

# 数据库及其 教学应用研究

SHUJUKU JIQI JIAOXUE YINGYONG YANJIU

白彦辉 著

吉林人民出版社

# 数据库及其教学应用研究

白彦辉 著

吉林人民出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

数据库及其教学研究 / 白彦辉著. -- 长春:  
吉林人民出版社, 2022.3  
ISBN 978-7-206-18989-0

I. ①数… II. ①白… III. ①关系数据库系统 IV.  
① TP311.132.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2022)第 040723 号

责任编辑: 刘 学

封面设计: 皓 月

## 数据库及其教学研究

SHUJUKU JI QI JIAOXUE YINGYONG YANJIU

著 者: 白彦辉

出版发行: 吉林人民出版社(长春市人民大街 7548 号 邮政编码: 130022)

咨询电话: 0431-85378007

印 刷: 廊坊市海涛印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 12 字 数: 171 千字

标准书号: ISBN 978-7-206-18989-0

版 次: 2023 年 1 月第 1 版 印 次: 2023 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 58.00 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换。

此为试读, 需要完整PDF请访问: [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)

# 前言

## PREFACE

20世纪60年代末，数据库技术作为数据处理中的一门新技术发展起来。时至今日，数据库技术已形成了较为完整的理论体系，是计算机软件领域的一个重要分支。

随着数据库系统的推广，计算机应用已深入人类社会的各个领域，如当前的管理信息系统（MIS）、企业资源规划（ERP）、计算机集成制造系统（CIMS）、地理信息系统（GIS）、决策支持系统（DDS）等，都是以数据库技术为基础的。此外，我国实施的国家信息化、“金”字工程、数字城市等都是以数据库为基础的大型计算机系统。目前，数据库的建设规模和性能、数据库信息量的大小和使用水平已成为衡量一个国家信息化程度的重要标志。

基于此，作者结合多年的教学经验与工作实际，撰写了《数据库及其教学应用研究》一书。本书将数据库的理论知识与实践教学以及实际应用相结合，理论联系实际，内容层层递进，首先概述数据库及其技术发展、数据库系统设计与管理，然后对数据库课程教学改革与模式创新进行了讨论，在此基础上对数据库应用与共享平台设计进行了更深层次的探究。希望读者通过阅读本书，加强对数据库相关理论的掌握，对数据库及其教学应用有更深入的了解，推动数据库应用技术的发展。

本书适合作为高等学校计算机、信息管理、软件工程、电子商务等相关专业数据库类课程本科生教材，也适合作为从事数据库系统研究、数据库管理和数据库系统开发者的参考用书。

由于作者水平和时间有限，书中难免存在不足和疏漏之处，敬请各位同行和读者指正，以便及时修订和补充。

白彦辉

2022年1月

# 目录

## CONTENTS

<b>第一章 数据库及其技术发展</b> .....	001
第一节 数据与数据库 .....	001
第二节 数据库的SQL语言 .....	010
第三节 数据库的数据模型 .....	013
第四节 数据库技术及其发展趋势 .....	023
<b>第二章 数据库系统设计与管理</b> .....	057
第一节 数据库系统的关系代数、演算与范式 .....	057
第二节 数据库设计方法与流程 .....	082
第三节 云计算环境下可搜索加密数据库系统的设计 .....	094
第四节 数据库管理系统 .....	109
<b>第三章 数据库课程教学改革与模式创新</b> .....	117
第一节 数据库课程教学改革 .....	117
第二节 数据库课程中的翻转课堂教学模式应用 .....	121
第三节 数据库课程中的微课教学模式应用 .....	126
<b>第四章 数据库应用与共享平台设计</b> .....	131
第一节 教学平台上的异构数据库应用 .....	131
第二节 教学资源数据库共享平台 .....	152
<b>参考文献</b> .....	182

# 第一章 数据库及其技术发展

## 第一节 数据与数据库

### 一、数据与信息

数据库是计算机信息管理的基础，其研究对象是数据。因此，在介绍数据库技术之前，有必要了解数据与信息的基本概念。

人类社会在经历过农业化和工业化两个历史时期后进入信息化社会，信息化和全球化紧密相连，成为推动当今世界经济迅速发展的源动力。在信息化的社会里，信息资源对人类社会生活的重要性不断提高，信息资源的占有与利用水平已成为衡量一个国家或企业综合实力和竞争力的重要标志。信息化是继工业化之后生产力发展的一个新阶段，将对社会经济的发展乃至整个人类文明产生巨大的影响。信息化涉及社会生活的各个领域，会引起产业结构、就业结构、社会组织的重大变革，也会给人们的工作、学习和生活方式带来重大的变化。

近代人类逐步了解到能量资源的性质，利用能量科学技术把外部世界的能量资源加工为各种可以控制的动力（如机械力、化学力、电力等），并把它们与近代的新材料结合起来，制成了各种由材料和动力所组成的动力工具（如机床、汽车、飞机、轮船等），扩展了人类的体力能力。

进入现代，人类正在逐步认识和掌握信息资源，利用信息科学技术把外部世界的信息资源加工成各种可利用的知识，并把它们与现代材料和动力相

结合，制成了各种智能工具（如各种管理与决策系统、专家系统、智能机器人等），扩展了人类的智力能力。

从20世纪60年代开始，计算机应用开始进入企业管理领域，计算机信息系统应运而生。计算机信息系统是由人、计算机及管理规则组成的能进行信息的收集、传送、存储、加工、维护和使用的系统。从使用者的角度来看，信息系统是提供信息、辅助管理者进行控制和进行决策的系统。要达到这一点，信息系统必须能对各种形式的数据进行收集、存储、加工等，这些称为数据处理。数据处理的目的是从大量的、原始的数据中抽取或导出对人们有价值的信息，供决策者参考。具体的例如数据（data）、信息（information）等一些基本概念的解释如下。

### （一）数据

（1）数据的概念。数据是数据库中最基本的存储对象，是现实世界中客观存在的物体在计算机中系统的抽象表示，是存储在计算机中的符号串。人们对数据的理解大多是狭义的，也就是数字，例如1、¥58等。广义地讲，文字、图形、图像、声音、符号等有意义的元素都称为数据。

（2）数据的特性。数据有多种特性，其主要特性如下：①表现多样性。数据可以有多种表现形式，除狭义上的数字以外，数据还可以是文字、图形、图像、声音、视频等表现形式。正是基于数据表现形式的多样性，才能为数据库的广泛应用提供有力的基础。②数据的可构造性。从结构上看，数据分为结构化数据、半结构化数据和非结构化数据。不同的应用中数据的结构也是不同的，比如互联网中的Web数据属于非结构化及半结构化形式，而软件中一般使用的都是结构化数据。结构化数据有型（type）与值（value）之分，数据的型给出了数据的类型，如整型、实型、字符型等；而数据的值是指符合给定类型的数值，比如数据库中是这样描述数据的：（20200201，宋林，男，18，计算机系），即把学生的学号、姓名、性别、年龄、系别组织起来，形成一个记录，这条学生的记录就是描述一个学生的数据，这就是一种结构化的数据，学号、姓名、性别、年龄、系别是数据的型，（20200201，

宋林,男,18,计算机系)是数据的值。③数据的持久性与挥发性。长期对系统有用的或者需长期保存的数据一般是存放在计算机的外部存储器(如光盘、硬盘)中,这样的数据称为持久保存的数据,具有持久性。另一部分数据与程序仅有短时间的交互关系,随着程序的结束而消亡,它们一般保存在计算机的内存中,这样的数据称为临时性数据或挥发性数据。④数据的私有性与共享性。从数据的服务对象上看,数据可分为私有数据和共享数据两种。为特定应用程序服务的数据称为私有数据,而为多个应用程序服务的数据称为共享数据。⑤数据的海量存储性。从数据的存储数量上看,数据可分为不同的层次。随着计算机技术的不断发展,计算机硬件的存储容量也在不断增长,这就使得数据的存储量也越来越大,出现了海量存储。

## (二) 信息

信息是隐含在数据中的意义,是现实世界各种事物的特征、形态以及不同事物之间的联系等在人脑海中的抽象反映。对这些经抽象而形成的概念,人们可以认识理解,可以加工传播,可以进行推理,从而达到认识世界、改造世界的目的。特别是在信息技术高速发展的今天,信息已经越来越重要了。

信息具有四个基本特征:①信息的内容是关于客观事物或思想方面的知识。②信息是有用的,它是人们活动的必需知识。③信息能够在空间上和时间内被传递,在空间上传递信息称为信息通信,在时间上传递信息称为信息存储。④信息需要一定的表示形式,信息与其表现符号不可分离。

## 二、数据处理与数据管理

### (一) 数据处理

数据处理是对各种形式的数据进行收集、存储、加工和传播的一系列活动的总和。其目的是从大量的原始数据中抽取对人类有价值的信息,以作为行动和决策的依据。<sup>①</sup>

---

① 屈晓,麻清应.MYSQL数据库设计与实现[M].重庆:重庆大学电子音像出版社,2020:5.

数据是信息的载体，信息则是数据加工的结果，是对数据的解释。信息与数据之间的关系可以用图1-1来描述。

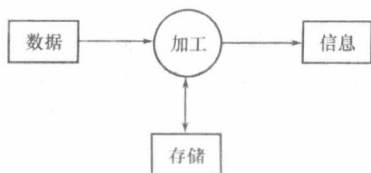


图 1-1 信息与数据之间的关系

计算机系统的每一操作，均是对数据进行某种处理。数据送入计算机后，经过存储、传送、排序、归并、计算、转换、检索、制表及模拟等操作，得到人们需要的结果，即产生信息。

## （二）数据管理

数据不仅是管理者进行管理、决策的重要依据，而且数据本身也是被管理的资源。

在数据处理中，通常计算比较简单，而数据的管理则比较复杂。现代社会可为我们所利用的数据量呈爆炸性增长，而且数据的种类也在增多。作为一个管理者，不但要使用数据，而且要管理数据。数据管理与运用的好坏，直接影响管理与决策的质量。

因此，数据的管理需要一个通用、高效的管理软件，而数据库技术正迎合了这一需求。

在数据处理中，最基本的工作是数据管理工作。数据管理是其他数据处理的核心和基础。在实际工作中数据管理的地位很重要。从事各种行政管理工作的人，他们所做的管人、管财、管物或管事的工作就是数据管理工作。而人、财、物和事又可统称为事务。在事务管理中，事务以数据的形式被记录和保存。例如，在财务管理中，财务科通过对各种账目的记账、对账或查账等来实现对财务数据的管理。传统的数据管理方法是人工管理，即通过手工记账、算账和保管账的方法实现对各种事务的管理。计算机的发展为科学

地进行数据管理提供了先进的技术和手段，目前许多数据管理工作都利用计算机进行，而数据管理也成了计算机应用的一个重要分支。

数据管理工作应包括以下三项内容：①组织和保存数据，即将收集到的数据合理地分类组织，将其存储在物理载体上，使数据能够长期地被保存。②数据维护，即根据需要随时进行插入新数据、修改原数据和删除失效数据的操作。③提供数据查询和数据统计功能，以便快速地得到需要的正确数据，满足各种使用要求。

### 三、数据库系统的组成

#### （一）数据库

数据库是统一管理的相关数据的集合。这些数据以一定的结构存放在存储介质中。其基本特点是：数据能够为各种用户共享、具有最小冗余度、数据间联系紧密以及较高的数据独立性等。数据库本身不是独立存在的，它是组成数据库系统的一部分。

数据库的概念实际上包括两层意思：①数据库是一个实体，它是能够合理保管数据的“仓库”，用户在该“仓库”中存放要管理的事务的数据，“数据”和“库”两个概念结合成为“数据库”。②数据库是数据管理的新方法和技术，它能够更合理地组织数据、更方便地维护数据、更严密地控制数据和更有效地利用数据。

数据库中数据的性质如下：①数据整体性：数据库是一个单位或一个应用领域的通用数据处理系统，它存储的是属于企业和事业部门、团体和个人的有关数据的集合。数据库中的数据是从全局观点出发建立的，它按一定的数据模型进行组织、描述和存储，其结构基于数据间的自然联系，从而可提供一切必要的存取路径，且数据不再针对某一应用，而是面向全组织，具有整体的结构化特征。②数据共享性：数据库中的数据是为众多用户共享其信息而建立的，已经摆脱了具体程序的限制和制约。不同的用户可以按各自的用法使用数据库中的数据；多个用户可以同时共享数据库中的数据资源，即

不同的用户可以同时存取数据库中的同一个数据。数据共享性不仅满足了各用户对信息内容的要求，同时也满足了各用户之间信息通信的要求。

## （二）数据库管理系统

数据库管理系统（Database Management System，简称DBMS）是为数据库的建立、使用和维护而配置的系统软件，是数据库系统的核心。它建立在操作系统的基础上，对数据库进行统一的管理和控制，为用户或应用程序提供访问数据库的方法，包括数据库的建立、更新、查询、统计、显示、打印及各种数据控制。其主要功能如下：

（1）持久存储数据。DBMS支持对独立于应用程序的超大数据量（吉字节或更多）数据长期存储，其数据独立性优于文件系统，并能防止对数据的意外和非授权访问，且在数据库查询和更新时支持对数据的有效存取。

（2）数据定义功能。DBMS允许用户使用专门的数据定义语言（Data Definition Language，简称DDL）对数据库中的数据对象进行定义，如定义或删除模式、索引、视图等，并能保证数据库完整性。

（3）数据操纵功能。DBMS提供合适的查询语言（Query Language，简称QL）或数据操纵语言（Data Manipulation Language，简称DML），用户使用DML可以实现对数据库的基本操作，如查询、插入、删除和修改数据等。

（4）事务管理。DBMS支持对数据的并发存取，即可以同时有很多不同的进程（称为“事务”），为了避免存取错误数据，DBMS必须提供一种机制保证事务正确执行。

（5）数据库的运行管理。数据库在建立、运用和维护时由DBMS统一管理、统一控制，以保证数据的安全性、完整性和多用户对数据库使用的并发控制及发生故障后的系统恢复等。

（6）数据库维护功能。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、分析功能等。

DBMS是数据库系统的一个重要组成部分。DBMS核心技术的研究和实现是三十余年来数据库研究领域所取得的主要成就。我国对DBMS的研究时

间不长，但发展迅速，目前已有国产 DBMS 产品走向商业应用。

### （三）数据库系统

数据库系统是指在计算机系统中引入数据库后的系统，一般由数据库、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。应该指出的是，数据库的建立、使用和维护等工作只靠一个 DBMS 是远远不够的，还要有专门的人员来完成，这些人被称为数据库管理员（Database Administrator，简称 DBA）。

通常在不引起混淆的情况下，人们一般将数据库系统简称为数据库。具体的数据库系统如图 1-2 所示，数据库系统在计算机系统中的地位如图 1-3 所示。

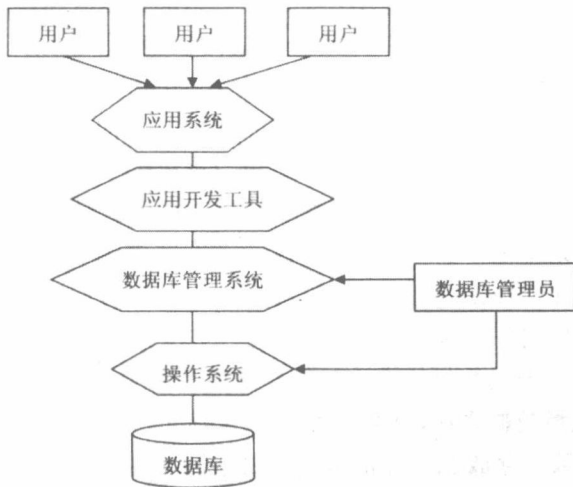


图 1-2 数据库系统

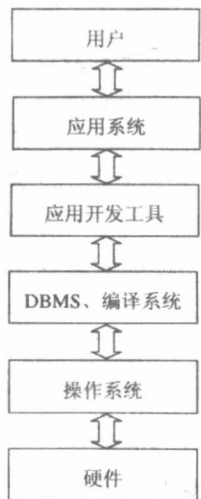


图 1-3 数据库系统在计算机系统中的地位

### （四）人员

数据库系统人员包括软件开发人员、软件使用人员及软件管理人员。他们是对数据库系统进行全面管理的负责人，相互之间既有不同的数据抽象级别，也有不同的数据视图，因而其职责也有所区别。

（1）软件开发人员。包括系统分析员、系统设计员及程序设计员，他

们主要负责数据库系统的开发设计、程序编制、系统调试和安装工作。

(2) 软件使用人员。即数据库最终用户,他们通过应用系统的用户接口使用数据库。对于简单用户,主要工作是对数据库进行查询和修改,而高级用户能够直接使用数据库查询语言访问数据库。

(3) 软件管理人员。软件管理人员称为数据库管理员,他们负责全面地管理和控制数据库系统。其主要职责如下:①参与数据库系统的设计与建立。②对系统的运行实行监控。③定义数据的安全性要求和完整性约束条件。④负责数据库性能的改进和数据库的重组及重构工作。

#### 四、数据库系统的特点

相对于文件系统,数据库系统具有如下特点。

##### (一) 数据结构化

数据结构化是数据库系统与文件系统的根本区别。在文件系统中,相互独立的文件记录内部是有结构的。传统文件的最简单形式是等长同格式的记录集合。一个文件只能面向一个应用,而一个管理信息系统则涉及许多应用。在数据库系统中,不仅要考虑某个应用的数据结构,还要考虑整个组织的数据结构。

数据结构化要求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。在文件系统中,尽管其记录内部有了某些结构,但记录之间没有联系,一个文件往往只针对某一特定应用,文件之间是相互独立的;数据的最小存储单位是记录,不能细到数据项。在数据库系统中,存在多个数据文件,这些数据文件之间是相互联系的,数据不再只针对某一特定应用,而是面向全组织,具有整体的结构化特点。在某一特定应用中,所用到的结构化数据中的一个子集。数据库系统存取数据的方式也很灵活,可以存取数据库中的某一数据项或一组数据项、一个记录或一组记录。<sup>①</sup>

<sup>①</sup> 许楠,高秀艳,赵滨.软件工程中数据库的设计与实现研究[M].长春:吉林大学出版社,2019:12.

## （二）数据冗余度低

在文件系统中，每个应用都拥有它各自的文件，即同一数据可能放在不同的文件中，这带来大量的数据冗余。在数据库系统中，数据具有统一的逻辑结构，每一个数据项的值只存储一次，最大限度地控制了数据冗余。所谓控制数据冗余是指数据库系统可以把数据冗余限制在最少，系统也可保留必要的冗余。实际上，由于应用业务或技术上的原因，如数据合法性检验、数据存取效率等方面的需要，同一数据可能在数据库中保持多个副本，但是在数据库系统中，冗余是受控的，保留必需的冗余也是系统预定的。

## （三）数据共享度高

数据只有实现共享才能发挥更大作用，实现数据共享是数据管理的目标。在人工管理阶段，数据无共享可言；在文件系统阶段，数据只能实现文件级共享，而不能实现系统级共享；在数据库系统中，一个数据可以为多个不同的用户共同使用，即各个用户可以为了不同的目的来存取相同的数据。在数据库系统中，还可以实现数据并发共享，即多个不同的用户可以在同一时间存取同一数据。

## （四）数据独立性

数据库的数据独立性包括物理独立性和逻辑独立性。

物理独立性是指用户的应用程序与存储在磁盘上的数据库中的数据是相互独立的，即数据在磁盘上的数据库中怎样存储是由DBMS管理的，用户程序不需要了解，应用程序要处理的只是数据的逻辑结构，即当数据的物理存储改变时，应用程序不用改变。

逻辑独立性是指用户的应用程序与数据库的逻辑结构是相互独立的，也就是说，虽然数据的逻辑结构改变了，但用户程序可以不变。由于数据与程序分离，加之数据的存取由DBMS负责，大大简化了应用程序的开发与设计，减少了应用程序的维护和修改。数据库的数据独立性主要是由数据库系统的二级映像功能来保证的。

### （五）数据一致性高

数据一致性是指同一数据的不同复制的值应该是一样的。保持数据的一致性也是数据管理的目标之一。在人工管理或文件管理系统中，由于数据被重复存储，不同的应用使用、修改和拷贝时很容易造成数据的不一致。在数据库系统中，数据是共享的，不会出现数据重复存储的现象，或者说这种现象可以在系统中得到控制，减少了由于数据冗余造成的数据不一致性。

数据共享、数据冗余和数据一致性是密切相关的，数据不能共享必然导致数据冗余，而数据冗余必然会造成数据的不一致。

### （六）系统弹性大，易扩充

数据库系统中的数据是面向整个系统的，是有结构的数据，不仅可以被多个应用共享使用，而且容易增加新的应用，这就使得数据库系统弹性较大，易于扩充，可以适应各种用户的要求，可以取整体数据的各种子集用于不同的应用系统，当应用需求改变或增加时，只要重新选取不同的子集或加上一部分数据便可以满足新的需求。

### （七）数据由DBMS统一管理和控制

DBMS是一个系统软件，是数据库系统得以实施的核心。DBMS支持超大数据的长时间存储，允许用户使用专门的数据定义语言建立新的数据库，并说明它的模式（schema），使用合适的查询语言或数据操作语言可以对数据进行更新和查询，提供数据安全性保护、数据完整性检查、并发控制和数据恢复等功能。

## 第二节 数据库的SQL语言

### 一、SQL的发展

SQL的全称是结构化查询语言（Structured Query Language，简称SQL），是用于数据库的标准数据查询语言，IBM公司最早使用在其开发的数据库系

统中。1986年10月，美国ANSI对SQL进行规范后，以此作为关系数据库管理系统的标准语言。

SQL是一种数据库查询和程序设计语言，用于存取数据以及查询、更新和管理关系数据库系统。SQL最早是IBM公司的圣约瑟研究实验室为其关系数据库管理系统开发的一种查询语言，其前身是SQUARE语言。

作为关系数据库的标准语言，SQL已被众多商用数据库管理系统产品所采用，不过不同的数据库管理系统在其实践过程中都对SQL规范做了某些编改和扩充。所以，实际上不同数据库管理系统之间的SQL不能完全通用。例如，微软公司的MS SQL-Server支持的是T-SQL，而甲骨文公司的Oracle数据库所使用的SQL则是PL-SQL。<sup>①</sup>

1970年Codd发表了关系数据库理论。

1974年由Boyce和Chamberlin提出SQL的概念。

1975年至1979年IBM公司以Codd的理论为基础开发了“Sequel”，并重新命名为“SQL”。

1979年Oracle公司发布了商业版SQL。

1981年至1984年SQL出现其他商业版本，有IBM公司的DB2、Data General公司的DG / SQL、Relational Technology公司的INGRES。

1986年美国国家标准局（ANSI）颁布了SQL的美国标准，1987年国际标准化组织（ISO）通过了这一标准。这一标准被称为SQL-86。

1989年ANSI公布SQL-89标准。

1992年ANSI公布SQL2标准。

1999年ANSI公布SQL3标准。

1997年之后，SQL成为动态网站（Dynamic Web Content）的后台支持。

2005年，Tim O'eilly提出了Web2.0理念，称数据将是核心，SQL将成为“新的HTM”。

---

① 王生春，支佩买 .SQL Server 数据库设计与应用 [M]. 北京：北京理工大学出版社，2016:34.