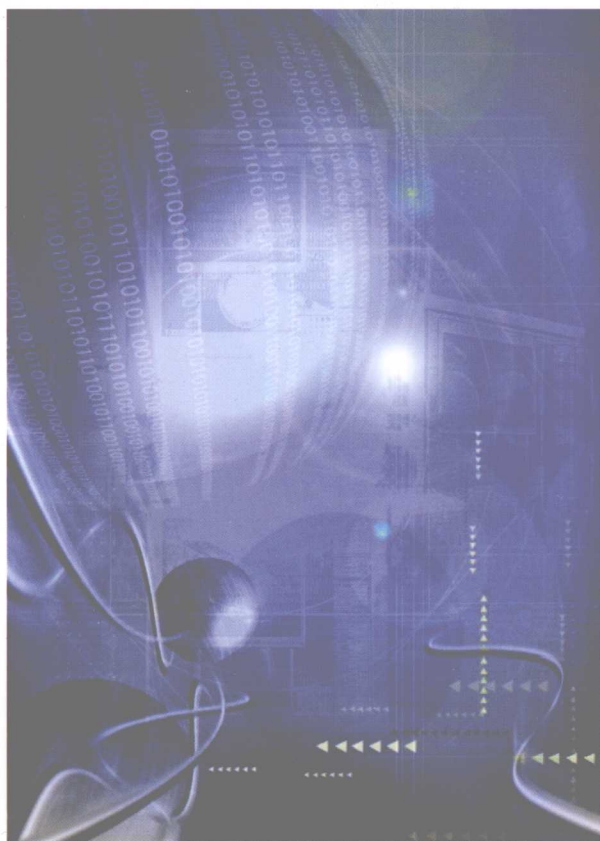


Access 数据库应用 基础教程 (第二版)

- ◆ 数据库系统概论
- ◆ SQL 语言
- ◆ Access 2003 环境
- ◆ Access 数据库的创建与使用
- ◆ 表的创建与使用
- ◆ 查询的使用
- ◆ 窗体和报表的设计
- ◆ 数据访问页的创建与使用
- ◆ 宏、模块与 VBA
- ◆ 数据库管理与安全



梁 灿 施兴家 编著



清华大学出版社

内容简介

高等学校计算机应用规划教材

Access 数据库应用基础教程 (第二版)

梁 灿 施兴家 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

Microsoft Access 是目前最流行的 Windows 数据库开发工具之一。本书详细介绍了 Access 2003 数据库应用各方面的知识。全书共分 13 章, 主要内容包括数据库系统概论, SQL 语言, Access 2003 环境, Access 数据库的创建与使用, 表、查询、窗体、报表、数据访问页与宏的设计与使用, 模块与 VBA 的使用, 数据库管理与安全等知识。本书在最后一章用一个完整的实例详细讲解了如何使用 Access 开发数据库应用程序。每章最后均配有思考练习题。

本书结构清晰、内容翔实, 既可以作为高等院校的教材用书, 也可作为数据库管理系统开发人员和数据库爱好者学习的参考书。

本书对应的电子教案和实例源文件可以到 <http://www.tupwk.com.cn/downpage/index.asp> 网站下载。

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

Access 数据库应用基础教程(第二版)/梁灿, 施兴家 编著. —北京: 清华大学出版社, 2008.10
(高等学校计算机应用规划教材)

ISBN 978-7-302-18559-8

I. A… II. ①梁…②施… III. 关系数据库—数据库管理系统, Access—高等学校—教材 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 140969 号

责任编辑: 胡辰浩(huchenhao@263.net) 袁建华

装帧设计: 孔祥丰

责任校对: 成凤进

责任印制: 何 芊

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: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

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

印 刷 者: 清华大学印刷厂

装 订 者: 三河市李旗庄少明装订厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 20.25 字 数: 468 千字

版 次: 2008 年 10 月第 2 版 印 次: 2008 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 1~5000

定 价: 30.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题, 请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770177 转 3103 产品编号: 028632-01

前 言

Access 关系型数据库管理系统是 Microsoft 公司的 Office 办公自动化软件的一个组成部分。它可以有效地组织、管理和共享数据库的信息,并将数据库信息与 Web 结合在一起,为通过 Internet 共享数据库信息提供了基础平台。

Access 2003 与其他 Office 组件,如 Word、Excel 等,在许多特性上保持一致,可以方便地在 Office 组件之间交换数据,使用户更容易操作。本书全面介绍了 Access 2003 关系型数据库的各项功能、操作方法和开发信息系统的技术。

本书共分 13 章,第 1 章为数据库系统概论,主要介绍一些数据库原理的知识;第 2 章介绍结构化查询语言 SQL;第 3 章介绍了 Access 2003 的环境;第 4 章介绍了 Access 数据库的创建和使用;第 5 章介绍表的创建与使用;第 6 章介绍了查询的创建与使用;第 7 章介绍了窗体的设计方法;第 8 章介绍了报表的知识;第 9 章介绍了如何制作数据访问页;第 10 章介绍了宏的知识;第 11 章介绍模块、VBA 编程的基础知识、DAO 和 ADO 对象模型的使用;第 12 章介绍了数据库管理与安全的知识;第 13 章通过一个完整的实例演示了如何利用 Access 2003 来开发数据库应用系统。

本书结构清晰、内容翔实,既可以作为高等院校的教材用书,也可以作为各类高职高专院校或者培训院校的教材,另外,也可作为数据库管理系统开发人员和数据库爱好者学习的参考书。

本书虽已是第二版,书中仍难免有错误与不足之处,恳请专家和广大读者批评指正。在编写本书的过程中参考了相关文献,在此向这些文献的作者深表感谢。

本书是多人智慧的集成,除封面署名的作者外,参与整理资料 and 制作的人员还有丁琳、张程、王有材、石志明、王玲、罗美云、吴萍、石耀东、林运涛、赵鹏、丁乐、赵传同、毛传明、吴勇、秦吉、张秀云、杜百贵、贺桂仙和王娟等。如果您在学习中发现任何问题,或者有更好的建议欢迎致函, E-mail: huchenhao@263.net, 电话 010-62796045。

作 者
2008 年 7 月

目

录

第1章 数据库系统概论	1
1.1 数据处理	1
1.1.1 信息与数据	1
1.1.2 数据处理	2
1.2 数据库历史与基本概念	2
1.2.1 数据库系统的发展史	2
1.2.2 数据库	3
1.2.3 数据库管理系统(DBMS)	4
1.2.4 数据库系统	5
1.2.5 数据库应用系统	7
1.3 数据库体系和模型	7
1.3.1 数据库系统的体系结构	7
1.3.2 概念模型	9
1.3.3 常用的数据模型	11
1.4 关系数据库	12
1.4.1 关系模型中的基本术语	13
1.4.2 关系的性质	14
1.4.3 关系数据库中表之间的 关系	14
1.4.4 关系模型的完整性约束	14
1.5 关系代数	15
1.5.1 传统的集合运算	16
1.5.2 专门的关系运算	18
1.6 规范化理论	20
1.6.1 模式规范化的必要性	20
1.6.2 规范化理论的基本概念	21
1.7 数据库设计	23
1.7.1 数据库设计的定义	23
1.7.2 数据库设计的特点	23
1.7.3 数据库设计方法	24
1.7.4 数据库设计的步骤	25

1.8 本章小结	25
1.9 思考和练习	26
第2章 SQL 语言	27
2.1 SQL 语言概述	27
2.2 SQL 数据定义功能	28
2.2.1 数据类型	28
2.2.2 建立表	29
2.2.3 修改表	30
2.2.4 删除表	31
2.3 SQL 数据查询功能	31
2.3.1 单表查询	31
2.3.2 使用合计函数	35
2.3.3 连接查询	36
2.3.4 子查询	36
2.4 SQL 数据操纵功能	38
2.4.1 INSERT 命令	38
2.4.2 UPDATE 命令	39
2.4.3 DELETE 命令	40
2.5 本章小结	40
2.6 思考和练习	40
第3章 走进 Access 2003	43
3.1 启动和关闭 Access 2003	43
3.1.1 启动 Access 2003	43
3.1.2 关闭 Access 2003	44
3.2 Access 2003 的基本工作界面	44
3.2.1 “开始工作”页面	44
3.2.2 菜单栏	45
3.2.3 工具栏	45
3.2.4 Access 的功能选项设置	46
3.3 Access 2003 数据库的对象	51
3.3.1 表对象	51

3.3.2 查询对象	51	5.4.4 改变数据记录的显示方式	90
3.3.3 窗体对象	52	5.4.5 改变列的顺序	93
3.3.4 报表对象	52	5.4.6 查找和替换数据	93
3.3.5 数据访问页对象	53	5.5 数据的排序与筛选	94
3.3.6 宏对象	53	5.5.1 简单排序	94
3.3.7 模块对象	53	5.5.2 高级排序	95
3.4 本章小结	54	5.5.3 数据的筛选	96
3.5 思考和练习	54	5.6 表的关系	98
第4章 创建和使用数据库	55	5.6.1 关系	98
4.1 Access 数据库	55	5.6.2 建立关系	99
4.1.1 Access 数据库结构	55	5.6.3 关系选项	101
4.1.2 Access 数据库文件	55	5.6.4 编辑、删除和查看关系	101
4.2 创建 Access 数据库	56	5.7 本章小结	103
4.2.1 直接创建数据库	56	5.8 思考和练习	103
4.2.2 从模板创建数据库	57	第6章 查询	105
4.2.3 转换数据库	62	6.1 查询概述	105
4.3 数据库操作	63	6.1.1 查询与表的区别	105
4.3.1 打开与关闭数据库	63	6.1.2 查询的类型	105
4.3.2 压缩和修复数据库	65	6.2 创建查询	107
4.3.3 改进数据库性能	66	6.2.1 创建选择查询	107
4.4 查看数据库对象的相关性	66	6.2.2 创建交叉表查询	115
4.5 本章小结	68	6.2.3 创建参数查询	119
4.6 思考和练习	68	6.2.4 创建操作查询	121
第5章 表	69	6.2.5 创建 SQL 查询	128
5.1 表的结构	69	6.3 查询条件	129
5.2 创建表	69	6.3.1 设置查询条件	129
5.2.1 使用设计器创建表	69	6.3.2 用逻辑运算符组合条件	129
5.2.2 使用其他方法创建表	78	6.3.3 用关系运算符组合条件	130
5.3 添加数据与编辑数据	83	6.3.4 用 BETWEEN 组合条件	131
5.3.1 添加数据记录	83	6.3.5 用 IN 组合条件	131
5.3.2 查看与编辑数据记录	84	6.3.6 用 LIKE 组合条件	131
5.4 与数据表有关的操作	89	6.4 查询中的计算	132
5.4.1 复制表	89	6.4.1 预定义计算	132
5.4.2 删除表	89	6.4.2 自定义计算	133
5.4.3 重命名表	90	6.5 本章小结	134
		6.6 思考和练习	134

第7章 窗体	135
7.1 窗体概述.....	135
7.1.1 窗体的功能.....	135
7.1.2 窗体的类型.....	135
7.1.3 窗体的组成.....	136
7.2 创建窗体.....	137
7.2.1 使用自动窗体创建窗体.....	137
7.2.2 使用向导创建窗体.....	142
7.2.3 使用设计视图创建窗体.....	143
7.2.4 使用图表向导创建窗体.....	146
7.2.5 窗体的属性.....	148
7.3 控件.....	150
7.3.1 使用控件.....	151
7.3.2 编辑控件.....	153
7.4 子窗体.....	154
7.4.1 子窗体概述.....	154
7.4.2 创建子窗体.....	155
7.5 切换面板窗体.....	159
7.5.1 创建切换面板窗体.....	159
7.5.2 修改切换面板窗体.....	162
7.5.3 设置启动窗体.....	162
7.6 弹出式窗体和自定义对话框.....	163
7.7 筛选记录.....	163
7.7.1 按选定内容筛选.....	163
7.7.2 按窗体筛选.....	164
7.7.3 输入筛选目标.....	164
7.7.4 高级筛选/排序.....	164
7.8 本章小结.....	164
7.9 思考和练习.....	165
第8章 报表	167
8.1 报表概述.....	167
8.1.1 报表和窗体.....	167
8.1.2 报表的视图.....	167
8.1.3 报表的节.....	167
8.1.4 报表设计区.....	168
8.1.5 报表的分类.....	170

8.2 创建报表.....	171
8.2.1 使用报表向导创建报表.....	171
8.2.2 使用报表设计视图创建报表.....	182
8.2.3 报表的常用操作.....	182
8.3 创建子报表.....	187
8.3.1 子报表的定义和作用.....	187
8.3.2 创建子报表.....	188
8.4 高级报表.....	190
8.4.1 多列报表.....	190
8.4.2 交叉报表.....	190
8.5 本章小结.....	191
8.6 思考和练习.....	191
第9章 页	193
9.1 页的概述.....	193
9.1.1 什么是页.....	193
9.1.2 页的存储方式.....	193
9.1.3 页的调用方式.....	193
9.1.4 页的组成.....	194
9.1.5 页的视图.....	195
9.2 创建页.....	195
9.2.1 在当前数据库中创建页.....	196
9.2.2 创建独立的页.....	200
9.3 页的设计和使用.....	200
9.3.1 页的工具箱.....	200
9.3.2 设置属性.....	201
9.3.3 数据大纲.....	202
9.3.4 页的应用主题.....	202
9.3.5 展开控件.....	203
9.3.6 记录导航控件.....	204
9.3.7 页的使用.....	205
9.4 本章小结.....	205
9.5 思考和练习.....	206
第10章 宏	207
10.1 宏概述.....	207
10.1.1 什么是宏.....	207
10.1.2 宏的设计视图.....	207

10.1.3	宏的类型	208	11.6	模块、过程和函数	254
10.2	创建和使用宏	209	11.6.1	模块	254
10.2.1	创建宏	209	11.6.2	过程与函数	256
10.2.2	测试与运行宏	215	11.6.3	参数传递	259
10.2.3	编辑宏	217	11.6.4	变量的作用域和生存期	260
10.2.4	常用的宏命令	217	11.7	VBA 常用内部函数	261
10.3	宏实例	219	11.8	面向对象的程序设计实例	262
10.3.1	指定键值	219	11.8.1	设计具有登录功能的窗体	262
10.3.2	将宏对象转换为 Visual Basic 代码	219	11.8.2	录入考试分数	264
10.3.3	判断空报表	220	11.9	VBA 数据库编程	266
10.3.4	检索数据	221	11.9.1	数据库引擎及其接口	266
10.4	本章小结	223	11.9.2	VBA 访问数据库的类型	266
10.5	思考和练习	224	11.9.3	DAO	266
第 11 章	模块与 VBA	225	11.9.4	ADO	272
11.1	VBA 概述	225	11.10	VBA 代码的保护	278
11.1.1	什么是 VBA	225	11.10.1	设置密码保护 Visual Basic 代码	278
11.1.2	宏和 VBA	225	11.10.2	生成 MDE 文件	279
11.1.3	由宏至 VBA	225	11.11	本章小结	281
11.2	VBA 编程的概念和步骤	226	11.12	思考和练习	281
11.2.1	对象、属性、方法和事件	226	第 12 章	数据库管理与安全	283
11.2.2	VBA 编程的步骤	231	12.1	数据库的压缩与备份	283
11.3	VBA 编程环境	233	12.1.1	数据库的压缩与恢复	283
11.3.1	进入 VBE	233	12.1.2	备份和恢复数据库	284
11.3.2	VBE 界面	233	12.2	使用用户级安全机制	286
11.3.3	程序的调试	236	12.2.1	Access 数据库中的权限类型	286
11.4	VBA 程序设计基础	240	12.2.2	新建 Microsoft Access 工作组信息文件	287
11.4.1	数据类型	240	12.2.3	Access 的账号管理	288
11.4.2	常量、变量和数组	242	12.2.4	通过向导建立用户组安全机制	289
11.4.3	运算符和表达式	244	12.2.5	修改和删除工作组信息	292
11.4.4	VBA 常用语句	246	12.3	其他保护数据库的措施	294
11.5	程序流程控制	249			
11.5.1	选择结构	249			
11.5.2	循环结构	251			
11.5.3	Exit 语句	253			

12.3.1 加密/解密数据库	294	13.2 系统实现	301
12.3.2 使用启动选项	295	13.2.1 创建数据库	302
12.3.3 为数据库设置密码	295	13.2.2 创建数据表	302
12.3.4 分发安全应用程序	296	13.2.3 创建查询	303
12.4 本章小结	297	13.2.4 创建窗体	304
12.5 思考和练习	297	13.2.5 创建报表	308
第 13 章 产品与订单管理系统	299	13.2.6 创建切换面板	310
13.1 设计分析	299	13.2.7 设置数据库启动选项	311
13.1.1 数据分析	299	参考文献	313
13.1.2 系统分析	300		

第1章 数据库系统概论

计算机作为信息处理工具，它的应用已经渗透到人类社会的各个领域，最主要的三大应用领域是科学计算、过程控制和数据处理，其中数据处理约占 70% 的比重。

数据处理的中心问题是数据管理，即对数据的分类、组织、编码、存储、检索和维护。在计算机系统中，数据管理通过数据库管理系统完成。数据库技术是一门综合学科，它的不断发展使得人们可以科学地组织存储数据、高效地获取和处理数据。

1.1 数据处理

人们在现实中进行的各种活动，都会产生相应的信息，例如，生产塑料餐具的工厂，其用于生产的原材料的名称、库存量、单价、产地；生产出来的产品的名称、数量、单价；该工厂中职工的职称、编号、薪水、奖金等，所有以上这些都是信息，这些信息代表了所属实体的特定属性或状态，当把这些信息以文字记录下来便是数据，因此可以说，数据就是信息的载体。本节主要介绍信息、数据和数据处理的概念。

1.1.1 信息与数据

信息与数据是两个密切相关的概念，信息是各种数据所包括的意义，数据则是负载信息的物理符号。例如，某个人的年龄，某个考生的考试成绩，某年的国民总收入等，这些都是信息。如果将这些信息用文字或其他符号记录下来，则这些文字或符号就是数据。同一数据在不同的场合具有完全不同的意义，例如，37 这个数，即可以表示一个人的年龄，也可以表示水的温度，或者表示某个考生的某科目的考试成绩。在许多场合下，对信息和数据的概念并不做严格的区分，可互换使用，例如，通常所说的“信息处理”和“数据处理”，这两个概念意义是相同的。

在信息社会，信息已成为人类社会活动的一种重要资源，与能源、物质并称为人类社会活动的 3 大要素。一般来说，信息具有如下特征：

- 信息可以被感知，不同的信息源有不同的感知方式。
- 信息的获取和传递不仅需要载体，而且还消耗能量。
- 信息可以通过载体进行存储、压缩、加工、传递、共享、扩散、再生和增值等。

在计算机内部，所有的数据均采用 0 和 1 进行编码。在数据库技术中，数据的含义很广泛，除了数字之外，文字、图形、图像、声音、视频等也视为数据，它们分别表示不同类型的信息。

另外，同一种信息可以用多种不同的数据形式进行表达，而信息的意义不随数据的表

现形式的改变而改变,例如,要表示某年中各月份的平均降水量,可以通过绘制曲线图表示,也可以通过绘制柱状图表示,还可以通过表格数据进行表示,无论使用何种方式来表示,丝毫不会改变信息的含义。

1.1.2 数据处理

数据处理是指对各种形式的数据进行收集、存储、加工和传播的一系列活动的总和。

进行数据处理的目的是有两个,一是从大量的、原始的数据中抽取、推导出对人们有价值的信息,以作为行动和决策的依据;二是为了借助计算机科学地保存和管理复杂的、大量的数据,以便人们能够方便而充分地利用这些宝贵的资源。

1.2 数据库历史与基本概念

数据库技术随着计算机硬件和软件的发展而不断发展。本节先介绍数据库系统的发展史,然后介绍与数据库有关的一些基本概念。

1.2.1 数据库系统的发展史

从最早的商用计算机起,数据处理就一直推动着计算机的发展。事实上,数据处理自动化早于计算机出现。Hollerith 发明的穿孔卡片,早在 20 世纪初就用来记录美国的人口普查数据,用机械系统来处理这些卡片并列结果。穿孔卡片后来被广泛作为将数据输入计算机的一种手段。

按照年代来划分,数据库系统的发展主要包括以下几个阶段。

1. 20 世纪 50 年代至 60 年代早期

20 世纪 50 年代至 60 年代早期,磁带被用于数据存储。诸如工资单这样的数据处理已经自动化了,并且把数据存储到磁带上。数据处理包括从一个或多个磁盘上读取数据,并将数据写回到新的磁带上。数据也可以由一叠穿孔卡片输入,而输出到打印机上。例如,工资增长的处理是通过将增长表示到穿孔卡片上,在读入一叠穿孔卡片的同时要配有保存主要工资细节的磁带。工资的增加额将被加入到从主磁带读出的工资中,并被写到新的磁带上,新磁带将成为新的主磁带。

磁带(和卡片)都只能顺序读取,并且数据可以比内存大得多,因此,数据处理程序被迫用一种特定的顺序对来自磁带和卡片的数据进行读取和合并处理。

2. 20 世纪 60 年代末至 20 世纪 70 年代

20 世纪 60 年代末硬盘的广泛使用极大地改变了数据处理的情况,因为硬盘可以直接对数据进行访问。磁盘上数据的位置是无意义的,因为磁盘上的任何位置都可在几十毫秒内访问到,数据由此摆脱了顺序的限制。有了磁盘,就可以创建网状数据库和层次数据库,它们

可以具有保存在磁盘上的如表和树等数据结构。程序员也可以创建和操作这些数据结构。由 Codd 写的一篇具有里程碑意义的论文,定义了关系模型和在关系模型中用非过程化的方法来查询数据,关系数据库由此诞生了。关系模型的简单性和能够对程序员隐藏所有细节的能力具有真正的诱惑力。

3. 20 世纪 80 年代

尽管关系模型在学术上很受重视,但是最初并没有实际的应用,因为它在性能上的不足,关系型数据库在性能上还不能和当时已有的网状和层次数据库相提并论。这种情况直到 System R 的出现才得以改变,IBM 研究院的一个突破性项目开发了一种能够构造高效的关系型数据库系统的技术。Astrahan 和 Chamberlin 等人提供了关于 System R 的很好的综述。完全功能的 System R 原型诞生了 IBM 的第一个关系数据库产品 SQL/DS。最初的商用关系数据库系统,例如 IBM 的 DB2、Oracle、Ingres 和 DEC 的 Rdb,在推动有效的处理陈述式查询技术上起到了主要作用。到了 20 世纪 80 年代早期,关系数据库已经可以在性能上和网状、层次数据库进行竞争了。关系数据库是如此简单易用,以至于最后它完全取代了网状和层次数据库。因为程序员在使用后者时,必须处理许多底层的实现问题,并且不得不将要做的查询任务编码成过程化的形式。更重要的是,在设计应用程序时还要时时考虑效率问题,而这需要付出很大的努力。相反,在关系数据库中,几乎所有的底层工作都由数据库自动来完成,使得程序员可以只考虑逻辑层的工作。因为在 20 世纪 80 年代已经取得了优势,关系模型在数据模型中具有最高的统治地位。

另外,在 20 世纪 80 年代人们还对并行和分布式数据库进行了很多研究,同样在面向对象数据库方面也有初步的工作。

4. 20 世纪 90 年代初

SQL 语言主要是为了决策支持应用设计的,重在查询;而 20 世纪 80 年代主要的数据库是处理事务的应用,重在更新。决策支持和查询再度成为数据库的一个主要应用领域。分析大量数据的工具有了很大的发展。

在这个时期许多数据库厂商推出了并行数据库产品。数据库厂商还开始在他们的数据库中加对象-关系的支持。

5. 20 世纪 90 年代末至今

随着互联网的兴起和发展,数据库比以前有了更加广泛的应用。现在数据库系统必须支持很高的事物处理速度,而且还要很高的可靠性和 24×7 的可用性(一天 24 小时,一周 7 天都可用,也就是没有进行维护的停机时间)。数据库系统还必须支持网络接口。

1.2.2 数据库

数据库(Database, DB)是长期存储在计算机内的、有组织的、可共享的、统一管理的相关数据的集合。按照字面的理解,数据库就是存放数据的仓库。

例如,很多学校常常把本学校学生的基本情况,如学号、姓名、出生年月、性别、籍

贯、班级、院系等信息存放在表中,这张表就可以看成是一个数据库。可以根据需要随时在数据库中查询某个学生的基本情况,或是查询某个院系的所有学生等。当然,也可以将各种信息进行分类,将它们分别放在不同的表中,所有这些表也可视为一个数据库,这些表既可以相关也可以无关。总之,数据库是组织数据的一种手段,数据库中可以仅含一张数据表,也可包含多张数据表;数据表之间既可以相关,也可以无关。

1.2.3 数据库管理系统(DBMS)

数据库管理系统(Database Management System, DBMS)是位于用户和数据库之间的一个数据管理软件,它的主要任务是对数据库的建立、运用和维护进行统一管理、统一控制,即用户不能直接接触数据库,而只能通过 DBMS 来操纵数据库。

1. DBMS 的功能

通常情况下, DBMS 提供了以下几个方面的功能。

- 数据库定义功能: DBMS 提供相应数据定义语言定义数据库结构,刻画数据库的框架,并被保存在数据字典中。数据字典是 DBMS 存取和管理数据的基本依据。
- 数据存取功能: DBMS 提供数据操纵语言实现对数据库数据的检索、插入、修改和删除等基本存取操作。
- 数据库运行管理功能: DBMS 提供数据控制功能,即数据的安全性、完整性和并发控制等,对数据库运行进行有效的控制和管理,以确保数据库数据正确有效和数据库系统的有效运行。
- 数据库的建立和维护功能: 包括数据库初始数据的装入,数据库的转储、恢复、重组,系统性能监视、分析等功能。这些功能大都由 DBMS 的实用程序来完成。
- 数据通信功能: DBMS 提供处理数据的传输,实现用户程序与 DBMS 之间的通信,这通常与操作系统协调完成。

2. DBMS 的组成

DBMS 大多是由许多系统程序所组成的一个集合。每个程序都有各自的功能,一个或几个程序一起协调完成 DBMS 的一件或几件工作任务。各种 DBMS 的组成因系统而异,一般来说,它由以下几个部分组成。

- 语言编译处理程序: 语言编译处理程序主要包括数据描述语言翻译程序、数据操作语言处理程序、终端命令解释程序、数据库控制命令解释程序等。
- 系统运行控制程序: 主要包括系统总控程序、存取控制程序、并发控制程序、完整性控制程序、保密性控制程序、数据存取和更新程序和通信控制程序等。
- 系统建立、维护程序: 主要包括数据装入程序、数据库重组程序、数据库系统恢复程序和性能监督程序等。
- 数据字典: 数据字典通常是一系列表,它存储着数据库中有关信息的当前描述。它能帮助用户、数据库管理员和数据库管理系统本身使用和管理数据库。

1.2.4 数据库系统

数据库系统是计算机化的记录保持系统, 本节将介绍数据库系统的组成及其特点。

1. 数据库系统的组成

数据库系统的目的是存储和产生所需要的有用信息。这些有用的信息可以是使用该系统的个人或组织的有意义的任何事情, 是对某个人或组织辅助决策过程中不可少的事情。通常, 一个数据库系统要包括以下4个主要部分: 数据、用户、硬件和软件。

(1) 数据

数据是数据库系统的工作对象。为了区别输入、输出或中间数据, 常把数据库数据称为存储数据、工作数据或操作数据。它们是某特定应用环境中进行管理和决策所必需的信息。特定的应用环境, 可以指一个公司、一个银行、一所医院和一个学校等, 在这些应用环境中, 各种不同的应用可通过访问其数据库获得必要的信息, 以辅助进行决策, 决策完成后, 再将决策结果存储在数据库中。

数据库中的存储数据是“集成的”和“共享的”。“集成”是指把某特定应用环境中的各种应用关联的数据及其数据间的联系全部集中地按照一定的结构形式进行存储, 也就是把数据库看成若干个性质的数据文件的联合和统一的数据整体, 并且在文件之间局部或全部消除了冗余, 这使得数据库系统具有整体数据结构化和数据冗余小的特点; “共享”是指数据库中的一块块数据可为多个不同的用户所共享, 即多个不同的用户, 使用多种不同的语言, 为了不同的应用目的, 而同时存取数据库, 甚至同时存取同一数据块。共享实际上是基于数据库的集成。

(2) 用户

用户是指存储、维护和检索数据库中数据的人员。数据库系统中主要有3类用户: 终端用户、应用程序员和数据库管理员。

- 终端用户: 也称为最终用户, 是指从计算机联机终端存储数据库的人员, 也可以成为联机用户。这类用户使用数据库系统提供的终端命令语言、表格语言或菜单驱动等交互式对话方式来存取数据库中的数据。终端用户一般是不精通计算机和程序设计的各级管理人员、工程技术人员和各类科研人员。
- 应用程序员: 也称为系统开发员, 是指负责设计和编制应用程序的人员。这类用户通过设计和编写“使用及维护”数据库的应用程序来存取和维护数据库。这类用户通常使用 Access、SQL Server 或 Oracle 等数据库语言来设计和编写应用程序, 以对数据库进行存取操作。
- 数据库管理员(DBA): 是指全面负责数据库系统的“管理、维护和正常使用的”人员, 可以是一个人或一组人。特别对于大型数据库系统, DBA 极为重要, 通常设置有 DBA 办公室, 应用程序员是 DBA 手下的工作人员。DBA 不仅要具有较高的技术专长, 而且还要具备较深的资历, 并具有了解和阐明管理要求的能力。DBA 的主要职责包括参与数据库设计的全过程; 与用户、应用程序员、系统分析员紧密结合, 设计数据库的结构和内容; 决定数据库的存储和存取策略, 使数据的存储空间

间利用率和存取效率均较优;定义数据的安全性和完整性;监督控制数据库的使用和运行,及时处理运行程序中出现的问題;改进和重新构建数据库系统等。

(3) 硬件

硬件是指存储数据库和运行数据库管理系统 DBMS 的硬件资源,包括物理存储数据库的磁盘、磁鼓、磁带或其他外存储器及其附属设备、控制器、I/O 通道、内存、CPU 及其他外部设备等。

(4) 软件

软件是指负责数据库存取、维护和管理的软件系统,通常叫做数据库管理系统(DBMS)。数据库系统的各类用户对数据库的各种操作请求,都是由 DBMS 来完成的,它是数据库系统的核心软件。DBMS 提供一种超出硬件层之上的对数据库管理的功能,使数据库用户不受硬件层细节的影响。DBMS 是在操作系统支持下工作的。

2. 数据库系统的特点

数据库系统具有以下几个特点。

(1) 数据低冗余、共享性高

数据不再是面向某个应用程序而是面向整个系统。当前所有用户可同时存取库中的数据,从而减少了数据冗余,节约存储空间,同时也避免了数据之间的不相容性和不一致性。

(2) 数据独立性提高

数据的独立性包括逻辑独立性和物理独立性。

- 数据的逻辑独立性是指当数据的总体逻辑结构改变时,数据的局部逻辑结构不变,由于应用程序是依据数据的局部逻辑结构编写的,所以,应用程序可不必修改,从而保证了数据与程序间的逻辑独立性。例如,在原有的记录类型之间增加新的联系,或在某些记录类型中增加新的数据项时,均可确保数据的逻辑独立性。
- 数据的物理独立性是指当数据的存储结构改变时,数据的逻辑结构不变,从而应用程序也不必改变。例如,改变存储设备和增加新的存储设备,或改变数据的存储组织方式,均可确保数据的物理独立性。

(3) 有统一的数据控制功能

数据库可以被多个用户所共享,当多个用户同时存取数据库中的数据时,为保证数据库中数据的正确性和有效性,数据库系统提供了以下 4 个方面的数据控制功能。

- 数据的安全性(security)控制:可防止不合法使用数据造成数据的泄漏和破坏,保证数据的安全和机密。例如,系统提供口令检查或其他手段来验证用户身份,以防止非法用户使用系统;也可以对数据的存取权限进行限制,只有通过检查后才能执行相应的操作。
- 数据完整性(integrity)控制:系统通过设置一些完整性规则以确保数据的正确性、有效性和相容性。正确性是指数据的合法性,如年龄数据整型数据,只能包含 0~9,不能包含字母或特殊符号;有效性是指数据是否在其定义的有效范围内,如月份只能用 1~12 之间的数字来表示;相容性是指表示同一事实的两个数据应相同,否则

就不相容,例如,一个人的性别不能既是男又是女。

- 并发(concurrency)控制:多用户同时存取或修改数据库时,防止相互干扰而提供给用户不正确的数据,并使数据库受到破坏。
- 数据恢复(recovery):当数据库被破坏或数据不可靠时,系统有能力将数据库从错误状态恢复到最近某一时刻的正确状态。

1.2.5 数据库应用系统

数据库应用系统(Database Application System, DBAS),是指在 DBMS 的基础上,针对一个实际问题开发出来的面向用户的系统。

1.3 数据库体系和模型

从数据库管理系统的角度看,数据库系统通常采用三级模式结构,这是数据库系统内部的体系结构;从数据库最终用户的角度看,数据库系统的结构分为集中式结构、文件服务器结构和客户/服务器结构,这是数据库系统外部的体系结构。

计算机不能直接处理现实世界中的具体事物,因此,必须将具体事物转换成计算机能够处理的数据,即首先要将现实世界的事物及其联系抽象成信息世界的概念模型,然后再抽象成计算机世界的数据库模型。

本节将分别详细介绍数据库系统的体系结构和模型。

1.3.1 数据库系统的体系结构

前面曾提到过,数据库系统的体系结构可分为内部体系结构和外部体系结构。

1. 内部体系结构

根据美国国家标准学会和标准规划与需求委员会(ANSI/SPARC)提出的建议,数据库系统的内部体系结构是三级模式结构,分别为模式、外模式和内模式。

如图 1-1 所示的是数据库系统的三级模式结构。

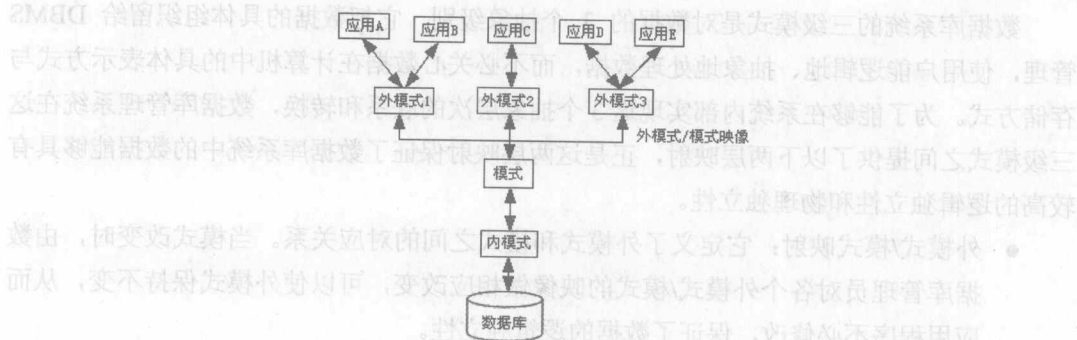


图 1-1 数据库系统的三级模式结构

各级模式的介绍如下。

(1) 模式

模式也称为概念模式,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。它是数据库系统模式结构的中间层,既不涉及数据的物理存储细节和硬件环境,也与具体的应用程序、所使用的应用开发工具及高级程序设计语言无关。

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。数据库模式以某一种数据模型为基础,统一综合地考虑了所有用户的需求,并将这些需求有机地结合成一个逻辑整体。定义模式时不仅要定义数据的逻辑结构,例如,数据记录由哪些数据项构成,数据项的名字、类型、取值范围等,而且要定义数据之间的联系,定义与数据有关的安全性、完整性要求。DBSM 提供模式描述语言来严格地定义模式。

(2) 外模式

外模式也称子模式或用户模式,它是数据库用户(包括应用程序员和最终用户)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。由于它是各个用户的数据视图,如果不同的用户在不同应用需求、看待数据的方式、对数据保密的要求等方面存在差异,则其外模式描述就是不同的。即使对模式中同一数据,在外模式中的结构、类型、长度、保密级别等都可以不同。另一方面,同一外模式也可以为某一用户的多个应用系统所使用,但一个应用程序只能使用一个外模式。

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。它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,记录的存储方式是堆存储,还是按照某个属性值的升(降)序存储,还是按照属性值聚簇存储;索引按照什么方式组织,是 B+ 树索引还是 hash 索引;数据是否压缩存储,是否加密;数据的存储记录结构有何规定,如定长结构或变长结构,一个记录不能跨物理页存储;等等。DBSM 提供内模式描述语言来严格地定义内模式。

数据库系统的三级模式是对数据的 3 个抽象级别,它把数据的具体组织留给 DBMS 管理,使用户能逻辑地、抽象地处理数据,而不必关心数据在计算机中的具体表示方式与存储方式。为了能够在系统内部实现这 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以下两层映射,正是这两层映射保证了数据库系统中的数据能够具有较高的逻辑独立性和物理独立性。

- 外模式/模式映射:它定义了外模式和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/模式的映像做相应改变,可以使外模式保持不变,从而应用程序不必修改,保证了数据的逻辑独立性。
- 模式/内模式映射:模式/内模式映像是唯一的,它定义了数据全局逻辑结构和存储