

全国计算机等级考试



二级教程

教育部考试中心
(2020 年版)

Access 数据库程序设计

高等教育出版社



全国计算机等级考试二级教程

——Access 数据库程序设计

(2020 年版)

Quanguo Jisuanji Dengji Kaoshi Erji Jiaocheng
——Access Shujuku Chengxu Sheji

教育部考试中心

主编 陈 雷 陈朔鹰
参编 郑小玲 郭永青

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是由教育部考试中心组织，根据教育部考试中心最新颁布的《全国计算机等级考试二级 Access数据库程序设计考试大纲（2018年版）》编写的，内容包括：数据库基础知识、数据库和表、查询、窗体、报表、宏、VBA编程基础、VBA数据库编程以及考试指导。本书内容简明扼要，理论联系实际。书中还包含 2013年版考试大纲、样卷等。

本书是全国计算机等级考试二级 Access数据库程序设计复习考试、培训的指定教材，同时也可作为其他人员学习参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

全国计算机等级考试二级教程. Access 数据库程序设计：2020 年版 / 教育部考试中心编. -- 北京：高等教育出版社，2019. 12
ISBN 978-7-04-053161-9

I. ①全… II. ①教… III. ①电子计算机-等级考试-教材②关系数据库系统-程序设计-等级考试-教材
IV. ①TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 274991 号

策划编辑	何新权	责任编辑	何新权	封面设计	李树龙	版式设计	马 云
责任校对	张 薇	责任印制	田 甜				

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	人卫印务（北京）有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	787mm×1092mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	24.75	版 次	2019 年 12 月第 1 版
字 数	600 千字	印 次	2019 年 12 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	48.00 元
咨询电话	400-810-0598		

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 53161-00

积极发展全国计算机等级考试 为培养计算机应用专门人才、促进信息 产业发展作出贡献

(序)

中国科协副主席 中国系统仿真学会理事长
第五届全国计算机等级考试委员会主任委员
赵沁平

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。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,迅速改变着人们的工作、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,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的体现。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。软件产业是增长快速的朝阳产业,是具有高附加值、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方向发展。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性新兴产业。

为了适应知识经济发展的需要,大力促进信息产业的发展,需要在全民中普及计算机的基本知识,培养一批又一批能熟练运用计算机和软件技术的各行各业的应用型人才。

1994 年,国家教委(现教育部)推出了全国计算机等级考试,这是一种专门评价应试人员对计算机软硬件实际掌握能力的考试。它不限制报考人员的学历和年龄,从而为培养各行业计算机应用人才开辟了一条广阔的道路。

1994 年是推出全国计算机等级考试的第一年,当年参加考试的有 1 万余人,2017 年报考人数已达 620 万人。截至 2017 年年底,全国计算机等级考试共开考 50 次,考生人数累计达 7 665 万人,有 2 885 万人获得了各级计算机等级证书。

事实说明,鼓励社会各阶层人士通过各种途径掌握计算机应用技术,并通过等级考试对他们的能力予以科学、公正、有权威性的认证,是一种比较好的、有效的计算机应用人才培养途径,符合我国的具体国情。等级考试同时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肯定。

计算机技术日新月异。全国计算机等级考试大纲顺应技术发展和社会需求的变化,从2010年开始对新版考试大纲进行调研和修订,在考试体系、考试内容、考试形式等方面都做了较大调整,希望等级考试更能反映当前计算机技术的应用实际,使培养计算机应用人才的工作更健康地向前发展。

全国计算机等级考试取得了良好的效果,这有赖于各有关单位专家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付出的大量心血和辛勤劳动,他们为这项工作的开展作出了重要的贡献。在此向他们表示衷心的感谢!

我们相信,在21世纪知识经济和加快发展信息产业的形势下,在教育部考试中心的精心组织领导下,在全国各有关专家的大力配合下,全国计算机等级考试一定会以“激励引导成才,科学评价用才,服务社会选材”为目标,服务考生和社会,为我国培养计算机应用专门人才的事业作出更大的贡献。

前 言

为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,国家教委(现教育部)考试中心于1994年起,开始推行全国计算机等级考试。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年版的考试大纲。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年版考试大纲,并相继推出了2007年版、2009年版、2013年版、2016年版和2018年版考试大纲。随着软件系统的升级,之后逐年推出不同版本的考试大纲。

本次教材修订的依据是2018年版考试大纲,并参考了自2004年以来Access考试的实际情况,对原来的内容进行了必要删减和调整。在充分体现2018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,本次以Access 2010作为教学背景,由于该版本的软件较过去版本的软件有较大幅度的变化,因此本书的很多章节都进行了较多改动,特别是与基本术语、显示界面和操作方式等相关部分内容修改更大。为突出本课程的特点,全书进一步压缩了关于Access操作步骤的介绍,强化了与程序设计相关的内容,以更好地突出数据库编程这一重点。

本版教材的第1、5和6章由陈朔鹰编写;第2、3、4章和附录由郑小玲编写;第7章由郭永青编写;第8章由陈雷编写;全书由陈朔鹰统稿。本书的编写工作始终在教育部考试中心的直接组织和帮助下完成的,在此表示衷心感谢。

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

编者

目 录

第1章 数据库基础知识	1	习题2	71
1.1 数据库基础知识	1	第3章 查询	73
1.1.1 计算机数据管理的发展	1	3.1 查询概述	73
1.1.2 数据库系统	2	3.1.1 查询的功能	73
1.1.3 数据模型	5	3.1.2 查询的类型	74
1.2 关系数据库	8	3.1.3 查询视图	75
1.2.1 关系模型	8	3.1.4 查询条件	75
1.2.2 关系运算	11	3.2 创建选择查询	78
1.3 数据库设计基础	13	3.2.1 使用查询向导创建查询	78
1.3.1 数据库设计步骤	13	3.2.2 使用设计视图创建查询	84
1.3.2 数据库设计过程	15	3.2.3 使用查询执行统计计算	89
1.4 Access 简介	20	3.3 创建交叉表查询	95
1.4.1 Access 发展简介	20	3.3.1 认识交叉表查询	95
1.4.2 Access 数据库的系统结构	20	3.3.2 创建交叉表查询	96
1.4.3 Access 2010 主界面	23	3.4 创建生成表查询	96
习题1	24	3.4.1 生成表查询概述	96
第2章 数据库和表	27	3.4.2 创建生成表查询	97
2.1 创建数据库	27	3.5 创建删除查询	98
2.1.1 创建数据库	27	3.5.1 删除查询概述	98
2.1.2 打开和关闭数据库	29	3.5.2 创建删除查询	98
2.2 建立表	30	3.6 创建更新查询	99
2.2.1 表的组成	30	3.6.1 更新查询概述	99
2.2.2 建立表结构	32	3.6.2 创建更新查询	99
2.2.3 设置字段属性	36	3.7 创建追加查询	100
2.2.4 建立表间关系	44	3.7.1 追加查询概述	100
2.2.5 向表中输入数据	47	3.7.2 创建追加查询	100
2.3 编辑表	56	3.8 结构化查询语言 SQL	101
2.3.1 修改表结构	56	3.8.1 SQL 语言概述	101
2.3.2 编辑表内容	57	3.8.2 数据定义	102
2.3.3 调整表外观	62	3.8.3 数据操纵	104
2.4 使用表	66	3.8.4 数据查询	105
2.4.1 排序记录	66	3.9 使用 SQL 语句创建查询	110
2.4.2 筛选记录	68	3.9.1 查询与 SQL 视图	110



3.9.2 创建数据定义查询	111	5.1 报表的基本概念与组成	167
3.9.3 创建联合查询	112	5.1.1 报表基本概念	167
3.9.4 创建传递查询	113	5.1.2 报表设计区	168
3.9.5 创建嵌套的查询	114	5.2 创建报表	170
3.10 编辑和使用查询	115	5.2.1 用“报表”工具创建报表	170
3.10.1 运行已创建的查询	115	5.2.2 用“报表设计”工具创建报表	172
3.10.2 编辑查询中的字段	115	5.2.3 用“空报表”工具创建报表	177
3.10.3 编辑查询中的数据源	116	5.2.4 编辑报表	180
3.10.4 重新打开“显示表”对话框	117	5.3 报表排序和分组	182
3.10.5 排序查询的结果	117	5.3.1 记录排序	182
习题3	117	5.3.2 记录分组	184
第4章 窗体	119	5.4 使用计算控件	186
4.1 窗体概述	119	5.4.1 报表添加计算控件	186
4.1.1 窗体的作用	119	5.4.2 报表统计计算	187
4.1.2 窗体的类型	120	5.4.3 报表常用函数	188
4.1.3 窗体的视图	121	习题5	188
4.2 创建窗体	122	第6章 宏	190
4.2.1 自动创建窗体	124	6.1 宏的基本概念	190
4.2.2 创建图表窗体	126	6.1.1 宏简介	190
4.2.3 使用“空白窗体”按钮创建窗体	128	6.1.2 设置宏操作	191
4.2.4 使用向导创建窗体	129	6.2 建立宏	192
4.3 设计窗体	132	6.2.1 创建独立的宏	193
4.3.1 窗体的设计视图	132	6.2.2 创建组	193
4.3.2 常用控件的功能	135	6.2.3 条件	194
4.3.3 常用控件的使用	137	6.2.4 设置宏的操作参数	195
4.3.4 窗体和控件的属性	148	6.2.5 临时变量	196
4.4 修饰窗体	155	6.2.6 运行宏	197
4.4.1 主题的应用	155	6.2.7 调试宏	197
4.4.2 条件格式的使用	155	6.3 通过事件触发宏	198
4.4.3 提示信息的添加	156	6.3.1 事件的概念	198
4.4.4 窗体的布局	156	6.3.2 通过事件触发宏	199
4.5 定制系统控制窗体	158	6.3.3 通过宏进行其他操作	206
4.5.1 创建切换窗体	158	6.4 数据宏	208
4.5.2 创建导航窗体	163	6.4.1 数据宏基本概念	208
4.5.3 设置启动窗体	164	6.4.2 “前期”事件	209
习题4	165	6.4.3 “后期”事件	209
第5章 报表	167	6.4.4 数据宏的限制	209
		习题6	210



第7章 VBA 编程基础	212	7.7.5 鼠标和键盘事件处理	261
7.1 VBA 的编程环境	212	7.7.6 数据文件读写	263
7.2 VBA 模块简介	213	7.7.7 用代码设置 Access 选项	266
7.2.1 标准模块	214	7.8 用户定义类模块创建和引用	267
7.2.2 类模块	214	7.8.1 用户定义类模块概念	267
7.2.3 VBA 代码编写模块过程	215	7.8.2 用户定义类模块创建和引用	272
7.2.4 将宏转换为模块过程	216	7.9 VBA 程序运行错误处理	279
7.2.5 在模块中执行宏	216	习题 7	280
7.3 VBA 程序设计基础	216	第8章 VBA 数据库编程	288
7.3.1 程序语句书写原则	216	8.1 VBA 数据库编程技术简介	288
7.3.2 数据类型和数据库对象	217	8.1.1 数据库引擎及其体系结构	288
7.3.3 变量与常量	220	8.1.2 数据库引擎版本选择和安装	289
7.3.4 常用标准函数	224	8.1.3 数据库访问接口	290
7.3.5 运算符和表达式	230	8.1.4 数据访问对象(DAO)	293
7.4 VBA 流程控制语句	232	8.1.5 ActiveX 数据对象(ADO)	295
7.4.1 赋值语句	232	8.2 VBA 数据库编程技术和应用	303
7.4.2 条件语句	233	习题 8	334
7.4.3 循环语句	238	附录1 考试指导	340
7.4.4 其他语句——标号和 GoTo 语句	242	附录2 常用函数	348
7.5 面向对象程序设计的基本概念 ..	242	附录3 窗体属性及其含义	353
7.5.1 集合和对象	242	附录4 控件属性及其含义	356
7.5.2 属性和方法	243	附录5 常用宏操作命令	358
7.5.3 事件和事件过程	243	附录6 常用事件	363
7.6 过程调用和参数传递	245	附录7 Visual Basic 编辑环境简介	367
7.6.1 过程调用	245	附录8 全国计算机等级考试二级 Access 数据库程序设计考试 大纲(2018 年版)	372
7.6.2 参数传递	247	附录9 全国计算机等级考试二级 Access 数据库程序设计样题 及参考答案	375
7.7 VBA 常用操作	248	附录10 习题参考答案	380
7.7.1 打开和关闭操作	248		
7.7.2 输入和输出操作	251		
7.7.3 VBA 编程验证数据	256		
7.7.4 计时事件	257		

数据库是 20 世纪 60 年代后期发展起来的一项重要技术。现在,数据库技术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 2010 介绍与关系数据库相关的基础知识和基本概念。

1.1 数据库基础知识

数据库的出现使数据处理进入了一个崭新的时代,它将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。

1.1.1 计算机数据管理的发展

1. 数据与数据处理

数据是指保存在存储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;其二是保存在存储介质上的数据形式。数据形式可以多种多样,例如,日期“2016 年 2 月 14 日”,也可以表示为“2016.02.14”,其含义并未改变。

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。

在数据处理领域,数据的概念已经拓宽。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进行分类、组织、编码、存储、检索和维护。

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。

使用计算机进行数据管理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不断发展而发展,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。

2. 数据库系统简介

1968 年,美国 IBM 公司研制成功的数据库管理系统(Information Management System,IMS),



这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,美国数据系统语言协会(Conference on Data System Languages,CODASYL)委员会公布了 DBTG 报告,推动了网状数据库系统的研制与开发。自 1970 年起,IBM 公司的研究员 E. F. Codd 连续发表一系列论文,奠定了关系数据库的理论基础。

在数据库系统中,数据成为多个用户或应用程序共享的资源,已经从应用程序中独立出来,由数据库管理系统统一管理。数据库管理系统(DataBase Management System,DBMS)是为建立、使用和维护数据库而配置的软件。数据与应用程序关系如图 1.1 所示。

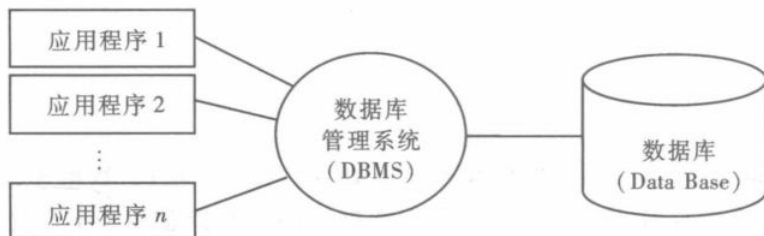


图 1.1 数据库系统中数据与程序的关系

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、并行计算技术等相互渗透、相互结合,使数据库系统和技术不断发展。

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,从原来的主机—终端体系结构发展到客户机/服务器(Client/Server,C/S)系统结构。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 支持客户机/服务器模式。

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扩充,提供了面向对象程序设计的功能。

1.1.2 数据库系统

本节在介绍与数据库相关的基本概念的基础上,简要介绍数据库管理系统所支持的各种数据模型。

1. 基本概念

(1) 数据(Data)

数据指描述事物的符号记录。可以认为,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、学生的学习成绩等也都是数据。

(2) 数据库(DataBase)

什么是数据库？首先来看生活中的实例。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，这样就可以方便地查找电话或地址。这个“通讯录”就是一个简单的“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”中添加新朋友的信息，也可以因某个朋友的电话变动而修改他的电话号码。在人们的生活中这样的“数据库”随处可见。

事实上，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。

(3) 数据库应用系统(DataBase Application System)

数据库应用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，常见的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)

数据库管理系统是为建立、使用和维护数据库而配置的专门数据管理软件。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。Access、SQL Server 和 MySQL 等都是常见的小型数据库管理系统。

(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、数据库管理员和用户。

(6) 数据库管理员(DataBase Administrator, DBA)

数据库管理员是负责监督和管理数据库系统的专门人员或管理机构，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。

2. 数据库的特点

数据库系统具有如下主要特点：

(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。

(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。

(3) 具有较高的数据独立性

在数据库系统中，数据库管理系统提供映像功能，使应用程序在数据的总体逻辑结构、物理存储结构之间具有较强的独立性。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。

3. 数据库管理系统

数据库管理系统是数据库系统的核心软件,支持用户对于数据库的基本操作,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。图 1.2 描述了数据库管理系统 DBMS 在计算机系统层次结构中的位置,同时也给出了不同的人员在数据库系统中可能面对的系统界面。

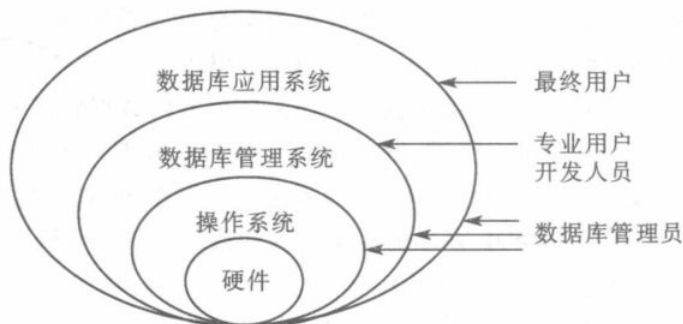


图 1.2 数据库系统层次示意图

一般来说,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 (Schema) 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,定义相关的约束条件 (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、数据库的重组织与重构造、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 通常提供以下 4 类语言和程序:

(1) 数据定义语言及其翻译处理程序

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

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,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,可以独立使用。

(3) 数据库运行控制语言(Data Control Language, DCL)

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,包括系统启动程序、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头脑中来,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,又与特定的 DBMS 无关的概念模型,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。

1. 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,在教学过程中有教师、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,那么事物之间的联系就可能较为复杂。

(1) 实体(Entity)

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、所属学院、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、所属学院、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,计算机学院,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。

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。

2. 实体间联系及分类

实体之间的对应关系称为联系(Relationship),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3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位正校长,一位校长不能同时也在其他学校兼任校长,在这种情况下,学校与校长之间就是一对一联系。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就是一对一联系,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作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”这两个实体型,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。

3. 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 (Model) 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能够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:层次模型、网状模型和关系模型。关系模型对数据库的理论和实践产生很大的影响,成为当今广泛使用的数据库模型。

(1) 层次数据模型 (Hierarchical Data Model)

层次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。层次模型数据库系统的典型代表是 IBM 公司的 IMS (Information Management Systems) 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模型。

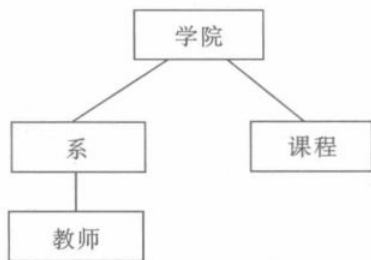


图 1.3 层次模型示意图

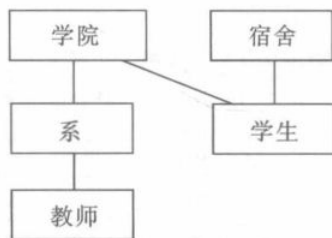


图 1.4 网状模型示意图

层次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使层次数据库。层次数据模型不能直接表示出多对多联系。

(2) 网状数据模型 (Network Data Model)

网状数据模型的典型代表是 DBTG 系统,也称 CODASYL 系统,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,网状模型是一个网络。图 1.4 给出了一个抽象的简单的网状模型。

自然界中实体型间的联系更多的是非层次关系,用层次模型表示非树形结构是很不直接的,网状模型则可以克服这一弊病。

(3) 关系数据模型(Relational Data Model)

关系数据模型是一种重要的模型。E. F. Codd 在 1970 年发表题为“大型共享系统的关系数据库的关系模型”的论文中首次提出了数据库系统的关系模型。关系模型是用二维表结构来表示实体以及实体之间联系。关系模型是以关系数学理论为基础,在关系模型中,操作的对象和结果都是二维表,这种二维表就是“关系”。

关系数据库以其完备的理论基础、简单的模型、说明性的查询语言和使用方便等优点得到最广泛的应用。

1.2 关系数据库

自 20 世纪 80 年代以来,新推出的数据库管理系统几乎都是支持关系数据模型,Access 就是一种关系数据库管理系统。本节将结合 Access 2010 介绍关系数据库系统的基本概念。

1.2.1 关系模型

在关系模型中,一个关系的逻辑结构就是一张二维表。这种用二维表的形式表示实体和实体间联系的数据模型称为关系数据模型。

1. 术语

图 1.5 给出了一张 Access 中的教师表,图 1.6 给出了一个工资表,这是两个关系。这两个表中都有唯一标识一名教师的属性“编号”,根据教师编号通过一定的关系运算可以将两个关系联系起来。

编号	姓名	性别	工作时间	政治面目	学历	职称	系别
95010	张乐	女	1989-11-10	党员	大学本科	教授	经济
95011	赵希明	女	1983-1-25	群众	研究生	副教授	经济
95012	李小平	男	1963-5-19	党员	研究生	讲师	经济
95013	李历宁	男	1989-10-29	党员	大学本科	讲师	经济
96010	张爽	男	1958-7-8	群众	大学本科	教授	经济
96011	张进明	男	1992-1-28	团员	大学本科	副教授	经济
96012	邵林	女	1983-1-25	群众	研究生	副教授	数学
96013	李燕	女	1969-6-25	群众	大学本科	讲师	数学
96014	苑平	男	1957-9-18	党员	研究生	教授	数学
96015	陈江川	男	1988-8-9	党员	大学本科	讲师	数学
96016	靳晋复	女	1963-5-19	群众	研究生	副教授	数学
96017	郭新	女	1989-6-25	群众	研究生	副教授	经济
97010	张山	男	1990-6-18	群众	大学本科	讲师	数学
97011	杨灵	男	1990-6-18	群众	大学本科	讲师	系统
97012	林奎	男	1990-6-18	群众	大学本科	讲师	系统
97013	胡方	男	1958-7-8	党员	大学本科	副教授	系统
98010	李小东	女	1992-1-27	群众	大学本科	讲师	系统

图 1.5 教师表

编号	基本工资	奖金	房租	实发工资
95010	700.00	200.00	0.00	1000.00
95011	700.00	200.00	0.00	1000.00
95012	800.00	200.00	0.00	1100.00
95013	800.00	100.00	0.00	1000.00
96010	1000.00	500.00	0.00	1700.00
96011	1000.00	400.00	0.00	1600.00
96012	900.00	200.00	0.00	1400.00
96013	900.00	150.00	0.00	1200.00
96014	850.00	300.00	0.00	1150.00
96015	0.00	0.00	0.00	0.00
96016	0.00	0.00	0.00	0.00
96017	0.00	0.00	0.00	0.00
97010	0.00	0.00	0.00	0.00
97011	0.00	0.00	0.00	0.00
97012	0.00	0.00	0.00	0.00
97013	0.00	0.00	0.00	0.00
98010	0.00	0.00	0.00	0.00

图 1.6 工资表

(1) 关系(Relationship)

一个关系就是一张二维表,每个关系有一个关系名。在 Access 中,一个关系存储为一个表,