人员的参考书,还可作为电脑爱好者的自学读物。

#### 图书在版编目 (CIP) 数据

数据库原理及应用/李辉等编著. —北京:机械工业出版社,2006.11  
(21 世纪重点大学规划教材)

ISBN 7-111-20311-9

I. 数... II. 李... 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 (2006) 第 131368 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 胡毓坚

责任编辑: 李馨馨

责任印制: 洪汉军

三河市宏达印刷有限公司印刷

2007 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·18.25 印张·449 千字

0001—5000 册

定价: 26.00 元

凡购本书,如有缺页,倒页,脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379739

封面无防伪标均为盗版

# 出版说明

“211工程”是“重点大学和重点学科建设项目”的简称,是国家“九五”期间唯一的教育重点项目。

进入“211工程”的100所学校拥有全国32%的在校本科生、69%的硕士生、84%的博士生,以及87%的有博士学位的教师;覆盖了全国96%的国家重点实验室和85%的国家重点学科。相对而言,这批学校中的教授、教师有着深厚的专业知识和丰富的教学经验,其中不少教师对我国高等院校的教材建设做过很多重要的工作。为了有效地利用“211工程”这一丰富资源,实现以重点建设推动整体发展的战略构想,机械工业出版社推出了“21世纪重点大学规划教材”。

本套教材以重点大学、重点学科的精品教材建设为主要任务,组织知名教授、教师进行编写。教材适用于高等院校计算机及其相关专业,选题涉及公共基础课、硬件、软件、网络技术等,内容紧密贴合高等院校相关学科的课程设置和培养目标,注重教材的科学性、实用性、通用性,在同类教材中具有一定的先进性和权威性。

为了体现建设“立体化”精品教材的宗旨,本套教材为主干课程配备了电子教案、学习指导、习题解答、课程设计、毕业设计指导等内容。

机械工业出版社

# 前 言

数据库技术是计算机科学技术中应用最广泛的技术之一,几乎涉及电信、金融、教育等各个行业。目前,“数据库原理”课程已成为全国高等院校计算机及相关专业的必修课。

本书以数据库基本原理为重点,系统而全面地介绍了数据库系统的理论和应用技术。

本书共分 12 章,内容包括数据库的基本概述、关系数据库基础、SQL 语言、数据库设计方法和相关原理、应用程序接口和数据库系统开发工具、数据库恢复技术和数据库安全,以及 XML 简介和数据库新技术等。

为照顾不同层次的读者,本书在内容安排上由浅入深,循序渐进,各章习题的难度也兼顾不同的需求。

本书注重理论与实践的结合、经典与前沿的结合。理论方面,着重讲解数据库系统的基本原理;实践方面,以 SQL Server 为实验平台举例验证(书中的例子已全部通过验证)。在重点讲解数据库基本概念、基本理论的同时,还对数据库的新技术进行了介绍。

本书是在作者多年的数据库设计和工程实施经验及教学成果的基础上,并参阅了国内外的大量科技文献后编写而成的。

本书主要由李辉编写,参加编写的还有易军凯、陶洋、牛犇、姚金玲、沈桂兰。

为了配合本书教学,机械工业出版社为读者提供了免费电子教案,读者可在机械工业出版社网站([www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com))上下载。

由于作者水平有限,书中不当之处在所难免,欢迎读者批评指正。

作 者

# 目 录

出版说明

前言

第 1 章 数据库系统概述 .....	1
1.1 数据库系统的产生与发展 .....	1
1.1.1 人工管理阶段 .....	1
1.1.2 文件系统阶段 .....	2
1.1.3 数据库系统阶段 .....	3
1.2 数据库系统的基本概念 .....	5
1.2.1 数据 .....	6
1.2.2 数据库 .....	6
1.2.3 数据库管理系统 .....	6
1.2.4 数据库系统 .....	7
1.3 数据库模型 .....	8
1.3.1 概念模型 .....	8
1.3.2 数据模型 .....	9
1.4 数据库系统结构 .....	13
1.4.1 三级模式结构 .....	13
1.4.2 两级映像 .....	15
1.4.3 集中式与分布式结构 .....	16
1.5 习题 .....	17
第 2 章 关系数据库基础 .....	19
2.1 关系基本概念 .....	19
2.1.1 域、笛卡儿积和关系 .....	19
2.1.2 关系模式 .....	21
2.1.3 关系模型 .....	21
2.2 关系完整性 .....	22
2.2.1 候选键、主键与外键 .....	23
2.2.2 实体完整性 .....	24
2.2.3 参照完整性 .....	25
2.2.4 用户自定义完整性 .....	25
2.3 关系代数 .....	26
2.3.1 基本的关系运算 .....	26
2.3.2* 扩充的关系运算 .....	31
2.4* 关系演算 .....	33
2.4.1 元组关系演算 .....	33
2.4.2 域关系演算 .....	34
2.5 关系数据库产品简介 .....	35
2.6 习题 .....	36

<b>第 3 章 SQL 语言</b> .....	38
3.1 SQL 简介 .....	38
3.2 数据定义 .....	39
3.2.1 表的创建 .....	39
3.2.2 数据类型 .....	42
3.2.3 约束与默认值 .....	43
3.2.4 表的修改 .....	45
3.2.5 表的删除 .....	46
3.3 数据查询 .....	47
3.3.1 基本查询语句 .....	47
3.3.2 嵌套查询 .....	63
3.3.3 索引 .....	65
3.4 数据更新 .....	66
3.4.1 数据插入 .....	66
3.4.2 数据删除 .....	67
3.4.3 数据修改 .....	68
3.5 视图 .....	69
3.5.1 创建视图 .....	69
3.5.2 更新视图 .....	70
3.5.3 删除视图 .....	71
3.6 T-SQL 简介 .....	71
3.6.1 变量 .....	71
3.6.2 流程控制 .....	74
3.6.3 函数 .....	78
3.7 习题 .....	82
<b>第 4 章 SQL 高级主题</b> .....	84
4.1 触发器 .....	84
4.1.1 创建触发器 .....	84
4.1.2 触发器的更改与删除 .....	87
4.2 存储过程 .....	89
4.2.1 创建存储过程 .....	89
4.2.2 执行存储过程 .....	91
4.2.3 存储过程的更改与删除 .....	91
4.3 嵌入式 SQL .....	93
4.3.1 嵌入式 SQL 概述 .....	93
4.3.2 游标 .....	96
4.3.3 动态 SQL 语句 .....	98
4.4 习题 .....	99
<b>第 5 章 规范化理论</b> .....	102
5.1 规范化设计问题 .....	102
5.2 函数依赖 .....	104

5.2.1	函数依赖的推理规则	105
5.2.2	函数依赖与候选键	108
5.2.3	最小函数依赖集	109
5.2.4	关系模式的分解	111
5.3	范式	115
5.3.1	第一范式	116
5.3.2	第二范式	116
5.3.3	第三范式	117
5.3.4	Boyce-Codd 范式	118
5.3.5	模式分解算法	119
5.4	习题	121
<b>第 6 章</b>	<b>数据库系统设计</b>	<b>124</b>
6.1	数据库系统设计概述	124
6.1.1	数据库设计的内容和目标	124
6.1.2	数据库设计方法	125
6.1.3	数据库设计步骤	126
6.2	系统设计规划与需求分析	127
6.2.1	系统设计规划	127
6.2.2	用户需求分析	128
6.2.3	数据流图	129
6.2.4	数据字典	130
6.3	概念结构设计	131
6.3.1	E-R 图	132
6.3.2	概念结构设计步骤	134
6.3.3	基于 E-R 模型的概念结构设计	136
6.4	逻辑结构设计	137
6.5	物理结构设计	139
6.6	数据库实施与运行维护	140
6.6.1	数据库实施	140
6.6.2	数据库运行维护	141
6.7	习题	141
<b>第 7 章</b>	<b>通用数据库接口</b>	<b>143</b>
7.1	ODBC	143
7.1.1	ODBC 原理	143
7.1.2	ODBC 应用程序接口	144
7.1.3	符合性级别	146
7.1.4	ODBC 数据源	147
7.1.5	ODBC 访问 SQL Server	148
7.2	JDBC	150
7.2.1	JDBC 原理	151
7.2.2	JDBC 编程	152



7.3	ADO .....	155
7.3.1	ADO 编程步骤 .....	155
7.3.2	ADO 访问数据库 .....	157
7.4	习题 .....	160
<b>第 8 章</b>	<b>数据库应用开发工具 .....</b>	<b>162</b>
8.1	数据库应用程序开发 .....	162
8.1.1	C/S 系统结构 .....	162
8.1.2	B/S 系统结构 .....	164
8.2	PowerBuilder 软件 .....	165
8.2.1	PowerBuilder 简介 .....	165
8.2.2	数据窗口 .....	165
8.2.3	PowerScript 语言 .....	168
8.2.4	基于 PB 的 SQLServer 应用程序开发 .....	172
8.3	PowerDesigner 软件 .....	177
8.3.1	PowerDesigner 的组成与功能 .....	177
8.3.2	PowerDesigner 设计实例 .....	178
8.4	习题 .....	182
<b>第 9 章</b>	<b>数据库存储与恢复技术 .....</b>	<b>184</b>
9.1	存储技术 .....	184
9.1.1	文件组织 .....	184
9.1.2	存储结构 .....	187
9.2	事务处理 .....	188
9.2.1	事务的 ACID 特性 .....	189
9.2.2	SQL 对事务的支持 .....	190
9.3	并发控制 .....	191
9.3.1	干扰问题 .....	191
9.3.2	封锁 .....	193
9.3.3	死锁 .....	195
9.3.4	隔离级别 .....	196
9.4	数据库系统恢复 .....	197
9.4.1	数据库故障种类 .....	197
9.4.2	备份与日志 .....	197
9.4.3	恢复数据库 .....	200
9.5	习题 .....	203
<b>第 10 章</b>	<b>数据库系统安全 .....</b>	<b>205</b>
10.1	身份验证 .....	205
10.2	用户管理 .....	209
10.3	角色管理 .....	211
10.3.1	服务器角色 .....	211
10.3.2	数据库角色 .....	213
10.4	权限管理 .....	216

10.4.1	对象权限 .....	217
10.4.2	语句权限 .....	219
10.4.3	基于视图的授权 .....	221
10.5	审计 .....	221
10.6	数据存储安全与高可用性 .....	223
10.7	习题 .....	230
<b>第 11 章</b>	<b>XML 简介</b> .....	<b>232</b>
11.1	XML 的产生与发展 .....	232
11.2	XML 基础 .....	233
11.2.1	XML 实例 .....	233
11.2.2	可扩展样式语言(XSL) .....	235
11.2.3	XML Schema .....	241
11.3	XML 处理技术 .....	242
11.3.1	DOM 简介 .....	242
11.3.2	SAX 简介 .....	244
11.4	SQL Server 对 XML 的支持 .....	246
11.5	习题 .....	249
<b>第 12 章</b>	<b>数据库新技术</b> .....	<b>251</b>
12.1	数据库新技术的研究与发展 .....	251
12.1.1	新应用领域的新需求 .....	251
12.1.2	关系数据库的局限性 .....	252
12.1.3	数据库新技术概述 .....	253
12.2	面向对象数据库系统 .....	253
12.2.1	概述 .....	253
12.2.2	面向对象方法的基本概念 .....	255
12.2.3	OODBMS 的条件 .....	258
12.2.4	OODBMS 的内容 .....	259
12.2.5	面向对象数据库语言 .....	261
12.3	数据仓库 .....	263
12.3.1	概述 .....	263
12.3.2	数据仓库系统的组成 .....	266
12.3.3	建立数据仓库 .....	267
12.3.4	数据挖掘与决策支持 .....	268
12.3.5	SQL Server 的数据仓库解决方案 .....	270
12.4	其他数据库新技术简介 .....	271
12.4.1	主动数据库 .....	271
12.4.2	多媒体数据库 .....	274
12.5	习题 .....	276
<b>附录</b>	<b>SQL Server 的关键字</b> .....	<b>279</b>
	<b>参考文献</b> .....	<b>281</b>

# 第 1 章 数据库系统概述

本章首先回顾数据库管理技术的发展历程,然后介绍数据库系统的基本概念。通过本章的学习,有助于读者系统地了解数据库原理。

## 1.1 数据库系统的产生与发展

据说,数据库的雏形是美国一个奶牛场的纸质记账簿。在这个纸质记账簿中记录了该奶牛场的所有收支账目,程序员在将其整理并录入电脑的过程中,产生了创建数据库的灵感。

当按照预定的数据结构采集到的数据量大到一定程度时,考虑到程序执行的效率,程序员希望将其中的查询检索和更新维护功能分离出来,形成供单独调用的模块。随着这些模块的逐步发展完善,演变成了今天我们所说的数据库系统。

简单地说,数据库是指存储在计算机存储设备上的结构化的相关数据的集合。数据库不仅包括描述事物的数据本身,还包括事物之间的相互联系。

研究数据库离不开数据管理的概念,数据管理是指对数据的组织、分类、编码、存储、检索和维护。应该说,数据库是数据管理的产物,而数据管理则是数据库的核心任务。

伴随计算机硬件和软件的发展,数据管理经历了人工管理、文件系统和数据库系统三个发展阶段。

### 1.1.1 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期以前,数据管理属于人工管理阶段。

这个阶段的计算机主要用于科学计算。计算机系统硬件中只有卡片、纸带、磁带等外存设备,没有磁盘等直接存取设备,软件则只有汇编语言,没有操作系统和管理数据的软件。程序自带数据,数据与程序混为一体,数据处理的方式都是批处理。

人工管理阶段的数据管理系统具有以下特点:

#### (1) 数据不保存

由于当时的计算机主要用于科学计算,所以保存数据的需求尚不迫切。

#### (2) 尚无专用软件对数据进行管理

当时的计算机软件水平还处于初级阶段,没有专门用于数据管理的软件。因此程序员在编写应用程序时,需要安排数据的物理存储。每个应用程序中都要包括数据的存储结构、存取方法和输入方式等。

#### (3) 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。如果多个应用程序要使用相同的数据,必须反复重新定义。

#### (4) 数据不具有独立性

程序依赖于数据,如果数据的类型、格式或输入输出方式发生变化,则必须修改整个应用程序。

在人工管理阶段,程序与数据之间的关系可用图 1-1 表示。

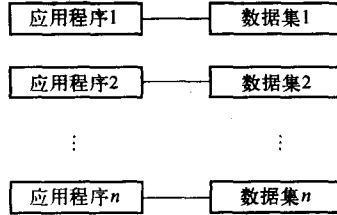


图 1-1 程序与数据之间的关系(人工管理阶段)

### 1.1.2 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期至 60 年代中期,数据管理属于文件系统阶段。

在这一阶段,数据存储、检索和维护的需求增长迅猛。因此,当时的计算机不仅用于科学计算,还广泛应用于信息数据管理。计算机硬件出现了磁盘、磁鼓等直接存储设备,而软件方面也推出了高级语言和操作系统。

操作系统中有了专门管理数据的软件,即所谓的文件系统。处理方式既有批处理方式,也有联机处理方式。

文件系统阶段的数据管理系统具有以下特点:

(1) 数据以文件形式长期保存

用户可随时对文件进行查询、增加、删除和修改等处理。

(2) 文件系统可对数据的存取进行管理

程序员只需知道文件的文件名即可,不必明确数据的物理存储,负担减轻。

(3) 文件形式多样化

文件形式有顺序文件、倒排文件、索引文件等,因此对文件的记录既可顺序访问,也可随机访问,便于存储和查询数据。

(4) 程序与数据之间具有一定的独立性

由专门的软件即文件系统进行数据管理,程序和数据间通过软件提供的接口进行转换,数据存储发生变化不一定影响程序的运行。在文件系统阶段,程序与数据之间的关系可用图 1-2 表示。

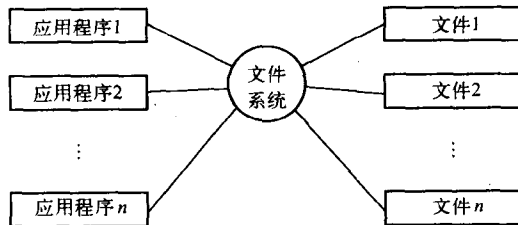


图 1-2 程序与数据之间的关系(文件系统阶段)

与人工管理阶段相比,文件系统阶段在数据管理方面有了很大进步,但根本性的问题仍然没有得到解决,主要表现在以下三个方面:

(1) 数据独立性低

文件系统中的数据 and 程序虽然有了一定的独立性,但还不够充分,每个文件仍然对应于一个应用程序,数据还是面向应用程序的。

(2) 数据冗余度大

由于各数据文件之间无关性差,时常会出现数据冗余的现象。

(3) 数据一致性差

各个文件之间是孤立的,不能反映事物之间的内在联系。各应用程序之间不能共享相同的数据,在进行更新操作时,容易造成数据的不一致性。

### 1.1.3 数据库系统阶段

从 20 世纪 60 年代末开始,数据管理全面进入数据库系统阶段,其标志是 60 年代末和 70 年代初的三件大事:

1) 1968 年,美国 IBM 公司推出了层次模型的 IMS 系统。

2) 1969 年,美国 CODASYL 组织发布了 DBTG 报告,对当时各式各样的数据库进行了总结,提出了网状模型。

3) 1970 年,美国 IBM 公司的 E.F.Codd 连续发表论文,提出关系模型,奠定了关系数据库的理论基础。

在这一阶段,计算机应用于管理的规模更加庞大,数据量急剧增加。硬件方面出现了大容量磁盘,使计算机联机存取大量数据成为可能。硬件价格迅速下降,而软件价格开始上升。文件系统的管理方法已很难适应开发应用系统的需要。为满足多用户、多应用程序共享数据的需求,出现了统一管理数据的专门软件系统,即数据库管理系统。

数据库系统阶段的数据管理系统具有以下特点:

(1) 数据共享性好、冗余少

数据不再面向某个应用程序,而是面向整个系统。当前所有用户可同时存取数据库中的数据。数据库系统也不要描述数据本身,还要描述数据之间的联系。

(2) 数据结构化

按照一定的数据模型,将各种数据组织到一个结构化的数据库中,数据库中的数据不再是一盘散沙。

(3) 数据独立性高

数据的独立性得到显著提高,包括逻辑独立性和物理独立性。

数据的逻辑独立性是指当数据的总体逻辑结构改变时,数据的局部逻辑结构不变,由于应用程序是依据数据的局部逻辑结构编写的,所以应用程序也不必修改,这样就保证了数据与程序间的逻辑独立性。

数据的物理独立性是指当数据的存储结构改变时,数据的逻辑结构不变,当然更不必修改应用程序。例如,更换存储设备或增加新的存储设备,数据的逻辑结构均保持不变。

(4) 有统一的数据控制功能

数据库为多个用户和应用程序所共享,对数据的存取往往是并发的,即多个用户可以同时

存取数据库中的数据,甚至可以同时存取数据库中的同一个数据。为确保数据库数据的正确性和有效性,以及数据库系统的正常运行,数据库管理系统提供了四个方面的数据控制功能。

1) 数据的安全性(Security)控制:防止不合法使用数据造成数据的泄露和破坏,保证数据的安全和机密。例如,系统提供口令检查或其他手段来验证用户身份,防止非法用户使用系统。

2) 数据的完整性(Integrity)控制:系统通过设置一些完整性规则来确保数据的正确性、有效性和相容性。正确性是指数据的合法性,如年龄属于数值型数据,只能含0,1,⋯,9中的数字,不能含字母或特殊符号;有效性是指数据是否在其定义的有效范围,如月份只能用1~12之间的正整数表示;相容性是指表示同一事实的两个数据应一致,否则就不相容,如一个人不能在是男是女的问题上都选择“是”。

3) 并发(Concurrency)控制:多用户同时存取或修改数据库时,防止相互干扰而产生不正确的数据,并避免数据库被破坏。

4) 数据恢复(Recovery):当数据库被破坏或数据不可靠时,系统有能力从当前的错误状态恢复到最近某一过去时刻的正确状态。

在数据库系统阶段,程序与数据之间的关系可用图 1-3 表示。

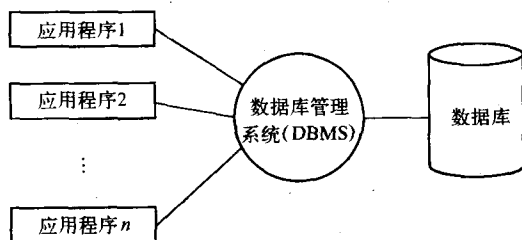


图 1-3 程序与数据之间的关系(数据库系统阶段)

从文件系统管理发展到数据库系统管理也是信息处理领域的一个重大变化。在文件系统阶段,人们关注的是系统功能的设计,因此程序设计处于主导地位,数据服从于程序设计。文件系统阶段的信息处理方式如图 1-4 所示。

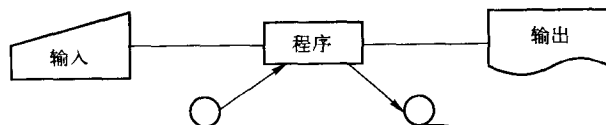


图 1-4 文件系统阶段的信息处理方式

在数据库系统阶段,数据的结构设计成为信息系统首先关心的问题。数据库阶段的信息处理方式如图 1-5 所示。

表 1-1 对数据管理的三个发展阶段进行了比较。在经历了三个阶段的发展之后,数据库技术正逐渐走向成熟。

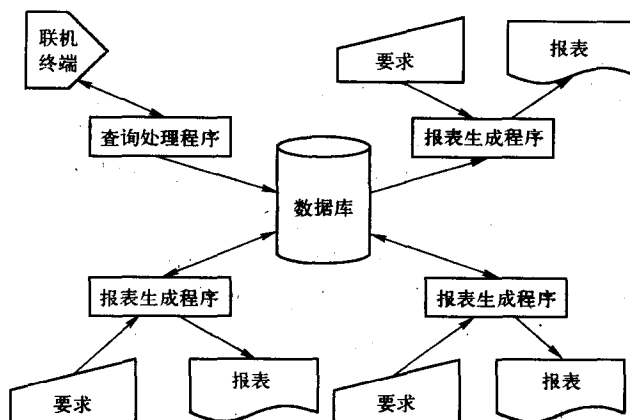


图 1-5 数据库阶段的信息处理方式

表 1-1 数据管理各阶段的比较

		人工管理阶段	文件系统阶段	数据库系统阶段
产生背景	应用需求	科学计算	科学计算/信息管理	大规模管理
	硬件水平	无直接存取设备	磁盘/磁鼓	大容量磁盘
	软件水平	没有操作系统和管理数据的软件	高级语言和操作系统(有文件系统)	有数据库管理系统
	处理方式	批处理	联机实时处理,批处理	联机实时处理,分布处理,批处理
特点	数据的管理者	应用程序,数据不保存	文件系统,数据可长期保存	数据库管理系统
	数据面向的对象	某一应用程序	某一应用程序	现实世界
	数据的共享程度	无共享、冗余度极大	共享性差、冗余度大	共享性好
	数据的独立性	不独立,完全依赖于程序	记录内有结构,整体无结构,独立性差	高度的物理独立性和一定的逻辑独立性
	数据的结构化	无结构	若数据的逻辑结构改变则必须修改应用程序	采用数据模型表示复杂的数据结构,整体结构化
	数据控制能力	应用程序自己控制	应用程序自己控制	由 DBMS 统一管理和控制,提供数据库的并发控制,数据库的恢复,数据的完整性和数据安全性等功能
	用户接口	无	无	数据库系统为用户提供方便的用户接口

## 1.2 数据库系统的基本概念

数据库系统包括数据库及其相应的软硬件系统。

为了更清楚地理解数据库系统,下面从数据等基本概念出发,对数据库系统的基本概念作详细介绍。

### 1.2.1 数据

数据(Data)是用来记录信息的可识别的符号,是信息的具体表现形式。

例如:“1977-02-23”是某某生日信息的具体表现形式,因此“1977-02-23”就是数据。

数据是信息的载体,用来载荷信息,信息是数据的内涵,是对数据的语义解释。数据和信息既有区别,又有联系。数据处理本质上就是信息处理。

数据的概念还包括两个方面:一是描述事物特性的数据内容;二是存储在某一种媒体上的数据形式。这两个方面分别对应于数据概念的内容与形式。

例如:“1977-02-23”表示某某的生日数据,这条数据当然也可以用“1977/02/23”、“Feb 23, 1977”等数据表达。

描述事物特性必须借助一定的符号,这些符号就是所谓的数据形式。数据形式可以是多种多样的,同一信息可用多种不同的数据形式表示,而信息并不随数据形式的不同而改变。

随着信息技术的发展,数据的概念在数据处理领域中已大大拓展,其表现形式已不仅包括数字和文字,还包括图形、图像、声音等。这些数据可以记录在纸上,也可以记录在各种存储器中。

### 1.2.2 数据库

数据库(Database, DB)是为解决特定任务,有组织、统一管理的相关数据的集合。具体来说,数据库是长期存储在计算机内有组织的数据集合,可以供用户共享,具有较小冗余度和较高的数据独立性,并且具有完善的自我保护能力和数据恢复能力。

数据库具有以下主要特点:

#### (1) 集成性

数据库把特定应用环境中的各种相关数据及其数据之间的联系全部集中起来,按照一定的结构形式进行存储。也就是说,可以把数据库看作由若干个性质的数据文件组成的统一数据整体。

#### (2) 共享性

数据库中的数据可为多个不同用户所共享。这些用户可以使用不同的语言,如 C 语言、Java 语言,可以出于不同的应用目的,如查询资料、更新资料。这些用户还可以同时访问数据库,在某些数据库产品的支持下,甚至可以同时访问同一个数据。

#### (3) 冗余度较小

在数据库中,数据以一定的数据模型来组织,将尽可能避免重复现象。

#### (4) 数据独立性较高

数据的组织结构独立于使用数据库的应用程序。

### 1.2.3 数据库管理系统

数据库管理系统(Database Management System, DBMS)是对数据库进行处理的软件,负责数据库中的数据组织、数据操纵、数据维护、控制及保护等。

数据库管理系统是数据库系统的核心组成部分。用户在数据库系统中的一切操作,包括数据定义、查询、更新及各种控制,都是通过 DBMS 进行的。



DBMS 把用户定义的抽象逻辑数据处理任务转换为计算机中物理数据的软件处理流程。

DBMS 具有以下主要功能:

(1) 定义数据库

DBMS 提供数据定义语言(Data Define Language, DDL), 定义数据的模式、外模式和内模式三级模式结构, 定义概念模式/内模式和外模式/概念模式的两级映像, 定义有关的约束条件。

关于模式、模式映像和约束条件的概念将在后面的章节介绍。

(2) 操纵数据库

DBMS 提供数据操纵语言(Data Manipulation Language, DML), 实现对数据库的基本操作, 包括查询、插入、删除、修改等。

后面要介绍的 SQL 语言就是一种典型的数据操纵语言。

(3) 控制数据库

对数据库的控制包括数据的安全性控制、数据的完整性控制、多用户环境下的并发控制以及出现故障时的数据库恢复四个方面。

(4) 数据库的建立和维护

对数据库的建立和维护包括数据库初始数据的载入, 数据库的转储、恢复、重新组织, 数据库系统性能的监视、分析等。

(5) 数据通信

作为一个软件系统, DBMS 还应提供与其他软件系统进行通信的功能。

在数据库系统中, DBMS 与操作系统、应用程序、硬件等协同工作, 共同完成数据的各种存取操作。

### 1.2.4 数据库系统

数据库系统(Database System, DBS)由硬件系统、数据库、数据库管理系统及相关软件、数据库管理员和各级用户组成。数据库系统能够动态存储大规模数据, 并提供数据处理手段和信息资源的共享。

数据库系统的组成如图 1-6 所示。

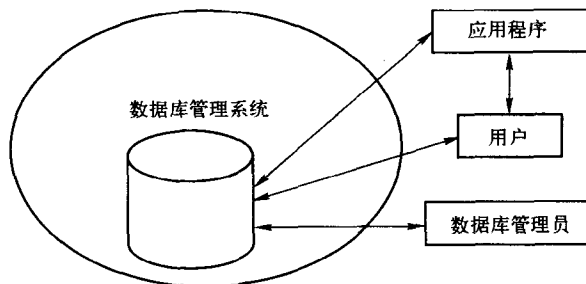


图 1-6 数据库系统的组成

与数据库系统相关的硬件系统包括中央处理器、内存、外存、I/O 等硬件设备。这些设备的指标, 如 I/O 存取速度、内存大小等与数据库系统的运行性能关系密切。