

全面、简洁、实训与理论结合的数据库教材



# 数据库原理与应用

## SQL Server 2016版本

主 编 邓立国 佟 强  
副主编 杨 姝 蒋 宁



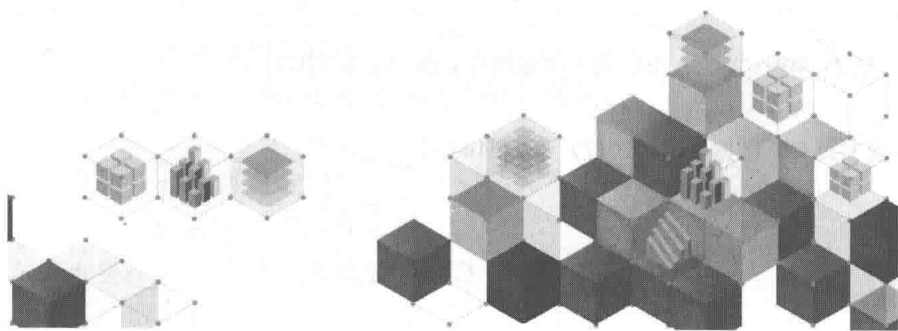
- 系统讲解数据库原理、SQL Server 2016数据库管理与开发实践的知识
- 理论与实践紧密结合，图文讲解数据库项目案例，用以巩固数据库理论知识
- 安排操作方便的实训案例，配套大量习题，便于学生深入理解知识点

清华大学出版社

# 数据库原理与应用

SQL Server 2016版本

主 编 邓立国 佟 强  
副主编 杨 姝 蒋 宁



清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书系统地讲述数据库原理与 SQL Server 2016 的功能、应用及实践知识。

全书共分 13 章, 主要内容包括关系数据库知识、SQL Server 2016 的安装与配置、数据库的创建与维护、数据库表的操作与管理、数据库表的维护、完整性控制、查询与管理表数据、Transact-SQL 编程、存储过程和触发器、数据库安全管理、数据库系统开发配置连接, 并且详细介绍了 C# 和 SQL Server 2016 系统开发及实训等知识。

本书内容翔实、知识结构合理、语言流畅简洁、案例丰富, 适合希望学习 SQL Server 2016 操作的初学者阅读, 也适合作为高等学校计算机科学与技术、软件工程、信息技术等相关专业的数据库课程教材。

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

数据库原理与应用: SQL Server 2016 版本 / 邓立国, 佟强主编. — 北京: 清华大学出版社, 2017  
ISBN 978-7-302-48305-2

I. ①数… II. ①邓… ②佟… III. ①关系数据库系统 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 215144 号

责任编辑: 夏毓彦

封面设计: 王 翔

责任校对: 闫秀华

责任印制: 李红英

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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈: 010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者: 清华大学印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 190mm×260mm

印 张: 30

字 数: 768 千字

版 次: 2017 年 9 月第 1 版

印 次: 2017 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 1~3500

定 价: 79.00 元

---

产品编号: 075906-01

# 前 言

数据库技术是计算机科学技术发展的基础，也是应用最广的技术之一。数据库管理系统是国家信息基础设施的重要组成部分，是社会进步的助推器，也是提高生产力、提高生产效率、改变民生、推动国家经济发展的重要技术工具。

Microsoft SQL Server 是一个典型的关系型数据库管理系统，从 SQL Server 7.0 发展到现在的 SQL Server 2016，功能越来越强大。SQL Server 2016 为不同用户提供数据库解决方案，增强用户的生产实践能力、提高产品的市场竞争力，同时还解放了生产力。

本书有以下特色：

- 数据库原理与应用的充分融合。
- 内容上理论和实践结构安排合理，先理论后实践。
- 案例丰富经典。
- 系统开发软件升级到最新版本。
- 给出了较系统的系统开发典型案例。
- 结合学生实际学习情况给出大量实训练习。

## 本书内容

第1章 数据库基础知识，概述数据的发展和系统结构，以及数据库的组成要素、数据库模型、数据库的层次结构和数据库的系统组成等概要知识。

第2章 关系数据库，介绍关系数据库的基本理论知识，包括关系数据模型、结构、操作、完整性、关系代数与范式等知识。

第3章 关系数据库标准语言 SQL，介绍 SQL 语言的特点、基本概念、定义和查询处理等操作。

第4章 数据库设计与编程，主要围绕数据库系统设计与开发的方法、步骤及编程介绍。

第5章 认识 SQL Server 2016，简要介绍 SQL Server 2016 的发展、功能特点、安装与配置、体系结构、Transact-SQL、实用工具架构等。

第6章 SQL Server 2016 创建和管理数据库，主要介绍数据库的创建、管理、维护等知识。

第7章 创建与管理 SQL Server 2016 数据库表，主要介绍数据库数据的类型、表的概念以及表的创建、操作、约束、视图、索引等的定义与实用。

第 8 章 操纵数据表的数据, 涉及表的增、删、改的查询语言应用。

第 9 章 查询复杂数据, 围绕数据库数据的复杂查询介绍。

第 10 章 存储过程与触发器, 介绍自定义存储过程和触发器的创建、调用、修改和删除等操作。

第 11 章 数据库安全, 介绍 SQL Server 2016 提供的安全管理方法, 包括身份验证、账户、数据库用户管理、角色和权限等。

第 12 章 图书管理系统, 介绍通过 C# 语言和 SQL Server 2016 开发一个图书管理系统。

第 13 章 实训, 针对前面的知识给出经典实践案例。

除邓立国、佟强、杨姝、蒋宁外, 参与本书编写的人员还有李文、周传生、齐振国、宋占峰、王剑辉、王兴辉、蔡云鹏、于润、逢华、杨雪华、郑云霄、庄天宝、孙雪冬、张鑫、王宁、姚朋军、王凯丽、赵颖、王馨、王德伟、李赛男、于闯、李宇峰、宋芷萱、何明训、富豪等。

编者

2017 年 7 月

# 目 录

第 1 章 数据库基础知识 .....	1
1.1 数据库系统概论 .....	1
1.1.1 数据库系统的基本概念 .....	1
1.1.2 数据库技术的产生与特点 .....	2
1.2 数据模型 .....	3
1.2.1 数据模型的组成要素 .....	4
1.2.2 数据的概念模型 .....	4
1.2.3 数据的逻辑模型 .....	9
1.2.4 数据的物理模型 .....	11
1.3 数据库系统模式与结构 .....	11
1.3.1 数据库系统的三级模式结构 .....	11
1.3.2 数据库系统的二级映像功能 .....	12
1.4 数据库系统的组成 .....	13
1.4.1 计算机硬件 .....	13
1.4.2 计算机软件 .....	13
1.4.3 数据库系统中的人员 .....	13
1.5 习题 .....	14
第 2 章 关系数据库 .....	16
2.1 数学中关系的概念 .....	16
2.2 关系数据模型 .....	18
2.2.1 关系数据结构 .....	18
2.2.2 关系操作 .....	19
2.2.3 关系的完整性 .....	19
2.3 关系代数 .....	21
2.3.1 传统的集合运算 .....	21
2.3.2 专门的关系运算 .....	22
2.4 关系模式和范式理论 .....	27
2.4.1 关系模式与属性依赖 .....	27
2.4.2 范式理论 .....	29

2.5 习题 .....	34
<b>第 3 章 关系数据库标准语言 SQL .....</b>	<b>38</b>
3.1 SQL 语言概述 .....	38
3.1.1 SQL 的特点 .....	38
3.1.2 SQL 的基本概念 .....	39
3.2 数据定义 .....	40
3.2.1 模式的定义与删除 .....	41
3.2.2 基本表的定义、删除与修改 .....	42
3.2.3 索引的建立与删除 .....	46
3.3 数据查询 .....	47
3.3.1 单表查询 .....	47
3.3.2 多表查询 .....	59
3.4 数据更新 .....	70
3.4.1 插入数据 .....	70
3.4.2 修改数据 .....	72
3.4.3 删除数据 .....	73
3.5 视图 .....	74
3.5.1 定义视图 .....	74
3.5.2 查询视图 .....	77
3.5.3 更新视图 .....	78
3.5.4 视图的作用 .....	80
3.6 习题 .....	81
<b>第 4 章 数据库设计与编程 .....</b>	<b>82</b>
4.1 数据库设计概述 .....	82
4.1.1 数据库设计的特点 .....	82
4.1.2 数据库设计的方法 .....	83
4.1.3 数据库设计的步骤 .....	84
4.1.4 数据库设计中的各级模式 .....	85
4.2 需求分析 .....	86
4.3 概念设计 .....	88
4.4 逻辑设计 .....	90
4.5 数据库的物理设计 .....	93
4.6 实施与维护 .....	95
4.7 ODBC 编程 .....	97
4.8 JDBC 编程 .....	103

4.9 习题	108
<b>第 5 章 认识 SQL Server 2016</b>	<b>109</b>
5.1 SQL Server 2016 简介及功能特点	109
5.1.1 起源与发展	109
5.1.2 主要功能特点	110
5.2 SQL Server 2016 的安装与配置	112
5.2.1 SQL Server 2016 的安装	112
5.2.2 SQL Server 2016 的体系结构	118
5.2.3 SQL Server 2016 的新特性	121
5.2.4 SQL Server 2016 的安全	123
5.2.5 SQL Server 2016 的系统配置	124
5.3 SQL Server 2016 的版本和管理工具	126
5.3.1 使用 SQL Server Management Studio	127
5.3.2 SQL Server 的配置管理器	135
5.3.3 SQL Server Profiler	136
5.3.4 SQL Server 2016 数据库引擎中的新增功能	136
5.3.5 实用工具	143
5.3.6 PowerShell	144
5.4 SQL Server 2016 数据库存储	145
5.4.1 数据文件和文件组	145
5.4.2 日志文件	146
5.5 SQL Server 2016 数据库对象	146
5.5.1 服务器	146
5.5.2 数据库	147
5.5.3 架构	148
5.5.4 对象名称	149
5.6 Transact-SQL	149
5.6.1 Transact-SQL 概述	150
5.6.2 标识符	151
5.6.3 常量和变量	152
5.6.4 运算符	155
5.6.5 表达式	159
5.6.6 控制流语句	161
5.6.7 常用函数	166
5.7 习题	181



<b>第 6 章 SQL Server 2016 创建和管理数据库</b> .....	<b>182</b>
6.1 SQL Server Management Studio .....	182
6.1.1 打开 SSMS 并连接到数据库引擎 .....	182
6.1.2 显示“已注册的服务器” .....	184
6.1.3 注册本地服务器 .....	185
6.1.4 启动数据库引擎 .....	186
6.1.5 连接对象资源管理器 .....	187
6.1.6 使用 SSMS 编写代码 .....	187
6.2 创建数据库 .....	189
6.2.1 数据库对象 .....	190
6.2.2 数据库对象标识符 .....	190
6.2.3 数据库对象结构 .....	191
6.2.4 使用 Management Studio 创建数据库 .....	191
6.3 文件组及其创建与使用 .....	196
6.3.1 文件组 .....	196
6.3.2 创建文件组 .....	197
6.3.3 使用文件组 .....	199
6.4 管理数据库 .....	200
6.4.1 查看数据库 .....	200
6.4.2 修改数据库 .....	202
6.4.3 删除数据库 .....	203
6.5 扩大和收缩数据库 .....	204
6.5.1 扩大数据库 .....	204
6.5.2 收缩数据库 .....	205
6.6 导入/导出数据 .....	206
6.7 备份与恢复数据库 .....	209
6.7.1 备份类型 .....	209
6.7.2 恢复模式 .....	210
6.7.3 备份数据库 .....	210
6.8 生成 SQL 脚本 .....	212
6.8.1 将数据表生成 SQL 脚本 .....	212
6.8.2 将数据库生成 SQL 脚本 .....	213
6.9 习题 .....	214
<b>第 7 章 创建与管理 SQL Server 2016 数据库表</b> .....	<b>216</b>
7.1 数据类型 .....	216

7.2	表的概念 .....	221
7.3	创建表 .....	222
7.3.1	使用图形界面创建数据表 .....	222
7.3.2	使用 SQL 的 CREATE TABLE 命令创建数据表 .....	223
7.4	操作表 .....	225
7.4.1	表结构的修改 .....	225
7.4.2	操作表数据 .....	229
7.5	表约束 .....	235
7.5.1	创建 PRIMARY KEY 约束 .....	236
7.5.2	创建 UNIQUE 约束 .....	239
7.5.3	创建 CHECK 约束 .....	241
7.5.4	比较列约束和表约束 .....	243
7.6	关系图 .....	244
7.6.1	创建新的数据库关系图 .....	244
7.6.2	关系图的使用 .....	246
7.7	视图 .....	249
7.7.1	视图概念 .....	249
7.7.2	创建视图 .....	250
7.7.3	操作视图 .....	252
7.8	索引 .....	255
7.8.1	数据表的存储结构 .....	255
7.8.2	索引类型 .....	256
7.8.3	创建表索引 .....	257
7.8.4	管理索引 .....	259
7.9	习题 .....	261
<b>第 8 章</b>	<b>操纵数据表的数据 .....</b>	<b>262</b>
8.1	标准查询 .....	262
8.1.1	SELECT 语句的语法格式 .....	262
8.1.2	获取若干列 .....	263
8.1.3	获取所有列 .....	264
8.1.4	使用 DISTINCT 关键字 .....	265
8.1.5	使用 TOP 关键字 .....	266
8.2	使用 WHERE 子句 .....	266
8.2.1	使用比较运算符 .....	266
8.2.2	使用逻辑运算符 .....	267

8.2.3	使用范围运算符 .....	268
8.2.4	使用 IN 条件 .....	269
8.2.5	使用 LIKE 条件 .....	270
8.2.6	使用 IS NULL 条件 .....	271
8.3	格式化结果集 .....	272
8.3.1	排序结果集 .....	272
8.3.2	分组结果集 .....	273
8.3.3	统计结果集 .....	274
8.4	插入数据 .....	275
8.4.1	使用 INSERT 语句插入数据 .....	275
8.4.2	使用 INSERT...SELECT 语句插入数据 .....	276
8.4.3	使用 SELECT...INTO 语句创建表 .....	277
8.5	更新数据 .....	278
8.5.1	修改表数据 .....	279
8.5.2	根据其他表更新数据 .....	279
8.5.3	使用 TOP 表达式修改数据 .....	280
8.6	删除数据 .....	281
8.6.1	使用 DELETE 语句删除数据 .....	281
8.6.2	使用 TRUNCATE TABLE 语句 .....	281
8.6.3	删除基于其他表中的数据行 .....	282
8.7	习题 .....	283
<b>第 9 章</b>	<b>查询复杂数据 .....</b>	<b>284</b>
9.1	多表连接 .....	284
9.1.1	基本连接操作 .....	284
9.1.2	使用别名 .....	285
9.1.3	多表连接查询 .....	286
9.1.4	含有 JOIN 关键字的连接查询 .....	286
9.2	内连接 .....	287
9.2.1	等值连接查询 .....	287
9.2.2	非等值连接查询 .....	288
9.2.3	自然连接查询 .....	289
9.3	外连接 .....	289
9.3.1	左外连接查询 .....	290
9.3.2	右外连接查询 .....	291
9.3.3	完全外连接查询 .....	291

9.4	交叉连接	292
9.4.1	不使用 WHERE 子句的交叉连接查询	292
9.4.2	使用 WHERE 子句的交叉连接查询	293
9.5	自连接	293
9.6	联合查询	294
9.7	子查询	294
9.7.1	使用 IN 关键字	294
9.7.2	使用 EXISTS 关键字	295
9.7.3	使用比较运算符	296
9.7.4	返回单值的子查询	296
9.7.5	使用嵌套子查询	297
9.8	习题	297
<b>第 10 章</b>	<b>存储过程与触发器</b>	<b>299</b>
10.1	存储过程	299
10.1.1	使用存储过程	299
10.1.2	管理存储过程	305
10.1.3	处理错误信息	306
10.1.4	优化存储过程	309
10.2	触发器	310
10.2.1	了解触发器	310
10.2.2	创建触发器	313
10.2.3	管理触发器	317
10.3	习题	319
<b>第 11 章</b>	<b>数据库安全</b>	<b>320</b>
11.1	数据库安全威胁	320
11.2	安全策略	322
11.3	SQL Server 2016 安全机制	324
11.3.1	登录名管理	325
11.3.2	数据库用户管理	328
11.3.3	数据库角色	330
11.4	权限管理	335
11.4.1	权限类型	336
11.4.2	常见对象的权限	337
11.4.3	授予权限	337
11.4.4	收回和否认权限	338

11.5 习题 .....	339
<b>第 12 章 图书管理系统 .....</b>	<b>341</b>
12.1 系统概述 .....	341
12.1.1 需求分析 .....	341
12.1.2 功能分析 .....	342
12.2 数据库设计 .....	343
12.2.1 设计数据表 .....	343
12.2.2 设计存储过程 .....	344
12.3 创建图书管理系统项目 .....	345
12.3.1 搭建项目 .....	345
12.3.2 应用引用 .....	346
12.3.3 提取公共模块 .....	347
12.4 管理员登录 .....	370
12.5 主界面功能模块实现 .....	375
12.5.1 主窗体设计与代码实现 .....	376
12.5.2 系统管理功能模块 .....	415
12.5.3 图书管理 .....	423
12.5.4 类型管理 .....	435
<b>第 13 章 实训 .....</b>	<b>442</b>
13.1 SQL Server 2016 的安装与配置 .....	442
13.2 创建管理 SQL Server 2016 数据库和表 .....	443
13.3 表的基本操作 .....	448
13.4 数据查询 .....	449
13.5 Transact-SQL .....	453
13.6 视图 .....	454
13.7 索引操作 .....	456
13.8 存储过程与触发器 .....	457
13.9 数据完整性 .....	459
13.10 函数的应用 .....	461
13.11 程序设计 .....	463
13.12 数据库备份与还原 .....	464
13.13 数据库导入/导出 .....	465
13.14 SQL Server 2016 数据库的安全 .....	466
<b>参考文献 .....</b>	<b>468</b>

# 第 1 章

## ◀ 数据库基础知识 ▶

数据库是数据管理的最新技术，也是计算机科学的重要分支。本章主要介绍数据库的基础知识、数据库系统的组成等内容。

### 1.1 数据库系统概论

#### 1.1.1 数据库系统的基本概念

数据库系统主要涉及数据、数据库、数据库管理系统和数据库系统 4 个基本概念。

数据 (Data) 指能输入计算机并能被计算机程序处理的所有符号，是数据库中存储的基本对象。数据的种类很多，如数字、文本、图形、图像、音频、视频、学生的档案记录、货物的运输情况等都属于数据。必须赋予一定的含义才能使数据具有意义，这种含义称为数据的语义，数据与语义不可分。例如，63 是一个数据，它可以代表一个学生的某科成绩、某个人的年龄、某系的学生人数等，只有把 63 赋予语义后，才能表示确定的意义。

数据库 (DataBase, DB) 是指在计算机存储设备上建立起来的用于存储数据的仓库，其中存放的数据是可以长期保留、有组织、可共享的数据集合。也就是按照一定的数学模型组织、描述和存储数据，使得数据库中的数据具有尽可能小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性的特点，并可在一定范围内共享给多个用户。

数据库管理系统 (DataBase Management System, DBMS) 是位于用户和操作系统之间的数据管理软件。用它实现数据定义、组织、存储、管理、操纵以及数据库建立、维护、事务管理、运行管理等功能。

数据库系统 (DataBase System, DBS) 是指带有数据库并利用数据库技术对计算机中的数据进行管理的计算机系统。它可以实现有组织地、动态地存储大量相关数据，并提供数据处理和信息资源等共享服务。数据库系统一般由满足数据库系统要求的计算机硬件和包括数据库、数据库管理系统、数据库应用开发系统在内的计算机软件以及数据库系统中的人员组成，如图 1-1 所示。

在不引起混淆的情况下，数据库系统也简称数据库。

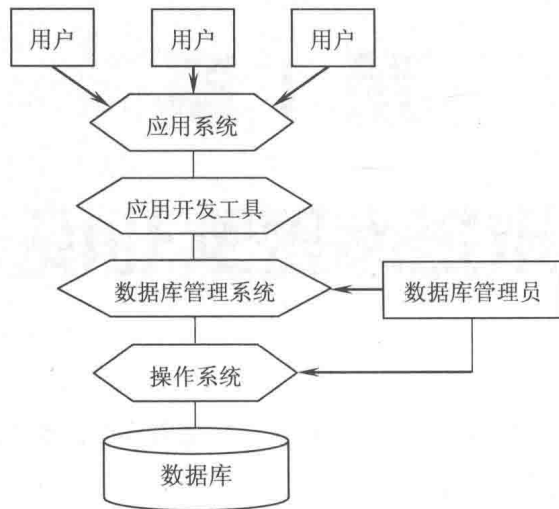


图 1-1 数据库系统

### 1.1.2 数据库技术的产生与特点

在数据库技术产生之前，对数据的管理经历了人工管理和文件系统两个阶段。

20 世纪 50 年代中期以前属于人工管理数据的阶段。当时，计算机主要用于科学计算，数据采用批处理的方式，计算机硬件中没有磁盘外部存储设备，软件没有操作系统，因此只能采用人工的方式对数据进行管理。人工管理数据的特点：数据不保存、应用程序管理数据、数据不能共享、数据不具有独立性。人工管理阶段应用程序与数据之间的对应关系如图 1-2 所示。

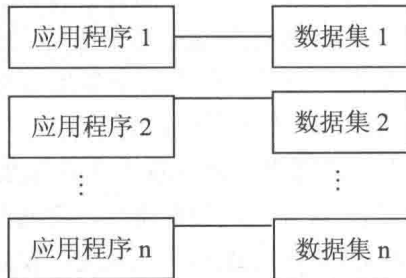


图 1-2 人工管理阶段应用程序与数据之间的对应关系

20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期属于文件系统阶段。此时，计算机硬件中已经配置了磁盘、磁鼓等外部存储设备，软件操作系统中已经具备专门进行数据管理功能的系统，即文件系统。文件系统的特点为：数据可以长期保留、有文件系统管理数据、数据的共享性和独立性差、冗余度大。文件系统应用程序与数据之间的对应关系如图 1-3 所示。

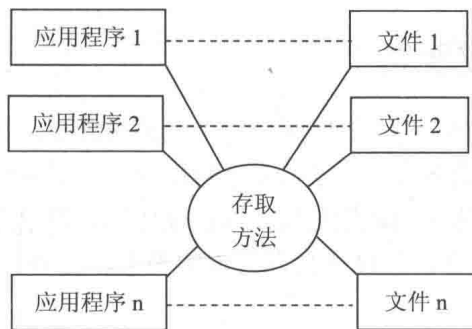


图 1-3 文件系统应用程序与数据之间的对应关系

从 20 世纪 60 年代后期至今属于数据库系统阶段。随着计算机硬件和软件技术的发展，计算机管理对象的规模越来越大，应用范围越来越广，文件系统已经不能满足应用的需求。为了解决多用户、多应用共享数据，使数据尽可能多的为应用服务，一种新的数据管理技术——数据库技术应运而生。此时，出现的专门用于统一管理数据的软件——数据库管理系统成为用户与数据的接口，应用程序与数据之间的对应关系如图 1-4 所示。数据库系统的特点为：数据结构化、数据共享性和独立性高、冗余度低、易扩充，并且数据由数据库管理系统统一管理和控制。

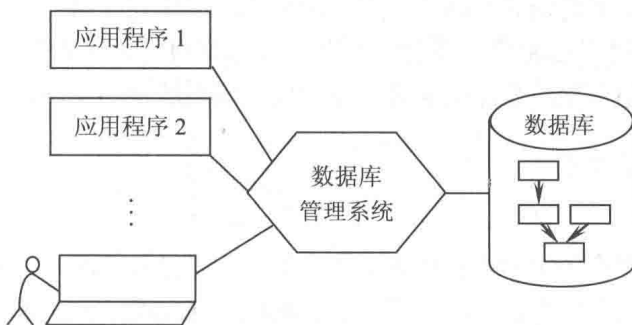


图 1-4 数据库系统应用程序与数据之间的对应关系

## 1.2 数据模型

由于计算机不能直接处理现实世界中的具体事务，因此人们必须事先把要处理的事物特征进行抽象化，转换成计算机能够处理的数据，这个过程使用的工具就是数据模型。从客观世界到计算机世界，包括现实世界→信息世界→计算机世界的抽象过程，这个过程所对应的数据模型为概念模型、逻辑模型和物理模型。本节主要介绍数据模型的概念、数据模型的组成要素和 3 种不同抽象层次的数据模型（概念模型、逻辑模型和物理模型）等有关内容。



## 1.2.1 数据模型的组成要素

数据模型是对现实世界中某个对象的特征进行的模拟与抽象,是数据库系统的核心和基础。数据模型的严格定义是一组概念的集合。这些概念精确地描述了系统的静态特性、动态特性和完整性约束条件,因此数据模型通常由数据结构、数据操作和完整性约束条件3部分组成。

数据结构是数据对象的集合。它描述数据对象的类型、内容、属性以及数据对象之间的关系,是对系统静态特性的描述。

数据操作是数据库中数据允许执行操作的集合,包括操作及有关的操作规则,主要有检索(查询)和更新(插入、删除和修改)两类操作,是对系统动态特性的描述。

数据完整性约束条件是数据完整性规则的集合。它是对数据与数据之间关系的制约以及关系依存的规则,用以保证数据的完整性和一致性。

## 1.2.2 数据的概念模型

概念模型是现实世界到计算机世界的第一个中间层次,用于实现现实世界到信息世界的抽象化。它用符号记录现实世界的信息和联系,用规范化的数据库定义语言表示对现实世界的抽象化与描述,与具体的计算机系统无关。概念模型既是数据库设计人员对数据库进行设计的有力工具,也是数据库设计人员与用户交流的有力工具。概念模型涉及如下内容。

### 1.概念模型中的基本概念

#### (1) 实体

客观世界存在并可相互区别的事物称为实体。实体可以是具体的人、事、物,也可以是抽象的概念或联系。例如,一个学生、一个部门、一门课程、学生的一次选课、部门的一次订货、老师与院系之间的工作关系等都是实体。

#### (2) 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刻画。例如,学生实体可以由学号、姓名、性别、出生年月、所在院系、入学时间等属性组成。这些属性组合起来表示一个学生的特征。

#### (3) 码

唯一标识实体的属性集合称为码。例如,学号是学生实体的码。

#### (4) 域

属性的取值范围称为该属性的域,它是具有相同数据类型的数据集合。例如,学号的域为8位整数,姓名域为字符串集合,性别域为{男,女}。

#### (5) 实体型

由于具有相同属性的实体必然具有共同的特征和性质,因此用实体名及描述实体的各个属性名就完全可以刻画出全部同质实体的共同特征和性质,现把形式为:实体名(属性名1,属性名