



# MySQL 数据库 应用教程

万川梅 钟璐 杨菁 刘臣 编著

 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

3

# MySQL 数据库应用教程

万川梅

编著



 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 简 介

本教材以满足学生对理论和实践相结合的知识需求为目的,服从创新教育和素质教育的教学理念进行编写。全书分为9章,主要内容包括数据库概述、数据库系统、数据库基本对象的管理、表数据的操作、数据库索引和视图、数据库设计、数据库编程、数据库安全机制、数据仓库与数据挖掘等内容。

本教材适合高等院校计算机类和电子类的各种专业,如多媒体、软件开发、网络工程、通信工程、信息工程、物联网工程、数字媒体技术等专业的教材,也适合广大科研和工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

MySQL 数据库应用教程 / 万川梅等编著. —北京:北京理工大学出版社, 2017.7  
ISBN 978-7-5682-4267-7

I. ①M… II. ①万… III. ①SQL 语言-高等学校-教材 IV. ①TP311.132.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 155611 号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市华骏印务包装有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 12.25

字 数 / 289 千字

版 次 / 2017 年 7 月第 1 版 2017 年 7 月第 1 次印刷

定 价 / 45.00 元

责任编辑 / 陈莉华

文案编辑 / 陈莉华

责任校对 / 孟祥敬

责任印制 / 李志强

---

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

# 前 言

在信息化社会, 充分有效地管理和利用各类信息资源, 是进行科学研究和决策管理的前提条件。数据库技术是管理信息系统、办公自动化系统、决策支持系统等各类信息系统的核心部分, 是进行科学研究和决策管理的重要技术手段。

本教材以满足学生对理论和实践相结合的知识需求为目的, 服从创新教育和素质教育的教学理念进行编写。全书分为 9 章, 其中第 1 章数据库概述, 从数据管理技术的发展引出了数据库技术, 以及数据库管理系统的分类, 然后讲解了 MySQL 实验环境的搭建; 第 2 章数据库系统, 主要内容包含数据模型、关系数据模型、数据结构、完整性约束、关系代数、关系数据库的基本规范化理论等; 第 3 章数据库基本对象的管理, 主要内容包含 SQL 的产生和发展、MySQL 数据库的管理、MySQL 基本表的创建和维护等; 第 4 章表数据的操作, 主要内容包含 MySQL 数据操作、数据插入、数据修改和删除、数据查询等; 第 5 章数据库索引和视图, 主要内容包含索引、视图等; 第 6 章数据库设计, 主要内容包含数据库设计过程、需求分析、概念数据库设计、逻辑数据库设计、数据库的物理设计等; 第 7 章数据库编程, 主要内容包含变量、定义条件和处理程序、存储过程、函数的创建与调用、触发器的创建与使用、事件的创建与开启等; 第 8 章数据库安全机制, 主要内容包含权限管理、事务与用户并发控制、日志管理等; 第 9 章数据仓库和数据挖掘, 讲述了数据库与数据仓库之间的关系和转换成数据仓库的基本方法, 以及数据挖掘的基本方法等。

本教材的编写具有以下特点:

- (1) 本教材采用双线并行的架构设计, 理论与实践项目实训紧密结合。
- (2) 教材知识内容突出重点和难点, 对重点和难点讲解运用了大量的案例进行演示。
- (3) 语言简洁、图文并茂。

为了使读者能更好地理解概念和原理, 掌握相关技术, 书中的例题具有典型性和代表性。本书选择 MySQL 数据库管理系统, MySQL 数据库具有开源、免费、体积小、易于安装、性能高效、性能齐全等特点, 目前被很多的中小型企业 and 项目选择, 也适合于教学。无论是数据库初学人员还是程序开发人员, 本教材都是一本难得的参考书, 适合高等院校计算机类和电子类的各种专业, 如多媒体、软件开发、网络工程、通信工程、信息工程、物联网工程、数字媒体技术等专业的教材, 也适合广大科研和工程技术人员参考。本教材中列举了 Workbench 可视化工具的使用, 可作为从事计算机专业的科研人员、工程人员参考。

本书由万川梅和钟璐整体设计, 完成第 1、3、4、5、6、7、9 章内容的编写; 杨菁完成第 2 章、刘臣完成第 8 章内容的编写。在编写过程中, 参考了许多专家和学者的著作和论文, 在此谨向他们表示衷心的感谢。

虽然我们希望能够为读者提供最好的教材和教学资源, 但由于作者水平和经验有限, 错误之处难免, 不当之处请各位专家和读者赐教。



# 目 录

第 1 章 数据库概述	1
1.1 数据库概述	2
1.1.1 信息与数据	2
1.1.2 数据管理	2
1.1.3 数据库管理技术的发展	3
1.1.4 数据库的基本概念	6
1.2 数据库系统体系结构	8
1.2.1 数据库系统的三级模式结构	8
1.2.2 二级映像	10
1.2.3 数据库系统常见的应用结构	10
1.3 DBMS 功能与简介	11
1.3.1 DBMS 的功能	11
1.3.2 数据库语言	12
1.3.3 常用 DBMS 简介	13
1.3.4 开源的数据库管理系统 MySQL	14
1.4 MySQL 实验环境搭建	14
1.4.1 MySQL Server 的安装和配置	15
1.4.2 启动和停止 MySQL 服务	22
1.4.3 连接和退出 MySQL 服务器	23
1.4.4 MySQL 的简单使用	25
1.4.5 MySQL 命令行实用工具	26
1.4.6 MySQL 可视化界面工具	27
1.5 数据库与数据仓库和数据挖掘	28
1.5.1 基于数据库的知识发现	28
1.5.2 大数据下的数据分析	28
1.5.3 数据库与数据仓库	29
1.6 本章小结	29
案例实现	29
习题	31
第 2 章 数据库系统	32
2.1 数据模型	32
2.2 关系数据模型	33
2.2.1 基于表的数据模型	33
2.2.2 关系模型的相关概念	33

2.3	数据结构	33
2.4	完整性约束	34
2.4.1	实体完整性	34
2.4.2	参照完整性	35
2.4.3	用户自定义完整性	36
2.5	关系代数	37
2.5.1	关系代数的组成	37
2.5.2	传统的集合操作	38
2.5.3	专门的关系代数操作	39
2.5.4	附加的关系代数操作	41
2.6	关系数据库的基本规范化理论	42
2.6.1	函数依赖	43
2.6.2	范式	44
2.7	MySQL 的存储引擎	45
2.8	MySQL 字符集	46
2.9	本章小结	48
	习题	48
<b>第3章</b>	<b>数据库基本对象的管理</b>	<b>49</b>
3.1	SQL 的产生和发展	49
3.2	MySQL 数据库的管理	51
3.2.1	创建数据库	51
3.2.2	查看数据库	52
3.2.3	删除数据库	52
3.2.4	选中数据库	53
3.3	MySQL 基本表的创建和维护	53
3.3.1	MySQL 数据类型	54
3.3.2	MySQL 完整性约束类型	58
3.3.3	查看表	62
3.3.4	修改表结构	63
3.3.5	删除表	65
3.3.6	复制表	66
3.4	本章小结	66
	案例实现	66
	习题	72
<b>第4章</b>	<b>表数据的操作</b>	<b>74</b>
4.1	MySQL 数据操作	74
4.2	数据插入	75
4.2.1	INSERT 语句	75
4.2.2	带字段约束条件的数据插入	77

4.2.3 将查询结果插入表中	77
4.3 数据修改和删除	78
4.3.1 UPDATE 语句	78
4.3.2 DELETE 语句	79
4.4 数据查询	80
4.4.1 SELECT..FROM 基本格式	80
4.4.2 WHERE 子句	83
4.4.3 聚集函数	86
4.4.4 GROUP BY 子句	87
4.4.5 ORDER BY 子句	88
4.4.6 LIMIT 子句	89
4.4.7 基于多表的查询	90
4.5 本章小结	98
案例实现	98
习题	104
<b>第 5 章 数据库索引和视图</b>	<b>106</b>
5.1 索引	107
5.1.1 创建索引	109
5.1.2 查看索引	110
5.1.3 删除索引	110
5.2 视图	111
5.2.1 创建视图	112
5.2.2 查看视图的定义	113
5.2.3 修改视图定义	114
5.2.4 删除视图	114
5.2.5 视图数据更新	114
5.3 本章小结	115
案例实现	115
习题	117
<b>第 6 章 数据库设计</b>	<b>119</b>
6.1 数据库设计过程	120
6.2 需求分析	120
6.3 概念数据库设计	122
6.3.1 E-R 模型相关概念	123
6.3.2 E-R 模型表示方法	124
6.4 逻辑数据库设计	125
6.4.1 初始关系数据库模式的形成	125
6.4.2 数据库的规范化	126
6.4.3 模式评价和修正	126



6.4.4	用户外模式的设计	127
6.5	数据库的物理设计	127
6.6	本章小结	128
	案例实现	128
	习题	129
<b>第7章</b>	<b>数据库编程</b>	<b>130</b>
7.1	变量	131
7.1.1	变量的声明	131
7.1.2	变量的赋值	131
7.2	定义条件和处理程序	132
7.2.1	定义条件	132
7.2.2	定义处理程序	132
7.3	存储过程	133
7.3.1	创建存储过程	134
7.3.2	调用存储过程	135
7.3.3	查看存储过程	136
7.3.4	流程的控制	136
7.4	函数	140
7.4.1	创建自定义函数	140
7.4.2	调用函数	141
7.4.3	系统函数	141
7.4.4	存储过程与函数的区别	144
7.5	游标	144
7.6	触发器	145
7.6.1	创建触发器	146
7.6.2	使用触发器	146
7.6.3	查看触发器	147
7.6.4	删除触发器	147
7.7	事件	147
7.7.1	开启事件调度器	148
7.7.2	创建事件	148
7.7.3	删除事件	149
7.8	本章小结	150
	案例实现	150
	习题	152
<b>第8章</b>	<b>数据库安全机制</b>	<b>154</b>
8.1	权限管理	155
8.1.1	权限表	155
8.1.2	用户管理	158



8.1.3 账户权限管理 .....	160
8.2 事务与用户并发控制 .....	162
8.2.1 事务的 ACID 特性 .....	163
8.2.2 MySQL 事务控制语句 .....	163
8.2.3 事务的隔离性级别 .....	163
8.2.4 MySQL 的并发控制 .....	166
8.2.5 锁 .....	166
8.3 数据库备份与还原 .....	168
8.3.1 使用 MYSQLDUMP 工具备份及其还原方法 .....	168
8.3.2 使用 SQL 语句备份数据和恢复数据的方法 .....	170
8.4 日志管理 .....	172
8.4.1 MySQL 支持的日志 .....	172
8.4.2 使用二进制日志还原数据库 .....	174
8.5 本章小结 .....	175
案例实现 .....	175
习题 .....	178
<b>第 9 章 数据仓库和数据挖掘</b> .....	<b>179</b>
9.1 数据仓库 .....	179
9.1.1 数据仓库与数据库 .....	179
9.1.2 数据仓库的体系结构 .....	180
9.1.3 数据仓库的组成 .....	181
9.1.4 ETL .....	181
9.2 数据挖掘 .....	182
9.2.1 数据挖掘常用的方法 .....	182
9.2.2 数据挖掘的功能 .....	183
9.2.3 数据挖掘和数据仓库 .....	184
9.3 本章小结 .....	184
参考文献 .....	185

# 第 1 章

## 数据库概述

### 📖 学习目标:

- 👉 了解和体验数据库管理信息的优势
- 👉 掌握数据、数据库、数据库管理系统 (DBMS) 以及数据库系统的概念
- 👉 认识数据库的体系结构
- 👉 掌握 DBMS 的功能与分类
- 👉 能够安装、配置和使用 MySQL

### 📖 本章重点:

- 👉 数据、数据库、数据库管理系统和数据库系统的概念
- 👉 数据库体系结构
- 👉 DBMS 的功能与分类
- 👉 MySQL 数据库管理系统的特点
- 👉 MySQL 的安装和配置
- 👉 Workbench 连接数据库

### 📖 本章难点:

- 👉 数据库体系结构
- 👉 MySQL 的环境

### ◎ 引导案例

当学习 C/C++ 语言后, 会尝试着开发应用程序, 但是在了解数据库之前, 总是会遇到一些问题和瓶颈。图 1-1 所示为一个用 C 语言编写的商品销售程序。在这个程序中会有商品信息管理、入库以及销售等数据, 如商品数据, 包括商品名称、序号、外观等, 这些数据是在程序中定义变量, 实际上存放在计算机内存单元中, 程序中的数据随着程序的运行完成, 其所占用的空间被释放掉。

如果使用文件将数据存放在硬盘中, 由操作系统负责存取和管理数据, 就可以解决这个问题。但是如果入库产生的商品数据、销售产生的销售数据之间有冗余, 相同的数据重复存储、各自管理容易造成数据不一致。

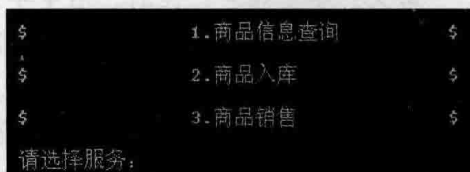


图 1-1 销售系统程序界面

## 思考

如果由一个系统程序来管理数据，使用户能够创建、维护和管理数据，所有的数据有组织地被这个系统程序来管理，程序可以共同使用这些数据，会不会更好？

# 1.1 数据库概述

要理解引导案例中提出的问题，以及为什么出现数据库技术，还要追溯到数据管理技术的发展历史。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。

## 1.1.1 信息与数据

信息是指音信、消息、通信系统传输和处理的对象，泛指人类社会传播的一切内容。人通过获得、识别自然界和社会的不同信息来区别不同事物，得以认识和改造世界。在一切通信和控制系统中，信息是一种普遍联系的形式。1948年，数学家香农在题为“通信的数学理论”一文中指出：“信息是用来消除随机不定性的东西”。创建一切宇宙万物的最基本万能的单位是信息。信息反映了事物内部属性、状态、结构、相互联系以及与外部环境的互动关系，以减少事物的不确定性。

数据和信息之间是相互联系的。数据是反映客观事物属性的记录，是信息的具体表现形式。数据经过加工处理之后，就成为信息；而信息需要经过数字化转变成数据才能存储和传输。

数据的表现形式还不能完全表达其内容，需要经过解释，数据和关于数据的解释是不可分的。例如，93是一个数据，可以是一个学生某门课的成绩，也可以是某个人的体重，还可以是计算机系2013级的学生人数。数据的解释是指对数据含义的说明，数据的含义称为数据的语义，数据与其语义是不可分的。

### 例

#### ❖ 学生档案中的学生记录

(李小明，男，1997—06，重庆市，网络工程，2014)

#### ❖ 数据的解释

语义：学生姓名、性别、出生年月、籍贯、所在系别、入学时间

解释：李小明是个大学生，男，1997年6月出生，重庆人，2014年考入网络工程系

## 1.1.2 数据管理

数据管理是指对数据的组织、编目、定位、存储、检索和维护等，它是数据处理的核心问题。

### 1. 数据处理

用计算机收集、记录数据，经加工产生新的信息形式的技术。数据指数字、符号、字母和各种文字的集合。数据处理涉及的加工处理比一般的算术运算要广泛得多。

计算机数据处理主要包括以下8个方面。

(1) 数据采集：采集所需的信息。

- (2) 数据转换：把信息转换成机器能够接收的形式。
- (3) 数据分组：指定编码，按有关信息进行有效的分组。
- (4) 数据组织：整理数据或用某些方法安排数据，以便进行处理。
- (5) 数据计算：进行各种算术和逻辑运算，以便得到进一步的信息。
- (6) 数据存储：将原始数据或计算的结果保存起来，供以后使用。
- (7) 数据检索：按用户的要求找出有用的信息。
- (8) 数据排序：把数据按一定要求排成次序。

数据处理的过程大致分为数据的准备、处理和输出 3 个阶段。在数据准备阶段，将数据脱机输入到穿孔卡片、穿孔纸带、磁带或磁盘。这个阶段也可以称为数据的录入阶段。数据录入以后，就要由计算机对数据进行处理，为此预先要由用户编制程序并把程序输入到计算机中，计算机是按程序的指示和要求对数据进行处理。处理就是指上述 8 个方面工作中的一个或若干个的组合。最后输出的是各种文字和数字的表格和报表。

数据处理系统已广泛地应用于各种企业和事业，内容涉及薪金支付、票据收发、信贷和库存管理、生产调度、计划管理、销售分析等。它能产生操作报告、金融分析报告和统计报告等。数据处理技术涉及文卷系统、数据库管理系统、分布式数据处理系统等方面的技术。此外，由于数据或信息大量地应用于各个企业和事业机构，工业化社会中已形成一个独立的信息处理业。数据和信息本身已经成为人类社会中极其宝贵的资源。信息处理业对这些资源进行整理和开发，借以推动信息化社会的发展。

## 2. 数据管理

数据管理是对不同类型的数据进行收集、整理、组织、存储、加工、传输、检索的过程，它是计算机的一个重要应用领域。其目的之一是从大量原始的数据中抽取、推导出对人们有价值的信息，然后利用信息作为行动和决策的依据；目的之二是为了借助计算机科学地保存和管理复杂的、大量的数据，以便人们能够方便而充分地利用这些信息资源。数据管理是数据处理的核心，是指对数据的组织、分类、编码、存储、检索、维护等环节的操作。

### 1.1.3 数据库管理技术的发展

在没有计算机的时代，对数据的管理只能用手工或机械的方式。而计算机出现后，数据管理技术经历了人工管理、文件系统管理和数据库管理 3 个阶段。

#### 1. 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期以前，计算机外部存储器只有磁带、卡片和纸带等，还没有磁盘等直接存取存储设备，所以数据并不保存。数据是应用程序管理，也就是用户自己管理数据，因此称为人工管理阶段。人工管理阶段如图 1-2 所示，软件中还没出现操作系统。人工管理阶段的特征如下。

##### 1) 不能长期保存数据

在 20 世纪 50 年代中期之前，计算机一般在有关信息的研究机构里才能拥有，当时由于存储设备（纸带、磁带）的容量空间有限，都是在做实验的时候暂存实验数据，做完实验就把数据结果打在纸带上或者磁带上带走，所以一



图 1-2 人工管理阶段的数据管理特点



般不需要将数据长期保存。数据并不是由专门的应用软件来管理，而是由使用数据的应用程序来管理。作为程序员，在编写软件时既要设计程序逻辑结构，又要设计物理结构以及数据的存取方式。

### 2) 数据不能共享

在人工管理阶段，可以说数据是面向应用程序的，由于每一个应用程序都是独立的，一组数据只能对应一个程序，即使要使用的数据已经在其他程序中存在，但是程序间的数据是不能共享的，因此程序与程序之间有大量的数据冗余。

### 3) 数据不具有独立性

应用程序中只要发生改变，数据的逻辑结构或物理结构就相应地发生变化，因而程序员要修改程序就必须都要做出相应的修改，这给程序员的工作带来了很大负担。

### 思考

(1) 程序中的数据，随着程序的运行完成，所占用的计算机内存空间是否会释放？

(2) 程序员在进行程序设计的时候，是否需要规定数据存储结构、存取方法和数据方式等？

(3) 多个应用程序使用相同数据时，需要各自定义，这样是否产生了数据冗余？

(4) 如果数据存储结构发生变化，是否需要重新定义？

## 2. 文件系统管理阶段

20世纪50年代末到60年代中期，计算机开始有了硬盘、磁鼓等直接存取设备，计算机从原来仅用于科学计算发展到数据管理的应用。软件方面出现了操作系统和高级语言，如图1-3所示，操作系统中有了专门管理数据的软件模块——文件系统。

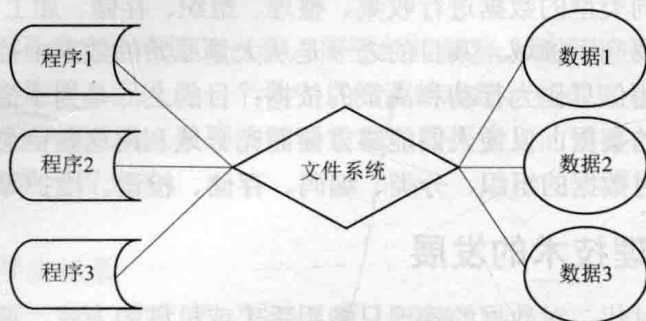


图 1-3 文件系统管理阶段的数据管理特点

文件系统管理阶段也是数据库发展的初级阶段，使用文件系统存储、管理数据具有以下4个特点。

(1) 数据可以长期保存。有了大容量的磁盘作为存储设备，计算机开始被用来处理大量的数据并存储数据。

(2) 简单的数据管理功能。文件的逻辑结构和物理结构脱钩，程序和数据分离，使数据和程序有了一定的独立性，减少了程序员的工作量。

(3) 数据共享能力差。由于每一个文件都是独立的，当需要用到相同的数据时，必须建立各自的文件，数据还是无法共享的，也会造成大量的数据冗余。

(4) 数据不具有独立性。在此阶段数据仍然不具有独立性，当数据的结构发生变化时，也必须修改应用程序、修改文件的结构定义；而应用程序的改变也将改变数据的结构。



文件系统管理阶段相对人工管理阶段，数据可以长期保存在外存储器上，可以进行重复使用，程序和数据之间能够相互独立，并且数据是面向应用的。

### 说明

这个时期数据的管理是文件系统完成的，所以称为文件系统管理阶段。这个阶段文件系统采用统一的方式管理用户和系统中数据的存储、检索、更新、共享和保护。文件系统可以把应用程序所管理的数据组织成独立的数据文件，实现对数据的修改、插入、删除和查询等操作。

### 3. 数据库管理阶段

20 世纪 60 年代后期以来，数据急剧膨胀，文件系统已经不能满足数据管理的需要，数据库管理技术应运而生。数据库管理阶段，数据采用数据模型表示数据，如图 1-4 所示，数据由专门数据库管理软件——数据库管理系统（Data Base Management System, DBMS）统一管理和控制。



图 1-4 操作数据库

计算机管理的对象规模越来越大，应用范围又越来越广泛，数据量急剧增长，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，数据库技术便应运而生，出现了统一管理数据的专门软件系统。

用数据库系统来管理数据比文件系统具有明显的优点，从文件系统到数据库系统，标志着数据库管理技术的飞跃。

如表 1-1 所示，数据管理体现了许多优点，解决了共享性和独立性的问题，数据库管理数据能够实现联机实时处理，开始出现分布处理，能够解决多用户、多应用共享数据的问题，使数据尽可能多地应用服务。

表 1-1 数据管理 3 个阶段的比较

类型	人工管理	文件系统管理	数据库管理
数据是否保存	不保存	保存	保存
数据面向对象	面向程序	面向应用	面向整个应用领域

续表

类型	人工管理	文件系统管理	数据库管理
数据由谁管理	用户	操作系统文件系统模块	专门的数据库管理系统
数据能否共享	不能	共享性差	实现联机实时处理
与程序的独立性	不具有独立性	独立性差	具有独立性

## 1.1.4 数据库的基本概念

### 1. 数据

数据指的是用符号记录下来的、可以识别的信息，具有一定的语义。数据是信息的表现形式和载体，可以是符号、文字、数字、语音、图像和视频等。

#### 例

❖ “引导案例”中，商品的外观可以用图片表现，商品信息如商品种类、名称，入库信息如入库的时间、数量，销售信息如销售单价、数量等也都可以通过文字、数字或者符号等形式表现出来。

### 2. 数据库

数据库 (Data Base, DB) 是长期存储在计算机内、有组织的、统一管理的、可共享的相关数据集合。这种数据集合具有以下特点：尽可能不重复；以最优方式为某个特定组织的多种应用服务；其数据结构独立于使用它的应用程序；对数据的增、删、改、查由统一软件进行管理和控制。从发展历史看，数据库是数据管理的高级阶段，它是由文件管理系统发展起来的。例如，企业或事业单位的人事部门常常要把本单位职工的基本情况（职工号、姓名、年龄、性别、籍贯、工资、简历等）存放在表中，这张表就可以看成是一个数据库。有了这个“数据仓库”就可以根据需要随时查询某职工的基本情况，也可以查询工资在某个范围内的职工人数等。这些工作如果都能在计算机上自动进行，那人事管理就可以达到极高的水平。此外，在财务管理、仓库管理、生产管理中也需建立众多的这种“数据库”，使其可以利用计算机实现财务、仓库、生产的自动化管理。

数据库，顾名思义，就是存放数据的仓库。只不过这个仓库是计算机存储设备，而且数据不是杂乱无章的，而是按照一定格式存放的。采用数据库管理技术进行数据管理有以下几个方面的特点。

- (1) 采用数据模型表示数据。
- (2) 程序和数据之间具有独立性。
- (3) 数据面向整个应用领域。
- (4) 数据由数据库管理系统统一管理和控制。

#### 注意

- 数据库的性质严格来说是数据集合。
- 数据库是逻辑上一致而且有某种内在含义的数据集合，不是数据的随机归类。
- 数据库、数据库管理系统和数据库系统之间存在着包含关系，数据库系统包含了数据库以及数据库管理系统。

### 3. 数据库管理系统

DBMS 是位于用户与操作系统之间的一层数据库管理软件。

数据库管理系统为应用程序提供了访问数据库的方法,包括数据库建立、查询、更新以及各种数据控制。它对数据库进行统一的管理和控制,以保证数据库的安全性和完整性。用户通过 DBMS 访问数据库中的数据,数据库管理员也通过 DBMS 进行数据库的维护工作。它可使多个应用程序和用户用不同的方法同时或不同时刻去建立、修改和查询数据库。大部分 DBMS 提供了数据定义语言(Data Definition Language, DDL)和数据操作语言(Data Manipulation Language, DML),供用户定义数据库的模式结构与权限约束,实现对数据的追加、删除等操作。数据库管理系统是数据库系统的核心,是管理数据库的软件。数据库管理系统就是实现把用户意义下抽象的逻辑数据处理,转换成为计算机中具体的物理数据处理的软件。有了数据库管理系统,用户就可以在抽象意义下处理数据,而不必顾及这些数据在计算机中的布局和物理位置。

#### 说明

常用的数据库管理系统有 MySQL、SQL Server、Oracle 和 DB2 等。

### 4. 数据库系统

在计算机系统中引入了数据库的系统称为数据库系统(Data Base System, DBS)。DBS 一般由数据库、数据管理系统(及其开发工具)、应用系统和数据库管理员构成。

数据库管理员(Data Base Administrator, DBA)是一个负责管理和维护数据库服务器的人。数据库管理员负责全面管理和控制数据库系统。数据库管理员的主要职责如下。

- (1) 决定数据库中的信息内容和结构。
- (2) 决定数据库的存储结构和存取策略。
- (3) 定义数据的安全性要求和完整性约束条件。
- (4) 监控数据库的使用和运行。
- (5) 数据库的改进和重组重构。

数据库研究跨越于计算机应用、系统软件和理论 3 个领域,其中应用促进新系统的研制开发,新系统带来新的理论研究,而理论研究又对前两个领域起着指导作用。数据库系统的出现是计算机应用的一个里程碑,它使得计算机应用从以科学计算为主转向以数据处理为主,从而使计算机得以在各行各业乃至家庭普遍使用。在它之前的文件系统虽然也能处理持久数据,但是文件系统不提供对任意部分数据的快速访问,而这对数据量不断增大的应用来说是至关重要的。为了实现任意部分数据的快速访问,就要研究许多优化技术。这些优化技术往往很复杂,是普通用户难以实现的,所以就由系统软件(数据库管理系统)来完成,而提供给用户的是简单易用的数据库语言。由于对数据库的操作都由数据库管理系统完成,所以数据库就可以独立于具体的应用程序而存在,从而数据库又可以为多个用户所共享。因此,数据的独立性和共享性是数据库系统的重要特征。数据共享节省了大量人力和物力,为数据库系统的广泛应用奠定了基础。数据库系统的出现使得普通用户能够方便地将日常数据存入计算机,并在需要的时候快速访问它们,从而使计算机走出科研机构,进入各行各业,进入家庭。

数据库系统的应用遍布教育、经济、政务、国防等领域,如各类管理信息系统(MIS)、办公信息系统(OIS)、Web 应用系统等使用的都是数据库技术的计算机应用系统。如日常生活当中,购物网就是一种 Web 应用系统,还有教务系统、选课系统等。

## 思考

DBMS、DB 还有 DBS 之间有什么关系?

## 说明

◇ 数据库管理系统各自的特点等内容会在本章的 1.3 节加以介绍。

◇ 本书的案例及举例采用的数据库管理系统软件是 MySQL，安装、配置和使用会在本章 1.4 节介绍。

## 1.2 数据库系统体系结构

数据库系统是引入了数据库管理系统之后的计算机系统，如图 1-5 所示，包括计算机硬件、数据库管理系统、数据库、应用程序、数据库管理员和用户等部分。为了有效地组织和管理数据，也为了提高数据库的逻辑独立性和物理独立性，数据库的标准结构为三级模式结构。

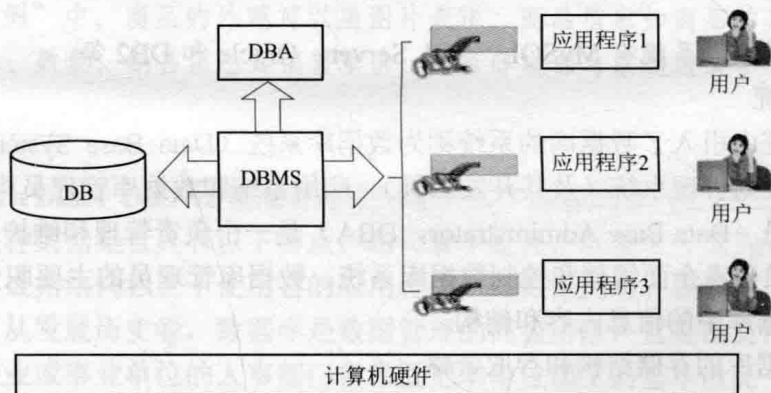


图 1-5 数据库系统组成

数据库系统中，DB 由 DBMS 负责数据库存取、维护和管理。计算机硬件是数据库系统依赖的物质基础，是存储数据库以及运行数据库管理系统的硬件资源，主要包括主机、存储设备及 I/O 通道等，大型的数据库系统还需要网络环境。数据库管理员（Data Base Administrator，DBA）负责管理、监督、维护数据库的正常运行。用户包括应用程序员（Application Programmer）和终端用户（End-User），应用程序员负责分析、设计、开发和维护数据库系统中运行的各类应用程序，终端用户通常通过应用程序来操作数据库，是数据库系统中的普通使用者。

### 1.2.1 数据库系统的三级模式结构

模式（Schema）是对数据库的数据所进行的结构化描述，是所观察到的数据的结构信息。

数据库标准结构是三级模式结构，如图 1-6 所示，它包括外模式、概念模式、内模式，可有效地组织、管理数据，提高了数据库的逻辑独立性和物理独立性。用户级对应外模式，概念级对应概念模式，物理级对应内模式，使不同级别的用户对数据库形成不同的视图。视图就是指观察、认识和理解数据的范围、角度和方法，是数据库在用户“眼中”的反映。很显然，不同层次（级别）用户所“看到”的数据库是不相同的。

#### 1. 外模式

外模式又称为子模式或用户模式，对应于用户级。它是某个或某几个用户所看到的数据