

Access 2016数据库 应用基础教程

- ◆ 规范化理论与关系数据库
- ◆ SQL语言
- ◆ 表中记录的增删改查
- ◆ 记录的筛选与排序
- ◆ 主/子窗体与主/子报表
- ◆ 对报表数据进行分组和汇总
- ◆ 宏的创建与数据宏的应用
- ◆ 模块与VBA编程
- ◆ 数据库安全管理
- ◆ 在VBA中执行SQL语句



芦扬 编著

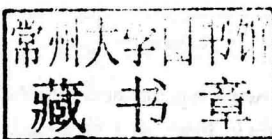


清华大学出版社

高等学校计算机应用规划教材

Access 2016 数据库应用基础教程

芦扬 编 著



清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书由浅入深、循序渐进地讲述了 Microsoft Access 2016 数据库管理系统的基本功能和使用技巧。全书共分为 11 章, 内容包括数据库系统概述, Access 2016 快速入门, 数据库的创建与使用, 表的创建与使用, 表中记录的增删改查等操作, 查询的种类及其创建方法, 窗体的创建与使用, 报表的设计与打印, 常用宏的创建, 数据宏的创建与使用, 模块和 VBA 编程以及数据库的安全管理等; 最后一章综合运用全书所学内容, 创建了一个图书馆管理系统, 通过实际项目带领读者进一步巩固和实践全书所学内容。

本书内容丰富、结构合理、思路清晰、语言简练、图文并茂, 所选实例具有很强的实用性和可操作性, 可作为高等院校计算机、信息管理等相关专业的数据库管理系统课程的教材, 也可作为社会培训机构进行 Access 培训的教材, 更是广大初、中级电脑学习者的自学参考书。

本书的电子课件、习题答案和实例源文件可以到 <http://www.tupwk.com.cn/downpage> 网站下载。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Access 2016 数据库应用基础教程 / 芦扬 编著. —北京: 清华大学出版社, 2018

(高等学校计算机应用规划教材)

ISBN978-7-302-49829-2

I. ①A… II. ①芦… 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(2018)第 037682 号

责任编辑: 胡辰浩 袁建华

封面设计: 孔祥峰

版式设计: 思创景点

责任校对: 曹 阳

责任印制: 刘海龙

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社总机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者: 北京富博印刷有限公司

装 订 者: 北京市密云县京文制本装订厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 21.5 字 数: 496 千字

版 次: 2018 年 4 月第 1 版 印 次: 2018 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 1~3500

定 价: 58.00 元

产品编号: 074349-01

前 言

信息技术的飞速发展大大推动了社会的进步,已经逐渐改变了人类的生活、工作、学习等方式。数据库技术和网络技术是信息技术中最重要的两大支柱。自从 20 世纪 70 年代以来,数据库技术的发展使得信息技术的应用从传统的计算方式转变到了现代化的数据管理方式。在当前热门的信息系统开发领域,如管理信息系统(Management Information System, MIS)、企业资源计划(Enterprise Resource Planning, ERP)、供应链管理系统(Supply Chain Management System, SCMS)、客户关系管理系统(Customer Relationship Management System, CRMS)等,都可以看到数据库技术应用的影子。

Access 是 Microsoft 公司的 Office 办公自动化软件的一个重要组成部分。作为一个小型的关系型数据库管理系统,它可以有效地组织、管理和共享数据库信息。因为具有界面友好、易学易用、开发简单、接口灵活等优点深受广大用户的青睐。为了使广大数据库初学者能够快速掌握这款优秀的数据库管理系统,我们选择其最新版本 Access 2016,精心策划并编写了本书。

本书从教学的实际需求出发,合理安排知识结构,从零开始、由浅入深、系统而全面地介绍了 Access 2016 关系型数据库的各项功能、各种数据库对象的创建与使用等内容,本书共分为 11 章,主要内容如下。

第 1 章是数据库系统概述,从零开始介绍数据库的基本概念、数据库系统结构、关系数据库的相关理论知识,以及创建数据库应用系统的基本步骤。

第 2 章介绍 Access 2016 的工作环境,包括各功能区的布局与作用,各种数据库对象的基本概念,Access 不同版本的数据库文件结构,以及如何操作数据库和数据库对象等,本章知识是后续章节的基础,学好本章将为后面的学习打下良好的基础。

第 3 章介绍数据表的创建与使用,包括使用向导、使用设计视图、使用模板等多种创建数据表的方法,Access 的数据类型,创建查阅字段,创建索引,以及表间关系的建立等。

第 4 章介绍表中记录的操作,包括表中数据记录的增删改查、改变记录的显示方式、数据的排序与筛选、数据导出以及行汇总统计等内容。

第 5 章介绍查询的创建与使用,包括查询的类型、SQL 语言的基本语法、使用向导创建查询、使用设计视图创建查询、操作查询和 SQL 查询的创建与使用。

第 6 章介绍窗体的相关知识,包括窗体的功能与分类、创建窗体的方法、窗体的视图、控件的使用、主/子窗体的创建与使用等内容。

第 7 章介绍报表的设计与打印,包括报表的分类、报表的创建和编辑、报表的打印、主/子报表的创建以及报表中数据的分组与汇总等内容。

第 8 章介绍宏的用法,包括宏的类型,简单宏、子宏和条件宏的创建方法,错误处理与宏调试,数据宏的创建,以及宏的安全设置等内容。

第 9 章介绍模块与 VBA 编程相关的知识,包括 VBA 编程环境、面向对象编程的基本概念、VBA 的基本语法和流程控制语句、过程与函数调用以及程序调试等高级编程技巧。

第 10 章简要介绍数据库的安全与管理,包括数据库的压缩与备份、数据库的加密与解密等内容。

第 11 章通过创建一个完整的数据库应用系统, 综合应用全书所学知识点, 使用 Access 2016 开发一个图书馆管理系统。

本书图文并茂、条理清晰、通俗易懂、内容丰富, 每一章的引言概述了本章的内容和学习目的, 在讲解每个知识点时都配有相应的实例, 方便读者上机实践。同时在难于理解和掌握的部分内容上给出相关提示, 让读者能够快速地提高操作技能。此外, 每一章末尾都安排了有针对性的思考和练习题, 帮助读者更好地理解所学的基本知识, 培养读者的上机操作能力和实际应用能力。

本书主要面向数据库初学者, 适合作为高等院校计算机、信息管理等相关专业的数据库管理系统课程的教材, 也可作为社会培训机构进行 Access 培训的教材, 更是广大初、中级电脑学习者的自学参考书。

除封面署名的作者外, 参加本书编写的人员还有耿晓龙、张长岭、王光伟、林桂妃、赵俊雪、薛琛、陈长利、江麦华、吴琰、王田田、王然、张立辉、张莉霞、孙琳、齐国举、张海艳、左明鑫、周玉利、王玥等。由于作者水平有限, 本书难免有不足之处, 欢迎广大读者批评指正。我们的信箱是 huchenhao@263.net, 电话是 010-62796045。

本书的电子课件、习题答案和实例源文件可以到 <http://www.tupwk.com.cn/downpage> 网站下载。

作 者

2018 年 1 月

目 录

第 1 章 数据库系统概论	1
1.1 数据库的相关概念	1
1.1.1 数据与数据处理	1
1.1.2 数据库	3
1.1.3 数据库技术的发展历程	4
1.1.4 数据库系统	5
1.1.5 数据库管理系统(DBMS)	7
1.1.6 数据库应用系统(DBAS)	9
1.2 数据库系统的体系结构	9
1.2.1 集中式体系结构	10
1.2.2 客户-服务器结构	10
1.2.3 并行系统结构	11
1.2.4 分布式系统结构	11
1.3 数据模型	12
1.3.1 概念模型	13
1.3.2 用 E-R 方法表示概念模型	14
1.3.3 逻辑数据模型	15
1.4 关系数据库	17
1.4.1 关系模型中的基本术语	17
1.4.2 关系数据库中表之间的关系	19
1.4.3 关系模型的完整性约束	19
1.5 关系代数	20
1.5.1 传统的集合运算	21
1.5.2 专门的关系运算	22
1.6 规范化理论	24
1.6.1 非规范化的关系	24
1.6.2 第一范式 1NF	25
1.6.3 第二范式 2NF	26
1.6.4 第三范式 3NF	26
1.6.5 其他范式	27
1.7 数据库语言	29

1.7.1 数据定义语言 DDL	29
1.7.2 数据操纵语言 DML	30
1.8 数据库设计	30
1.8.1 数据库设计的目标	30
1.8.2 数据库设计的特点	31
1.8.3 数据库设计的方法	31
1.8.4 数据库设计的步骤	32
1.9 本章小结	35
1.10 思考和练习	35
第 2 章 Access 2016 快速入门	37
2.1 Access 概述	37
2.1.1 Access 简介	37
2.1.2 Access 数据库	38
2.1.3 Access 数据库对象	39
2.2 Access 2016 环境简介	42
2.2.1 启动 Access 2016	42
2.2.2 新建和打开数据库	42
2.2.3 标题栏	44
2.2.4 功能区	45
2.2.5 导航窗格	45
2.2.6 状态栏	48
2.2.7 关闭 Access 2016	48
2.3 Access 2016 的功能区	48
2.3.1 显示或隐藏功能区	48
2.3.2 常规命令选项卡	49
2.3.3 上下文命令选项卡	52
2.3.4 自定义功能区	53
2.4 操作数据库和数据对象	55
2.4.1 使用模板创建数据库	55
2.4.2 转换数据库	56
2.4.3 打开数据库	57

2.4.4	操作数据库对象	58	4.1.1	增加记录	104
2.4.5	保存数据库	60	4.1.2	输入数据	105
2.4.6	关闭数据库	60	4.1.3	查看记录	106
2.5	本章小结	61	4.1.4	修改记录	107
2.6	思考和练习	61	4.1.5	查找与替换	108
			4.1.6	复制记录	109
			4.1.7	删除记录	110
第 3 章	创建 Access 表	62	4.2	改变记录的显示方式	110
3.1	表的相关知识	62	4.2.1	改变字段的显示顺序	110
3.1.1	数据表相关概念	62	4.2.2	隐藏/取消隐藏字段	111
3.1.2	表之间的关系	63	4.2.3	调整行高与列宽	112
3.1.3	表的结构	64	4.2.4	冻结/解冻列	113
3.1.4	数据类型	64	4.2.5	设置数据表格式	113
3.1.5	字段属性	68	4.3	排序和筛选记录	115
3.2	创建 Access 数据表	74	4.3.1	排序规则	115
3.2.1	使用数据表视图创建表	74	4.3.2	数据排序	116
3.2.2	使用设计视图创建表	77	4.3.3	数据筛选	119
3.2.3	使用模板创建表	79	4.4	对数据表中的行汇总统计	123
3.2.4	通过导入并链接创建表	81	4.4.1	添加汇总行	123
3.2.5	创建查阅字段列	84	4.4.2	隐藏汇总行	124
3.3	表的相关操作	88	4.5	导出数据表	124
3.3.1	打开表	89	4.5.1	导出到文本文件	125
3.3.2	复制表	89	4.5.2	导出到 Excel 工作表	126
3.3.3	重命名表	90	4.5.3	导出到 PDF 或 XPS	128
3.3.4	删除表	90	4.6	本章小结	129
3.3.5	修改表结构	90	4.7	思考和练习	129
3.3.6	设置表的主键	94	第 5 章	查询	131
3.3.7	创建索引	95	5.1	查询概述	131
3.3.8	关闭表	97	5.1.1	查询与表的区别	131
3.4	表之间的关系	98	5.1.2	查询的功能	132
3.4.1	建立表间的关系	98	5.1.3	查询的类型	133
3.4.2	关系选项	100	5.2	SQL 语言简介	134
3.4.3	编辑关系	101	5.2.1	SQL 概述	134
3.4.4	删除关系	101	5.2.2	使用 SELECT 语句	134
3.5	本章小结	101	5.2.3	高级查询语句	138
3.6	思考和练习	102	5.3	使用向导创建查询	142
第 4 章	表中记录的操作	104			
4.1	数据的增删改查	104			

5.3.1	简单查询	142
5.3.2	交叉表查询	144
5.3.3	查找重复项查询	146
5.3.4	查找不匹配项查询	147
5.4	使用查询设计创建查询	148
5.4.1	查询设计视图	148
5.4.2	创建多表查询	150
5.4.3	编辑查询	151
5.4.4	设置查询条件	155
5.4.5	参数查询	158
5.4.6	聚合查询	160
5.4.7	嵌套查询	162
5.5	其他查询	163
5.5.1	操作查询	163
5.5.2	SQL 查询	167
5.6	本章小结	171
5.7	思考和练习	171
第 6 章	窗体	172
6.1	窗体概述	172
6.1.1	窗体的功能	172
6.1.2	窗体的类型	173
6.2	创建窗体	174
6.2.1	快速创建窗体	174
6.2.2	窗体的视图	177
6.2.3	使用窗体向导创建窗体	177
6.2.4	创建“空白窗体”	178
6.3	设计窗体	180
6.3.1	窗体的设计视图	180
6.3.2	“窗体设计工具”功能区 选项卡	181
6.3.3	“属性表”窗口	183
6.3.4	使用控件	187
6.3.5	编辑控件	190
6.3.6	创建弹出式窗体	194
6.4	创建主/子窗体	198
6.4.1	利用向导创建主/子窗体	199
6.4.2	利用子窗体控件创建主/ 子窗体	200
6.4.3	快速创建主/子窗体	202
6.5	本章小结	203
6.6	思考和练习	203
第 7 章	报表	204
7.1	报表概述	204
7.1.1	报表与窗体的区别	204
7.1.2	报表的视图	205
7.1.3	报表的结构	205
7.1.4	报表的分类	206
7.2	创建报表	207
7.2.1	一键生成报表	207
7.2.2	使用向导创建报表	207
7.2.3	使用空报表创建报表	209
7.2.4	使用设计视图创建报表	211
7.2.5	创建标签报表	213
7.2.6	创建子报表	214
7.2.7	将窗体另存为报表	216
7.3	编辑与打印报表	217
7.3.1	设置报表的外观	217
7.3.2	编辑报表的页眉/页脚	218
7.3.3	应用主题	219
7.3.4	避免出现空白报表	220
7.3.5	报表的预览与打印	221
7.4	报表数据中的分组和汇总	223
7.4.1	报表数据中的分组	223
7.4.2	在组页眉中创建表达式	225
7.4.3	对报表中的分组数据进行 排序	225
7.4.4	汇总报表数据	226
7.5	本章小结	228
7.6	思考和练习	228
第 8 章	宏	229
8.1	简介	229
8.1.1	宏与事件	229

8.1.2	宏的类型	231	9.4.1	过程与函数	285
8.1.3	宏的设计视图	232	9.4.2	过程调用	287
8.2	创建和使用宏	233	9.4.3	常用函数	289
8.2.1	创建简单宏	233	9.4.4	程序调试	290
8.2.2	创建子宏	236	9.4.5	VBA 程序中的错误处理	293
8.2.3	创建条件宏	239	9.4.6	VBA 代码的保护	294
8.2.4	编辑宏	241	9.5	本章小结	295
8.2.5	运行宏	243	9.6	思考和练习	295
8.2.6	错误处理与宏调试	244	第 10 章	数据库的安全管理	297
8.3	数据宏	246	10.1	数据库的压缩与备份	297
8.3.1	表事件	247	10.1.1	压缩和修复数据库	297
8.3.2	数据宏的操作目录	247	10.1.2	备份与还原数据库	298
8.3.3	创建数据宏	250	10.2	Access 中的安全机制	299
8.4	宏的安全设置	252	10.2.1	用户级安全机制	299
8.4.1	解除阻止的内容	253	10.2.2	数据库的加密	299
8.4.2	信任中心设置	253	10.3	本章小结	301
8.5	本章小结	254	10.4	思考和练习	301
8.6	思考和练习	254	第 11 章	图书馆管理系统	302
第 9 章	模块与 VBA	255	11.1	系统分析与设计	302
9.1	快速入门	255	11.1.1	项目背景	302
9.1.1	什么是 VBA	255	11.1.2	需求分析	303
9.1.2	模块的分类	256	11.1.3	功能设计	303
9.1.3	创建和运行模块	258	11.1.4	数据库设计	303
9.2	VBA 程序设计基础	259	11.2	系统实现	306
9.2.1	VBA 编程环境	260	11.2.1	创建空白数据库	306
9.2.2	数据类型	265	11.2.2	创建数据表	307
9.2.3	常量、变量和数组	265	11.2.3	创建查询	308
9.2.4	运算符和表达式	270	11.2.4	创建窗体	311
9.2.5	VBA 常用语句	273	11.2.5	创建报表	318
9.2.6	面向对象程序设计概述	274	11.2.6	添加 VBA 代码	322
9.3	流程控制语句	277	11.2.7	创建 AutoExe 宏	329
9.3.1	顺序语句	277	11.3	系统的运行	329
9.3.2	选择结构	278	11.4	本章小结	333
9.3.3	循环结构	281	11.5	思考和练习	333
9.3.4	跳转语句	284	参考文献	334	
9.4	VBA 高级程序设计	285			

第1章 数据库系统概论

数据库作为数据管理技术，是计算机科学的重要分支。在信息飞速发展的大数据时代，信息与数据已经成为各行各业的重要财富和资源，数据库应用无处不在。因此，掌握数据库的基本知识和使用方法不仅是计算机科学与技术专业、信息管理专业学生的基本技能，也是非计算机专业学生应该具备的技能。本章主要介绍数据库系统的基本概念、数据库系统的体系结构、数据的安全性与完整性、数据模型、关系数据库、关系代数、规范化理论、数据库语言、数据库设计的方法与步骤等。

本章的学习目标：

- 掌握与数据库相关的基本概念
- 理解数据库系统的体系结构
- 掌握常见的数据模型
- 理解关系数据库的基本理论
- 了解关系代数的基本运算
- 掌握关系数据库的规范化理论
- 了解数据库语言
- 掌握数据库设计的方法与步骤

1.1 数据库的相关概念

数据库是信息系统的核心与基础，它提供了最基本、最准确、最全面的信息资源，对这些资源的管理和应用，已经成为人们科学决策的依据。数据库应用已遍及人们生活中的各个角落，如铁路及航空公司的售票系统、图书馆的图书借阅系统、学校的教学管理系统、超市售货系统和银行的业务系统等。数据库与人们的生活密不可分，几乎每个人的生活都离不开数据库。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发达程度的重要标志之一，而信息化对于加快国家产业结构调整、促进经济增长和提高人们生活质量具有明显的倍增效应和带动作用。

1.1.1 数据与数据处理

人们在现实中进行的各种活动，都会产生相应的信息，例如，生产服装的工厂，其用于生产的原材料的名称、库存量、单价、产地；所生产的产品名称、数量、单价；该工厂中职工的职称、编号、薪水、奖金等，所有这些都是信息，这些信息代表了所属实体的特定属性或状态，当把这些信息以文字记录下来便是数据，因此可以说，数据是信息的载体。本节主要介绍信息、数据和数据处理的概念。

1. 信息与数据

信息与数据是两个密切相关的概念。信息是各种数据所包含的意义，数据则是负载信息的物理符号。例如，某个人的身高，某个学生的考试成绩，某年度的国民收入等，这些都是信息。如果将这些信息用文字或其他符号记录下来，则这些文字或符号就是数据。

同一数据在不同的场合具有完全不同的意义，例如，31 这个数，既可以表示一个人的年龄，也可以表示长度，或者表示某个学生某科目的考试成绩等。在许多场合下，对信息和数据的概念并不做严格的区分，可互换使用，例如，通常所说的“信息处理”和“数据处理”，这两个概念的意义是相同的。

信息是对现实世界事物存在方式或运动状态的反映。它已成为人类社会活动的一种重要资源，与能源、物质并称为人类社会活动的三大要素。一般来说，信息是一种被加工成特定形式的数据，这种数据形式对接收者来说是有意义的。它具有如下特征。

- 信息可以被感知，不同的信息源有不同的感知方式。
- 信息的获取和传递不仅需要载体，而且还消耗能量。
- 信息可以通过载体进行存储、压缩、加工、传递、共享、扩散、再生和增值等。

在计算机内部，所有的数据均采用 0 和 1 进行编码。在数据库技术中，数据的含义很广泛，除了数字之外，文字、图形、图像、声音、视频等也视为数据，它们分别表示不同类型的信息。

另外，同一种信息可以用多种不同的数据形式进行表达，而信息的意义不随数据的表现形式的改变而改变。例如，要表示某只股票每天的收盘价格，既可以通过绘制曲线图表示，也可以通过绘制柱状图表示，还可以通过表格数据进行表示，而无论使用何种方式来表示，丝毫不会改变信息的含义。

因此，对数据可以做如此定义，描述事物的符号记录称为数据。在学校的学生档案中，可以记录学生的姓名、性别、出生日期、所在系、电话号码和入学时间等。按这个次序排列组合成如下所示的一条记录：

(赵智暄，女，2003-03-25，医学院，13831706516，2017)

这条记录中的信息就是数据。当然数据可能存在因为记录介质被破坏而丢失的风险，例如，记录在纸上的数据，可能因为纸介质丢失、火灾而造成数据丢失；记录在计算机磁盘上的数据，可能因为病毒、误操作、火灾等造成数据丢失。

2. 数据与信息的关系

数据与信息有着不可分割的联系。信息是被加工处理过的数据，数据和信息的关系是一种原料和成品之间的关系，如图 1-1 所示。

数据与信息的关系主要表现在以下 4 个方面。

- (1) 数据是信息的符号表示，或称载体。
- (2) 信息是数据的内涵，是数据的语义解释。
- (3) 数据是符号化的信息。
- (4) 信息是语义化的数据。

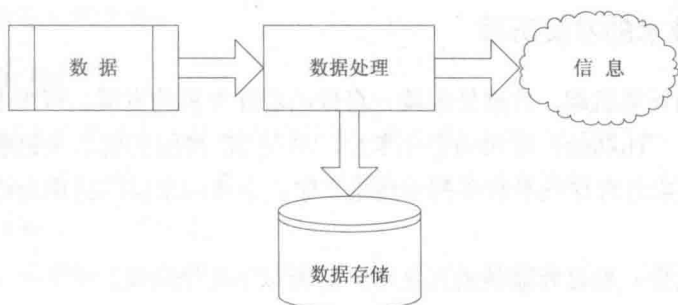


图 1-1 数据与信息的关系

3. 数据处理

数据处理(data processing)是指对各种形式的数据进行收集、存储、检索、加工、变换和传播的一系列活动的总和。

进行数据处理的目的是有两个：一是从大量的、可能是杂乱无章的、难以理解的数据中抽取、推导出对人们有价值的信息，以作为行动和决策的依据；二是借助计算机科学地保存和管理复杂的、大量的数据，以便人们能够方便而充分地利用这些宝贵的资源。

数据处理是系统工程和自动控制的基本环节。数据处理贯穿于社会生产和社会生活的各个领域。数据处理技术的发展及其应用的广度和深度，极大地影响着人类社会发展的进程。

1.1.2 数据库

数据库(Database, 简称 DB)是按照数据结构来组织、存储和管理数据的仓库，它产生于距今六十多年前，例如，日常生活中，我们用笔记本记录亲朋好友的联系方式，将他们的姓名、地址、电话等信息都记录下来。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”。我们可以在这个“数据库”中添加新朋友的个人信息，由于某个朋友的电话变动也可以修改他的电话号码这个“数据”。使用笔记本这个“数据库”可以方便地查到某位亲朋好友的地址、邮编或电话号码等“数据”。

在信息化社会，充分有效地管理和利用各类信息资源，是进行科学研究和决策管理的前提条件。数据库技术是管理信息系统、办公自动化系统、决策支持系统等各类信息系统的核心部分，是进行科学研究和决策管理的重要技术手段。

显然，数据库就是存放数据的仓库。它是为了实现一定的目的按某种规则组织起来的“数据”的“集合”。在信息社会中，数据库的应用非常广泛，如银行业用数据库存储客户的信息、账户、贷款以及银行的交易记录；学校用数据库存储学生的个人信息、选课信息、课程成绩等。

在计算机领域，数据库是指长期存储在计算机内的、有组织的、可共享的、统一管理的相关数据的集合。

数据库中的数据不仅需要合理地存放，还要便于查找；数据库不仅可以供创建者本人使用，还可以供多个用户从不同的角度共享，即多个不同的用户根据不同的需求，使用不同的语言，同时存取数据库，甚至同时读取同一数据。

1.1.3 数据库技术的发展历程

从最早的商用计算机起, 数据处理就一直推动着计算机的发展。事实上, 数据处理自动化早于计算机出现。Hollerith 发明的穿孔卡片, 早在 20 世纪初就用来记录美国的人口普查数据, 用机械系统来处理这些卡片并列出现果。穿孔卡片后来被广泛作为将数据输入计算机的一种手段。

按照年代来划分, 数据库系统的发展可划分为以下几个阶段。

1. 20 世纪 50 年代至 60 年代早期

20 世纪 50 年代至 60 年代早期, 磁带被用于数据存储。诸如工资单这样的数据处理已经自动化了, 即把数据存储到磁带上。数据处理包括从一个或多个磁盘上读取数据, 并将数据写回到新的磁带上。数据也可以由一叠穿孔卡片输入, 然后输出到打印机上。

磁带(和卡片)只能顺序读取, 并且数据可以比内存大得多, 因此, 数据处理程序被迫用一种特定的顺序对来自磁带和卡片的数据进行读取和处理。

2. 20 世纪 60 年代末至 20 世纪 70 年代

20 世纪 60 年代末, 硬盘的广泛使用极大地改变了数据处理的情况, 因为硬盘可以直接对数据进行访问。磁盘上数据的位置是无意义的, 因为磁盘上的任何位置都可在几十毫秒内访问到, 数据由此摆脱了顺序的限制。有了磁盘, 就可以创建网状数据库和层次数据库, 它们具有保存在磁盘上的如表和树等数据结构。程序员也可以轻松创建和操作这些数据结构。

由 Codd 写的一篇具有里程碑意义的论文, 定义了关系模型和在关系模型中用非过程化的方法来查询数据, 关系数据库由此诞生。关系模型的简单性和能够对程序员隐藏所有细节的能力具有真正的诱惑力。

3. 20 世纪 80 年代

尽管关系模型在学术上很受重视, 但是最初并没有实际的应用, 因为它在性能上不足, 关系数据库在性能上还不能和当时已有的网状和层次数据库相提并论。这种情况直到 System R 的出现才得以改变, IBM 研究院的一个突破性项目开发了一种能够构造高效的关系数据库系统的技术。Astrahan 和 Chamberlin 等人提供了关于 System R 的很好的综述。功能完善后的 System R 原型诞生了 IBM 的第一个关系数据库产品 SQL/DS。最初的商用关系数据库系统, 如 IBM 的 DB2、Oracle、Ingres 和 DEC 的 Rdb, 在推动有效的处理陈述式查询技术上起到了主要作用。到了 20 世纪 80 年代早期, 关系数据库已经可以在性能上和网状、层次数据库进行竞争了。关系数据库是如此简单易用, 使它最后完全取代了网状和层次数据库。因为程序员在使用后者时, 必须处理许多底层的实现问题, 并且不得不将要做的查询任务编码成过程化的形式。更重要的是, 在设计应用程序时还要时刻考虑效率问题, 而这需要付出很大的努力。相反, 在关系数据库中, 几乎所有的底层工作都由数据库自动来完成, 使得程序员可以只考虑逻辑层的工作。因为关系模型在 20 世纪 80 年代已经取得了优势, 所以它在数据模型中具有最高的统治地位。

另外, 在 20 世纪 80 年代人们还对并行和分布式数据库进行了很多研究, 同样在面向对

象数据库方面也有初步的工作。

4. 20世纪90年代初

SQL语言主要是为了决策支持应用设计的,重在查询;而20世纪80年代主要的数据库是处理事务的应用,重在更新。决策支持和查询再度成为数据库的一个主要的应用领域。分析大量数据的工具有了很大的发展。

在这个时期许多数据库厂商推出了并行数据库产品。数据库厂商还开始在其数据库中加入对象-关系的支持。

5. 20世纪90年代末至今

随着互联网的兴起和发展,数据库比以前有了更加广泛的应用。现在的数据库系统必须支持很高的事务处理速度,而且还要有很高的可靠性和24×7的可用性(一天24小时,一周7天都可用,也就是没有进行维护的停机时间)。数据库系统还必须支持网络接口。

1.1.4 数据库系统

数据库系统是计算机化的记录保持系统,它的目的是存储和产生所需要的有用信息。

1. 数据库系统的组成

通常,一个数据库系统包括以下4个主要部分:数据、用户、硬件和软件。

(1) 数据

数据是数据库系统的工作对象。为了区别输入、输出或中间数据,常把数据库数据称为存储数据、工作数据或操作数据。它们是某特定应用环境中进行管理和决策所必需的信息。特定的应用环境,可以指一个公司、一个银行、一所医院和一个学校等。在这些应用环境中,各种不同的应用可通过访问其数据库获得必要的信息,以辅助进行决策,决策完成后,再将决策结果存储在数据库中。

数据库中的存储数据是“集成的”和“共享的”。“集成”是指把某特定应用环境中的各种应用关联的数据及其数据间的联系全部集中地按照一定的结构形式进行存储,也就是把数据库看成若干个性质的数据文件的联合和统一的数据整体,并且在文件之间局部或全部消除了冗余,这使得数据库系统具有整体数据结构化和数据冗余小的特点;“共享”是指数据库中的一块块数据可为多个不同的用户所共享,即多个不同的用户,使用多种不同的语言,为了不同的应用目的,而同时存取数据库的信息,甚至同时存取同一数据块。共享实际上是基于数据库的集成。

(2) 用户

用户是指存储、维护和检索数据库中数据的人员。数据库系统中主要有3类用户:终端用户、应用程序员和数据库管理员(DBA)。

- 终端用户:也称为最终用户,是指从计算机联机终端存储数据库的人员,也可以称为联机用户。这类用户使用数据库系统提供的终端命令语言、表格语言或菜单驱动等交互式对话方式来存取数据库中的数据。终端用户一般是不精通计算机和程序设

计的各级管理人员、工程技术人员和各类科研人员。

- 应用程序员：也称为系统开发员，是指负责设计和编制应用程序的人员。这类用户通常使用 Access、SQL Server 或 Oracle 等数据库语言来设计和编写应用程序，以对数据库进行存取和维护操作。
- 数据库管理员(DBA)：是指全面负责数据库系统的“管理、维护和正常使用”的人员，可以是一个人或一组人。特别对于大型数据库系统，DBA 极为重要，通常设置有 DBA 办公室，应用程序员是 DBA 手下的工作人员。DBA 不仅要具有较高的技术专长，而且还要具备较深的资历，并具有了解和阐明管理要求的能力。DBA 的主要职责包括参与数据库设计的全过程；与用户、应用程序员、系统分析员紧密结合，设计数据库的结构和内容；决定数据库的存储和存取策略，使数据的存储空间利用率和存取效率均较优；定义数据的安全性和完整性；监督控制数据库的使用和运行，及时处理运行程序中出现的問題；改进和重新构建数据库系统等。

(3) 硬件

硬件是指存储数据库和运行数据库管理系统(Database Management System, 简称 DBMS) 的硬件资源，包括物理存储数据库的磁盘、磁鼓、磁带或其他外存储器及其附属设备、控制器、I/O 通道、内存、CPU 以及外部设备等。数据库服务器的处理能力、存储能力、可靠性直接关系到整个系统的性能优劣，因此对服务器端硬件资源也有着较高的要求，应选用高可靠性、高可用性、高性价比的服务器。通常要求考虑以下问题。

- 具有足够大的内存，用于存放操作系统、DBMS 的核心模块、数据缓冲区和应用程序。
- 具有高速大容量的直接存取设备。一般数据库系统的数据量和数据的访问量都很大，因此需要容量大、速度快的存储系统存放数据，如采用高速大缓存硬盘，或者应用光纤通道外接到外置的专用磁盘系统。
- 具有高速度 CPU，以拥有较短的系统响应时间。数据库服务器必须应对大量的查询并做出适当的应答，因此要求处理能力强的 CPU 以满足较高的服务器处理速度和对客户的响应速率的要求。
- 有较高的数据传输能力，以提高数据传输率，保证足够的系统吞吐能力，否则，系统性能将形成瓶颈。
- 有足够的外存来进行数据备份。常配备磁盘阵列、磁带机或光盘机等存储设备。
- 高稳定性的系统。即数据库系统能够持续稳定运行，能提供长时间可靠稳定的服务。

(4) 软件

软件是指负责数据库存取、维护和管理的软件系统，通常叫作数据库管理系统(DBMS)。数据库系统的各类用户对数据库的各种操作请求，都是由 DBMS 来完成的，它是数据库系统的核心软件。DBMS 提供一种超出硬件层之上的对数据库管理的功能，使数据库用户不受硬件层细节的影响。DBMS 是在操作系统支持下工作的。

2. 数据库系统的特点

数据库系统具有如下特点。

(1) 数据低冗余、共享性高

数据不再是面向某个应用程序而是面向整个系统。当前所有用户可同时存取库中的数据,从而减少了数据冗余,节约存储空间,同时也避免了数据之间的不相容性和不一致性。

(2) 数据独立性提高

数据的独立性包括逻辑独立性和物理独立性。

- 数据的逻辑独立性是指当数据的总体逻辑结构改变时,数据的局部逻辑结构不变,由于应用程序是依据数据的局部逻辑结构编写的,所以,应用程序可不必修改,从而保证了数据与程序间的逻辑独立性。例如,在原有的记录类型之间增加新的联系,或在某些记录类型中增加新的数据项时,均可确保数据的逻辑独立性。
- 数据的物理独立性是指当数据的存储结构改变时,数据的逻辑结构不变,从而应用程序也不必改变。例如,改变存储设备和增加新的存储设备,或改变数据的存储组织方式,均可确保数据的物理独立性。

(3) 有统一的数据控制功能

数据库可以被多个用户所共享,当多个用户同时存取数据库中的数据时,为保证数据库中数据的正确性和有效性,数据库系统提供了以下4个方面的数据控制功能。

- 数据的安全性(security)控制:可防止不合法使用数据造成数据的泄漏和破坏,保证数据的安全和机密。例如,系统提供口令检查或其他手段来验证用户身份,以防止非法用户使用系统;也可以对数据的存取权限进行限制,只有通过检查后才能执行相应的操作。
- 数据完整性(integrity)控制:系统通过设置一些完整性规则以确保数据的正确性、有效性和相容性。正确性是指数据的合法性,如代表年龄的整型数据,只能包含0~9,不能包含字母或特殊符号;有效性是指数据是否在其定义的有效范围内,如月份只能用1~12之间的数字来表示;相容性是指表示同一事实的两个数据应相同,否则就不相容,例如,一个人的性别不能既是男又是女。
- 并发(concurrency)控制:多个用户同时存取或修改数据库时,防止因相互干扰而提供给用户不正确的数据,并使数据库受到破坏的情况发生。
- 数据恢复(recovery):当数据库被破坏或数据不可靠时,系统有能力将数据库从错误状态恢复到最近某一时刻的正确状态。

1.1.5 数据库管理系统(DBMS)

数据库管理系统是位于用户和数据库之间的一个数据管理软件,它的主要任务是对数据库的建立、运行和维护进行统一管理、统一控制,即用户不能直接接触数据库,而只能通过DBMS来操纵数据库。

1. DBMS 概述

数据库管理系统负责对数据库的存储进行管理、维护和使用,因此,DBMS是一种非常复杂的、综合性的,在数据库系统中对数据进行管理的大型系统软件,它是数据库系统的核

心组成部分,在操作系统(OS)支持下工作。用户在数据库系统中的一切操作,包括数据定义、查询、更新及各种操作,都是通过 DBMS 完成的。

DBMS 是数据库系统的核心部分,它把所有应用程序中使用的数据汇集在一起,并以记录为单位存储起来,便于应用程序查询和使用,如图 1-2 所示。

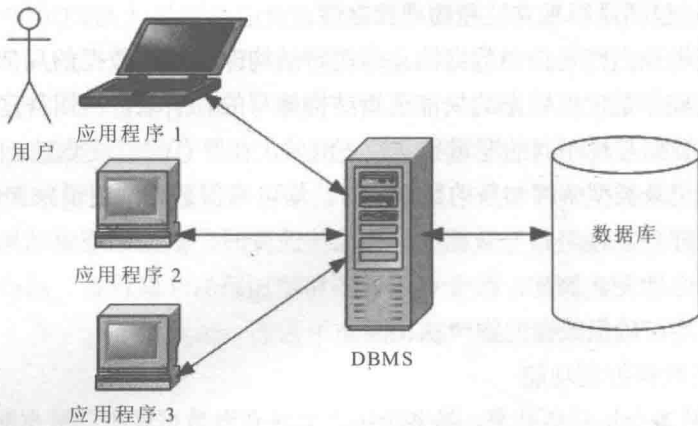


图 1-2 DBMS、数据库以及与用户之间的关系

常见的 DBMS 有 Access、Oracle、SQL Server、DB2、Sybase 和 MySQL 等。不同的数据库管理系统有不同的特点。Access 相对于其他的一些数据库管理软件,如 SQL Server、Oracle 等来说,操作相对简单,不需要用户具有高深的数据库知识,就能完成数据库所有的构造、检索、维护等操作,并且 Access 拥有简捷、美观的操作界面。

Access 属于小型桌面数据库管理系统,通常用于办公管理。它允许用户通过构建应用程序来收集数据,并可以通过多种方式对数据进行分类、筛选,将符合要求的数据供用户查看,用户可以通过显示在屏幕上的窗体来查看数据库中的数据,也可以通过报表将相关的数据打印出来,以便更详细地进行研究。

2. DBMS 的功能

由于 DBMS 缺乏统一的标准,其性能、功能等许多方面随系统而异,通常情况下,DBMS 提供了以下几个方面的功能。

- 数据库定义功能: DBMS 提供相应数据定义语言定义数据库结构,刻画数据库的框架,并被保存在数据字典中。数据字典是 DBMS 存取和管理数据的基本依据。
- 数据存取功能: DBMS 提供数据操纵语言实现对数据库数据的检索、插入、修改和删除等基本存取操作。
- 数据库运行管理功能: DBMS 提供数据控制功能,即数据的安全性、完整性和并发控制等,从而对数据库运行进行有效的控制和管理,以确保数据库数据正确有效和数据库系统的有效运行。
- 数据库的建立和维护功能: 包括数据库初始数据的装入,数据库的转储、恢复、重组、系统性能监视、分析等功能。这些功能大都由 DBMS 的实用程序来完成。
- 数据通信功能: DBMS 提供处理数据的传输功能,实现用户程序与 DBMS 之间的通信,这通常与操作系统协调完成。