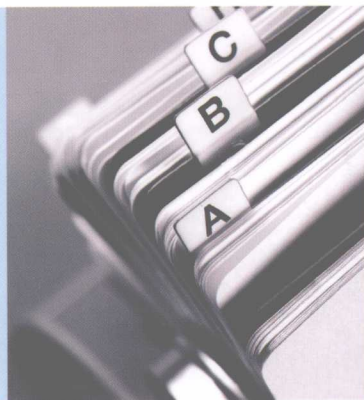


■ 高等学校计算机教材 ■

数据库

实用教程



■ 郑阿奇 主编 ■ 刘启芬 顾韵华 吕 静 编著 ■



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

数据库系统概念(第5版)数据库系统概念(第5版)

数据库

实用教程

第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷 2013 年 1 月第 1 次印刷

清华大学出版社

www.tup.com.cn

内容简介

高等学校计算机教材

数据库实用教程

郑阿奇 主编

刘启芬 顾韵华 吕静 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是高校“数据库原理与应用”课程教材。数据库原理突出了基本的和主要的内容,讲述简单明了。除数据库原理基本内容之外,书中实例和实验力求使学生在掌握数据库原理的基础上,基本掌握 SQL Server 的用法,并能够基于 C/S 与 B/S 开发数据库应用系统。本书分实用教程和实验两部分。实用教程部分分为 11 章。第 1~8 章是数据库原理的基本内容,实例为 SQL Server 体系,实验基于该体系进行系统训练。第 9 章为数据库原理的扩展内容。第 10 章为数据库服务器端编程。第 11 章数据库应用系统的开发,重点是 C/S 和 B/S 编程。C/S 编程采用比较容易实现的 Visual Basic 开发环境,B/S 编程采用 Visual Studio 2005 开发环境,脚本采用 C#。实验部分包括 12 个循序渐进的实验,可满足实践教学需要。本教程可免费下载教学课件、C/S 和 B/S 实例源文件等 (<http://www.huaxin.edu.cn>)。

本书可作为大学本科和高职高专“数据库原理与应用”课程教材,也可作为社会培训教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

主 编 童 占 梅
参 编 王 纲 吕 学 皓 甄 芸 白 欣

图书在版编目(CIP)数据

数据库实用教程/郑阿奇主编.—北京:电子工业出版社,2009.1
高等学校计算机教材
ISBN 978-7-121-07568-1

I. 数… II. 郑… 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(2008)第 161536 号

策划编辑:童占梅

责任编辑:王 纲

印 刷:北京市海淀区四季青印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:19 字数:486.4 千字

印 次:2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:29.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

目前,本科和高职高专很多专业都开设数据库原理这门课,但是长期以来数据库原理的教材偏重于理论,所以学生学完这门课后,心里仍然是空空的,好像没有学到什么东西。当然,在不同层次和学校,这种感觉又不尽相同。所以,有些学校除了学习数据库原理外,还开设了数据库应用课程。

近几年来,我们一直在思考如何将数据库原理和数据库应用课程有机结合的问题,并且进行了一些有益的探索,其基本点是:学习的目的是为了应用,数据库原理应该与数据库应用实践结合起来。

本书数据库原理突出了基本的和主要的内容,讲述简单明了。除数据库原理基本内容外,实例和实验体系与当前流行的数据库管理系统 SQL Server 2005 紧密结合,使学生在学数据库原理的同时,基本掌握 SQL Server 的用法,并能够基于 C/S 与 B/S 开发数据库应用系统,从而更好地掌握数据库原理。本书包括两部分:第一部分为实用教程,第二部分为实验。

第一部分实用教程具体内容如下:

① 第 1~8 章是数据库原理的基本内容,实例为 SQL Server 体系,实验是对该体系进行系统训练。

② 第 9 章为数据库原理的扩展内容。

③ 第 10 章数据库服务器端编程中的实例编程可以参考附录 A (T-SQL 语言)。

④ 第 11 章数据库应用系统的开发,从软件开发周期入手,主要介绍数据库客户端编程,首先介绍应用程序与数据库的接口,然后介绍 C/S 和 B/S 编程。C/S 编程采用比较容易实现的 Visual Basic 开发环境,B/S 编程采用 Visual Studio 2005 开发环境,脚本采用 C#。

第二部分实验包括 12 个循序渐进的实验,可满足课程的**实践环节的教学**。

本教程由华信教育资源网 <http://www.hxedu.com.cn> 为读者提供服务,可**免费下载教学课件、C/S 和 B/S 实例源文件**等。

本书由刘启芬(南京师范大学)、顾韵华(南京信息工程大学)、吕静(南京师范大学)编写,郑阿奇(南京师范大学)对全书进行统稿。其他很多同志对本书的编写提供了许多帮助,在此一并表示感谢!

参加本套丛书编写的有郑阿奇、梁敬东、顾韵华、王洪元、杨长春、丁有和、徐文胜、曹弋、刘启芬、殷红先、姜乃松、张为民、彭作民、郑进、王一莉、周怡君、刘毅、王志瑞等。

由于作者水平有限,不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任 and 行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目 录

第1部分 实用教程

第1章 引言	1
1.1 什么是数据库	1
1.1.1 数据管理技术的发展	1
1.1.2 数据库	3
1.2 数据库管理系统	4
1.2.1 Oracle	4
1.2.2 Sybase	5
1.2.3 DB2	5
1.2.4 SQL Server	6
1.2.5 MySQL	6
1.2.6 Access	6
1.2.7 Visual FoxPro	7
1.3 数据库系统	7
1.4 数据模型	7
1.4.1 概念模型	8
1.4.2 逻辑模型	11
1.4.3 物理模型	19
1.5 数据库系统模式与映像结构	19
习题1	21
第2章 关系数据库	22
2.1 关系数据结构	22
2.1.1 关系	22
2.1.2 关系的形式化描述	24
2.1.3 关系的性质	26
2.1.4 关系模式	26
2.1.5 关系数据库	27
2.2 关系操作	28
2.3 关系完整性	29
2.3.1 关系的码	29
2.3.2 完整性约束	30
2.4 关系代数	30
习题2	36

第3章 关系数据库语言 SQL	37
3.1 SQL 简介	37
3.1.1 SQL 语言的特点	37
3.1.2 SQL 语言的应用方式	38
3.1.3 基本概念	38
3.2 数据定义	39
3.2.1 数据库的创建、修改与删除	40
3.2.2 模式的定义与撤销	42
3.2.3 表的创建、修改与删除	43
3.2.4 索引的创建与删除	45
3.3 数据操作	46
3.3.1 数据插入	46
3.3.2 更新记录	47
3.3.3 删除记录	48
3.4 数据查询	48
3.4.1 单表查询	49
3.4.2 连接查询	56
3.4.3 嵌套查询	59
3.4.4 SELECT 语句的其他子句	63
3.5 视图	64
3.5.1 定义视图	65
3.5.2 删除视图	66
3.5.3 查询视图	67
3.5.4 更新视图	67
3.5.5 修改视图	68
习题 3	69
第4章 数据库的完整性	70
4.1 数据库的完整性	70
4.1.1 DBMS 的完整性控制机制	70
4.1.2 数据库完整性的分类	70
4.2 数据库完整性定义机制	72
4.2.1 列级完整性约束的定义	72
4.2.2 表级完整性约束的定义	74
4.3 利用完整性定义机制实现参照完整性	75
4.3.1 定义参照完整性应考虑的问题及处理策略	75
4.3.2 外码约束的定义	76
习题 4	78
第5章 关系数据理论	79
5.1 基本概念	80

051	5.2	范式	81
051	5.3	Armstrong 公理系统	87
051	5.4	模式分解	90
051		习题 5	94
051	第 6 章	数据库安全	95
051	6.1	数据库安全性	95
131	6.2	数据库安全技术	96
051	6.2.1	用户身份认证	96
131	6.2.2	数据访问控制	96
131	6.2.3	基于角色的访问控制	97
061	6.2.4	视图	97
139	6.2.5	数据库加密	98
141	6.2.6	数据库审核	99
141	6.2.7	其他安全技术	99
041	6.3	用户访问数据权限的管理	99
041	6.3.1	权限授予	99
124	6.3.2	收回权限	100
124	6.4	基于角色的数据访问权限管理	101
021		习题 6	102
021	第 7 章	事务与并发控制	103
021	7.1	事务	103
021	7.1.1	事务的特性	103
021	7.1.2	事务类型与事务的状态	103
101	7.2	并发控制	105
051	7.2.1	并发控制需解决的问题	106
051	7.2.2	封锁	107
103	7.2.3	事务的隔离级别	109
103	7.2.4	死锁	109
021		习题 7	111
071	第 8 章	数据库的备份与恢复	112
071	8.1	故障的类别	112
173	8.2	数据库的备份与恢复技术	112
071	8.2.1	建立数据库备份	112
180	8.2.2	日志文件	115
188	8.2.3	数据库的恢复	115
188	8.3	数据库镜像	117
031		习题 8	118
081	第 9 章	数据库的新技术	119
081	9.1	分布式数据库系统	119

18	9.2 对象关系数据库系统	120
78	9.2.1 面向对象数据模型	120
00	9.2.2 对象关系数据库	122
40	9.3 并行数据库系统	125
20	9.4 多媒体数据库	127
20	9.4.1 多媒体数据库体系结构	128
00	9.4.2 多媒体数据库的层次结构	131
00	9.4.3 多媒体数据库基于内容检索	132
00	9.5 数据仓库和数据挖掘	134
70	9.5.1 数据仓库	134
70	9.5.2 数据挖掘	136
80	9.5.3 数据仓库与数据挖掘的关系	139
	第 10 章 数据库服务器端编程	141
00	10.1 存储过程	141
00	10.2 触发器	146
00	10.3 游标	149
	第 11 章 数据库应用系统的开发	154
101	11.1 软件开发周期及各阶段的任务	154
501	11.1.1 软件定义	154
801	11.1.2 软件开发	157
801	11.1.3 软件的使用与维护	158
801	11.2 数据库应用系统	158
801	11.2.1 数据库的连接方式	158
201	11.2.2 客户/服务器 (C/S) 模式	161
001	11.2.3 浏览器/服务器 (B/S) 模式	162
701	11.3 创建应用系统数据库	162
001	11.3.1 学生成绩数据库表结构	163
001	11.3.2 学生成绩数据库数据样本	163
111	11.4 VB/SQL Server 学生成绩管理系统	165
511	11.4.1 连接 SQL Server 数据库	165
511	11.4.2 学生成绩管理系统主接口	170
511	11.4.3 学生信息查询	173
511	11.4.4 学生信息修改	175
211	11.4.5 学生成绩的录入	180
211	11.5 ASP.NET (C#) /SQL Server 学生成绩管理系统	188
711	11.5.1 ADO.NET 连接数据库	188
811	11.5.2 主程序接口	193
011	11.5.3 学生信息查询	194
011	11.5.4 学生成绩查询	199

125	11.5.5 学生信息更新	203
125	11.5.6 学生成绩录入	212
125	11.5.7 CLR 存储过程和触发器的实现	219
125	第 2 部分 实 验	
125	实验 1 SQL Server 2005 集成环境	224
125	目的与要求	224
125	实验准备	224
125	实验内容	224
125	实验 2 创建数据库和表	227
125	目的与要求	227
125	实验内容	227
125	实验步骤	228
125	实验 3 表数据插入、修改和删除	230
125	目的和要求	230
125	实验内容	230
125	实验步骤	230
125	实验 4 数据库的查询	234
125	目的与要求	234
125	实验准备	234
125	实验内容	234
125	实验 5 T-SQL 编程	240
125	目的与要求	240
125	实验准备	240
125	实验内容	240
125	实验 6 索引的使用和数据完整性	243
125	目的与要求	243
125	实验准备	243
125	实验内容	243
125	实验 7 存储过程和触发器的使用	245
125	目的与要求	245
125	实验准备	245
125	实验内容	245
125	实验 8 数据库的安全性	249
125	实验 8.1 数据库用户权限的设置	249
125	实验目的	249
125	实验准备	249
125	实验步骤	249

实验 8.2 服务器角色的应用	251
实验目的	251
实验准备	251
实验步骤	251
实验 8.3 数据库角色的应用	251
实验目的	251
实验准备	251
实验步骤	251
实验 9 备份恢复与导入/导出	253
实验 9.1 数据库的备份	253
实验目的	253
实验准备	253
实验步骤	253
实验 9.2 数据库的恢复	255
实验目的	255
实验准备	255
实验步骤	255
附录 A T-SQL 语言	257
A.1 常量、数据类型与变量	258
A.1.1 常量	258
A.1.2 数据类型	259
A.1.3 变量	262
A.2 运算符与表达式	266
A.3 流程控制语句	273
A.3.1 IF..ELSE 语句	273
A.3.2 无条件转移 (GOTO) 语句	275
A.3.3 WHILE, BREAK 和 CONTINUE 语句	275
A.3.4 RETURN 语句	276
A.3.5 WAITFOR 语句	277
A.4 系统内置函数	277
A.4.1 系统内置函数介绍	277
A.4.2 常用系统内置函数	279
A.5 用户定义函数	287
A.5.1 用户函数的定义与调用	287

第 1 部分 实用教程

第 1 章 引言

1.1 什么是数据库

1.1.1 数据管理技术的发展

1. 人工管理阶段

在 20 世纪 50 年代中期以前, 计算机主要用于科学计算, 数据管理处于人工管理阶段。例如, 对于一个学生成绩管理系统, 其基本结构如图 1.1 所示。

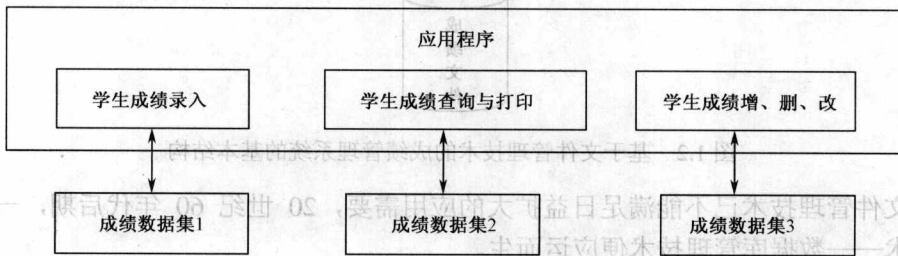


图 1.1 基于人工管理技术的成绩管理系统的基本结构

基于人工管理的应用系统有如下特点:

- ① 没有统一的数据管理软件, 主要通过应用程序管理数据, 程序员既要规定数据的逻辑结构又要设计物理结构;
- ② 数据是面向应用程序的, 不能共享, 因此存在大量的冗余数据;
- ③ 应用程序依赖于数据, 一旦数据的结构发生变化, 应用程序要进行相应的修改, 因此数据不具备独立性;
- ④ 在当时的环境下, 数据不保存。

2. 文件管理技术

数据管理技术随着计算机的应用渗透到科学计算、数据处理、过程控制等各个应用领域, 而计算机在数据处理过程中, 存在着数据处理量大、数据类型复杂及对数据的存储、维护、检索、分类、统计等诸多涉及数据管理和使用的问题, 数据处理对数据管理技术不断提出新的要求, 从而推动了数据管理技术的发展。

早期基于计算机的数据管理技术主要是依赖于操作系统的文件管理, 其基本思想是由应

用程序利用文件系统提供的功能将数据按一定的格式组织成独立的数据文件，然后通过操作文件访问相应的数据，例如，对于一个学生成绩管理系统，其基本的结构如图 1.2 所示。

在基于文件管理的应用系统中，数据文件的组织与管理均由应用程序实现，因此数据是依赖于应用程序的，这种数据管理方式存在如下问题：

① 不同的应用程序组织文件的逻辑结构不一样，数据冗余度大，共享性差；

② 数据的组织和管理直接依赖于应用程序，如果数据的逻辑结构发生改变对应的应用程序也要做相应的修改，数据独立性差，应用程序维护的工作量大；

③ 文件系统一般不支持数据的并发访问，但在现代计算机应用环境下，为了有效地利用资源，一般希望多个应用程序可并发地访问数据；

④ 文件系统不能对数据进行统一的管理，在数据的逻辑结构、编码、表示格式等方面难以进行规范化；

⑤ 文件系统不能提供有效的措施保证数据的安全性。

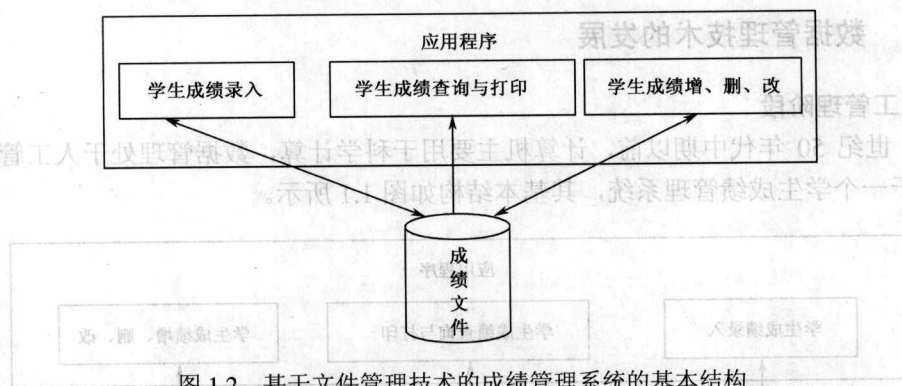


图 1.2 基于文件管理技术的成绩管理系统的基本结构

由于文件管理技术已不能满足日益扩大的应用需要，20 世纪 60 年代后期，一种新的数据管理技术——数据库管理技术便应运而生。

3. 数据库管理技术

数据库管理技术是由数据库管理软件——数据库管理系统（DataBase Management System, DBMS）采用统一的数据模型对数据进行组织、存储，构成数据库（DataBase, DB），应用程序在数据库管理系统（DBMS）的控制下，采用统一的方式对数据库中的数据进行操作和访问。如图 1.3 所示是基于数据库管理技术的学生成绩管理系统的基本结构。

基于数据库管理技术的应用有如下优点：

① 数据由数据库管理系统按照统一的数据模型组织，应用程序对数据的访问必须由数据库管理系统统一控制；

② 多个应用程序可以共享数据资源；

③ 数据独立于应用程序，降低了应用程序的维护成本，例如，对于数据库中数据结构的修改只要不影响应用程序所操作的数据的结构，则不必对应用程序本身进行修改；

④ 通过数据库管理系统保证数据库中数据的安全性；

⑤ 在数据库管理系统的控制下，多个应用程序可并发地访问数据。

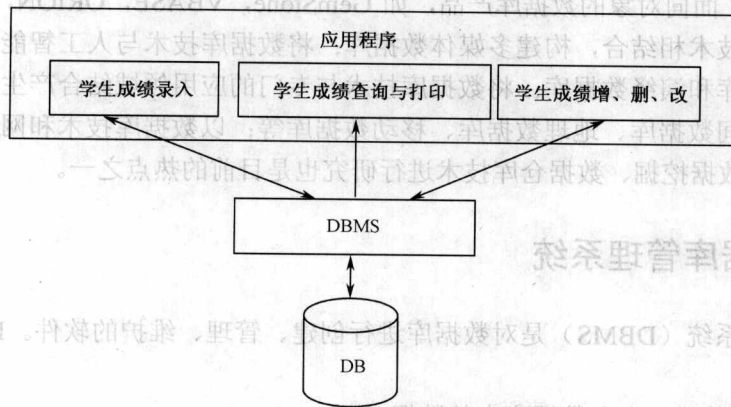


图 1.3 基于数据库管理技术的学生成绩管理系统的基本结构

从 20 世纪 60 年代数据库管理技术的诞生至今，数据库技术的发展可划分为 3 个阶段：

第 1 阶段，20 世纪 60 年代末至 70 年代末，此阶段开发的数据库管理系统的主要特征是：数据管理的逻辑模型基于层次、网络或关系数据模型。数据库大多是集中式数据库，应用环境为大中型主机，数据库系统难以推广应用。

第 2 阶段，20 世纪 80 年代初至 80 年代中期，随着计算机硬件技术和半导体技术的迅速发展，微型计算机在各行各业得到广泛应用，第一个基于微机的关系数据库管理系统——DBase 问世，大大促进了数据库技术的发展，关系数据模型以关系理论为基础，并以二维逻辑表的结构表现数据，1986 年美国国家标准学会（ANSI）通过了关系数据库查询语言 SQL 的标准，关系理论及关系查询技术的成果，更进一步推进了关系型微机数据库系统的应用，从而也使关系型数据库系统在市场上赢得了“霸主”地位。在这个时期，许多数据库厂商都开发了基于微机的关系型数据库管理系统。

第 3 阶段，从 20 世纪 80 年代后期至今，虽然关系型数据库仍然占主导地位，但随着网络技术、面向对象程序设计技术的发展，同时计算机许多新的应用领域，如计算机辅助设计、计算机辅助制造、计算机辅助工程、地理信息处理、智能信息处理等对数据库管理技术提出更高要求，产生了许多新的数据库技术。

1.1.2 数据库

数据（Data）不仅包括数字，还包括了文本、图像、音频、视频等。数据库（DB，DataBase）简单地说是数据的集合，只不过这些数据存在一定的关联，并按一定的格式存放在计算机上。例如，把一个学校的学生、教师、课程等数据有序地组织并存放在计算机内，就可以构成一个数据库。因此，数据库是永久存储的、相互关联的数据集合，并以一定的组织形式存放在计算机存储介质上。

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，并可供各种用户使用。简单地说，数据库中的数据具有永久存储、有组织性和可共享 3 个特点。

按数据模型，数据库可分为层次数据库、网状数据库、关系数据库和面向对象数据库等。数据库技术和其他领域技术的结合，出现了各种新型数据库，例如，为满足面向对象

用的需要，开发了面向对象的数据库产品，如 GemStone, VBASE, ORION, Iris 等；将数据库技术与流媒体技术相结合，构建多媒体数据库；将数据库技术与人工智能、专家系统等学科结合构成知识库和演绎数据库；将数据库技术与专门的应用领域结合产生了工程数据库、统计数据库、空间数据库、地理数据库、移动数据库等；以数据库技术和网络技术为基础，对并行数据库、数据挖掘、数据仓库技术进行研究也是目前的热点之一。

1.2 数据库管理系统

数据库管理系统 (DBMS) 是对数据库进行创建、管理、维护的软件。DBMS 应提供如下功能。

- ① 数据定义功能：定义数据库中的数据对象。
- ② 数据操纵功能：对数据库的数据进行基本操作，如插入、删除、修改、查询。
- ③ 数据库的安全保护功能：保证只有赋予权限的用户才能访问数据库中的数据。
- ④ 数据库的并发控制功能：使多个应用程序可在同一时刻并发地访问数据库的数据。
- ⑤ 数据的完整性检查功能：保证用户输入的数据满足相应的约束条件。
- ⑥ 数据库系统的故障恢复功能：当数据库运行出现故障时进行数据库恢复，以保证数据库可靠运行。
- ⑦ 在网络环境下访问数据库的功能。
- ⑧ 方便、有效地存取数据库信息的接口和工具。编程人员通过程序开发工具与数据库的接口编写数据库应用程序；数据库系统管理员 (DataBase Administrator, DBA) 通过 DBMS 提供的工具对数据库进行管理。

自 20 世纪 70 年代，关系模型提出后，迅速被商用数据库系统所采用，涌现出很多性能优良的关系数据库管理系统 (RDBMS)。关系数据库管理系统是在 E. F. Codd 博士的论文《大规模共享数据银行的关系型模型》基础上设计出来的，它通过数据、关系和对数据的约束三者组成的数据模型来存放和管理数据。

目前，商品化的数据库管理系统以关系型数据库为主导产品，技术比较成熟。面向对象的数据库管理系统虽然技术先进，数据库易于开发、维护，但尚未有成熟的产品。国内外的主流关系型数据库管理系统包括 Oracle, SQL Server, DB2, Sybase, INFORMIX 和 INGRES 等，小型的关系型数据库管理系统包括 MySQL, Access, Visual FoxPro 等。

1.2.1 Oracle

Oracle 公司成立于 1977 年，最初是一家专门开发数据库的公司。1984 年，Oracle 首先将关系数据库转到了桌面计算机上。Oracle 5 率先推出了分布式数据库、客户/服务器结构等崭新的概念。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。2002 年，该公司正式启用“甲骨文”作为公司的中文注册商标。Oracle 目前比较流行的版本是 Oracle8i, 9i, 最新版本是 10g。Oracle10g 是业界第一个完整的、智能化的有无限可伸缩性与高可用性，并可在集群环境中运行商业软件的互联网数据库，是新一代电子商务的平台。目前，Oracle 数据库已经成为世界上使用最广泛的关系数据库管理系统之一。其主要特点如下：

① 兼容性。Oracle 产品采用标准 SQL，并经过美国国家标准技术所（NIST）测试。与 IBM SQL/DS，DB2，INGRES，IDMS/R 等兼容。

② 可移植性。Oracle 的产品可运行于很宽范围的硬件与操作系统平台上。可以安装在不同的大、中、小型机上，可在 VMS，DOS，UNIX，Windows 等多种操作系统下工作。

③ 可连接性。Oracle 能与多种通信网络相连，支持各种协议（TCP/IP，DECnet，LU6.2 等）。

④ 高生产率。Oracle 产品提供了多种开发工具，能极大地方便用户进行进一步的开发。

⑤ 开放性。良好的兼容性、可移植性、可连接性和高生产率使 Oracle 具有良好的开放性。

1.2.2 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 主要有三种版本：一是 UNIX 操作系统下运行的版本；二是 Novell Netware 环境下运行的版本；三是 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 Sybase 11 for SCO UNIX。Sybase 是一种大型关系型数据库管理系统，其主要特点如下：

① 基于客户/服务器体系结构；

② 公开了应用程序接口 DB-LIB，鼓励第三方编写 DB-LIB 接口，是真正开放的数据库；

③ 多库、多设备、多用户、多线索的特点极大地丰富和增强了数据库功能，是一种高性能的数据库管理系统。

1.2.3 DB2

DB2 是 IBM 公司研制的一种关系型数据库系统，主要应用于大型应用系统，具有较好的可伸缩性，可支持从大型机到单用户环境。DB2 提供了高层次的数据利用性、完整性、安全性、可恢复性，以及小规模到大规模应用程序的执行能力，具有与平台无关的基本功能和 SQL 命令。除了可以提供主流的 OS/390 和 VM 操作系统，以及中等规模的 AS/400 系统之外，IBM 还提供了跨平台（包括基于 UNIX 的 Linux，HP-UNIX，SUN Solaris，以及 SCO UNIXWare；用于个人电脑的 OS/2 操作系统，以及微软的 Windows 系统）的 DB2 产品。

DB2 有如下一些版本：DB2 工作组版（DB2 Workgroup Edition）、DB2 企业版（DB2 Enterprise Edition）、DB2 个人版（DB2 Personal Edition）和 DB2 企业扩展版（DB2 Enterprise-Extended Edition）等，这些产品基本的数据管理功能是一样的，区别在于支持远程客户能力和分布式处理能力。该数据库管理系统的主要特点如下：

① 提供与平台无关的数据库的基本功能和 SQL 命令；

② 采用数据分级技术，可以很方便地将大型机数据下载到本地数据库服务器；

③ 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。

DB2 数据库通过微软的开放数据库连接（ODBC）接口，Java 数据库连接（JDBC）接口，或者 CORBA 接口可代理任何应用程序对数据库的访问。