

● 普通高等教育“十三五”规划教材

(计算机专业群)

Access 2010 数据库应用教程

主 编 李 亚
副主编 陈 莹 李 欢 许慧雅

(第二版)



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以 Microsoft Access 2010 为平台,系统介绍了数据库的基本概念以及 Access 的主要功能和使用方法。全书共 9 章,主要内容包括数据库基础知识、数据库的创建和管理、表、查询、窗体、报表、宏、模块与 VBA 编程、实例开发等。

本书以企业人事管理系统开发的全过程为主线,深入浅出地向读者介绍了 Access 的使用方法与技巧,使读者能够掌握数据库应用系统的基本开发过程。各章节的实训习题围绕学籍管理系统展开,最终形成一个完整的应用系统,以便读者练习。本书结构合理,内容由浅入深、通俗易懂、实用性强,便于读者学习。

本书既可作为高等院校数据库应用课程的教材,也可作为全国计算机等级考试(二级 Access)参考书。

本书配套的教材资源包括 PPT 电子课件、实例操作素材和参考结果、实训操作素材和参考结果,读者可以到中国水利水电出版社网站和万水书苑上免费下载,网址为 <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

Access 2010数据库应用教程 / 李亚主编. -- 2版
— 北京:中国水利水电出版社, 2017. 8
普通高等教育“十三五”规划教材. 计算机专业群
ISBN 978-7-5170-5692-8

I. ①A… II. ①李… III. ①关系数据库系统—高等学校—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第185650号

策划编辑:石永峰

责任编辑:周益丹 封 裕

封面设计:李 佳

书 名	普通高等教育“十三五”规划教材(计算机专业群) Access 2010 数据库应用教程(第二版) Access 2010 SHUJUKU YINGYONG JIAOCHENG
作 者	主 编 李 亚 副主编 陈 莹 李 欢 许慧雅
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 18.5印张 456千字
版 次	2014年8月第1版 2014年8月第1次印刷 2017年8月第2版 2017年8月第1次印刷
印 数	0001—5000册
定 价	38.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

在信息社会，数据已经成为重要的资源，大数据时代正慢慢改变人类原有的生活和发展模式，也改变着人类认识世界和价值判断的方式。随着计算机广泛应用于各领域，越来越多的行业 and 单位已经采用以数据库技术为核心的信息管理系统，对日常工作进行管理。数据库知识是当今大学生信息素养的重要组成部分，数据库应用基础课程是高等学校一门重要的计算机基础课程。

本书以 Microsoft Access 2010 为操作平台，以“企业人事管理系统”开发的全过程为主线，全面、系统地介绍了数据库的基本概念以及 Access 的主要功能和使用方法。为达到“学用并行”的目的，全书的实训部分构成了一个完整的“学籍管理系统”开发过程，学生可以根据所学知识举一反三。

本书把培养实际应用能力放在首位，精心选取“企业人事管理系统”和“学籍管理系统”两个案例，秉承人性化的教学理念，为学生提供体验实践的情境，强调理论知识与实践教学有机结合，内容编写目标明确、循序渐进、重难点突出，操作步骤清晰、图文并茂，让学生对教材“看得懂、学得进、用得着”，注重教材的学术性、时代性和先进性，及时将新知识、新技术结合本书案例融入教材。本书既可作为高等院校数据库应用基础课程的教材，也可作为全国计算机等级考试（二级 Access）参考书。

本书共 9 章，提供了丰富的案例和大量的实训项目，各章内容如下：

第 1 章介绍了数据库基础知识，包括数据库系统概述、数据模型、关系数据库和数据库设计步骤。

第 2 章介绍了 Access 2010 操作环境、数据库的创建方法、对象的组织和管理，以及数据库管理操作。

第 3 章介绍了表的创建与编辑、表的使用、表间关系的建立，以及数据导入与导出。

第 4 章介绍了查询的基本概念、创建查询的方法，以及选择查询、参数查询、交叉表查询、操作查询和 SQL 查询的具体应用。

第 5 章介绍了窗体的基本概念、创建各类窗体的方法、窗体的设计和修饰，以及设置系统启动窗体的方法。

第 6 章介绍了报表的基本概念、创建各类报表的方法、报表的高级应用，以及编辑和打印报表的方法。

第 7 章介绍了宏的基本概念和创建宏、运行与调试宏的方法，以及宏的应用和安全设置。

第 8 章介绍了模块与 VBA 编程的基本概念、VBA 编程的语法知识、创建与调试 VBA 程序的方法。

第 9 章通过案例介绍了开发一个完整数据库系统的全过程。

本书由李亚任主编，陈莹、李欢、许慧雅任副主编。第 1、2 章由叶海琴编写，第 3 章由

廖利编写，第4章由陈莹编写，第5章由李欢编写，第6章由申秋慧编写，第7、8章由许慧雅编写，第9章由朱秀丽编写。陈劲松老师校对本书并参与了本书教材资源建设。

本书在编写过程中参考了部分老师的书籍资料，得到了周口师范学院教务处和中国水利水电出版社的大力支持，计算机科学与技术学院的领导和老师们对教材的编写给予了热情的关怀和指导，在此致以衷心的感谢和深深的敬意！

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不足之处，恳请各位读者和专家批评、指正！

编 者

2017年6月

目 录

前言

第1章 数据库基础知识	1
1.1 数据库系统概述	1
1.1.1 信息、数据与数据处理	1
1.1.2 数据管理技术的发展历程	2
1.1.3 数据库系统的组成	6
1.1.4 数据库系统的特点	7
1.2 数据模型	7
1.2.1 数据的抽象过程	8
1.2.2 概念模型	8
1.2.3 数据模型	10
1.3 关系数据库	12
1.3.1 关系数据库的基本概念	12
1.3.2 关系的特点	13
1.3.3 关系运算	14
1.3.4 关系的完整性约束	16
1.4 数据库设计的步骤	17
1.5 本章小结	18
1.6 实训	18
第2章 数据库的创建与管理	20
2.1 Access 2010 操作环境	20
2.1.1 Access 2010 的启动与退出	20
2.1.2 Access 2010 主窗口	22
2.2 数据库的创建与操作	26
2.2.1 教学案例简介	26
2.2.2 更改默认的数据库文件夹	27
2.2.3 创建 Access 2010 数据库	28
2.2.4 数据库的打开与关闭	30
2.3 Access 2010 对象的组织和管理	31
2.3.1 Access 2010 的对象	31
2.3.2 导航窗格的操作	34
2.3.3 导航窗格中数据库对象的操作	35
2.3.4 数据库视图的切换	37

2.4 数据库的管理	38
2.4.1 设置数据库密码	38
2.4.2 解密数据库	38
2.4.3 信任数据库中禁用的内容	39
2.4.4 压缩和修复数据库	40
2.4.5 备份和还原数据库	41
2.4.6 数据库的拆分	42
2.5 本章小结	43
2.6 实训	44
第3章 表	45
3.1 表的创建	45
3.1.1 表结构设计	45
3.1.2 建立表结构	48
3.1.3 字段属性	50
3.1.4 向表中输入数据	55
3.1.5 主键	60
3.1.6 表之间的关系	61
3.2 表的编辑	63
3.2.1 修改表结构	63
3.2.2 修改表内容	64
3.2.3 调整表的外观	64
3.3 表的使用	66
3.3.1 查找数据	66
3.3.2 替换数据	67
3.3.3 排序记录	67
3.3.4 筛选记录	69
3.4 数据导入与导出	73
3.4.1 导入表	73
3.4.2 导出表	75
3.5 本章小结	76
3.6 实训	76
实训1 在“学籍管理系统”数据库中	

创建数据表	76	5.2.2 使用窗体向导创建窗体	116
实训 2 在“学籍管理系统”数据库中 编辑表	79	5.2.3 在设计视图中创建窗体	119
第 4 章 查询	81	5.3 设计窗体	123
4.1 认识查询	81	5.3.1 控件基本概念	123
4.1.1 查询功能	81	5.3.2 控件的基本操作	124
4.1.2 查询类型	82	5.3.3 常用控件及其应用	125
4.1.3 查询视图	82	5.3.4 特殊窗体设计	143
4.2 创建查询	83	5.4 修饰窗体	148
4.2.1 使用查询向导创建查询	83	5.4.1 应用主题	148
4.2.2 使用查询设计视图创建查询	90	5.4.2 添加页眉/页脚	148
4.3 选择查询	91	5.4.3 窗体及控件布局	148
4.3.1 创建无条件选择查询	91	5.4.4 添加窗体背景	150
4.3.2 创建有条件选择查询	92	5.4.5 设置条件格式	151
4.3.3 查询条件的设置	93	5.5 设置系统启动窗体	152
4.3.4 创建计算查询	96	5.6 本章小结	153
4.4 参数查询	99	5.7 实训	153
4.4.1 单参数查询	99	实训 1 窗体的创建	153
4.4.2 多参数查询	100	实训 2 窗体中控件的应用	154
4.5 交叉表查询	101	第 6 章 报表	158
4.6 操作查询	101	6.1 认识报表	158
4.6.1 追加查询	102	6.1.1 报表功能	158
4.6.2 更新查询	103	6.1.2 报表类型	158
4.6.3 删除查询	103	6.1.3 报表视图	160
4.6.4 生成表查询	104	6.1.4 报表组成	161
4.7 SQL 查询	105	6.2 创建报表	162
4.7.1 查询与 SQL 视图	105	6.2.1 自动创建报表	162
4.7.2 SELECT 查询语句	105	6.2.2 使用空白报表工具创建报表	163
4.8 本章小结	106	6.2.3 使用报表向导创建报表	165
4.9 实训	106	6.2.4 使用标签向导创建标签报表	167
实训 1 创建选择查询	106	6.2.5 创建图表报表	169
实训 2 创建其他查询	107	6.2.6 在设计视图中创建报表	171
第 5 章 窗体	108	6.3 报表的高级应用	174
5.1 认识窗体	108	6.3.1 报表记录的排序	174
5.1.1 窗体功能	108	6.3.2 报表记录的分组	176
5.1.2 窗体类型	108	6.3.3 在报表中添加计算型控件	180
5.1.3 窗体视图	109	6.3.4 在报表中添加页码	185
5.2 创建窗体	110	6.3.5 在报表中添加日期和时间	185
5.2.1 创建各种类型的窗体	110	6.4 编辑报表	186
		6.4.1 设置报表格式	186

6.4.2 为报表添加图像和线条	187	8.1 认识模块与 VBA	212
6.5 打印报表	188	8.1.1 模块的概念	212
6.5.1 页面设置	188	8.1.2 VBA 及其编程环境	213
6.5.2 打印报表	189	8.1.3 模块的创建	214
6.6 特殊报表	189	8.1.4 编写简单的 VBA 程序	214
6.6.1 子报表	189	8.2 VBA 语法知识	215
6.6.2 多列报表	189	8.2.1 数据类型	215
6.6.3 参数报表	190	8.2.2 变量、常量和数组	217
6.6.4 交叉报表	190	8.2.3 VBA 中的运算符与表达式	219
6.6.5 弹出式报表	190	8.2.4 常用的标准函数	222
6.6.6 将窗体另存为报表	191	8.2.5 程序语句	227
6.7 本章小结	191	8.2.6 Access 2010 中的其他函数	228
6.8 实训	191	8.2.7 VBA 语句的书写规则	230
实训 1 报表的创建与编辑	191	8.2.8 DoCmd 对象及常用方法	231
实训 2 报表的高级应用	192	8.3 创建 VBA 程序	232
第 7 章 宏	193	8.3.1 顺序结构	232
7.1 认识宏	193	8.3.2 选择结构	233
7.1.1 宏的概述	193	8.3.3 循环结构	237
7.1.2 宏的分类	193	8.3.4 VBA 程序与宏的关系	239
7.1.3 宏的操作界面	194	8.3.5 将宏转换为 VBA 代码	240
7.1.4 常用的宏操作命令	195	8.4 过程	241
7.2 创建宏	196	8.4.1 过程概述	242
7.2.1 创建独立宏	197	8.4.2 创建过程	242
7.2.2 创建嵌入宏	201	8.4.3 过程参数传递	244
7.3 宏的运行与调试	201	8.5 调试 VBA 程序	246
7.3.1 宏的运行	201	8.5.1 VBA 程序的调试环境和工具	246
7.3.2 宏的调试	202	8.5.2 程序的错误分类	247
7.4 宏的应用	203	8.5.3 VBA 程序的调试	248
7.4.1 快捷操作宏	203	8.6 VBA 数据库编程	249
7.4.2 自动运行宏	204	8.6.1 数据库访问接口	249
7.4.3 宏在窗体或报表中的应用	204	8.6.2 利用 DAO 访问数据库	250
7.4.4 使用宏创建菜单	205	8.6.3 利用 ADO 访问数据库	250
7.4.5 使用宏实现数据导出	206	8.7 本章小结	252
7.5 宏的安全设置	207	8.8 实训	252
7.6 本章小结	207	实训 1 VBA 基础知识	252
7.7 实训	208	实训 2 VBA 的应用	253
实训 1 宏的分类及创建	208	第 9 章 实例开发	254
实训 2 宏的应用	210	9.1 系统概述	254
第 8 章 模块与 VBA 编程	212	9.1.1 系统功能	254

9.1.2 开发要点	254	9.4 系统模块设计与实现	260
9.2 系统设计	255	9.4.1 窗体模块	260
9.2.1 系统设计思想	255	9.4.2 查询模块	280
9.2.2 系统功能模块划分	255	9.4.3 报表模块	282
9.2.3 系统流程分析与设计	255	9.4.4 宏模块	285
9.3 数据库设计	256	9.5 系统运行结果	286
9.3.1 数据库需求分析	256	9.6 实例总结	286
9.3.2 E-R 图的生成	256	9.7 实训	287
9.3.3 定义数据表	257	实训 光盘收藏管理系统的设计与实现	287
9.3.4 定义数据表之间的关联关系	259	参考文献	288

第1章 数据库基础知识

现代社会已经进入了信息时代，我们每天的工作、学习和生活都离不开各种信息。面对这些表示信息的海量数据，如何对其进行有效的管理成为困扰人们的一个难题。

要解决这个难题，就必须有一种新技术能够对数据进行识别、存储、处理和传播。数据库技术是信息系统的核心技术和重要基础，是一种计算机辅助管理数据的方法，它研究如何组织和存储数据，如何高效地获取和处理数据。目前，许多应用（如管理信息系统、决策支持系统、企业资源规划、客户关系管理、数据仓库和数据挖掘等）都是以数据库技术作为重要的支撑。

对于一个国家来说，数据库的建设规模、数据库信息量的大小和使用频度已成为衡量这个国家信息化程度的重要标志。因此，数据库课程不仅是计算机科学与技术专业、信息管理专业的重要课程，也是非计算机专业的辅助课程。

本章要点

- 数据库系统的基本概念
- 常用的数据模型
- 关系数据库的基础知识
- 数据库设计的步骤

1.1 数据库系统概述

数据库系统（Database System, DBS）是为适应数据处理的需要而发展起来的一种较为理想的数据处理系统，是存储介质、处理对象和管理系统的集合体。计算机的高速处理能力和大容量存储器提供了实现数据管理自动化的条件。

数据库系统的出现是计算机应用的一个里程碑，它使得计算机应用从以科学计算为主转向以数据处理为主，从而使计算机得以在各行各业普遍使用。

1.1.1 信息、数据与数据处理

人们在原始社会就开始接触数据，当时人们采用最简单的方法记录数据。现在，计算机的普遍应用扩展了数据处理领域，与数据相关的概念大量涌现，其中信息和数据是经常遇到的两个相似的概念。

1. 信息

在人类社会活动中，存在着各种各样的事物，每种事物都有其自身的表现特征和存在方式，以及与其他事物的相互联系、相互作用。

在信息社会中，信息即是对各种事物的变化和特征的反映，又是事物之间相互作用和联系的表现。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。信息一般可与物质或能量相提并论，它是一种重要的资源。

2. 数据

数据是记录现实世界中各种信息并可以识别的物理符号,是信息的载体,是信息的具体表现形式,也是数据库中存储的基本对象。

说起数据,人们首先想到的是数字,其实数字只是数据的一种。为了描述客观事物而用到的数字、字符及所有能输入到计算机中并能被计算机处理的符号都可以看作是数据。

数据表现信息的形式是多种多样的,不仅有数字、文字符号,还有图形、图像、音频和视频文件等。用数据记录同一信息可以有不同的形式,信息不会随着数据形式的不同而改变其内容和价值。例如,一个城市某天的天气预报是一条信息,而描述该信息的数据形式可以是文字、图像或声音等。

在用数据符号表示信息的实际应用中,可将数据定义成多种类型。常见的有两种类型,一种是数值型数据,即对客观事物进行定量记录的符号,如身高、个数、单价和角度等;另一种是字符型数据,即对客观事物进行定性记录的符号,如性别、籍贯和工作单位等。此外,还有对客观事物进行形象特征和过程记录的符号,如图形、图像、声音和视频等多媒体数据。

数据与信息既有区别,又有联系。数据是信息的符号表示或载体,信息则是数据的内涵,是对数据的语义解释。尽管人们在某些不需要严格区分的场合,有时把这两个词互换使用,但信息与数据是不同的,信息有意义,而数据没有。例如,93 是一个数据,可以是一个学生某门课的成绩,也可以是某个人的体重,还可以是某企业员工人数。数据经过解释、处理、描述,与其他数据进行比较时,才具有意义。例如,一个学生数学课程的成绩为 93,表示该生数学课程成绩优秀,这才是有意义的信息。

3. 数据处理

数据处理是指利用计算机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。其目的之一是从大量原始数据中提取出对人们有价值的信息,作为行动和决策的依据;另一目的是借助计算机科学地保存和管理大量复杂的数据,使人们能够方便地充分利用这些信息资源。

可以用一个等式来简单地表示信息、数据与数据处理之间的关系:信息=数据+数据处理。

1.1.2 数据管理技术的发展历程

数据管理技术随着计算机硬件(主要是外存储器)技术、软件技术和计算机应用范围的发展而不断发展,大致经历了人工管理、文件系统、数据库系统和新型数据库系统等几个阶段。

1. 人工管理阶段

在计算机出现之前,人们运用手工的方法从事数据记录、存储和加工,即利用纸张来记录数据,使用计算工具(如算盘、计算尺)进行计算,并主要依靠人的大脑来管理和处理这些数据。

计算机从 1946 年产生到 20 世纪 50 年代中期主要用于科学计算。当时没有磁盘等直接存取设备,只有纸带、卡片、磁带等外存,也没有操作系统和专门管理数据的软件。数据处理的方式是批处理。这一阶段数据管理具有如下特点:

(1) 数据不保存

人工管理阶段处理的数据量较少,一般不需要将数据长期保存,仅仅在计算某一个项目时将数据随应用程序一起输入,计算后将结果输出并退出,对数据不做长期保存。若要再次进

行计算，则需重新输入数据和应用程序。

(2) 系统没有专用的软件对数据进行管理

系统中没有专用的软件对数据进行管理，数据需要由应用程序自行管理。每个应用程序不仅要规定数据的逻辑结构，而且要设计数据的存储结构、存取方法和输入/输出方式等物理结构，因此程序设计任务繁重。

(3) 数据不共享

数据是面向程序的，一组数据只能对应一个程序。即使两个应用程序使用的是完全相同的一组数据，这组数据也必须在各自的应用程序中分别定义和输入，无法共享，数据冗余度大。

(4) 数据和程序不具有独立性

数据是作为输入程序的组成部分，数据和程序同时提供给计算机运算使用，一组数据对应一个程序，这就使得程序依赖于数据。如果数据的逻辑结构或物理结构发生变化，则必须对应用程序做出相应的修改，这就进一步加重了程序设计的负担。

人工管理阶段应用程序与数据的一对一关系如图 1.1 所示。

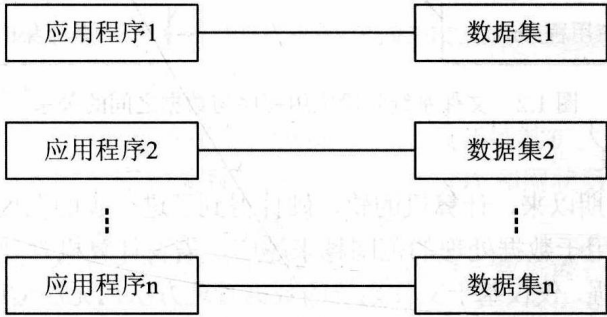


图 1.1 人工管理阶段应用程序与数据之间的关系

2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后中期到 60 年代中期，计算机硬件和软件得到发展。在计算机硬件方面，出现了磁盘、磁鼓等直接存取数据的外部存储设备；在软件方面，已经有了操作系统和高级语言。操作系统中的文件系统可以帮助用户将所需数据以文件的形式存储并对其进行各种处理。数据处理方式不仅有批处理，而且有联机实时处理，计算机的应用范围也从科学计算扩大到信息管理。

在文件系统阶段，程序与数据有了一定的独立性，程序与数据分开存储，有了程序文件和数据文件的区别。数据文件可以长期保存在外存储器上多次存取，可进行查询、修改、插入和删除等操作。这一阶段数据管理具有如下特点：

(1) 数据可以长期保存

数据以独立数据文件的形式长期保存在磁鼓或磁盘等外部存储介质上，数据不再仅仅属于某个特定的应用程序，可以由多个应用程序重复使用。

(2) 由文件系统管理数据

数据存放在相互独立的数据文件中，由文件系统统一管理。应用程序通过文件系统对数据进行操作，程序员可以将更多的精力集中在算法上，而不必过多地考虑物理细节。

(3) 数据共享性差, 冗余度大

文件系统中的文件仍然是面向应用的, 一个数据文件对应一个或几个应用程序, 程序与数据之间的依赖关系仍然存在, 不同应用程序具有部分相同数据时, 必须建立各自的文件, 因此数据共享性差, 冗余度大, 浪费存储空间, 容易造成数据不一致。

(4) 数据独立性差

程序与数据之间虽有一定独立性, 但独立性较差, 应用程序依赖于文件结构, 文件结构每一次修改, 都要修改相应的应用程序。

文件系统阶段应用程序与数据之间的关系如图 1.2 所示。

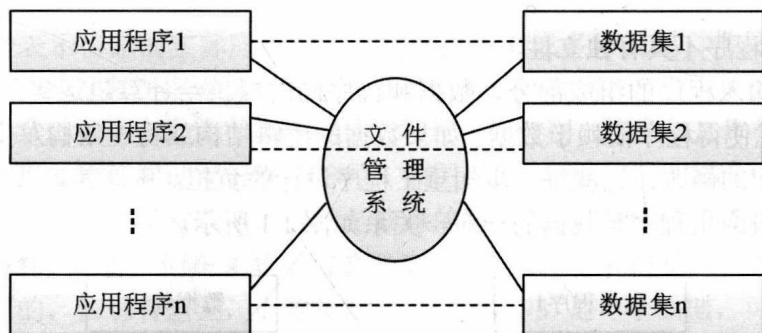


图 1.2 文件系统阶段应用程序与数据之间的关系

3. 数据库系统阶段

20 世纪 60 年代后期以来, 计算机的软、硬件得到了进一步的发展, 特别是出现了大容量磁盘。同时, 计算机应用于数据处理的范围越来越广, 需要计算机管理的数据量急剧增长, 对数据共享的需求日益增强, 仅仅基于文件系统的数据管理方法已无法适应开发应用系统的需要。

为了有效管理和存取大量的数据资源, 解决数据与应用程序的独立性问题, 实现数据的统一管理, 达到数据共享的目的, 出现了数据库技术。

数据库 (Database, DB) 是共享数据的集合, 它不仅包括数据本身, 而且包括数据之间的联系。数据库中的数据不是面向某一特定的应用, 而是面向多种应用, 可以被多个用户、多个应用程序共享。其数据结构独立于使用数据的程序, 对于数据的增加、删除、修改及检索等由系统统一进行控制。

为数据库的建立、使用和维护而配置的软件称为数据库管理系统 (Database Management System, DBMS), 它是在操作系统支持下运行的。目前较为流行的数据库管理系统有 Access、Oracle、SQL Server、MySQL 和 Sybase 等。

这一阶段数据管理具有如下特点:

(1) 数据结构化, 共享性高

采用数据模型表示复杂的数据结构, 数据模型不仅描述数据本身的特征, 还可以描述数据之间的联系, 这种联系通过存取路径实现。通过所有存取路径表示自然的数据联系是数据库与传统文件的根本区别。这样, 数据不再面向特定的某个或多个应用, 而是面向整个应用系统, 数据冗余度明显减小, 实现了数据共享。

(2) 数据独立性高

数据的物理存储结构与用户看到的逻辑结构可以有很大的差别。用户只是用简单的逻辑

结构来操作数据,无需考虑数据在存储器上的物理位置与结构。数据的存储和使用数据的程序彼此独立,数据存储结构的变化尽量不影响用户对程序的使用,用户对程序的修改也不要求数据结构做大的改动。

(3) 有统一的数据控制功能

数据库作为用户与应用程序的共享资源,对数据的存取往往是并发的,即多个用户同时使用同一个数据库。数据管理系统必须提供并发控制功能、数据的安全性控制功能和数据完整性控制功能。

数据库系统阶段应用程序与数据之间的对应关系如图 1.3 所示。

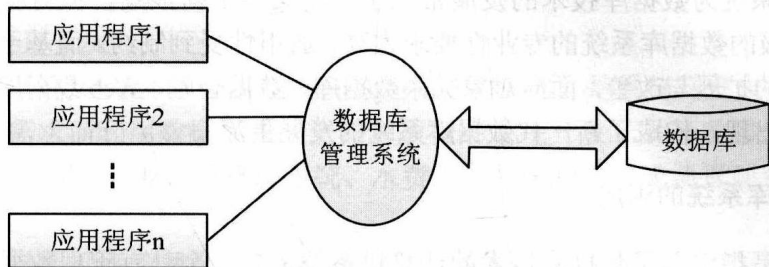


图 1.3 数据库系统阶段应用程序与数据之间的对应关系

4. 新型数据库系统阶段

随着计算机硬件和软件的不断改善,数据处理应用领域持续扩大,数据库技术的发展先后经历了层次数据库、网状数据库和关系数据库。层次数据库和网状数据库可以看作是第一代数据库系统,关系数据库可以看作是第二代数据库系统。

自 20 世纪 70 年代提出关系数据模型和关系数据库后,数据库技术得到了蓬勃发展,应用也越来越广泛。但随着应用的不断深入,占主导地位的关系数据库系统已不能满足新的应用领域的需求。例如,在实际应用中,除了需要处理数值、字符数据的简单应用外,还需要存储并检索复杂的复合数据(如集合、数组、结构)、多媒体数据、计算机辅助设计绘制的工程图纸和地理信息系统提供的空间数据等,对于这些复杂数据,关系数据库无法实现对它们的管理。

到了 20 世纪 80 年代,数据库技术与其他软件技术加速融合,新的、更高一级的数据库技术相继出现并得到长足的发展,分布式数据库系统、面向对象数据库系统和多媒体数据库系统等新型数据库系统应运而生。

分布式数据库系统是数据库技术与计算机网络技术、分布式处理技术相结合的产物。分布式数据库系统是系统中的数据物理上分布在计算机网络的不同结点,但逻辑上属于一个整体的数据库系统。分布式数据库系统不同于将数据存储在服务上供用户共享存取的数据库系统,它不仅支持局部应用(访问本地数据库),而且能支持全局应用(访问异地数据库)。

面向对象数据库系统是将面向对象的模型、方法和机制,与先进的数据库技术有机地结合而形成的新型数据库系统。它从关系模型中脱离出来,强调在数据库框架中的发展类型、数据抽象、继承和持久性。面向对象数据库系统的基本设计思想是:一方面把面向对象的程序设计语言向数据库方向扩展,使应用程序能够存取并处理对象;另一方面扩展数据库系统,使其具有面向对象的特征,提供一种综合的语义数据建模概念集,以便对现实世界中复杂应用的实体和联系建模。

多媒体数据库系统是数据库技术与多媒体技术相结合的产物。随着信息技术的发展,数据库应用从传统的企业信息管理扩展到计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、办公自动化(OA)和人工智能(AI)等多种应用领域。这些领域中要处理的数据不仅包括传统的数值、字符等格式化数据,还包括大量多种媒体形式的非格式化数据,如图形、图像和声音等。这种能存储和管理多种媒体的数据库称为多媒体数据库。现有数据库管理系统无论是模型的语义描述能力、系统功能、数据操作,还是存储管理、存储方法,都不能适应非格式化数据的处理要求。综合程序设计语言、人工智能和数据库领域的研究成果,设计支持多媒体数据管理的数据库管理系统已成为数据库领域中一个新的、重要的研究方向。

新型数据库系统为数据库技术的发展带来了一个又一个新浪潮,但对于中、小数据库用户来说,很多高级的数据库系统的专业性要求太高,通用性受到制约。而基于关系模型的关系数据库系统功能的扩展与改善,面向对象关系数据库、数据仓库、Web数据库和嵌入式数据库等数据库技术的出现,构成了新一代数据库系统的发展主流。

1.1.3 数据库系统的组成

数据库系统是指引入了数据库技术的计算机系统,是一个具有管理数据库功能的计算机软、硬件综合系统。它可以实现有组织、动态地存储大量相关数据,提供数据处理和信息资源共享服务。数据库系统一般由数据库、数据库管理系统、数据库应用系统及相关人员组成。

1. 数据库

顾名思义,数据库是存放数据的仓库,只不过这个仓库是在计算机存储设备上,而且数据按一定的格式存放。

数据库中的数据按一定的数据模型组织起来,具有较小的冗余度、较高的独立性和易扩展性,并可为一定范围内的多个用户共享。例如:将图书馆的读者、图书等数据有序地组织起来存储在计算机磁盘上,可以构成一个与图书管理有关的数据库。

2. 数据库管理系统

数据库管理系统是位于用户与操作系统之间,用于建立、管理和维护数据库的系统软件。它是数据库系统的核心组成部分,一般具有以下功能。

(1) 数据定义功能

通过 DBMS 数据定义语言(Data Definition Language, DDL)可以定义数据库、数据库表、视图和索引等数据对象。

(2) 数据操纵功能

通过 DBMS 数据操纵语言(Data Manipulation Language, DML)可以对数据库中的数据进行查询、插入、删除和更新。

(3) 数据库运行管理和控制功能

这是 DBMS 的核心部分,主要包括数据库并发控制(协调多个用户对数据库同时操作,并确保数据一致性)、安全性(密码和权限)检查、完整性约束条件检查和执行、数据库内部对象(如索引、触发器)自动维护等。这些功能保证了数据库系统的统一管理和控制,使其能正常运行。

(4) 数据组织、存储与管理功能

DBMS 对数据字典(存放数据库结构描述信息,如表中字段名和数据类型等)、用户数据

和存取路径等信息进行分类组织、存储和管理,确定文件结构和存取方式,实现数据之间的联系,以便节省存储空间和提高数据处理速度。

(5) 数据库维护功能

数据库维护主要包括数据更新和转换(实现与其他软件的数据转换)、数据库转储和恢复、数据库的重组、性能监控和结构维护等,这些功能分别由各个实用程序或管理工具来完成。

(6) 数据通信功能

DBMS 具有与操作系统的联机处理接口、分时处理接口和远程作业传输接口,通过这些接口实现数据的传送。网络环境下的数据库系统,还应该包括 DBMS 与网络中其他软件系统的通信功能以及数据库之间的互操作功能。

3. 数据库应用系统

数据库应用系统(Database Application System, DBAS)是系统开发人员为了解决某一类信息处理的实际需求而利用数据库系统资源和数据库系统开发工具开发出来的软件系统。例如,利用 Access 开发的企业人事管理系统、水费管理系统和学生成绩管理系统等。

4. 相关人员

相关人员包括数据库管理员、系统分析人员、数据库设计人员、应用程序开发人员和最终用户。数据库管理员负责维护整个系统的正常运行;系统分析人员主要负责应用系统的需求分析和规范说明;数据库设计人员主要负责确定数据库数据,设计数据库结构等;应用程序开发人员负责设计和编写访问数据库的应用系统的程序模块,并对程序进行调试和安装;最终用户是数据库应用程序的使用者。

1.1.4 数据库系统的特点

数据库系统主要有以下四个特点。

1. 数据结构化

在数据库系统中,数据不再仅针对某个应用,而是面向整体的,不但数据内部组织有一定的结构,而且数据之间的联系也按一定的结构描述出来,所以数据整体是结构化的。

2. 数据共享性高,冗余度低,易扩充

由于数据库系统中的数据是面向整体的,因此数据不但可以被多个用户共享使用,大大减少了冗余度,而且可以根据用户需求,增加新的功能,适应用户新的要求,使得系统弹性大,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逻辑独立性。数据与程序分离,数据的管理由数据库管理系统负责,用户程序不需要了解数据库的逻辑结构及数据在磁盘上的数据库中是如何存储的。

4. 数据由数据库管理系统统一管理和控制

数据库管理系统在数据库建立、运行和维护时,对数据进行统一控制,以保证数据的安全性、完整性,并在多用户同时使用数据库时进行并发控制,以及故障发生后恢复系统。

1.2 数据模型

模型是对现实世界中复杂对象特征的模拟和抽象,例如,一张地图、一组建筑设计沙盘、

一架精致的航模飞机等都是具体的实物模型。数据模型是模型的一种,它是现实世界数据特征的抽象。现实世界中的具体事物必须用数据模型来抽象和表示,计算机才能处理。

数据模型应满足三个方面的要求:一是能够比较真实地模拟现实世界,二是容易被人们理解,三是便于在计算机系统中实现。

1.2.1 数据的抽象过程

从现实世界中的客观事物到数据库中存储的数据是一个逐步抽象的过程,这个过程经历了现实世界、信息世界和机器世界三个阶段,在不同的阶段采用不同的数据模型,不同的数据模型是提供给用户模型化数据和信息不同工具。通常将现实世界的事物及其联系抽象成信息世界的概念数据模型(又称概念模型),再转换成机器世界的数据库模型。

现实世界是指客观存在的事物及其相互之间的联系。现实世界中有大量客观存在的事物,每个事物都有自己的若干特征,但人们一般只选择感兴趣的一部分来描述。例如,通常用员工编号、姓名和职位等特征来描述和区分企业员工。事物可以是具体的、可见的(如企业员工),也可以是抽象的(如出勤记录)。

信息世界是现实世界中的事物在人脑中的抽象,它从纷繁的现实世界中抽取出能反映现实世界本质的概念和基本关系,通过“符号”记录下来,然后用规范化的数据库定义语言进行描述,是对现实世界的抽象。在信息世界中,不是简单地对现实世界进行符号化,而是要通过筛选、归纳、总结和命名等抽象过程产生概念模型。概念模型的表示方法很多,目前较常用的是实体-联系模型,简称 E-R 模型。

机器世界是将信息世界的内容数据化后的产物,其将信息世界中的概念模型进一步转换为计算机上某一数据库管理系统支持的数据模型,形成便于计算机处理的数据表现形式。常见的数据模型有层次模型、网状模型、关系模型及面向对象模型。

可见,数据模型是对现实世界进行抽象和转换的结果,这一过程如图 1.4 所示。

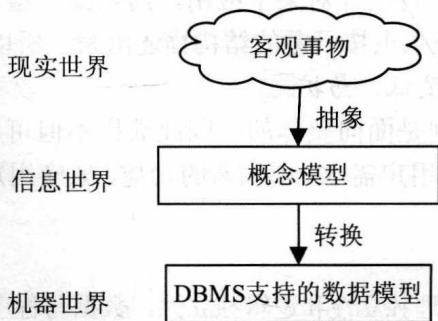


图 1.4 数据模型的建立过程

1.2.2 概念模型

概念模型是现实世界到信息世界的第一层抽象,用于信息世界的建模,是按用户的观点,从概念上描述客观世界复杂事物的结构以及事物之间的联系,而不管事物和联系如何在数据库中存储。这种模型概念简单、清晰,易于被用户理解,是数据库设计人员与用户之间进行交流的语言。概念模型并不依赖于具体的计算机系统,与具体的数据库管理系统无关。

1. E-R 模型

在概念模型的表示方法中,最常用、最著名的是由 P. P. S. Chen 于 1976 年首先提出的实体-联系方法 (Entity Relation Approach, E-R 方法)。该方法用 E-R 图来描述现实世界的概念模型,称之为实体-联系模型 (Entity Relation Model, E-R 模型)。

E-R 模型将现实世界中的客观事物及其联系转换为实体、属性和联系。

(1) 实体

客观存在并可以相互区别的事物称为实体。实体既可以是具体的事物,也可以是抽象的概念或联系。例如,一个员工、员工的一次出勤记录、员工的职位津贴配置等都是实体。

(2) 属性

实体所具有的某一特性称为属性。一个实体可以由若干属性来描述。例如,员工的员工编号、姓名、性别、出生年月、职位、学历等都是属性。

(3) 实体型

可用实体名及其属性名集合来抽象和刻画同类实体,称其为实体型。例如,员工(员工编号,姓名,性别,出生年月,婚否,职位,专业,学历,电话,基本工资,照片,E-mail,工作经历)就是员工实体的实体型,用来描述员工的基本情况。

(4) 实体集

具有相同属性的实体的集合称为实体集。例如,所有员工的集合、所有部门的集合、所有员工出勤记录的集合等。

(5) 联系

现实世界中事物内部或事物之间都可能存在一定的联系,这种联系必然要在信息世界中加以反映。一般存在两种类型的联系:一是实体内部的联系,二是实体之间的联系。前者通常是指组成实体的各属性之间的联系,后者通常是指不同实体集之间的联系。

两个实体集之间的联系可以分为一对一、一对多、多对多 3 种类型。

(1) 一对一联系 (1:1)

如果对于实体集 A 中的每一个实体,实体集 B 中至多有一个(也可以没有)实体与之联系,反之亦然,则称实体集 A 与实体集 B 具有一对一联系,记为 1:1。

例如,一个学校只有一个校长,而每个校长只在一个学校任职,则学校与校长之间具有一对一联系。

(2) 一对多联系 (1:n)

如果对于实体集 A 中的每一个实体,实体集 B 中有 n 个实体 ($n \geq 0$) 与之联系,反之,对于实体集 B 中的每一个实体,实体集 A 中至多有一个实体与之联系,则称实体集 A 与实体集 B 具有一对多联系,记为 1:n。

例如,一个班级中有若干个学生,而每个学生只在一个班级中学习,则班级与学生之间具有一对多联系。

(3) 多对多联系 (m:n)

如果对于实体集 A 中的每一个实体,实体集 B 中有 n 个实体 ($n \geq 0$) 与之联系,反之,对于实体集 B 中的每一个实体,实体集 A 中有 m 个实体 ($m \geq 0$) 与之联系,则称实体集 A 与实体集 B 具有多对多联系,记为 m:n。