

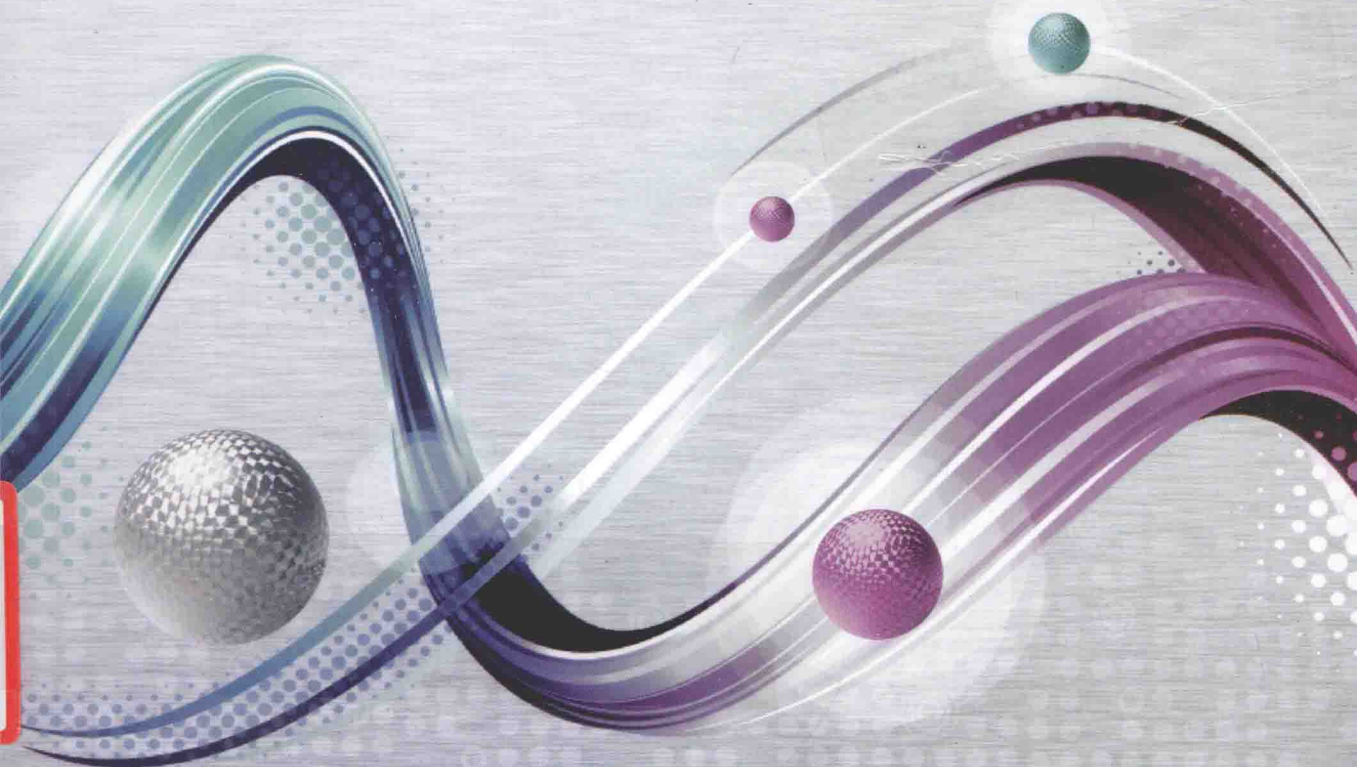


高等学校电子信息类“十三五”规划教材（非计算机类）

数据库技术与应用教程

——数据库基础、Access与Visual BASIC开发应用

主编 赵元哲
参编 宋 力 雷金燕 蔺文超



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校电子信息类“十三五”规划教材(非计算机类)

数据库技术与应用教程

——数据库基础、Access 与 Visual BASIC 开发应用

主编 赵元哲

参编 宋 力 雷金燕 蔺文超

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书包括三部分内容：数据库技术、Access 数据库及其应用和基于 Visual BASIC 的数据库应用软件开发。其中第一部分包括：数据库基础、数据库设计的生命周期、基本 SQL 查询语言、新型数据库系统和数据库应用软件的开发方法；第二部分包括：Access 数据库基础、表单的创建和编辑、窗体的创建和设计、查询的设置和操作、报表的创建和设计、Access 图表、宏的创建及应用和 Access 的编程工具 VBA；第三部分包括：可视化编程工具 Visual BASIC 基本概念、Visual BASIC 数据库开发基础、数据控件和数据感知控件、数据库访问技术和应用实例。

全书内容丰富、实用性强，可作为高等院校非计算机专业有关数据库课程的教材，也可作为工程技术人员学习数据库的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

数据库技术与应用教程：数据库基础、Access 与
Visual BASIC 开发应用/赵元哲主编. —西安：西安
电子科技大学出版社，2016.8
高等学校电子信息类“十三五”规划教材
ISBN 978-7-5606-4141-6

I. ① 数… II. ① 赵… III. ① 数据库系统—高等学校
—教材 IV. ① TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 179028 号

策划编辑 胡华霖

责任编辑 李惠萍 朱敬敬

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2016年8月第1版 2016年8月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 22.5

字 数 534千字

印 数 1~3000册

定 价 40.00元

ISBN 978-7-5606-4141-6/TP

XDUP 4433001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

前 言

本书是在作者近二十年教学讲义的基础上,结合教学改革和应用实践编写而成的。读者通过本书的学习,可为将来使用数据库及从事数据库应用软件开发奠定基础。

数据库技术是现代信息社会的关键技术和重要基础。从 20 世纪 60 年代末到现在,数据库技术有了很大发展,在经历了第一代的层次数据库、网状数据库及第二代的关系数据库系统的发展之后,以面向对象数据库为代表的第三代数据库系统其数据模型表现更丰富,管理功能更强大。当前,数据库技术与网络技术、人工智能、多媒体技术等学科技术彼此渗透结合,不断拓展数据库研究和应用领域,形成了比较完整的理论体系和众多有应用前景的商品化系统。新型数据库系统如多媒体数据库、分布式数据库、演绎数据库、工程数据库、数据仓库等不断出现,成为计算机软件科学领域的一个重要分支。

自 20 世纪 80 年代以来,在大量应用型数据库系统中,关系数据库一直是发展的主流,许多新推出的数据库管理系统产品都是关系型的。关系型数据库在计算机数据管理的发展史上是一个重要的里程碑,这种数据库具有数据结构化、冗余度低、程序与数据独立性较高、易于扩充、易于编写应用程序等优点。许多较大的信息系统都是建立在结构化数据库基础之上的。本书从数据、数据库、数据库管理、数据库系统模型等基本知识入手,介绍数据库开发工具的学习与使用,使学生了解数据库技术的发展、相关概念与基本技术,掌握中小型的关系型数据库管理系统——Access 2013,能够应用面向对象的可视化编程工具——Visual BASIC。

作者经过多年课程教学的探索与项目开发工作的实践,逐步形成了“数据库技术与应用”课程的教学模式,即理论(数据库技术)、实践(Access 数据库及其应用)、提高(Visual BASIC 数据库系统的开发与应用)、应用(应用实例)。这种模式对于非计算机专业的学生具有较好的应用效果,本书就是在此基础上,根据作者使用的讲义改写而成的。全书包括三部分内容:数据库技术、Access 数据库及其应用和基于 Visual BASIC 的数据库应用软件开发。其中第一部分包括:数据库基础、数据库设计的生命周期、基本 SQL 查询语言、新型数据库系统和数据库应用软件的开发方法;第二部分包括:Access 数据库基础、表单的创建和编辑、窗体的创建和设计、查询的设置和操作、报表的创建和设计、Access 图表、宏的创建及应用和 Access 的编程工具 VBA;第三部分包括:可视化编程工具 Visual BASIC 基本概念、Visual BASIC 数据库开发基础、数据控件和数据感知控件、数据库访问技术和应用实例。

在编写本书的过程中，得到了许多人的帮助，西北工业大学蒋泽军教授审读了部分内容并给出了建设性的修改意见，西安电子科技大学的苏向阳老师审读了部分内容并进行了认真修改，还有许多老师与我们讨论并共享了教学经验，在此一并向他们表示感谢。

我们曾试图努力反映数据库技术的发展历程，反映数据库新技术，以保证课程教学的先进性和实用性，但由于数据库技术本身发展变化较快，加之我们水平有限，难免有疏漏之处，尚望各位读者赐教指正！

编 者

2016 年 6 月

目 录

第1章 数据库基础	1	2.5 物理结构设计	47
1.1 信息、数据与数据处理	1	2.6 数据库实施与维护	49
1.1.1 信息与数据	1	思考与练习题	50
1.1.2 数据处理	2	第3章 基本SQL查询语言	51
1.2 数据库概述	2	3.1 SQL语言概述	51
1.2.1 数据库的定义	2	3.2 数据定义语言	52
1.2.2 数据库的特征	3	3.2.1 定义数据库	52
1.2.3 数据库组织的概念	4	3.2.2 修改数据库	54
1.2.4 数据管理技术发展的历史	5	3.3 SQL查询	55
1.3 数据库系统	7	3.3.1 简单查询	56
1.3.1 数据库系统的组成	8	3.3.2 连接查询	57
1.3.2 数据库系统的特点	8	3.3.3 嵌套查询	58
1.3.3 数据库系统的模式结构	9	3.3.4 使用库函数查询	59
1.3.4 数据库系统的体系结构	10	3.3.5 集合运算	62
1.3.5 数据库应用系统	12	3.3.6 SELECT小结	62
1.4 数据库管理系统	13	3.4 数据操纵	63
1.4.1 DBMS的结构及组成	13	3.4.1 数据插入	63
1.4.2 DBMS的功能	14	3.4.2 数据更新	64
1.4.3 DBMS的优缺点	14	3.4.3 数据删除	64
1.4.4 几种常用的数据库管理系统	15	3.5 SQL数据控制	65
1.5 数据库系统的数据模型	18	3.5.1 授权	65
1.5.1 层次数据库模型	19	3.5.2 回收权限	65
1.5.2 网状数据库模型	20	思考与练习题	66
1.5.3 关系数据库模型	21	第4章 新型数据库系统	67
1.5.4 E-R模型	23	4.1 数据库技术发展综述	67
1.5.5 面向对象数据库模型	24	4.1.1 数据库技术面临的挑战	67
1.6 数据库保护	25	4.1.2 数据库技术的研究方向	68
1.6.1 数据库恢复	26	4.2 面向对象数据库系统	70
1.6.2 并发控制	27	4.2.1 对象的概念	71
1.6.3 安全性保护	29	4.2.2 类的概念	72
1.6.4 完整性保护	29	4.2.3 属性的概念	72
思考与练习题	30	4.2.4 事件与方法的概念	73
第2章 数据库设计的生命周期	32	4.3 分布式数据库系统	73
2.1 数据库设计概述	32	4.3.1 分布式数据库体系结构	74
2.2 需求分析	35	4.3.2 分布式数据库的主要内容研究	77
2.3 概念结构设计	37	4.4 多媒体数据库	79
2.4 逻辑结构设计	43	4.4.1 多媒体数据管理的基本要求	79

4.4.2 多媒体数据库的功能与结构	80	6.3 数据库的设计和创建	108
4.5 专家系统	81	6.3.1 数据库设计准则	109
4.5.1 专家系统的基本概念	81	6.3.2 数据库设计步骤	110
4.5.2 专家系统的组成	82	6.3.3 创建空 Access 数据库	110
4.5.3 专家系统与传统程序的区别	83	6.3.4 利用模板创建一个新数据库	111
4.6 实时数据库	84	6.4 数据处理	112
4.6.1 RTDBMS 的功能特性	84	6.4.1 导入数据	112
4.6.2 RTDBMS 的主要技术	85	6.4.2 链入数据	115
4.6.3 RTDBMS 执行模型	87	6.4.3 数据的导出与转换	116
4.6.4 实现 RTDBMS 的关键问题	87	6.5 Access 项目 (ADP)	118
思考与练习题	88	思考与练习题	119
第 5 章 数据库应用软件的开发方法	89	第 7 章 表单的创建和编辑	120
5.1 开发思路和概念	89	7.1 创建表	120
5.1.1 数据库应用软件开发中的主要问题	89	7.1.1 通过模板创建表	120
5.1.2 开发策略、条件和方法	89	7.1.2 使用表设计器创建表	120
5.1.3 数据库应用软件开发原则和准则	90	7.1.3 通过输入数据建立表	122
5.1.4 数据字典	91	7.2 设定表之间的关系	122
5.2 设计过程	91	7.2.1 表的索引	123
5.2.1 任务描述	91	7.2.2 表的主关键字	125
5.2.2 制定工作计划	92	7.2.3 理解表和字段的属性	126
5.2.3 设置“里程碑”和时间期限	93	7.2.4 创建和查看表间关系	128
5.2.4 组建设计小组和分配任务	93	7.3 表的编辑	131
5.2.5 设计成功的数据库系统所具备的特点	94	7.3.1 插入字段	131
5.3 软件工程分步设计法	97	7.3.2 删除字段	131
5.4 快速原型法	100	7.3.3 复制和重命名字段	132
5.5 直接设计法	102	7.3.4 移动字段	132
思考与练习题	102	7.3.5 删除记录	132
第 6 章 Access 数据库基础	103	7.3.6 排列数据	132
6.1 Access 2013 的界面描述	104	7.3.7 查找数据	133
6.2 Access 2013 的内部结构	105	7.3.8 筛选数据	134
6.2.1 表	105	思考与练习题	136
6.2.2 查询	106	第 8 章 窗体的创建和设计	137
6.2.3 报表	107	8.1 理解窗体	137
6.2.4 窗体	107	8.2 窗体设计	138
6.2.5 宏	108	8.2.1 创建空白窗体	139
6.2.6 模块	108	8.2.2 利用窗体向导创建窗体	140
6.2.7 Web 页	108	8.2.3 使用“窗体向导”同步两个窗体	142
		8.3 自定义创建窗体	143
		8.3.1 添加组合框	143
		8.3.2 添加单选按钮	146

8.3.3 添加用户交互式控件	147	11.3 修改图表	189
8.4 创建子窗体	148	思考与练习题	194
8.5 在窗体中添加对象和特殊效果	151	第 12 章 宏的创建及应用	195
思考与练习题	153	12.1 宏的概念	195
第 9 章 查询的设置和操作	154	12.2 创建与编辑宏	195
9.1 理解查询	154	12.3 条件宏	197
9.2 使用查询向导	156	12.4 宏支持的基本操作	198
9.2.1 使用向导创建查询	156	12.5 宏对象的其他应用	204
9.2.2 使用查询设计创建查询	156	思考与练习题	208
9.3 设置查询	157	第 13 章 Access 的编程工具 VBA	209
9.3.1 查询设计器的相关操作	157	13.1 VBA 程序设计基础	210
9.3.2 查询及字段的属性设置	160	13.1.1 VBA 编程环境	210
9.3.3 设置查询准则	161	13.1.2 对象、属性、方法、事件	210
9.4 操作查询	164	13.1.3 数据类型	212
9.4.1 删除查询	164	13.1.4 常量、变量与数组	213
9.4.2 更新查询	164	13.2 模块	216
9.4.3 追加查询	165	13.2.1 类模块和标准模块	216
9.4.4 生成表查询	166	13.2.2 创建模块	218
9.4.5 交叉分析表查询	166	13.3 函数与子过程	221
9.4.6 使用 SQL 语句创建查询	168	13.3.1 函数与子过程的定义	221
思考与练习题	169	13.3.2 创建子程序和函数	222
第 10 章 报表的创建和设计	170	13.3.3 事件过程与函数的调用	223
10.1 理解报表	170	13.4 VBA 编程事件	224
10.2 报表设计	171	13.4.1 事件的类型	224
10.2.1 报表设计工具	171	13.4.2 事件的触发顺序	225
10.2.2 创建报表	173	思考与练习题	227
10.2.3 创建空白报表	174	第 14 章 可视化编程工具 Visual BASIC 基本概念	228
10.2.4 使用向导创建报表	176	14.1 概述	228
10.2.5 创建分组报表	177	14.2 集成开发环境(IDE)的元素	229
10.2.6 创建邮件选项卡	178	14.2.1 标题栏	229
10.3 编辑报表	180	14.2.2 菜单栏	230
10.3.1 修改报表设计	180	14.2.3 工具栏	233
10.3.2 给报表分页	181	14.2.4 工具箱	234
10.3.3 在报表中添加特殊控件	182	14.2.5 工程管理器窗口	235
10.3.4 折叠栏报表	183	14.2.6 属性窗口	236
10.3.5 创建子报表	184	14.2.7 对象浏览器窗口	236
思考与练习题	186	14.2.8 窗体设计器窗口	237
第 11 章 Access 图表	187	14.2.9 代码编辑器窗口	238
11.1 Access 图表	187	14.2.10 窗体布局窗口	238
11.2 使用向导创建 Access 图表	188		

14.2.11 立即、本地和监视窗口	238	16.3.4 DataMember 属性	295
14.3 基本概念和操作	239	16.4 Adodc 控件	296
14.3.1 程序设计方法的发展	239	16.4.1 Adodc 控件的功能	296
14.3.2 Visual BASIC 中对象的概念	240	16.4.2 Adodc 控件的使用方法	296
14.3.3 控件的画法和基本操作	243	思考与练习题	301
14.3.4 窗体及其使用	254	第 17 章 数据库访问技术	302
14.3.5 VB 编程的基本步骤	260	17.1 DAO 技术	303
思考与练习题	266	17.1.1 DAO 访问 Access 数据库介绍	303
第 15 章 Visual BASIC 数据库开发基础	267	17.1.2 DAO 操作和连接数据库	304
15.1 配置数据源实例	267	17.2 ADO 技术	306
15.1.1 ODBC 数据源介绍	267	17.2.1 ADO 简介	306
15.1.2 Access 数据源的配置	268	17.2.2 ADO 连接数据库	308
15.1.3 SQL Server 数据源的配置	270	17.3 RDO 技术	310
15.2 可视化数据管理器	273	17.3.1 RDO 介绍	310
15.3 建立网络数据库	275	17.3.2 RDO 对象的创建和连接数据库	311
15.3.1 在 SQL Server 2000 中直接 建立数据库	275	17.3.3 建立 RDO 连接过程中的几个 比较重要的问题	314
15.3.2 在 SQL Server 2000 中导入 其他类型的数据库	278	思考与练习题	318
思考与练习题	282	第 18 章 应用实例	319
第 16 章 数据控件和数据感知控件	283	18.1 学生信息报表的制作	319
16.1 控件的种类	283	18.1.1 创建 Access 数据库	320
16.2 数据控件的使用	284	18.1.2 创建 ODBC 数据源	320
16.2.1 Data 控件功能介绍	284	18.1.3 设计数据环境	321
16.2.2 使用 Data 控件建立数据库 应用程序	285	18.1.4 设计数据报表	323
16.2.3 Data 控件的属性、方法和事件	289	18.2 文件管理系统的开发	326
16.2.4 Data 控件的使用方法	293	18.2.1 系统需求分析	326
16.3 数据感知控件	294	18.2.2 数据库结构设计及数据词典	328
16.3.1 DataSource 属性	294	18.2.3 数据流程分析	329
16.3.2 DataField 属性	295	18.2.4 系统总体设计	330
16.3.3 DataFormat 属性	295	18.2.5 程序设计	331
		思考与练习题	351

第1章 数据库基础

随着计算机技术的蓬勃发展,计算机应用从科学计算、过程控制进入到数据处理等多个阶段,使计算机从少数科学家手中的专用设备,成为人们日常工作中处理数据的得力助手和有力工具。

1.1 信息、数据与数据处理

在信息社会中,信息是一种资源,其重要性可以与物质和能量相提并论。按信息论的观点,任何社会实践活动都可以抽象为人流、物流、财流、能源流和信息流这五种流运动,其中起主导和支配作用的是信息流,它调节和控制着其他各流的数量、方向、速度和目标,从而使社会实践活动更具有目的性和规律性。信息是维持生产活动、经济活动和社会活动必不可少的资源。因此,信息是有价值的,信息成为构成客观世界的三大要素(信息、能源和材料)之一。人们为了获取有价值的信息并用于决策,就需要对信息进行处理和管理。

人们把用计算机对信息进行处理的应用系统称为计算机信息系统。信息系统的核心是数据库,是一个由人、计算机等组成的能进行信息的收集、传递、储存、加工、维护、分析、计划、控制、决策和使用的系统。

1.1.1 信息与数据

在数据处理这一领域中,我们常常遇到的基本概念是数据(data)和信息(information),信息与数据是两个不同的术语,它们之间存在一定的差别。

1. 信息

信息是现实世界在人脑中的抽象反映,是通过人的感官感知出来并经过人脑的加工而形成的反映现实世界中事物的概念。这里所说的“事物”不仅是那些看得见、摸得着的物体,而且也包括那些不可触及的抽象概念,如产量、质量、速度等,因此信息可以看作是现实世界的真实反映。信息不仅为人们所认识和理解,而且能够把它作为知识来进行推理、加工和传播,从而达到认识世界、改造世界的目的。

在用计算机处理信息的时候,要将信息转化为计算机可以识别的符号,也就是数据。数据是表示信息的一种手段。比如对一本书的认识,信息可以在计算机中表示为标题、作者、内容提要、目录、价格、出版社和全文等符号化的数据。事物—信息—数据,实际上贯穿了三个世界,即现实世界—信息世界—计算机世界。

信息具有如下重要特征:

- (1) 信息的传递需要物质载体,信息的获取和传递要消耗能量。
- (2) 信息是可以感知的。
- (3) 信息是可以存储、压缩、加工、传递、共享、扩散、再生和增值的。

2. 数据

人们在日常生活中接触到大量数据,如银行账目数据、学校的教学管理数据、企业的生产管理和产品销售数据等。这些数据都是人们生活中所离不开的,是人类社会中一种极其重要的资源。然而这些数据之所以有价值,就是因为这些数据是表现信息、载荷信息的物理符号。可用多种不同形式的数据来表示同样的信息,信息不随它的数据形式不同而改变。数据的表现形式多种多样,不仅有我们熟知的文字,还有图形、图像、声音、视频等形式。对数据进行综合推导,得出新的数据,这些新的数据则表示了新的信息。

数据与信息是密切相关的。信息是向人们(或机器)提供关于现实世界有关事物的知识,数据则是信息的符号化表示,二者是不可分离而又有一定区别的概念。

1.1.2 数据处理

围绕信息所做的系统化的操作,称为信息处理。一般地说,信息处理就是指信息的收集、加工、归并、分类、计算、汇编、编辑、存储和传播等一系列活动的总称。因为信息是用数据表示的,所以对信息的处理又具体地体现在对数据的处理上。通过对原始数据的处理,产生新的数据,作为结果。这一处理包括对数据的收集、记录、分类、排序、存储、计算、加工、传输、制表和递交等。经过处理的数据是精炼的数据,是能够反映事物或现象的本质特征及其内在联系的数据。

数据处理的历史可以追溯到远古时代。原始人类的结绳记数、累石记数便是数据处理的雏形。随着社会生产和文明的日益发展,信息的概念趋于复杂和深化,信息已经支配着人类的整个社会活动,所以有人把现代社会称为信息社会。研究信息的形态、传输、处理和存储理论的信息科学也就应运而生,数据处理得到了相应的发展。就整个数据处理的发展过程来看,大致可以分成三个阶段,即数据的手工处理阶段、数据的机械处理阶段和电子数据处理阶段。

目前,在整个计算机应用领域中,数据处理是最庞大、最活跃的领域。计算机工业历史说明,计算机在科学计算领域中诞生,却在数据处理领域中得到了更广泛的应用。一般认为,现在的信息系统中存在着数据管理和数据处理。数据库技术主要是解决数据管理问题,但从广义的角度看,它是数据处理的核心部分,数据库管理系统的最新成果反映了数据处理技术的最新水平。

1.2 数据库概述

1.2.1 数据库的定义

在我们的日常生活中,有各种各样的库,例如书库、粮库、汽车配件库等。这些库都具有这样几个特点:仓库由一到多个库房组成,可以存放现实世界中一定的东西,这些东西有条

理、有组织、合理地存放在仓库中某个库房的货位或货架上,且这些东西由仓库管理人员进行管理,有一套管理体制,即系统。

顾名思义,数据库就是存储数据的“仓库”,但它和书库、粮库、汽车配件库有所不同。首先,数据不是存放在容器或空间中,而是存放在计算机的外存储器(如磁盘)上,并且是有组织地存放的。数据的管理和利用是通过计算机的数据管理软件——数据库管理系统来完成的。“数据库”、“数据库管理系统”和“数据库系统”是三个不同的概念,有时人们会把这三个概念都称为“数据库”,这是不合适的。严格地讲,数据库是按一定组织规则存放在计算机内的可共享的大量数据的集合。

在不同的时期,“数据库”具有各种不同的含义,如:

(1) 数据库可以是一个数据集合体。它常常是一个大型的信息集合,一般存储在计算机或其他电子设备上,并由这些设备来索引。

(2) 数据库可以是存储、检索、操作数据的软件(有时也可以是硬件)。

(3) 数据库可以是数据、软件、处理给定问题的专用码和过程的联合体。对于一个诊所来说,数据库可以包括:患者病历(数据),数据库管理软件(如 Access、DB2、Oracle 等),用于提供操作、管理的专用设计、报告和过程等。

因此,我们现在讲的数据库,通常不单是指存有数据的计算机外存,而是指存放在外存上的数据集合以及管理它们的计算机软、硬件的总和,通常称为数据库系统(Data Base System, DBS)。

1.2.2 数据库的特征

数据库的特征包含以下几个方面:

(1) 数据库一般包含大量的数据。一系列单个的值不是数据库。如人的名字是一个值,而不是一个数据库;名字与地址的关系也不是一个数据库。但是,一个名字的集合可以是一个数据库。

数据库不仅是大量相关数据的集合,而且是自身具有某些相似性的数据的集合。比如,一个数据库既包含一个班里学生的名录,又包含飞机飞行终点的记录,就显得有些不合适了。

(2) 数据库能对数据更改进行管理。以停车场数据库为例,这类情况一般不适合用打印清单来处理。因为每当汽车要停靠或者开走时,清单就需要更新一次。如果清单每次都要更新,那么排队等候存车、取车的顾客将变得难以管理。数据库也包含相对静态的数据,如学校存储的班级清单。

(3) 可以用不同的方式选取和显示数据库的数据。无论数据更改与否,数据库都应允许以不同的方式选择和显示数据。例如,一张学生的打印清单总是以某种方式展现,可以以姓名的字母顺序排序,或以行列来对应班内座位,或以生日的顺序排序,或以家庭地址排序等。

(4) 数据库拥有操作数据的工具。存储于计算机文件中的数据必须由定制软件直接操作,如数据库管理系统是由很多普通程序组成的,其目的是进行存储、取出、更新、选择和显示数据等必要的操作。

(5) 数据库包括元数据。为了操作数据库数据,数据库管理系统还要存储描述这些数据的元数据(关于数据的数据)。

(6) 数据库包含对数据的有效性和完整性约束。以下是一些有效性和完整性的典型特征:

- 值必须唯一(如 ID 号)。
- 值必须与其他数据值相关(如一张发票与其票号的对应等)。
- 值应该能自动生成(如序列号)。
- 值必须在某个范围内(如一个月最多有 31 天)。
- 值应能自动计算出来(总价格 = 数量×单价)。

(7) 我们常常穿越时间和空间来共享数据库。数据库包含有大量数据,而这些数据可用不同方式变更、选取和显示,很显然,数据库在不同场合会显得不一样。事实上,有一种看法,即不是把数据库看作静态数据集合体,而是看作一个静态结构,该结构用于对动态数据集合体的存储、检索和操作。这表明,数据库里的数据在不同时间段内是不一样的。穿越时空能共享数据的数据库,就是人们所想象的数据库的样子。

(8) 数据库中的表彼此相关,不同的数据库能彼此共享。现在很多数据库使用关系模型,该模型易于确定匹配关系,不但能确定一个数据库内表的关系,也能使某个数据域与另一个数据库中的数据域相匹配,进而把各数据库链接在一起,其实这就是用了元数据的概念。

1.2.3 数据库组织的概念

1. 数据库模式

简单地说,数据库模式是指数据库中的一组相关对象,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。在模式结构中,对象之间并不是相互独立的,它们之间存在相互关联的关系。模式的拥有者可以操作模式中的任何对象,但模式并不真正代表任何用户。

模式对象是模式所包含的一个对象。数据库中最典型的对象是表。模式还可以包含其他类型的对象,如索引、约束条件、视图以及存储过程。表是数据库模式中最基本的对象,列和行与表有关。

图 1.1 所示的是关系数据库的模式。

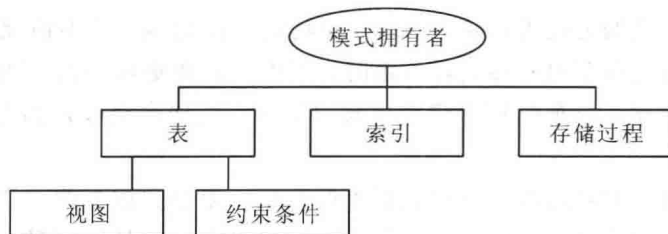


图 1.1 关系数据库的模式

2. 表

在关系及关系对象数据库中,表是管理数据物理存储最主要、最基本的单位。用户访问数据库时,通常是从表中查找所需的数据。数据库可以由多张表组成,因此这些表之间可能存在一定的关系。当然使用表来存储数据,必须为表开辟物理存储空间。

图 1.2 所示的是一个图书管理系统中的一个模式对象中所拥有的表。图中每一张表至少与其他一张表相关，有些表甚至与多张表相关。



图 1.2 数据库表以及它们之间的关系

表是用来存储用户需要访问的数据的，表自身也可以定义约束条件，用来控制进入表的数据。由业务模型转换的实体(客观存在且可相互区别的人、事、物，也可以是抽象的概念或联系)最终将被转换为数据库表。

3. 列

列，也叫域，是存于表中的特定种类的信息。对表来说，列和它的关系就像实体与属性(一个实体对象的抽象刻画，即实体对象的性质与对象之间的关系)的关系。换句话说，在数据库设计阶段，将业务模型转换为数据库模型时，实体就被转换为表，而属性则被转换为列。列代表了与表有关的部分特性，它是数据库中数据存储的最小逻辑结构。表中的每一列都有特定的数据类型，而该数据类型决定了保存在该列的数据值的类型。通过可视化工具查看一张表，可以发现列是表垂直方向的结构，它保存了表中每一行(记录)中与该列数据类型相同的所有数据。

4. 行

在表中，一行数据表示在该行所有的列数据组合而成的一条数据记录。简单地说，一行数据就是表中的一条记录。例如，如果在线书店有 25 000 本不同的书籍，那么在书名表中就会有 25 000 条记录或者是 25 000 行数据。随着书名的增加和减少，表中行的数目也会相应发生变化。

5. 数据类型

数据类型决定了表中一个数据列所能保存的数据种类。目前，大多数数据库都定义了多种数据类型，字符型、数值型及日期型三种数据类型被数据库普遍支持。字符数据类型用来保存字符、数字、特殊字符以及三者之间任意组合的数据。如果将一个数值保存在一个字符类型的列中，在数据库中该数值将被认为是字符而不是一个数值。换句话说，不能对存储在字符类型列中的数值进行任何算术运算。数值型数据用来存储数值。日期型数据用来存储日期，而日期数据的存储又与所选用的数据库管理系统有关。

1.2.4 数据管理技术发展的历史

概括来讲，数据管理技术的发展经过了人工管理、文件系统、数据库管理和数据库新技术四个阶段。

1. 人工管理阶段

在这一阶段，计算机除了硬件设备之外没有任何软件可供使用，放在用户面前的只是裸机。用户在这种裸机上进行数据处理，除了要编制处理程序外，还必须考虑数据的逻辑定义

和组织,以及数据在计算机存储设备内的物理存储方式和地址。数据的引用是按物理地址进行的。这时,表示处理流程的程序和作为处理对象的数据相互结合成整体,数据的管理基本上是手工的、分散的,计算机无法在数据管理中发挥应有的作用。因此,严重地影响了计算机的使用效率。这一时期的数据和程序之间的关系可以由图 1.3 表示。

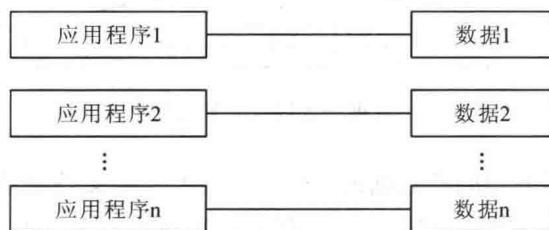


图 1.3 数据与程序之间的关系

2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期至 60 年代中期,计算机外存已有了磁鼓、磁盘等存储设备,软件有了操作系统。人们在操作系统的支持下,设计开发了一种专门管理数据的计算机软件,称之为文件系统。这时,计算机不仅用于科学计算,而且还大量用于数据处理。

由于计算机大量用于数据处理,数据需要长期保留在外存上供反复处理,即经常对其进行查询、修改、插入和删除等操作,因此,在文件系统中,按一定的规则将数据组织为一个文件,存放在外存储器中长期保存。

为了便于数据的存储和查找,人们研究了许多文件类型,采用索引文件、链接文件、顺序文件和倒排文件等存储数据。数据的存取基本上是以记录为单位的。

应用程序通过文件系统对数据文件中的数据进行存取和加工,因此,管理数据时,不必过多地考虑数据物理存储的细节,文件系统充当应用程序和数据之间的一种接口,这样可使应用程序和数据都具有一定的独立性。这样,程序员可以集中精力于算法,不必过多地考虑物理细节,并且,数据在存储设备上存储位置的改变不一定反映在程序上,这样可以大大减少维护程序的工作量。

尽管文件系统有上述优点,但是,这些数据在数据文件中只是简单地存放,文件中的数据没有结构,文件之间并没有有机的联系,数据的存放仍然依赖于应用程序的使用方法,基本上是一个文件对应一个或几个应用程序,数据面向应用,独立性较差,不同的应用程序很难共享同一数据文件。因此出现数据重复存储,冗余度大,一致性差(同一数据在不同文件中的值不一样)等问题,使得应用程序编制繁琐,数据的正确性、安全性、保密性等得不到保证。文件系统中程序与数据之间的关系如图 1.4 所示。

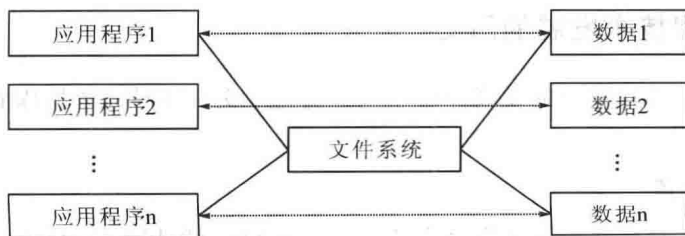


图 1.4 文件系统中程序与数据之间的关系

3. 数据库管理阶段

20 世纪 60 年代末期开始,随着计算机技术的发展,数据管理规模的扩大,数据量急剧增加,为了提高数据处理的效率,满足数据共享的要求,人们对文件系统进行了扩充,研制了一种新的、先进的数据处理方法,即数据库系统。数据库系统克服了以前所有管理方式的缺点,试图提供一种完美的、更高级的数据处理方式。它的指导思想是对所有的数据实行统一的、集中的、独立的管理,使数据存储独立于使用数据的程序,实现数据共享。

这一时期,数据库管理软件作为用户与数据的接口,程序和数据的关系如图 1.5 所示。

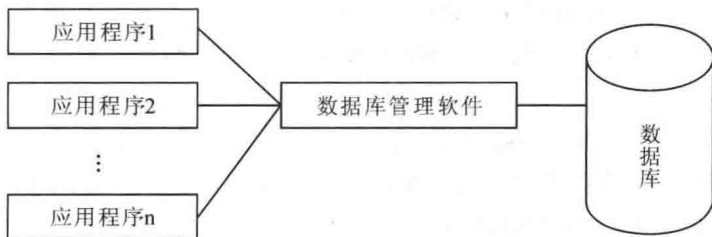


图 1.5 数据库阶段程序和数据之间的关系

4. 数据库新技术阶段

大约从 20 世纪 70 年代后期开始,计算机技术广泛地与其他学科技术相互结合和相互渗透,在数据库领域中产生了很多新技术和新型数据库,有些已经成熟并进入到实用阶段。其中有代表性的新技术包括分布式数据库、面向对象数据库。

分布式数据库是数据库技术和计算机网络技术相互渗透和有机结合的产物。分布式数据库是由一组物理上分布在计算机网络的不同“场地”上的数据组成。分布式数据库系统中的各个“场地”相互独立,完成本地应用,无主次之分,而分布在这些“场地”上的数据逻辑上与集中式数据库相同,属于同一整体。即数据的物理分布对用户而言是透明的,用户访问数据库如同访问集中式数据库一样,只需指出访问哪些数据即可,而不需指出到哪里或如何访问这些数据。

20 世纪 90 年代,在程序设计语言领域中引入了面向对象的概念,以解决程序的重用问题。将面向对象的概念引入数据库领域,产生了面向对象数据库系统。面向对象数据库技术最重要的进展是,数据和数据操作的方法作为对象由面向对象的数据库管理系统统一管理,任何被开发的应用都成为对象库的一部分,由开发者和用户共享。共享缩小了数据库和应用程序间的差距,降低了应用程序的开发费用,同时也减少了系统出现问题的可能性。同时,面向对象技术中所用的方法能精确处理现实世界中复杂的目标对象。例如图像、声音、文本等,都可以定义为抽象数据类型,而且在系统中运行时可对它们的内容进行检查。在面向对象技术中,属性的继承性使得可以在对象中共享数据与操作,对象之间的通信成为数据和程序间交换信息的标准。面向对象的数据库技术已经可以处理复杂的企业范围内变化的事务对象。

1.3 数据库系统

广义来讲,一个数据库系统是实现有组织地、动态地存储大量关联数据,方便多用户访问的计算机软、硬件资源组成的系统。

1.3.1 数据库系统的组成

通常一个实用的数据库系统应该包含下列内容：

(1) 有一个结构化的相关数据的集合。在这个数据集中没有有害的或不必要的冗余数据，它能够为多种应用服务，且独立于应用程序而存在。这种结构化的数据集合就是数据库本身，是数据库系统的核心和管理对象。

(2) 有一个负责数据库管理和维护的软件系统，称为数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS)。它对数据库中数据的各种操作，提供一种公用的方法。它接受并完成用户程序或终端命令提出的访问数据库的各种请求，负责数据库的维护，保护数据库中的数据不受破坏。

(3) 应用程序。为解决用户实际应用数据而编写的各类具体程序。

(4) 有一个(或一组)负责整个数据系统的建立、维护和协调工作的专门人员，这就是数据库管理员(Data Base Administrator, DBA)。他们负责对数据库系统的全面管理与监督，并对运行状况进行统计分析，不断改进数据库设计。

图 1.6 表示了数据库系统的用户、数据库管理系统、数据库管理员和数据库之间的相互关系。

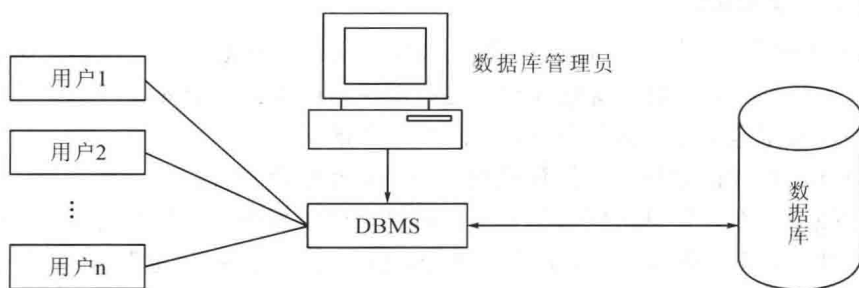


图 1.6 数据库系统

DBMS 是使用户可以定义、创建和维护数据库以及提供对该数据库有限制访问的软件系统，它负责用户、应用程序和数据库间的交互，让用户能够方便地插入、更新、删除和检索数据。

1.3.2 数据库系统的特点

1. 数据结构化

与文件系统类似，数据库中数据的最小存储单位是字段，若干字段可组成一条记录，而由相同字段组成的多个记录形成表。在文件系统中，虽然记录内部有一定的结构，但记录之间没有联系，而数据库却实现了整体数据的结构化，不仅描述了数据本身，也描述了数据之间的联系。数据结构化是数据库与文件系统的根本区别。

2. 数据的共享性高，冗余度低，易扩充

数据库系统从整体来看待，数据是面向整个系统，因此数据可以被多个用户、多个应用共享，减少了数据冗余，节约了存储空间，并能避免数据的不一致性。

由于数据是有结构的数据，针对其增加新的应用很容易，这也使得数据库系统弹性扩大，易于扩充，可以适应各种用户的要求。