

教育部文科计算机基础教学指导分委员会立项教材

高等学校数据库技术课程系列教材

Access程序设计基础

(第3版)

梁 洁 主编

高等教育出版社

教育部文科计算机基础教学指导分委员会立项教材

高等学校数据库技术课程系列教材

Access 程序设计基础

Access Chengxu Sheji Jichu

(第3版)

梁洁 主编

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是教育部文科计算机基础教学指导分委员会立项教材,以一个贯穿全书的实例——“世界杯”数据库为线索,以数据库管理系统 Access2010 为背景,循序渐进、深入浅出地介绍数据库基本理论,数据库设计、管理及操作,可视化编程技术和面向对象程序设计的方法,内容丰富,通俗易懂。数据库设计新颖、生动,贴近学生生活,体现现代教学以学生为主体,教师为主导的理念。全部资料采用真实数据。举例充分,突出应用,以案例驱动方式,通过生动的实例,使学生对应用程序开发有全面深刻的理解。

本书配有丰富的教学资源,包括书中涉及的所有数据库数据、实验用原始数据等电子资源,同时为教材使用者提供与教材配套的电子课件。既便于教师备课,同时也便于学生自主学习和探索式学习。资源可从中国高校计算机课程网 (<http://computer.cncourse.com>) 下载。

本书可作为高等学校和各类培训班的教材,也可供计算机应用开发人员参考学习使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

Access 程序设计基础 / 梁洁主编. --3 版. --北京: 高等教育出版社, 2015.3

ISBN 978-7-04-042070-8

I. ①A… II. ①梁… III. ①关系数据库系统-程序设计-高等学校-教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 024033 号

策划编辑 耿芳
插图绘制 杜晓丹

责任编辑 武林晓
责任校对 陈杨

封面设计 于文燕
责任印制 毛斯璐

版式设计 王艳红

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
印 刷 三河市宏图印务有限公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 22.25
字 数 550 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

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>
版 次 2006 年 1 月第 1 版
2015 年 3 月第 3 版
印 次 2015 年 3 月第 1 次印刷
定 价 34.00 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 42070-00

前 言

数据库技术是计算机应用的一个重要分支,是计算机基础核心课程之一。在数据库管理系统中,又以关系数据库使用最为普遍,目前使用较多的是 SQL Server、Access 和 Visual FoxPro 等。考虑到非计算机专业学生的计算机课程学时有限,SQL Server 对文科学生又过于复杂,所以采用 Access 2010 为基础语言对数据库技术及应用课程进行讲解。Access 成功的原因之一是它包含在 Microsoft Office 套件中,为创建通用级别的数据库应用提供了一个快速的应用程序开发环境,非常易于非专业编程人员使用。

本书选用 Access 2010 为蓝本,根据教育部高等学校大学计算机课程教学文科计算机基础教学指导分委员会提出的教学改革要求编写。通过以往教学中积累的教学经验及丰富的案例,发挥团队优势,以计算思维培养为导向,从既易于教学、又易于学习的角度出发,以通俗易懂的实例结合案例驱动的方式,从数据库原理到数据库技术的应用进行了全面介绍,在有限学时内让学生高效地掌握实用的数据库应用技术及初步编程方法。

本书主要特色表现在以下几个方面。

(1) 整体设计。教材使用一个完整的、能够全面表现数据库设计特点、深受学生喜爱的“世界杯”数据库作为实例贯穿全书。前后章节环环紧扣,由浅入深、循序渐进,既有理论知识,又侧重于应用。

(2) 数据库设计新颖、生动,贴近学生生活。本书从学生角度出发,选择贴近学生的“世界杯”数据库,既能在兴趣中学习数据库设计、实现的全过程,又能扩大知识面,开阔视野,加深对世界各国地理、文化的了解。

(3) 案例驱动。教材在内容的安排上以实例为主,避免理论枯燥,适合教学。从“世界杯”资料管理到其他学习资料管理、学籍管理等,活学活用,将书本知识应用于现实生活中,可容易地完成设计性和创新性实验要求。

(4) 精讲多练、讲练结合。与教材内容相匹配,按照一个学期的学时要求提供 18 个实验,分别与各章节和知识点对应,内容与操作实践达到或超过国家等级考试要求。各章附有大量测试题,内容上与等级考试一致,通过学习,可顺利通过国家二级等级考试,满足就业、择业需求。

(5) 配有丰富的教学资源,实现资源共享。提供教材涉及的数据库完整数据、实验用数据库、所有综合实验用数据以及与教材配套的全套电子课件。使用者如需要其他资源,可通过电子邮箱与作者联系,联系方式: liangjie@ynu.edu.cn。

书中强调可视化的编程环境,读者几乎不需要程序设计的知识,就可以轻松掌握并应用。提供的所有源代码都通过上机运行测试,读者通过学习,在数据库设计、数据库管理及程序设计和开发等方面都将得到有效的训练。

本书第1、2、3、7章由梁洁编写；第4章由崔燕妮编写；第5章由林玲编写；第6章由马竹芬编写；第8章由张泽华编写；本书电子课件由梁洁完成。“世界杯”数据库由李志红设计完成。梁洁审阅并完成全书。余江教授对本书作了技术指导。

由于编者水平有限，书中难免有不足或疏漏之处，欢迎广大读者批评指正。

编者

2014年9月于昆明

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

第1章 数据库基础 1	
1.1 数据库基础知识..... 1	
1.1.1 数据与数据处理..... 1	
1.1.2 数据库系统..... 3	
1.1.3 数据模型..... 4	
1.1.4 关系数据库..... 6	
1.2 数据库设计..... 10	
1.2.1 设计原则..... 10	
1.2.2 设计步骤..... 11	
1.2.3 设计“成绩管理”数据库..... 13	
1.2.4 设计“世界杯”数据库..... 16	
1.3 Access的运行界面..... 24	
1.3.1 启动与退出..... 24	
1.3.2 用户界面..... 25	
1.3.3 Access常用概念及工作模式..... 29	
思考题 31	
实验一 32	
第2章 数据库和表 33	
2.1 数据库的创建和操作..... 33	
2.1.1 创建数据库..... 33	
2.1.2 操作数据库..... 36	
2.2 创建表..... 36	
2.2.1 表的组成..... 36	
2.2.2 建立表结构..... 39	
2.2.3 向表中输入记录..... 41	
2.2.4 数据的导入导出..... 43	
2.3 编辑表..... 48	
2.3.1 打开和关闭表..... 48	
2.3.2 修改表结构..... 49	
2.3.3 设置字段属性..... 50	
2.3.4 编辑表中的数据..... 57	
2.3.5 更改表的外观..... 58	

2.3.6 表间关系及参照完整性..... 60	
2.4 操作表..... 64	
2.4.1 查找与替换..... 64	
2.4.2 记录排序..... 66	
2.4.3 筛选表记录..... 68	
思考题二 72	
实验二 72	
第3章 查询设计 76	
3.1 简单查询..... 76	
3.1.1 使用简单查询向导..... 76	
3.1.2 使用“查询设计”窗口..... 80	
3.2 表达式和查询运算符..... 83	
3.2.1 表达式..... 83	
3.2.2 查询条件示例..... 88	
3.3 选择查询..... 90	
3.3.1 创建多个数据源的查询..... 90	
3.3.2 创建复杂条件的查询..... 92	
3.3.3 在查询中实现计算..... 92	
3.4 参数查询..... 94	
3.4.1 创建单参数查询..... 94	
3.4.2 创建多参数查询..... 95	
3.5 交叉表查询..... 97	
3.5.1 使用交叉表查询向导..... 97	
3.5.2 使用设计视图创建交叉表查询..... 100	
3.6 操作查询..... 101	
3.6.1 生成表查询..... 101	
3.6.2 更新查询..... 102	
3.6.3 追加查询..... 103	
3.6.4 删除查询..... 104	
3.6.5 联合查询..... 105	
思考题三 107	

实验三	107	5.4 使用设计视图创建窗体	141
第4章 SQL 查询	108	5.4.1 窗体的设计视图	141
4.1 SQL查询简介	108	5.4.2 控件的添加与操作	146
4.1.1 SQL语言特点	108	5.4.3 常用控件的使用	148
4.1.2 查询与SQL视图	109	5.5 格式化窗体	159
4.2 创建SQL查询	110	思考题五	161
4.2.1 单表的查询	111	实验五	161
4.2.2 联接查询	119	第6章 报表	168
4.2.3 嵌套查询	122	6.1 创建报表	168
4.2.4 集合的并运算	125	6.1.1 报表的视图与分类	168
4.3 数据定义功能	126	6.1.2 自动创建报表	168
4.3.1 建立表结构	126	6.1.3 使用向导创建报表	169
4.3.2 表结构的修改	126	6.1.4 使用标签向导创建报表	171
4.3.3 表的删除	127	6.2 使用设计视图创建报表	174
4.4 SQL的数据操作功能	127	6.2.1 报表的组成	174
4.4.1 插入	127	6.2.2 报表控件的属性	175
4.4.2 更新	128	6.2.3 创建报表	175
4.4.3 删除	128	6.2.4 报表分组与排序	177
思考题四	129	6.2.5 格式化报表	178
实验四	129	6.3 创建主/子报表	181
第5章 窗体	130	6.3.1 在已有的报表中创建子报表	181
5.1 窗体设计基础	130	6.3.2 链接主报表和子报表	182
5.1.1 窗体与控件	130	6.4 报表的统计与计算	184
5.1.2 窗体的类型	131	6.4.1 在报表中添加计算控件	184
5.1.3 窗体的视图	131	6.4.2 报表统计计算	185
5.2 自动创建窗体	133	6.5 报表的页面设置	187
5.2.1 使用“窗体”按钮	134	6.5.1 设置多列报表	187
5.2.2 使用“多个项目”工具	134	6.5.2 设置分页	189
5.2.3 使用“数据表”工具	135	6.5.3 打印报表	189
5.2.4 使用“分割窗体”工具	135	思考题六	189
5.2.5 使用“模式对话框”工具	136	实验六	190
5.2.6 使用“数据透视表”工具	136	第7章 宏191	
5.2.7 使用“数据透视图”工具	137	7.1 宏的概念	191
5.2.8 使用“空白窗体”按钮	138	7.1.1 什么是宏	191
5.3 使用向导创建窗体	139	7.1.2 宏生成器	192
5.3.1 创建基于单个数据源的窗体	139	7.1.3 常用的宏操作	192
5.3.2 创建主/子窗体	140	7.2 宏的创建	195

7.2.1	创建操作序列宏	195	8.6	VBA数据库编程	246
7.2.2	创建宏组	197	8.6.1	数据库引擎及其接口	246
7.2.3	创建条件操作宏	198	8.6.2	使用DAO访问数据库	246
7.3	宏的编辑与调试	200	8.6.3	使用ADO访问数据库	249
7.3.1	宏的编辑	200	8.6.4	域聚合函数	251
7.3.2	宏的执行和调试	200	8.7	程序调试	253
思考题七		202	8.7.1	程序的容错处理	253
实验七		202	8.7.2	程序的调试方法	254
第8章	模块与VBA程序设计	203	思考题八		256
8.1	模块的基本概念和创建方法	203	实验八		256
8.1.1	模块的分类	203	测试题一	数据库基础	269
8.1.2	VBA模块的创建	204	测试题一	数据库基础 参考答案	277
8.2	VBA编程基础	207	测试题二	数据库和表	279
8.2.1	数据类型	207	测试题二	数据库和表 参考答案	287
8.2.2	常量、变量与数组	210	测试题三	查询	290
8.2.3	常用标准函数	213	测试题三	查询 参考答案	296
8.2.4	运算符与表达式	215	测试题四	SQL查询	298
8.3	程序流程控制	218	测试题四	SQL查询 参考答案	306
8.3.1	顺序结构	219	测试题五	窗体	310
8.3.2	选择结构	219	测试题五	窗体 参考答案	316
8.3.3	循环结构	223	测试题六	报表	319
8.3.4	循环语句嵌套	229	测试题六	报表 参考答案	324
8.4	过程与过程调用	231	测试题七	宏	326
8.4.1	创建过程	232	测试题七	宏 参考答案	329
8.4.2	参数传递	235	测试题八	模块与VBA程序 设计	331
8.5	面向对象的程序设计	236	测试题八	模块与VBA程序设计 参考答案	343
8.5.1	面向对象程序设计的 基本概念	236	参考文献		345
8.5.2	DoCmd对象	239			
8.5.3	输入和输出函数	240			
8.5.4	面向对象程序设计示例	242			
8.5.5	宏与模块	244			

第1章 数据库基础

当今社会计算机广泛应用于信息处理领域。在信息时代,数据库管理是计算机应用中快速增长、充满挑战的领域,数据库日益成为日常生活中不可或缺的部分,同时也是商务、网络运行中的核心部分,随着网络应用的普及,关系型数据库系统的应用非常广泛,从早期的学籍管理系统、公司进销存数据管理系统、人事管理系统、图书管理系统、档案管理系统,到网络时代的因特网购物管理系统、客户关系管理系统、地理信息系统等。

Access 是微软公司推出的 Office 办公组件中的一个软件,是目前较为流行的桌面数据库管理系统。最初 Access 是一个单独的产品,微软从销售利益出发,将 Access 捆绑在 Office 中。Access 作为数据库管理系统,在创建、操作、管理数据库方面功能强大,开发简单,方便易用;同时具有程序设计功能,与其他编程语言不同之处在于,它既有数据库的创建、管理功能,又有基于数据库的编程应用功能。用户可以通过 Access 的开发环境方便地设计数据库的结构、管理数据库、设计应用程序界面、从数据库中提取数据、设计报表、开发应用程序等。

数据库管理系统开发的第一步是数据分析,然后是数据库的设计与实现,本章以一个通俗易懂的实例“世界杯”数据库为示例,深入浅出地介绍原始数据分析、提炼,基于应用的数据库的设计与实现过程,介绍数据库、数据库系统、数据库管理系统、数据模型等基础知识,并结合 Access 介绍关系数据库的基本概念。

全书基于 Windows 7 操作系统,以 Access 2010 为蓝本。

1.1 数据库基础知识

1.1.1 数据与数据处理

1. 数据与信息

1) 数据与数据处理

数据(Data)是用来记录或标记事物的物理情况的一种物理符号系列。在计算机中,能被计算机所接受和处理的符号,如数字、字母、文字和其他特殊字符,包括图形、图像、声音等多媒体都称为数据。数据存储于计算机存储设备中,如磁盘、光盘等。

数据的概念包括两个方面,一是描述事物特征的数据内容,二是存储在媒体上的数据具有一定的类型。数据类型中,表示数值大小的数据,如学生各门课程的成绩,职工的工资、奖金,商品的价格等,称为数字型数据,表示人名、地名和单位名称的数据,称为字符型数据。

在使用计算机对一个单位或部门的数据进行管理时,必须对各种类型的数据进行收集、存储、分类、计算、加工、检索和传输,这一系列的处理过程就是数据处理,通常也称为信息处理。大量的数据经过加工处理得到对人类有用的数据。

2) 信息

信息 (Information) 是经过加工处理并对人类社会实践和生产活动产生决策影响的有价值的信息。各种策略、计谋及办法就是人们根据客观情况 (广义的数据), 经过大脑的紧张思考和反复研究 (加工处理) 而产生的。经过处理的数据能够反映客观事物或过程的本质和内在联系, 为人们工作和决策提供必要的基础和依据, 得到的是有价值、有意义的信息, 因此, 数据处理就是指将数据转换成信息的过程。

数据与信息在概念上既有联系又有区别。不是所有数据都能成为信息, 只有经过加工处理之后, 具有新知识的数据才成为信息。不经过加工处理的数据只是原始材料的堆砌, 不能给人们知识和智慧, 对人类活动产生不了决策作用。数据经过加工处理之后所得的信息, 仍然以数据的形式出现, 此时的数据是信息的载体。因此, 信息是反映客观世界的有用的知识, 数据是信息的表现形式, 数据经过加工处理得到有意义的信息。

信息与数据之间的关系可以用“信息=数据+处理”简单地表示。

2. 数据处理技术的发展

数据处理的核心问题是数据管理。随着计算机技术的发展, 数据的管理方式发生了很大的变化, 从技术上说, 数据处理经历了以下 3 个主要阶段。

1) 人工管理阶段

在计算机用于数据处理的初期阶段, 对数据的管理是由程序员个人考虑和安排的。他们把数据处理纳入程序设计的过程中, 除了编制应用程序外, 还要考虑数据的逻辑定义和物理组织, 程序中包含要处理的数据, 需要引用数据时, 直接按地址存取。严格地说, 这种管理只是一种技巧, 是数据的人工管理方式。

程序管理的特点是: 没有软件系统对数据进行管理, 数据和程序不可分, 数据不独立; 数据依附于应用程序而且有大量的重复, 数据冗余量大。数据与程序一一对应, 各程序之间的数据不能相互传递, 数据不能重复使用。为了克服这些缺陷, 在 20 世纪 60 年代初期出现了用文件系统处理数据的技术。

2) 文件系统阶段

文件系统是指一种专门管理数据的软件。在这一系统中, 按一定的规则将数据组织为一个文件, 应用程序通过文件系统对文件中的数据进行存取。

把数据组织成文件的形式后, 计算机数据管理方法得到了极大的改善。出现了数据文件, 与程序文件区别。数据文件中的数据以一定的逻辑单位存放, 由某些相关的数据项的集合构成文件。文件按不同的组织方法可以分为顺序文件、随机文件、索引文件、倒排文件等。每个文件都有指定的文件名或文件标识存储在外部存储介质上。数据被组织成文件之后, 就可以离开处理它的程序而独立存在, 用户可以在程序中按这个文件标识引用其中的数据。这样就使应用程序和数据都有了一定的独立性, 数据的重复率也有所降低。

文件系统比起人工管理方式虽然有了很大改进, 但仍然存在着许多弱点。文件基本上还只是对应于一个或几个应用程序, 数据不完全独立; 不同应用程序中仍会出现许多相同的数据, 仍存在大量数据冗余; 文件仍是一个不具有弹性结构的信息集合, 数据之间缺乏有机的联系, 数据不能集中统一管理。此外, 文件系统的不易扩充和应用程序编写较烦琐等缺点, 使数据的统一管理和控制十分困难。

3) 数据库系统阶段

数据库技术是在文件系统基础上发展起来的最新技术。它把数据从过去附属于程序的做法改变为数据与程序相对独立，并对数据加以组织和管理，使之能为更多的程序共享。它有效地解决了数据的独立性问题，实现了数据的统一管理，达到数据共享的目的。数据库技术的出现是计算机数据管理的一次历史性飞跃。

1.1.2 数据库系统

1. 数据库系统的概念

1) 数据库系统

数据库系统是指引进数据库技术后的计算机系统。实质上它是一种有组织地、动态地存储有密切联系的数据集合，并对其进行管理。数据库系统将有关部门中反映客观事物的大量信息进行记录、分类、整理等定量化、规范化处理，并以记录为单位存储于数据库中。在数据库系统的统一作用下，用户通过应用程序向数据库发出查询、统计、打印等命令，以得到满足不同层次需要的各种信息。

2) 数据库系统的组成

数据库系统由硬件系统、数据库、数据库管理系统、应用程序和用户组成。数据库系统有 3 个重要的组成部分：经过组织，可供多个用户使用的数据库；介于数据库与应用程序之间的数据库管理系统；提供用户使用的各类应用程序。

(1) 数据库 (Database, DB)：存储在计算机存储设备上的、按一定的数据模型进行组织的、有结构的数据集合。如何按一定的数据结构存放这些数据，如何方便、迅速地读取这些数据，需要设计数据存储结构。

(2) 数据库管理系统 (Database Management System, DBMS)：帮助用户建立、使用和管理数据库的软件系统，是数据库系统的核心部分，由一系列系统软件组成。Access 属于数据库管理系统，它提供了对数据库中数据存放和读取的有效手段。

通过数据库管理系统，数据成为用户能方便使用的资源，易于为各种用户共享，数据的安全性、完整性和可用性也得到增强。数据库系统各部分的关系如图 1.1 所示。



图 1.1 数据库系统 (以 DBMS 为核心)

DBMS 的功能主要由它提供的数据库语言完成。数据库管理系统提供了相应的数据库语言，包括：数据定义语言，负责数据的模式定义与数据的物理存取构建；数据操纵语言，负责数据的操纵，包括查询、增加、删除、修改等操作；数据控制语言，负责数据完整性、安全性的定义与检查，并具有并发控制、故障恢复等功能。

(3) 数据库应用系统 (Database Application System, DBAS)：系统开发人员利用数据库系统资源开发出来的，面向某一类实际应用的应用软件系统。它是一个人-机系统，侧重于应用，

包含：用户、计算机硬件、数据库、数据库管理系统和为用户编写的应用程序，以便对数据库进行操作。数据库应用系统的核心问题是数据库的设计。

2. 数据库系统的主要特性

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

存储在数据库中的数据能组成多种组合，以最优方式满足不同用户的需求。用户可以各自使用数据库中不同的数据，也可以调用相同的数据。数据共享可以提高数据的利用率，减少数据的冗余度，有利于保持数据的一致性。

2) 数据的独立性

在数据库系统中，数据库管理系统（DBMS）把数据与应用程序隔离开来，使数据独立于应用程序，即数据具有独立性。在数据库系统中，当数据存储方式和数据逻辑结构发生改变时，并不需要改变用户的应用程序。

3) 采用特定的数据模型

数据库中的数据是有结构的，这由数据库系统在结构和组织技术上采用的特定的数据模型来体现，保证了数据的易于修改和扩充。用户需求的不断变化，数据需要的不断扩充，使数据库逐步建立和完善起来。

4) 统一管理与控制

数据库系统能对数据进行必要的完整性管理与控制，确保数据的正确、有效。在多用户环境下，由于多个用户同一时刻访问同一数据库时，可能造成数据更新失控及数据可靠性降低等问题，数据库系统的并发控制功能提供了避免出现这种错误的能力。在统一管理与控制下，数据库系统可以提供安全性与保密性措施，使得数据不被破坏。

1.1.3 数据模型

数据库研究的对象是客观事物以及反映这种客观事物之间相互联系的数据。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数据之间的联系。

数据库系统的三级模式指的是概念模式、外模式和内模式。概念模式是数据库系统中全局数据逻辑结构的描述，是全体用户公共数据视图。外模式也称为子模式或用户模式，它是用户的数据视图，给出了每个用户的局部数据描述。内模式又称为物理模式，它给出了数据库物理存储结构与物理存取方法。

模型是对现实世界的模拟和抽象，数据模型是对现实世界数据特征的抽象。数据模型通常可划分成3个层次：第一层次为概念数据模型，是按用户的观点对数据建模，主要用于数据库设计；第二层次为逻辑数据模型，是按计算机系统的观点对数据建模，人们所说的数据模型通常指的就是逻辑数据模型，主要用于数据库管理系统的实现，数据库管理系统都是基于某种数据模型的；第三层次为数据库的物理实现，具体到采用实际有效的数据库管理系统实现数据管理。

1. 概念模型中的数据描述

(1) 实体：客观存在并可以相互区别的事物称为实体。实体可以是具体的对象，如某班的

一个学生、一间教室等，也可以是抽象的事物，如一门课程、一次上课等。

(2) 实体集：同类实体的集合称为实体集。例如，全体学生是一个实体集，学校开设的全部课程是一个实体集，某单位的男职工是一个实体集等。

(3) 属性：实体所具有的某一特性称为属性。一个实体可以由多个属性来描述，如学生实体有学号、姓名、专业、性别、出生日期、入学成绩、特长等属性。属性的类型可以是数字、字符串等。每一个属性有一个取值范围，称为值域，如姓名为字符串，性别取值只能是男或女，入学成绩大于 600 分等。

(4) 码：唯一标识实体的属性或属性集称为码 (Key)。例如，在学生实体中，学号能唯一标识某一个学生，学号就是学生实体的码。

(5) 实体型：用实体名及其属性名集合来抽象和描述同类实体，称为实体型。例如，学生(学号、姓名、专业、性别、出生日期、入学成绩、特长)就是一个实体型。

(6) 联系：事物及事物之间的联系在概念模型中表现为实体内部和实体之间的联系。实体内部的联系是实体各属性之间的联系，实体之间的联系是不同实体集之间的联系。

概念模型中通常使用 E-R 图来表示实体联系。在 E-R 图中实体集用矩形表示，属性用椭圆表示，联系用菱形表示。E-R 图提供了表示实体、属性和实体联系的方法。

2. 常用的数据模型

在逻辑数据模型，即通常所说的数据模型中，从数据库管理系统易于实现的角度出发来设计数据结构。常用的数据模型有以下 3 种。

1) 层次模型

用树形结构表示实体及其之间联系的数据模型称为层次模型。在这种模型中，数据被组织成由“根”开始逐级伸展的一棵“树”，每个实体放在不同的层次上。现实世界中许多实体之间的联系就是层次关系，如行政管理机构、家族关系等。

支持层次模型的 DBMS 称为层次数据库管理系统，如早期 IBM 的 IMS 数据库管理系统。

2) 网状模型

用网状结构表示实体及其之间联系的模型称为网状模型。网状模型可以很好地描述现实世界，可以方便地表示不同实体类型之间的联系。

支持网状模型的 DBMS 称为网状数据库管理系统。但网状模型数据结构复杂，编程困难，用户不易掌握，如 DBTG (Database Task Group) 系统、IDS/2 等。

3) 关系模型

用二维表表示实体及实体之间联系的模型称为关系模型。关系模型是以关系数学理论为基础的。关系模型与前两种模型相比，数据描述一致、模型概念单一。

使用关系模型设计的数据库称为关系型数据库，简称关系数据库。支持关系模型的 DBMS 称为关系型数据库管理系统。20 世纪 80 年代以来，新推出的数据库管理系统几乎都支持关系模型。目前最为流行的数据库管理系统有 Informix、Oracle 及桌面数据库管理系统 Access、SQL Server 等。关系模型具有结构简单、操作简便、理论严谨、表示能力强等优点。

关系模型对数据库的理论和实践产生了很大影响，它标志着数据库技术走向成熟。目前，关系模型成为最流行的数据库模型。

1.1.4 关系数据库

1. 关系模型的表示

关系模型是将数据组织看成满足一定条件的一张二维表的模型。每一个关系为一个二维表，在 Access 中称之为表，不同数据元素之间的联系均通过关系描述。如表 1.1 所示为学生的关系模型结构。

表 1.1 学生关系

学号	姓名	性别	出生日期	专业	入学成绩	党员	团员	民族
2014000012	杨莹	女	1996/2/11	传媒学	759	否	是	汉族
2014000114	张明明	男	1995/11/17	传媒学	680	是	是	汉族
2014000120	孙文华	女	1996/5/12	传媒学	734	否	是	回族
2014000123	刘鹏	男	1996/6/1	传媒学	766	是	是	汉族
2014000133	李小筱	女	1995/12/29	传媒学	658	否	是	彝族
2014000145	王蒙	女	1996/3/13	传媒学	740	是	是	彝族
2014000155	孙艳红	女	1996/2/18	传媒学	670	否	是	汉族
2014000169	赵军	男	1996/1/21	财务管理	672	否	否	汉族
2014000177	张蓝蓝	女	1996/3/27	财务管理	684	否	否	白族
2014000180	李夏天	男	1995/12/11	财务管理	687	是	是	白族
2014000191	张红	女	1996/1/24	财务管理	673	是	是	汉族
2014000212	王利书	男	1996/4/1	财务管理	659	否	是	汉族
2014000245	马丽	女	1996/5/5	电子商务	706	否	是	汉族
2014000260	王燕	女	1996/6/19	电子商务	710	否	是	汉族
2014000301	周晓风	男	1996/3/20	电子商务	733	是	是	苗族
2014000318	朱学明	男	1996/7/16	电子商务	697	否	否	白族

关系模型的主要特点表现在关系规范化、集合性操作及数据描述的统一性。关系模型中常用的术语及其在 Access 中的表示如下。

(1) 关系：一个关系就是一张二维表，每个关系有一个名称，称为关系名。在 Access 中，一个关系存储成一个“表”，表作为数据库对象，存放在数据库中。与前面概念模型中实体的描述相对应，Access 使用“表”来存放同类实体，即实体集，如“学生”表存放学生实体集。

(2) 元组：表中的行。元组对应于 Access 表中的一条记录。每条记录代表一个具体的实体，即一条记录描述一个实体。

(3) 字段：表中的列相当于记录的属性，称为字段或数据项。字段就是实体的属性，字段的命名往往和属性名相同，如“学生”表中有“学号”、“姓名”、“性别”、“出生日期”、“入学成绩”、“专业”、“特长”等字段。

(4) 值域：属性的取值范围，如“姓名”只能是字符串，“性别”的域是“男”、“女”等。

(5) 码（关键字）：能唯一标识表中每个记录的字段或字段的组合。若表中有多个码，从中选取一个作为主码。在 Access 中码称为主关键字（简称为主键），如“学生”表中的“学号”字段，可将其设置为主键。

(6) 外部关键字：若表中的某个字段不是本表的关键字，而是另一张表的关键字，这个字

段就称为外部关键字。

(7) 关系模式：对关系的描述。关系模式是型，与记录类型相对应。一般表示如下：

关系名(属性 1,属性 2,⋯,属性 n)

如“学生”表可描述如下：

学生(学号,姓名,性别,出生日期,专业,入学成绩,党员,团员,民族)

(8) 联系：在关系模型中，实体以及实体间的联系都是用关系来表示的。实体以及实体之间的联系在 Access 中称为表和表之间的关系。

在关系模型中所描述对象之间的联系只能用关系来表示。例如，在“学生”、“成绩”和“课程”这 3 个关系模型中，用同名属性表示“学生”、“成绩”和“课程”这 3 个事物之间的联系：

学生(学号,姓名,性别,出生日期,专业,入学成绩,党员,团员,民族)

成绩(学号,课程号,成绩)

课程(课程号,课程名,周学时,学分)

其中“学生”关系中的“学号”属性与“成绩”关系中的“学号”属性是一对多联系，“课程”关系中的“课程号”属性与“成绩”关系中的“课程号”属性是一对多联系，而“学生”关系与“课程”关系之间是多对多联系。

(9) 关系的规范化：关系模型要求关系必须是规范化的，所谓规范化是指关系数据库中的每一个关系都必须满足一定的规范要求。根据满足规范的条件不同，可以划分为 6 个等级：第一范式（1NF）、第二范式（2NF）、第三范式（3NF）、修正的第三范式（BCNF）、第四范式（4NF）和第五范式（5NF）。对通常的问题，只要把数据规范到第三范式即可。

第一范式：在一个关系中消除重复字段，且各字段都是不可分的基本数据项。

第二范式：若关系属于第一范式，且所有非主属性都完全依赖关键字段。

第三范式：若关系属于第二范式，且关系中所有非主属性都直接依赖关键字段。

在关系数据理论中，能唯一标识每个元组的属性或属性组合，称为关系的候选码（即关系模型中的码或关键字）。若候选码有多个，选定其中一个作为主码。一个关系只有一个主码（即 Access 中的主键）。包含在候选码中的属性称为主属性，不在码中的属性称为非主属性。

第一范式，例如：

客户关系 S(姓名,地址,电话号码)

如果一个人有两个“电话号码”，那么在关系中至少要出现两个元组，以存储这两个“电话号码”，这个关系满足 1NF。

第二范式，例如：

选课关系 R(学号,课程号,成绩,教师姓名,教师地址)

因为“学号”和“课程号”能决定“选课关系”的全部属性，所以“选课关系”的主属性是“学号”和“课程号”，但此时“选课关系”会出现冗余，如当某一门课程有 100 个学生选修，那么“选课关系”表中就会存在 100 个元组（记录），“课程号”、“教师姓名”和“教师地址”重复 100 次，“教师姓名”和“教师地址”对“学号”和“课程号”不是完全依赖。因此“选课关系”不满足 2NF。将它分解成两个关系：

R1(学号,课程号,成绩)

R2(课程号,教师姓名,教师地址)

此时,两个关系的非主属性完全依赖关键字段,R1和R2满足2NF。

对于第三范式,例如,关系R2(课程号,教师姓名,教师地址)满足2NF,但考虑到一个教师开设多门课程的情形,如一个教师开设4门课程,那么关系中就会出现4个元组,“教师地址”重复4次。此时,“教师姓名”、“教师地址”完全依赖关键字段“课程号”,但“教师地址”由“姓名”确定,当关系中存储有多个“姓名”时,“教师地址”将重复,“教师地址”对“课程号”不是直接依赖。将R2分解成:R21(课程号,教师姓名)和R22(教师姓名,教师地址)后,R21和R22都是3NF。

在Access中,关系数据库的规范化是为了解决关系数据库中插入、删除和数据冗余问题而引入的。一张二维表构成的关系应满足以下条件。

① 表中不允许有重复的字段名。

② 表中每一列中数据的类型必须相同。

③ 表中不允许有完全相同的记录内容。

④ 表中行的次序以及列的次序可以分别任意排列,且行或列的先后次序并不影响表中的关系。

(10) 关系的完整性:关系中的数据及与之有联系的数据之间必须遵循的约束和依存关系,以保证数据的正确、有效和相容。

关系的完整性主要包括实体完整性、域完整性和参照完整性。

在关系中用关键字唯一标识实体,实体完整性是指关系中的关键字值不能为空且不能有相同值。域完整性是对表中字段的约束,包括字段的值域、类型及字段有效性规则等。由确定关系结构时所定义的字段属性决定。在Access中,定义表结构时决定字的类型、宽度等是基本的完整性控制,进一步的控制可设置字段有效性规则,如性别只允许输入“男”或“女”,输入其他字符为无效。参照完整性是利用表和表之间的联系来约束字段的取值。在第2章中,将对Access中上述规则的实现作详细描述。

概念模型、关系模型和Access中的数据描述对照如表1.2所示。

表1.2 数据描述

概念模型	关系模型	Access系统
实体	元组	记录
属性	属性或字段	字段
实体集	关系	表
域	域或值域	值域
码	主码或关键字	主键
联系	联系或关系	表间关系

2. 关系运算

在使用关系数据库时,需要从数据库中找出感兴趣的数据,这就要对关系进行一定的关系运算,用对关系的运算来表达查询。关系运算是在关系上对记录或字段进行的运算操作,关系的基本运算有两类:一类是传统的集合运算(并、差、交等),另一类是专门的关系运算(选择、投影、连接等)。