



教育部考试中心

National Computer

Rank Examination

# 全国计算机等级考试

## 二级教程

## —— Access数据库程序设计

( 2009年版 )



高等教育出版社  
Higher Education Press

要容内

# 全国计算机等级考试二级教程

本教程是全国计算机等级考试二级Access数据库程序设计教材，可作为高等院校计算机专业及相关专业教材，也可供从事计算机工作的工程技术人员参考。

## ——Access 数据库程序设计 (2009 年版)

国图空编目(CIP) 数据

全国计算机等级考试二级教程Access数据库程序设计教材编写组编，北京：高等教育出版社，2008.10


教育部考试中心

ISBN 978-7-04-025167-8

I. ①... II. ... III. ... ① 数据库管理 ② 关系数据库 ③ 数据库设计 ④ 数据库

中国版本图书馆CIP数据库设计 出版社 出版社

责任编辑	王颖	责任编辑	王颖
封面设计	王颖	封面设计	王颖
出版发行	高等教育出版社	出版发行	高等教育出版社
地址	北京市西城区德胜大街	地址	北京市西城区德胜大街
邮政编码	100120	邮政编码	100120
总机	010-28281000	总机	010-28281000
印刷	北京鑫鑫印务有限公司	印刷	北京鑫鑫印务有限公司
开本	787×1092 1/16	开本	787×1092 1/16
印张	30.2	印张	30.2
字数	250 000	字数	250 000
版次	2008年10月第1次印刷	版次	2008年10月第1次印刷
印次	2008年10月第1次印刷	印次	2008年10月第1次印刷
定价	38.00元	定价	38.00元

 高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据  
25167-00

## 内容提要

本书是在教育部考试中心组织下,依据2007年版《全国计算机等级考试二级 Access 数据库程序设计考试大纲》编写,内容包括数据库基础知识、Access 的基本操作和编程等,简明扼要,理论联系实际。

本书是全国计算机等级考试二级 Access 数据库程序设计的指定培训教材,同时也可以作为其他人员学习 Access 2003 的教材和参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

全国计算机等级考试二级教程:2009年版. Access 数据库程序设计/教育部考试中心编. —北京:高等教育出版社,2008.10

ISBN 978-7-04-025167-8

I.全... II.教... III.①电子计算机-水平考试-教材②关系数据库-数据库管理系统,Access-水平考试-教材 IV.TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 154715 号

策划编辑 何新权 责任编辑 何新权 封面设计 张志奇 版式设计 陆瑞红  
责任校对 胡晓琪 责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司  
印 刷 北京鑫海金澳胶印有限公司

开 本 787×1092 1/16  
印 张 20.5  
字 数 520 000

购书热线 010-58581118  
免费咨询 800-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>  
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2008年10月第1版  
印 次 2008年10月第1次印刷  
定 价 38.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 25167-00

# 大力推行全国计算机等级考试 为发展知识经济、信息产业和培养计算机 专门人才作出贡献

(代序)

中国科学院院士 北京大学信息与工程科学学部主任

中国科学院院士 全国计算机等级考试委员会主任委员

中国科学院院士 杨芙清

当今,人类正在步入一个以智力资源的占有和配置,知识生产、分配和使用为最重要因素的知识经济时代,也就是小平同志提出的“科学技术是第一生产力”的时代。科教是经济发展的基础,知识是人类创新的源泉。基础研究的科学发现、应用研究的原理探索和开发研究的技术发明,三者之间的联系愈来愈紧密,转换周期日趋缩短。世界各国的竞争已成为以经济为基础、以科技(特别是高科技)为先导的综合国力的竞争。

在高科技中,信息科学技术是知识高度密集、学科高度综合,具有科学与技术融合特征的学科。它直接渗透到经济、文化和社会的各个领域,迅速改变着人们的观念、生活和社会的结构,是当代发展知识经济的支柱之一。

在信息科学技术中,微电子是基础,计算机硬件及通信设施是载体,计算机软件是核心。软件是人类知识的固化,是知识经济的基本表征,软件已成为信息时代的新型“物理设施”。人类抽象的经验、知识正逐步由软件予以精确地体现。在信息时代,软件是信息化的核心,国民经济和国防建设、社会发展、人民生活都离不开软件,软件无处不在。软件产业是增长最快的朝阳产业,是具有高额附加值、高投入/高产出、无污染、低能耗的绿色产业。软件产业的发展将推动知识经济的进程,促进从注重量的增长向注重质的提高的方向发展,是典型的知识型产业。软件产业是关系到国家经济安全和文化安全,体现国家综合实力,决定 21 世纪国际竞争地位的战略产业。

为了适应知识经济发展的需要,大力推动信息产业的发展,需要在全民中普及计算机的基本知识,广开渠道,培养和造就一批又一批能熟练运用计算机和软件技术的各行各业的专门人才。

1994 年,原国家教委(现教育部)推出了全国计算机等级考试,它是一种重视应试人员对计算机和软件的实际掌握能力的考试。它不限制报考人员的学历背景,任何年龄段的人员都可以报考。这就为培养各行各业计算机的应用人才开辟了一条广阔的道路。

1994 年是推出计算机等级考试的第一年,当年参加考试的有 1 万余人;而 2006 年,年报考人数已近 356 万人。截至 2007 年上半年,全国计算机等级考试共开考 25 次,考生人数累计达 2269 万人,其中有 826 万人获得了不同级别的计算机等级证书。

事实说明,鼓励社会各阶层的人士通过各种途径掌握计算机应用技术,并运用等级考试对他们的才干予以认真的、有权威性的认证,是一种人才培养的有效途径,是比较符合我国具体情况的。等级考试也为用人单位录用和考核人员提供了一种测评手段。从有关公司对等级考试所作的社会抽样调查结果看,不论是管理人员还是应试人员,对该项考试的内容和形式都给予了充分的肯定。

计算机等级考试所取得的良好效果,也同全国各有关单位专家们在等级考试的大纲编写、试题设计、阅卷评分及效果分析等多项工作中所付出的大量心血和辛勤劳动密切相关,他们为这项工作的顺利开展作出了重要的贡献。

计算机与软件技术是一项日新月异的高新技术。计算机等级考试大纲有必要根据计算机与软件技术在近年的新发展,进行适当的修正,从而使等级考试更能反映当前计算机与软件技术的应用实际,使培养计算机应用人才的基础工作更健康地向前发展。

从面临知识经济的机遇与挑战这样一个社会大环境的背景出发,考察全国计算机等级考试,就会看到,这一举措是符合知识经济和信息产业的发展方向的,是值得大力推行的。

我们相信,在 21 世纪知识经济和信息产业加快发展的形势下,在教育部考试中心的精心组织领导下,在全国各有关专家们的大力配合下,全国计算机等级考试一定会以更新的面貌出现,从而为我国培养计算机应用专门人才的宏大事业作出更多的贡献。

2007年7月

# 前 言

为了促进我国计算机知识的普及,提高全社会的计算机应用水平,适应国民经济信息化的需要,原国家教委考试中心于1994年起开始推行全国计算机等级考试。全国计算机等级考试为社会提供了一个统一、公正与客观的考核标准,深受社会各界的欢迎。

根据我国计算机应用水平的实际情况,教育部考试中心相继推出了1998年版和2002年版考试大纲。为进一步满足人们学习计算机应用技术和为人才市场服务的需求,经过专家充分论证,教育部考试中心在2003年再次对全国计算机等级考试(NCRE)的考试科目设置、考核内容、考试形式实施调整,推出了2004年版NCRE考试大纲,后推出了2007年版考试大纲。

按照2007年版考试大纲的规定,二级考试包含高级语言程序设计(C、C++、Java、Visual Basic、Delphi)和数据库程序设计(Visual FoxPro、Access)两类。二级考试的水平仍然定位为程序员水平,考核内容主要包括计算机基础知识和程序设计。

本次教程修订依据2007年版考试大纲,并参考自2004年以来Access考试的实际情况,在充分体现2007年版考试大纲的前提下,本着既不超纲又不降低水平,讲解简明扼要,阐述由浅入深,层次分明,理论联系实际的原则,在上一版教程的基础上进行了较大的改动,选择以Access 2003作为教学背景系统,适当压缩了关于Access操作步骤的介绍,强化了与程序设计相关的内容,部分章节改动较大,甚至进行了重写,以更好地突出作为数据库编程语言的本质。

由于2009年版二级数据库程序设计仍然涵盖了两门不同的数据库语言,作为同一级别的考试,应当在理论深度、考核层次、教程内容等方面具有一定的相似性和可比性,所以在参考Visual FoxPro考试的相关要求及教程的基础上,我们力求保持同一级别的相关考试在难度要求、理论深度等方面相对一致。

2009年版教程的第1、5、6和7章由陈朔鹰编写,第2、3、4章和附录由郑小玲编写,第8章8.1、8.2节和第9章由陈雷编写,第8章8.3~8.7节由郭永青编写;全书由陈朔鹰统稿。本书的编写始终在教育部考试中心的直接组织和帮助下完成,本书同时得到了厦门大学李茂青教授、北京理工大学石峰教授的关心和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

在成书过程中,全体作者总结多年的经验,希望尽己所能力求最佳,但毕竟水平和精力有限,最终的书稿中肯定存在一些不妥甚至错误之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2008年8月

001 ..... 数据库基础知识 2.2.2  
 101 ..... 数据库系统 2.2.2  
 101 ..... 数据库模型 1.2.2  
 101 ..... 数据库设计基础 1.2.2  
 501 ..... 数据库设计步骤 1.2.2  
 201 ..... 数据库设计过程 1.2.2  
 201 ..... Access 简介 1.2.2  
 201 ..... Access 的发展简介 1.2.2  
 201 ..... Access 数据库的系统结构 1.2.2  
 201 ..... 初识 Access 1.2.2  
 201 ..... 习题 1 1.2.2

**第 1 章 数据库基础知识** ..... 1

1.1 数据库基础知识 ..... 1  
 1.1.1 计算机数据管理的发展 ..... 1  
 1.1.2 数据库系统 ..... 3  
 1.1.3 数据模型 ..... 6  
 1.2 关系数据库 ..... 9  
 1.2.1 关系数据模型 ..... 9  
 1.2.2 关系运算 ..... 12  
 1.3 数据库设计基础 ..... 13  
 1.3.1 数据库设计步骤 ..... 13  
 1.3.2 数据库设计过程 ..... 15  
 1.4 Access 简介 ..... 19  
 1.4.1 Access 的发展简介 ..... 20  
 1.4.2 Access 数据库的系统结构 ..... 20  
 1.5 初识 Access ..... 23  
 习题 1 ..... 24

**第 2 章 数据库和表** ..... 26

2.1 创建数据库 ..... 26  
 2.1.1 创建数据库 ..... 26  
 2.1.2 数据库的简单操作 ..... 28  
 2.2 建立表 ..... 29  
 2.2.1 表的组成 ..... 29  
 2.2.2 建立表结构 ..... 31  
 2.2.3 设置字段属性 ..... 37  
 2.2.4 建立表之间的关系 ..... 46  
 2.2.5 向表中输入数据 ..... 48  
 2.3 维护表 ..... 53  
 2.3.1 打开和关闭表 ..... 53  
 2.3.2 修改表结构 ..... 54  
 2.3.3 编辑表内容 ..... 55

201 ..... 调整表外观 ..... 58  
 2.4 操作表 ..... 61  
 2.4.1 查找数据 ..... 61  
 2.4.2 替换数据 ..... 63  
 2.4.3 排序记录 ..... 65  
 2.4.4 筛选记录 ..... 67  
 习题 2 ..... 70

**第 3 章 查 询** ..... 72

3.1 查询概述 ..... 72  
 3.1.1 查询的功能 ..... 72  
 3.1.2 查询的类型 ..... 73  
 3.1.3 查询的条件 ..... 74  
 3.2 创建选择查询 ..... 77  
 3.2.1 使用“查询向导” ..... 77  
 3.2.2 使用“设计”视图 ..... 79  
 3.2.3 在查询中进行计算 ..... 82  
 3.3 创建交叉表查询 ..... 87  
 3.3.1 认识交叉表查询 ..... 88  
 3.3.2 使用“交叉表查询向导” ..... 88  
 3.3.3 使用“设计”视图 ..... 90  
 3.4 创建参数查询 ..... 91  
 3.4.1 单参数查询 ..... 91  
 3.4.2 多参数查询 ..... 92  
 3.5 创建操作查询 ..... 93  
 3.5.1 生成表查询 ..... 93  
 3.5.2 删除查询 ..... 94  
 3.5.3 更新查询 ..... 95  
 3.5.4 追加查询 ..... 96  
 3.6 创建 SQL 查询 ..... 97  
 3.6.1 查询与 SQL 视图 ..... 97  
 3.6.2 SQL 语言简介 ..... 98  
 3.6.3 创建 SQL 特定查询 ..... 102

3.7 编辑和使用查询 .....	108	5.3.5 使用节 .....	160
3.7.1 运行已创建的查询 .....	108	5.3.6 绘制线条和矩形 .....	161
3.7.2 编辑查询中的字段 .....	108	5.4 报表排序和分组 .....	161
3.7.3 编辑查询中的数据源 .....	109	5.4.1 记录排序 .....	161
3.7.4 排序查询的结果 .....	109	5.4.2 记录分组 .....	162
习题 3 .....	110	5.5 使用计算控件 .....	165
<b>第 4 章 窗 体</b> .....	111	5.5.1 报表添加计算控件 .....	165
4.1 认识窗体 .....	111	5.5.2 报表统计计算 .....	167
4.1.1 窗体的作用 .....	111	5.5.3 报表常用函数 .....	168
4.1.2 窗体的类型 .....	112	5.6 创建子报表 .....	168
4.1.3 窗体的视图 .....	114	5.6.1 在已有报表中创建子报表 .....	168
4.2 创建窗体 .....	115	5.6.2 将已有报表添加到其他已有 报表中建立子报表 .....	171
4.2.1 自动创建窗体 .....	115	5.6.3 链接主报表和子报表 .....	171
4.2.2 使用向导创建窗体 .....	116	5.7 创建多列报表 .....	172
4.2.3 创建图表窗体 .....	119	5.8 设计复杂的报表 .....	172
4.3 设计窗体 .....	122	5.8.1 报表属性 .....	172
4.3.1 窗体设计视图 .....	122	5.8.2 节属性 .....	173
4.3.2 常用控件的功能 .....	125	习题 5 .....	174
4.3.3 常用控件的使用 .....	127	<b>第 6 章 数据访问页</b> .....	176
4.3.4 窗体和控件的属性 .....	136	6.1 数据访问页的基本概念 .....	176
4.4 格式化窗体 .....	142	6.1.1 页视图 .....	176
4.4.1 使用自动套用格式 .....	142	6.1.2 设计视图 .....	176
4.4.2 使用条件格式 .....	143	6.2 创建数据访问页 .....	178
4.4.3 添加当前日期和时间 .....	144	6.2.1 自动创建数据页 .....	178
4.4.4 对齐窗体中的控件 .....	144	6.2.2 使用向导创建页 .....	180
习题 4 .....	145	6.2.3 使用设计视图创建数据 访问页 .....	181
<b>第 5 章 报 表</b> .....	146	6.3 编辑数据访问页 .....	181
5.1 报表的基本概念与组成 .....	146	6.3.1 添加标签 .....	181
5.1.1 报表基本概念 .....	146	6.3.2 添加命令按钮 .....	181
5.1.2 报表设计区 .....	147	6.3.3 添加滚动文字 .....	182
5.2 创建报表 .....	150	6.3.4 设置背景 .....	182
5.2.1 使用“自动报表”创建报表 .....	150	习题 6 .....	183
5.2.2 使用“报表向导”创建报表 .....	151	<b>第 7 章 宏</b> .....	184
5.2.3 使用“图表向导”创建报表 .....	153	7.1 宏的功能 .....	184
5.2.4 使用“标签向导”创建报表 .....	154	7.1.1 宏的基本概念 .....	184
5.2.5 使用“设计”视图创建报表 .....	155	7.1.2 设置宏操作 .....	184
5.3 编辑报表 .....	158	7.2 建立宏 .....	186
5.3.1 设置报表格式 .....	158	7.2.1 创建操作序列宏 .....	186
5.3.2 添加背景图案 .....	159	7.2.2 创建宏组 .....	186
5.3.3 添加日期和时间 .....	159		
5.3.4 添加分页符和页码 .....	159		



7.2.3 创建条件操作宏 .....	187	8.5.2 参数传递 .....	235
7.2.4 设置宏的操作参数 .....	188	8.6 VBA 程序运行错误处理 .....	237
7.2.5 运行宏 .....	189	8.7 VBA 程序的调试:设置断点、 单步跟踪、设置监视窗口 .....	238
7.2.6 宏的调试 .....	189	习题 8 .....	241
7.3 通过事件触发宏 .....	190	<b>第 9 章 VBA 数据库编程</b> .....	246
7.3.1 事件的概念 .....	190	9.1 VBA 常见操作 .....	246
7.3.2 通过事件触发宏 .....	191	9.2 VBA 的数据库编程 .....	257
习题 7 .....	197	习题 9 .....	279
<b>第 8 章 模块与 VBA 编程基础</b> .....	199	附录 A 常用函数 .....	284
8.1 模块的基本概念 .....	199	附录 B 窗体属性及其含义 .....	289
8.1.1 类模块 .....	199	附录 C 控件属性及其含义 .....	292
8.1.2 标准模块 .....	199	附录 D 常用宏操作命令 .....	294
8.1.3 将宏转换为模块 .....	199	附录 E 常用事件 .....	298
8.2 创建模块 .....	200	附录 F 全国计算机等级考试二级 Access 数据库程序设计 考试大纲(2007 年版) .....	301
8.3 VBA 程序设计基础 .....	200	附录 G 2008 年 4 月全国计算机等级 考试二级笔试试卷—— Access 数据库程序设计 .....	304
8.3.1 面向对象程序设计的基本 概念 .....	201	附录 H 2008 年 4 月全国计算机等级 考试二级笔试试卷—— Access 数据库程序设计 答案 .....	310
8.3.2 Visual Basic 编辑环境 .....	202	附录 I 习题参考答案 .....	311
8.3.3 数据类型和数据库对象 .....	206	参考文献 .....	315
8.3.4 变量与常量 .....	209		
8.3.5 常用标准函数 .....	213		
8.3.6 运算符和表达式 .....	218		
8.4 VBA 流程控制语句 .....	221		
8.4.1 赋值语句 .....	221		
8.4.2 条件语句 .....	221		
8.4.3 循环语句 .....	229		
8.4.4 其他语句——标号和 GoTo 语句 .....	233		
8.5 过程调用和参数传递 .....	234		
8.5.1 过程调用 .....	234		

# 第 1 章

## 数据库基础知识

魏泰林文 2

数据库是 20 世纪 60 年代后期发展起来的一项重要技术,70 年代以来数据库技术得到迅猛发展,已经成为计算机科学与技术的一个重要分支。本章主要介绍数据库的基本概念和基本理论,并结合 Microsoft Access 讲解与关系数据库相关的基本概念。

### 1.1 数据库基础知识

数据库是 20 世纪 60 年代末发展起来的一项重要技术,它的出现使数据处理进入了一个崭新的时代,它能把大量的数据按照一定的结构存储起来,在数据库管理系统的集中管理下,实现数据共享。那么,什么是数据库?什么是数据库管理系统呢?下面做一简单介绍。

#### 1.1.1 计算机数据管理的发展

##### 一、数据与数据处理

数据是指存储在某种介质上能够识别的物理符号。数据的概念包括两个方面:其一是描述事物特性的数据内容;其二是存储在某一种介质上的数据形式。数据的形式可以是多种多样的,例如,某人的生日是“1988 年 6 月 25 日”,可以表示为“1988.06.25”,其含义并没有改变。

数据的概念在数据处理领域中已经大大拓宽。数据不仅包括数字、字母、文字和其他特殊字符组成的文本形式,而且还包括图形、图像、动画、影像、声音等多媒体形式,但是使用最多、最基本的仍然是文字数据。

数据处理是指将数据转换成信息的过程。从数据处理的角度而言,信息是一种被加工成特定形式的数据,这种数据形式对于数据接收者来说是有意义的。

人们说“信息处理”,其真正含义是为了产生信息而处理数据。通过处理数据可以获得信息,通过分析和筛选信息可以进行决策。

在计算机系统中,使用计算机的外存储器(如磁盘)来存储数据;通过软件系统来管理数据;通过应用系统来对数据进行加工处理。

##### 二、计算机数据管理

数据处理的中心问题是数据管理。计算机对数据的管理是指如何对数据分类、组织、编码、存储、检索和维护。

计算机在数据管理方面经历了由低级到高级的发展过程。计算机数据管理随着计算机硬件、软件技术和计算机应用范围的发展而发展,先后经历了人工管理、文件系统和数据库系统、分布式数据库系统和面向对象数据库系统等几个阶段。

##### 1. 人工管理

20 世纪 50 年代中期以前,计算机主要用于科学计算。当时的硬件状况是,外存储器只有纸带、卡片、磁带,没有像磁盘这样的可以随机访问、直接存取的外部存储设备。软件状况是,没有操作系统,没有专门管理数据的软件,数据由计算或处理它的程序自行携带。数据管理任务,包括存储结构、存取方法、输入/输出方式等完全由程序设计人员自行负责。

这一时期计算机数据管理的特点是:数据与程序不具有独立性,一组数据对应一组程序。数据不能长期保存,程序运行结束后就退出计算机系统,一个程序中的数据无法被其他程序使用,因此程序与程序之间存在大量的重复数据,称为数据冗余。

## 2. 文件系统

20世纪50年代后期到60年代中期,计算机的应用范围逐渐扩大,计算机不仅用于科学计算,而且还大量用于管理。这时可以直接存取的磁鼓、磁盘成为联机的主要外部存储设备;在软件方面,出现了高级语言和操作系统。操作系统中已经有了专门的数据管理软件,称为文件系统。

在文件系统阶段,程序和数据有了一定的独立性,程序和数据分开存储,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被多次存取。

在文件系统的支持下,程序只需用文件名就可以访问数据文件,程序员可以将精力集中在数据处理的算法上,而不必关心记录在存储器上的地址和内、外存交换数据的过程。

但是,文件系统中的数据文件是为了满足特定业务领域,或某部门的专门需要而设计的,服务于某一特定应用程序,数据和程序相互依赖。同一数据项可能重复出现在多个文件中,导致数据冗余度大,这不仅浪费了存储空间,增加了更新开销,更严重的是,由于不能统一修改,容易造成数据的不一致。

文件系统存在的问题阻碍了数据处理技术的发展,不能满足日益增长的信息需求,这正是数据库技术产生的原动力,也是数据库系统产生的背景。

## 3. 数据库系统

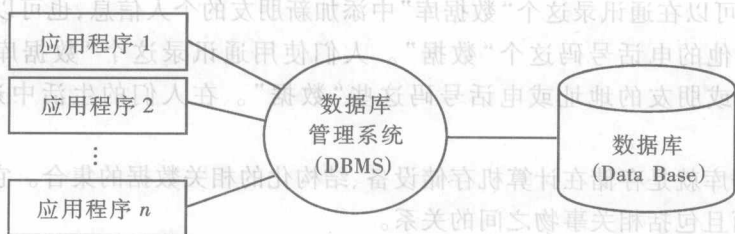
从20世纪60年代后期以来,计算机用于管理的规模更为庞大,应用越来越广泛,需要计算机管理的数据量急剧增长,同时多种应用、多种语言互相覆盖地共享数据集合的要求越来越强烈。这时硬件有大容量磁盘,硬件价格下降,软件价格上升,为编制和维护系统软件及应用程序所需的成本相对增加。在处理方式上,联机实时处理要求更多,并开始提出和考虑分布处理。在这种背景下,以文件系统作为数据管理手段已经不能满足应用的需求,于是为解决多用户、多应用共享数据的需求,使数据为尽可能多的应用提供服务,出现了数据库技术和统一管理数据的专门软件系统——数据库管理系统。

1968年美国IBM公司研制成功的数据库管理系统IMS(Information Management System)标志着数据处理技术进入了数据库系统阶段。IMS是层次模型数据库。1969年美国CODASYL(Conference on Data System Languages,数据系统语言协会)委员会公布了DBTG报告,对研制开发网状数据库系统起到了推动作用。自1970年起,IBM公司的E. F. Codd连续发表论文,奠定了关系数据库的理论基础。目前关系数据库系统已逐渐淘汰了网状数据库和层次数据库,成为当今最流行的商用数据库系统。

数据库技术的主要目的是有效地管理和存取大量的数据资源,包括:提高数据的共享性,使多个用户能够同时访问数据库中的数据;减小数据的冗余,以提高数据的一致性和完整性;提供数据与应用程序的独立性,从而减少应用程序的开发和维护代价。

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(Data Base Management System, DBMS)。数据库管理系统以操作系统提供的输入/输出控制和文件访问功能为基础,因此它需要在操作系统的支持下才能运行。

在数据库系统中,数据已经成为多个用户或应用程序共享的资源,已经从应用程序中完全独立出来,由DBMS统一管理。数据库系统数据与应用程序的关系如图1.1所示。



#### 4. 分布式数据库系统

随着计算机科学和技术的发展,数据库技术与通信技术、面向对象技术、多媒体技术、人工智能技术、面向对象程序设计技术、并行计算技术等相互渗透、相互结合,使数据库系统产生了新的发展,成为当代数据库技术发展的主要特征。

数据库技术与网络通信技术的结合产生了分布式数据库系统。20 世纪 70 年代之前,数据库系统多数是集中式的。网络技术的发展为数据库提供了分布式运行的环境,从主机-终端体系结构发展到客户机/服务器(Client/Server, C/S)系统结构。

目前使用较多的是基于客户机/服务器系统结构。C/S 结构将应用程序根据应用情况分布到客户的计算机和服务器上,将数据库管理系统和数据库放置到服务器上,客户端的程序使用开放数据库连接(Open Data Base Connectivity, ODBC)标准协议通过网络访问远端的数据库。

Access 为创建功能强大的客户机/服务器应用程序提供了专用工具。客户机/服务器应用程序具有本地(客户)用户界面,但访问的是远程服务器上的数据。

#### 5. 面向对象数据库系统

数据库技术与面向对象程序设计技术结合产生了面向对象的数据库系统。面向对象的数据库吸收了面向对象程序设计方法学的核心概念和基本思想,采用面向对象的观点来描述现实世界实体(对象)的逻辑组织、对象之间的限制和联系等。它克服了传统数据库的局限性,能够自然地存储复杂的数据对象以及这些对象之间的复杂关系,从而大幅度地提高了数据库管理效率,降低了用户使用的复杂性。

从本质上说,Access 仍然是传统的关系型数据库系统,但它在用户界面、程序设计等方面进行了很好地扩充,提供了面向对象程序设计的强大功能。

### 1.1.2 数据库系统

本节首先介绍与数据库技术相关的基本概念,然后介绍数据库管理系统所支持的各种数据模型。

#### 一、有关数据库的概念

##### 1. 数据(Data)

数据指描述事物的符号记录。在计算机中文字、图形、图像、声音等都是数据,学生的档案、教师的基本情况、货物的运输情况等也都是数据。

##### 2. 数据库(Data Base)

什么是数据库呢?举例来说明。每个人都有很多亲戚和朋友,为了保持与他们的联系,常常用一个通讯录将他们的姓名、地址、电话等信息都记录下来,这样要查找电话或地址就很方便了。这个“通讯录”就是一个最简单的“数据库”,每个人的姓名、地址、电话等信息就是这个数据库中

的“数据”。人们可以在通讯录这个“数据库”中添加新朋友的个人信息,也可以由于某个朋友的电话变动而修改他的电话号码这个“数据”。人们使用通讯录这个“数据库”还是为了能随时查到某位亲戚或朋友的地址或电话号码这些“数据”。在人们的生活中这样的“数据库”随处可见。

实际上,数据库就是存储在计算机存储设备、结构化的相关数据的集合。它不仅包括描述事物的数据本身,而且包括相关事物之间的关系。

数据库中的数据往往不只是面向某一项特定的应用,而是面向多种应用,可以被多个用户、多个应用程序共享。

### 3. 数据库应用系统

数据库应用系统是指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软件系统。例如,以数据库为基础的学生教学管理系统、财务管理系统、人事管理系统、图书管理系统、生产管理系统等。不论是面向内部业务和管理的管理信息系统,还是面向外部提供信息服务的开放式信息系统,都是以数据库为基础和核心的计算机应用系统。

### 4. 数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS)

数据库管理系统指位于用户与操作系统之间的一层数据管理软件。数据库管理系统是为数据库的建立、使用和维护而配置的软件。数据库在建立、运用和维护时由数据库管理系统统一管理、统一控制。数据库管理系统使用户能方便地定义数据和操纵数据,并能够保证数据的安全性、完整性、多用户对数据的并发使用及发生故障后的系统恢复。在微机环境中,Visual FoxPro和Access等都是数据库管理系统。

### 5. 数据库系统(DataBase System, DBS)

数据库系统是指引进数据库技术后的计算机系统,是实现有组织地、动态地存储大量相关数据,提供数据处理和信息资源共享的便利手段。数据库系统由5部分组成:硬件系统、数据库、数据库管理系统及相关软件、数据库管理员(DataBase Administrator, DBA)和用户。

数据库管理员是专门人员或者管理机构,负责监督和管理数据库系统。主要负责决定数据库中的数据 and 结构,决定数据库的存储结构和策略,保证数据库的完整性和安全性,监控数据库的运行和使用,进行数据库的改造、升级和重组等。

## 二、数据库系统的特点

数据库系统的主要特点如下:

### 1. 实现数据共享,减少数据冗余

在数据库系统中,对数据的定义和描述已经从应用程序中分离出来,通过数据库管理系统来统一管理。数据的最小访问单位是字段,既可以按字段的名称存取数据库中某一个或某一组字段,也可以存取一条记录或一组记录。

建立数据库时,应当以全局的观点组织数据库中的数据,而不应该像文件系统那样只考虑某一个部门的局部应用,这样才能发挥数据共享的优势。数据库群中存放整个组织(如整个企业)通用化的数据集合,某个部门通常仅使用总体数据的一个子集。

### 2. 采用特定的数据模型

数据库中的数据是有结构的,这种结构由数据库管理系统所支持的数据模型表现出来。数据库系统不仅可以表示事物内部数据项之间的联系,而且可以表示事物与事物之间的联系,从而反映出现实世界事物之间的联系。因此,任何数据库管理系统都支持一种抽象的数据模型。关于数据模型将在1.1.3中具体介绍。

### 3. 具有较高的数据独立性

在数据库系统中,数据库管理系统(DBMS)提供映像功能,实现了应用程序对数据的总体逻辑结构、物理存储结构之间较高的独立性。数据的物理存储结构与用户看到的局部逻辑结构可以有很大的差别。用户只以简单的逻辑结构来操作数据,无须考虑数据在存储器上的物理位置与结构。

### 4. 有统一的数据控制功能

数据库可以被多个用户或应用程序共享,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。数据库管理系统必须提供必要的保护措施,包括并发访问控制功能、数据的安全性控制功能和数据的完整性控制功能。

## 三、数据库管理系统

数据库管理系统支持用户对于数据库的基本操作,是数据库系统的核心软件,其主要目标是使数据成为方便用户使用的资源,易于为各种用户所共享,并增进数据的安全性、完整性和可用性。数据库管理系统(DBMS)在系统层次结构中的位置如图 1.2 所示。

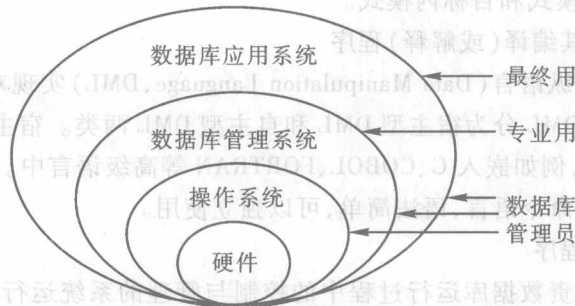


图 1.2 数据库系统层次示意图

虽然不同 DBMS 要求的硬件资源、软件环境是不同的,其功能与性能也存在差异,但一般说来,DBMS 的功能主要包括以下 6 个方面:

#### 1. 数据定义

数据定义包括定义构成数据库结构的外模式、模式和内模式,定义各个外模式与模式之间的映射,定义模式与内模式之间的映射,定义有关的约束条件(例如,为保证数据库中数据具有正确语义而定义的完整性规则,为保证数据库安全而定义的用户口令和存取权限等)。

#### 2. 数据操纵

数据操纵包括对数据库数据的检索、插入、修改和删除等基本操作。

#### 3. 数据库运行管理

对数据库的运行进行管理是 DBMS 运行时的核心部分,包括对数据库进行并发控制、安全性检查、完整性约束条件的检查和执行、数据库的内部维护(如索引、数据字典的自动维护)等。所有访问数据库的操作都要在这些控制程序的统一管理下进行,以保证数据的安全性、完整性、一致性以及多用户对数据库的并发使用。

#### 4. 数据的组织、存储和管理

数据库中需要存放多种数据,如数据字典、用户数据、存取路径等,DBMS 负责分门别类地组织、存储和管理这些数据,确定以何种文件结构和存取方式物理地组织这些数据,如何实现数据之间的联系,以便提高存储空间利用率以及提高随机查找、顺序查找、增、删、改等操作的时间

效率。

### 5. 数据库的建立和维护

建立数据库包括数据库初始数据的输入与数据转换等。维护数据库包括数据库的转储与恢复、数据库的重组与重构造、性能的监视与分析等。

### 6. 数据通信接口

DBMS 需要提供与其他软件系统进行通信的功能。例如,提供与其他 DBMS 或文件系统的接口,从而能够将数据转换为另一个 DBMS 或文件系统能够接受的格式,或者接收其他 DBMS 或文件系统的数据库。

为了提供上述功能,DBMS 通常由以下 4 部分组成:

#### 1. 数据定义语言及其翻译处理程序

DBMS 一般都提供数据定义语言(Data Definition Language, DDL)供用户定义数据库的外模式、模式、内模式、各级模式间的映射、有关的约束条件等。用 DDL 定义的外模式、模式和内模式分别称为源外模式、源模式和源内模式,各种模式翻译程序负责将它们翻译成相应的内部表示,即生成目标外模式、目标模式和目标内模式。

#### 2. 数据操纵语言及其编译(或解释)程序

DBMS 提供了数据操纵语言(Data Manipulation Language, DML)实现对数据库的检索、插入、修改、删除等基本操作。DML 分为宿主型 DML 和自主型 DML 两类。宿主型 DML 本身不能独立使用,必须嵌入主语言中,例如嵌入 C、COBOL、FORTRAN 等高级语言中。自主型 DML 又称为自含型 DML,它们是交互式命令语言,语法简单,可以独立使用。

#### 3. 数据库运行控制程序

DBMS 提供了一些负责数据库运行过程中的控制与管理的系统运行控制程序,包括系统初始化程序、文件读写与维护程序、存取路径管理程序、缓冲区管理程序、安全性控制程序、完整性检查程序、并发控制程序、事务管理程序、运行日志管理程序等,它们在数据库运行过程中监视着对数据库的所有操作,控制管理数据库资源,处理多用户的并发操作等。

#### 4. 实用程序

DBMS 通常还提供一些实用程序,包括数据初始装入程序、数据转储程序、数据库恢复程序、性能监测程序、数据库再组织程序、数据转换程序、通信程序等。数据库用户可以利用这些实用程序完成数据库的建立与维护,以及数据格式的转换与通信。

## 1.1.3 数据模型

数据库需要根据应用系统中数据的性质、内在联系,按照管理的要求来设计和组织。数据模型就是从现实世界到机器世界的一个中间层次。现实世界的事物反映到人的大脑中来,人们把这些事物抽象为一种既不依赖于具体的计算机系统又不为某一 DBMS 支持的概念模型,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。

### 一、实体描述

现实世界中存在各种事物,事物与事物之间存在着联系。这种联系是客观存在的,是由事物本身的性质所决定的。例如,在学校的教学管理系统中有教师、学生和课程,教师为学生授课,学生选修课程取得成绩;在图书馆中有图书和读者,读者借阅图书;在体育竞赛中有参赛队、竞赛项目,代表队中的运动员参加特定项目的比赛等。如果管理的对象较多或者比较特殊,事物之间的联系就可能较为复杂。

**1. 实体** 客观存在并相互区别的事物称为实体。实体可以是实际的事物,也可以是抽象的事物。例如,学生、课程、读者等都是属于实际的事物;学生选课、借阅图书等都是比较抽象的事物。

## 2. 实体的属性

描述实体的特性称为属性。例如,学生实体用学号、姓名、性别、出生年份、系、入学时间等属性来描述;图书实体用图书编号、分类号、书名、作者、单价等多个属性来描述。

## 3. 实体集和实体型

属性值的集合表示一个实体,而属性的集合表示一种实体的类型,称为实体型。同类型的实体的集合,称为实体集。

例如,学生(学号,姓名,性别,出生年份,系,入学时间)就是一个实体型。对于学生来说,全体学生就是一个实体集,(980102,刘力,男,1980,自动控制,1997)就是代表学生名单中的一个具体的学生;在图书实体集中,(098765,TP298,Access 教程,张三,30.50)则代表一本具体的书。而在 Access 中,用“表”来存放同一类实体,即实体集。例如,学生表、教师表、成绩表等。Access 的一个“表”包含若干个字段,“表”中的字段就是实体的属性。字段值的集合组成表中的一条记录,代表一个具体的实体,即每一条记录表示一个实体。

## 二、实体间的联系及分类

实体之间的对应关系称为联系,它反映现实世界事物之间的相互关联。例如,一个学生可以选修多门课程,同一门课程可以由多名教师讲授。

实体间联系的种类是指一个实体型中可能出现的每一个实体与另一个实体型中多少个实体存在联系。两个实体间的联系可以归结为三种类型:

### 1. 一对一联系(one-to-one relationship)

考察学校和校长这两个实体型,如果一个学校只能有一个正校长,一个校长不能同时在其他学校或单位兼任校长,在这种情况下,学校与校长之间存在一对一联系。这种联系记为 1:1。

在 Access 中,一对一联系表现为主表中的每一条记录只与相关表中的一条记录相关联。例如,人事部门的教师名单表和财务部门的教师工资表之间是一一对一的联系,因为一名教师在同一时间只能领一份工资。在学校中,一个班级只能有一个班长。

### 2. 一对多联系(one-to-many relationship)

考察学校中系学院和学生这两个实体型,一个学院中可以有多名学生,而一个学生只能在一个学院中注册学习。学院和学生之间存在一对多联系。考察部门和教师之间的联系,一个教师只能在学校的的一个部门任职,占用该部门的一个编制,而一个部门可以有多名在编教师。部门与教师之间也是一对多联系。同样,一个班级有许多学生,班级和学生之间也是一对多联系。这种联系记为 1:M。

在 Access 中,一对多联系表现为主表中的每条记录与相关表中的多条记录相关联。即表 A 中的一条记录在表 B 中可以有多条记录与之对应,但表 B 中的一条记录最多只能与表 A 中的一条记录对应。

一对多联系是最普遍的联系,也可以将一对一联系看做是一对多联系的特殊情况。

### 3. 多对多联系(many-to-many relationship)

考察学生和课程两个实体型,一个学生可以选修多门课程,一门课程可以被多名学生选修。因此,学生和课程间存在多对多的联系。学校中教师与课程之间也是多对多联系,因为一位教师可以讲授多门课程,同一门课程可以有多位老师讲授。这种联系记为 M:N。



在 Access 中,多对多的联系表现为一个表中的多条记录在相关表中同样可以有多条记录与之对应。即表 A 中的一条记录在表 B 中可以对应多条记录,而表 B 中的一条记录在表 A 中也可对应多条记录。

### 三、数据模型简介

为了反映事物本身及事物之间的各种联系,数据库中的数据必须有一定的结构,这种结构用数据模型来表示。数据库不仅管理数据本身,而且要使用数据模型表示出数据之间的联系。可见,数据模型是数据库管理系统用来表示实体及实体间联系的方法。一个具体的数据模型应当正确地反映出数据之间存在的整体逻辑关系。

任何一个数据库管理系统都是基于某种数据模型的。数据库管理系统所支持的传统数据模型分 3 种:层次数据模型、网状数据模型和关系数据模型。因此,使用支持某种特定数据模型的数据库管理系统开发出来的应用系统相应的称为层次数据库系统、网状数据库系统和关系数据库系统。

关系数据模型对数据库的理论和实践产生很大的影响,成为当今最流行的数据库模型。本书重点介绍关系数据库的基本概念和使用。为了使读者对数据模型有一个全面的认识,进而更深刻地理解关系数据模型,这里先对层次数据模型和网状数据模型作一简要的介绍。

#### 1. 层次数据模型

层次数据模型是数据库系统中最早出现的数据模型,它用树形结构表示各类实体以及实体间的联系。层次数据模型数据库系统的典型代表是 IBM 公司的 IMS (Information Management System) 数据库管理系统,这是一个曾经广泛使用的数据库管理系统。

若用图来表示,则层次数据模型是一棵倒立的树。节点层次 (Level) 从根开始定义,根为第一层,根的孩子称为第二层,根称为其孩子的双亲,同一双亲的孩子称为兄弟。

图 1.3 给出了一个学院的层次数据模型。

层次数据模型对具有一对多的层次关系的描述非常自然、直观、容易理解,这是层次数据库的突出优点。支持层次数据模型的 DBMS 称为层次数据库管理系统,在这种系统中建立的数据库是层次数据库。层次数据模型不能直接表示出多对多的联系。

#### 2. 网状数据模型

网状数据模型的典型代表是 DBTG 系统,也称 CODASYL 系统,它是 20 世纪 70 年代数据系统语言协会 (CODASYL) 下属的数据库任务组 (Data Base Task Group, DBTG) 提出的一个系统方案。若用图表示,网状数据模型是一个网络。图 1.4 给出了一个抽象的简单的网状数据模型。

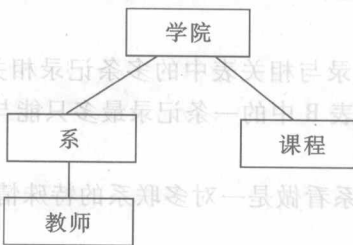


图 1.3 层次数据模型示意图



图 1.4 网状数据模型示意图

自然界中实体型间的联系更多的是非层次关系,用层次数据模型表示非树形结构是很不直