



工业和信息化“十三五”  
人才培养规划教材



# MySQL

## 数据库 | 技术与应用 微课版

MySQL Database Technology and Application

张素青 翟慧 黄静 ◎ 主编

宋欢 何连连 ◎ 副主编



采用“**项目引入**、**任务驱动**”的编写思路

从职业岗位技能出发，将**任务实践**作为**技能训练**的支撑，逐渐深化知识点

提供**在线开放课程**项目支撑，**配套资源**丰富

 中国工信出版集团

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化“十三五”  
人才培养规划教材



# MySQL

数据库 | 技术与应用 微课版

MySQL Database Technology and Application

张素青 翟慧 黄静 © 主编

宋欢 何连连 © 副主编

人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目(CIP)数据

MySQL数据库技术与应用 / 张素青, 翟慧, 黄静主编

— 北京: 人民邮电出版社, 2018.8

工业和信息化“十三五”人才培养规划教材

ISBN 978-7-115-48910-4

I. ①M… II. ①张… ②翟… ③黄… III. ①SQL语言—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP311.132.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第182124号

## 内 容 提 要

MySQL是目前最流行的关系数据库管理系统之一。本书以MySQL 5.6数据库管理系统为平台,以案例教学法为编写主线,介绍了数据库系统的基本概念和应用技术。

本书以学生选课管理系统作为教学案例,以网上书店作为实训案例,采用“学习要点—内容示例—归纳总结—习题实训”的结构体系设计每章内容。最后一章以一个具体的项目案例开发设计过程,将数据库原理知识与实际数据库开发结合在一起。

本书采用在线开放课程教学方式,提供了授课视频、PPT、案例库、习题库、试题库等多种资源来辅助教师教学和学生学习。

本书可作为高职高专院校计算机相关专业的教材,也可作为从事计算机软件工作的科研人员、工程技术人员,以及其他相关人员的培训教材或参考书。

---

◆ 主 编 张素青 翟 慧 黄 静

副 主 编 宋 欢 何连连

责任编辑 祝智敏

责任印制 马振武

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

固安县铭成印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 14.75

2018年8月第1版

字数: 347千字

2018年8月河北第1次印刷

---

定价: 42.00元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147号

随着计算机技术的飞速发展,数据库技术的应用已经扩展到各个领域。数据库技术不仅在传统的商业领域、管理领域和金融领域发挥着重要作用,而且在非传统领域(如工程、多媒体技术等领域)也起着关键作用。数据库技术是信息技术和信息产业的基础。

高等职业教育以就业为导向,着力培养市场需要的合格人才。目前,很多中小型网站的开发都选择 MySQL 作为网站的后台数据库,因此掌握 MySQL 是非常必要的。MySQL 采用“客户端/服务器”模式,是一个多用户、多线程的小型数据库管理系统。在 Web 应用方面,MySQL 是最好的关系数据库管理系统。MySQL 具有跨平台,稳定、可靠,体积小、速度快,总体拥有成本低等特点,尤其是开放源码这一特点,使得一般中小型网站的开发都选择 MySQL 作为网站数据库管理系统。

全书共 9 章,第 1 章主要讲授了数据库的基本概念、数据库技术的特点及数据模型、数据库设计的步骤,第 2 章介绍了 MySQL 5.6 的安装和配置,第 3 章介绍了数据库及数据表的创建与管理,第 4 章介绍了数据表中数据的插入、更新和删除,第 5 章介绍了数据的单表查询和多表连接查询,第 6 章介绍了 MySQL 编程基础、事务的概念和特点、存储过程和函数的创建及使用,第 7 章介绍了索引、视图和触发器的相关知识,第 8 章介绍了数据库的安全管理,第 9 章通过一个银行业务系统的项目实例,对本书知识做了全面的回顾和总结。

本书每章开头都有教学目标,每章最后都附有本章实训项目和课后作业,供学生及时理解并回顾本章内容。本书还提供了教学视频、PPT、单元设计、案例库、习题库等多种资源辅助教师教学和学生学习。

学习本书内容后,读者可以选择成长为网站数据库系统管理员,或者软件的后台数据库设计与维护人员。

本书由张素青、翟慧、黄静担任主编,宋欢、何连连担任副主编。翟慧编写了第 1 章,何连连编写了第 2 章和第 3 章,宋欢编写了第 4 章和第 5 章,孙钢编写了第 6 章,黄静编写了第 7 章,张大鹏编写了第 8 章,张素青编写了第 9 章。

尽管编者在写作过程中力求准确、完善,但书中不妥或错误之处仍在所难免,殷切希望广大读者批评指正!

编者

2018 年 5 月

<b>第 1 章 数据库基础</b> .....	1	<b>2.2 MySQL 的安装与配置</b> .....	31
1.1 数据库的基本概念 .....	2	2.2.1 Windows 平台下 MySQL 的安装 .....	31
1.2 常见的数据库 .....	4	2.2.2 Windows 平台下 MySQL 的配置 .....	35
1.3 数据管理技术的发展 .....	5	2.2.3 Linux 平台下 MySQL 的安装 .....	42
1.3.1 人工管理阶段 .....	6	<b>2.3 MySQL 的使用</b> .....	44
1.3.2 文件系统阶段 .....	6	2.3.1 启动 MySQL 服务 .....	44
1.3.3 数据库系统阶段 .....	7	2.3.2 登录 MySQL 数据库服务器 .....	46
1.4 数据模型 .....	8	2.3.3 MySQL 的相关命令 .....	47
1.4.1 数据模型的概念 .....	8	2.3.4 重新配置 MySQL .....	49
1.4.2 数据模型的分类 .....	8	<b>本章小结</b> .....	51
1.4.3 概念模型的表示方法 .....	9	<b>实训项目</b> .....	51
1.5 常见的数据模型 .....	11	项目: MySQL 环境 .....	51
1.6 关系数据库的规范化 .....	14	<b>课后习题</b> .....	52
1.6.1 第一范式 (1NF) .....	15	<b>第 3 章 数据库和数据表的基本</b>	
1.6.2 第二范式 (2NF) .....	15	<b>操作</b> .....	53
1.6.3 第三范式 (3NF) .....	16	<b>3.1 数据库的基本操作</b> .....	54
1.7 数据库设计 .....	17	3.1.1 创建数据库 .....	54
1.7.1 数据库设计概述 .....	17	3.1.2 查看数据库 .....	54
1.7.2 需求分析 .....	18	3.1.3 修改数据库 .....	55
1.7.3 概念结构设计 .....	19	3.1.4 删除数据库 .....	56
1.7.4 逻辑结构设计 .....	21	<b>3.2 数据类型</b> .....	56
1.7.5 数据库物理设计 .....	23	<b>3.3 数据表的基本操作</b> .....	59
1.7.6 数据库实施 .....	24	3.3.1 创建数据表 .....	59
1.7.7 数据库运行和维护 .....	24	3.3.2 查看数据表 .....	60
1.7.8 数据库设计案例 .....	24	3.3.3 修改数据表 .....	61
<b>本章小结</b> .....	27	3.3.4 删除数据表 .....	65
<b>实训项目</b> .....	27	<b>3.4 数据表的约束</b> .....	66
项目: “网上书店”数据库 .....	27	3.4.1 PRIMARY KEY CONSTRAINT	
<b>课后习题</b> .....	28	(主键约束) .....	66
<b>第 2 章 MySQL 基础</b> .....	29	3.4.2 FOREIGN KEY CONSTRAINT	
2.1 MySQL 概述 .....	30	(外键约束) .....	69
		3.4.3 NOT NULL CONSTRAINT	
		(非空约束) .....	73

3.4.4	UNIQUE CONSTRAINT (唯一约束) .....	76	5.3	统计查询 .....	107
3.4.5	DEFAULT CONSTRAINT (默认约束) .....	78	5.3.1	集合函数 .....	107
3.5	设置表的字段值自动增加 .....	80	5.3.2	使用 GROUP BY 子句 .....	108
3.6	综合案例——学生选课 数据库 .....	82	5.4	多表查询 .....	111
3.6.1	创建“学生选课”数据库 .....	82	5.4.1	交叉连接 .....	111
3.6.2	在“学生选课”数据库中创建表 .....	82	5.4.2	内连接 .....	113
本章小结 .....		84	5.4.3	外连接 .....	115
实训项目 .....		85	5.4.4	自连接 .....	116
项目 1: 创建“网上书店”数据库 .....		85	5.5	子查询 .....	117
项目 2: 在“网上书店”数据库中 创建表 .....		85	5.5.1	比较子查询 .....	117
课后习题 .....		86	5.5.2	IN 子查询 .....	118
			5.5.3	批量比较子查询 .....	120
			5.5.4	EXISTS 子查询 .....	121
			5.5.5	在 INSERT、UPDATE、DELETE 语句中使用子查询 .....	123
<b>第 4 章 数据表记录的更新操作 ...</b>		<b>87</b>	5.6	合并结果集 .....	125
4.1	数据表记录的插入 .....	88	本章小结 .....		125
4.1.1	向数据表中插入单条记录 .....	88	实训项目 .....		126
4.1.2	向数据表中插入多条记录 .....	89	项目 1: 在“网上书店”数据库中进行 简单查询 .....		126
4.2	数据表记录的修改 .....	90	项目 2: 在“网上书店”数据库查询中 使用集合函数 .....		126
4.3	数据表记录的删除 .....	91	项目 3: 在“网上书店”数据库查询中 使用连接查询和子查询 .....		127
4.3.1	使用 DELETE 删除数据 .....	91	课后习题 .....		127
4.3.2	使用 TRUNCATE 清空数据 .....	92			
本章小结 .....		93	<b>第 6 章 存储过程与事务 .....</b>		<b>129</b>
实训项目 .....		93	6.1	MySQL 程序设计基础 .....	130
项目: 在“网上书店”数据库的相关 数据表中插入数据 .....		93	6.1.1	变量 .....	130
课后习题 .....		94	6.1.2	流程控制语句 .....	131
			6.1.3	光标 .....	134
<b>第 5 章 数据查询 .....</b>		<b>95</b>	6.2	存储过程概述 .....	135
5.1	SELECT 语句的基本语法 .....	96	6.2.1	存储过程的基本概念 .....	136
5.2	简单查询 .....	97	6.2.2	存储程序的类型 .....	136
5.2.1	基本查询 .....	97	6.2.3	存储过程的作用 .....	136
5.2.2	使用 WHERE 子句 .....	100	6.3	创建和执行存储过程 .....	137
5.2.3	使用 ORDER BY 子句 .....	105	6.3.1	创建和执行不带输入参数的 存储过程 .....	137
5.2.4	使用 LIMIT 子句 .....	106			

6.3.2 创建和执行带输入参数的 存储过程 .....	138	7.2.1 视图的基本概念 .....	165
6.3.3 创建和执行带输出参数的 存储过程 .....	140	7.2.2 视图的优点 .....	166
6.4 管理存储过程 .....	142	7.2.3 定义视图 .....	166
6.4.1 查看存储过程 .....	142	7.2.4 查看视图 .....	168
6.4.2 修改存储过程 .....	142	7.2.5 修改和删除视图 .....	171
6.4.3 删除存储过程 .....	143	7.2.6 更新视图 .....	172
6.5 存储函数 .....	144	7.3 触发器 .....	176
6.5.1 存储过程与存储函数的 联系与区别 .....	144	7.3.1 触发器概述 .....	176
6.5.2 创建和执行存储函数 .....	144	7.3.2 创建触发器 .....	176
6.5.3 查看存储函数 .....	146	7.3.3 触发器的使用 .....	177
6.5.4 删除存储函数 .....	146	7.3.4 查看触发器的定义 .....	182
6.5.5 MySQL 的系统函数 .....	146	7.3.5 删除触发器 .....	183
6.6 事务 .....	148	本章小结 .....	183
6.6.1 事务概述 .....	148	实训项目 .....	184
6.6.2 事务的提交 .....	149	项目 1: 在“网上书店”数据库中创建 索引并查看维护 .....	184
6.6.3 事务的回滚 .....	150	项目 2: 在“网上书店”数据库中创建 视图并维护使用 .....	184
6.6.4 事务的隔离级别 .....	151	项目 3: 在“网上书店”数据库中创建 触发器 .....	184
本章小结 .....	152	项目 4: 在“网上书店”数据库中使用 触发器 .....	185
实训项目 .....	152	项目 5: 在“网上书店”数据库中删除 触发器 .....	185
项目 1: 在“网上书店”数据库中创建 存储过程 .....	152	课后习题 .....	185
项目 2: 在“网上书店”数据库中创建 带输入输出参数的存储过程 .....	153		
项目 3: 在“网上书店”数据库中实现 事务处理 .....	153		
课后习题 .....	153		
<b>第 7 章 索引、视图和触发器 .....</b>	<b>155</b>		
7.1 索引 .....	156	<b>第 8 章 数据库高级管理 .....</b>	<b>187</b>
7.1.1 索引概述 .....	156	8.1 数据库的备份与恢复 .....	188
7.1.2 索引的分类 .....	156	8.1.1 数据库的备份 .....	189
7.1.3 索引的设计原则 .....	157	8.1.2 数据库的恢复 .....	191
7.1.4 创建索引 .....	158	8.2 用户管理 .....	193
7.1.5 删除索引 .....	165	8.2.1 user 表 .....	193
7.2 视图 .....	165	8.2.2 创建新用户 .....	194
		8.2.3 删除普通用户 .....	197
		8.2.4 修改用户信息 .....	199
		8.3 权限管理 .....	202
		8.3.1 MySQL 的权限类型 .....	202
		8.3.2 权限查询 .....	203

8.3.3 权限授予 .....	204	9.2 项目设计 .....	211
8.3.4 权限收回 .....	205	9.2.1 数据库设计 .....	211
本章小结 .....	207	9.2.2 创建库、创建表、创建约束 .....	213
实训项目 .....	207	9.2.3 插入测试数据 .....	216
项目 1: 使用 SQL 语句备份与恢复数据 .....	207	9.2.4 编写 SQL 语句实现银行的日常 业务 .....	219
项目 2: 创建新用户 .....	207	9.2.5 创建、使用视图 .....	221
项目 3: 用户权限的授予和收回 .....	207	9.2.6 使用事务和存储过程实现业务 处理 .....	222
课后习题 .....	207	9.3 进度记录 .....	225
<b>第 9 章 项目案例 .....</b>	<b>208</b>	<b>参考文献 .....</b>	<b>227</b>
9.1 案例分析 .....	209		
9.1.1 需求概述 .....	209		
9.1.2 问题分析 .....	209		



# MySQL

# Chapter 1

## 第1章

## 数据库基础

本章目标:

- 了解数据库的相关概念和数据管理技术的发展
- 熟悉数据模型的概念和常见的数据模型
- 掌握 E-R 图的设计过程
- 掌握关系数据库的规范化
- 了解数据库设计步骤



## 1.1 数据库的基本概念

数据库技术是现代信息科学与技术的重要组成部分，是计算机数据处理与信息管理的核心，是一种计算机辅助管理数据的方法，研究如何组织和存储数据，如何高效地获取和处理数据。

在系统地学习数据库技术之前，需要先了解数据库技术中涉及的基本概念，主要包括：信息、数据、数据处理、数据库、数据库管理系统以及数据库系统。

### 1. 信息 (Information)

信息是现实世界事物的存在方式或运动状态的反映，它通过符号（如文字、图像等）和信号（如有某种含义的动作、光电信号等）等具体形式表现出来。信息具有可感知、可存储、可加工、可再生等自然属性，是各行各业不可或缺的资源。

### 2. 数据 (Data)

数据是描述事物的符号记录，可以是数字、文字、图形和声音等。数据是数据库中存储的基本对象，是信息的载体。人们在日常生活中为了交流信息，需要描述各种各样的事物，这时采用的通常是自然语言。例如，在学校内要描述一个学生通常会说：“张三丰是一名 2017 年入学的信息工程系的男学生，1999 年 9 月出生，河南人”。但是计算机是不能直接识别以上自然语言的。在计算机中，为了存储和处理这些事物，就需要抽取出这些事物的部分特征，组成一条记录来描述。例如，我们对学生最感兴趣的是姓名、性别、出生日期、籍贯、系别、入学时间，可以这样来描述一个学生：

（张三丰，男，1999.9，河南，信息工程系，2017）

以上这条记录就是数据。对于这条记录，了解其含义的人会得到如下信息：张三丰是一名学生，男，2017 年入学，在信息工程系学习，1999 年 9 月出生，河南人。而不了解其含义的人，就不能得出以上信息。可见，数据的形式还不能完全表达其内容，需要经过数据解释。所谓数据解释就是对数据含义的说明，数据的含义称为数据的语义，也就是数据承载的信息，数据与其语义是不可分的。因此，数据是信息的载体，是符号表示；信息是数据的内容，是数据解释。

### 3. 数据库 (Database, 简称 DB)

数据库，简单来说，就是存放数据的仓库。只不过这个仓库是长期存储在计算机中的，是有组织的、可共享的相关数据集合。数据库具有如下特性。

(1) 数据库是具有逻辑关系和确定意义的数据集合。

(2) 数据库是针对明确的应用目标而设计、建立和加载的。每个数据库都具有一组用户，并为这些用户的应用需求服务。

(3) 一个数据库反映了客观事物的某些方面，而且需要与客观事物的状态始终保持一致。

(4) 数据库中存放的数据独立于应用程序。数据的存取操作由数据库管理系统 (DataBase Management System, 简称 DBMS) 负责，极大减少了应用程序维护的成本。而且数据库中的数据可以被新的应用程序所使用，增强了数据库的共享性和易扩充性。

(5) 数据库集中了各种应用程序的数据，这些数据可以长期存储在计算机的辅助存储器中，

用户只有向数据库管理系统提出某些明确请求时,才能到数据库中对数据进行各种操作。

(6) 数据库将多个应用程序的数据统一存储并集中使用,将数据库中的多个文件组织起来,相互之间建立密切的联系,尽可能避免同一数据的重复存储,减少和控制了数据冗余,保证了整个系统数据的一致性。

#### 4. 数据库管理系统 (DataBase Management System, 简称 DBMS)

数据库管理系统是一种操纵和管理数据库的大型软件,用于建立、使用和维护数据库。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。用户通过数据库管理系统访问数据库中的数据,数据库管理员也通过数据库管理系统进行数据库的维护工作。数据库管理系统使多个应用程序和用户可以用不同的方法在同一时刻或不同时刻去建立、修改和询问数据库。数据库管理系统是数据库系统的核心,是管理数据的软件,是数据库系统的一个重要组成部分。数据库管理系统帮助用户把抽象的逻辑数据处理转换为计算机中具体的物理数据处理。这样,用户可以对数据进行抽象的逻辑处理,而不必理会这些数据在计算机中的布局和物理位置。

数据库管理系统功能强大,主要包括以下几个方面。

(1) 数据定义功能:数据库管理系统提供数据定义语言(Data Definition Language, DDL)用于描述数据的结构、约束性条件和访问控制条件,为数据库构建数据框架,以便操作和控制数据。

(2) 数据操纵功能:数据库管理系统提供数据操纵语言(Data Manipulation Language, DML)用于操纵数据,实现对数据库的基本操作,如:追加、删除、更新、查询等。数据库管理系统对相应的操作过程进行确定和优化。

(3) 数据库的运行管理功能:包括多用户环境下的并发控制、安全性检查和存取限制控制,完整性检查和执行,运行日志的组织管理,事务的管理和自动恢复。这些功能保证了数据库系统的正常运行。

(4) 数据组织、存储与管理功能:数据库管理系统要分类组织、存储和管理各种数据,包括数据字典、用户数据、存取路径等,需确定以何种文件结构和存取方式在存储级别上组织这些数据,以及如何实现数据之间的联系。数据组织和存储的基本目标是提高存储空间利用率,选择合适的存取方法以提高存取效率。

(5) 数据库的保护功能:数据库管理系统对数据库的保护通过4个方面来实现:数据库的恢复、数据库的并发控制、数据库的完整性控制、数据库的安全性控制。数据库管理系统的其他保护功能还有系统缓冲区的管理以及数据存储的某些自适应调节机制等。

(6) 数据库的维护功能:包括数据库的数据载入、转换、转储,数据库的重组织以及性能监控等功能,这些功能由各个实用程序来完成。

(7) 数据库接口功能:数据库管理系统提供数据库的用户接口,以适应各类不同用户的不同需要。

#### 5. 数据库系统 (Database System, 简称 DBS)

数据库系统是计算机系统的重要组成部分,是指引入了数据库后的计算机系统。DBS 通常由硬件、软件、数据库、人员组成。

(1) 硬件:构成计算机系统的各种物理设备,包括存储所需的外部设备。硬件的配置应能满足整个数据库系统的需要。

- (2) 软件：包括操作系统、数据库管理系统及应用程序。
- (3) 数据库：长期存储在计算机内的，有组织，可共享的数据的集合。
- (4) 人员：主要有 4 类。

第一类为系统分析员和数据库设计人员。系统分析员负责应用系统的需求分析和规范说明，他们和最终用户及数据库管理员一起确定系统的硬件配置，并参与数据库系统的概要设计。数据库设计人员负责数据库中数据的确定，数据库各级模式的设计。

第二类为应用程序员。他们负责编写使用数据库的应用程序。这些应用程序可对数据进行检索、建立、删除或修改。

第三类为最终用户。他们利用系统的接口或查询语言访问数据库。

第四类为数据库管理员 (Data Base Administrator, 简称 DBA)。他们负责数据库的总体信息控制。DBA 的具体职责包括：决定数据库中的信息内容和结构，决定数据库的存储结构和存取策略，定义数据库的安全性要求和完整性约束条件，监控数据库的使用和运行，改进数据库的性能，对数据库进行重组和重构，以提高系统的性能。

数据库系统的结构如图 1-1 所示。

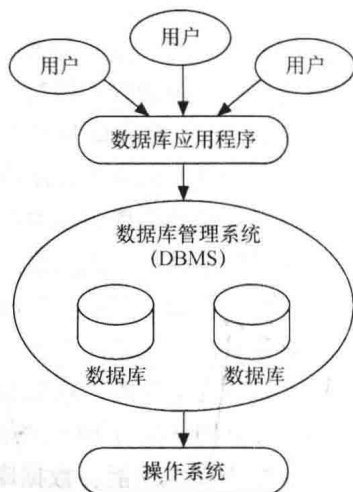


图 1-1 数据库系统结构图

## 1.2 常见的数据库

### 1. Oracle

Oracle 是甲骨文公司的一款关系数据库管理系统 (Relational Database Management System, RDBMS)，在数据库领域一直处于领先地位。Oracle 产品系列齐全，几乎囊括所有应用领域，大型，完善，安全，可以支持多个实例同时运行。它能在几乎所有主流平台上运行，支持所有的工业标准，采用完全开放策略，可以使客户选择最适合的解决方案，对开发商给予全力支持。可以说 Oracle 是目前世界上使用最广泛的关系数据库管理系统之一，通常大型企业都会选择 Oracle 作为后台数据库来处理海量数据。

### 2. SQL Server

SQL Server 是由微软公司开发的一个大型关系数据库管理系统，具有使用方便、可伸缩性好、与相关软件集成度高等优点，为用户提供了一个安全、可靠、易管理的高端客户机/服务器数据库平台，现在已经广泛应用于电子商务、银行、保险等各行业。它最初是由 Microsoft、Sybase 和 Ashton-Tate 三家公司共同开发的，于 1988 年推出了第一个 OS/2 版本。在 Windows NT 推出后，Microsoft 与 Sybase 在 SQL Server 的开发上正式分开，Microsoft 将 SQL Server 移植到 Windows NT 系统上，专注于开发推广 SQL Server 的 Windows NT 版本；Sybase 则专注于 SQL Server 在 UNIX 操作系统上的应用。

### 3. MySQL

MySQL 是一个关系数据库管理系统, 由瑞典 MySQL AB 公司开发, 目前属于甲骨文公司旗下产品, 是最流行的关系数据库管理系统之一。在 Web 应用方面, MySQL 是最好的关系数据库管理系统 (Relational Database Management System, RDBMS) 应用软件。

MySQL 具有跨平台的优点, 它不仅可以在 Windows 平台上使用, 还可以在 UNIX、Linux 和 Mac OS 等平台上使用。由于其体积小、速度快、总体拥有成本低, 尤其是开放源码这一特点, 一般中小型网站的开发都选择 MySQL 作为网站后台数据库。

### 4. DB2

DB2 是由美国 IBM 公司开发的一种关系数据库管理系统, 它主要运行在 UNIX、Linux、Windows 及 IBM i (旧称 OS/400) 服务器等平台上。

DB2 主要应用于大型应用系统, 具有较好的可伸缩性, 支持从大型机到单用户等各种环境, 可应用于所有常见的服务器操作系统平台。DB2 支持标准的 SQL, 并且提供了高层次的数据完整性、安全性、可恢复性, 以及从小规模到大规模应用程序的执行能力, 适用于海量数据的存储。DB2 的查询优化器功能强大, 其外部连接改善了查询性能, 支持多任务并行查询。DB2 具有很好的网络支持能力, 每个子系统可以连接十几万个分布式用户, 可同时激活上千个活动线程, 对大型分布式应用系统尤为适用。但相对于其他数据库管理系统, DB2 的操作比较复杂。

### 5. Access

Access 是由微软公司开发的一种关系数据库管理系统, 是目前最流行的关系数据库管理系统之一。Access 的核心是 Microsoft Jet 数据库引擎, 是一个把数据库引擎的图形用户界面和软件开发工具结合在一起的数据库管理系统。

Access 可以满足小型企业客户机/服务器解决方案的要求, 是一种功能较完备的系统, 它几乎包含了数据库领域的所有技术和内容, 利用它可以创建、修改和维护数据库及数据库中的数据, 并且可以利用向导来完成对数据库的一系列操作。

### 6. SQLite

SQLite 是一种轻型数据库, 它是遵守 ACID (数据库事务正确执行的 4 个特性) 原则的关系数据库管理系统, 包含在一个相对小的 C 库中。它的设计目标是嵌入式的, 而且目前已经在很多嵌入式产品中使用了它, 它占用资源非常少, 能够支持 Windows、Linux、UNIX 等主流操作系统, 同时能够和很多程序语言相结合。

## 1.3 数据管理技术的发展

数据库技术是随着数据管理任务的需求而产生的, 管理数据是数据库最核心的任务。数据处理是指对各种数据进行收集、加工、存储和传播的一系列活动的总和。数据管理则是指对数据进行的分类、组织、编码、存储、检索和维护, 它是数据处理的核心问题。

计算机设计的初衷是进行复杂的科学计算。随着计算机技术的快速发展, 人们开始利用计算

机进行数据的管理。总体来说，数据管理技术的发展经历了如下几个阶段：人工管理阶段、文件系统阶段、数据库系统阶段。

### 1.3.1 人工管理阶段

人工管理阶段是指 20 世纪 50 年代中期以前。当时计算机的软硬件技术均不完善，人们主要使用计算机进行科学计算。在硬件方面，存储设备只有磁带、卡片和纸带，没有大容量的外部存储器；在软件方面，没有操作系统和管理数据的软件。人工管理阶段的数据处理方式是批处理，而且基本上依赖于人工。人工管理阶段具有如下特点。

#### (1) 数据不能长期保存，用完就删除

当时的计算机主要应用于科学计算，并不需要长期保存数据，只是在需要时输入数据，完成计算后就可以删除数据。

#### (2) 数据的管理由应用程序完成

当时并没有相关的软件来管理数据，数据需要由应用程序自己来管理。应用程序不仅要规定数据的逻辑结构，还要设计数据的物理结构，如存储结构、存取方法等。

#### (3) 数据面向应用，不能共享

数据是面向应用的，一组数据只能对应一个应用程序。当多个应用程序涉及某些相同的数据时，必须各自定义，无法相互利用、相互参照，产生了大量的冗余数据。

#### (4) 数据不独立。

由于是使用应用程序管理数据，当数据的逻辑结构或物理结构发生变化时，必须也对应用程序做相应的修改。

人工管理阶段的应用程序与数据集的对应关系如图 1-2 所示。



图 1-2 人工管理阶段

### 1.3.2 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期，计算机软硬件技术迅速发展。硬件方面，有了磁盘、磁鼓等可以直接存取的存储设备；软件方面，操作系统中已经有了专门管理数据的软件，称为文件系统。数据处理方式上不仅有了批处理，而且能够联机实时处理。在这个时期，计算机应用范围逐渐扩大，从科学计算领域发展到了数据管理领域。文件系统阶段具有如下特点。

#### (1) 数据实现了长期保存

由于计算机逐步被应用于数据管理领域，数据可以以文件的形式长期保存在外存储器上，以供应用程序进行查询、修改、插入、删除等操作。

#### (2) 由文件系统管理数据

由专门的软件即文件系统管理数据，文件系统把数据组织成相互独立的数据文件，采用“按文件名访问，按记录存取”的技术对文件进行各种操作。文件系统提供存储方法负责应用程序和数据之间的转换，使得应用程序与数据之间有了一定的独立性，程序员可以更专注于算法的设计而不必过多地考虑物理细节而且数据在存储上的改变不一定反映到应用程序上，在很大程度上减少了维护应用程序的工作量。

### (3) 数据共享率低, 冗余度高

在文件系统中, 文件仍然是面向应用程序的。当不同的应用程序具有部分相同的数据时, 必须要建立各自的文件, 由于不能共享相同数据, 导致数据的冗余度高。同时, 这部分相同数据的重复存储和独立管理极易导致数据的不一致, 给数据的修改和维护带来困难。

### (4) 数据独立性差

文件系统中的文件是为某一特定的应用程序服务的, 数据和应用程序之间是相互依赖的关系, 要想改变数据的逻辑结构也要相应地修改应用程序和文件结构的定义。对应用程序进行修改, 也会引起文件结构的改变。因此数据和应用程序之间缺乏独立性, 文件系统并不能完全反映客观世界事物之间的内在联系。

文件系统阶段的应用程序与文件的对应关系如图 1-3 所示。

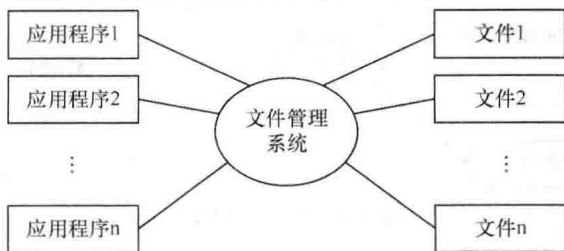


图 1-3 文件系统阶段

## 1.3.3 数据库系统阶段

20 世纪 60 年代后期以来, 随着计算机性能的日益提高, 其应用领域也日益扩大, 数据量急速增长, 同时多种应用、多种语言互相交叉地共享数据集合的要求也越来越多。这一时期, 计算机硬件技术快速发展, 大容量磁盘、磁盘阵列等基本的数据存储技术日趋成熟并投入使用, 同时价格不断下降; 而软件方面, 编制和维护系统软件及应用程序所需的成本却在不断增加; 在处理方式上, 联机实时处理要求更多, 人们开始考虑分布式处理。以上种种导致文件系统作为数据管理手段已经不能满足应用的需要。为了满足和解决实际应用中多个用户、多个应用程序共享数据的要求, 从而使数据能为尽可能多的应用程序服务, 数据库这样的数据管理技术应运而生。数据库的特点是数据不再只针对某一个特定的应用, 而是面向全组织, 共享性高, 冗余度低, 程序与数据之间具有一定的独立性, 由数据库对数据进行统一控制。数据库系统阶段具有如下特点。

(1) 数据结构化。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。数据结构化是数据库的主要特征之一, 也是数据库系统与文件系统的本质区别。

(2) 数据共享性高、冗余少且易扩充。数据不再针对某一个应用, 而是面向整个系统, 数据可被多个用户和多个应用共享使用, 而且可轻易增加新的应用来共享数据。数据共享可大大减少数据冗余并节省存储空间, 并能更好地保证数据的安全性和完整性。

(3) 数据独立性高。应用程序与数据库中的数据相互独立, 数据的定义从程序中分离出去, 数据的存取由数据库管理系统负责, 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带来的开销。

(4) 数据由数据库管理系统统一管理和控制。数据库为多个用户和应用程序所共享, 对数据库中数据的存取很多时候是并发的, 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有效和数据库系统的有效运行, 数据库管理

系统提供以下几方面的数据控制功能。

**数据安全性控制：**防止因不合法使用而造成数据的泄露和破坏，保证数据的安全和机密。

**数据完整性控制：**系统通过设置一些完整性规则，以确保数据的正确性、有效性和相容性。

**并发控制：**当多个用户同时存取、修改数据库时，可能由于相互干扰而给用户提不正确的数据，并使数据库遭到破坏，因此必须对多用户的并发操作加以控制和协调。

**数据恢复：**当数据库被破坏或数据不可靠时，系统有能力将数据库从错误状态恢复到最近某一时刻的正确状态。

数据库系统阶段应用程序与数据的对应关系如图 1-4 所示。

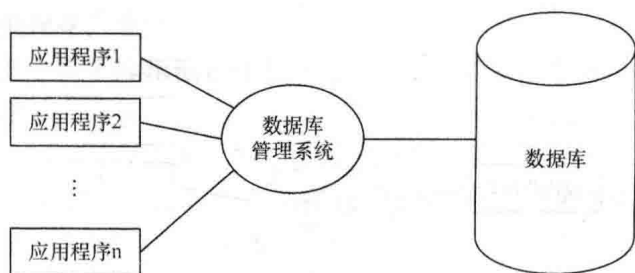


图 1-4 数据库系统阶段

## 1.4 数据模型

### 1.4.1 数据模型的概念

模型是现实世界特征的模拟与抽象，比如日常生活中所见到的汽车模型、航空模型等都是具体的模型，人们见到这些模型就联想到真实的事物。数据模型 (Data Model) 也是一种模型，它是数据特征的抽象。数据模型是数据库系统的核心与基础，它从抽象层次上描述了系统的静态特征、动态行为和约束条件，为数据库系统的信息表示与操作提供了一个抽象的框架。数据模型所描述的内容有三部分：数据结构、数据操作和数据的约束条件。

(1) 数据结构：主要描述数据的类型、内容、性质以及数据间的联系等，是对系统静态特征的描述。数据结构是数据模型的基础，数据操作和约束都是建立在数据结构上的，不同的数据结构具有不同的操作和约束。通常按照数据结构的类型来命名数据模型，例如层次结构、网状结构和关系结构的数据模型分别被命名为层次模型、网状模型和关系模型。

(2) 数据操作：主要描述在相应的数据结构上进行的操作类型和操作方式，是对系统动态特征的描述。

(3) 数据的约束条件：主要描述数据结构内数据间的语法、词义联系、制约和依存关系，以及数据动态变化的规则，以保证数据的正确、有效和相容。它是一组完整性规则的集合，用以限定符合数据模型的数据库状态及其变化。

### 1.4.2 数据模型分类

现有的数据库系统都是建立在某种数据模型之上的。数据模型应满足三个要求：一是能比较真实地模拟现实世界，二是容易让人理解，三是在计算机中比较容易实现。一种数据模型要同时



满足这三个要求会比较困难,因此在数据库系统中针对不同的使用对象和应用目的会分别采用不同的数据模型。不同的数据模型实际上也是提供给我们模型化数据和信息不同工具。根据应用的不同目的,目前广泛使用的数据模型有两类,它们分别属于两个不同的层次。

(1) 概念模型:也称为信息模型,是一种面向用户、面向客观世界的模型,主要用来描述世界的概念化结构。它按用户的观点对数据和信息建模,帮助数据库的设计人员在设计的初始阶段,摆脱计算机系统及数据库管理系统的具体技术问题,集中精力分析数据以及数据之间的联系等,与具体的数据库管理系统无关。概念模型是现实世界到信息世界的第一次抽象,用于信息世界的建模,是数据库设计人员的有力工具,也是数据库设计人员与用户之间交流的语言。

(2) 数据模型:它直接面向数据库的逻辑结构,是对现实世界的第二次抽象。它按计算机系统的观点对数据建模,主要用于数据库管理系统的实现。目前最常用的数据模型主要包括层次模型、网状模型、关系模型。

现实世界转换为计算机世界的过程如图 1-5 所示。

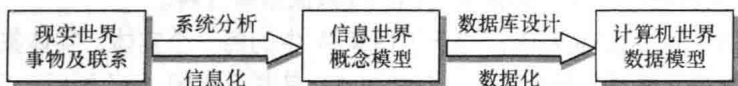


图 1-5 现实世界转换为计算机世界的过程

### 1.4.3 概念模型表示方法

#### 1. 信息世界的基本概念

(1) 实体(Entity):是指客观世界中存在并且可以相互区分的事物,可以是具体的人、事、物等实际对象,也可以是抽象的概念和联系。一个学生、一个部门、一门课、一次选课、部门与职工的关系等都是实体。

(2) 属性(Attribute):是指实体所具有的某一特性,一个实体包含若干属性。例如,职工实体可以由职工号、姓名、性别、年龄、学历、部门等属性描述。(1001,张三丰,男,33,研究生,技术部)这个属性组合用来描述一个职工实体。

(3) 码(Key):是指唯一标识实体的属性或属性集。例如,职工号是职工实体的码。

(4) 域(Domain):是指属性的取值范围。例如,职工号的域为4位整数。

(5) 实体型(Entity Type):具有相同属性的实体必然具有共同的特征和性质,可以用实体名及其属性名集合来抽象刻画这些实体。例如,职工(职工号,姓名,性别,年龄,学历,部门)就是一个实体型。

(6) 实体集(Entity Set):同类实体的集合称为实体集。例如,全体职工就是一个实体集。

(7) 联系(Relationship):在客观世界中,事物内部及事物之间是普遍存在联系的,这些联系在信息世界中表现为实体(型)内部的联系和实体(型)之间的联系。实体内部的联系通常是指组成实体的各属性之间的联系。实体之间的联系通常是指不同实体型之间的联系。

#### 2. 概念模型表示方法

概念模型的表示方法有很多,最常用的表示方法为实体-联系方法(Entity-Relationship Approach),简称E-R方法,该方法使用E-R图(Entity-Relationship Diagram,实体-联系