

主　编　刘秋生
副主编　刘晓松　徐红梅　赵广凤　孙　湘

数据库系统程序设计

Visual FoxPro

江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内容简介

本书共11章,分为三大部分:第一部分主要介绍数据库系统的基础知识、基本理论;第二部分围绕数据库系统的开发工具Visual FoxPro介绍数据表与数据库的设计、创建和维护,视图和查询设计,程序设计和表单设计,报表和标签设计等数据库操作过程和操作命令;第三部分重点介绍数据库系统的综合应用。在取材上从实际出发,避开专业性很强的计算机科学与技术的术语,围绕数据库的基本概念、基本操作和数据处理的基本功能深入浅出地进行介绍,既有完整的理论性体系,又有很强的实用性。

本书既可作为各高等院校数据库技术、数据库基础、数据库系统或程序设计(VFP)课程的教材,还可以作为广大管理信息系统研发人员及数据员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

数据库系统程序设计Visual FoxPro/刘秋生主编
.—镇江:江苏大学出版社,2011.11
ISBN 978-7-81130-272-1

Ⅰ.①数… Ⅱ.①刘… Ⅲ.①关系数据库—数据库管理系统,Visual FoxPro—程序设计—高等学校—教材
Ⅳ.①TP311.138

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第214631号

数据库系统程序设计 Visual FoxPro

主　　编/刘秋生
副 主 编/刘晓松　徐红梅　赵广凤　孙　湘
责任编辑/段学庆
出版发行/江苏大学出版社
地　　址/江苏省镇江市梦溪园巷30号(邮编:212003)
电　　话/0511-84443089
传　　真/0511-84446464
排　　版/镇江文苑制版印刷有限责任公司
印　　刷/扬中市印刷有限公司
经　　销/江苏省新华书店
开　　本/787 mm×1 092 mm　1/16
印　　张/18.25
字　　数/456千字
版　　次/2011年11月第1版　2011年11月第1次印刷
书　　号/ISBN 978-7-81130-272-1
定　　价/32.00元

如有印装质量问题请与本社发行部联系(电话:0511-84440882)

前　言

自数据库系统概念形成以来，随着信息技术的发展，其理论更加完善，应用更为广泛，特别是数据库管理系统产品层出不穷，相应软件功能十分丰富。数据库系统应用软件（即ERP，CRM，SCM，PDM 等管理信息系统）已经成为企业管理的必备工具。数据库技术是当今信息时代的基础技术，也是经济管理类学生必须掌握的基本技能。

本书是编者在多年从事数据库系统应用软件开发、数据库系统理论与方法研究，以及教学实践积累的基础上编写而成的，其主要特点有：

1. 内容精练。本书在内容上作了精心的安排，以目前操作简便，容易掌握、理解，实用性强，应用面广的面向对象的关系型数据库管理系统 Visual FoxPro 作为数据库系统的开发工具，围绕 Visual FoxPro 的基本概念、基本操作，由浅入深、系统地介绍关系型数据库管理系统的功能和数据处理的方法。

2. 突出重点。全书围绕三个中心，分别重点介绍数据库的基础知识、数据库的基本操作和数据库系统应用编程设计。

3. 实用性强。本书强调理论与实践相结合，将学生容易掌握理解的学生学籍管理作为典例，并采用图文并茂的方式，便于阅读理解。

4. 系统性强。从数据库系统的应用着手，认识数据库在信息系统的作用，全面介绍数据的收集、传输、存储、加工、维护和使用的基础知识和基本操作。

5. 适用面广。本书是面向经济管理类专业学生的教学用书，也可以作为计算机专业学生和其他工程技术人员的自学用书。

全书共分 11 章，总课时为 90 学时。其中上机实验课为 30 学时，有条件的情况下应安排多媒体教室上课 30 学时，否则应适当安排学生利用课余时间独立上机完成数据库操作练习。各院校可以根据实际情况按上述比例压缩或增加学时。

本书的构思由江苏大学刘秋生教授完成，江苏大学刘秋生、刘晓松、徐红梅、赵广凤和江苏大学附属医院孙湘共同参与编写。江苏大学硕士研究生陈燕、杜潇婕、张利梅、宋根平等为本书的统稿、复核、数据处理等工作付出了大量的精力，在此表示衷心感谢！

数据库技术发展迅猛，书中难免有疏漏和不足之处，衷心欢迎读者批评指正并多提宝贵意见。

编　者

目　录

第 1 章　数据库系统基础知识 …… (1)
1.1　数据库系统概念 …… (1)
1.1.1　数据与信息 …… (1)
1.1.2　数据库 …… (2)
1.1.3 数据库管理系统 …… (3)
1.1.4　数据库系统 …… (6)
1.2　数据库技术的形成 …… (8)
1.2.1　手工管理阶段 …… (9)
1.2.2　文件管理阶段 …… (9)
1.2.3　数据库系统阶段 …… (9)
1.3　数据库系统的研究与应用 …… (10)
1.3.1　数据库技术研究范围 …… (10)
1.3.2　数据库技术应用领域 …… (11)
1.3.3　数据库技术发展动态 …… (12)
第 2 章　数据库系统理论 …… (13)
2.1　数据模型 …… (13)
2.1.1　数据模型的概念 …… (13)
2.1.2　数据模型的类型 …… (14)
2.2　关系型数据模型 …… (15)
2.2.1　关系型数据库概念 …… (15)
2.2.2　关系型理论基础 …… (18)
2.2.3　关系的范式 …… (20)
2.3　数据库系统应用实例 …… (23)
2.3.1　数据库设计过程 …… (23)
2.3.2　数据库概念设计 …… (24)
2.3.3　学生成绩管理数据库系统设计 …… (26)
第 3 章　Visual FoxPro 基本概念 …… (37)
3.1　Visual FoxPro 产品与特点 …… (37)
3.1.1　Visual FoxPro 产品 …… (37)
3.1.2　Visual FoxPro 6.0 的特点 …… (38)
3.2　Visual FoxPro 安装、启动与退出 …… (39)
3.2.1　Visual FoxPro 安装 …… (39)

3.2.2 Visual FoxPro 启动 …… (40)
3.2.3 Visual FoxPro 退出 …… (40)
3.3 Visual FoxPro 用户界面及其规则 …… (41)
3.3.1 Visual FoxPro 界面 …… (41)
3.3.2 Visual FoxPro 操作方式 …… (45)
3.3.3 Visual FoxPro 命令书写规定 …… (45)
3.3.4 Visual FoxPro 文件类型 …… (46)
3.3.5 Visual FoxPro 系统环境设计 …… (47)
3.4 Visual FoxPro 数据类型、常数、变量 …… (48)
3.4.1 Visual FoxPro 数据类型 …… (48)
3.4.2 常数 …… (49)
3.4.3 变量 …… (50)
3.4.4 数组 …… (53)
3.5 Visual FoxPro 运算符与表达式 …… (54)
3.5.1 Visual FoxPro 空值 …… (54)
3.5.2 运算符与表达式 …… (55)
3.6 Visual FoxPro 函数 …… (59)
3.6.1 数学运算函数 …… (59)
3.6.2 字符处理函数 …… (61)
3.6.3 日期与时间函数 …… (64)
3.6.4 转换函数 …… (65)
3.6.5 其他常用函数 …… (67)
3.7 Visual FoxPro 项目管理器 …… (70)
3.7.1 项目管理器的创建与修改 …… (70)
3.7.2 项目管理器的选项卡 …… (70)
3.7.3 项目管理器的定制 …… (71)
3.7.4 项目管理器的操作 …… (71)
第 4 章 数据表、库设计与操作 …… (73)
4.1 数据表设计与创建 …… (73)
4.1.1 数据表的分类 …… (73)
4.1.2 数据表结构的创建 …… (73)
4.1.3 数据表结构的输出 …… (79)
4.1.4 数据表打开与关闭 …… (80)
4.1.5 数据表记录输入 …… (81)
4.1.6 数据表记录输出 …… (83)
4.2 数据表维护 …… (84)
4.2.1 数据表结构修改 …… (84)
4.2.2 数据表记录修改 …… (85)
4.2.3 数据表记录删除 …… (88)

4.2.4 设置记录过滤条件和字段筛选 …… (89)
4.2.5 数据的复制 …… (89)
4.3 数据查询与统计 …… (90)
4.3.1 记录定位操作 …… (90)
4.3.2 顺序查找定位操作 …… (91)
4.3.3 索引查找定位操作 …… (93)
4.3.4 数据的统计 …… (97)
4.4 工作区与多用户模式 …… (98)
4.4.1 工作区 …… (98)
4.4.2 多用户模式 …… (98)
4.4.3 数据表操作 …… (101)
4.5 数据库的设计与基本操作 …… (103)
4.5.1 数据库的创建 …… (103)
4.5.2 数据库的打开、选择和关闭 …… (105)
4.5.3 创建数据库表 …… (105)
4.5.4 添加数据库表 …… (106)
4.5.5 移去数据库表 …… (107)
4.6 数据库表的设计 …… (108)
4.6.1 设置字段显示属性 …… (108)
4.6.2 设置表属性 …… (112)
4.7 表间关联设计与实现 …… (114)
4.7.1 创建表之间的关系 …… (114)
4.7.2 设置参照完整性 …… (115)
第 5 章 查询与视图设计 …… (117)
5.1 查询设计 …… (117)
5.1.1 用查询设计器创建查询 …… (117)
5.1.2 SQL-SELECT 命令建立查询 …… (123)
5.1.3 用查询向导设计查询 …… (127)
5.1.4 查询文件的使用 …… (131)
5.2 视图设计 …… (131)
5.2.1 创建视图 …… (132)
5.2.2 修改视图 …… (133)
5.2.3 视图的使用 …… (135)
第 6 章 程序、过程设计 …… (137)
6.1 程序设计基础 …… (137)
6.1.1 建立与编辑程序文件 …… (137)
6.1.2 程序文件的调用 …… (138)
6.1.3 格式定位输出 …… (140)
6.1.4 顺序程序设计 …… (142)

6.2 分支程序设计 …… (143)
6.2.1 简单分支语句 …… (143)
6.2.2 二分支语句 …… (144)
6.2.3 分支嵌套 …… (145)
6.2.4 多分语句 …… (145)
6.2.5 分支语句格式说明 …… (148)
6.3 循环程序设计 …… (148)
6.3.1 DO WHILE 循环语句 …… (148)
6.3.2 FOR 循环语句 …… (149)
6.3.3 SCAN 循环语句 …… (150)
6.3.4 LOOP 和 EXIT 语句的使用 …… (151)
6.3.5 循环嵌套 …… (152)
6.4 执行外部程序 …… (152)
6.4.1 过程种类 …… (152)
6.4.2 过程文件的使用 …… (153)
6.4.3 自定义函数 …… (154)
6.4.4 数据传递 …… (156)
第 7 章 面向对象程序设计基础 …… (160)
7.1 类概念 …… (160)
7.2 对象及其属性、事件和方法 …… (161)
7.3 对象属性值的设置和方法的调用 …… (162)
7.4 常用事件和方法 …… (164)
第 8 章 表单、控件和类设计 …… (167)
8.1 表单的设计 …… (167)
8.1.1 表单设计步骤 …… (167)
8.1.2 表单设计实例 …… (168)
8.2 表单的创建及管理 …… (169)
8.2.1 用向导创建表单 …… (169)
8.2.2 用表单设计器创建表单 …… (170)
8.3 表单控件的设计 …… (176)
8.3.1 控件与数据的关系 …… (176)
8.3.2 表单控件的设计和应用 …… (176)
8.4 类的设计和应用 …… (185)
8.4.1 设计和创建子类 …… (185)
8.4.2 类的应用 …… (190)
第 9 章 报表和标签 …… (192)
9.1 报表与标签的设计方法 …… (192)
9.2 报表类型与报表创建 …… (193)
9.2.1 报表类型 …… (193)

9.2.2 创建报表文件 …… (194)
9.3 报表的调用与修改 …… (201)
9.3.1 报表的调用 …… (201)
9.3.2 报表文件的修改 …… (202)
9.4 标签设计与创建标签 …… (203)
9.4.1 标签设计 …… (203)
9.4.2 创建标签格式文件 …… (203)
9.5 标签的调用与修改 …… (205)
9.5.1 标签的调用 …… (205)
9.5.2 标签格式文件的修改 …… (206)
第 10 章 菜单设计 …… (207)
10.1 菜单设计过程 …… (207)
10.1.1 菜单的分类 …… (207)
10.1.2 菜单的组成 …… (207)
10.1.3 菜单的布局 …… (208)
10.2 创建菜单系统 …… (210)
10.2.1 Visual FoxPro 系统菜单的配置 …… (210)
10.2.2 创建定制菜单 …… (211)
10.2.3 普通菜单的创建和使用 …… (212)
10.2.4 创建快捷菜单 …… (217)
10.2.5 创建 SDI 菜单 …… (218)
10.3 菜单文件的使用 …… (219)
10.3.1 菜单文件的运行 …… (219)
10.3.2 菜单文件的维护 …… (220)
第 11 章 数据库技术综合应用 …… (221)
11.1 系统设置与项目编译过程 …… (221)
11.1.1 屏幕设置 …… (221)
11.1.2 状态设置 …… (222)
11.1.3 项目编译过程 …… (229)
11.2 数据库技术应用实例——学生成绩管理系统功能模块设计 …… (231)
11.2.1 学生成绩管理数据库系统分析 …… (231)
11.2.2 学生成绩管理功能结构设计 …… (234)
11.3 学生成绩管理功能模式 …… (234)
11.3.1 用户登录 …… (234)
11.3.2 人员管理 …… (238)
11.3.3 课程管理 …… (241)
11.3.4 成绩管理 …… (242)

附　录 …… (244)
附录 A　函数表 …… (244)
附录 B　文件类型表 …… (259)
附录 C　控件和对象表 …… (260)
附录 D　事件表 …… (262)
附录 E　方法表 …… (264)
附录 F　属性表 …… (267)
附录 G　环境配置 …… (278)
附录 H　系统变量 …… (280)

参考文献 …… (282)

第 1 章　数据库系统基础知识

数据库理念提出至今已有 50 多年的历程,形成了坚实的理论基础和独特的数据库技术,其内涵不断深入,技术飞速发展,应用越来越广泛。数据不仅成为信息的基本载体,而且数据库技术推动了现代管理技术的进步,成为现代化管理的基石,深刻地影响着人们的生活方式、工作方式和社会环境,改变着人们的思想观念和行为规范。管理现代化的需求为数据库系统提供了宽广的应用途径,也给数据库技术的发展提出了新的课题。数据库技术、管理技术、信息系统相互渗透,促进了企业信息化、全球数字化、资源一体化的快速发展。

1.1　数据库系统概念

1.1.1　数据与信息

1. 数据(数据项或字段)

数据是描述事物特征的特定的符号(也称为数据项或字段),是数据库组织和数据处理中最基本的单元。数据是人们传达思想、进行信息交流的载体。它不仅包括人们日常工作中所熟悉的数字,还包含在描述事物过程中经常采用的文字、图像、图形、声音等形式,它们都属于数据库的数据范畴。

及时、正确、全面地描述或记录事物的信息是数据处理过程的关键。描述一个事物往往涉及许多方面的概念和理论。

描述事物的用途直接影响着事物属性的定义。对于不同的用户,因其需求不同,侧重点不同,需要的信息自然不同,因此,在描述事物时使用的属性也不相同。例如,把人作为描述的对象时,首先要确定描述人的用途,若描述学生,则将涉及学生的学习情况、政治思想表现、工作能力和学习能力等方面的基本内容;若描述一个职工,则将涉及职工的工资、保险、工作能力和技术等级等。当描述一个学生的学习情况时,针对的是一个较具体的数据处理需求,可以通过学生的姓名、学号、专业、年级、开课时间、课程名称、考试类别和考试成绩等属性反映每一位学生的每一门课程的学习成果,这些属性通过人们日常交流中所约定的符号而被转换成数据。

数据来源于人们的日常工作和生活,存储于各种媒体中,经过加工、传送为人们的工作、生活服务。

2. 数据的描述

数据的描述是指从客观事物出发,经过概念、规则或逻辑推理转换成数据,这一过程经历了 3 个领域:现实世界、概念世界和数据世界。

(1) 现实世界。

现实世界是存在于人们头脑之外的客观世界,是不以人的意志为转移的客观实体。事物可分成“对象”与“性质”两大类,又可分为“特殊事物”与“共同事物”两个重要级别。

(2) 概念世界。

概念世界是通过人们对现实世界中事物的规范、约定在人们头脑中的反映;它由一切定义、定理、规则等组成,也称为逻辑世界。事物往往通过各种属性来表达其概念。

(3) 数据世界。

数据世界是概念世界中信息的数据化内容,现实世界中的事物及联系在这里用数据模型进行描述。

3. 信息

“信息”至今还没有一个精确的定义,其通俗的意义是有用的消息,是对客观世界的正确反映,是对数据的解释。例如,50 是一个数据,50 元人民币就成了信息。信息通常被定义为经过加工后的数据,对接收者存在着直接或潜在的价值。这反映了信息的事实性、价值性、可传播性和等级性。由于信息自身的特性,目前无法全面地定义信息。

信息既与数据有着密切的联系,也存在着明显的差异。数据是信息的载体,信息是对数据的解释。在信息子系统之间通信时,上级子系统的输出对上级子系统而言是信息;当经过通信设备到达下级子系统时,下级子系统接受的是数据,如图 1-1 所示。数据与信息的区别如表 1-1 所示。

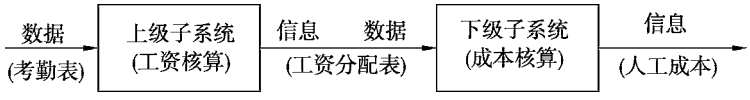


图 1-1 数据与信息的关系

表 1-1 数据与信息的区别

数 据	未加工的原始材料	用以装载信息的物理符号、信息的载体
信息	加工完成的数据	数据的解释

1.1.2 数据库

1. 数据库的含义

数据库是有用数据的有序集合。从形式上看,数据库是数据的仓库,对数据进行组织、存储和管理。

数据库中数据组织的最小单元是数据项,这是独立、不可分割的处理单元,描述了事物的某一属性。描述一个事物某一用途的全部属性的数据集称为记录,如一个学生一门课程或一个学期的学习成绩等,即记录是由数据项组成的。描述一类相同属性事物的记录集称为数据文件,如学生成绩表。在数据文件中数据存取的最小单位是记录,数据文件是由记录组成的,在数据库组织中数据文件被形象地称为表。数据库是由数据文件组成的,在数据库中记载了各张表的特征和表间的联系。一个数据库可以记录、加工、传递知识,网络教育、电子商务、信息系统等无不建立在数据库的基础之上。

2. 数据库的特性

数据库技术自产生以来形成了较完善的理论体系和强大的数据处理功能,数据处理进

入数据库技术阶段以前,经历了人工管理阶段和文件管理阶段。

数据库具有如下特点:

(1) 数据共享性。

一个数据库可以供多种不同的用户使用,如学生成绩数据表可以供学生、学校和用人单位等多种用户使用。在数据库里,数据与相互程序独立的形式提高了数据的应用价值,同时简化了程序设计,提高了程序的灵活性,方便用户操作。

(2) 数据的一体化和结构化。

数据库按某种模型组织、存储和处理数据,不仅使内部数据之间彼此相关,而且文件之间在结构上也有机地联系在一起,整个数据库形成一个整体,即数据库的一体化。数据库具有较大的适应性,易于维护与扩充,应用数据灵活方便。

(3) 较少的冗余度。

数据库的数据组织是从描述事物的整体出发,数据的冗余大大减少,在数据文件中除了作为表间联系的关键字以及为了数据安全、可靠所采取的备份副本之外,存储的数据冗余度保持在尽可能小的程度。

(4) 数据有较强的独立性。

数据库系统提供了数据的映射功能,当需要改变存储结构时,逻辑结构可以不改变,从而避免了不必要的程序修改工作。

(5) 对数据进行集中统一的控制。

系统提供统一的数据定义、预处理、查询以及维护等手段,并统一控制数据的安全性、完整性、保密性和并发性,使得对数据的应用更加有效和可靠。

1.1.3　数据库管理系统

数据库管理系统(DataBase Management System,DBMS)是指数据库系统中对数据进行管理的软件系统,它是数据库系统的核心部分。数据库系统的一切操作,包括查询、维护以及各种控制,都是通过 DBMS 进行的。

DBMS 是基于某种数据模型上的软件系统,因此,可以把它看成是某种数据模型在计算机系统上的具体实现。根据采用的数据模型不同,DBMS 可分为层次型数据库管理系统(HDBMS)、网状型数据库管理系统(NDBMS)和关系型数据库管理系统(RDBMS)。对于不同的计算机系统,由于缺乏统一的标准,即使相同类型的 DBMS,它们在用户接口、系统功能等方面也常常是不同的。对于相互兼容的相同 DBMS 建立的数据库,它们之间可以直接交换数据,而不同数据模型的 DBMS 建立的数据库文件之间是不能直接交换数据的。

1. 数据库管理系统的功能

DBMS 是组织、存储和处理数据的规则和实现这些功能的软件。使数据成为一个可管理的资源不仅易于实现共享,也能增强数据的安全性、完整性和可用性,并可提供高度的数据独立性。具体来说,一个比较完善的 DBMS 至少应该具有以下功能。

(1) 数据库定义功能。

这是指定义数据库的结构。它包括模式、存储模式和子模式,以及每个子模式与模式、模式与存储模式之间的映像;定义数据的完整性约束和保密限制约束条件。这些定义通常由数据库管理员(DBA)或数据所有者按系统提供的数据定义语言的源形式给出,由 DBMS

自动将其转换成目标形式存入数据词典,供以后进行数据操作或数据控制时查阅使用,其中某些定义也允许用户查阅。

数据库的定义功能通过数据描述语言(Data Description Language, DDL)来实现。数据描述语言可以分为模式描述语言(Schema DDL)、子模式描述语言(Subschema DDL)和数据存储描述语言(Data Storage Description Language,DSDL),分别描述数据库的模式、子模式和存储模式。

模式 DDL 和子模式 DDL 是描述数据库逻辑结构的工具,它们的基本功能如下:

① 标识数据库的各种结构,对每一个子结构说明其数据结构类型,并给出唯一的命名。数据子模式的划分是因系统而异的。在网状数据库系统中,数据子结构的类型包括数据项类型、组项类型、记录类型及系型等;而在关系型数据库系统中,数据子结构则仅仅限于关系和属性两种数据类型。

② 描述各种数据子结构之间的结构和语义联系,它包括说明一个较大的数据子结构(如记录型)由较小的子结构的组成方式,以及定义一些记录型的主关键字等。

③ 描述每个基本数据项的基本特性,如类型特性、字符长度、值域、是否允许空值等。

④ 描述安全控制方式和完整性约束条件。

⑤ 由于子模式是在模式的基础上定义的,因此,在子模式 DDL 中还必须提供定义子模式与模式之间的映像的能力。

(2) 数据库操纵功能。

这包括数据初始装入、数据的存取和维护操作、数据库结构的维护和重新组织、数据转存等。数据库管理系统提供统一的数据操纵语言,允许用户根据需要在授权的范围内自由地进行上述操作。

数据库的操纵功能是通过数据操纵语言(Data Manipulation Language, DML)来描述的,它提供了用户或应用程序访问数据库系统的接口。DML 是一般集合型的操作,是一种高级的数据处理语言。这些语句可以使用户很方便地对数据库中的记录进行各种插入、删除、修改、统计和查询处理,我们将在 Visual FoxPro 6.0 数据库应用开发工具中详细介绍这些语句的应用。

例如,建立数据库:CREATE DATABASE [数据库文件名];建立表文件:CREATE [表文件名];删除记录: DELETE [范围][FOR /WHILE < 条件 >];添加记录:APPEND [FROM [表文件名]]

(3) 数据控制功能。

DBMS 对数据库的控制主要包括 3 个方面:数据安全性控制、数据完整性控制以及在多用户环境下的并发控制等。

数据安全性控制是对数据库的一种保护,其作用是防止数据库中的数据未经许可地被用户访问,并防止用户有意或无意地对数据库造成破坏性修改。

数据完整性控制是 DBMS 对数据库提供保护的另一个重要方面。众所周知,数据的价值在于它们的正确性,在于它们正确地表达了现实世界中客体的信息,而这些客体的各种信息常常是具有某些固定联系的。这些联系体现为数据本身的内涵和各种关联关系,与内涵相矛盾的数据显然是无意义的,因而是必须避免的。完整性控制的目的主要是保证进入数据库中的存储数据的正确性和有效性,防止任何操作对数据造成违反其本意的改变。

并发控制的策略包括封锁单位大小的确定,死锁的预防、检测和解除等。

DBMS 还具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其他控制功能。

(4) 数据通信功能。

它提供与操作系统的联机处理,与分时系统以及远程作业输入的相应接口,以及与网络软件的通信功能等。

2. 几种典型的数据库管理系统

纵观当今的商用数据库市场,将其称为群雄割据毫不为过。关系模型自 20 世纪 70 年代提出后,由于其显著的优势,迅速被商用数据库系统所采用。据统计,70 年代以来新发展的 DBMS 系统中,近 90% 是采用关系数据模型,其中涌现出了许多性能优良的商品化关系数据库管理系统。例如,大型数据库管理系统有 Oracle,DB2,INGRES,Informix,Sybase,UNIFY 等,如表 1-2 所示;小型数据库管理系统有 Visual FoxPro,Access 等。随着面向对象模型的出现和发展,这些数据库管理系统逐步向对象、关系数据库管理系统发展。

表 1-2　国内常用的几种 DBMS

名称	产生年代	开发商	操作系统	语言	与外部接口	主要功能、特点	市场开发应用情况
UNIFY	20 世纪 80 年代初	UNIFY 公司(美国)	UNIX	SQL	与 COBOL,C 语言有多级接口	① 独创的用户接口 ② 数据保护功能强 ③ 响应速度快 ④ 提供了第四代软件开发工具 ACCELL	应用比较普遍
INGRES	1975 年	美国加州大学伯克利分校电子研究	UNIX	非过程化的 QUEL	可嵌入 C 语言	① 语言非过程化 ② 有一定的数据保护功能 ③ 有一定的新型开发工具	应用比较普遍
Oracle	1980 年	Oracle 公司(美国)	UNIX	标准 SQL	可嵌入 COBOL, PL/1, PASCAL 语言等	① 有完善的软件开发工具 ② 高度的兼容性 ③ 具有不同机种间数据共享性 ④ 有数据保护功能	应用普遍
Informix	1981 年	关系数据库系统公司(美国)	UNIX	SQL 语言	可嵌入 C 语言	① 很强的完整性保护功能 ② 模块结构 ③ 物理数据可分布	应用比较普遍
DB2	20 世纪 80 年代初	IBM 公司(美国)	OS2	SQL,PRG	可嵌入 C 语言	① 有完善的软件开发工具 ② 高度的兼容性 ③ 具有不同机种间数据共享性 ④ 有数据保护功能	应用普遍(多用于金融界)
Sybase	1987 年	Sybase 公司(美国)	UNIX	SQL	可嵌入 C 语言等	① 有完善的软件开发工具 ② 高度的兼容性 ③ 具有不同机种间数据共享性 ④ 有数据保护功能	应用普遍

20 世纪 80 年代以来是 RDBMS 产品发展和竞争的时代。各种产品经历了从集中到分布,从单机环境到网络环境,从关系数据库到关系-对象数据库,从支持信息管理到联机事务

处理(OLW),再到联机分析处理(OLAP)、数据仓库的发展过程。

1.1.4 数据库系统

数据库系统是由一个实际能运行的,按照数据库技术的方法存储、维护和向应用提供数据或信息的系统。

1. 数据库系统的组成

数据系统由存储媒体、处理对象、处理设备、数据库、DBMS 和人员等组成,它能为人们的管理工作提供用户所需要的信息。

存储媒体是物理存储设备,这是数据库系统中的基本部件,需要有足够的容量保存数据库系统中的历史资料和正在处理的正式数据文件。存储设备通常按介质分成半导体的内存储器、磁性和光电的外存储器。

处理对象是数据库系统中组织数据的关键,是数据库记录和描述的内容。不同的处理对象采用的数据模型和 DBMS 也不一样。

DBMS 是基于数据模型对数据库进行管理的软件系统,本书主要介绍关系型数据模型的数据库管理系统的应用。

数据库是企业的重要资源,是一种知识,是与一个特定组织的各种应用相关的全部数据的集合。数据库通常由两大部分组成:一部分是有关应用所需要的工作数据的集合,称为物理数据库,它是数据库的主体;另一部分是关系各级数据结构的描述数据,称为描述数据库,它通常由一个数据词典系统进行管理。在数据库系统中唯独数据库由应用单位创建,且需要不断维护。应用单位必须对数据库加以妥善保管,注意安全、完整,并经常检查数据的可靠性。

人员是一组熟悉计算机数据处理业务,参与分析、设计、管理、维护和使用数据库的技术人员。他们在数据库系统开发、应用和维护中起着重要作用。分析、设计、管理和使用数据库系统的主要人员为数据库管理员、系统分析员、应用程序员和用户。

(1) 数据库管理员(DataBase Administrator,DBA)。

数据库是整个企业或组织的数据资源,因此,企业或组织均设立专门的数据资源管理机构来管理数据库,DBA 则是该机构的一组人员,负责全面管理和控制数据库系统。具体的职责包括:

① 决定数据库中的内容和结构。数据库中要存放哪些数据是由系统需求决定的。为了更好地对数据库系统进行有效的管理和维护,DBA 应该参加或了解数据库设计的全过程,并与用户、应用程序员、系统分析员密切合作,共同协商,做好数据库设计工作。

② 决定数据库的存储结构和存取策略。DBA 应综合各用户的应用要求,与数据库设计人员共同决定数据库的存储结构和存取策略,以求获得较高的存取效率和存储空间的利用率。

③ 定义数据的安全性要求和完整性约束条件。DBA 的重要职责是保证数据库的安全性和完整性,即数据不被非法用户所获取,且保证数据库中数据的正确性和数据间的相容性。因此,DBA 负责确定各个用户对数据库的存取权限、数据的保密级别和完整性约束条件。

④ 监视数据库的使用和运行。DBA 的一个重要职责就是监视数据库的运行状况，及时处理运行过程中出现的问题。当系统发生某些故障时，数据库中的数据将或多或少影响计算机系统其他部分的正常运行，为此 DBA 要定义和实施适合的后援和恢复策略，如采用周期性的转存数据和维护日志文档等方法。

⑤ 数据库的改进和重组。DBA 还负责在系统运行期间监视系统的存储空间利用率、处理效率等性能指标，对运行情况进行记录、统计分析，依靠工作实践并根据实际应用环境不断改进数据库设计。

由于数据库描述的事物是在动态地发生着变化，需要不断地对数据库进行维护和管理，因此数据库管理员是系统中必不可少的，对数据库系统的成功应用发挥着关键性的作用。

（2）系统分析员。

系统分析员是系统建设期间主要的参与者，负责应用系统的需求分析和规范化说明。系统分析员应与用户相结合，确定系统的基本功能、数据库结构和应用程序的设计、硬件配置，并组织整个系统的开发。因此，系统分析员是一类具有应用领域业务知识和计算机知识的专家，他们在很大程度上影响数据库系统的质量和成败。

（3）应用程序员。

应用程序员根据系统的功能需求来设计和编制应用程序模块，并参与程序模块的调试。

（4）用户。

用户通常是指最终用户，通过数据库系统获取信息或为数据库系统提供原始数据。用户可分成直接用户和间接用户。操作数据库系统的用户称为直接用户，由数据库系统提供服务的用户称为间接用户。间接用户按层次可分成管理层用户和决策层用户。管理层用户通过系统了解企业运行情况，并控制企业的运行行为；决策层用户利用数据库系统提供的信息为规划、计划提供可靠的理论依据。

成功应用数据库系统必须有一支结构合理的系统性队伍。

2. 数据库系统的特征

与手工操作和文件系统相比，数据库系统具有以下明显的优点：

① 查询迅速、准确，而且可以省去大量的纸面文件。

② 数据结构化且统一管理。

③ 数据冗余度小。数据库系统从整体描述数据，不仅面向某个应用，而且面向整体应用，从而大大减少数据冗余，节约存储空间，避免数据之间的不一致性。

④ 具有较高的数据独立性。

⑤ 数据的共享性好。

⑥ 具有对数据的安全性、完整性、并发和恢复的控制功能。

3. 数据库系统的结构

数据库系统的结构分为 3 级，由外模式、模式和内模式组成，如图 1-2 所示。

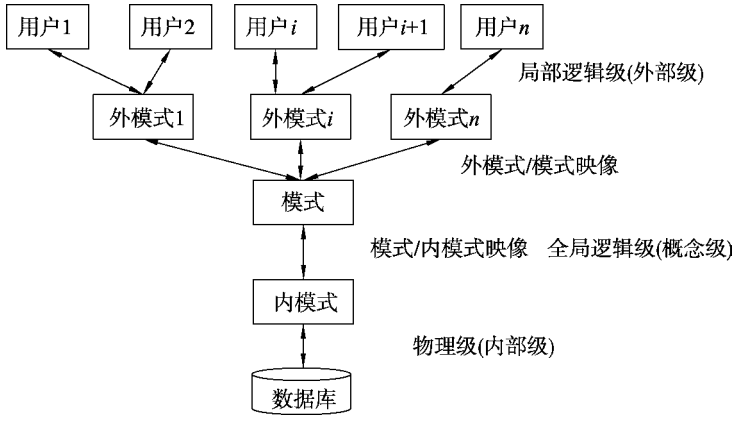


图 1-2　数据库系统的结构示意图

外模式也称为子模式或用户模式,是对局部数据逻辑结构的描述。它是数据库用户所见的数据视图,也是数据库系统面向操作用户的最外层,可将其简单地看成是数据库与用户之间的用户窗口。不同的用户具有不同的外模式。

模式也称为逻辑模式,是数据库中全体数据的逻辑结构和特征的描述,是所有用户的公共数据视图,也是内外模式的一种规范化转换机制。

内模式也称为存储模式,是数据物理结构和存储方式的描述,是数据在数据库系统中的内部表示。

数据库系统中存在着两种映像,即外模式与模式之间的映像、模式与内模式之间的映像。

外模式与模式之间的映像定义某一个外模式和模式之间的对应关系。这些定义通常包含在外模式中。当模式改变时,只要相应地作外模式与模式的映像改变,即可以保证外模式不变,不影响用户对数据库的组织方法。

模式与内模式的映像定义数据逻辑结构与数据存储结构之间的对应关系,例如,说明逻辑记录和字段在内部如何表示。当数据库的存储结构改变时,模式与内模式之间的映像也应作相应的修改(由数据库管理员完成),使得模式保持不变。

1.2　数据库技术的形成

在数据处理中计算通常比较简单,但对数据管理的要求较高,包括数据的收集、整理、组织、存储、维护、检索、统计和传输等一系列工作。一般来说,利用计算机对数据进行处理分为以下 5 个基本环节:

(1) 原始数据的收集;

(2) 数据的规范化、编码和组织;

(3) 数据输入;

(4) 数据处理;

(5) 数据输出。

随着数据处理技术的发展,以及数据处理量的增长,数据管理技术也在不断地发展。根