

高等院校计算机应用系列教材

Access 2016数据库 应用教程(第2版)

彭毅弘 程 丽 主 编

刘永芬 李盼盼 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以Microsoft Access 2016为平台,系统讲解数据库技术的核心概念与应用方法。本书共11章,内容涵盖数据管理的核心思想、数据库的工程化设计方法、数据表与查询、SQL、窗体与报表、宏与VBA编程、数据库访问技术及数据库安全等内容。本书通过综合案例“大学生创新创业项目管理系统”,帮助读者将理论与实践结合,掌握数据库设计与开发的完整流程。此外,本书配套的《Access 2016数据库应用教程实验指导(第2版)》(ISBN 978-7302-69597-4),提供了丰富案例与练习题,旨在助力读者巩固知识、提升技能。

本书内容翔实,可操作性强,可作为高等院校数据库课程的教材,也可供高校教学人员、计算机等级考试备考人员及数据库技术人员参考,是掌握数据库技术、提升数据分析能力的重要学习资源。

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。举报:010-62782989, beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

Access 2016数据库应用教程 / 彭毅弘, 程丽主编.

2版. -- 北京:清华大学出版社, 2025. 7. -- (高等院校计算机应用系列教材). -- ISBN 978-7-302-69596-7

I. TP311.132.3

中国国家版本馆CIP数据核字第20257TP442号

责任编辑:王 定

封面设计:周晓亮

版式设计:思创景点

责任校对:成凤进

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <https://www.tup.com.cn>, <https://www.wqxuetang.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座

邮 编:100084

社 总 机:010-83470000

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 装 者:三河市龙大印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:18.75

字 数:480千字

版 次:2022年7月第1版

2025年7月第2版

印 次:2025年7月第1次印刷

定 价:69.80元

产品编号:110880-01

前言

P R E F A C E

在人工智能日益渗透我们日常生活的今天，数据已成为驱动社会进步与产业升级的关键要素。通过有效的管理和分析，数据能够揭示隐藏的模式、预测未来的趋势，为人类社会带来前所未有的洞察力和创新力。面对呈指数级增长的数据量，高效地收集、存储、组织、分析和利用数据，已成为众多企业赢得竞争的关键。数据库技术作为数据管理的基石，在人工智能时代焕发出新的活力。掌握数据库技术，不仅是适应数字化社会的必备技能，更是提升数据分析水平、增强职业竞争力的重要途径。

本书以Microsoft Access 2016为平台，系统讲解数据库技术的核心概念和应用方法。通过学习本书，您将掌握：

- **数据管理的核心思想**(第1章)：从数据管理的本质出发，理解数据模型、关系数据库等核心概念，为数据库技术的应用与实践奠定理论基础。
- **数据库的工程化设计方法**(第2章)：学习如何运用工程化的思维和方法，设计出结构合理、易于维护的数据库，以满足不同应用场景的需求。
- **数据的组织、查询与可视化技能**(第3、4、5、6章)：掌握表、查询、SQL、窗体和报表工具的使用方法，能够高效地组织、检索、分析和呈现数据，挖掘数据背后的价值。
- **数据处理自动化技术**(第7、8、9章)：通过宏、VBA编程和数据库访问技术，实现数据处理流程的自动化与定制化，提升工作效率。
- **数据库安全与访问控制**(第10章)：了解数据库安全的重要性，学习如何设置用户权限、加密数据，保障数据的安全性和完整性。

本书最后(第11章)通过一个综合案例“大学生创新创业项目管理系统”，帮助读者将所学知识融会贯通，体验数据库技术在实际项目中的应用。

为满足读者伴学实践与巩固知识的需要，本书配套的《Access 2016数据库应用教程实验指导(第2版)》(ISBN 978-7-302-69597-4)，提供了丰富的实验案例和自测练习题，帮助读者通过实践深入理解数据库原理，掌握实际操作开发技能。

本书由彭毅弘、程丽主编，刘永芬、李盼盼副主编。彭毅弘负责整体策划、大纲制定和统稿。福建农林大学金山学院计电教研室老师和专家对本书提出了很多宝贵意见，在此向他们表示衷心感谢。同时，感谢清华大学出版社在本书出版过程中给予的大力支持。限于编者水平，书中难免存在疏漏或不妥之处，敬请读者和同行批评指正。

本书提供教学大纲、电子教案、教学课件、数据库文件、思考与练习参考答案等资源，读者可扫下方二维码获取。此外，本书还配有教学视频、拓展阅读等教学资源，读者可扫相应章节二维码欣赏学习。



教学大纲



电子教案



教学课件



数据库文件



思考与练习
参考答案

编者
2025年3月



C O N T E N T S

第1章 数据的管理 1	
1.1 数据管理技术..... 3	
1.1.1 数据与数据处理..... 3	
1.1.2 数据管理技术发展阶段..... 4	
1.2 数据库系统..... 7	
1.2.1 数据库系统的组成..... 7	
1.2.2 数据库系统的特点..... 8	
1.2.3 数据库系统的三级模式..... 9	
1.3 数据模型..... 10	
1.3.1 数据抽象过程..... 10	
1.3.2 概念模型(E-R模型)..... 11	
1.3.3 常见的数据模型..... 13	
1.4 关系数据库..... 14	
1.4.1 关系的术语..... 14	
1.4.2 关系的运算..... 15	
1.4.3 关系的完整性规则..... 17	
1.5 思考与练习..... 17	
1.5.1 思考题..... 17	
1.5.2 选择题..... 18	
第2章 数据库的工程化设计 19	
2.1 工程化设计..... 20	
2.1.1 核心理念..... 20	
2.1.2 基本流程..... 21	
2.2 数据库应用系统开发流程..... 22	
2.3 实战：小型超市管理系统的 设计..... 23	
2.3.1 需求分析：分析现实世界..... 24	
2.3.2 概念模型设计：现实世界的 抽象..... 24	
2.3.3 逻辑模型设计：概念世界的 抽象..... 25	
2.3.4 物理模型设计：计算机世界的 存储结构..... 26	
2.4 设计使用工具Access..... 27	
2.4.1 Access简介..... 28	
2.4.2 创建和使用Access数据库..... 32	
2.5 思考与练习..... 35	
2.5.1 思考题..... 35	
2.5.2 选择题..... 35	
第3章 数组的组织：表 36	
3.1 创建数据表..... 38	
3.1.1 表的组成..... 38	
3.1.2 表的创建..... 40	
3.1.3 表的字段..... 47	
3.2 使用数据表..... 63	
3.2.1 编辑表的字段..... 63	
3.2.2 操作表的记录..... 64	
3.2.3 表的复制、删除和导出..... 67	
3.3 规范数据表..... 68	
3.3.1 使用主键..... 69	
3.3.2 建立和维护表间关系..... 71	
3.3.3 遵循表的规范..... 78	
3.4 思考与练习..... 80	
3.4.1 思考题..... 80	
3.4.2 选择题..... 80	
第4章 数据的选择：查询 82	
4.1 查询概述..... 83	
4.1.1 查询的作用..... 83	

4.1.2	查询的类型	84	5.4.1	在表中插入记录	122
4.1.3	查询的视图	84	5.4.2	在表中更新记录	123
4.1.4	查询的创建方法	84	5.4.3	在表中删除记录	124
4.2	选择查询	87	5.5	SQL数据定义语句	124
4.2.1	创建不带条件的查询	88	5.5.1	创建表	124
4.2.2	创建带条件的查询	88	5.5.2	修改表结构	126
4.2.3	查询条件的使用	89	5.5.3	删除表	127
4.2.4	在查询中使用计算	92	5.6	思考与练习	127
4.3	参数查询	96	5.6.1	思考题	127
4.3.1	单参数查询	96	5.6.2	选择题	128
4.3.2	多参数查询	97	第6章	数据的可视化：窗体与报表	130
4.4	操作查询	97	6.1	窗体概述	132
4.4.1	生成表查询	97	6.1.1	窗体的功能	132
4.4.2	追加查询	98	6.1.2	窗体的类型	132
4.4.3	更新查询	100	6.1.3	窗体的视图	134
4.4.4	删除查询	101	6.1.4	窗体的组成	134
4.5	交叉表查询	103	6.2	创建窗体	135
4.5.1	通过向导方式创建	103	6.2.1	使用“窗体”工具创建窗体	135
4.5.2	通过设计视图方式创建	105	6.2.2	使用“空白窗体”工具创建窗体	135
4.6	重复项查询	105	6.2.3	使用“窗体向导”工具创建窗体	137
4.7	不匹配项查询	107	6.2.4	使用“多个项目”工具创建窗体	138
4.8	思考与练习	108	6.2.5	使用“数据表”工具创建窗体	139
4.8.1	思考题	108	6.2.6	使用“分割窗体”工具创建窗体	139
4.8.2	选择题	108	6.2.7	使用“窗体设计”工具创建窗体	140
第5章	数据的高级查询：SQL查询	110	6.3	设计窗体	140
5.1	SQL概述	111	6.3.1	认识控件	140
5.1.1	SQL的起源与发展历程	111	6.3.2	使用文本框(Text)控件	142
5.1.2	SQL的特点	112	6.3.3	使用标签(Label)控件	145
5.1.3	SQL的功能	113	6.3.4	使用按钮(Command)控件	146
5.1.4	SQL查询语句和Access查询文件的关系	113	6.3.5	使用选项卡控件	148
5.2	SQL查询的创建	114	6.3.6	使用子窗体/子报表(Child)控件	149
5.3	SQL数据查询语句	115			
5.3.1	SQL查询语句的一般格式	115			
5.3.2	单表查询	116			
5.3.3	多表查询	121			
5.3.4	分组查询	121			
5.4	SQL数据操作语句	122			

6.3.7	使用列表框(List)控件	151	7.2.2	创建独立宏：宏组	189
6.3.8	使用组合框(Combo)控件	153	7.2.3	创建独立宏：条件宏	190
6.3.9	使用选项组(Frame)控件	154	7.2.4	创建嵌入宏	193
6.3.10	使用复选框(Check)控件	155	7.2.5	创建数据宏	194
6.3.11	使用选项按钮(Option)控件	156	7.2.6	创建自动运行宏	195
6.3.12	设置窗体和控件的属性	156	7.3	宏的运行与调试	196
6.3.13	美化窗体	162	7.3.1	宏的运行	196
6.3.14	窗体的高级设计	163	7.3.2	宏的调试	197
6.4	报表概述	165	7.4	思考与练习	198
6.4.1	报表的功能	165	7.4.1	思考题	198
6.4.2	报表的类型	165	7.4.2	选择题	198
6.4.3	报表的视图	166	第8章	数据处理定制化：VBA编程	200
6.4.4	报表的组成	166	8.1	VBA与宏	201
6.4.5	报表与窗体的异同	167	8.2	VBA的容器：模块	202
6.5	创建报表	167	8.2.1	模块的类型	202
6.5.1	使用“报表”工具创建报表	168	8.2.2	模块的创建	203
6.5.2	使用“空报表”工具创建 报表	168	8.2.3	模块的组成	203
6.5.3	使用“报表向导”工具创建 报表	169	8.3	VBA的编辑器：VBE	206
6.5.4	使用“标签”工具创建报表	171	8.4	VBA的编程思想：面向对象	209
6.5.5	使用“报表设计”工具创建 报表	172	8.4.1	对象	209
6.6	设计报表	175	8.4.2	DoCmd对象	212
6.6.1	在报表中使用分组、排序和 汇总功能	175	8.5	VBA的编程基础	213
6.6.2	在报表中使用计算控件	176	8.5.1	数据类型	213
6.7	思考与练习	180	8.5.2	常量	214
6.7.1	思考题	180	8.5.3	变量	215
6.7.2	选择题	180	8.5.4	数组	219
第7章	数据流程自动化：宏	183	8.5.5	运算符和表达式	221
7.1	宏的概述	184	8.5.6	函数	224
7.1.1	宏的主要作用	184	8.5.7	程序语句	229
7.1.2	宏的分类	185	8.6	VBA的流程控制语句	230
7.1.3	宏的设计视图	186	8.6.1	顺序结构	231
7.1.4	常用的宏操作	187	8.6.2	选择结构	232
7.2	宏的创建	188	8.6.3	循环结构	236
7.2.1	创建独立宏：顺序操作宏	188	8.7	过程	240
			8.7.1	过程的定义与调用	240
			8.7.2	过程的作用范围	240
			8.7.3	参数传递	240
			8.8	思考与练习	242

8.8.1	思考题	242	10.2.2	信任中心	269
8.8.2	选择题	242	10.2.3	数据库的打包、签名及 分发	271
第9章	数据库访问技术	245	10.3	思考与练习	273
9.1	常用的数据库访问接口技术	246	10.3.1	思考题	273
9.2	数据访问接口ADO	248	10.3.2	选择题	274
9.2.1	Connection对象	249	第11章	综合案例：大学生创新创业	
9.2.2	Recordset对象	251		项目管理系统	275
9.2.3	Command对象	256	11.1	项目背景	276
9.3	ADO编程实例	257	11.2	系统功能需求设计	277
9.4	思考与练习	260	11.3	E-R图设计	278
9.4.1	思考题	260	11.4	关系模型设计	278
9.4.2	选择题	260	11.5	物理模型设计	279
第10章	数据库安全	262	11.6	系统实施	280
10.1	数据库安全概述	263	11.6.1	创建数据库和表	280
10.1.1	数据库安全概念	263	11.6.2	建立表间关系	280
10.1.2	数据库安全面临的威胁	264	11.6.3	设计用户界面	281
10.1.3	常见的数据库安全标准	265	11.7	思考与练习	288
10.1.4	数据库的安全层次	266	参考文献		289
10.1.5	数据库安全技术	266	附录		290
10.2	Access数据库的安全保护	268			
10.2.1	加密/解密数据库	268			

第 1 章

数据的管理

今天，数据正以前所未有的力量重塑着我们的世界。想象一下，从清晨醒来那一刻起，智能闹钟便依据你的睡眠周期温柔地唤醒你，咖啡机已根据你的偏好煮好了香浓的咖啡，而这一切，都是数据在幕后默默施展的魔法。数据，这个形态多样的宝藏，可以是数字、文字、图像或声音，但其真正的价值并不在于它的外在形式，而在于我们如何收集、分析、利用这些数据来做出明智决策、优化流程，进而创造前所未有的价值。正如石油是工业时代的血液，数据已成为数字时代的核心驱动力，它让机器更智能，让生活更便捷，让商业更精准。

本章将讲述数据管理技术、数据库系统、数据模型和关系数据库的基础理论知识，为后面各章的学习打下基础。

④ 学习目标

- 理解数据和信息的概念与区别
- 了解数据库系统的概念、组成和特点
- 理解数据模型的概念
- 掌握 E-R 图的绘制方法
- 理解关系数据库的术语、运算和规则

④ 知识结构

本章知识结构如图1-1所示。

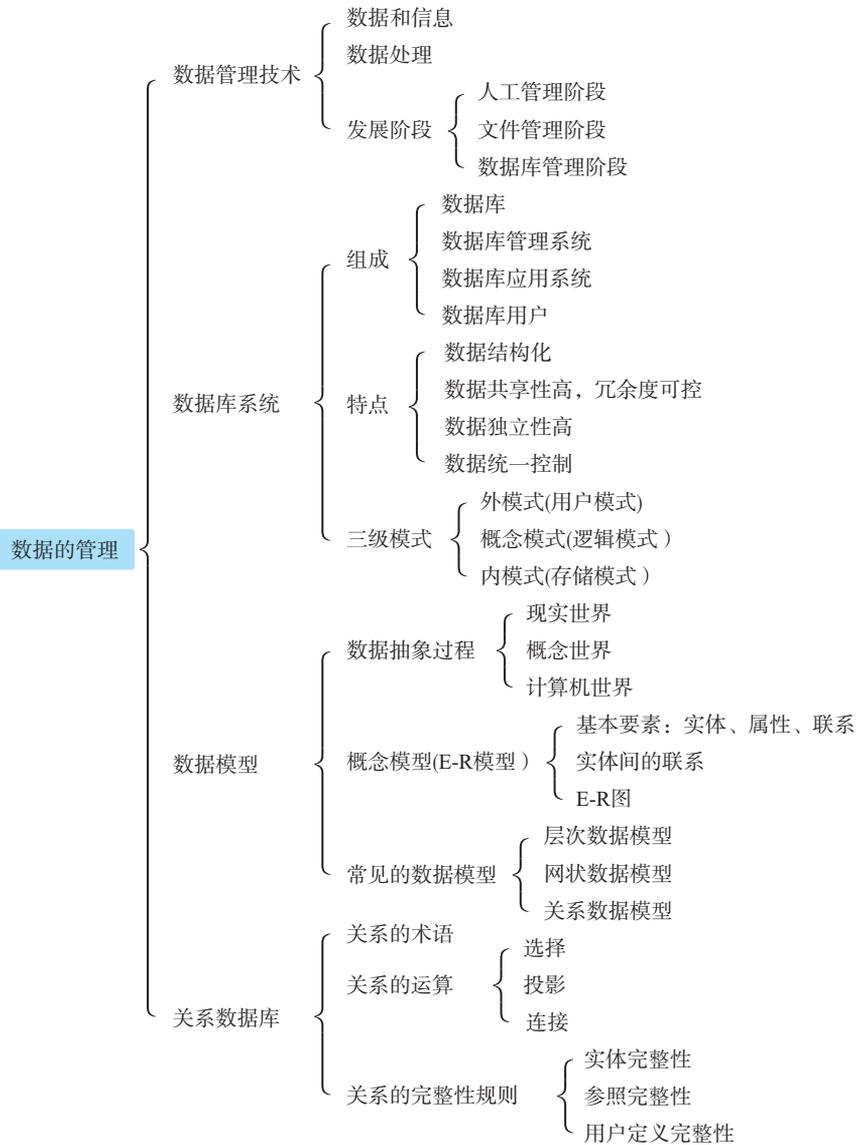


图 1-1 本章知识结构图

1.1 数据管理技术

数据库技术是管理数据的科学方法，主要研究数据的组织、存储及高效处理，为生活的方方面面提供数据服务。



视频1-1
数据管理技术

1.1.1 数据与数据处理

1. 数据和信息

数据(Data)和信息(Information)是数据处理中的两个基本概念，数据是信息的载体，但并非任何数据都能成为信息，只有经过加工处理的数据才能成为信息。

(1) 数据。数据是人们用于记录事物情况的物理符号。为了描述客观事物而用到的数字、字符，以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成数据。例如，张小明的年龄是20岁，籍贯福建，这里的“张小明”“20”“福建”就是数据。在实际应用中，数据可分为三种：第一种是可以参与数值运算的数值型数据，如年龄、成绩、价格等；第二种是由字符组成的、不能参与数值运算的字符型数据，如姓名、籍贯、性别等；第三种是图形、图像、声音等多媒体数据，如照片、歌曲、视频等。

(2) 信息。信息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数据。不经过加工处理的数据只是一种原始材料，它的价值只在于记录了客观世界的事实，对人类活动产生不了决策作用。只有经过提炼和加工，原始数据才会发生质的变化，给人们以新的知识和智慧。例如，收到一条淘宝通知“双11活动，商品全场5折”，根据这条通知获取数据“5折”，然后根据商品原价格计算出打折后的商品价格，新的价格数据就是利用原始数据经过加工处理后得到的信息，这个信息可作为是否购买商品的依据。用户还可以进一步利用这个信息与前一年的数据进行比较分析，得到商品的价格走势、打折力度等有价值的信息。

2. 数据处理

数据处理是指将数据转化为有价值信息的精细过程(如图1-2所示)，涵盖了从数据采集、存储、分类、排序、检索、维护到计算、加工、统计、传输等一系列核心操作。其核心目的在于从海量、无序且难以直接解

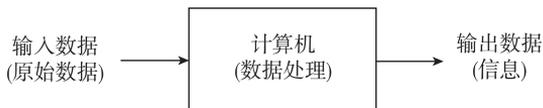


图 1-2 计算机数据处理

读的数据中，借助分析、归纳、推理等科学方法，结合先进的计算机技术、数据库技术、人工智能及大数据分析技术，提炼出具有实际意义的、对决策具有指导作用的信息。

随着技术的飞速发展，现代计算机及软件系统已能够高度自动化地完成各类数据处理任务。这些系统不仅能够高效地管理数据生命周期，包括数据的收集、清洗、转换、整合与存储，还能利用机器学习算法对数据进行深度挖掘与智能分析，从而揭示数据背后的隐藏模

式、趋势及关联,为企业的战略决策、市场预测、运营优化等提供强有力的支持。

1.1.2 数据管理技术发展阶段

数据管理是指数据的收集、组织、存储、检索和维护等操作,其主要目的是实现数据共享,降低数据冗余,提高数据的独立性、安全性和完整性,从而能更加有效地管理和使用数据资源。计算机技术的发展促使数据管理技术得到了很大发展,计算机数据管理技术经历了人工管理、文件管理和数据库管理三个发展阶段。

1. 人工管理阶段

20世纪50年代中期以前,计算机主要用于科学计算。在硬件方面,外存储器只有磁带、卡片和纸带等,没有磁盘等直接存取的外存储器;在软件方面,只有汇编语言,没有操作系统。当时的数据管理是以人工管理方式进行的,有以下特点:数据量少,数据不需要长期保存;没有专门对数据进行管理的软件,数据由应用程序自行管理,每个应用程序都要设计数据的存储结构和输入输出方法;数据无法实现共享,不同应用程序之间存在大量的重复数据;数据对应用程序不具有独立性,进一步加重了程序设计的负担。

以一个公司的信息管理为例,在人工管理阶段,应用程序和数据之间的关系如图1-3所示。图中不同应用程序产生各类数据,并产生许多重复的数据,例如,工资数据包含部分员工数据。

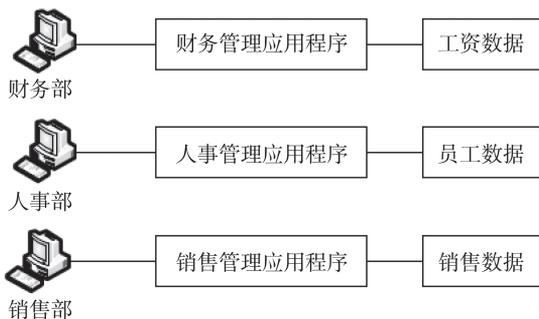


图 1-3 人工管理阶段应用程序和数据之间的关系

2. 文件管理阶段

20世纪50年代后期至60年代中期,计算机开始大量用于数据管理。在硬件方面,出现了外存,如磁盘、磁鼓等;在软件方面,出现了高级语言和操作系统,应用程序利用操作系统的文件管理功能可实现数据的文件管理方式。文件管理阶段有以下特点:数据可以组织成文件,能够长期保存和反复使用;数据和应用程序之间有一定的独立性,通过文件系统把数据组织成一个独立的数据文件,大大减少了应用程序维护的工作量;不同应用程序的数据不能共享,数据独立性差,冗余度大。

在文件管理阶段,公司信息管理中应用程序和数据文件之间的关系如图1-4所示。各应用程序通过文件系统对相应的数据文件进行存取和处理,但各数据文件之间是孤立的,缺乏对数据统一管理和控制的能力。例如,因某个员工离职而在员工数据文件中删除了其数据,

但工资数据文件中该员工的相关数据却不会自动删除。

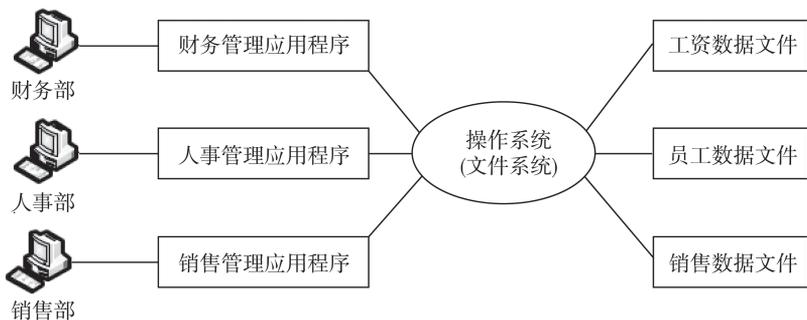


图 1-4 文件管理阶段应用程序和数据文件之间的关系

3. 数据库管理阶段

20世纪60年代后期，数据量急剧增加，数据共享的需求更加强烈。同时，计算机硬件价格下降，而编写和维护软件的成本相对增加，文件系统已经无法满足多应用、多用户的数据共享需求，于是出现了统一管理数据的数据库管理系统(Database Management System, DBMS)。

数据库管理系统把所有应用程序中使用的数据整合起来，按统一的数据模型存储在数据库中，提供给各个应用程序使用。数据与应用程序之间完全独立，数据具有完整性、一致性和安全性等特点，并具有充分的共享性，有效地减少了数据冗余。

在数据库管理阶段，企业信息管理中应用程序和数据库之间的关系如图1-5所示。企业信息管理的相关数据都存放在数据库中，数据库面向整个应用系统，实现了数据共享，并使得数据和应用程序之间保持较高的独立性。

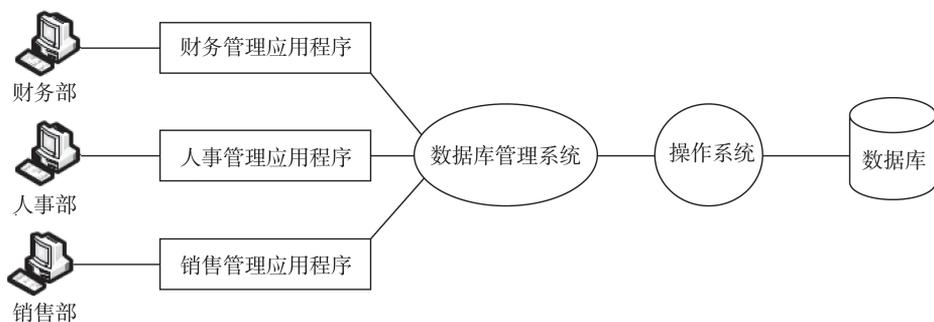


图 1-5 数据库管理阶段应用程序和数据库之间的关系

4. 数据库管理技术的新发展

数据库技术的发展先后经历了第一代数据库系统(层次数据库和网状数据库)和第二代数据库系统(关系数据库)。20世纪70年代使用关系数据库后，数据库技术得到了蓬勃发展，但随着新需求的不断提出，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，需要存储并检索多媒体数据、计算机辅助设计绘制的工程图纸、地理信

息系统提供的空间数据和各种复合数据(如集合、数组、结构)等,关系数据库无法实现对这些复杂数据的管理,因此出现了许多不同类型的新型数据管理技术。下面对这些技术进行简要介绍。

(1) 分布式数据库系统。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。一个分布式数据库在逻辑上是一个统一的整体,在物理上则分别存储在不同的物理节点上。分布式数据库系统主要有以下特点:数据库中的数据分布在计算机网络的不同物理节点上;分布在不同节点的数据在逻辑上属于同一个数据库系统,数据间相互关联;每个节点都有自己的计算机软硬件资源,包括数据库、数据库管理系统等,既能供本节点用户存取使用,又能供其他节点上的用户存取使用。

(2) 面向对象数据库系统。面向对象数据库系统是面向对象的程序设计技术与数据库技术相结合的产物,其主要特点是具有面向对象技术的封装性和继承性,提高了软件的可重用性。面向对象数据库系统包含了关系数据库管理系统的全部功能,只是在面向对象环境中增加了一些新内容,其中有些是关系数据库管理系统所没有的。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;另一方面则扩展数据库系统,使其具有面向对象的特征,以便对现实世界中复杂应用的实体和联系进行建模。

(3) 多媒体数据库系统。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,能够直接管理文本、图形、音频和视频等多媒体数据的数据库即可称为多媒体数据库。多媒体数据库的结构和操作与传统格式化数据库有很大差别,在多媒体信息管理环境中,不仅数据本身的结构和存储形式各不相同,不同领域对数据处理的需求也比一般事务管理复杂得多,因此对数据库管理系统提出了更高的功能要求。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,已成为数据库领域一个新的重要研究方向。

(4) 数据仓库技术。数据仓库技术是基于信息系统业务发展的需要和数据库系统技术的发展而逐步形成的一系列新的应用技术。数据仓库涉及三方面的技术内容:数据仓库技术、联机分析处理技术和数据挖掘技术。数据仓库用于数据的存储和组织,联机分析处理集中于数据的分析,数据挖掘则致力于知识的自动发现。这些技术可以分别应用到信息系统的设计和实现中,以提高相应部分的处理能力。由于这三种技术之间存在内在的联系性和互补性,将它们结合起来就是一种新的决策支持系统架构。数据仓库最根本的特点是物理地存放数据,而且这些数据并不是最新的、专有的,而是来源于其他数据库的。建立数据仓库并不是要取代数据库,它要建立一个较全面和完善的息应用的基础上,用于支持高层决策分析,而事务处理数据库在企业的息环境中承担的是日常操作性的任务。数据仓库是数据库技术的一种新的应用,到目前为止,数据仓库还是用关系数据库管理系统来管理其中的数据。

(5) 大数据技术。大数据(Big Data)是一种在获取、存储、管理和分析方面大大超出传统数据库软件工具能力范围的数据集合,具有数据规模大、数据种类多、要求数据处理速度快和数据价值密度低四大特征。大数据的概念与海量数据不同,后者只强调数据的量,而大数据不仅用来描述大量的数据,还可以进一步指出数据的复杂形式、数据的快速处理特性,并且具有对数据进行分析处理后最终获得有价值信息的能力。

(6) 向量数据库与RAG(检索增强生成)技术。向量数据库主要支持向量索引和向量搜索，能够高效地处理大规模向量数据的存储和查询。而RAG技术则结合了向量数据库和大型语言模型(LLM)，通过召回与问题最相关的上下文来提高LLM的回答质量。这种技术在大型模型开发中得到了广泛应用，并推动了数据库与AI(人工智能)技术的深度融合。

1.2 数据库系统

数据库系统(Database System, DBS)是一个实际可运行的，用于存储、维护和管理数据的软件系统，由一组相互关联的软件、硬件和规程共同协作以高效管理和维护数据。



视频1-2
数据库系统

1.2.1 数据库系统的组成

一个完整的数据库系统，主要包括数据库(Database, DB)、数据库管理系统、数据库应用系统和数据库用户四部分，各部分的关系如图1-6所示。

1. 数据库

数据库(DB)是指以一定结构存储在外存储设备上的、能为多个用户共享的、与应用程序相互独立的、相互关联的结构化数据集合。数据库不仅存储了数据，还存储了数据与数据之间的关系。一个数据库由若干张表(Table)组成，例如，要创建一个超市管理系统的数据库，就需要建立员工表、部门表、工资表、商品表和销售表等，每张表都具有特定的结构，表与表之间有某种关联。在数据库的物理组织中，表以文件形式存储。

2. 数据库管理系统

数据库管理系统(DBMS)是用于描述、管理和维护数据库的软件系统，是数据库系统的核心组成部分。具有代表性的数据库管理系统有Oracle、Microsoft SQL Server、MySQL及Microsoft Access等。本书介绍的Microsoft Access是一种被广泛应用的小型数据库管理系统。

DBMS在操作系统的基础上工作，它接收用户的操作命令并予以实施，从而完成用户对数据库的管理操作。无论是数据库管理员还是终端用户，都不能直接对数据库进行访问或操作，而必须利用DBMS提供的操作语言来使用或维护数据库中的数据。

数据库管理系统具有以下几个方面的功能。

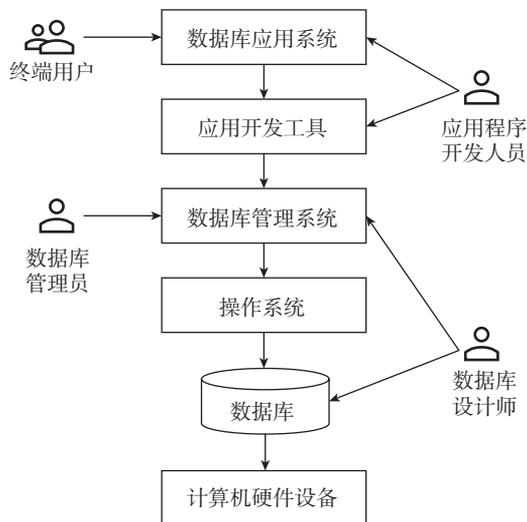


图 1-6 数据库系统

- (1) 数据定义功能。使用数据定义语言定义数据库的结构, 刻画数据库框架等。
- (2) 数据操纵功能。使用数据操纵语言实现数据的检索、插入、删除、修改等操作。
- (3) 数据库运行管理功能。控制整个数据库系统的运行, 控制用户的并发性访问, 保障数据的安全与保密, 检验数据的完整性等。
- (4) 数据库的建立和维护功能。控制数据库初始数据的输入与数据转换, 记录工作日志, 监视数据库性能, 修改更新数据库, 恢复出现故障的数据库等。
- (5) 数据通信功能。与操作系统协调完成数据的传输, 实现用户程序与DBMS之间数据的通信。



拓展阅读1-1
国产数据库的
崛起

3. 数据库应用系统

数据库应用系统就是我们常用的应用程序, 是指开发人员利用某种应用开发工具开发出来的、面向某一类实际应用的软件系统, 例如各种常用的手机软件(如微信、QQ、淘宝等)。数据库应用系统需要通过数据库接口技术, 在数据库管理系统的支持下才能获取或修改数据库中的数据。

4. 数据库用户

数据库用户主要有以下四类。

(1) 终端用户。终端用户是指通过应用程序界面使用数据库的人。他们无须深入了解数据库的原理和实现细节, 因为数据库对他们而言是透明的。当终端用户使用应用程序访问数据库时, 他们实际上是通过系统的接口或查询语言与数据库进行交互。这些用户主要关注数据的功能性和可用性, 以确保能够满足其业务需求。

(2) 应用程序开发人员。应用程序开发人员负责设计和编写与数据库交互的应用程序。他们具备编程和数据库管理知识, 能够利用SQL语言和其他API来创建、读取、更新和删除数据。应用程序开发人员的目标是确保应用程序逻辑正确无误地处理数据, 并提供用户友好的界面和功能。

(3) 数据库管理员。数据库管理员是数据库系统的守护者, 负责数据库的安装、配置、维护和优化。他们的职责包括决定数据库的存储结构和存取策略, 定义数据库的安全性要求和完整性约束条件, 以及监控数据库的使用和运行等。数据库管理员需要确保数据库系统的高效运行, 以及数据的安全性和完整性, 同时还需要处理任何可能影响数据库性能的问题。

(4) 数据库设计师。数据库设计师主要负责设计数据库的结构和布局, 确保数据能够有效存储和检索。他们根据业务需求制定数据模型, 并需掌握编程技能以使用SQL等语言创建和修改数据库。此外, 他们还需要关注数据库的性能优化、数据完整性、一致性和安全性等问题。数据库设计师在数据库系统的设计和 implementation 阶段扮演着至关重要的角色。

1.2.2 数据库系统的特点

1. 数据结构化

在数据库系统中, 每一个数据库都是为某一应用领域服务的, 因此不仅要考虑某个应用的数据结构, 还要考虑整个组织(多个应用)的数据结构。这种数据组织方式使数据结构化,

在描述数据时不仅要描述数据本身，还要描述数据之间的联系。数据库系统实现整体数据的结构化是数据库的主要特点之一，也是数据库系统与文件系统的本质区别。

2. 数据共享性高，冗余度可控

数据库技术的根本目标之一是解决数据共享问题。数据共享是指多个用户或应用程序可以访问同一个数据库中的数据，而且数据库管理系统提供并发和协调机制，保证在多个应用程序同时访问、存取和操作数据库数据时不产生任何冲突。数据冗余是指数据之间的重复，也可以说是同一数据存储在不同数据文件中的现象。数据冗余既浪费存储空间，又容易产生数据不一致等问题。数据库的数据已经根据特定的数据模型结构化，有效地节省了存储资源，减少了数据冗余，保证了数据的一致性。

3. 数据独立性高

数据独立性是指应用程序与数据库的数据结构之间相互独立。在数据库系统的数据存储结构发生改变时，不会影响数据的全局逻辑结构，保证了数据的物理独立性；在全局逻辑结构发生改变时，不影响用户的局部逻辑结构及应用程序，保证了数据的逻辑独立性。

4. 数据统一控制

为保证多个用户能同时正确地使用同一个数据库，数据库管理系统提供了一套有效的数据控制手段，包括数据安全性控制、数据完整性控制、数据库的并发控制和数据库的备份恢复等，增强了多用户环境下数据的安全性和一致性保护。

1.2.3 数据库系统的三级模式

数据库领域公认的标准结构是三级模式结构，包括外模式、概念模式和内模式，如图1-7所示。三级模式对应三个抽象级别，使用户能够逻辑地、抽象地处理数据，而不必关心数据在计算机中的物理表示和存储方式，进而把数据的具体组织交给数据库管理系统去完成。

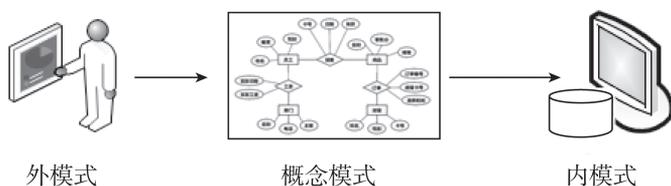


图 1-7 数据库系统的三级模式

1. 外模式

外模式又称用户模式，是数据库用户看到的视图模式。“视图”是数据库用户所看到的数据库的数据视图，是与某一应用有关的数据的逻辑表示。用户可以通过外模式描述语言来描述与定义对应于用户的数据记录，也可以利用数据操纵语言对这些数据记录进行操作。外模式反映了数据库系统的用户观。

2. 概念模式

概念模式又称逻辑模式，是对数据库中全部数据的逻辑结构和特征的总体描述，由数据库管理系统提供的数据库模式描述语言来描述和定义。概念模式反映了数据库系统的整体观。

3. 内模式

内模式又称存储模式，它描述了数据在存储介质上的存储方式和物理结构，对应着实际存储在外存储介质上的数据库。内模式是由内模式描述语言来描述和定义的。内模式反映了数据库系统的存储观。

在一个数据库系统中，内模式是唯一的，但建立在数据库系统之上的应用则是非常广泛且多样的，所以对应的外模式不是唯一的，也不可能是唯一的。

1.3 数据模型

数据模型(Data Model)用于对现实世界中的事物进行抽象和表示，以便计算机能够处理和理解这些事物。数据模型在抽象层次上描述了系统的多个方面，包括静态特征(即数据的结构和组织方式)、动态行为(即数据的操作和处理方式)及约束条件(即数据必须遵守的规则和限制)。



视频1-3
数据模型

1.3.1 数据抽象过程

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，如图1-8所示，这个过程经历了现实世界、概念世界和计算机世界三个阶段。

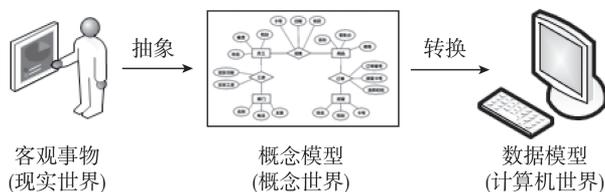


图 1-8 数据抽象过程

1. 现实世界

现实世界是指客观存在的事物及其相互间的联系。现实世界中的事物有着众多的特征和千丝万缕的联系，计算机处理的对象是现实世界的客观事物，在实施处理的过程中，需要对事物进行整理、分类和规范，进而将规范化的事物数据化，最终实现由数据库系统存储和处理。

2. 概念世界

概念世界又称为信息世界，是人们把现实世界中事物的信息和联系，通过特定符号记录

下来,然后用规范化的数据库定义语言来定义描述而构成的一个抽象世界。在概念世界中,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、命名等抽象过程产生出概念模型,用以表示对现实世界的抽象与描述。概念模型的表示方法很多,目前较为常用的是实体-联系模型(Entity-Relationship Model),简称E-R模型。

3. 计算机世界

计算机世界又称为数据世界,是将概念世界的内容数据化后的产物。计算机世界将概念世界中的概念模型,进一步转换成数据模型,形成计算机能够处理的数据表现形式。

1.3.2 概念模型 (E-R 模型)

把现实世界抽象为概念世界,建立概念世界中的数据模型,该数据模型称为概念模型。概念模型是面向数据库用户的对现实世界的抽象与描述的数据模型,它使数据库的设计人员在设计的初始阶段摆脱计算机系统及数据库管理系统的具体技术问题,集中精力分析数据及数据之间的联系等。最常用的概念模型表示方法是P. P. Chen于1976年提出的“实体-联系模型”(即E-R模型),使用E-R图来表示。



拓展阅读1-2
E-R模型创
始人

1. E-R模型的基本要素

(1) 实体(Entity)。客观存在并可以相互区别的事物称为实体。实体可以是人、事、物(例如:一名员工,一个商品),也可以是抽象的概念和联系(例如:员工和公司的关系)。同一类型实体的集合称为实体集(例如:全体员工就是一个实体集)。

(2) 属性(Attribute)。用来描述实体的特性称为属性。例如,员工具有姓名、年龄、性别等属性信息。不同的属性会有不同的取值范围,属性的取值范围称为该属性的值域。例如,“年龄”属性的值域是0~150。

(3) 联系(Relationship)。实体之间的对应关系称为联系。例如,顾客和商品之间具有购买关系。

2. 实体间的联系

两个实体之间的联系可分为三种类型:一对一联系(1:1),一对多联系(1:n),多对多联系(m:n)。

(1) 一对一联系(1:1)。对于实体集A中的每一个实体,实体集B只有一个实体与之联系,反之亦然,则称实体集A和实体集B具有一对一的联系,记作1:1。如图1-9所示,一个乘客只能坐一个座位,而一个座位只能被一个乘客坐,乘客与座位之间的联系就是一对一的联系。

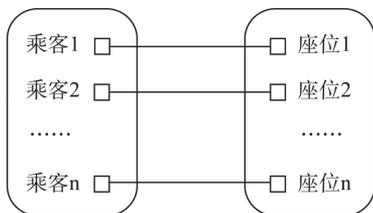


图 1-9 一对一联系

(2) 一对多联系(1:n)。对于实体集A中的每一个实体,实体集B中有n个实体与之联系;反之对于实体集B中的每个实体,实体集A中只有一个实体与之联系,则称实体集A与实体集B具有一对多的联系,记作1:n。如图1-10所示,一个部门有许多个员工,但一个员工只能在一个部门任职,部门和员工之间的联系就是一对多的联系。

(3) 多对多联系(m:n)。对于实体集A中的每一个实体,实体集B中有n个实体与之联系;反之对于实体集B中的每个实体,实体集A中有m个实体与之联系,则称实体集A与实

体集B具有多对多的联系，记作m:n。如图1-11所示，一名员工可以销售多种商品，任何一种商品可以被多名员工销售，员工和商品之间具有多对多的联系。

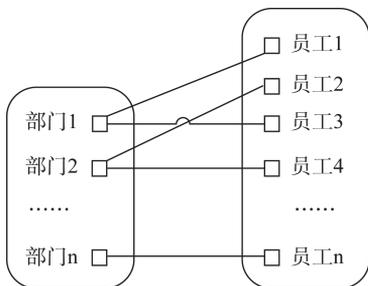


图 1-10 一对多联系

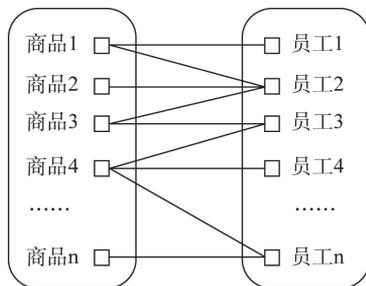


图 1-11 多对多联系

3. E-R模型的表示方法：E-R图

实体-联系图(即E-R图)可以直观地表达E-R模型。在E-R图中，实体用矩形表示，属性用椭圆表示，联系用菱形表示，在各自内部写明实体名、属性名和联系名，并用连线连接起来，同时在连线上标注联系的类型(1:1、1:n或m:n)。E-R图用到的符号如图1-12所示。

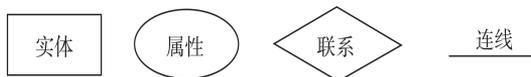


图 1-12 E-R 图的表示符号

E-R图能够直观地反映数据库的信息组织情况。前述乘客和座位的E-R图如图1-13所示，其中，“乘客”实体有“身份证号”和“姓名”两个属性，“座位”实体有“座位号”和“舱位”两个属性，“乘坐”联系有“乘坐时间”一个属性，乘客和座位之间是一对一的联系。

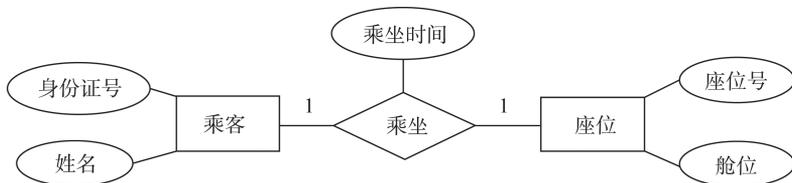


图 1-13 乘客和座位的 E-R 图

前述部门和员工的E-R图如图1-14所示，其中，“部门”实体有“部门编号”“部门名称”和“部门电话”三个属性，“员工”实体有“员工编号”“姓名”和“性别”三个属性，“聘请”联系有“是否在职”一个属性，部门和员工之间是一对多的联系。

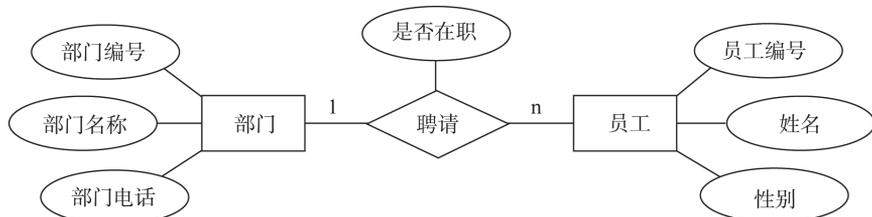


图 1-14 部门和员工的 E-R 图

前述员工和商品的E-R图如图1-15所示，其中，“员工”实体有“员工编号”“姓名”和“性别”三个属性，“商品”实体有“商品编号”“商品名称”和“零售价”三个属性，“销售”联系有“购买数量”一个属性，员工和商品之间是多对多的联系。

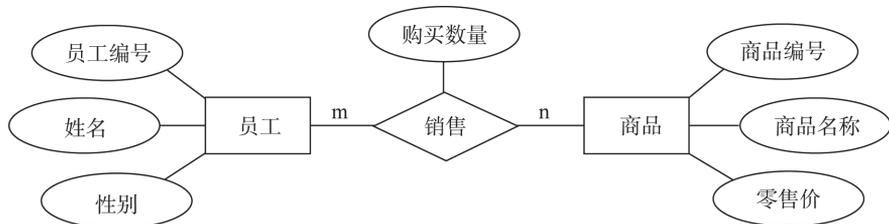


图 1-15 员工和商品的 E-R 图

1.3.3 常见的数据模型

数据库的类型是根据数据模型来划分的，任何一个DBMS也是根据数据模型有针对性地设计出来的。目前在数据库系统中成熟应用的数据模型有层次数据模型、网状数据模型和关系数据模型。三者间的根本区别在于数据之间联系的表示方式不同，层次数据模型以“树结构”表示数据之间的联系；网状数据模型以“网状结构”来表示数据之间的联系；关系数据模型用“二维表”(或称为关系)来表示数据之间的联系。

1. 层次数据模型

用树状结构表示实体及实体之间联系的数据模型称为层次数据模型。层次数据模型是数据库系统最早使用的一种模型，它的数据结构是一棵“有向树”，如图1-16所示，根结点在最上端，子结点在下，逐层排列。层次模型树中每一个结点表示一个实体，结点之间的连线表示实体之间的联系。这种模型适用于表达一对多的层次联系，但不能直接表达多对多的联系。

2. 网状数据模型

用网状结构表示实体及实体之间联系的模型称为网状数据模型。网状数据模型和层次数据模型类似，用每个结点表示一个实体，结点之间的连线表示实体间的联系，但与层次数据模型不同的是，网状数据模型允许一个以上的结点无父结点，并且一个结点可以有多个父结点，如图1-17所示。网状数据模型能更直接地表示实体间的各种联系，但它的结构复杂，实现的算法也复杂。

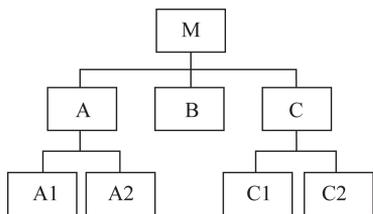


图 1-16 层次数据模型

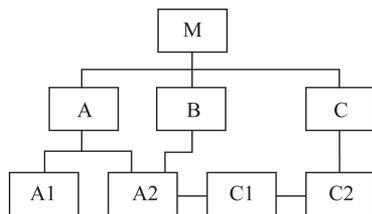


图 1-17 网状数据模型

3. 关系数据模型

用二维表的形式表示实体和实体之间联系的数据模型称为关系数据模型。在关系数据模

型中, 操作的对象和结果都是二维表, 每个二维表又可称为关系, 例如, 表1-1就展示了一个商品关系。关系数据模型是目前最流行的数据库模型, 支持关系数据模型的数据库管理系统称为关系数据库管理系统, Access就是一种关系数据库管理系统。

表1-1 “商品” 关系

商品编号	商品名称	规格	类别	库存	零售价
S2018010201	凉茶	250mL	饮品	810	¥2.40
S2018010202	可口可乐	355mL	饮品	91	¥2.50
S2018010203	雪碧	355mL	饮品	145	¥2.50
S2018010204	矿泉水	550mL	饮品	121	¥1.30
S2018010205	冰红茶	490mL	饮品	150	¥2.40

1.4 关系数据库

关系数据库是采用关系数据模型作为数据组织方式的数据库。关系数据库的特点在于, 它将每个具有相同属性的数据独立地存储在一个表中。

1.4.1 关系的术语

1. 关系

关系就是一个二维表, 由行和列组成。每个关系都有一个关系名。在 Access数据库中, 关系名就是数据库中表的名称。例如, 图1-18所示的“部门”关系就是“部门”表。

2. 元组

在一个二维表中, 表中的行称为元组, 每一行是一个元组, 也称为一条记录, 它对应于实体集中的一个实体。例如, 图1-18所示的“部门”关系里, 每一个元组代表一个部门。

3. 属性

二维表中的列称为属性, 每一列有一个属性名, 也称字段名。例如, 图1-18所示的“部门”关系里, “部门编号”就是部门的一个属性。

部门编号	部门名称	部门主管	部门电话
D1	客服部	Y001	86828385
D2	人事部	Y006	86821222
D3	销售部	Y009	86820304
D4	财务处	Y013	86824511

一个属性
一列
一个字段

一个元组
一行
一条记录

“部门”关系 → “部门”表

图 1-18 关系与表



视频1-4
关系数据库



拓展阅读1-3
关系数据库
之父

4. 值域

属性的取值范围称为值域，关系中的每个属性都必须对应一个值域。例如，在图1-19所示的员工表中，“性别”字段的值域为“男”或“女”两个值。

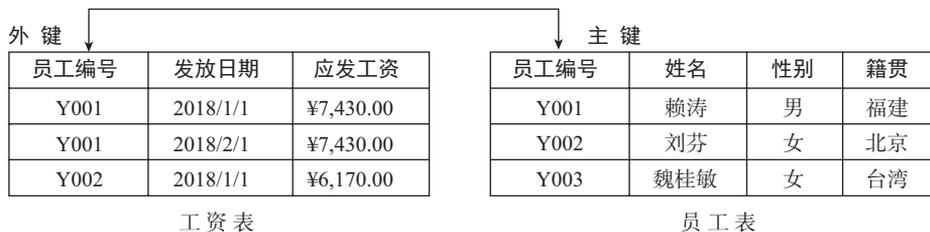


图 1-19 利用外键实现表与表的联系

5. 主键

主键又称关键字，或称为主码，是二维表中某个属性或属性的组合，其值能唯一地标识一个元组。例如，在图1-19所示的员工表中，“员工编号”字段常常被设为主键，而不是“姓名”字段，因为姓名可能重名，不能唯一地标识一个元组。

6. 外键

外键是外部关键字的简称。在关系模型中，为了实现表与表之间的联系，通常将一个表的主键作为数据之间的纽带放到另一个表中，这个起联系作用的属性就称为外键。例如，图1-19中，员工表的“员工编号”属性是员工表的主键，工资表的“员工编号”属性是工资表的外键。“员工编号”这个公共属性使得员工表和工资表产生了联系。

7. 对关系的描述

描述一个关系的格式为关系名(属性名1, 属性名2, ..., 属性名n)。

例如，表1-1所示的“商品”关系描述格式是：商品(商品编号, 商品名称, 规格, 类别, 库存, 零售价)。

8. 关系的特点

关系是一个二维表，但并不是所有二维表都是关系。关系应具有以下特点。

- (1) 关系中的每个属性值是不可分解的。
- (2) 关系中的各列是同质的，即每一列的属性值必须是同一类型的数据，来自同一个值域。
- (3) 在同一个关系中不能出现相同的属性名。
- (4) 关系中不允许有完全相同的元组。
- (5) 在一个关系中，元组和列的次序无关紧要，可以任意交换。

1.4.2 关系的运算

关系的基本运算有三种：选择、投影和连接。

1. 选择

选择运算是根据给定的条件，从一个关系中选出符合条件的元组(表中的行)，被选出的元组组成一个新的关系，这个新的关系是原关系的一个子集。选择是从行的角度进行的运算。例如，从员工关系中选出性别为男的员工信息，组成一个新的关系，如图1-20所示。

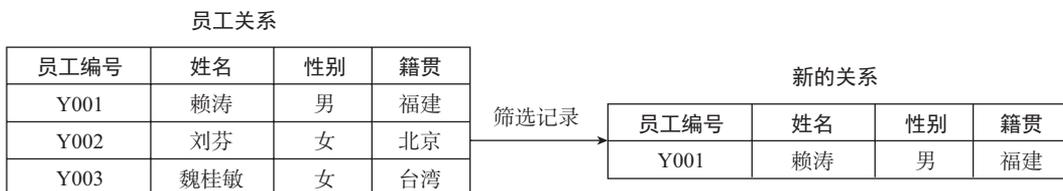


图 1-20 选择运算

2. 投影

投影是从一个关系中选择指定的属性(表中的列)，被选中的属性重新排列组成一个新的关系。投影是从列的角度进行的运算。例如，从员工关系中选取姓名、性别和籍贯属性，组成一个新的关系，如图1-21所示。



图 1-21 投影运算

3. 连接

连接运算是从两个或多个关系中选取属性间满足一定条件的元组，组成一个新的关系。例如，从员工关系和部门关系中选取员工编号、姓名、性别、部门名称和部门电话属性，组成一个新的关系，如图1-22所示。



图 1-22 连接运算

1.4.3 关系的完整性规则

关系模型的数据完整性是指数据库中数据的正确性和一致性，数据的完整性由数据完整性规则来维护。数据完整性规则有如下三种。

1. 实体完整性

实体完整性是指关系的主键不能取空值或重复的值。如果主键是多个属性的组合，则这些属性均不得取空值。例如，表1-1所示的“商品”关系，将“商品编号”属性作为主键，那么意味着该列不得有空值且不得有重复的值，否则将无法对应某个具体的商品，这样的二维表是不完整的，该关系不符合实体完整性规则的约束条件。

2. 参照完整性

参照完整性反映了“主键”属性和“外键”属性之间的引用规则。外键要么取空值，要么等于相关关系中主键的某个值。例如，图1-19中的“员工”关系和“工资”关系，“工资”关系的外键“员工编号”属性的取值必须存在于“员工”关系中，而且是“员工”关系的主键。

如果实施了参照完整性，那么当主表(如“员工”关系)中没有相关记录时，就不能将记录添加到相关表中；也不能在相关表中存在匹配的记录时，删除主表中的记录；同样不能在相关表中有相关记录时，更改主表中的主键值。

3. 用户定义完整性

实体完整性和参照完整性是关系模型中必须满足的完整性约束条件。除此之外，不同的关系数据库系统根据其应用环境的不同，或是为了满足应用方面的要求，往往还需要一些特殊的约束条件，这些完整性是由用户定义的，因此称为用户定义完整性。用户定义完整性比较常见的是设置属性的数据类型、取值范围、是否允许空值等。例如，对于表1-1所示的“商品”关系，可以对“库存”这个属性定义必须大于0的约束条件。

1.5 思考与练习

1.5.1 思考题

1. 数据和信息有何区别？
2. 数据库系统的特点有哪些？
3. 数据库系统的三级模式结构是什么？
4. 什么是关系数据库模型？

1.5.2 选择题

- 有关信息与数据的概念, 下列说法正确的是()。
 - 信息与数据是同义词
 - 数据是承载信息的物理符号
 - 信息和数据毫无关系
 - 固定不变的数据就是信息
- 数据库(DB)、数据库系统(DBS)和数据库管理系统(DBMS)三者之间的关系是()。
 - DBS包括DB和DBMS
 - DBMS包括DB和DBS
 - DB包括DBS和DBMS
 - 三者不存在关系
- 数据库系统中数据的特点是()。
 - 共享度高, 无冗余, 独立性好
 - 共享度高, 冗余度低, 独立性好
 - 共享度高, 冗余度高, 独立性差
 - 共享度低, 冗余度低, 独立性好
- 在数据库系统的三级模式结构中, 为用户描述整个数据库逻辑结构的是()
 - 外模式
 - 概念模式
 - 内模式
 - 存储模式
- 用二维表来表示实体及实体间联系的数据模型是()。
 - 实体-联系模型
 - 层次模型
 - 关系模型
 - 网状模型
- 关系数据库管理系统中的关系是指()。
 - 不同元组间有一定的关系
 - 不同字段间有一定的关系
 - 不同数据库间有一定的关系
 - 满足一定条件的二维表格
- 从教师表中找出女性讲师的记录, 属于()关系运算。
 - 选择
 - 投影
 - 连接
 - 交叉
- 在E-R图中, 用()来表示属性。
 - 椭圆形
 - 矩形
 - 菱形
 - 三角形
- 以下对关系模型的描述, 不正确的是()。
 - 在一个关系中, 每个数据项是最基本的数据单位, 不可再分
 - 在一个关系中, 同一列数据具有相同的数据类型
 - 在一个关系中, 各列的顺序不可以任意排列
 - 在一个关系中, 不允许有相同的字段名

第 2 章

数据库的工程化设计

在大数据时代，数据库作为数据存储与管理的核心，其设计的科学性与合理性至关重要。工程化设计理念为数据库设计提供了系统的框架和方法，确保数据库不仅能满足当前的需求，还能适应未来的变化。

本章将阐述工程化设计的核心理念和基本流程，并以此为指导框架，通过“小型超市管理系统”的设计实例，全面展现数据库应用系统的构建过程。从细致的需求分析开始，逐步推进至概念模型设计、逻辑模型设计、物理模型设计，直至系统实施、运行与维护，每一阶段都体现了工程化设计的精髓。

④ 学习目标

- 了解工程化设计的核心理念和基本流程
- 理解数据库应用系统的开发流程
- 掌握 Access 数据库的创建方法

知识结构

本章知识结构如图2-1所示。

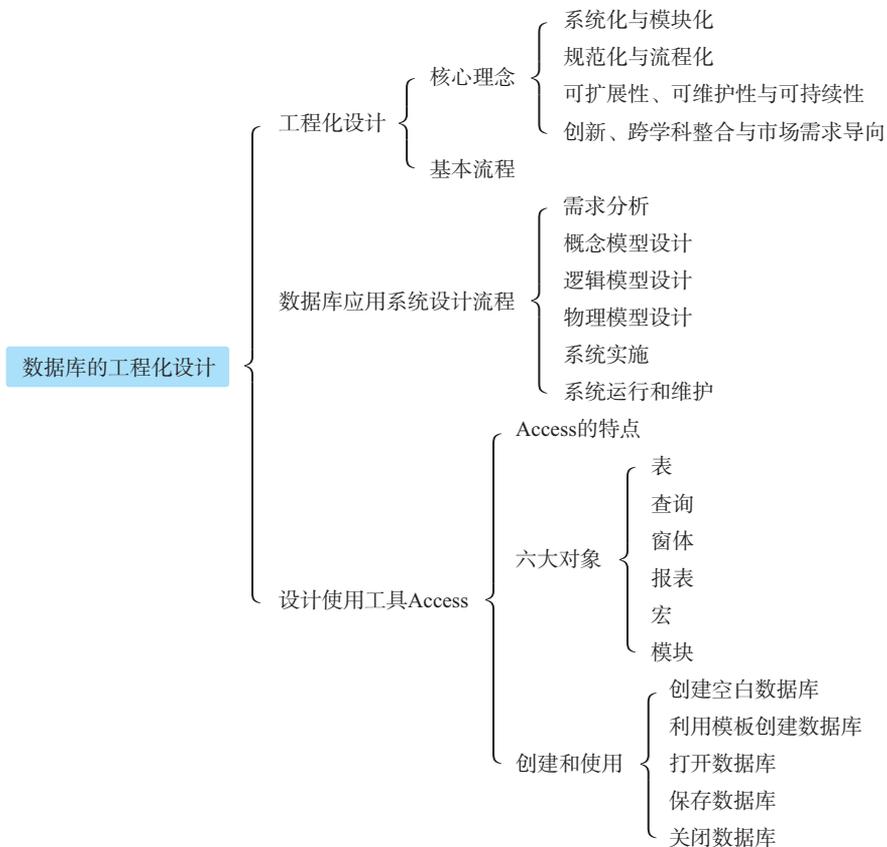


图 2-1 本章知识结构图

2.1 工程化设计

工程化设计是将工程学原理应用于产品、系统或服务的开发过程，以确保它们能够高效、可靠地满足用户需求。

2.1.1 核心理念

工程化设计是一种科学、高效的设计方法，其核心理念主要包括以下几个方面。

1. 系统化与模块化

系统化是工程化设计的基础，要求设计者从整体出发，以系统的视角全面考虑各个组成部分及其相互关系，确保设计的完整性和一致性。模块化则是将复杂系统分解为若干可独立开发和测试的模块，每个模块具有明确的功能和接口，便于独立进行设计、开发和测试。这种设计方式不仅简化了设计过程，提高了复用性，还便于系统升级和维护。例如，在智能汽车设计中，将动力系统、车身结构、电子控制系统、安全系统等分解为独立模块，各模块协同工作，以实现汽车整体性能的优化。

2. 规范化与流程化

规范化和流程化有助于提高设计质量和效率。工程化设计强调采用标准化的设计流程和技术规范，以减少设计过程中的随意性。这意味着在设计过程中，从需求分析、方案设计到实施阶段，都应遵循既定的规范和标准。例如，建筑设计中，建筑的结构设计、电气设计、给排水设计等都要遵循国家和行业的相关标准，确保建筑的安全性和功能性。规范化的流程有助于确保每个设计阶段的输出都是高质量的，从而提高整个设计项目的成功率。

3. 可扩展性、可维护性与可持续性

设计时需充分考虑未来需求变化和系统维护成本，确保系统具有良好的可扩展性，方便添加新功能或升级，以适应市场变化。良好的可维护性可减少运行维护成本和时间。同时，现代工程设计强调可持续性，考虑环境影响和社会责任，例如，在建筑设计中，应用可再生能源技术、智能管理系统和被动设计策略，以提高能源效率，降低碳排放和运营成本。

4. 创新、跨学科整合与市场需求导向

创新是工程化设计的关键驱动力，激励设计者在技术、材料、工艺等方面进行创新探索。跨学科整合已成为趋势，设计团队需汇聚不同专业背景成员，如工程师、数据科学家等，通过协作探索创新方案。例如，在数据库设计中，采用新型数据库架构、利用AI和机器学习、数据建模自动化、实时数据处理等创新技术和方法，可以显著提升数据库设计的效率和性能，满足现代应用的需求。设计者要密切关注用户体验和市场需求，通过市场调研和用户反馈，不断优化设计，确保产品或系统满足用户实际需求，提高市场竞争力。例如，在数据库用户界面设计中，提供一致的用户体验、数据可视化、交互式数据展示、性能优化、灵活的查询功能和有效的错误处理机制，可以显著提升用户的操作效率和满意度。

这些核心理念相互关联、相互促进，共同指导工程化设计实践，使设计者能够在复杂多变的工程环境中，高效、可靠地开发出满足用户需求的产品、系统或服务。

2.1.2 基本流程

工程化设计的流程以系统性和规范性为核心，依次经历需求分析、概念设计、详细设计、实现与测试，以及部署与维护五个阶段。

1. 需求分析

需求分析是工程化设计的起点，目的是明确设计目标和用户需求，为后续设计提供指导。关键活动涉及：与用户或利益相关者进行沟通，明确功能需求、性能需求及限制条件；

记录需求文档；分析项目约束。

2. 概念设计

概念设计阶段从整体视角规划系统的核心功能和结构框架，形成高层次的设计蓝图。关键活动涉及：设计系统的总体架构；绘制概念模型或框图；评估不同设计方案的优劣，选择最优方案。

3. 详细设计

在详细设计阶段，需要将概念设计具体化，定义系统的每个模块、接口和功能细节。关键活动涉及：针对每个模块进行结构化设计，明确其输入、输出、流程和约束；定义模块之间的接口，包括数据流和交互方式；考虑安全性、性能优化等关键设计因素。

4. 实现与测试

设计完成后，进入实现与测试阶段，将设计方案转化为实际产品，并验证其功能和性能。关键活动涉及：根据详细设计文档开发模块或系统，遵循标准化编码规范；执行单元测试、集成测试和系统测试，确保功能和性能达到设计要求；发现并修复问题，确保设计的稳定性和可靠性。

5. 部署与维护

在系统通过测试后，进入部署和维护阶段，将设计成果投入实际使用，并确保其可持续运行。关键活动涉及：部署系统到生产环境，并进行上线测试；监控系统运行情况，收集用户反馈；定期维护和优化系统，包括修复问题和适配需求变化。

2.2 数据库应用系统开发流程

工程化设计作为一套系统化的方法论，已经在各个领域得到了广泛应用。数据库设计是一种典型的工程化设计应用，其过程同样遵循需求驱动、系统化、规范化和可优化等基本原则。然而，数据库设计还具有其特定的要求，例如，数据结构设计、性能优化和数据安全性保障。因此，有必要进一步细化工程化设计的通用流程，形成专门针对数据库设计的流程框架。

以具体的数据库应用系统为基础，数据库的开发流程一般分为六个阶段：需求分析、概念模型设计、逻辑模型设计、物理模型设计、系统实施、系统运行与维护。在实际开发过程中，可以根据应用系统的规模和复杂程度进行灵活调整，无须刻板地遵守整个开发流程，但总体上应当符合“分析→设计→实现”这一基本流程。表2-1简要列出了数据库开发各个阶段的主要任务和注意事项。



视频2-1
数据库应用
系统开发流程

表2-1 数据库应用系统开发基本流程

基本环节	阶段	主要任务和注意事项
分析	需求分析	(1) 需求分析就是了解和分析用户对系统的要求，这是设计数据库的起点 (2) 需求分析的结果是否准确将直接影响到后面各个阶段的设计，以及设计结果是否合理和实用 (3) 在收集需求时必须充分考虑今后可能的扩充和改变 (4) 需要考虑数据库的安全性、完整性要求等
设计	概念模型设计	(1) 将需求分析阶段得到的用户需求抽象为概念模型的过程 (2) 概念模型是各种逻辑模型的基础 (3) 概念模型的常用工具是E-R图
	逻辑模型设计	(1) 将概念模型转换为被数据库管理系统所支持的数据模型的过程，并对转换结果进行规范化处理 (2) 如果采用的是关系数据库，就是将E-R图转换为关系模型的过程
	物理模型设计	(1) 为逻辑数据模型选取一个最适合应用要求的物理结构的过程 (2) 物理模型设计一般分两步：一是确定数据库的存储结构和存取方法；二是对物理结构进行评价，重点评价时间和空间效率
实现	系统实施	(1) 根据数据库逻辑设计和物理设计结果建立数据库，创建各种数据库对象 (2) 组织数据入库 (3) 编码和调试
	系统运行和维护	(1) 在数据库系统的运行过程中，要不断地对数据库进行评价、调整和修改，这是一个长期的维护工作 (2) 对数据库经常性的维护工作主要是由数据库管理员完成的，工作包括数据库的备份和恢复、数据库的安全性、完整性控制、数据库性能的分析、改造等

值得注意的是，开发一个完整的数据库应用系统不可能一蹴而就，它往往是上述六个阶段的不断反复。数据库不是独立存在的，它总是与具体的应用相关。因此，前期需求分析阶段显得尤为重要，耐心地收集需求和分析数据，仔细梳理清楚数据间的关系，才能构造出最优的数据库模式，进而满足各种用户的应用要求。

2.3 实战：小型超市管理系统的设计

下面以小型超市管理系统的设计为例，参照数据库开发的六个阶段(需求分析、概念模型设计、逻辑模型设计、物理模型设计、系统实施、系统运行与维护)，详细介绍其设计过程。

2.3.1 需求分析：分析现实世界

这个阶段的任务是明确小型超市管理系统的核心需求，为数据库设计提供依据。开发人员经过与用户的交流及市场调研，对用户需求进行分析，确定系统应该具备以下基本功能。

(1) 存储与管理数据：能将员工管理、商品管理、订单管理和顾客管理四个方面的业务数据存储合适的数据库表中；能方便地输入、添加、删除和修改数据。

(2) 查询、统计和分析功能：能够快速查询相关数据，如商品的库存信息、商品分类、员工信息、顾客消费记录等；提供统计功能，如按月、季度或年度统计销售额、销售量；支持数据分析，如顾客消费习惯分析、商品热销趋势分析、部门绩效评估。

(3) 生成报表功能：生成商品销售汇总表、库存清单、员工工资清单等。

2.3.2 概念模型设计：现实世界的抽象

这个阶段的任务是基于需求分析，构建数据库的概念模型，用于描述系统的数据结构和实体间的关系。

1. 识别实体

实体是一个有着一系列显著的、易辨认的属性的客观对象。根据需求分析，超市的核心管理业务主要涉及四个方面，分别是员工管理、商品管理、订单管理和顾客管理，因此可以确定，“小型超市管理系统”的实体是：部门、员工、工资、商品、顾客、订单。

2. 确定各个实体的属性

对象类型的组成成分可以抽象为实体的属性。经分析，“小型超市管理系统”中各实体的属性如下。

部门：部门编号，部门名称，部门主管，部门电话，备注。

员工：员工编号，姓名，性别，出生日期，籍贯，电话，照片。

工资：员工编号，发放日期，应发工资，扣税。

商品：商品编号，商品名称，规格，类别，库存，零售价。

顾客：顾客卡号，姓名，性别，办卡日期。

订单：订单编号，顾客卡号，收银人员，消费时间，实付款。

3. 定义实体联系

部门与员工：一对多联系，每个部门有多个员工。

员工与工资：一对多联系，每个员工有多条工资记录。

员工与订单：一对多联系，每个员工处理多个订单。

订单与商品：多对多联系，每个订单可以有多种商品，每种商品可以销售多次。

顾客与订单：一对多联系，一个顾客可以有多条订单记录。

4. 绘制E-R图

使用实体-关系模型表示实体及其联系，“小型超市管理系统”全局E-R图如图2-2所示。

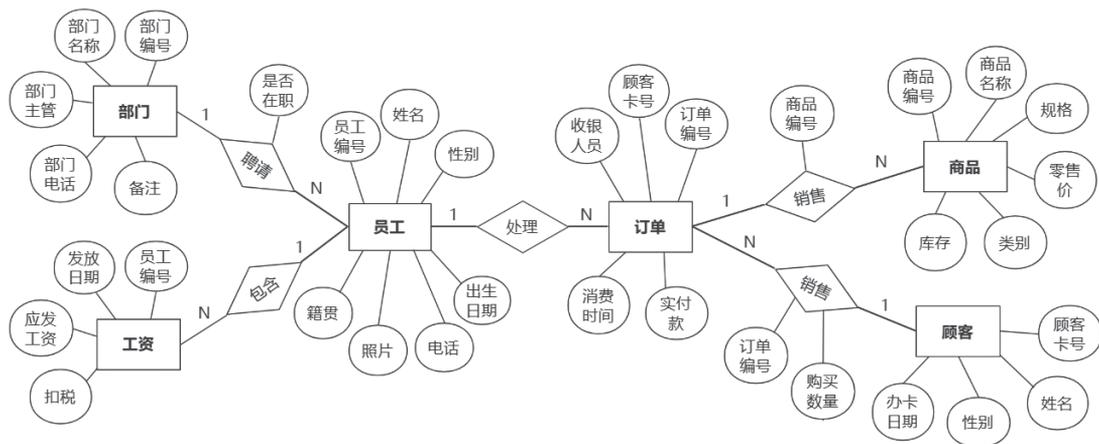


图 2-2 小型超市管理系统全局 E-R 图

2.3.3 逻辑模型设计：概念世界的抽象

这个阶段的任务是将概念模型转化为具体的逻辑模型(关系模型)，形成具体的表结构。此外，还需要规范表的设计，确保表结构符合表的范式，以减少数据冗余。

1. 从概念模型到关系模型的转换规则

(1) 1:1联系到关系模型的转换。

若实体间的联系是1:1，则可以在两个实体转换成两个关系模式后，在任意一个关系模式中增加另一关系模式的主键(作为外键处理)和联系的属性。

例如，图1-13所示的E-R图中有乘客和座位两个实体，两个实体是一对一联系，可以转换为如下两个关系：

乘客(身份证号，姓名，乘坐时间，座位号)

座位(座位号，舱位)

其中，“身份证号”是“乘客”关系的主键，“座位号”是“座位”关系的主键，在“乘客”关系中增加了“座位”关系的主键“座位号”作为外键，还增加了联系的属性“乘坐时间”。

(2) 1:n联系到关系模型的转换。

若实体间的联系是1:n，则可以在两个实体转换成两个关系模式后，在n方实体的关系模式中增加1方实体的主键(作为外键处理)和联系的属性。

例如，图2-2所示的E-R图中，有部门和员工两个实体，两个实体是一对多联系，可以转换为如下两个关系：

部门(部门编号，部门名称，部门主管，部门电话，备注)

员工(员工编号，姓名，性别，出生日期，籍贯，电话，照片，是否在职，部门编号)

其中，“部门编号”是“部门”关系的主键，“员工编号”是“员工”关系的主键，在“员工”关系中增加了“部门”关系的主键“部门编号”作为外键，还增加了联系的属性“是否在职”。

(3) m:n联系到关系模型的转换。

若实体间的联系是m:n, 则除了要将两个实体转换成两个关系模式, 还要为联系单独建立一个关系模式, 其属性是两个实体的主键加上联系的属性, 其主键是两个实体主键的组合。

例如, 图2-2所示的E-R图中, 有订单和商品两个实体, 两个实体是多对多联系, 可以转换为如下三个关系:

订单(订单编号, 顾客卡号, 收银人员, 消费时间, 实付款)

商品(商品编号, 商品名称, 规格, 类别, 库存, 零售价)

销售(订单编号, 商品编号, 购买数量)

其中, “订单编号”是“订单”关系的主键, “商品编号”是“商品”关系的主键。

2. 小型超市管理系统的关系模型

根据以上转换规则, 小型超市管理系统的概念模型可以转化为以下各表。

部门表: 部门编号, 部门名称, 部门主管, 部门电话, 备注

员工表: 员工编号, 姓名, 性别, 出生日期, 籍贯, 电话, 照片, 是否在职, 部门编号

工资表: 员工编号, 发放日期, 应发工资, 扣税

商品表: 商品编号, 商品名称, 规格, 类别, 库存, 零售价

顾客表: 顾客卡号, 姓名, 性别, 办卡日期

订单表: 订单编号, 顾客卡号, 收银人员, 消费时间, 实付款

销售表: 订单编号, 商品编号, 购买数量

2.3.4 物理模型设计: 计算机世界的存储结构

这个阶段的任务是根据逻辑模型设计具体的数据库存储结构, 并优化性能。首先是选择数据库管理系统(如Access、MySQL等), 本课程选择Access作为数据库管理系统。然后创建表结构, 定义表的具体属性类型和约束条件。通过上面的分析和设计, “小型超市管理系统”的表结构如表2-2~表2-8所示。

表2-2 “部门”表结构

字段名称	部门编号	部门名称	部门主管	部门电话	备注
数据类型	短文本, 主键	短文本	短文本	短文本	长文本
字段大小	5	20	4	13	

表2-3 “员工”表结构

字段名称	员工编号	姓名	性别	出生日期	籍贯	电话	照片	部门编号	是否在职
数据类型	短文本, 主键	短文本	短文本	日期/时间	短文本	短文本	OLE对象	短文本	是/否
字段大小	4	10	1		10	13		5	

表2-4 “工资”表结构

字段名称	员工编号	发放日期	应发工资	扣税
数据类型	短文本	日期/时间	货币	货币
字段大小	4			

表2-5 “商品”表结构

字段名称	商品编号	商品名称	规格	类别	库存	零售价
数据类型	短文本, 主键	短文本	短文本	短文本	数字	货币
字段大小	11	20	20	20	长整型	

表2-6 “顾客”表结构

字段名称	顾客卡号	姓名	性别	办卡日期
数据类型	短文本, 主键	短文本	短文本	日期/时间
字段大小	7	10	1	

表2-7 “订单”表结构

字段名称	订单编号	顾客卡号	收银人员	消费时间	实付款
数据类型	短文本, 主键	短文本	短文本	日期/时间	货币
字段大小		7	4		

表2-8 “销售”表结构

字段名称	订单编号	商品编号	购买数量
数据类型	短文本	短文本	数字
字段大小		11	整型

关于后续的系统实施阶段及系统运行与维护阶段的具体内容,我们将在上机实验环节中予以实践操作,故在此不予赘述。小型超市管理系统的数据库设计遵循工程化设计的原则,从业务需求到技术实现再到后续优化,每个阶段相互关联,为构建高效、稳定的数据库系统奠定了基础。

2.4 设计使用工具 Access

Microsoft Office Access是微软发布的关系数据库管理系统,本书采用的是Access 2016版本。Access是一个强大的、成熟的桌面关系数据库管理系统,包含在Office办公系列软件中,界面友好,易学易用且接口灵活。使用Access可以高效地完成各种中小型数据库管理工作,可用于行政、财务、教育、审计等众多管理领域,尤其适合普通用户开发自己工作需要的各种小型数据库应用系统。

2.4.1 Access 简介

1. Access的特点

Access简单易用，其通过Web数据库可以增强运用数据的能力，从而可以更轻松地跟踪、报告和共享数据。Access主要的特点和增强功能包括如下几个方面。

(1) 应用模板实现专业设计。

以Access中的数据库模板为基础，可以对其进行快速设置和修改数据外观，或进一步自定义以制作出美观的表格和报表。

(2) 智能特性。

Access几乎为每一个对象都设有向导功能，利用向导功能可以迅速地建立一个基本对象，例如查询向导、窗体向导、报表向导等。同时，Access采用的可视化设计工具，使得用户基本不需要编写任何代码就可以完成数据库的大部分工作。另外，简化的表达式生成器使用户能够更快速、更轻松地编写表达式。

(3) 支持面向对象。

Access支持面向对象的开发方式，它将数据库管理的各种功能封装在表、查询、窗体等各类对象中，通过对象的属性和方法来完成数据库的操作管理，极大地简化了用户的开发工作。

(4) 功能强大的宏设计器。

Access具有一个改进的宏设计器，使用该设计器可以更快速地创建、编辑和自动化数据库逻辑，并轻松地整合更复杂的逻辑以创建功能强大的应用程序。

(5) 通过Web网络共享数据库。

Access提供两种数据库类型的开发工具，一种是标准桌面数据库类型，另一种是Web数据库类型。使用Web数据库开发工具可以轻松方便地开发出网络数据库，从而使得没有Access客户端的用户也可以通过浏览器打开Web表格和报表，用户所做的更改也会自动同步到数据库中。

2. Access数据库的六大对象

Access是一个面向对象的可视化数据库管理工具，它提供了一个完整的对象类集合，在Access环境中进行的操作其实都是面向对象进行的。Access数据库中包括六种数据对象，如图2-3所示，它们分别是表、查询、窗体、报表、宏和模块，用户可以通过“创建”选项卡提供的命令来完成各种数据库对象的创建。



图 2-3 导航窗格中的六种数据库对象

(1) 表。表是Access数据库中最基本的对象，它是实际存储数据的地方。一个Access数据库可以包含多个表，表与表之间可以相互独立，也可以相互联系。在创建数据库时，应先创建表，再创建其他数据库对象。

表由字段和记录组成，一个字段就是表中的一列，一条记录就是表中的一行。如图2-4所示的“商品”表，一条记录(即一行)对应一种商品，每个字段(即每列)描述商品的相关属性，如“商品编号”“商品名称”“规格”等。

(2) 查询。查询是数据库处理和分析数据的工具，是在表对象的基础上建立起来的。它根据事先设置好的条件从表或其他查询中筛选出所需的数据，供用户查看、修改和分析使用。尽管从查询的数据表视图上看到的数据形式与从表的数据表视图上看到的数据形式完全一致，都是以二维表的形式显示数据，如图2-5所示，但查询与表不同，它并不是数据的物理集合，查询只记录该查询的操作方式，不会存储数据。

商品编号	商品名称	规格	类别	库存	零售价
S2018010201	凉茶	250ml	饮品	810	¥2.40
S2018010202	可口可乐	355ml	饮品	91	¥2.50
S2018010203	雪碧	355ml	饮品	145	¥2.50
S2018010204	矿泉水	550ml	饮品	121	¥1.30
S2018010205	冰红茶	490ml	饮品	150	¥2.40
S2018010206	黑芝麻汤圆	800g	速冻品	147	¥14.90
S2018010207	猪肉水饺	千克	速冻品	100	¥18.20
S2018010208	山东馒头	280g	速冻品	86	¥39.90
S2018010209	肉粽	960g	速冻品	100	¥74.90
S2018010210	叉烧包	270g	速冻品	50	¥22.00

图 2-4 数据库对象“表”示例

类别	平均价格	最高价格	最低价格
电器	¥1,515.00	¥4,299.00	¥89.00
日用品	¥28.74	¥45.00	¥12.90
速冻品	¥33.98	¥74.90	¥14.90
饮品	¥2.22	¥2.50	¥1.30

图 2-5 数据库对象“查询”示例

(3) 窗体。窗体既是管理数据库的窗口，又是用户和数据库之间的桥梁。用户通过窗体可以方便地输入数据，编辑数据，查询、排序、筛选和显示数据。虽然“表”和“查询”也能展现和操作数据，但窗体的优点在于，能以更人性化的方式呈现和操作数据，如图2-6所示。

(4) 报表。报表是数据库中的数据通过打印机输出的特有形式。通过报表，用户可以将需要的数据进行整理、计算或汇总统计，并按照指定的样式打印输出，如图2-7所示。

图 2-6 数据库对象“窗体”示例

订单详情						2022年1月12日 17:35:39	
订单编号	顾客卡号	消费时间	实付款	商品名称	零售价	购买数量	
1	G201801	2018/5/1 9:30:00	¥23.50	矿泉水	¥1.30	5	
				凉茶	¥2.40	5	
				可口可乐	¥2.50	1	
				雪碧	¥2.50	1	
				商品总数量: 12			
2	G201802	2018/5/1 11:30:00	¥133.10	牙膏	¥16.90	1	
				猪肉水饺	¥18.20	2	
				山东馒头	¥39.90	2	
				商品总数量: 5			

图 2-7 数据库对象“报表”示例

(5) 宏。宏是一个或多个操作命令的集合，其中每个命令实现特定的功能，如图2-8所示。某些普通的、需要多个命令连续执行的任务可通过宏操作自动完成。因此，用户通过宏

无须编写程序代码就能自动化地完成大量的工作。

(6) 模块。模块是以VBA(Visual Basic for Applications)语言为基础编写的程序集合。模块中包含过程，每个过程实现特定功能，如图2-9所示。模块的主要作用是设计并建立复杂的VBA程序，以完成宏无法完成的任务。



图 2-8 数据库对象“宏”示例

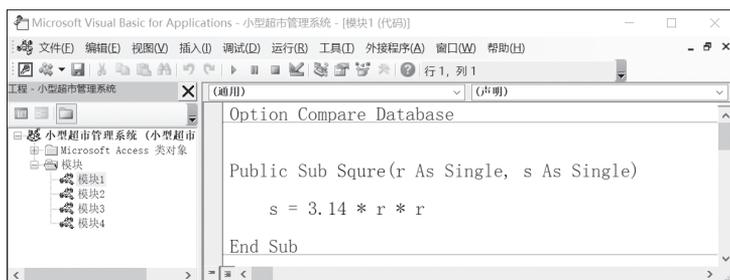


图 2-9 数据库对象“模块”示例

3. Access 2016主界面

(1) 后台视图。

在使用数据库前需要先打开Access程序，然后打开需要使用的数据库文件。当用户启动Access但还未打开数据库文件时，主界面自动进入后台视图，如图2-10所示。后台视图包含创建新数据库、打开现有数据库等命令。



图 2-10 Access 2016 的后台视图

(2) 功能区。

在Access中打开数据库文件后，功能区显示在Access主窗口的顶部，每一个功能区都由一个选项卡标签来标识。选项卡分为主选项卡和上下文选项卡。

主选项卡包括“文件”“开始”“创建”“外部数据”“数据库工具”“帮助”选项卡，如图2-11所示。



图 2-11 Access 2016 的功能区

功能区中的每个选项卡都包含多组相关命令，可以用来操作相应的数据对象。各选项卡包含的主要操作见表2-9。

表2-9 Access 2016功能区选项卡包含的主要操作

选项卡	主要命令
文件	打开后台视图
开始	选择不同的视图
	从剪贴板复制和粘贴
	对记录进行排序和筛选
	使用记录(刷新、新建、保存、删除、合计等)
	查找记录
创建	设置字体格式
	创建表格
	创建查询
	创建窗体
	创建报表
外部数据	创建宏和模块
	导入或链接到外部数据
数据库工具	导出数据
	压缩和修复数据库
	宏和VBA模块
	创建和查看表关系
	运行数据库文档或分析性能
	将数据库移至Microsoft SQL Server或Access数据库

上下文选项卡是只有在用户执行了某种特定的操作后才会出现的。例如，当用户打开查询设计视图时，才会出现“查询工具”上下文选项卡——“查询设计”选项卡，主要用于对查询设计进行相关设置操作，如图2-12所示。

(3) 导航窗格。

在Access中打开数据库文件时，左侧的导航窗格区将显示当前数据库中各种数据库对象，如表、窗体、报表、查询等。选择对象类型可以罗列出所选对象，如图2-13所示。



图 2-12 “查询工具”上下文选项卡

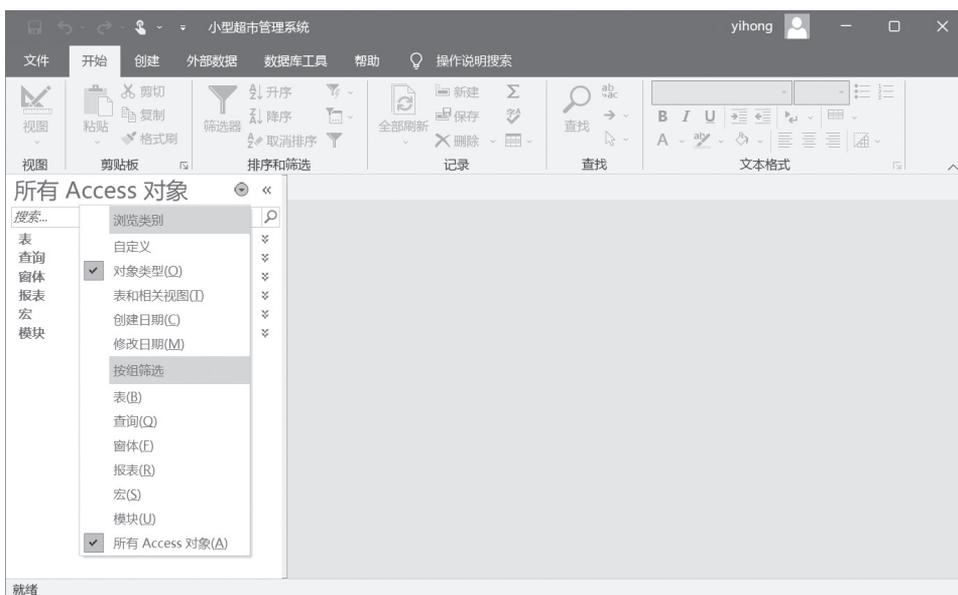


图 2-13 Access 2016 的导航窗格

2.4.2 创建和使用 Access 数据库

要创建一个数据库系统，必须先创建一个数据库文件。Access 2016的数据库文件是一个扩展名为.accdb的文件。在Access中，创建数据库有很多方法，可以使用模板建立数据库，也可以创建空白数据库。下面以“小型超市管理系统”为例，讲解数据库的创建和操作方法。



视频2-2
创建和操作
Access数据库

1. 创建空白数据库

所谓空白数据库，就是指没有任何对象的数据数据库。

【例2-1】创建一个空白数据库，并将其命名为“小型超市管理系统”。具体步骤如下(如图2-14所示)：

- (1) 启动 Access，进入后台视图。
- (2) 在“开始”选项中单击“空白数据库”。
- (3) 在弹出窗口中“空白数据库”下的“文件名”框中输入文件名“小型超市管理系统”。
- (4) 若要更改文件的存放位置，单击“文件名”框右侧的浏览按钮，通过浏览窗口定位到某个新位置来存放数据库。

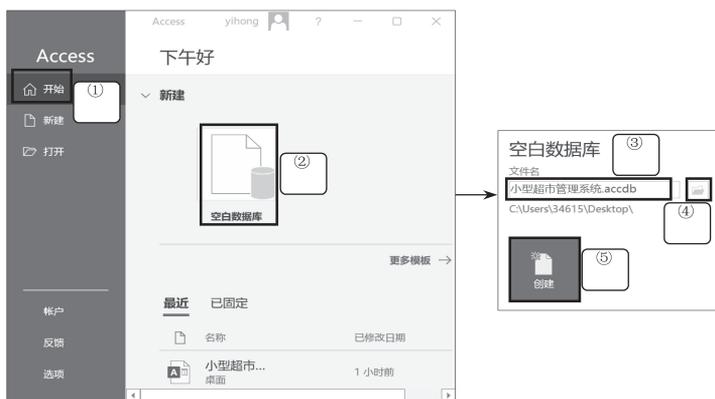


图 2-14 创建空白数据库

(5) 单击“创建”按钮，一个空白数据库(名字: 小型超市管理系统 .accdb)就创建好了。创建成功的同时会打开该数据库,数据库内默认创建一个名为“表1”的空表,如图2-15所示。但此时数据库内是没有任何对象和数据的,如果对空表不做任何改动,关闭数据库后空表也会消失。

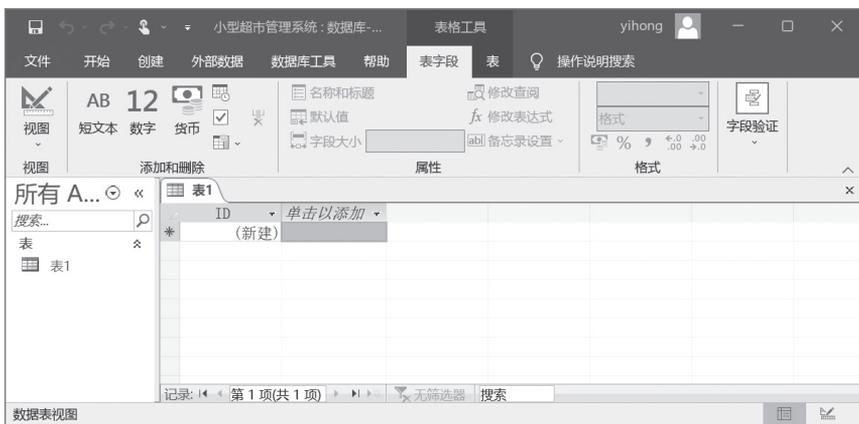


图 2-15 空白数据库创建成功

2. 利用模板创建数据库

使用模板是创建数据库的快捷方式,用户只需进行一些简单操作,就可以创建一个包含表、查询、窗体等数据库对象的数据库应用系统,然后再进行必要的修改使其符合要求。在Access中提供了样本模板和在线模板两种方式。启动Access后进入后台视图,在“更多模板”里可以寻找符合自己要求的模板,然后创建出功能比较齐全的数据库。

3. 打开数据库

在使用数据库之前,必须先打开数据库;不使用数据库时,应关闭数据库,从而节省系统资源;若数据库中的内容有修改,则需要保存数据库,以免数据丢失。打开已有的数据库有两种方法。

(1) 在已启动的Access窗口中打开数据库。

如果Access已经启动，单击左侧的“打开”命令，在“打开”窗口里，“最近使用的文件”选项列出了最近使用的数据库文件，单击相应的数据库文件就能打开；“这台电脑”选项可以搜索所需文件；单击“浏览”选项会弹出“打开”对话框，如图2-16所示，在文件列表区域中找到需要打开的数据库文件，单击右下角的“打开”按钮即可打开数据库文件。如果在“打开”对话框中单击“打开”按钮右边的下拉箭头，会列出四个选项，可以选择不同的打开方式。

四种文件打开方式的说明如下。

- ① “打开”命令，系统默认方式，被打开的数据库文件可与其他用户共享。
- ② “以只读方式打开”命令，只能使用、浏览数据库对象，不能对其进行修改。
- ③ “以独占方式打开”命令，其他用户不能使用该数据库。
- ④ “以独占只读方式打开”命令，只能使用、浏览数据库对象，不能对其进行修改，其他用户也不能使用该数据库。



图 2-16 在已启动的 Access 窗口中打开数据库

(2) 直接双击文件打开数据库。

找到需要打开的数据库文件，然后用鼠标双击该文件图标，就可以直接启动Access，并同时打开相应的数据库文件。这种方法打开的数据库，其实采用的就是上面四种文件打开方式中的第一种方法“打开”命令方式，被打开的数据库文件可与其他用户共享。

4. 保存数据库

用户在编辑完成数据库之后，需要对数据库进行保存。保存数据库分为直接保存和另存为两种方法。

(1) 直接保存。

选择以下任一种方式均可：

- ① 单击“文件”选项，选择“保存”命令。
- ② 单击快速访问工具栏中的  按钮。
- ③ 使用快捷键Ctrl+S。

(2) 另存为。

另存为数据库最大的好处是：可以在不改变数据库源文件的基础上，对其进行多次备份，以防止数据意外丢失。具体步骤如下。

① 单击“文件”选项，单击左侧“另存为”选项，选择“数据库另存为”命令。

② 在右侧选择Access数据库文件类型(accdb)。

③ 单击下方“另存为”按钮，在弹出的“另存为”对话框中，选择保存路径，输入文件名。

④ 单击“保存”按钮。

5. 关闭数据库

单击Access应用程序窗口右上角的☒按钮，可以快速关闭数据库。

2.5 思考与练习

2.5.1 思考题

1. 工程化设计理念对数据库应用系统的设计有什么指导意义？
2. 数据库应用系统的开发设计有哪些基本步骤？
3. Access数据库有哪六种数据对象？分别有什么作用？

2.5.2 选择题

1. 工程化设计中规范化和流程化的主要目的是()。
A. 增加设计的复杂性
B. 提高设计质量和效率
C. 减少设计阶段的数量
D. 提高设计的灵活性
2. 开发超市管理系统过程中开展超市信息处理的调查，属于数据库应用系统设计中()阶段的任务。
A. 物理设计
B. 概念设计
C. 逻辑设计
D. 需求分析
3. Access数据库中最基本的对象是()。
A. 表
B. 宏
C. 报表
D. 模块
4. Access中表和数据库的关系是()。
A. 一个数据库可以包含多个表
B. 一个数据库只能包含一个表
C. 一个表可以包含多个数据库
D. 数据库就是数据表
5. Access是一种()。
A. 操作系统
B. 数据库管理系统
C. 电子表格
D. 字处理软件