

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术



Web数据库技术 及应用

李国红 秦鸿霞 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术

Web数据库技术 及应用

李国红 秦鸿霞 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书在介绍数据库基本理论与知识的基础上,详细分析与阐述了利用 HTML 和 ASP 技术开发与管理 Web 数据库的理论与方法,并附有相应的网页代码。全书共分 7 章,第 1 章介绍数据库的基本知识,第 2 章介绍利用 HTML 组织 Web 网页的基本方法,第 3 章和第 4 章阐述利用 ASP、VBScript 和 SQL 等创建与管理 Access 数据库的相关理论与技术,第 5 章分析与论述基于 Web 的学生信息管理功能的设计与实现,第 6 章探讨基于 Web 的读者借阅系统的设计与实现,第 7 章探讨利用 ASP 访问 SQL Server、Visual FoxPro、Excel 等数据库以及在数据库中导入各类数据源的数据的技术与方法。

本书每章均附有适量思考题,可作为高等学校管理类专业学生的数据库教材,也可作为网站开发和程序设计爱好者的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Web 数据库技术及应用/李国红,秦鸿霞编著. —北京:清华大学出版社,2011.9

(21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术)

ISBN 978-7-302-26241-1

I. ①W… II. ①李… ②秦… III. ①互联网络—数据库管理系统—高等学校—教材
IV. ①TP393.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 137754 号

责任编辑:梁 颖 薛 阳

责任校对:梁 毅

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954, jsjtc@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:17 字 数:428 千字

版 次:2011 年 9 月第 1 版 印 次:2011 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:28.00 元

产品编号:042975-01

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学

周立柱 教授
章 征 教授
王建民 教授
冯建华 教授
刘 强 副教授

北京大学

杨冬青 教授
陈 钟 教授
陈立军 副教授

北京航空航天大学

马殿富 教授
吴超英 副教授
姚淑珍 教授

中国人民大学

王 珊 教授
孟小峰 教授
陈 红 教授

北京师范大学

周明全 教授

北京交通大学

阮秋琦 教授
赵 宏 副教授

北京信息工程学院

孟庆昌 教授

北京科技大学

杨炳儒 教授

石油大学

陈 明 教授

天津大学

艾德才 教授

复旦大学

吴立德 教授

吴百锋 教授

杨卫东 副教授

同济大学

苗夺谦 教授

徐 安 教授

华东理工大学

邵志清 教授

华东师范大学

杨宗源 教授

应吉康 教授

东华大学

乐嘉锦 教授

孙 莉 副教授

浙江大学	吴朝晖	教授
	李善平	教授
扬州大学	李 云	教授
南京大学	骆 斌	教授
	黄 强	副教授
南京航空航天大学	黄志球	教授
	秦小麟	教授
南京理工大学	张功萱	教授
南京邮电学院	朱秀昌	教授
苏州大学	王宜怀	教授
	陈建明	副教授
江苏大学	鲍可进	教授
中国矿业大学	张 艳	教授
武汉大学	何炎祥	教授
华中科技大学	刘乐善	教授
中南财经政法大学	刘腾红	教授
华中师范大学	叶俊民	教授
	郑世珏	教授
	陈 利	教授
江汉大学	颜 彬	教授
国防科技大学	赵克佳	教授
	邹北骥	教授
中南大学	刘卫国	教授
湖南大学	林亚平	教授
西安交通大学	沈钧毅	教授
	齐 勇	教授
长安大学	巨永锋	教授
哈尔滨工业大学	郭茂祖	教授
吉林大学	徐一平	教授
	毕 强	教授
山东大学	孟祥旭	教授
	郝兴伟	教授
中山大学	潘小轰	教授
厦门大学	冯少荣	教授
仰恩大学	张思民	教授
云南大学	刘惟一	教授
电子科技大学	刘乃琦	教授
	罗 蕾	教授
成都理工大学	蔡 淮	教授
	于 春	副教授
西南交通大学	曾华荣	教授

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。

(7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

(8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail:weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

网络与数据库的结合使世界的面貌焕然一新。网上售票、网上办公、网上信息查询等实践活动无一不体现出现代信息社会的快速、高效和便捷。多少年前令人向往的工作方式和生活方式,如今已通通变成了神奇的现实。我们坚信,神奇现实之中必定有一股威力无比强大的力量,那就是网络和数据库;神奇现实之中也必定存在着一种前景十分诱人的技术,那就是 Web 数据库技术。

Web 数据库是指基于 B/S(浏览器/服务器)的网络数据库,它是以后台数据库为基础,加上一定的前台程序,通过浏览器完成数据的录入、查询、修改、删除、维护和使用等功能的系统。Web 数据库功能的实现离不开 Web 数据库访问技术,包括 CGI 技术、ODBC 技术、JDBC 技术以及 ASP、JSP、PHP 技术。本书主要对 ASP、ODBC 等技术及其在 Web 数据库中的应用进行系统的分析和探讨。

本书将揭开网络和数据库的神秘面纱,详细解读 Web 数据库技术及其应用。本书将从数据管理技术入手,阐述与分析数据库的基本知识、HTML 信息组织与设计、ASP 与 SQL 操作 Access 数据库基础、ASP 相关对象和组件、学生信息管理功能的设计与实现、读者借阅系统的设计与实现、ASP 访问各类数据库(SQL Server、Visual FoxPro、Excel 等的数据库)。其中,各部分的内容及每个知识点都提供了相关的示例和详细的说明,每个功能的实现都有详细的分析和相应的网页代码,使读者不但能知其然,而且能知其所以然。

本书中的示例都是作者潜心研究的结果,并经过了反复的上机验证。仿照书中所述方法和网页代码就可以开发出任意的基于 Web 的数据库应用系统或 B/S 模式下的信息管理系统。其中,书中部分知识已连续几年作为管理科学与工程专业和技术经济与管理专业研究生“信息资源管理”课程的一部分内容得到试用,收到了非常不错的效果。

本书是在作者多年教学和科研工作的基础上完成的。第 1、2、6 章由郑州大学法学院资料室秦鸿霞老师撰写,第 3、4、5、7 章由郑州大学管理工程系李国红老师撰写。李国红老师是郑州大学的硕士生导师,多年从事数据库和管理信息系统的教学与科研工作,曾编著出版过《管理信息系统设计理论与实务》和《网络环境下的科学交流模式与规律》,发表了不少相关学术论文。秦鸿霞老师是一名资深馆员兼数据库专家,是《面向网络信息:数据库和搜索引擎》的副主编,主要从事读者信息咨询和图书资料管理工作,熟悉读者借阅管理业务及流程,并积累了有关学生和读者管理的丰富经验,发表了大量系统管理方面的学术论文,主持和参与完成了多项相关科研课题。

本书撰写过程中,参考了不少文献资料。尤其是大量的 Internet 文献资料及博友的文章,对本书的撰写提供了极大的帮助,在此对他们表示衷心的感谢。一些同类书籍在网上展示的目录资料对本书的内容编排也有深远的影响,对这些图书的作者如魏善沛、铁军、高晗、王承君等也表示深深的谢意。同时感谢为本书出版倾注了心血和汗水的梁颖编辑和所有相关工作人员。

全书叙述由浅入深,内容详略得当,既突出重点又兼顾知识的系统性,既重视理论阐述又注重功能实现,而且各种网页代码均在计算机上运行通过,每章之后都附有适量思考题。本书可作为高等学校管理类专业学生的数据库教材,也可作为网站开发和程序设计爱好者的参考书。

作 者

2011 年 4 月

目 录

第 1 章 数据库技术概述	1
1.1 数据管理技术与数据库系统	1
1.1.1 数据管理技术	1
1.1.2 数据库和数据库系统	2
1.1.3 数据模型与数据模式	4
1.2 关系数据库	5
1.2.1 关系数据库的基本概念	5
1.2.2 关系数据库设计	6
1.2.3 数据表的基本操作	11
1.2.4 数据库的完整性和安全性	12
1.3 Access 数据库	15
1.3.1 创建数据库与数据表	15
1.3.2 设置数据表的字段属性	17
1.3.3 设置数据表的有效性规则和说明	19
1.3.4 设置表间关系和参照完整性	20
1.4 Web 数据库	22
思考题	24
第 2 章 HTML 信息组织	26
2.1 HTML 的工作原理	26
2.2 编辑 HTML 文件	29
2.2.1 HTML 文件的基本结构	29
2.2.2 编辑网页正文	30
2.3 建立超链接	31
2.4 插入图像和水平线	31
2.5 添加音乐和视频	34
2.6 使用列表	36
2.7 使用表格	38
2.8 使用表单	40
2.9 使用框架	44
思考题	47

第 3 章 ASP 与 SQL 基础	49
3.1 ASP 基础	49
3.1.1 ASP 工作原理	49
3.1.2 配置 ASP 运行环境	51
3.1.3 ASP 程序	52
3.2 VBScript(ASP 的脚本语言)	53
3.2.1 ASP 和脚本语言	53
3.2.2 VBScript 的基本元素	54
3.2.3 流程控制结构	54
3.2.4 过程与函数	63
3.2.5 VBScript 函数	65
3.3 利用 SQL 和 ODBC 数据源操作数据库	67
3.3.1 建立数据库和 ODBC 数据源	67
3.3.2 建立数据表	69
3.3.3 添加记录	70
3.3.4 更新记录	71
3.3.5 查询记录	71
3.3.6 删除记录	72
3.3.7 统计与计算	73
3.3.8 事务处理	73
思考题	74
第 4 章 ASP 相关对象和组件	76
4.1 Request 对象和 Response 对象	76
4.1.1 Response 对象的基础知识及应用	76
4.1.2 Request 对象的基础知识及应用	82
4.2 Server 对象和 Connection 对象	86
4.2.1 Server 对象的基础知识及应用	86
4.2.2 Connection 对象的基础知识及应用	88
4.3 RecordSet 对象	91
4.3.1 RecordSet 对象的基础知识	91
4.3.2 RecordSet 对象的应用举例	95
4.4 Command 对象	98
4.4.1 Command 对象的基础知识	98
4.4.2 Command 对象的应用举例	100
4.5 Application 对象和 Session 对象	102
4.5.1 使用 Application 对象为多个用户共享数据	102
4.5.2 使用 Session 对象为每个用户保存数据	104

4.5.3 Global.asa 文件初始化应用程序	105
4.6 Content Linking 组件	107
4.6.1 Content Linking 组件的基础知识	107
4.6.2 Content Linking 组件的应用举例	108
4.7 Ad Rotator 组件	112
4.8 Content Rotator 组件	114
4.9 Browser Capabilities 组件	116
4.10 Counters 组件	118
4.11 FSO 组件	119
4.12 其他对象和组件	128
思考题	133
第 5 章 学生信息管理的设计	135
5.1 学生信息管理概述	135
5.2 学生记录增加	139
5.2.1 用于增加学生记录的表单	139
5.2.2 增加学生记录的处理	141
5.3 学生记录浏览	144
5.4 分页显示	145
5.5 学生信息查询	147
5.5.1 按学生姓名查询	147
5.5.2 查询结果分页显示	150
5.5.3 按选择的项目查询	153
5.6 修改记录	157
5.6.1 用于修改学生信息的查询表单	157
5.6.2 学生信息的编辑表单	159
5.6.3 学生信息的修改处理	161
5.6.4 学生信息查询表单界面的刷新	163
5.7 学生信息删除	165
5.8 查看源代码	166
5.9 学生信息管理界面	168
思考题	169
第 6 章 读者借阅系统的设计与实现	171
6.1 读者借阅系统概述	171
6.2 读者管理	172
6.2.1 建立读者借阅数据库与读者数据表	172
6.2.2 增加读者	172
6.2.3 读者信息浏览	178

6.2.4	查询与修改读者信息	183
6.2.5	删除读者信息	193
6.3	图书管理	196
6.3.1	建立图书数据表	196
6.3.2	图书信息查询与管理	197
6.3.3	添加图书信息	199
6.3.4	修改图书信息	202
6.3.5	图书记录删除	206
6.3.6	图书信息的分类汇总、统计与计算	207
6.4	借阅管理	213
6.4.1	创建借阅表	213
6.4.2	借书信息管理	214
6.4.3	还书信息管理	218
6.4.4	综合查询	220
6.5	功能集成	224
6.6	用户登录	226
6.6.1	用户登录概述	226
6.6.2	用户登录表单	227
6.6.3	用户登录处理	228
	思考题	230
第 7 章	ASP 访问各类数据库	231
7.1	访问 SQL Server 数据库	231
7.1.1	SQL Server 数据库的建立与连接	231
7.1.2	SQL Server 数据库及数据库表的操作	235
7.2	访问 VFP 数据库	239
7.2.1	VFP 数据库的建立与连接	239
7.2.2	VFP 数据库及数据库表的操作	241
7.3	访问 Excel 数据库	244
7.3.1	Excel 数据库的建立与连接	244
7.3.2	Excel 数据库与数据库表的操作	246
7.4	导入各类数据源的数据	250
7.4.1	Access 数据导入 Excel 工作表	250
7.4.2	相关数据源导入 Excel 和 Access 数据库	252
	思考题	255
	参考文献	257

第 1 章

数据库技术概述

1.1 数据管理技术与数据库系统

1.1.1 数据管理技术

数据库技术源于对数据的管理技术。数据管理就是指人们对数据进行收集、组织、存储、定位、加工、传播和利用等的一系列活动,它是数据处理的中心问题。数据管理技术大致经历了人工管理、文件系统、数据库管理系统三个发展阶段。

20 世纪 50 年代中期以前,计算机主要用于科学计算,用户需要针对不同的求解问题,编制不同的应用程序,并提供各自所需数据,程序和数据是一个不可分割的整体。这一时期,程序的数据不能单独保存,也不能被别的程序所共享,数据完全由用户负责管理,这就是数据的人工管理阶段。

20 世纪 50 年代后期至 60 年代中期,出现了以操作系统为核心的系统软件,操作系统提供了文件系统的管理功能。在文件系统中,数据以文件形式组织和保存,不同内容、不同结构和不同用途的数据分别保存在不同的文件中。所谓文件,就是以具体的名称保存在一定存储介质上的一组具有相同结构的记录的集合,而相同结构的记录是指各条记录都具有相同的相关数据项,且相同的数据项具有相同的数据类型、宽度、取值范围等。文件系统提供了文件的建立、打开、读/写和关闭等操作或功能,用户可通过文件系统提供的操作命令建立和使用相应的数据文件,而不必关心数据的物理存储的具体实现细节,数据可以与处理它的程序相分离而单独存在。文件系统的缺点表现在独立文件中的数据往往只表示客观世界中单一事物的相关数据,没有提供数据的查询和修改功能,不能反映各种相关事物之间的联系,容易导致数据的冗余和不一致性。

20 世纪 60 年代后期,出现了数据库管理系统(Data Base Management System, DBMS)。DBMS 是一种大型的数据处理软件,支持对大量或超大量数据的存储、管理和控制,为用户或应用程序提供了良好的数据库语言。数据库语言包括数据定义语言和数据操纵语言,数据定义语言用于定义数据模式、建立新的数据库,而数据操纵语言用于实现数据的查询、插入、删除和修改等功能。数据库是为了满足某些应用的需要,而在计算机系统中建立起来的相互关联的数据的集合,这些数据按照一定的数据模型组织与存储,并能为所有的应用业务所共享。DBMS 使数据真正独立于应用程序,把数据作为一种共享资源为各种

应用系统提供服务,从而将数据管理水平提高到一个崭新的高度。DBMS 是当前数据管理的主要形式。

数据库技术是 20 世纪 60 年代末发展起来的一项重要技术,它的出现使数据的处理进入一个崭新的时代。60 年代末出现了被称为第一代数据库的层次数据库和网状数据库,70 年代则出现了被誉为第二代数据库的关系数据库。自 70 年代提出关系数据库模型和关系数据库后,数据库技术便得到了蓬勃发展。同时由于关系数据库结构简单且易于在计算机上实现,已逐渐淘汰第一代数据库,成为当今最流行的商用数据库系统。

我国的数据库技术起步较晚,从 20 世纪 70 年代后期才开始引进数据库系统,但发展十分迅速,特别是 dBaseⅢ、FoxBASE+、FoxPro 等关系数据库在我国最为流行,应用最广。80 年代以来,特别是 90 年代以来,数据库技术的研究如火如荼,涌现出了许多不同类型的新型数据库系统,例如面向对象的数据库、分布式数据库、多媒体数据库、工程数据库、并行数据库、Web 数据库等。数据库技术被认为是计算机信息处理以及管理信息系统的核心技术。

1.1.2 数据库和数据库系统

1. 数据库的概念

数据库是为满足某一组织中许多用户的不同应用的需要,而在计算机系统中建立起来的相互关联的数据的集合,这些数据按照一定的数据模型组织、描述与存储,具有较小的冗余度、较高的数据独立性和可扩展性,并能为各用户或所有的应用业务所共享。这里的组织是指一个独立存在的单位,可以是学校、公司、银行、工厂、部门或机关等;数据的集合是指组织运行的各种相关数据,如订单数据、库存数据、经营决策数据、计划数据、生产数据、销售数据、成本核算数据等,这些数据的集合以相应的名称进行分类组织和存储,就构成该组织的一个庞大的数据库。

因此,也可以认为,数据库是指长期存储在计算机硬件平台上的有组织的、可共享的相关数据集合。

2. 数据库系统的组成

数据库系统是指一个完整的、能为用户提供信息服务的系统,由计算机系统和计算机网络、数据库和数据库管理系统、数据库应用软件系统、数据库开发管理人员和用户四大部分组成。

1) 计算机系统和计算机网络

数据库是针对各种应用需要而在计算机系统中建立起来的相关数据的集合,数据的组织、查询和管理都离不开计算机系统的支持,加之现代数据库系统要实现网络环境下的远程数据共享、传递和利用,计算机网络也成为现代数据库系统的必备要素。计算机系统和计算机网络中相关的硬件设施和系统软件,构成了数据库系统的基本的物质基础。

2) 数据库和数据库管理系统

数据库是指长期存储在计算机硬件平台上的有组织的、可共享的相关数据集合,对这些数据的定义、操纵和管理,是靠数据库管理系统(DBMS)实现的。

DBMS 是数据库建立、使用、维护和配置的软件系统,是一种由专业计算机公司提供的、介于数据库与用户应用系统之间的、通用的管理软件,是数据库系统的核心。市场上流

行的 DBMS 包括 Oracle、Sybase、SQL Server、Informix、Access、Visual FoxPro 等。

DBMS 通常由三部分组成,即数据描述语言 DDL(Data Description Language)、数据操纵语言 DML(Data Manipulation Language)、数据库管理例程序。DDL 是提供给数据库管理员和应用程序员使用的,如 SQL 语言的 create、alter、drop 等语句,用于对数据库中的数据对象进行定义和管理,包括建立数据库、定义或修改数据模式(模式或全局逻辑数据结构、子模式或局部逻辑数据结构、存储模式或物理存储结构)、定义数据保密码以及有关安全性、完整性的规定。DML 也称为数据子语言 DSL,是提供给用户或应用程序员使用的,如 SQL 语言的 insert、delete、update、select 等语句,用于完成对数据库中数据的插入、删除、修改或查询等操作。数据库管理例程序随系统而异,一般包括系统运行控制程序、语言翻译处理程序及 DBMS 的公用程序。其中,系统运行控制程序包括系统控制、数据存取、并发控制、数据更新、合法性检验、完整性控制、通信控制等的程序;语言翻译处理程序包括 DDL 翻译、DML 处理、终端查询语言解释、数据库控制语言解释等的程序;公用程序包括定义公用程序(模式定义、子模式定义、保密定义、信息格式定义等的公用程序)和维护公用程序(如数据库重构、故障恢复、统计分析、信息格式维护、日志管理、转存编辑打印等的公用程序)。

由此可见,DBMS 主要实现数据库定义功能、数据操纵功能、数据库运行管理功能、数据库的建立和维护功能。一般来说,大型 DBMS 功能较强较全,小型 DBMS 功能较弱。

3) 数据库应用软件系统

数据库应用软件系统是一种基于数据库的应用软件系统,它是针对广大用户的某种特殊应用需要,利用某种 DBMS 建立和开发的数据库应用软件,如读者借阅系统、学生信息系统等。

4) 数据库开发管理人员和用户

数据库应用系统开发人员是对数据库应用系统进行设计与开发的高级专业软件人员,包括系统分析员、系统程序员,系统分析员负责系统的需求分析和规范说明,而系统程序员负责设计系统程序和编码。

数据库管理员(即 DBA)是专业的数据库设计与维护人员,其职责是负责全面管理和控制数据库系统,具体包括定义和存储数据库数据、定义数据的安全性要求和完整性约束条件、监督和控制数据库的使用和运行、数据库的维护和系统性能的改进。

数据库用户则是指通过计算机终端查询和使用数据库中的数据的人,其职责就是在规定的权限内安全地使用系统的数据资源,并允许向 DBA 提出改进和完善数据库系统的合理化建议,通过使用系统更好地发挥数据库的作用。

3. 数据库系统的特点

(1) 数据结构化。数据库系统实现整体数据的结构化,这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。

(2) 数据的共享性高,冗余度低,易扩充。数据库的数据不再面向某个应用而是面向整个系统,因此可以被多个用户、多个应用以多种不同的编程语言共享使用。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。

(3) 数据独立性高。数据独立性包括数据的物理独立性和数据的逻辑独立性。DBMS 的模式结构和二级映像功能使得内模式改变时概念模式不变,概念模式改变时外模式不变,

保证了数据库中的数据具有很高的物理独立性和逻辑独立性。

(4) 数据由 DBMS 统一管理和控制。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。为此,DBMS 必须提供统一的数据控制功能,包括数据的安全性保护、数据的完整性检查、并发控制和数据库恢复。

1.1.3 数据模型与数据模式

1. 数据模型

数据模型是描述现实世界中客观对象及其相互联系的工具,是一组严格定义的概念的集合。它强调数据库的框架、数据结构的格式,但不关心具体对象的数据。

数据模型由数据结构、数据操作和数据的完整性约束规则三部分组成,这三个组成部分称为数据模型的三要素。数据结构主要描述系统中客观对象的数据组织形式(如各对象的数据项组成、数据类型、关键字等)及数据之间的相互联系,是对系统静态特性的描述;数据操作描述对各种对象的实例允许进行的操作(数据的查询、插入、删除、修改等)及有关的操作规则,是对系统动态特性的描述;完整性约束规则主要描述数据及其联系应满足的约束条件和依存规则。

针对不同的数据对象和应用目的,将数据模型分为概念(数据)模型、逻辑(数据)模型和物理(数据)模型三类。概念模型描述一个单位的概念化结构,将现实世界抽象为信息世界,如实体-联系模型(E-R 模型)、面向对象模型(OO 模型)等,这类模型与 DBMS 无关,不依赖于具体的计算机系统,仅用于数据库的设计。逻辑模型反映数据的逻辑结构,包括字段、记录、文件等,如关系数据模型、层次数据模型、网状数据模型,这类模型与 DBMS 有关,通常需要严格的形式化定义,以便在计算机上实现。物理模型反映数据的存储结构,包括存储介质的物理块、指针、索引等,它不仅与 DBMS 有关,而且与计算机系统的硬件和操作系统有关。

2. 数据模式

数据模式是指以选定的某种数据模型为工具,对一个具体系统被处理的具体数据进行描述,反映了一个系统内各种事务的结构、属性、联系和约束。数据模式的取值称为实例,反映数据库在特定时刻的状态。

数据模式按层次级别划分为内模式、概念模式和外模式,称为三级数据模式结构。数据库中描述数据物理结构的为内模式(或存储模式),描述全局逻辑数据结构的为概念模式(或模式),描述局部逻辑数据结构的为外模式(或子模式)。内模式是用物理数据模型对数据进行的描述,规定了数据项、记录、数据集、指引元、索引和存取路径等一切数据的物理组织,以及记录的位置、虚拟数据、块的大小与溢出区等,一个数据库只有一个内模式。概念模式是数据库中全部数据的逻辑表示和特性描述,是数据库的框架和结构,主要定义记录、数据项、数据完整性约束及记录之间的联系,整个数据库只有一个概念模式。外模式是用逻辑数据模型对用户用到的那部分数据进行的描述,是数据库用户看到的数据视图,用户的不同应用需求对应有不同的外模式,每个外模式中的记录型都是概念模式中的记录型的子集。这三种数据模式均由 DBMS 实现。

DBMS 提供了这三级数据模式结构的二级映像功能,保证了程序与数据的独立性。首