



21 世纪高职高专计算机系列规划教材

DATABASE PRINCIPLES AND PRACTICE OF PROJECT DEVELOPMENT



数据库原理 及项目开发实践 (Visual FoxPro)

李文辉 主编

BF0



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



21 世纪高职高专计算机系列规划教材

数据库原理及项目开发实践 (Visual FoxPro)

李文辉 主编

王秀英 宋洁 凌翌 副主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书共包括两部分内容。第1部分共分为6章,主要讲解关系数据库的基本理论;第2部分——数据库设计与开发工具应用部分中,使用 Visual FoxPro 6.0 关系数据库管理系统软件,将一个“图书销售管理系统”项目开发实例,分解为11个任务,每个任务都由任务描述、任务分析、相关知识、技能训练、任务小结、练习组成。

本书编排合理、逻辑性强、深入浅出、图文并茂、练习充分,具有较强的实用性,适合作为高等职业院校计算机信息管理类及其他相关专业的学生学习数据库原理及其项目开发应用的教材,也可作为从事信息技术处理、网站建设及数据库设计项目开发的技术人员和教师的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

59596

数据库原理及项目开发实践: Visual FoxPro / 李文辉主编. — 北京: 中国铁道出版社, 2010.8

(21世纪高职高专计算机系列规划教材)

ISBN 978-7-113-11641-5

I. ①数… II. ①李… III. ①关系数据库—数据库管理系统, Visual FoxPro—高等学校: 技术学校—教材
IV. ①TP311.138

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第121228号

书 名: 数据库原理及项目开发实践(Visual FoxPro)
作 者: 李文辉 主编

策划编辑: 翟玉峰

责任编辑: 翟玉峰

编辑助理: 苏 博

封面设计: 付 巍

责任印制: 李 佳

编辑部电话: 400-668-0820

封面制作: 李 路

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号 邮政编码: 100054)

印 刷: 北京新魏印刷厂

版 次: 2010年8月第1版 2010年8月第1次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 17.25 字数: 417千

印 数: 4 000册

书 号: ISBN 978-7-113-11641-5

定 价: 28.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社计算机图书批销部联系调换。

前言

本书力图体现高等职业教育“以应用为目的”的特点，既着眼于数据库的基本原理和基础知识，又努力反映数据库项目的实用性特色，无论在内容上还是形式上都有独到之处，凝聚了作者在长期教学中积累的丰富教学经验。

数据库技术产生于 20 世纪 60 年代，经历了格式化数据库（以层次和网状数据库为代表）、经典数据库（以关系数据库和后关系数据库为代表）和新型数据库（以对象数据库和 XML 数据库等为代表）的三代发展演变。多年来，数据库技术已经形成相对完整、成熟的科学理论体系，成为现代计算机信息处理系统的重要基础与技术核心，数据库技术带动和形成了一个巨大的软件产业——数据库管理系统产品和相关技术，对经济发展起到了极大的冲击和推动作用，表现出非凡的生产力效应。数据库研究和开发领域的各项成就推动了计算机理论与应用在其他领域的发展并对这些领域的发展起到了巨大的支撑作用，成为各种计算机信息系统的核心内容与技术基础。进入 21 世纪后，数据库系统及应用技术越来越受到人们的关注和重视，强化数据库基础理论教育与实用技能训练便显得非常必要和迫切。

本书的特点是通过实际任务的训练来学习数据库的原理和知识，以便于学生掌握。同时通过学习，还能够使学生根据实际需要设计关系数据库系统，熟练掌握通过标准 SQL 语言对数据的定义及操作，并能利用规范化理论设计出规范的关系。

在本书中，第 2 部分以任务实践的形式来讲解，不求涉及 VFP 的方方面面，但通过学习使学生能够学会开发一个可应用的系统，并以此来激发学生的学习兴趣，使其能够主动通过查阅资料来自主学习。原则上我们以理论内容够用为度，强调实践，深化学生对数据库理论知识的理解，提高学生分析和解决问题的能力。本书重点以一个“图书销售管理系统”实例为载体，将总任务分解为 11 个子任务进行循序渐进地讲述、训练，紧扣“实用性、可读性”原则，将数据库原理知识的学习融入实际系统环境中，从而达到提高学生学习效率的目的。

本书共包括两部分内容：

第 1 部分共分为 6 个章节，全面系统地讲解了关系数据库的基本理论，其中包括数据库管理技术的发展、数据库技术的概念、数据模型、数据库体系结构、数据库管理系统、关系数据模型的基本关系运算——关系代数、关系数据库标准语言 SQL 的最基本内容和关系数据查询优化、关系范式及关系规范化过程、系统分析及数据库设计、数据库安全性、完整性事务的概念与性质，以及事务在并发执行和故障处理中的基本技术等知识。同时每章后都配有相应的习题，以便于突出重点，使学生对本课程有一个系统认识与整体把握，并巩固所学的知识。

第 2 部分使用 Visual FoxPro 6.0 关系数据库管理系统软件，将一个“图书销售管理系统”项目开发实例分解为 11 个任务。每个任务都由任务描述、任务分析、相关知识、技能训练、任务小结及练习等组成。通过这部分的学习实践，可以使学生在掌握数据库的系统知识的同时，进一步增长综合应用的能力。当然，该部分的实例也可以应用于 Visual FoxPro 8.0 或更高版本。本书提供该实例项目的全部代码，需要的读者可以到 <http://edu.tqbooks.net/download> 下载。

— 本书建议 80~90 学时，具体见下表：

第 1 部分 关系数据库基本理论	40 学时
第 1 章 数据库系统概述	4 学时
第 2 章 关系模型	8 学时
第 3 章 结构化查询语言 SQL	12 学时
第 4 章 关系规范化设计	4 学时
第 5 章 数据库设计与开发	4 学时
第 6 章 数据库管理	8 学时
第 2 部分 数据库设计与开发工具	50 学时
任务一 Visual FoxPro 6.0 基础应用	4 学时
任务二 数据库及表的创建与管理	4 学时
任务三 创建索引及表之间的永久联系	4 学时
任务四 视图及查询	4 学时
任务五 表单的设计与管理	4 学时
任务六 掌握常用控件的使用方法	4 学时
任务七 报表与标签的设计	4 学时
任务八 掌握菜单与工具栏的设计方法	4 学时
任务九 面向对象的程序设计	6 学时
任务十 结构化程序设计	6 学时
任务十一 应用程序开发	6 学时

本书编排合理、逻辑性强、深入浅出、图文并茂、练习充分，具有较强的实用性，可作为高职院校计算机信息管理类及其他相关专业的学生学习数据库原理及其项目开发应用的实用性很强的教材，适合高职高专的教学要求及学生的自主学习。也可为从事信息技术处理、网站建设及数据库设计项目开发的技术人员和教师提供参考。

本书由天津中德职业技术学院李文辉副教授主编并统稿。其中第 1、2 章及任务四、五由李文辉执笔，第 3、4 章及任务一、二、三由天津中德职业技术学院王秀英执笔，第 6 章及任务六、七、八由天津中德职业技术学院宋洁执笔，第 5 章及任务九、十、十一由天津中德职业技术学院凌翌执笔。

由于编写时间仓促，书中难免存在不足与疏漏之处，请广大读者不吝指正。

编者

2010 年 4 月

目 录

第 1 部分 关系数据库基本理论

第 1 章 数据库系统概述	2
1.1 数据管理技术的发展	2
1.1.1 人工管理阶段	3
1.1.2 文件系统阶段	4
1.1.3 数据库系统阶段	5
1.2 数据库技术的几个概念	6
1.2.1 数据	6
1.2.2 数据库	7
1.2.3 数据库管理系统	7
1.2.4 数据库系统	7
1.2.5 数据库技术	7
1.3 数据模型相关知识	8
1.3.1 数据描述的三个阶段	8
1.3.2 数据模型的组成及分类	10
1.3.3 数据联系的方法	10
1.3.4 数据模型	12
1.3.5 E-R 模型	14
1.4 数据库体系结构	18
1.4.1 三级模式结构	19
1.4.2 二级映像	20
1.4.3 两级数据独立性	20
1.5 数据库管理系统	21
1.5.1 DBMS 的主要功能	21
1.5.2 DBMS 的组成	22
1.5.3 DBMS 的工作过程	23
习题	24
第 2 章 关系模型	26
2.1 完整性控制	26
2.1.1 数据库完整性的概念	26
2.1.2 数据库完整性的作用	27
2.2 关系模型的基本概念	27
2.2.1 二维表	27

2.2.2 关系术语	28
2.2.3 关系模型的特点	28
2.3 关系运算	28
2.3.1 传统的集合运算	29
2.3.2 基本关系运算	30
2.3.3 外关键字	33
习题	33
第3章 结构化查询语言 SQL	35
3.1 SQL 概述	35
3.2 基本查询语句	36
3.2.1 SELECT 子句	36
3.2.2 WHERE 子句	38
3.2.3 ORDER BY 子句	41
3.2.4 使用集合函数	41
3.2.5 分组统计	43
3.3 高级查询技术	44
3.3.1 子查询	44
3.3.2 多表联接查询	46
3.3.3 集合运算	48
3.4 数据操作	49
3.4.1 数据插入	49
3.4.2 数据更新	50
3.4.3 数据删除	51
3.5 数据定义	51
3.5.1 定义表	51
3.5.2 删除表	52
3.5.3 其他数据库对象的定义语句	52
3.6 数据控制	52
3.6.1 授权	53
3.6.2 回收权限 (REVOKE)	53
习题	54
第4章 关系规范化设计	56
4.1 关系规范化概述	56
4.2 函数依赖	58
4.2.1 属性间的联系	58
4.2.2 函数依赖	59
4.2.3 关键字	61
4.3 关系范式	62

4.3.1	关系规范化过程	62
4.3.2	第一范式	63
4.3.3	第二范式	64
4.3.4	第三范式	65
4.3.5	BC 范式	66
4.4	无损联接分解	67
	习题	68
第 5 章	数据库设计与开发	70
5.1	需求分析和系统逻辑模型的建立	70
5.1.1	数据流程图的绘制	70
5.1.2	数据分析	75
5.1.3	功能分析	77
5.1.4	数据/功能分析	79
5.2	系统分析报告	82
5.3	数据库设计	82
5.3.1	数据库设计的要求和步骤	82
5.3.2	概念结构设计	83
5.3.3	逻辑结构设计	86
5.4	数据库的物理实现	87
5.4.1	建立 Visual FoxPro 的数据表	88
5.4.2	建立 Visual FoxPro 的数据库	91
5.4.3	设置数据表的索引	93
5.4.4	创建数据表之间的关联	95
5.4.5	创建视图	97
	习题	99
第 6 章	数据库管理	101
6.1	数据库的安全性	101
6.1.1	数据库安全性概述	101
6.1.2	数据库安全性控制的一般方法	102
6.1.3	Visual FoxPro 中常用的数据安全措施	103
6.2	数据库的完整性	104
6.2.1	数据完整性的分类和违约处理	104
6.2.2	数据库完整性约束条件	106
6.2.3	数据库完整性设计原则	107
6.2.4	触发器	108
6.2.5	Visual FoxPro 6.0 中数据完整性的实现	109
6.3	事务管理	110
6.3.1	事务的基本概念	110

6.3.2	事务的特性 (ACID 特性)	111
6.4	并发控制	112
6.4.1	并发控制的任务	112
6.4.2	并发控制的方法	112
6.4.3	Visual FoxPro 数据库的并发控制机制	114
6.5	恢复技术	115
6.5.1	故障的类型	115
6.5.2	数据库恢复技术	116
6.5.3	Visual FoxPro 中数据备份的实现	117
	习题	118

第 2 部分 数据库设计与开发工具

任务一	Visual FoxPro 6.0 基础应用	122
任务二	数据库及表的创建与管理	133
任务三	创建索引及表之间的永久联系	145
任务四	视图及查询	158
任务五	表单的设计与管理	175
任务六	掌握常用控件的使用方法	189
任务七	报表与标签的设计	210
任务八	掌握菜单与工具栏的设计方法	221
任务九	面向对象的程序设计	231
任务十	结构化程序设计	238
任务十一	应用程序开发	242
	习题答案	258
	参考文献	268

第1部分 关系数据库基本理论

1.1 数据库管理技术的发展

第1部分共分为6章，全面系统地讲解了关系数据库的基本理论，其中包括数据管理技术的发展、数据库技术的概念、数据模型、数据库体系结构、数据库管理系统、关系数据模型的基本关系运算——关系代数、关系数据库标准语言 SQL 的最基本内容和关系数据查询优化、关系范式及关系规范化过程、系统分析及数据库设计、数据库安全性、完整性事务的概念与性质，以及事务在并发执行和故障处理中的基本技术等知识。同时每章后都配有相应的习题，以便于突出重点，使学生对本课程有一个系统认识与整体把握，并巩固所学的知识。

第1章 数据库系统概述

从20世纪50年代中期开始,计算机的应用由科学研究领域逐渐扩展到企业、行政等社会各领域,数据处理已成为计算机的主要应用。到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而发展了起来。作为数据管理的最新技术,数据库技术是计算机科学技术中发展最快的技术之一,也是应用最为广泛的技术之一,它已成为计算机信息系统与应用系统的核心技术和理论体系。

1.1 数据管理技术的发展

20世纪50年代初,美国将战争的各种情报集中在一起,存储在计算机里,称为 information base 或 database。20世纪60年代,数据库技术作为软件学科的一个分支应运而生。

① 1968年,IBM公司推出层次模型的IMS(information management system)数据库系统。

② 1969年,美国数据系统语言协会(Conference On Data System Language, CODASYL)的数据库任务小组(Database, Task Group, DBTG)发表的一系列报告中提出了网状模型。

③ 1970年,IBM研究中心的E.F.Codd博士发表了关于关系模型的著名论文。

这三件事奠定了现代数据库技术的基础。由于C.M.Bachman在网状模型和DBTG报告中的贡献,在1973年荣获美国计算机学会授予的图灵奖;E.F.Codd在关系模型上作出了杰出的开拓性贡献,在1981年也获得了图灵奖。

20世纪70年代和80年代是数据库发展的时期,不仅推出了一些网状系统和层次系统,还围绕关系数据库进行了大量的研究和开发工作,使得关系数据库的理论和系统日趋完善。随着计算机硬件性能的改善,再加上关系系统具有使用简便等优点,它逐步取代网状系统和层次系统占领了市场。如今在数据库产品市场中,关系数据库系统占据了绝大部分市场份额(如Oracle、DB2、Sybase、Informix、SQL Server等)。

20世纪90年代,在关系数据库技术和系统取得广泛赞誉的同时,由于受到计算机应用领域及其他分支学科的影响,数据库技术与面向对象技术、网络技术相互渗透,出现了对象数据库和网络数据库。进入21世纪后,对象数据库和网络数据库技术日趋成熟,已得到了广泛的应用。

经过四十多年的发展,数据库技术经历了三次演变,形成以数据建模和数据库管理系统(DBMS)核心技术为主、具有相当规模的理论体系和实用技术的一门学科,成为计算机软件领域的一个重要分支。通常,人们把早期的层次数据库系统与网状数据库系统称为第一代数据库系统,把当今流行的关系数据库系统称为第二代数据库系统,当前正在发展的热点是新型的第三代、

第四代数据库系统。数据库技术的发展方兴未艾,新的技术不断涌现,但这些新型的数据库系统大都建立在基本的数据库技术基础之上。

数据库系统的出现,使信息系统从以加工数据的程序为中心转向以共享的数据为中心的新阶段。这样既便于数据的集中管理,又有利于应用程序的研制和维护,从而提高了数据的利用率和相容性。20世纪80年代后,不仅在大型机上,而且在多数微型机上也配置了DBMS,使数据库技术得到更加广泛的普及和应用。从小型事务处理到大型信息系统,从联机事务处理到联机分析处理,从一般企业管理到计算机辅助设计与制造,乃至地理信息系统等都应用了数据库技术。数据库的建设规模、数据库中信息量的大小及使用程度已经成为衡量企业信息化程度的重要标志。

20世纪70年代,我国开始使用数据库的单位主要集中在国家部委、国防、气象和石油等一些特殊行业和部门。而数据库技术真正得到广泛的应用,是从20世纪80年代初的dBASE II开始的,尽管dBASE II和随后的xBASE系列都不能称为一个完备的数据库管理系统,但是它们都支持基本的关系数据模型,使用起来非常方便,加之该系统是在微机上实现的,一般也能满足中、小规模的信息管理系统的应用,为数据库技术的普及和广泛应用奠定了基础。

数据库的核心任务是数据管理,包括数据的分类、组织、编码、存储、检索和维护等。作为数据管理技术的精髓——数据库,并不是一开始就有,而是经历了一个较长的发展过程才有的。数据管理技术的发展,与硬件、软件、计算机应用的范围有密切的联系。随着计算机技术的发展,计算机的应用由最初以科学计算为主的科学研究部门逐步扩展到以数据处理为主的企业、行政部门,至20世纪60年代,数据处理已成为计算机的主要应用领域。在应用需求的推动下,数据管理技术随着计算机软件与硬件的发展而发展,经历了人工管理、文件系统和数据库系统三个阶段。

1.1.1 人工管理阶段

20世纪50年代中期以前属于人工管理阶段,是数据管理的初级阶段。这一阶段的计算机主要用于科学计算。当时的设备状况是:外存只有磁带、卡片和纸带等,没有磁盘等直接存取的存储设备;软件只有汇编语言,尚无操作系统和数据管理方面的软件,数据处理方式是批处理。这个时期数据管理有如下几个特点:

1. 数据不保存

由于当时计算机主要用于科学计算,一般不需要将数据长期保存,计算某一课题时将数据输入,计算后将结果数据输出。随着计算任务的完成,数据空间与程序空间一起被释放。

2. 没有专用的软件对数据进行管理

这一时期没有相应的软件系统负责数据的管理工作,对数据的管理完全由程序员在程序中进行。因而程序员在编制应用程序时,必须考虑数据的逻辑定义和组织、数据的物理存储方式和地址分配,并通过物理地址来存取数据。

3. 数据面向应用

数据是面向应用的,一组数据只能对应一个程序。当多个应用程序涉及某些相同的数据时,由于必须各自定义,无法互相利用、互相参照,因此存在着大量的冗余数据。

4. 数据不具有独立性

数据在外存的物理结构与用户观点的逻辑结构完全一致, 导致程序中的存取子程序随着数据存储结构的改变而改变, 因而程序与数据之间不具有独立性。

由于数据的物理结构是由程序员根据应用的要求设计的, 使得程序员要花费很大精力去考虑具体的物理细节。因此, 当数据的物理结构或存储设备发生改变时, 其应用程序也随之改变, 程序员的负担很重。加之很难实现多个应用程序共享数据资源, 造成数据大量重复, 浪费存储空间。

1.1.2 文件系统阶段

随着计算机硬件性能的改进和软件的发展, 在应用需求的驱动下, 出现了文件管理系统, 负责对数据进行管理, 这一阶段大约发生在 20 世纪 50 年代后期至 60 年代中期。这一时期计算机的应用范围不断扩大, 不仅用于科学计算, 还大量用于管理。由于数据量的增加, 数据的存储、检索和维护成为非常紧迫的问题, 这导致了数据结构和数据管理软件的迅速发展。同时, 计算机硬件已经有了磁盘、磁鼓等直接存取的外存设备; 软件则有了操作系统、高级语言, 而操作系统中的文件系统是专门用于数据管理的软件; 处理方式不仅有批处理, 还增加了联机实时处理。

文件系统把数据组织成相互独立的数据文件, 应用程序仍然具有各自的数据, 数据也具有两种形式, 即用户看到的逻辑结构 (称为逻辑文件) 和实际存储的物理结构 (称为物理文件)。但此时逻辑文件和物理文件之间已允许有所区别, 文件管理系统提供从逻辑文件到物理文件的转换, 即利用“按文件名访问, 按记录进行存取”的管理技术, 可以对文件进行修改、插入和删除等操作, 这样使得应用程序和数据有了一定的独立性。在进行程序设计时, 程序员可以不考虑具体的物理存储, 而直接利用文件管理系统中所提供的存取方法来设计程序。

当物理存储结构发生改变时, 不一定需要改变用户程序, 从而部分实现了逻辑数据和物理数据的独立性。因此, 程序员可以不必过多地考虑物理细节, 而将精力集中于算法。而且数据在存储上的改变不一定反映在程序上, 在一定程度上节省了维护程序的工作量。

尽管文件系统阶段比人工管理阶段有很大的改进, 但一些根本性的问题仍然没有解决, 这主要表现在以下四个方面:

1. 数据冗余量大

由于文件之间缺乏联系, 造成每个应用程序都有对应的文件, 有可能造成同样的数据在多个文件中重复存储。即使多个程序使用了一部分相同的数据, 也必须建立各自的文件, 不能对数据项进行共享, 因此数据冗余量大。

2. 易造成数据的不一致

由于同一数据重复存储在由不同的应用程序使用和维护的文件中, 对其中之一进行修改时还容易造成数据的不一致性, 即同一数据在不同的文件中有不同的值。

3. 程序与数据相互依赖

在文件管理方式下, 数据文件由使用它的应用程序建立, 一旦应用程序改变, 原来的数据文件也必须相应的改变, 否则就无法使用; 反之, 如果数据文件存放的存储设备、存储方式和存取方法改变, 则使用这些数据文件的应用程序也必须做相应的修改, 否则应用程序就无法运行。也就是说, 数据文件依赖于应用程序而存在, 否则就失去其存在的意义, 反之亦然。

4. 应用程序设计困难

由于逻辑数据与物理数据之间不是完全相互独立的,因此在应用程序中含有实现数据操作的程序代码,对程序员的要求较高。

文件系统阶段是数据管理技术发展中的一个重要阶段。在这一阶段中,得到充分发展的各种数据结构和算法丰富了计算机科学,为数据管理技术的进一步发展打下了基础。随着数据管理规模的扩大,数据量急剧增加,文件系统显露出以上一些缺陷。由于这些原因,促使人们研究新的数据管理技术,并且,在20世纪60年代末产生了数据库技术。

1.1.3 数据库系统阶段

20世纪60年代末以来,计算机的应用更为广泛,数据管理的规模也更为庞大,由此带来数据量的急剧膨胀。计算机存储技术有了很大发展,出现了大容量的磁盘。在处理方式上,联机实时处理的要求更多。这些变化都促进了数据管理手段的发展,数据库技术便应运而生。

数据库的一个重要特点就是应用系统中的所有数据独立于各个应用程序而由DBMS统一管理,实现了数据资源的整体管理。也就是说,数据库的数据不再是面向某个应用或某个程序,而是面向整个企业(组织)或整个应用的。无论是从数据库的技术水平,还是从数据库的应用水平,数据库技术都已发展得相当成熟。数据库系统具有如下主要特点:

1. 数据结构化

数据结构化是数据库与文件系统的根本区别。在文件系统阶段,只考虑了同一文件记录内部数据项之间的联系,而不同文件的记录之间是没有联系的,也就是说,从整体上看数据是无结构的。这样并不能反映现实世界各种事物之间错综复杂的联系。在数据库系统中,实现了整体数据的结构化,把文件系统中简单的记录结构变成了记录和记录之间的联系所构成的结构化数据。在描述数据的时候,不仅要描述数据本身,还要描述数据之间的联系。

数据库系统实现整体数据的结构化,是数据库的主要特征之一,也是数据库系统与文件系统的本质区别。在数据库系统中,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,而且存取数据的方式也很灵活,可以存取数据库中的某一个数据项、一组数据项、一个记录或一组记录。而在文件系统中,数据的最小存取单位是记录。

2. 数据共享

由于在数据库技术之前,数据文件都是独立的,所以任何数据文件都必须含有满足某一应用的全部数据。实现了数据的共享后,各个部门的数据基本上没有重复的存储,数据的冗余量较小。数据共享还能够避免数据之间的不相容性与不一致性。

所谓数据的不一致性是指同一数据不同备份的值不一样。采用人工管理或文件系统管理时,由于数据被重复存储,当不同的应用修改不同的备份时就很容易造成数据不一致。

由于数据面向整个系统,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,而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。

3. 数据独立性高

数据独立性是指数据的组织和存储方法与应用程序互不依赖、彼此独立的特性。在数据库技术之前,数据文件的组织方式和应用程序是密切相关的,当改变数据结构时,相应的应用程序往往也需要随之修改,这样就大大增加了应用程序的开发代价和维护代价,而数据库系统是按三级结构来组织数据的,从而保证了较高的数据独立性。

4. 系统存取灵活性强

在数据库系统中,数据存取不仅可以以记录为单位,还可以以数据项为单位,因此数据库中数据存取的方式非常灵活,便于对数据的管理。

5. 数据库管理系统对数据进行统一的管理和控制

数据库的共享是并发的共享,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同一个数据。DBMS 不仅要有最基本的数据管理功能,还要有如下的控制功能:

(1) 数据的完整性

数据的完整性指数据的正确性、有效性和相容性。完整性检查保证数据的正确性,要求数据在一定的取值范围内或相互之间满足一定的关系。

(2) 数据的安全性

数据的安全性是指保证数据让每个用户只能按指定的权限访问,以防止由于不合法的使用,造成数据的破坏和丢失。

(3) 并发控制

当多个用户的并发进程同时存取、修改数据库时,可能会发生相互干扰而得到错误的结果,或使得数据库的完整性遭到破坏,因此,必须对多用户的并发操作加以控制和协调。

(4) 数据库的恢复

当数据库系统出现硬件,软件的故障或遇到误操作时,DBMS 有能力把数据库恢复到最近某个时刻的正确状态上来,这就是数据库的恢复功能。

6. 为用户提供了友好的接口

用户可以使用交互式的命令语言对数据库进行操作,也可以把 SQL 语言嵌入到高级语言(如 C++语言等)中使用,从而把对数据库的访问和对数据的处理有机地结合在一起,使用户可以很方便地对数据进行管理。

1.2 数据库技术的几个概念

首先,我们先来介绍一下数据库技术的几个相关概念。

1.2.1 数据

数据是数据库中存储的基本对象。在计算机领域内,数据这个概念已经不局限于普通意义上的数字了,还包括文字、图形、图像、声音等。凡是计算机中用来描述事物特征的记录,都可以统称为数据。例如,用书号、书名、单价、出版日期、出版社这几个特征来描述图书时(001,数

数据库原理与应用, 25.00, 03/20/2000, 中国铁道出版社), 这一记录就是一个图书的数据, 于是就可以从这一数据的含义得到相关信息。数据要遵循一定的格式, 这些格式的规定就是数据的语法, 而数据的含义就是数据的语义。人们通过解释、推理、归纳、分析和综合等方法, 从数据所获得的有意义的内容称为信息。

1.2.2 数据库

数据库 (database) 有时也简称 DB, 通俗地讲, 可以把数据库比作数据仓库。数据库存储和管理数据并负责向用户提供所需数据, 它将数据按一定的格式存放于计算机存储设备上。所谓数据库是指长期储存在计算机内的、有组织的可共享的数据集合。数据库中的数据按一定的数据模型描述、组织和存储, 具有较小的冗余度、较高的数据独立性和扩展性, 并可为用户共享。数据处理是指将数据库转换成信息的过程。

1.2.3 数据库管理系统

数据库管理系统 (database management system, DBMS), 是专门用于建立和管理数据库的一套软件, 介于应用程序和操作系统之间。它为用户或应用程序提供访问数据库的方法, 包括 DB 的定义、查询、更新和各种数据控制。DBMS 可以分为层次型、网状型、关系型和面向对象型等数据模型。

1.2.4 数据库系统

数据库系统 (database system, DBS), 包括与数据库有关的整个系统, 一般由数据、数据库管理系统、应用程序、数据库管理员和用户等构成。当然, 人们也常把除人以外与数据库有关的硬件和软件系统称为数据库系统。

数据库应用系统是系统开发人员利用数据库系统资源开发的面向某一类实际应用的应用软件。

数据库的设计、建立、管理、维护和协调各用户对数据库的要求等工作只靠一个 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, DBA)。DBA 应该对程序语言和系统软件 (如 OS、DBMS 等) 都比较熟悉, 还要了解各应用部门的所有业务工作。DBA 不一定只是一个人, 尤其在一些大型数据库系统中, 它往往是一个工作小组。

用户是数据库系统的服务对象, 通常, 一个数据库系统有两类用户: 程序员和终端用户。程序员用高级语言和数据库语言编写数据库应用程序, 应用程序根据需要向 DBMS 发出适当的请求, 由 DBMS 对数据库执行相应的操作。终端用户则从联机终端或客户机上, 以交互方式向系统提出各种操作请求, 由 DBMS 响应执行, 访问数据库中的数据。在不引起混淆的情况下, 常常把数据库系统简称为数据库。

1.2.5 数据库技术

数据库技术课程是研究数据库的结构、存储、设计、管理和使用的一门软件课程。

数据库技术是在操作系统的文件系统的基础上发展起来的, 而且 DBMS 本身要在操作系统支持下才能工作。数据库与数据结构之间的联系也很紧密, 数据库技术不仅要涉及数据结构中链表、树、图等知识, 而且还丰富了数据结构的内容。应用程序是使用数据库系统最基本的方式, 因为

系统中大量的应用程序都是用高级语言加上数据库的操作语言联合编制的。离散数学中的集合论、数理逻辑是关系数据库的理论基础,其中很多概念、术语、思想都直接被用到关系数据库中。因此,数据库技术课程是一门综合性较强的课程。

在 DBMS 的支持下,按照应用的要求,为部门组织所设计的结构合理、使用方便、效率较高的数据库应用系统,其中主要采用包括数据库技术、设计工具、数据建模及数据库设计规范标准等技术。

1.3 数据模型相关知识

数据需要人们的认识、理解、整理、规范和加工,然后才能存放到数据库中。一个单位或部门所涉及的数据很多,而且数据之间的联系错综复杂,合理地组织好这些数据,即可方便用户使用。

1.3.1 数据描述的三个阶段

数据从现实生活进入到数据库实际经历了若干个阶段。一般分为三个阶段,即现实世界阶段、信息世界阶段和机器世界阶段,也称为数据的三个范畴。

1. 现实世界

为了把现实世界中的具体事物抽象、组织为某一 DBMS 支持的数据模型,人们常常首先把现实世界抽象为信息世界,然后将信息世界转化为机器世界。也就是说,首先把现实世界中的客观对象抽象为某一种信息结构,这种信息结构并不依赖于具体的计算机系统,不是某一个 DBMS 支持的数据模型,而是概念级的模型;然后再把概念模型转换为计算机上某一 DBMS 支持的数据模型。

现实世界即客观存在的世界。在现实世界中客观存在着各种相互联系的物质,客观世界中的事物都有一些特征,人们正是利用这些特征来区分事物。一个事物可以有许多特征,通常都是选用有意义的和最能表征该事物的若干特征来描述。以图书为例,常选用书号、书名、出版社、出版日期等描述一本书的特征,有了这些特征,就能很容易地把不同的书区分开来。

世界上各种事物虽然千差万别,但它们之间都是相互联系的。如在图书销售系统中,书店与图书之间存在“销售”这种联系。

2. 信息世界

现实世界中的事物及其联系由人们的感官感知,经过大脑的分析、归纳、抽象,形成信息。对这些信息进行记录、整理、归纳和格式化后,它们就构成了信息世界。为了正确、直观地反映客观事物及其联系,有必要对所研究的信息世界建立一个抽象模型,称之为信息模型(或概念模型)。

在信息世界中,数据库技术用到下列一些术语:

(1) 实体:数据是用来描述现实世界中各种各样的事物对象的。这些事物对象的特征是可以相互有区别的,否则它们就会被认为是同一对象。客观存在的、可以相互区别的事物称为实体。实体可以是具体的对象,如一个学生、一本书等;也可以是抽象的事件,如一次借书等。

(2) 属性:实体有很多特性,每一个特性称为属性。每个属性有一个值域,其类型可以是