



21世纪高等学校计算机科学与技术规划教材

数据库技术 基础及应用

——基于Visual FoxPro

Shujuku Jishu Jichu ji Yingyong
——Jiyu Visual FoxPro

杨贵茂 主 编



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



21 世纪高等学校计算机科学与技术规划教材

数据库技术基础及应用

——基于 Visual FoxPro

主 编 杨贵茂

副主编 饶拱维 伍春晴 房宜汕

吴华光 巫满秀 巫喜红

钟秀玉

北京邮电大学出版社

• 北京 •

内容简介

本书是根据教育部非计算机专业计算机基础课程教学指导分委员会提出的《关于进一步加强高校计算机基础教学的几点意见》(简称白皮书)中有关“数据库技术与应用”课程教学要求编写的。

全书分教学篇和实验篇。教学篇共 14 章,主要内容包括:数据库系统基础知识、Visual FoxPro 操作基础、Visual FoxPro 的数据及其运算、表的基本操作、数据库的基本操作、SQL 的应用、视图与查询操作、Visual FoxPro 项目管理器、结构化程序设计、面向对象程序设计基础、表单设计与应用、报表和标签设计、菜单设计、小型应用系统开发等。实验篇是与教学篇内容配套的实验,共 13 个实验。

本书内容丰富、层次清晰、图文并茂、通俗易懂,可作为高等学校计算机基础课及相关专业数据库技术课程的教材,也可以供其他读者学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

数据库技术基础及应用:基于 Visual FoxPro/杨贵茂主编.--北京:北京邮电大学出版社,2011.8
ISBN 978-7-5635-2329-0

I. ①数… II. ①杨… III. ①关系数据库—数据库管理系统, Visual FoxPro IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 061434 号

书 名	数据库技术基础及应用——基于 Visual FoxPro
主 编	杨贵茂
责任编辑	向 蕾
出版发行	北京邮电大学出版社
社 址	北京市海淀区西土城路 10 号(100876)
电话传真	010-82333010 62282185(发行部) 010-82333009 62283578(传真)
电子信箱	ctrd@buptpress.com
经 销	各地新华书店
印 刷	北京市梦宇印务有限公司
开 本	787 mm×1 092 mm 1/16
印 张	22
字 数	523 千字
版 次	2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-2329-0

定价:42.00 元

如有质量问题请与发行部联系

版权所有 侵权必究

前 言

本书是根据教育部非计算机专业计算机基础课程教学指导分委员会提出的《关于进一步加强高校计算机基础教学的几点意见》(简称白皮书)中有关“数据库技术与应用”课程教学要求编写的。

随着计算机技术的飞速发展和社会信息化进程的加速,对信息化的数据处理要求越来越高,对数据库的管理、应用、开发提出了更高的标准和要求。当代大学生都需要学习和掌握数据库的基本知识和数据库管理的基本方法,为日后在工作、学习、生活中使用计算机进行数据库管理打下良好的基础。

Visual FoxPro 是 Microsoft 公司推出 Fox 系列的面向对象的数据库管理系统。Visual FoxPro 具有丰富的开发工具、较高的处理速度、友好的用户界面、完备的兼容性及面向对象等特点,不仅适合于高效地开发数据库系统,也可以开发基于数据库技术的多媒体系统。由于 Visual FoxPro 采用可视化的面向对象的程序设计方法,大大简化了应用程序的开发过程,从而得到了广泛的应用,完全适合作为中小型企业用于管理信息系统的开发。

本书分教学篇和实验篇。教学篇共 14 章,第 1、第 14 章由吴华光编写;第 2、第 3 章由温文编写;第 4 章由房宜汕编写;第 5 章由刘航编写;第 6 章由杨贵茂编写;第 7、第 8 章由巫满秀编写;第 9 章由伍春晴编写;第 10 章由钟秀玉编写;第 11 章由饶拱维编写;第 12、第 13 章由巫喜红编写。下篇是与教学篇内容配套的实验,共 13 个实验。各章节相应的实验由各编者分别完成。全书由杨贵茂担任主编,并组织 and 审阅定稿。

由于计算机技术的发展日新月异,新技术层出不穷,加之时间仓促,编者水平有限,书中不足之处在所难免。为便于教材的修订,恳请专家、教师和广大读者多提宝贵意见。

编 者

目 录

教 学 篇

第 1 章 数据库系统基础知识	1
1.1 数据管理技术的发展	1
1.2 数据描述	3
1.3 数据库系统	4
1.4 数据模型	8
1.5 关系数据库	9
习题 1	13
第 2 章 Visual FoxPro 操作基础	15
2.1 Visual FoxPro 的安装与启动	15
2.2 Visual FoxPro 的用户界面	17
2.3 Visual FoxPro 操作概述	20
2.4 Visual FoxPro 命令概述	24
习题 2	27
第 3 章 Visual FoxPro 的数据及其运算	28
3.1 Visual FoxPro 的数据类型	28
3.2 Visual FoxPro 的常量与变量	29
3.3 Visual FoxPro 的内部函数	37
3.4 Visual FoxPro 表达式	42
习题 3	45
第 4 章 表的基本操作	48
4.1 表的建立	48
4.2 表的显示和维护	56
4.3 表的排序与索引	71
4.4 表的统计与计算	75
习题 4	77
第 5 章 数据库的基本操作	78
5.1 数据库的建立	78
5.2 数据库操作	83
5.3 建立和修改数据库表	85
习题 5	90

第 6 章 SQL 的应用	92
6.1 SQL 概述	92
6.2 数据定义	93
6.3 数据操纵	95
6.4 数据查询	97
习题 6	110
第 7 章 视图与查询操作	111
7.1 创建视图	111
7.2 利用视图更新数据	124
7.3 创建查询	127
7.4 查询的输出	132
习题 7	133
第 8 章 Visual FoxPro 项目管理器	136
8.1 项目的创建	136
8.2 “项目管理器”的选项卡	137
8.3 “项目管理器”的操作	139
8.4 “项目管理器”中的按钮	140
8.5 定制“项目管理器”	141
习题 8	143
第 9 章 结构化程序设计	144
9.1 程序设计基础	144
9.2 顺序结构语句	147
9.3 分支结构语句	151
9.4 循环结构语句	156
9.5 程序的模块化	161
9.6 程序调试	163
习题 9	164
第 10 章 面向对象程序设计基础	168
10.1 面向对象的概念	168
10.2 Visual FoxPro 中的类与对象	172
10.3 面向对象的程序设计方法	176
习题 10	185
第 11 章 表单设计与应用	187
11.1 表单的建立与运行	187
11.2 表单的操作	196
11.3 常用表单控件	202
11.4 表单的应用	220
习题 11	225
第 12 章 报表和标签设计	228
12.1 概述	228
12.2 创建报表	230

12.3	修改报表	240
12.4	数据分组	255
12.5	预览和打印报表	257
12.6	标签设计	259
12.7	综合实例	261
	习题 12	264
第 13 章	菜单设计	266
13.1	菜单概述	266
13.2	下拉式菜单设计	268
13.3	快捷菜单设计	285
	习题 13	289
第 14 章	小型应用系统开发	292
14.1	应用系统的开发步骤	292
14.2	系统的需求分析	293
14.3	系统设计	293
14.4	系统的实现	297
	习题 14	302

实 验 篇

实验 1	Visual FoxPro 基础知识练习	303
实验 2	数据表的建立与修改	306
实验 3	数据表的操作	310
实验 4	数据库的操作	315
实验 5	SQL 的应用	316
实验 6	视图和查询的建立与修改	318
实验 7	“项目管理器”的建立与修改	320
实验 8	顺序结构和分支结构	322
实验 9	循环结构和过程	324
实验 10	表单设计基础	326
实验 11	表单的应用	330
实验 12	创建报表	335
实验 13	设计实用菜单	340
	参考文献	344

教 学 篇

第 1 章 数据库系统基础知识

在计算机技术和网络技术高速发展的今天,计算机以其极高的运算速度、巨大的数据存储能力、强大的算术运算和逻辑运算能力,已成为现代信息社会不可缺少的工具。数据库技术是建立在计算机技术基础上进行数据管理的技术,它应数据管理任务的需要而生,是一门综合性的技术,涉及操作系统、数据结构、算法设计和程序设计等知识。目前,数据库技术已融入人们的日常工作和生活中,扮演了一个相当重要的角色。

本章将对数据库系统的基本术语给予解释,重点讲解数据、数据处理、数据库、数据模型和关系模型等基础知识和概念。

1.1 数据管理技术的发展

进入数据库应用领域,首先遇到的是信息、数据和数据库等基本概念和术语。这些不同的概念和术语,将贯穿在人们进行数据库处理的整个过程之中,是学习数据库应用技术、Visual FoxPro 数据库管理系统软件所必备的基础知识。掌握好这些概念和术语,对更好地学习和使用数据库管理系统有着重要的意义。

1.1.1 数据和数据处理

1. 数据

数据是反映客观事物存在方式和运动状态的记录,是一种物理符号序列,用来记录事物情况,如数值型数据可用来记录事物的多少。数据是信息的载体。

从信息处理角度看,任何事物的存在方式和运动状态都可以通过数据来表示。数据经过加工处理后,具有知识性并对人类活动产生作用,从而形成信息。

用数据表示信息,其形式有多种,常见的有 3 种类型:其一为数值型,它是对客观事物进行定量记录的符号,如数量、年龄、毕业年限和工龄等;其二为字符型数据,它是对客观事物进行定性记录的符号,如姓名、单位地址等;其三为特殊型数据,它是对客观事物的形象特征和过程进行记录的符号,如声音、视频、图像等。

总之,信息是有用的数据,数据是信息的表现形式。信息是通过数据来表示和传播的,数据如不具备知识性和有用性则不能称其为信息,这些数据也就没有价值。

2. 信息

信息是客观事物状态和运动特征的一种普遍形式,在客观世界中大量地存在、产生和传递着以各种方式表示出来的各种各样的信息。

在数据处理领域,信息可以定义为人们对于客观事物属性和运动状态的反映。它所反映

的是关于某一客观系统中,某一事物的存在方式或某一时刻的运动状态。信息是有价值的,是可以被感知的。信息可以通过载体传递,可以通过信息处理工具进行存储、加工、传播、再生和增值。

信息是有价值的,就像不能没有空气和水一样,人类也离不开信息。在信息社会中,信息一般可与物质和能量相提并论,它是一种重要的资源。所以,信息的传播是极具重要性与有效性的。

3. 数据处理

数据处理是指对数据的采集、整理、存储、检索、分类、排序、加工、变换和传输等操作。数据是对事实、概念或指令的一种表达形式,可由人工或自动化装置进行处理。数据的形式可以是数字、文字、图形或声音等。数据经过解释并赋予一定的意义之后,便成为信息。数据处理的基本目的是,从大量的、杂乱无章的、难以理解的数据中抽取并推导出,对于某些特定的人们来说有价值、有意义的数据。数据处理是系统工程和自动控制的基本环节,它贯穿于社会生产和社会生活的各个领域。数据处理技术的发展及其应用的广度和深度,极大地影响着人类社会发展的进程,特别是当今的信息社会。

数据处理的目的是从人们手中的大量原始数据中,获得人们所需要的资料并提取有用的成分,作为人类行为和决策的依据。随着计算机软件、硬件技术的发展,数据处理量的规模日益扩大,数据处理的应用需求越来越广泛,数据管理技术的发展也不断变迁。

1.1.2 数据管理

数据处理的核心是数据管理,数据管理是指对数据进行分类、组织、编码、存储、检索和维护等。数据管理经历了人工管理阶段、文件系统阶段和数据库系统阶段。

1. 人工管理阶段

人工管理阶段处于 20 世纪 50 年代中期以前。在这一阶段,计算机主要用于数值计算。在硬件方面,外存储器只有卡片机、纸带机或磁带机,没有像硬盘一样可以快速、随时存储的外存储器;在软件方面,没有操作系统和数据管理软件支持,数据处理方式是批处理。在这一管理方式下,应用程序与数据之间不可分割,当数据有所变动时,程序则随之改变,数据的独立性差。另外,各个应用程序之间的数据不能相互传递,数据无法共享。在人工管理阶段,数据作为应用程序的组成部分不能独立存在,数据由程序员在应用程序中进行管理,无专门的软件对数据进行管理。

人工管理阶段的数据处理具有以下特点。

- ①数据不能保存。
- ②数据不具有独立性。
- ③数据不能共享。
- ④数据的冗余度极大。
- ⑤没有相应的软件系统负责数据的管理工作。

2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期至 20 世纪 60 年代中后期,随着硬件方面磁鼓、磁盘等存储器的研制和投入使用,以及软件方面高级语言和操作系统软件的出现,这时计算机的应用不仅仅只用于数值计算,同时也开始以“文件”的方式介入数据处理。在文件系统阶段,把有关的数据组织成

数据文件,这种数据文件可以脱离应用程序而独立存在,可长期保存在硬盘中并多次存取。由于使用专门的文件管理系统实施数据管理,应用程序与数据文件相互独立,同时数据的逻辑结构与物理结构之间也具有一定的相对性。

在文件系统阶段,数据可以以操作系统文件的形式长期保存在计算机中,操作系统的文件管理系统提供了对数据的输入和输出操作接口,进而提供数据存取方法,但没有专门的应用软件对数据进行管理。

文件系统阶段的数据处理具有如下特点。

- ①数据由专门的软件(文件系统)负责管理。
- ②数据有了一定的独立性。
- ③数据能长期保存。
- ④数据文件不再只从属于一个应用程序。
- ⑤数据仍有一定的冗余。
- ⑥数据有可能不一致。

3. 数据库系统阶段

进入 20 世纪 70 年代后,随着计算机应用的日益发展,计算机用于数据处理的范围越来越广,数据处理的数据量也越来越大,仅仅基于文件系统的数据库管理技术很难满足应用的需求。与此同时,计算机硬件技术也正在飞速发展,磁盘存储技术取得重要突破,大容量磁盘开始进入市场,数据库管理软件的改善成为许多软件公司的重要目标。在实际需求迫切、硬件与软件竞相拓展的环境中,数据库系统应运而生。在数据库系统阶段,应用程序独立于数据,实现了数据的独立性,并且出现了专门管理数据的软件——数据库管理系统。数据由数据库管理系统统一管理和控制,数据库系统还提供了数据的安全性、完整性、并发控制和数据库恢复等功能。数据管理中数据的定义、操作及控制统一由数据库管理系统来完成。

数据库系统阶段的数据处理具有如下特点。

- ①数据独立性高。
- ②数据共享程度高。
- ③数据结构化。
- ④数据冗余度低。
- ⑤数据处理效率高。
- ⑥加强了对数据的保护。

1.2 数据描述

信息管理的对象是现实生活中的客观事物,描述具体事物的信息经过整理、分类和进行规范化后,才能数据化并进入计算机的数据库中保存。所谓数据描述,就是数据符号的形式,它从满足用户需求出发,对客观事物属性和运动状态进行描述。数据的描述既要符合客观事实,又要适应数据库原理与结构,同时也要适应计算机原理与结构。进一步说,由于计算机不能直接处理现实世界中的具体事物,所以人们必须将客观存在的具体事物进行有效的描述与表示,转换成计算机能够处理的数据,这一转换过程可以分为 3 个数据范畴:现实世界、信息世界和计算机世界。

1. 现实世界

现实世界是指客观存在的事物及其相互间的联系。在现实世界中,人们可以通过事物不同的属性和运动状态对事物加以区别。事物可以是个体的特殊事物,也可以是集体的共同事物;事物可以是具体的、可见的实物,也可以是抽象的事物。

2. 信息世界

信息世界是人们对客观存在的事物及其相互间联系的反映。人们将对客观事物的反映通过“符号”记录下来,即对现实世界的一种抽象描述。在信息世界中,不是简单地对现实世界进行符号记录,而是要通过选择、分类、命名等抽象过程产生出概念模型,用以表示对现实世界的抽象与模拟。

3. 计算机世界

计算机世界是信息世界的数字化。客观存在的事物及其相互间联系的反映,在这里用数据模型来表示。也就是说,计算机世界的数据模型将信息世界的概念模型进一步抽象,形成便于计算机处理的数据表现形式。

1.3 数据库系统

数据库系统是在计算机系统提供的硬件及其操作的基础上,支持、管理和运行用户所需的各种具体数据库的系统。

1.3.1 硬件平台及数据库

所谓数据库,是以一定的组织方式将相关的数据组织在一起,长期存放在计算机内,可为多个用户共享的数据集合。

由于数据库系统数据量都很大,加之数据库管理系统(Database Management System, 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,这些要求包括以下内容。

①具有足够大的内存以存放操作系统、数据库管理系统的核心模块、数据缓冲区和应用程序。

②具有足够大的磁盘等存取设备存放数据库,有足够的磁带(或其他外部存储设备)用来进行数据备份。

③要求系统有较高的通道能力,以提高数据传送率。

数据库的性质是由数据模型决定的。在数据库中,数据的组织结构如果支持层次模型的特性,则该数据库为层次数据库;数据的组织结构如果支持网状模型的特性,则该数据库为网状数据库;数据的组织结构如果支持关系模型的特性,则该数据库为关系数据库;数据的组织结构如果支持面向对象模型的特性,则该数据库为面向对象数据库。因为 Visual FoxPro 数据库管理系统是支持关系模型特性的,所以,在 Visual FoxPro 软件环境下创建的数据库为关系数据库。

1.3.2 软件环境

数据库系统的软件环境主要包括以下内容。

①数据库管理系统。数据库管理系统是支持数据库得以运行的基础系统。数据库是数据库管理系统的核心和管理对象,每个具体数据库及其数据库的存储、维护和为应用系统提供数据库支持,都是在数据库管理系统环境下实现的。

②支持数据库管理系统运行的操作系统,如 Windows XP 等。

③具有与数据库接口的高级语言及其编译系统,便于开发应用程序。

④以数据库管理系统为核心的应用开发工具。应用开发工具是系统为应用开发人员和最终用户提供的高效率、多功能的应用生成器,这些应用开发工具为数据库系统的开发和应用提供了良好的环境。

⑤为特定应用环境开发的数据库应用软件系统。

1.3.3 人员

开发、管理和使用数据库系统的人员主要是数据库管理员、系统分析员、数据库设计人员、应用程序员和最终用户。不同的人员涉及不同的数据抽象级别,具有不同的数据视图和数据操作权限,其各自的职责分别如下。

1. 数据库管理员

在数据库系统环境下,有两类共享资源:一类是数据库,另一类是数据库管理系统。因此,需要有专门的管理机构来监督和管理数据库系统。数据库管理员则是这个机构的一个(组)人员,负责全面管理和控制数据库系统,其具体职责包括以下几个方面。

(1) 决定数据库中的信息内容和结构

数据库中要存放哪些信息,数据库管理员要参与决策,因此数据库管理员必须参加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,搞好数据库设计。

(2) 决定数据库的存储结构和存取策略

数据库管理员要综合各用户的应用要求,和数据库设计人员共同决定数据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利用率。

(3) 定义数据的安全性要求和完整性约束条件

数据库管理员的重要职责是保证数据库的安全性和完整性,因此数据库管理员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) 监控数据库的使用和运行

数据库管理员还有一个重要职责就是监视数据库系统的运行情况,及时处理运行过程中出现的问题。例如,系统发生各种故障时,数据库会因此遭到不同程度的破坏,数据库管理员必须在最短时间内将数据库恢复到正常状态,并尽可能不影响或少影响计算机系统其他部分的正常运行。为此,数据库管理员要定义和实施适当的后备和恢复策略,如周期性的转储数据、维护日志文件等。

(5) 数据库的改进和重组重构

数据库管理员还负责在系统运行期间监视系统的空间利用率、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。不少数据库产品都提供了对数据库运行状况进行监视和分析的实用程序,数据库管理员可以使用这些实用程序完成这项工作。

另外,在数据库运行过程中,大量数据不断插入、删除、修改,时间一长,会影响系统的性

能,因此数据库管理员要定期对数据库进行重组,以提高系统的性能。

当用户的需求增加和改变时,数据库管理员还要对数据库进行较大的改造,包括修改部分设计,即数据库的重构。

2. 系统分析员

系统分析员负责应用系统的需求分析和规范说明,要和用户及数据库管理员相合作,确定系统的硬件、软件配置,并参与数据库系统的概要设计。

3. 数据库设计人员

数据库设计人员负责数据库中数据的确定及数据库各级模式的设计。数据库设计人员必须参加用户需求调查和系统分析,然后进行数据库设计。在很多情况下,数据库设计人员就由数据库管理员担任。

4. 应用程序员

应用程序员负责设计和编写应用系统的程序模块,并进行调试和安装。应用程序员必须在应用程序中实现用户的需求,实现相关的功能模块,并对各种情况进行测试。

5. 最终用户

最终用户即最终使用应用系统的人。最终用户通过应用系统的用户接口使用数据库。常用的接口方式有浏览器、菜单驱动、表格操作、图形显示、报表书写等,给最终用户提供简明直观的数据表示。

最终用户可以分为如下 3 类。

(1) 偶然用户

偶然用户并不经常访问数据库,但每次访问数据库时往往需要不同的数据库信息。这类用户一般是企业或组织机构的高中级管理人员。

(2) 简单用户

数据库的多数最终用户都是简单用户,其主要工作是查询和修改数据库,一般都是通过应用程序员精心设计并具有友好界面的应用程序存取数据。银行的职员、航空公司的机票预订工作人员、旅馆总台服务员等都属于这类用户。

(3) 复杂用户

复杂用户包括工程师、科学家、经济学家、科学技术工作者等具有较高科学技术背景的人员。这类用户一般都比较熟悉数据库系统的各种功能,能够直接使用数据库语言访问数据库,甚至能够基于数据库管理系统的应用程序接口编制自己的应用程序。

1.3.4 数据库系统的体系结构

数据库系统在总的体系结构上具有外部级、概念级、内部级三级结构的特征,这种三级结构也称为“三级模式结构”或“数据抽象的三个级别”。

1. 数据库系统三级模式体系结构

(1) 模式

模式也称“概念模式”或“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。模式实际上是数据库数据在逻辑级上的视图,一个数据库只有一个模式。定义模式时不仅要定义数据的逻辑结构,而且要定义数据之间的关系,定义与数据有关

的安全性、完整性要求。

(2) 外模式

外模式也称“用户模式”，它是数据库用户能够看见和使用的局部数据的逻辑结构和特征的描述，是数据库用户的数据视图，是与某一应用有关的数据的逻辑表示。外模式通常是模式的子集。一个数据库可以有多个外模式。应用程序都是和外模式打交道的。外模式是保证数据库安全性的一个有力措施。每个用户只能看见和访问所对应的外模式中的数据，数据库中的其余数据对他们是不可见的。

(3) 内模式

内模式也称“存储模式”，一个数据库只有一个内模式。内模式是数据物理结构和存储方式的描述，是数据在数据库内部的表示方式。例如，记录的存储方式是顺序结构存储还是树结构存储；索引按什么方式组织；数据是否压缩，是否加密；数据的存储记录结构有何规定等。

在数据库系统的体系结构中，三级模式是根据所描述的三层体系结构的3个抽象层次定义的，外模式处于最外层，它反映用户对数据库的实际要求；模式处于中层，它是数据库中全部数据的整体逻辑结构的描述；内模式处于最底层，它反映数据的物理结构和存储方式。

2. 数据库系统的两层映射

为了能够在内部实现数据库的3个抽象层次的联系和转换，数据库管理系统在这三级模式之间提供了两层映射。如图1-1所示。

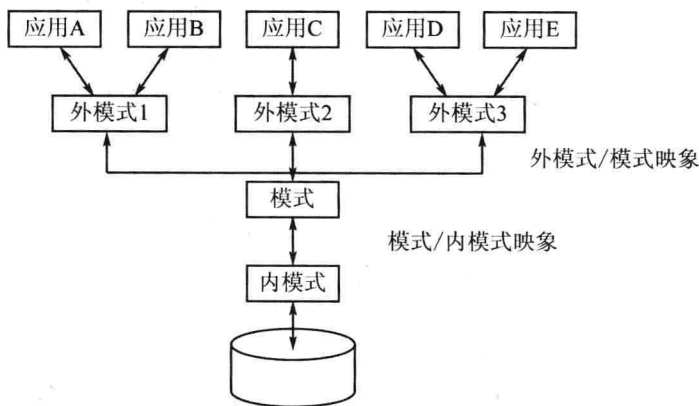


图 1-1 数据库各种模式示意图

(1) 外模式/模式映像

对应于同一个模式可以有任意多个外模式。对于每一个外模式，数据库系统都有一个外模式/模式映像，它定义了该外模式与模式之间的对应关系。当模式改变时，由数据库管理员对各个外模式/模式映像进行相应的改变，可以使外模式保持不变。应用程序是依据数据的外模式编写的，因此应用程序可以不必修改，从而保证了数据与应用程序的逻辑独立性。

(2) 模式/内模式映像

数据库中只有一个模式，也只有一个内模式，所以模式/内模式映像是唯一的，它定义了数据库的全局逻辑结构与存储结构之间的对应关系。当数据库的存储结构改变时，由数据库管理员对模式/内模式映像作相应改变，可以使模式保持不变，使应用程序也不必修改，从而保证了数据与应用程序的物理独立性。

在数据库系统的三级模式结构中,数据库模式即全局逻辑结构是数据库的中心与关键,它独立于数据库的其他层次。因此,涉及数据库模式结构时应首先确定数据库的逻辑结构。

1.4 数据模型

数据模型是数据库系统中用以提供信息表示和操作手段的形式构架。数据模型包括数据库数据的结构部分、数据库数据的操作部分和数据库数据的约束条件。

数据结构是目标类型的集合。目标类型是数据库的组成成分,一般可分为两类:数据类型、数据类型之间的联系。数据类型如网状模型中的记录型、数据项,关系模型中的关系、域等。数据类型之间的联系部分有网状模型中的系型等。数据操作部分是操作算符的集合,包括若干操作和推理规则,用以对目标类型的有效实例所组成的数据库进行操作。数据约束条件是完整性规则的集合,用以限定符合数据模型的数据库状态,以及状态的变化。数据约束条件可以按不同的原则划分为:数据值的约束和数据间联系的约束;静态约束和动态约束;实体约束和实体间的参照约束等。

随着数据库学科的发展,数据模型的概念也逐渐深入和完善。早期,一般把数据模型仅理解为数据结构。其后,在一些数据库系统中,则把数据模型归结为数据的逻辑结构、物理配置、存取路径和完整性约束条件4个方面。现代数据模型的概念,则认为数据结构只是数据模型的组成成分之一。数据的物理配置和存取路径是关于数据存储的概念,不属于数据模型的内容。此外,数据模型不仅应该提供数据表示的手段,还应该提供数据操作的类型和方法,因为数据库不是静态的而是动态的,因此数据模型还包括数据操作部分。

支持数据库系统的常用数据模型有:层次模型、网状模型、关系模型和面向对象模型。

1.4.1 层次模型

层次模型(Hierarchical Model)是数据库系统中最早采用的模型,它通过从属关系结构来表示数据间的关系。层次模型是有向“树”结构。

层次模型的主要特征如下。

- ①有且仅有一个无父结点的根结点。
- ②根结点以外的子结点,向上有且仅有一个父结点,向下可有若干子结点。

层次模型的优点是存取方便且速度快、结构清晰、容易理解、数据修改和数据库扩展容易实现及检索关键属性十分方便;缺点是结构呆板、缺乏灵活性、同一属性数据要存储多次、数据冗余度大、不适合于拓扑空间数据的组织。

1.4.2 网状模型

在现实世界中,事物间的关系多数是非层次关系,如果用层次模型描述非层次关系就有一定的困难。基于这种情况,引入了网状模型。

网状模型(Network Model)是层次模型的扩展,它表示多个从属关系的层次结构,呈现一种交叉关系的网络结构。网状模型是有向图结构。

网状模型的主要特征如下。

- ①允许一个以上的结点无父结点。

②一个结点可以有多个父结点。

网状模型是比层次模型更具有普遍性的数据模型,层次模型是网状模型的特例。

网状模型的优点是能明确而方便地表示数据间的复杂关系和数据冗余小;缺点是网状结构的复杂增加了用户查询和定位的困难,以及需要存储数据间关系的指针,使得数据量增大,导致数据的修改不方便(指针必须修改)。

1.4.3 关系模型

尽管网状模型比层次模型更具有普遍性,但由于其结构比较复杂,所以还是不利于应用程序的实现,操作上也有很多不便。为此,新的数据模型——关系模型便应运而生。目前,主流数据库系统大多是基于关系模型的数据库系统。

关系模型(Relational Model)的优点是结构特别灵活,满足所有布尔逻辑、布尔运算和数学运算规则形成的查询要求,能搜索、组合和比较不同类型的数据,增加和删除数据非常方便;缺点是数据库大时,查找满足特定关系的数据费时,对空间关系无法满足。

1.4.4 面向对象模型

面向对象的概念最初出现在程序设计方法中,由于其优点突出,便于描述复杂的客观现实,因此迅速渗透到计算机科学领域的众多分支。面向对象模型最基本的概念是对象和类。在面向对象模型中,对象是指客观的某一事物,对象的描述具有整体性、完整性,对象不仅包含描述自身的数据,而且还包含对自身进行操作的方法的定义,对象的外部特征与行为是封装在一起的。

面向对象模型是用“面向对象”的观点来描述客观事物的逻辑组织、对象间关系和约束的模型。它能完整地描述现实世界的数据结构,具有丰富的表达能力。由于面向对象模型相对比较复杂,涉及的知识比较多,因此尚未达到关系模型的普及程度。

面向对象模型的优点是能表达复杂的实体关系;缺点是模型复杂,运用困难。

综上所述,有了数据模型,我们就可以在数据库中用数据模型这个工具来抽象、表达和处理现实世界中的事物及事物间的关联关系。

数据模型是数据库系统设计的核心,它规范了数据库中数据的组织形式,表示了数据及数据之间的关系,数据模型的好坏直接影响数据库的性能。

任何数据模型都描述一定数据之间的关系。层次模型描述数据之间的从属层次关系;网状模型描述数据之间的多种从属的网状关系;关系模型描述非从属平行数据之间的集合关系;面向对象模型描述数据对象之间的关联关系。

层次模型和网状模型是早期的数据模型,现已逐渐退出市场。由于关系模型有更为简单灵活的特点,因此目前流行的数据库系统大多使用关系模型。但是,随着信息的大量传播,现实生活中有着许多更复杂的数据结构和应用领域,对这些复杂数据的处理,使用关系模型来描述会显得较为困难,因此,面向对象模型是正在发展中的,具有广泛应用开发价值的模型。

1.5 关系数据库

数据库是数据库系统的核心,数据库的性质决定了以什么数据模型来对客观事物进行抽

象。关系数据库是以关系模型建立的数据库,它要依赖关系模型描述数据的结构特点和结构约束。

1.5.1 关系模型的基本概念

关系模型的主要概念如下。

1. 关系

一个关系可以看成是一张二维表,通常将一个没有重复行、重复列的二维表看成是一个关系,每个关系都有一个关系名。在 Visual FoxPro 关系数据库中,一个关系对应于一个表文件,其扩展名为“dbf”。

2. 元组

二维表的每一行在关系中称为元组。在关系数据库中,一个元组对应表中的一条记录。在表中不能有完全相同的两个元组。

3. 属性

二维表的每一列在关系中称为属性,每个属性都有一个属性名,属性值则是各元组属性的取值。在关系数据库中,一个属性对应表中的一个字段,属性名对应字段名,属性值对应于各条记录的字段值。在一个表中,不能有两个字段名完全相同。

4. 域

属性的取值范围称为域。域作为属性值的集合,其类型与范围由属性的性质及其所表示的意义具体确定。同一属性只能在相同域中取值。

5. 关键字

关系中能唯一区分、确定不同元组的属性或属性组合,称为该关系的关键字。单个属性组成的关键字称为单关键字,多个属性组合的关键字称为组合关键字。需要强调的是,关键字的属性值不能取“空值”。所谓“空值”(Null),就是“不知道”或“不确定”的值,“空值”无法唯一地区分、确定元组。例子,在“学生”表中,“学号”属性可以作为单关键字,应为其编号且不允许重复;而“姓名”及“出生日期”等属性则不能作为关键字,因为学生中可能出现重名或出生日期相同的情况。但如果所有学生的出生日期不同,则可将“姓名”和“出生日期”属性组合成为组合关键字。

6. 候选关键字

关系中能够成为关键字的属性或属性组合可能不是唯一的。凡在关系中能够唯一区分、确定不同元组的属性或属性组合,称为候选关键字。

7. 主关键字

在候选关键字中选定一个作为关键字,称其为该关系的主关键字。关系中主关键字是唯一的。

8. 外部关键字

关系中某个属性或属性组合并非本关系的关键字,但却是另一个关系的主关键字,则称此属性或属性组合为本关系的外部关键字。关系之间的联系是通过外部关键字实现的。