

21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

# 数据库原理 与应用 (Oracle 版)

Principle and Application of  
Database (Oracle)

马忠贵 宁淑荣 曾广平 姚琳 编著

体系完整、内容全面

图文并茂、实例丰富

循序渐进、深入浅出



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



TP311.138/1065

21世纪高等教育计算机规划教材

2013

COMPUTER

# 数据库原理 与应用 (Oracle 版)

Principle and Application of  
Database (Oracle)

■ 马忠贵 宁淑荣 曾广平 姚琳 编著

北方工业大学图书馆



C00337542



人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (C I P) 数据

数据库原理与应用 : Oracle版 / 马忠贵等编著. --  
北京 : 人民邮电出版社, 2013.9  
21世纪高等教育计算机规划教材  
ISBN 978-7-115-32019-3

I. ①数… II. ①马… III. ①关系数据库系统—高等  
学校—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第140488号

## 内 容 提 要

本书系统地讲述了数据库系统的基本概念、基本原理和基本设计方法,并基于目前最流行的大型关系数据库之一——Oracle 11g,循序渐进地介绍了数据库的管理、实现及应用。本书注重理论与实践相结合,以一个读者耳熟能详的教学管理系统为例贯穿全书,力求对数据库理论和应用进行精炼,保留实用的部分,使其更加通俗易懂。使用目前流行的高级程序设计语言 C#,介绍了基于 Oracle 11g 的管理信息系统的开发流程,旨在培养读者的综合实践与创新能力,加强读者对数据库基本原理和概念的理解,进而帮助读者更加具体地理解数据库管理信息系统的开发流程。各章都安排有大量的例题和习题,便于读者理解和自测。

本书可作为高等学校计算机专业及其他专业的教学用书,也可供从事相关专业的工程技术人员和科研人员参考。

◆ 编 著 马忠贵 宁淑荣 曾广平 姚 琳

责任编辑 武恩玉

责任印制 彭志环 杨林杰

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京天宇星印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 18.5

2013年9月第1版

字数: 486千字

2013年9月北京第1次印刷

定价: 42.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

数据库技术已成为计算机科学的一个重要分支,是数据管理的最新技术,是计算机科学技术中发展最快的领域之一。许多信息管理系统都是以数据库为基础建立的,数据库已成为计算机信息管理的核心技术和重要基础,成为人们存储数据、管理信息、共享资源的最先进、最常用的技术之一。数据库技术已经在科学、技术、经济、文化和军事等领域发挥着重要的作用。对于一个国家来说,数据库的建设规模、数据库信息量的大小和使用频度已成为衡量该国信息化程度的重要标志之一。

本书用通俗的语言将抽象的数据库理论具体化,结合目前流行的大型关系数据库 Oracle 11g 讲述了数据库的基本原理与应用。目前, Oracle 11g 拥有较大的市场占有率和众多的高端用户,是大型数据库应用系统的首选后台数据库系统。同时, Oracle 11g 逐渐取代上一版本,成为主流的 Oracle 产品,这也是本书选择 Oracle 11g 作为平台的原因。

本书介绍了数据库的基本原理和主要技术,全书共分 12 章。

第 1 章为绪论,从数据管理技术的产生和发展引出数据库的概念,围绕数据库系统的组成介绍了有关名词术语;然后介绍了数据模型的基本概念、表示方法以及数据模型的三要素(数据结构、数据操作、数据完整性约束);最后介绍了数据库系统的三级模式结构和二级映像功能。第 2 章主要介绍目前最重要的一种数据模型——关系模型。关系数据库系统是目前使用最广泛的数据库系统之一,是采用关系数据模型作为数据组织方式的数据库。内容包括关系模型的基本概念与术语、关系的运算(基于代数定义的关系代数、基于逻辑定义的关系演算)、关系表达式的等价变化、关系的查询优化等。第 3 章对 Oracle 11g 数据库系统进行概述,以使读者对该系统有整体的认识和了解。内容包括 Oracle 的发展历程, Oracle 11g 数据库安装、配置以及自带工具 SQL\*Plus 的使用,最后介绍使用 DBCA 创建 Oracle 数据库的过程。第 4 章介绍了关系数据库标准语言 SQL,内容包括 SQL 语言的发展过程、基本特点、DDL、DQL、DML、DCL、视图。第 5 章介绍了关系数据库规范化理论。首先说明关系规范化的提出,接着引入函数依赖和范式等基本概念,然后介绍关系模式等价性判定和模式分解的方法,最后介绍了关系模式的规范化及其规范化的步骤。第 6 章介绍了 PL/SQL 编程基础。PL/SQL 是 Oracle 推出的过程化的 SQL 编程语言,使用 PL/SQL 可以为 SQL 语言引入结构化的程序处理能力,例如可以在 PL/SQL 中定义常量、变量、游标、存储过程等,可以使用条件、循环等流程控制语句。PL/SQL 的这种特性使得开发人员可以在数据库中添加业务逻辑,并且由于业务逻辑与数据均位于数据库服务器端,因此比客户端编写的业务逻辑能提供更好的性能。内容包括 PL/SQL 程序结构, PL/SQL 控制结构,以及游标、存储过程、函数、触发器、程序包等的使用方法。第 7 章主要介绍了数据库设计的任务和特点、设计方法及设计步骤。以概念结构设计和逻辑结构设计为重点,介绍了每一个阶段的方法、技术以及注意事项。第 8 章介绍了 C#与 Oracle 11g 编程实例。



使用目前流行的高级程序设计语言 C#, 介绍了基于 Oracle 11g 的管理信息系统的开发流程和步骤, 旨在培养读者的综合实践与创新能力, 加强读者对数据库基本原理和概念的理解, 进而帮助读者更加具体地理解数据库管理信息系统的开发流程。在掌握前 8 章基础知识的情况下, 下面的章节将具体介绍 Oracle 11g 数据库系统的具体实现和管理。第 9 章介绍了 Oracle 11g 的体系结构。内容包括 Oracle 实例与数据库、Oracle 数据库的逻辑存储结构和物理存储结构、Oracle 实例的内存结构和进程结构、数据字典等。第 10 章介绍了在 Oracle 中实现安全性管理的用户、权限和角色三大要素。在用户管理部分, 介绍了用户和模式之间的关系, 说明了如何使用 SQL 语句创建、修改、删除和查询用户以及用户配置文件管理。在权限管理部分, 讨论了权限的分类及如何使用 SQL 语句为用户或角色分配与撤销权限, 如何通过数据字典视图查看权限信息。角色管理部分介绍了 Oracle 角色的组成关系以及创建、分配、管理和查看角色的方法。第 11 章介绍了数据库的安全和维护。内容包括数据库的安全性、数据完整性、并发控制和恢复技术 4 个方面的内容, 并以 Oracle 11g 为例进行了具体说明。第 12 章介绍了 Oracle 模式对象的管理。内容包括索引、视图、簇、序列、同义词等模式对象的管理。

本书采用数据库基本理论与实际应用相结合的编写原则, 在注重理论性、系统性、科学性的同时, 兼顾培养读者的自主创新学习能力, 旨在帮助读者掌握数据库的基本原理和技术, 掌握关系型数据库管理系统 Oracle 11g 的使用和操作方法, 掌握数据库设计方法和步骤, 最终使读者具备设计数据库模式以及开发数据库应用系统的基本能力。

本书在编写过程中, 参考了大量数据库相关的技术资料, 在此向资料的作者表示感谢。书中的全部 PL/SQL 语句和 C# 程序都上机调试通过。由于编者水平和时间有限, 书中不妥之处在所难免, 恳请专家同行和广大读者批评指正。

本书的编写得到了“十二五”期间高等学校本科教学质量与教学改革工程建设项目和北京科技大学教材建设经费资助, 特此致谢。同时感谢人民邮电出版社的支持与帮助。

马忠贵

2013 年 3 月于北京

# 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 第 1 章 数据库技术基础               | 1  |
| 1.1 数据、信息与数据处理              | 1  |
| 1.2 数据管理技术的发展               | 2  |
| 1.2.1 人工管理阶段                | 2  |
| 1.2.2 文件系统阶段                | 2  |
| 1.2.3 数据库系统阶段               | 3  |
| 1.2.4 高级数据库系统阶段             | 5  |
| 1.3 数据库系统的组成                | 6  |
| 1.4 数据模型                    | 9  |
| 1.4.1 概念模型                  | 10 |
| 1.4.2 数据模型                  | 12 |
| 1.5 数据库系统的结构                | 17 |
| 1.5.1 数据库系统模式的概念            | 17 |
| 1.5.2 数据库系统的三级模式结构          | 17 |
| 1.5.3 数据库系统的二级映像            | 19 |
| 本章知识点小结                     | 19 |
| 习题                          | 20 |
| 第 2 章 关系数据库的理论基础            | 21 |
| 2.1 关系的数据结构                 | 21 |
| 2.1.1 关系的定义                 | 21 |
| 2.1.2 关系的性质                 | 23 |
| 2.1.3 关系模式与关系数据库            | 23 |
| 2.2 关系代数                    | 24 |
| 2.2.1 传统的集合运算               | 24 |
| 2.2.2 专门的关系运算               | 27 |
| 2.3 关系演算                    | 31 |
| 2.3.1 元组关系演算                | 32 |
| 2.3.2 域关系演算                 | 36 |
| 2.3.3 关系代数、元组关系演算、域关系演算的等价性 | 40 |
| 2.4 查询优化                    | 40 |
| 2.4.1 查询优化实例                | 41 |
| 2.4.2 查询优化准则                | 42 |
| 2.4.3 关系代数等价变换规则            | 42 |
| 2.4.4 关系代数表达式优化的算法          | 44 |
| 本章知识点小结                     | 46 |
| 习题                          | 47 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 第 3 章 Oracle 11g 数据库系统概述   | 49  |
| 3.1 Oracle 11g 简介          | 49  |
| 3.2 Oracle 11g 安装          | 50  |
| 3.3 Oracle 11g 卸载          | 58  |
| 3.3.1 停止所有的 Oracle 服务      | 58  |
| 3.3.2 卸载所有的 Oracle 组件      | 59  |
| 3.3.3 手动删除与 Oracle 相关的遗留内容 | 59  |
| 3.4 Oracle 11g 的管理工具       | 61  |
| 3.5 SQL*Plus               | 62  |
| 3.5.1 SQL*Plus 的运行环境       | 62  |
| 3.5.2 SQL*Plus 命令          | 62  |
| 3.5.3 格式化查询结果              | 64  |
| 3.5.4 变量                   | 66  |
| 3.5.5 SQL*Plus 缓存区         | 70  |
| 3.6 数据库的创建                 | 71  |
| 本章知识点小结                    | 79  |
| 习题                         | 79  |
| 第 4 章 SQL 基础               | 80  |
| 4.1 SQL 的三级模式结构            | 80  |
| 4.2 SQL 的数据定义              | 81  |
| 4.2.1 Oracle 支持的数据类型       | 81  |
| 4.2.2 基本表的创建               | 84  |
| 4.2.3 基本表的修改与删除            | 86  |
| 4.3 SQL 数据查询               | 87  |
| 4.3.1 单表无条件查询              | 89  |
| 4.3.2 单表带条件查询              | 92  |
| 4.3.3 分组查询和排序查询            | 94  |
| 4.3.4 多表查询                 | 97  |
| 4.3.5 嵌套查询                 | 99  |
| 4.4 SQL 的数据操纵              | 101 |
| 4.4.1 插入数据                 | 101 |
| 4.4.2 修改数据                 | 102 |
| 4.4.3 删除数据                 | 103 |
| 4.5 视图                     | 103 |
| 4.5.1 定义视图                 | 104 |



|                                     |     |                                |     |
|-------------------------------------|-----|--------------------------------|-----|
| 4.5.2 删除视图.....                     | 105 | 6.1.1 PL/SQL 的优点 .....         | 134 |
| 4.5.3 查询视图.....                     | 106 | 6.1.2 如何编写和编译 PL/SQL 程序块 ..... | 135 |
| 4.5.4 更新视图.....                     | 106 | 6.2 PL/SQL 程序结构 .....          | 135 |
| 4.5.5 视图的作用.....                    | 106 | 6.2.1 基本块结构.....               | 135 |
| 4.6 Oracle 常用函数 .....               | 106 | 6.2.2 变量定义.....                | 136 |
| 4.6.1 字符类函数.....                    | 107 | 6.2.3 PL/SQL 中的运算符和函数.....     | 138 |
| 4.6.2 数字类函数.....                    | 107 | 6.3 PL/SQL 控制结构 .....          | 138 |
| 4.6.3 日期类函数.....                    | 108 | 6.3.1 条件结构.....                | 138 |
| 4.6.4 转换类函数.....                    | 108 | 6.3.2 循环结构.....                | 142 |
| 4.6.5 聚集类函数.....                    | 109 | 6.3.3 GOTO 语句.....             | 144 |
| 本章知识点小结 .....                       | 109 | 6.4 异常处理 .....                 | 144 |
| 习题.....                             | 110 | 6.4.1 异常处理的语法.....             | 144 |
| 第 5 章 关系数据库规范化理论 .....              | 112 | 6.4.2 异常处理的分类.....             | 145 |
| 5.1 关系规范化的作用 .....                  | 112 | 6.5 游标.....                    | 147 |
| 5.1.1 问题的提出.....                    | 112 | 6.5.1 显式游标.....                | 148 |
| 5.1.2 解决的方法.....                    | 113 | 6.5.2 隐式游标.....                | 150 |
| 5.1.3 关系模式规范化.....                  | 115 | 6.5.3 显式游标与隐式游标的比较 .....       | 151 |
| 5.2 函数依赖.....                       | 115 | 6.6 存储过程 .....                 | 152 |
| 5.2.1 函数依赖.....                     | 115 | 6.6.1 创建存储过程.....              | 152 |
| 5.2.2 函数依赖的三种基本情形.....              | 116 | 6.6.2 调用存储过程.....              | 153 |
| 5.2.3 码的函数依赖.....                   | 116 | 6.6.3 删除存储过程.....              | 153 |
| 5.2.4 函数依赖和码的唯一性.....               | 117 | 6.7 函数.....                    | 153 |
| 5.3 函数依赖的公理系统 .....                 | 117 | 6.7.1 创建函数.....                | 153 |
| 5.3.1 函数依赖的逻辑蕴涵.....                | 117 | 6.7.2 调用函数.....                | 154 |
| 5.3.2 函数依赖的推理规则.....                | 118 | 6.7.3 删除函数.....                | 154 |
| 5.3.3 属性集闭包与 $F$ 逻辑蕴含的<br>充要条件..... | 119 | 6.8 触发器 .....                  | 154 |
| 5.3.4 函数依赖集的等价和覆盖.....              | 121 | 6.8.1 创建触发器.....               | 155 |
| 5.4 关系模式的分解 .....                   | 122 | 6.8.2 删除触发器.....               | 157 |
| 5.4.1 无损分解.....                     | 123 | 6.9 程序包 .....                  | 157 |
| 5.4.2 保持函数依赖.....                   | 125 | 6.9.1 创建程序包.....               | 157 |
| 5.5 关系模式的规范化 .....                  | 126 | 6.9.2 调用程序包.....               | 159 |
| 5.5.1 第一范式.....                     | 126 | 6.9.3 删除程序包.....               | 159 |
| 5.5.2 第二范式.....                     | 127 | 本章知识点小结 .....                  | 159 |
| 5.5.3 第三范式.....                     | 128 | 习题.....                        | 160 |
| 5.5.4 BCNF 范式 .....                 | 129 | 第 7 章 数据库设计 .....              | 162 |
| 5.5.5 多值依赖与第四范式.....                | 129 | 7.1 数据库设计概述 .....              | 162 |
| 5.6 关系模式规范化步骤 .....                 | 131 | 7.1.1 数据库设计的任务 .....           | 162 |
| 本章知识点小结 .....                       | 132 | 7.1.2 数据库设计的特点 .....           | 163 |
| 习题.....                             | 133 | 7.1.3 数据库设计的方法 .....           | 163 |
| 第 6 章 PL/SQL 编程基础.....              | 134 | 7.1.4 数据库设计的步骤.....            | 164 |
| 6.1 PL/SQL 简介.....                  | 134 | 7.2 需求分析.....                  | 165 |
|                                     |     | 7.2.1 需求分析的任务 .....            | 165 |
|                                     |     | 7.2.2 需求分析的过程及方法 .....         | 167 |

|                                        |     |                                       |     |
|----------------------------------------|-----|---------------------------------------|-----|
| 7.2.3 需求分析的结果 .....                    | 168 | 8.3.4 使用 DataSet 对象读取数据 .....         | 199 |
| 7.2.4 实例——教学管理系统（需求分析） .....           | 169 | 8.3.5 数据适配器对象 DataAdapter .....       | 200 |
| 7.3 概念结构设计 .....                       | 173 | 8.4 数据库连接实例 .....                     | 202 |
| 7.3.1 概念结构设计概述 .....                   | 173 | 8.4.1 实例一：C#中操作 Oracle 数据库一般过程 .....  | 202 |
| 7.3.2 概念结构设计的方法 .....                  | 173 | 8.4.2 实例二：C#中处理 Oracle Lob 类型数据 ..... | 204 |
| 7.3.3 采用自底向上的概念结构设计 .....              | 174 | 本章知识点小结 .....                         | 207 |
| 7.3.4 实例——教学管理系统（概念模型） .....           | 176 | 习题 .....                              | 207 |
| 7.4 逻辑结构设计 .....                       | 177 | <b>第 9 章 Oracle 11g 的体系结构</b> .....   | 208 |
| 7.4.1 概念模型转换为关系数据模型 .....              | 178 | 9.1 Oracle 11g 体系结构概述 .....           | 208 |
| 7.4.2 关系模型的优化 .....                    | 178 | 9.2 逻辑存储结构 .....                      | 210 |
| 7.4.3 设计外模式 .....                      | 179 | 9.2.1 表空间 .....                       | 210 |
| 7.4.4 实例——教学管理系统（关系模型） .....           | 181 | 9.2.2 段 .....                         | 211 |
| 7.5 物理结构设计 .....                       | 183 | 9.2.3 区 .....                         | 212 |
| 7.5.1 物理结构设计概述 .....                   | 183 | 9.2.4 数据块 .....                       | 212 |
| 7.5.2 关系模式的存取方法选择 .....                | 183 | 9.3 物理存储结构 .....                      | 212 |
| 7.5.3 数据库存储结构的确定 .....                 | 184 | 9.3.1 数据文件 .....                      | 212 |
| 7.5.4 物理结构设计的评价 .....                  | 184 | 9.3.2 控制文件 .....                      | 213 |
| 7.5.5 实例——教学管理系统（物理结构设计） .....         | 185 | 9.3.3 日志文件 .....                      | 213 |
| 7.6 数据库的实施 .....                       | 185 | 9.3.4 参数文件 .....                      | 214 |
| 7.6.1 建立实际的数据库结构 .....                 | 185 | 9.4 内存结构 .....                        | 214 |
| 7.6.2 数据载入 .....                       | 185 | 9.4.1 系统全局区 .....                     | 215 |
| 7.6.3 编制与调试应用程序 .....                  | 186 | 9.4.2 程序全局区 .....                     | 216 |
| 7.6.4 数据库试运行 .....                     | 186 | 9.4.3 软件代码区 .....                     | 217 |
| 7.7 数据库的运行与维护 .....                    | 186 | 9.5 进程结构 .....                        | 217 |
| 本章知识点小结 .....                          | 187 | 9.6 数据字典 .....                        | 219 |
| 习题 .....                               | 187 | 本章知识点小结 .....                         | 220 |
| <b>第 8 章 C#与 Oracle 11g 编程实例</b> ..... | 189 | 习题 .....                              | 221 |
| 8.1 .NET Framework 体系结构 .....          | 189 | <b>第 10 章 用户权限与安全</b> .....           | 222 |
| 8.2 ADO.NET 概述 .....                   | 190 | 10.1 用户和模式 .....                      | 222 |
| 8.2.1 ADO.NET 简介 .....                 | 190 | 10.2 管理用户 .....                       | 224 |
| 8.2.2 ADO.NET 体系结构 .....               | 191 | 10.2.1 数据库的存取控制 .....                 | 224 |
| 8.2.3 ADO.NET 对象模型 .....               | 193 | 10.2.2 创建用户 .....                     | 225 |
| 8.3 使用 ADO.NET 操作 Oracle 数据库 .....     | 194 | 10.2.3 修改用户 .....                     | 226 |
| 8.3.1 使用 Connection 对象连接数据库 .....      | 195 | 10.2.4 删除用户 .....                     | 227 |
| 8.3.2 使用 Command 对象操作数据库 .....         | 196 | 10.2.5 显示用户信息 .....                   | 228 |
| 8.3.3 使用只读、向前 DataReader 对象读取数据 .....  | 198 | 10.3 用户配置文件管理 .....                   | 228 |
|                                        |     | 10.3.1 使用用户配置文件管理口令 .....             | 228 |
|                                        |     | 10.3.2 使用用户配置文件管理资源 .....             | 229 |
|                                        |     | 10.3.3 创建用户配置文件 .....                 | 230 |
|                                        |     | 10.3.4 修改用户配置文件 .....                 | 231 |



|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 10.3.5 删除用户配置文件              | 231        |
| 10.3.6 查看配置文件信息              | 231        |
| 10.4 管理权限                    | 232        |
| 10.4.1 权限简介                  | 232        |
| 10.4.2 管理系统权限                | 233        |
| 10.4.3 管理对象权限                | 234        |
| 10.5 管理角色                    | 235        |
| 10.5.1 角色的概念                 | 235        |
| 10.5.2 预定义角色                 | 236        |
| 10.5.3 创建角色                  | 236        |
| 10.5.4 授予角色                  | 237        |
| 10.5.5 管理角色                  | 237        |
| 10.5.6 查看角色                  | 239        |
| 本章知识点小结                      | 239        |
| 习题                           | 239        |
| <b>第 11 章 数据库的安全保护</b>       | <b>241</b> |
| 11.1 数据库的安全性                 | 241        |
| 11.1.1 数据库安全性概述              | 241        |
| 11.1.2 数据库安全性控制的方法<br>和原理    | 242        |
| 11.1.3 Oracle 系统的安全措施        | 244        |
| 11.2 数据库的完整性控制               | 245        |
| 11.2.1 数据库完整性概述              | 245        |
| 11.2.2 完整性约束条件               | 245        |
| 11.2.3 完整性控制                 | 246        |
| 11.2.4 Oracle 系统的完整性约束       | 246        |
| 11.3 数据库的并发性控制               | 248        |
| 11.3.1 事务                    | 249        |
| 11.3.2 并发控制的原理和方法            | 249        |
| 11.3.3 封锁                    | 251        |
| 11.3.4 Oracle 系统的并发控制技术      | 253        |
| 11.4 数据库的备份与恢复技术             | 254        |
| 11.4.1 数据恢复的基本原则             | 254        |
| 11.4.2 故障类型和恢复策略             | 255        |
| 11.4.3 需要备份的数据               | 256        |
| 11.4.4 Oracle 系统的备份与恢复<br>技术 | 257        |
| 本章知识点小结                      | 261        |
| 习题                           | 262        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| <b>第 12 章 Oracle 模式对象的管理</b> | <b>263</b> |
| 12.1 索引                      | 263        |
| 12.1.1 索引类型及其创建              | 264        |
| 12.1.2 修改索引                  | 266        |
| 12.1.3 删除索引                  | 267        |
| 12.1.4 显示索引信息                | 267        |
| 12.2 索引组织表                   | 268        |
| 12.3 分区表与分区索引                | 269        |
| 12.3.1 分区的概念                 | 269        |
| 12.3.2 建立分区表                 | 270        |
| 12.3.3 修改分区表                 | 272        |
| 12.3.4 分区索引                  | 274        |
| 12.3.5 显示分区表和分区索引信息          | 275        |
| 12.4 外部表                     | 276        |
| 12.4.1 建立外部表                 | 276        |
| 12.4.2 处理外部表错误               | 277        |
| 12.4.3 修改外部表                 | 278        |
| 12.5 临时表                     | 278        |
| 12.6 簇与簇表                    | 279        |
| 12.6.1 索引簇                   | 279        |
| 12.6.2 Hash 簇                | 280        |
| 12.6.3 显示簇信息                 | 280        |
| 12.7 管理视图                    | 281        |
| 12.7.1 创建视图                  | 281        |
| 12.7.2 修改视图                  | 282        |
| 12.7.3 删除视图                  | 282        |
| 12.7.4 查询视图                  | 282        |
| 12.7.5 更新视图                  | 283        |
| 12.8 管理序列                    | 283        |
| 12.8.1 创建序列                  | 283        |
| 12.8.2 使用序列                  | 284        |
| 12.8.3 修改序列                  | 284        |
| 12.8.4 删除序列                  | 285        |
| 12.9 管理同义词                   | 285        |
| 12.9.1 创建同义词                 | 285        |
| 12.9.2 删除同义词                 | 285        |
| 本章知识点小结                      | 285        |
| 习题                           | 286        |
| <b>参考文献</b>                  | <b>287</b> |

# 第1章

## 数据库技术基础

在信息技术飞速发展的今天，数据库技术作为数据管理的核心技术，在社会的各个领域发挥着强大的作用。由甲骨文（Oracle）公司发布的 Oracle 产品是一个典型的关系型数据库管理系统，其以强大的功能得到广大用户的认可。本章围绕数据库的基本概念、数据库系统的组成及其三级模式结构，对关系数据库的基本概念和原理进行介绍，使读者对数据库有一个宏观的理解，并为 Oracle 11g 的学习奠定一个良好的基础。

### 【本章要点】

- 数据库的基本概念
- 数据管理技术的发展
- 数据库系统的组成
- 概念模型（E-R 图）
- 数据模型（逻辑模型、物理模型）
- 关系模型的数据结构和完整性约束
- 数据库系统的三级模式结构
- 数据库系统的二级映像

## 1.1 数据、信息与数据处理

### 1. 数据

数据（Data）是数据库中存储的基本对象。在大多数人头脑中，对数据的第一个反应就是数字。其实数据不只是简单的数字，文字、图形、图像、声音、视频、学生的档案记录（41151001，王强，男，1991-6-1，山西，计算机 1101 班）、货物的运输情况等，这些都是数据。

数据是描述事物的符号记录，是信息的符号表示或载体。数据=量化特征描述+非量化特征描述。例如，天气预报中，温度的高低可以量化表示，而“刮风”或“下雨”等特征则需要用文字或图形符号进行描述，它们都是数据，只不过数据类型不同而已。

### 2. 信息

信息（Information）是数据的内涵，是数据的语义解释。它是对现实世界中各种事物的存在方式、运动状态或事物间联系形式的综合反映。信息可以被感知、存储、加工、传递和再生。

### 3. 数据处理

数据处理是将数据转换成信息的过程，包括对数据收集、存储、分类、加工、检索、维护等一系列活动，其目的是从大量的原始数据中抽取和推导出有价值的信息。数据、信息及数据处理之间的关系如图 1-1 所示。



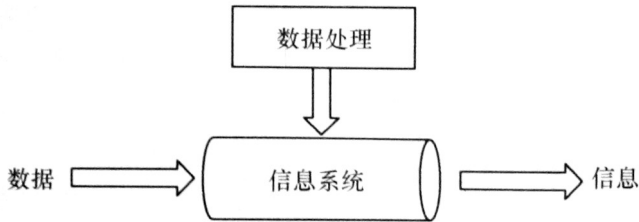


图 1-1 数据、信息及数据处理之间的关系

## 1.2 数据管理技术的发展

自计算机产生以来，人类社会进入了信息时代，对数据处理速度及规模的需求远远超出了过去人工或机械方式的能力范围，计算机以其快速准确的计算能力和海量的数据存储能力在数据处理领域得到了广泛的应用。随着数据处理的工作量呈几何方式的不断增加，数据管理技术应运而生，其演变过程随着计算机硬件或软件的发展速度以及计算机应用领域的不断拓宽而不断变化。数据管理就是对数据进行分类、组织、编码、存储、检索、传播和利用的一系列活动的总和，是数据处理的核心。总体而言，数据管理的发展经历了人工管理、文件系统、数据库管理、高级数据库管理 4 个阶段。在计算机软件、硬件的发展和应用需求的推动下，每一阶段的发展都以数据存储冗余不断减小、数据独立性不断增强、数据操作更加方便和简单为标志。

### 1.2.1 人工管理阶段

在计算机出现之前，人们运用常规的手段记录、存储和加工数据。即利用纸张来记录，利用计算工具（算盘、计算器）来进行计算，并主要使用人的大脑来管理和使用这些数据。20 世纪 50 年代中期以前，计算机主要用于科学计算。在硬件方面，外部存储器只有磁带、卡片和纸带等设备，并没有磁盘等直接存取数据的存储设备；在软件方面，既没有操作系统，也没有管理数据的软件。这种情况下的数据管理方式称为人工管理阶段，其特点如下。

- （1）数据不单独保存。因为该阶段计算机主要用于科学计算，对于数据保存的需求尚不迫切，且数据与程序是一个整体，数据只为本程序所使用。故所有程序的数据均不单独保存。
- （2）应用程序管理数据。数据需要由应用程序自己管理，没有相应的软件系统负责数据的管理工作。因此，每个应用程序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、输入方式等，因此程序员负担很重。
- （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。多个应用程序涉及某些相同的数据时，也必须各自定义，因此程序之间有大量的冗余数据。
- （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等逻辑结构或物理结构发生变化，必须对应用程序做相应的修改，这就进一步加重了程序员的负担。数据脱离了程序就无任何存在的价值，数据无独立性。

在人工管理阶段，程序与数据之间的关系如图 1-2 所示。

### 1.2.2 文件系统阶段

从 20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期，计算机不仅用于科学计算，还大量应用于信息管理。大量的数据存储、检索和维护成为紧迫的需求。在硬件方面，有了磁盘、磁鼓等直接存储设备；在软件方面，出现了高级程序语言和操作系统，且操作系统中有了专门管理数据的软件，一般称为文件系统；在处理方式方面，不仅有批处理，还有联机实时处理。

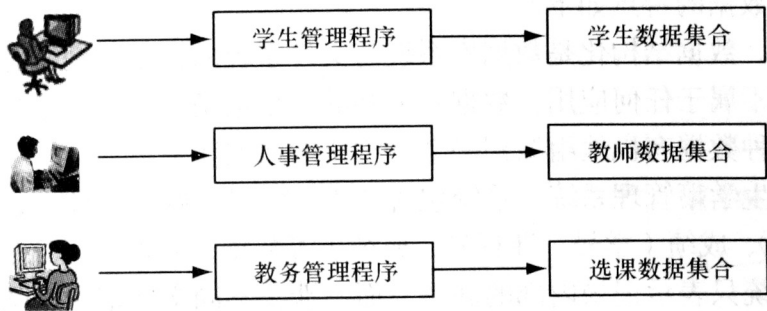


图 1-2 人工管理阶段

用文件系统管理数据的特点如下。

- (1) 数据可以以文件形式长期保存在外存储设备上。由于计算机大量用于数据处理，数据需要长期保存在外存储设备上，以使用户可随时对文件进行查询、修改、增加和删除等处理。
- (2) 文件系统可对数据的存取进行管理。有专门的软件即文件系统进行数据管理，文件系统把数据组织成相互独立的数据文件，利用“按文件名访问，按记录进行存取”的管理技术，对文件进行修改、增加和删除等操作。
- (3) 数据共享性差，冗余度大。由于数据的基本存取单位是记录，因此，程序员之间很难明白彼此的数据文件中数据的逻辑结构。理论上，一个用户可通过文件管理系统访问很多数据文件，然而实际上，一个数据文件只能对应于同一程序员的一个或几个程序，不能共享，即文件仍然是面向应用的。当不同的应用程序具有部分相同的数据时，也必须建立各自的文件，而不能共享相同的数据，因此数据的冗余度大，浪费存储空间。由于相同数据的重复存储、各自管理，在进行更新操作时，容易造成数据的不一致性。
- (4) 数据独立性差。文件系统上的文件是为某一特定应用服务的，文件的逻辑结构对该应用程序来说是优化的，若要对现有的数据增加一些新的应用会很困难，系统不容易扩充。数据和程序相互依赖，一旦改变数据的逻辑结构，必须修改相应的应用程序。而应用程序发生变化，也需要修改数据结构。因此，数据和程序之间仍缺乏独立性。

在文件系统阶段，程序与数据之间的关系如图 1-3 所示。

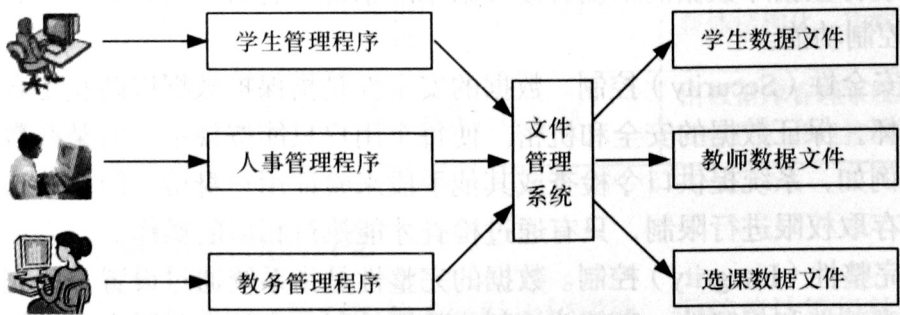


图 1-3 文件系统阶段

1.2.3 数据库系统阶段

20 世纪 60 年代后期，计算机硬件、软件有了进一步的发展。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；硬件价格下降，而软件价格上升，使开发和维护系统软件的成本增加。文件系统的管理方法已无法适应开发应用系统的需要。为解决多用户、多个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，标志着数据管理技术的飞跃。



数据库系统管理数据的特点如下。

(1) 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。有了数据库系统后,数据库中的任何数据都不属于任何应用。数据是公共的,结构是全面的。它是按照某种数据模型,将某一业务范围的各种数据有机地组织到一个结构化的数据库中。

例如,要建立学生学籍管理系统,系统包含学生(学号,姓名,性别,系)、课程(课程号,课程名,学分,教师)、成绩(学号,课程号,成绩)等数据,分别对应三个文件。若采用文件处理方式,因为文件系统只表示记录内部的联系,而不涉及不同文件记录之间的联系,要想查找某个学生的学号、姓名、所选课程的名称和成绩,必须编写一段程序来实现。而采用数据库方式,数据库系统不仅描述数据本身,还描述数据之间的联系,上述信息可以非常容易地联机查找到。

(2) 数据共享性高、冗余少,易扩充。数据库系统从全局角度看待和描述数据,数据不再面向某个应用程序而是面向整个系统,因此数据可以被多个用户、多个应用共享使用。这样便减少了不必要的数据冗余,节约存储空间,同时也避免了数据之间的不相容性与不一致性。由于数据面向整个系统,是有结构的数据,不仅可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大,易于扩充,可以适应各种用户的要求。

(3) 数据独立性高。数据的独立性是指数据的逻辑独立性和数据的物理独立性。

数据的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,即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,所以应用程序不必修改,从而保证了数据与程序间的逻辑独立性。例如,在原有的记录类型之间增加新的联系,或在某些记录类型中增加新的数据项,均可确保数据的逻辑独立性。

数据的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数据是相互独立的,即当数据的存储结构改变时,数据的逻辑结构不变,从而应用程序也不必改变。例如,改变存储设备和增加新的存储设备,或改变数据的存储组织方式,均可确保数据的物理独立性。

数据独立性由数据库管理系统的二级映像功能来保证,详见“1.4 数据模型”一节。

(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有效和数据库系统的有效运行,数据库管理系统提供下述4个方面的数据控制功能。

(1) 数据的安全性(Security)控制。数据的安全性是指保护数据以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。使每个用户只能按规定,对某些数据以某些方式进行使用和处理。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;也可以对数据的存取权限进行限制,只有通过检查才能执行相应的操作。

(2) 数据的完整性(Integrity)控制。数据的完整性是指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。完整性控制将数据控制在有效的范围内,或保证数据之间满足一定的关系。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,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相同,否则就不相容,如一个人不能有两个性别。

(3) 数据的并发(Concurrency)控制。多用户同时存取或修改数据库时,可能会发生相互干扰而提供给用户不正确的数据,并使数据库的完整性受到破坏,因此必须对多用户的并发操作加以控制和协调。

(4) 数据恢复(Recovery)。计算机系统出现各种故障是很正常的,数据库中的数据被破坏或丢失也是可能的。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。

在数据库系统阶段，程序与数据之间的关系如图 1-4 所示。

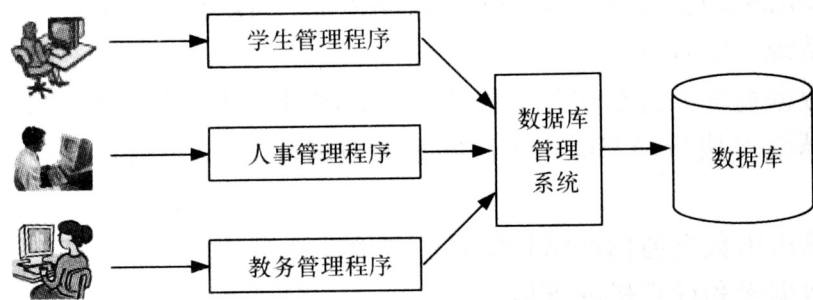


图 1-4 数据库系统阶段

从文件系统管理发展到数据库系统管理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；而在数据库系统阶段，数据的结构设计成为信息系统首先关心的问题。

上述 3 个阶段的比较结果见表 1-1。

表 1-1 数据库管理 3 个阶段的比较

|    |         | 人工管理阶段      | 文件系统阶段       | 数据库系统阶段                       |
|----|---------|-------------|--------------|-------------------------------|
| 背景 | 应用背景    | 科学计算        | 科学计算、管理      | 大规模管理                         |
|    | 硬件背景    | 无直接存取设备     | 磁盘、磁鼓        | 大容量磁盘                         |
|    | 软件背景    | 没有操作系统      | 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 | 数据库的管理者 | 用户(程序员)     | 文件系统         | 数据库管理系统                       |
|    | 数据的共享程度 | 某一应用程序      | 某一应用         | 现实世界                          |
|    | 数据面向的对象 | 无共享，冗余度极大   | 共享性差，冗余度大    | 共享性高，冗余度小                     |
|    | 数据的独立性  | 不独立，完全依赖于程序 | 独立性差         | 具有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         | 记录内有结构、整体无结构 | 整体结构化，用数据模型描述                 |
|    | 数据控制能力  | 应用程序自己控制    | 应用程序自己控制     | 由数据库管理系统提供数据安全性、完整性、并发控制和恢复能力 |

1.2.4 高级数据库系统阶段

经历了以上 3 个阶段的发展后，数据库技术已经比较成熟，但随着计算机软硬件的发展，数据库技术仍需不断向前发展。

20 世纪 70 年代，层次、网状和关系三大数据库系统奠定了数据库技术的概念、原理和方法。随着计算机应用的进一步发展和网络的出现，有人提出数据管理的高级数据库阶段，这一阶段的主要标志是 20 世纪 80 年代的分布式数据库系统、20 世纪 90 年代的对象数据库系统和 21 世纪初的网络数据库系统的出现。

1. 分布式数据库系统

在这一阶段以前的数据库系统是集中式的。在文件系统阶段，数据分散在各个文件中，文件之间缺乏联系。集中式数据库把数据库集中存放在一个数据库中进行管理，减少了数据冗余，避免了数据的不一致性，而且数据联系比文件系统强得多。但集中式系统也有弱点：一是随着数据量增加，



系统非常庞大, 操作复杂, 开销大; 二是数据集中存储, 大量的通信都要通过主机, 造成拥挤现象。随着小型和微型计算机的普及, 以及计算机网络软件和通信的发展, 出现了分布式数据库系统。

分布式数据库系统主要有以下 3 个特点。

(1) 数据库的数据物理上分布在各个服务器, 但逻辑上是一个整体。

(2) 各个服务器既可执行局部应用 (访问本地数据库), 又可执行全局应用 (访问异地数据库)。

(3) 各地的计算机由数据通信网络相联系。本地计算机单独不能胜任的处理任务, 可以通过通信网络取得其他数据库和计算机的支持。

分布式数据库系统兼顾了集中管理和分布处理两个方面, 因而有良好的性能。

## 2. 对象数据库系统

在数据处理领域, 关系数据库的使用已相当普遍、相当出色。但是现实世界存在着许多具有更复杂数据结构的实际应用领域, 已有的层次、网状和关系 3 种数据模型对这些应用领域都显得力不从心。例如多媒体数据、多维表格数据、CAD (Computer Aided Design) 数据等应用问题, 需要更高级的数据库技术来表达, 以便于管理、构造与维护大容量的持久数据, 并使它们能与大型复杂程序紧密结合。对象数据库正是适应这种形势发展起来的, 它是面向对象的程序设计技术与数据库技术相结合的产物。

对象数据库系统主要有以下两个特点。

(1) 对象数据库模型能完整地描述现实世界的数据结构, 能表达数据间嵌套、递归的联系。

(2) 具有面向对象技术的封装性 (把数据与操作定义在一起) 和继承性 (继承数据结构和操作) 的特点, 提高了软件的可重用性。

## 3. 网络数据库系统

随着 C/S (Client/Server, 客户/服务器) 结构的出现, 人们可以更有效地使用计算机资源。但在网络环境中, 如果要隐藏各种复杂性, 就要使用中间件。中间件是网络环境中保证不同的操作系统、通信协议和数据库管理系统之间进行对话、互操作的软件系统。其中涉及数据访问的中间件, 就是 20 世纪 90 年代提出的 ODBC (Open Database Connectivity) 技术和 JDBC (Java Database Connectivity) 技术。

现在, 计算机网络已成为信息社会中十分重要的一类基础设施。随着广域网的发展, 信息高速公路已发展成为采用通信手段将地理位置分散的、具有自主功能的若干台计算机和数据库系统有机地连接起来, 组成因特网, 用于实现通信交往、资源共享或协调工作等目标。这个目标在 20 世纪末已经实现, 正在对社会的发展起着极大的推进作用。

# 1.3 数据库系统的组成

数据库系统 (Database System, DBS) 是指在计算机系统中引入数据库后的系统, 是可运行、可维护的软件系统, 一般由数据库、数据库管理系统 (及其开发工具)、应用系统、数据库管理员和用户构成, 如图 1-5 所示。

## 1. 数据库

顾名思义, 数据库 (Database, 简称 DB) 是存放数据的仓库。只不过这个仓库是在计算机存储设备上, 是按一定的格式存放数据。通常这些数据是面向一个组织、企业或部门的。例如学生信息管理系统中, 学生的基本信息、课程信息、成绩信息等都是从学生信息管理数据库的。数据是自然界事物特征的符号描述, 而且能够被计算机处理。数据存储的目的是为了从大量的数据

中发现有价值的数据, 这些有价值的数据就是信息。

严格地讲, 数据库是长期储存在计算机内的、有组织的、可共享的数据集合。数据库的基本特征如下: 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, 并为各种用户共享, 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。在实际应用中, 人们面对的是数据库系统。

## 2. 数据库管理系统

数据库管理系统(Database Management System, DBMS)是管理数据库的系统软件, 是位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件, 它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、更新等各种控制, 都是通过 DBMS 进行的。它的任务是如何科学地组织和存储数据以及如何高效地获取和维护数据。

数据库管理系统的主要功能如下。

(1) 数据定义。DBMS 提供数据定义语言 DDL (Data Define Language), 用户通过它可以方便地对数据库中的数据对象进行定义。例如, 为保证数据库安全而定义的用户口令和存取权限, 为保证正确语义而定义的完整性规则。

(2) 数据操作。DBMS 提供数据操纵语言 DML (Data Manipulation Language) 实现对数据库的基本操作, 包括查询、插入、修改、删除等。SQL (Structured Query Language) 语言就是 DML 的一种。

(3) 数据库运行管理。数据库在建立、运行和维护时由 DBMS 统一管理、统一控制。DBMS 通过对数据的安全性控制、数据的完整性控制、多用户环境下的并发控制以及数据库的恢复, 来确保数据正确有效和数据库系统的正常运行。

(4) 数据库的建立和维护功能。包括数据库初始数据的输入、数据库的转储、恢复功能及性能监视和分析功能, 这些功能通常是由一些实用程序完成的。

(5) 数据通信。DBMS 提供与其他软件系统进行通信的功能。实现用户程序与 DBMS 之间的通信, 通常与操作系统协调完成。

目前, 商品化的 DBMS 以关系型数据库为主导产品, 技术比较成熟。常用的包括 Oracle、SQL Server、DB2、Sybase、MySQL 等。本书只讨论 Oracle 11g。

(1) Oracle。Oracle (甲骨文) 公司成立于 1977 年, 最初是一家专门开发数据库的公司。1984 年, 其首先将关系数据库转到了桌面计算机上; 然后, Oracle 5 率先推出了分布式数据库、客户/服务器 (C/S) 结构等崭新的概念。Oracle 6 首创行锁定模式以及对称多处理计算机的支持。Oracle 8 主要增加了对象技术, 成为关系-对象数据库系统, Oracle 9i 实现了互联, Oracle 10g 提出了网格的概念, Oracle 11g 是其稳定版本。目前, Oracle 产品覆盖了大、中、小型机等几十种机型, 可在 VMS、DOS、UNIX、Windows 等多种操作系统下工作。Oracle 数据库成为世界上使用最广泛的关系数据系统之一。Oracle 数据库产品具有兼容性、可移植性、高生产率、开放性等优良特性。

(2) SQL Server。SQL Server 是由微软开发的 DBMS, 是 Web 上最流行的用于存储数据的数据库之一, 它已广泛用于电子商务、银行、保险、电力等与数据库有关的行业。

目前最新版本是 SQL Server 2012, 它只能在 Windows 上运行, 操作系统的系统稳定性对数

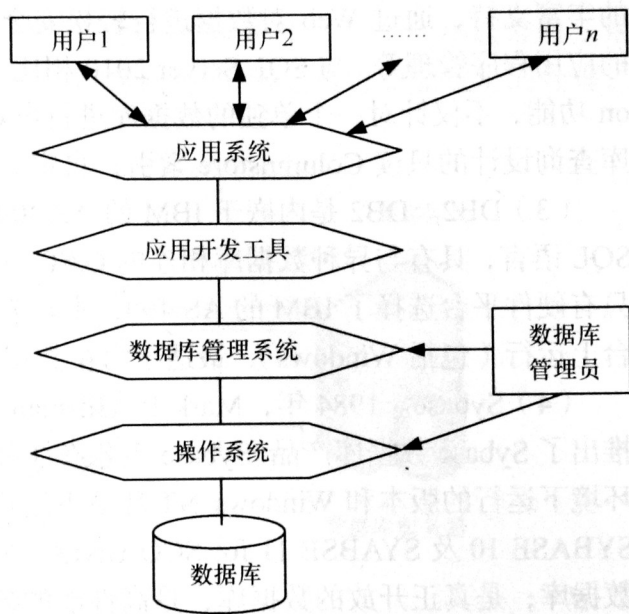


图 1-5 数据库系统的组成



数据库十分重要。SQL Server 2012 提供了众多的 Web 和电子商务功能, 如对 XML 和 Internet 标准的丰富支持, 通过 Web 对数据进行轻松安全的访问, 具有强大的、灵活的、基于 Web 的和安全的的应用程序管理等。与 SQL Server 2010 相比, 提供了多种新功能, 例如, 对大数据的支持; Always on 功能, 不仅针对一个单独的数据库进行灾难恢复, 可以针对一组数据库作灾难恢复; 为数据仓库查询设计的只读 Columnstore 索引; 自定义服务器权限; 增强的审计功能; BI 语义模型等。

(3) DB2。DB2 是内嵌于 IBM 的 AS/400 系统上的 DBMS, 直接由硬件支持。它支持标准的 SQL 语言, 具有与异种数据库相连的 GATEWAY。因此, 它具有速度快、可靠性好的优点。但是, 只有硬件平台选择了 IBM 的 AS/400, 才能选择使用 DB2 数据库管理系统。DB2 能在所有主流平台上运行 (包括 Windows), 最适于海量数据。

(4) Sybase。1984 年, Mark B. Hiffman 和 Robert Epstern 创建了 Sybase 公司, 并在 1987 年推出了 Sybase 数据库产品。Sybase 主要有 3 种版本: UNIX 操作系统下运行的版本、Novell Netware 环境下运行的版本和 Windows NT 环境下运行的版本。对 UNIX 操作系统, 目前应用最广泛的是 SYBASE 10 及 SYABSE 11 for SCO UNIX。Sybase 数据库是基于客户/服务器 (C/S) 体系结构的数据库; 是真正开放的数据库; 是高性能的数据库。

(5) MySQL。MySQL 是最受欢迎的开源 SQL 数据库管理系统之一, 它由 MySQL AB 开发、发布和支持。MySQL AB 是一家使用了一种成功的商业模式来结合开源价值和方法论的第二代开源公司。MySQL 是一个完全免费的数据库系统, 具备了标准数据库的功能, 这一策略也是 MySQL 发展较快的主要原因。MySQL 数据库使用简单、操作方便, 性能也较高。

### 3. 硬件系统

由于数据库系统的数据量很大, 加上 DBMS 丰富的功能使得自身的规模也很大, 因此整个数据库系统对硬件资源提出了较高的要求, 例如, 有足够的内存用于存放操作系统、DBMS 的核心模块、数据缓冲区和应用程序; 有足够大的磁盘存放数据库数据; 有足够数量的存储介质用于数据备份。

### 4. 软件

数据库系统的软件主要包括 DBMS、支持 DBMS 运行的操作系统、具有数据访问接口的高级语言 (如 JAVA 语言) 及其编程环境 (如 J2EE), 以便于开发应用程序。DBMS 中的许多底层操作是靠操作系统完成的, 因此 DBMS 要和操作系统协同工作来完成相关任务。

### 5. 人员

这里的人员主要是指开发、设计、管理和使用数据库的人员, 包括数据库管理员、系统分析人员、数据库设计人员、应用程序开发人员和最终用户。

(1) 数据库管理员 (Database Administrator, DBA)。在数据库规划阶段要参与选择和评价与数据库有关的计算机硬件和软件, 与数据库用户共同确定数据库系统的目标和数据库应用需求, 确定数据库的开发计划; 在数据库设计阶段负责制定数据库标准, 研制共用数据字典, 并负责设计各级数据库模式, 还要负责数据库安全及可靠性方面的设计; 在数据库运行阶段, 要负责对用户进行数据库方面的培训; 负责数据库的转储和恢复; 负责维护数据库中的数据; 负责对用户进行数据库的授权; 负责监视数据库的性能并调整、改善数据库的性能; 对数据库系统的某些变化做出响应, 优化数据库系统性能, 提高系统效率。

(2) 系统分析员。主要负责应用系统的需求分析和规范说明。该类人员要和最终用户以及数据库管理员配合, 以确定系统的软、硬件配置, 并参与数据库应用系统的概要设计。

(3) 数据库设计人员。参与需求调查和系统分析, 负责设计数据库结构和数据字典。

(4) 应用程序员。负责设计和编写访问数据库的应用系统的程序模块, 并对程序进行调试和安装。