面向 21 世纪高等院校计算机教材系列

# 数据库系统原理及应用教程

苗雪兰　刘瑞新　王怀峰　编著

机械工业出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

本书系统全面地阐述了数据库系统的基本理论、技术和新方法。其概念清楚、重点突出、章节安排合理，理论性强。同时，又以较流行的 SQL Server RDBMS 为实验平台，重视上机实验环节，并注意到实验的系统性和实用性。因此本书既适合作为大学本科、专科计算机专业的教材，又是自学的理想参考书。

**图书在版编目（CIP）数据**

数据库系统原理及应用教程／苗雪兰，刘瑞新，王怀峰编著.
—北京：机械工业出版社，2001.7
(面向 21 世纪高等院校计算机教材系列)
ISBN 7-111-08594-9

Ⅰ. V… Ⅱ. ① 苗… ② 刘… ③ 王… Ⅲ. 关系数据库-数据库管理系统-高等学校-教材 Ⅳ. TP

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2000）第 69224 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）
责任编辑：胡毓坚 责任印制：何全君

·新华书店北京发行所发行

2001 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷
787mm×1092mm 1/16·19.5 印张·479 千字
0 001—5 000
定价：28.00 元

凡购本图书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话：（010）68993821、68326677-2527

# 出 版 说 明

随着计算机技术的飞速发展，计算机在经济与社会发展中的地位日益重要。在高等院校的培养目标中，都将计算机知识与应用能力作为其重要的组成部分。为此，国家教育部根据高等院校非计算机专业的计算机培养目标，提出了“计算机文化基础”、“计算机技术基础”和“计算机应用基础”三个层次教育的课程体系。根据计算机科学发展迅速的学科特点，计算机教育应面向社会，面向潮流，与社会接轨，与时代同行。随着计算机软硬件的不断更新换代，计算机教学内容也必须随之不断更新。

为满足高等院校计算机教材的需求，机械工业出版社聘请了清华大学、北方交通大学、北京邮电大学等院校的老师，经过反复研讨，结合当前计算机发展需要和编者长期从事计算机教学的经验，精心编写出“面向 21 世纪高等院校计算机教材”。

本套教材理论教学和实践教学相结合，图文并茂、内容实用、层次分明、讲解清晰、系统全面，其中融入了教师大量的教学经验，是各类高等院校、高等职业学校及相关院校的最佳教材，也可作为培训班和自学使用。

# 前　言

数据库是当前计算机领域中应用最广泛、发展最迅速的技术，是计算机专业的必修课。本书是在作者多年的数据库课程教学和科研的基础上完成的，它比较全面地介绍了数据库的基础理论、应用技术和当前的研究发展状况，适合作为数据库课程的自学、教学和实验教材使用。

本书的内容有两条主线：一条主线是数据库的基础理论，它包括第 1 章的数据库系统基本概念、第 4 章和第 7 章的关系数据库及关系数据库理论、第 8 章中的数据库保护理论和第 9 章的数据库系统的研究与发展；另一条主线是数据库的实用技术，它包括第 2 章中的数据模型与概念模型、第 3 章的数据库设计、第 5 章的关系数据库标准语言、第 6 章的 SQL Server 关系数据库系统、第 8 章中的 SQL Server 数据库保护技术。这两条主线相互呼应，相互渗透，叙述基础理论时深入浅出、易懂易学；介绍应用技术时详尽周密，图文并茂。理论与技术的密切结合，构成了本书的一大特色。

本书与其他数据库教科书相比，在内容章节安排上做了较大调整，主要是把数据库设计和 SQL Server 关系数据库系统的内容尽可能地安排在前面章节中。这样会比较合理地使其内容沿数据库的设计、定义、操作和控制的方向平滑伸展，符合理论——实践——提高这一认识和理解问题的自然规则，使学生容易掌握、教师容易讲解，并有利于尽早地安排上机实验。

为便于学习者更好地理解有关概念，掌握相关技术和比较容易地切入数据库的深层次问题，例题在本书中担负着重要角色。首先，书中例题具有典型性和代表性，本书的例题后有解题说明及例题分析，指出了本例解题方法和解题的其他方法、易错之处和易混概念，起到了对正文概念的解释和补充的作用。其次，书中的例题具有整体性和示范性，在上机实验的操作中，例题被直接引用、变形引用或参考引用，发挥着一举两得的作用。

本书最后一章是实验大纲，它包括了 11 个实验，这些实验从第 3 章起就可以开始进行。本书的实验软件是 SQL Server 7.0，该系统是一种面向 21 世纪的、功能完备的关系数据库管理系统。SQL Server 7.0 的三种版本分别对应低、中、高三种机器环境，可以满足不同教学实验环境的要求。本书中的实验有三个层次：基础操作型、技术提高操作型和选择操作型，以满足不同层次的学生要求，并为学生深入研究数据库理论和技术提供了较大的空间。本书涉及的实验内容、实验方法和实验例题，几乎都可以在书中有关章节中找到。也就是说，本书不仅是教学课本，也是实验参考书。

本书适合作为计算机专业的本科和专科教材，也可作为从事计算机专业的科研人员、工程人员的技术参考书。书中带有*号的章节，为专科学生选修内容。

写一本完美的数据库教材并非易事，作者虽集十几年教学、科研之功，但对于飞速发展的数据库理论和技术而言，也难免顾此失彼、有些错误，因此恳请学界同仁不吝批评指正。

编　者

# 目　　录

出版说明
前言
第 1 章　数据库系统基本概念.....1
1.1　数据库的作用及相关概念.....1
1.1.1　信息与数据的特征及关系.....1
1.1.2　数据管理与数据库的作用及特点.....2
1.1.3　数据库管理系统与信息管理系统.....4
1.2　数据库技术及发展.....7
1.2.1　手工管理数据阶段的特点.....7
1.2.2　文件系统阶段的数据管理特点和缺陷.....8
1.2.3　数据库系统阶段的到来及其发展.....9
1.2.4　数据库系统阶段数据管理特点.....10
1.3　数据库系统的结构.....13
1.3.1　数据库系统的体系结构.....13
1.3.2　数据库管理系统的功能结构.....16
1.3.3　数据库系统的三级数据模式结构.....17
习题一.....19
第 2 章　数据模型与概念模型.....20
2.1　信息的三种世界及其描述.....20
2.2　概念模型及表示.....22
2.2.1　概念模型的基本概念.....22
2.2.2　概念模型的表示方法.....25
2.3　常见的三种数据模型.....26
2.3.1　数据模型概述.....26
2.3.2　层次模型及特点.....27
2.3.3　网状模型及特点.....32
2.3.4　关系模型概述.....33
习题二.....35
第 3 章　数据库设计.....37
3.1　数据库设计概述.....37
3.1.1　数据库设计的内容.....37
3.1.2　数据库设计应注意的问题.....38
3.1.3　数据库设计方法简述.....39
3.1.4　数据库设计的基本步骤.....40
3.2　系统需求分析.....43



需要全本请访问 www.ertongbook.com

3.2.1 需求分析的任务和方法 43
3.2.2 数据字典及其表示 45
3.3 概念结构的设计 47
3.3.1 概念结构的特点及设计方法 47
3.3.2 数据抽象与局部视图设计 49
3.3.3 视图的集成 51
3.4 数据库逻辑结构的设计 54
3.4.1 概念模型向网状模型转换 55
3.4.2 概念模型向关系模型的转换 56
3.4.3 用户子模式的设计 60
3.4.4 数据库逻辑结构设计的实例 61
3.5 数据库的物理设计 62
3.5.1 数据库物理设计的内容和方法 63
3.5.2 关系模式存取方法的选择 63
3.5.3 确定数据库的存储结构 65
3.6 数据库的实施和维护 66
3.6.1 数据的载入和应用程序的调试 66
3.6.2 数据库的试运行 67
3.6.3 数据库的运行和维护 67
习题三 68
第 4 章 关系数据库 71
4.1 关系模型及其定义 71
4.1.1 关系数据结构的定义 71
4.1.2 关系操作概述 76
4.1.3 关系的完整性 77
4.2 关系代数 79
4.2.1 传统的集合运算 79
4.2.2 专门的关系运算 80
4.2.3 用关系代数表示检索的例子 85
*4.3 关系演算 86
4.3.1 元组关系演算语言 ALPHA 86
4.3.2 域关系演算语言 QBE 91
习题四 95
第 5 章 关系数据库标准语言——SQL 97
5.1 SQL 概述及特点 97
5.2 SQL 的数据定义功能 99
5.2.1 基本表的定义和维护功能 100
5.2.2 索引的定义和维护功能 103
5.2.3 视图的定义和维护功能 105

5.3 SQL 的数据查询功能 ..... 107
5.3.1 SELECT 语句介绍 ..... 107
5.3.2 SQL 的查询实例及分析 ..... 110
5.4 SQL 的数据更新功能 ..... 121
5.4.1 SQL 的数据插入功能 ..... 121
5.4.2 SQL 的数据修改功能 ..... 122
5.4.3 SQL 的数据删除功能 ..... 123
5.5 嵌入式 SQL ..... 124
5.5.1 嵌入式 SQL 的特点 ..... 124
5.5.2 不用游标的 SQL 语句 ..... 125
5.5.3 使用游标的 SQL ..... 127
5.6 SQL 的数据控制功能 ..... 131
5.6.1 数据控制的方法 ..... 131
5.6.2 SQL Server 的数据库操作权限 ..... 131
5.6.3 数据操作权限的设置 ..... 132
习题五 ..... 133
第 6 章 SQL Server 关系数据库系统 ..... 135
6.1 SQL Server 的系统概述 ..... 135
6.1.1 SQL Server 客户机／服务器体系结构 ..... 135
6.1.2 SQL Server 的客户／服务器软件结构 ..... 136
6.1.3 SQL Server 的数据库结构 ..... 138
6.2 SQL Server 的管理功能 ..... 141
6.2.1 SQL Server 的管理任务 ..... 141
6.2.2 SQL Server 的管理工具和向导 ..... 142
6.3 Transact-SQL 功能及实例 ..... 146
6.3.1 Transact-SQL 的数据定义功能及实例 ..... 147
6.3.2 Transact-SQL 的数据操纵功能及实例 ..... 158
6.3.3 Transact-SQL 附加的语言元素 ..... 166
6.4 SQL Server 数据库操作工具及其使用 ..... 170
6.4.1 用 Enterprise Manager 创建数据库 ..... 170
6.4.2 用 Enterprise Manager 定义和管理表 ..... 173
6.4.3 用视图创建向导创建视图 ..... 176
6.4.4 用工具和向导创建数据库图表 ..... 180
6.4.5 用 Enterprise Manager 创建存储过程和触发器 ..... 182
习题六 ..... 184
第 7 章 关系数据库理论 ..... 185
7.1 关系数据模式的规范化理论 ..... 185
7.1.1 关系模式规范化的必要性 ..... 185
7.1.2 函数依赖及其关系的范式 ..... 188

7.1.3 多值依赖及关系的第四范式 191
*7.1.4 连接依赖及关系的第五范式 193
7.1.5 关系规范化小结 194
*7.2 关系模式的分解算法 195
7.2.1 关系模式分解的算法基础 195
7.2.2 极小化算法在数据库设计中的应用 199
7.2.3 判定分解服从规范的方法 200
7.2.4 关系模式的分解方法 202
*7.3 关系系统及查询优化技术 204
7.3.1 关系系统的定义和分类 204
7.3.2 关系系统的查询优化理论与技术 205
习题七 210
第 8 章 数据库保护 212
8.1 数据库的安全性及 SQL Server 的安全管理 212
8.1.1 数据库安全性控制的一般方法 212
8.1.2 SQL Server 的安全体系结构和安全认证模式 217
8.1.3 SQL Server 的用户和角色管理 218
8.1.4 SQL Server 的权限管理 223
8.2 数据库完整性及 SQL Server 的完整性控制 226
8.2.1 完整性约束条件及完整性控制 226
8.2.2 SQL Server 的数据库完整性及实现方法 230
8.3 数据库的并发控制及 SQL Server 的并发控制机制 232
8.3.1 事务及并发控制的基本概念 232
8.3.2 封锁及封锁协议 235
8.3.3 封锁出现的问题及解决方法 237
8.3.4 SQL Server 的并发控制机制 240
8.4 数据库恢复技术与 SQL Server 的数据恢复机制 242
8.4.1 故障的种类 242
8.4.2 数据恢复的实现技术 243
8.4.3 数据库恢复策略 245
*8.4.4 具有检查点的数据恢复技术 246
8.4.5 SQL Server 的数据备份和恢复机制 248
习题八 254
*第 9 章 数据库系统的研究与发展 257
9.1 面向对象的数据库系统 257
9.1.1 面向对象的程序设计方法 258
9.1.2 面向对象的数据模型 258
9.1.3 面向对象的数据库模式结构 261
9.1.4 面向对象数据库语言 263

9.1.5 面向对象数据库模式的一致性和模式演进 ..... 263
9.2 并行数据库系统和分布式数据库系统 ..... 264
9.2.1 并行数据库系统 ..... 265
9.2.2 分布式数据库系统 ..... 270
9.2.3 并行数据库系统与分布式数据库系统的区别 ..... 274
9.3 数据仓库及数据挖掘技术 ..... 274
9.3.1 数据仓库 ..... 275
9.3.2 数据挖掘技术 ..... 277
9.4 其他新型的数据库系统 ..... 278
9.4.1 演绎数据库系统 ..... 278
9.4.2 多媒体数据库 ..... 280
9.4.3 模糊数据库系统 ..... 280
9.4.4 主动数据库系统 ..... 282
9.4.5 联邦数据库系统 ..... 283
9.5 数据库系统的研究与发展趋势 ..... 283
9.5.1 传统数据库系统 ..... 283
9.5.2 新一代的数据库技术 ..... 285
9.5.3 第三代数据库系统 ..... 286
9.5.4 数据库新技术 ..... 288
习题九 ..... 289
第 10 章 实验大纲 ..... 290
10.1 实验计划和实施要求 ..... 290
10.2 前期准备阶段的实验 ..... 291
10.2.1 实验 1：数据库系统设计 ..... 291
10.2.2 实验 2：关系数据模型的设计 ..... 292
10.3 基本操作阶段的实验安排 ..... 292
10.3.1 实验 3：数据库的定义实验 ..... 292
10.3.2 实验 4：数据库的建立和维护实验 ..... 294
10.3.3 实验 5：数据库的简单查询和连接查询实验 ..... 294
10.3.4 实验 6：数据库的嵌套查询实验 ..... 295
10.3.5 实验 7：数据库的组合查询和统计查询实验 ..... 296
10.3.6 实验 8：数据库的视图和图表的定义及使用实验 ..... 297
10.3.7 实验 9：数据完整性和数据安全性实验 ..... 297
10.4 技术提高阶段的实验安排 ..... 298
10.4.1 实验 10：数据库备份和恢复实验 ..... 298
10.4.2 实验 11：SQL Server 的其他功能实验 ..... 299
参考文献 ..... 300
注：带有“*”号的章节为选修内容。

# 第1章　数据库系统基本概念

数据库技术是计算机学科中的一个重要分支，它的应用非常广泛，几乎涉及到所有的应用领域。要想掌握好数据库系统技术，必须弄清什么是数据、数据管理、数据库、数据模型和概念模型等专业术语的内涵；了解数据库的发展过程和数据库系统的特点；弄清数据库、数据库管理系统和信息管理系统三者之间的关系。本章就介绍这些数据库系统的基本概念和基础知识。

## 1.1　数据库的作用及相关概念

在学习数据库知识之前，让我们首先了解与数据库相关的名词及概念。这些概念主要指信息与数据、数据管理与数据库、数据管理系统与信息管理。通过学习这些相关概念，可以使我们弄清什么是数据库以及数据库的作用。

### 1.1.1　信息与数据的特征及关系

对我们每个人来说，“信息”和“数据”是两种非常重要的东西。“信息”可以告诉我们有用的事实和知识，“数据”可以更有效地表示、存储和抽取信息。

1. 信息（Information）、信息特征及作用

在日常生活中，我们经常可以听到“信息”这个名词。什么是信息呢？简单地说，信息就是新的、有用的事实和知识，它具有实效性、有用性和知识性，是客观世界的反映。信息具有四个基本特征：一是信息的内容是关于客观事物或思想方面的知识，即信息的内容能反映已存在的客观事实、能预测未发生事物的状态和能用于指挥控制事物发展的决策；二是信息是有用的，它是人们活动的必需知识，利用信息能够克服工作中的盲目性，增加主动性和科学性，可以把事情办得更好；三是信息能够在空间和时间上被传递，在空间上传递信息称为信息通信，在时间上传递信息称为信息存储；四是信息需要一定的形式表示，信息与其表现符号不可分离。

信息对于人类社会的发展有重要意义。它可以提高人们对事物的认识，减少人们活动的盲目性；信息是社会机体进行活动的纽带，社会的各个组织通过信息网相互了解并协同工作，使整个社会协调发展；社会越发展，信息的作用就越突出；信息又是管理活动的核心，要想把事物管理好，就需要掌握更多的信息，并利用信息进行工作。

2. 数据（Data）、数据和信息的关系及数据的特征

数据是用于载荷信息的物理符号。这就是说，数据是信息的一种表现形式，数据通过能书写的信息编码表示信息。尽管信息有多种表现形式，它可以通过手势、眼神、声音或图形

等方式表达，但数据是信息的最佳表现形式。由于数据能够书写，因而它能够被记录、存储和处理，从中挖掘出更深层的信息。必须指出的是，在许多不严格的情况下，会把“数据”和“信息”两个概念混为一谈，称“数据”为“信息”。其实，数据不等于信息，数据只是信息表达方式中的一种；正确的数据可表达信息，而虚假、错误的数据所表达的是谬误，不是信息。

数据有以下 4 个特征：

(1) 数据有“型”和“值”之分

数据的型是指数据的结构，而数据的值是指数据的具体取值。数据的结构指数据的内部构成和对外联系。例如：学生的数据由“学号”、“姓名”、“年龄”、“性别”、“所在系”等属性构成，其中“学生”为数据名，“学号”、“姓名”等为属性名(或称数据项名)；课程也是数据，它由“课程编号”、“课程名称”、“课时数”等数据项构成；“学生”和“课程”之间有“选课”的联系。“学生”和“课程”数据的内部构成及其相互联系就是学生课程数据的类型，而一个具体取值，如“08936，张三，23，男，计算机系”，就是一个学生数据值。

(2) 数据受数据类型和取值范围的约束

数据类型是针对不同的应用场合设计的。数据类型不同，数据表示形式、存储方式及数据能进行的操作运算各不相同。在使用计算机处理信息时，我们应当对数据类型特别重视，为数据选择合适的类型，千万马虎不得。常见的数据类型有数值型、字符串型、日期型和逻辑型等，它们具有不同的特点和用途。数值型数据就是我们通常所说的算术数据，它能够进行加、减、乘、除等算术运算。字符串型数据是最常用的数据，它可以表示姓名、地址、邮政编码及电话号码等类数据，字符串型数据能够进行查找子串、取子串和连接子串的运算操作。日期型数据是表达日期和时间的数据。逻辑型数据是表达真或假、是或非等逻辑数据。

数据的取值范围亦称数据的值域，例如学生性别的值域是{“男”,“女”}。为数据设置值域是保证数据的有效性及避免数据输入或修改时出现错误的重要措施。

(3) 数据有定性表示和定量表示之分

我们在表示职工的年龄时，可以用“老”、“中”、“青”定性表示，也可以用具体岁数定量表示。由于数据的定性表示是带有模糊因素的粗略表示方式，而数据的定量表示是描述事物的精确表示方式，所以在计算机软件设计中，我们应尽可能地采用数据的定量表示方式。

(4) 数据应具有载体和多种表现形式

数据是客体（即客观物体或概念）属性的记录，它必须有一定的物理载体。当数据记录在纸上时，纸张是数据的载体；当数据记录在计算机的外存上时，硬盘、软盘或磁带就是数据的载体。数据具有多种表现形式，它可以用报表、图形、语音及不同的语言符号表示。

### 1.1.2 数据管理与数据库的作用及特点

数据管理是数据处理的基础工作，数据库是数据管理的技术和手段。数据库中的数据具有整体性和共享性。

1. 数据处理（Data Processing）及分类

围绕着数据所做的工作均称为数据处理。数据处理是指对数据的收集、组织、整理、加



需要全本请访问 www.ertongbook.com

工、存储和传播等工作。我们可以把数据处理分为 3 类：一类为数据管理，它的主要任务是收集信息、将信息用数据表示并按类别组织保存，其目的是在需要的时候，为各种应用和数据处理提供数据；另一类是数据加工，它的主要任务是对数据进行变换、抽取和运算，通过数据加工会得到更有用的数据，以指导或控制人的行为或事物的变化趋势；最后一类是数据传播，它在空间或时间上以各种形式传播信息，而不改变数据的结构、性质和内容，数据传播会使更多的人得到并理解信息，从而使信息的作用充分发挥出来。

2. 数据管理（Data Management）及内容

在数据处理中，最基本的工作是数据管理工作。数据管理是其他数据处理的核心和基础。具体讲，数据管理工作应包括 3 项内容：一是组织和保存数据，即将收集到的数据合理地分类组织，将其存储在物理载体上，使数据能够长期地被保存；二是进行数据维护，即根据需要随时进行插入新数据、修改原数据和删除失效数据的操作；三是提供数据查询和数据统计功能，以便快速地得到需要的正确数据，满足各种使用要求。

数据管理在实际工作中的地位很重要。我们周围有许多人从事各种行政管理工作，这些管人、管财、管物或管事（人、财、物和事统称为事务）的工作实际上就是数据管理工作。在事务管理中，事务（人、财、物和事）以数据的形式被记录和保存。例如在财务管理中，财务科通过对各种账目的记账、对账或查账等实现对财务数据的管理。传统的数据管理方法是人工管理方式，即通过手工记账、算账和保管账的方法实现对各种事务的管理。计算机的发展为科学地进行数据管理提供了先进的技术和手段，目前许多数据管理工作利用计算机进行，而数据管理（即信息或事务管理）也成了计算机应用的一个重要分支。

3. 数据库（Database）及数据库中数据的性质

数据库简称为 DB，它是一个按数据结构来存储和管理数据的计算机软件系统。数据库的概念实际上包括两层意思：

1）数据库是一个实体，它是能够合理保管数据的“仓库”，用户在该“仓库”中存放要管理的事务数据，“数据”和“库”两个概念结合成为“数据库”。

2）数据库是数据管理的新方法和技术，它能够更合理地组织数据、更方便地维护数据、更严密地控制数据和更有效地利用数据。

在数据库技术出现之前，人们采用“数据文件”方法进行数据管理。数据库方法与文件方法相比，具有以下两个明显的进步。

(1) 数据库中的数据具有数据整体性

数据库中的数据保持了自身完整的数据结构，该数据结构是从全局观点出发建立的；而文件中的数据一般是不完整的，其数据结构是根据某个局部要求或功能需要建立的。从设计系统的思想方法讲，数据库方法是面向对象的方法，而文件方法是面向过程的方法。数据库要保持数据（即事务）自身的结构完整，强调站在全组织的角度设计数据结构，并以数据库为基础进行功能设计；文件系统（用文件方法建立的数据管理系统）则是站在具体要实现的功能角度上考虑数据结构，按各个具体功能需要分别组织数据，数据完全依附于功能需要。让我们通过下面的简单例子来说明数据库的数据整体性特征。

如果按数据库方法设计一个“职工”的数据，应深入到所有使用“职工”数据的部门进

行了解，并将得到的信息综合后，才能得出“职工”的数据结构。例如，要到人事处、财务处、校医院、科研处等每个与“职工”数据相关的地方，了解职工的一般情况、工资情况、身体情况及科研情况的综合内容，这种综合内容为“职工”数据的内部组成，它可以用下面结构表示：

职工（职工编号，姓名，性别，出生日期，家庭住址，职务，职称，政治面貌，基本工资，附加工资，身体状况，病史情况，业务特长，主要科研成果）。

如果是按文件方法设计一个“职工”的数据，则需要为人事处、财务处、校医院、科研处等建立不同的“职工”数据文件(职工 1，…，职工 4)，以满足各部门对于“职工”数据的要求。设这些“职工”数据文件的记录结构为：

职工 1（职工编号，姓名，性别，出生日期，家庭住址，职务，职称，政治面貌）；

职工 2（职工编号，姓名，性别，基本工资，附加工资）；

职工 3（职工编号，姓名，性别，出生日期，身体状况，病史情况）；

职工 4（职工编号，姓名，性别，出生日期，职务，职称，业务特长，主要科研成果）。

从以上例子可以看出，在数据库中使用的“职工”数据全面反映了职工的各个特征，消除了大量的数据冗余；而文件系统中的“职工”数据则是从不同的侧面反映职工的某些特征，尽管它使用了 4 种数据文件表示“职工”，但无论哪个数据文件都不能完整地表示职工情况。

(2) 数据库中的数据具有数据共享性

文件系统的数据文件是为满足某一个功能模块的使用要求而建立的，数据与功能程序是一一对应的关系。文件系统中的数据与功能程序之间存在着非常紧密的相互依赖关系，即数据离开相关的功能程序就失去了它存在的价值，功能程序如果没有数据支持就无法工作。数据库中的数据是为众多用户所共享其信息而建立的，它已经摆脱了具体程序的限制和制约。数据库的数据共享性表现在两个方面：

1) 不同的用户可以按各自的用法使用数据库中的数据。数据库能为用户提供不同的数据视图，以满足个别用户对数据结构、数据命名或约束条件的特殊要求。

2) 多个用户可以同时共享数据库中的数据资源，即不同的用户可以同时存取数据库中的同一个数据。

数据共享性不仅满足了各用户对信息内容的要求，同时也满足了各用户之间的信息通信要求。在上述例子中，数据库中的“职工”数据是为人事处、财务处、校医院、科研处等部门所共同使用，其中人事处可以按“职工 1”、财务处可以按“职工 2”、校医院可以按“职工 3”、科研处可以按“职工 4”的结构形式使用数据，它们使用共同的“职工”数据源。“职工”数据不仅能为现有的各个应用功能提供数据，而且由于其自身结构是完整的，它还可以为今后需要实现的功能或别的应用系统提供相应的信息。

### 1.1.3 数据库管理系统与信息管理系统

数据库管理系统是提供数据库管理的计算机系统软件，信息管理系统是实现某种具体事物管理功能的应用软件。数据库管理系统为信息管理系统的设计提供了方法、手段和工具，信息管理系统利用数据库管理系统可以更快、更好地设计和实施。

1. 数据库管理系统（Database Management System）的功能及作用

数据库管理系统简称 DBMS，它是专门用于管理数据库的计算机系统软件。数据库管理系统能够为数据库提供数据的定义、建立、维护、查询和统计等操作功能，并完成对数据完整性、安全性进行控制的功能。

在数据库管理系统的操作功能中，数据定义功能是指为说明库中的数据情况而进行的建立数据库结构的操作，通过数据定义可以建立起数据库的框架；数据库建立功能是指将大批数据录入到数据库的操作，它使得库中含有需要保存的数据记录；数据库维护功能是指对数据的插入、删除和修改操作，其操作能满足库中信息变化或更新的需求；数据查询和统计功能是指通过对数据库的访问，为实际应用提供需要的数据。

数据库管理系统不仅要为数据管理提供数据操作功能，还要为数据库提供必要的数据控制功能。数据库管理系统的数据控制主要指对数据安全性和完整性的控制。数据安全性控制是为了保证数据库的数据安全可靠，防止不合法的使用造成数据泄漏和破坏，即避免数据被人偷看、篡改或破坏；数据完整性控制是为了保证数据库中数据的正确、有效和相容，以防止不合语义的错误数据被输入或输出。

数据库管理系统的目标是让用户能够更方便、更有效、更可靠地建立数据库和使用数据库中的信息资源。数据库管理系统不是应用软件，它不能直接用于诸如工资管理、人事管理或资料管理等事务管理工作，但数据库管理系统能够为事务管理提供技术和方法、应用系统的设计平台和设计工具，使相关的事务管理软件很容易设计。也就是说，数据库管理系统是为设计数据管理应用项目提供的计算机软件，利用数据库管理系统设计事务管理系统可以达到事半功倍的效果。我们周围有关数据库管理系统的计算机软件有很多，其中比较著名的系统有 Oracle、Informix、Sybase、SQL Server、Delphi 等。

2. 信息系统（Information System）及分类

信息系统的涵盖面很宽，凡输入和输出的内容是信息的系统都称为信息系统，许多计算机应用系统都可以认为是信息系统。但是，一个信息系统应携带有足够的信息量，否则它就不能称之为信息系统。信息系统按其实现的功能可以被划分为信息传递系统、信息处理系统和信息管理系统。信息传递系统只具有信息交换功能，系统工作中不改变信息的结构和状态，例如电话、程控交换系统都是信息传递系统。信息处理系统通过对输入的信息进行转换、加工和提取等一系列操作，从而得出更有价值的新信息，其输出的信息在结构和内容方面与输入的源信息相比有较大的改变。信息管理系统是具有数据的保存、维护和检索等功能的系统，其作用主要是数据管理，我们通常所说的事务管理系统就是典型的信息管理系统。

一个实际的信息系统往往不受这三种类别的限制，它会同时具有信息传递、信息管理和信息处理的多种功能，这使我们无法严格地区别它是信息处理系统，还应该是信息管理系统。对于一个大型的信息系统，由于它拥有巨大的数据量，就必须具有信息管理系统的功能，因而，信息管理系统应该是信息系统的核心系统。

3. 信息管理系统（Management Information System）及特点

信息管理系统简称为 MIS，它是计算机应用领域的一个重要分支。信息管理系统帮助人

们完成原来需要手工处理的复杂工作，它不仅能明显地提高工作效率，降低劳动强度，而且能提高信息管理的质量或水平。因而，信息管理系统不是在模拟手工劳动，它要更合理地组织数据和更科学地管理数据，为控制事务发展提供控制信息，为预测事务变化的状态提供事务发展趋势信息和变化规律的信息。信息管理系统的应用非常广泛，它可以用于事务管理、计算机辅助设计、计算机图形及人工智能等系统中，即所有数据量大、数据成分复杂的地方，都可以使用信息管理系统进行其数据管理的工作。

信息管理系统有以下 3 个突出特点：

(1) 以数据库技术为基础

信息管理系统的核心是数据库。信息管理系统的数据存放在数据库中，数据库技术为信息管理系统提供了数据管理的手段，数据库管理系统（DBMS）为信息管理系统提供了系统设计的方法、工具和环境。我们学习数据库及数据库管理系统的基本理论和设计方法，其目的就是要掌握设计数据库的技术，学会设计、管理和应用信息管理系统的方法，以便能够胜任数据库系统的设计、管理和应用工作。

(2) 采用功能选单方式控制程序

绝大多数信息管理系统是采用功能选单方式进行程序控制的。在这种程序控制方式中，系统功能按层次结构组织成系统功能选单，用户通过选择功能选项表达需要执行功能的意愿，系统根据用户的选择调用相应的功能模块。选单方式是一种典型的人机对话程序控制方式，具体工作流程如图 1-1 所示。

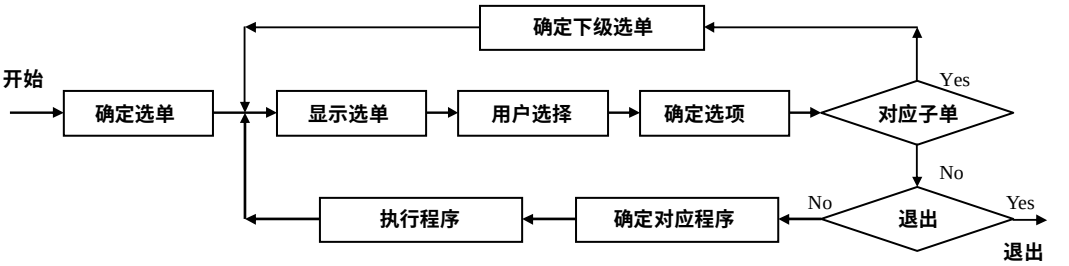



图1-1　信息管理系统的系统控制方法示意图

(3) 功能模块大致相同

尽管信息管理系统是多种多样的，它们所管理的事务对象和操作方法各不相同，但信息管理系统所具有的数据操作功能是非常相似的。一般的信息管理系统都有输入数据、修改数据、删除数据、数据查询、数据统计及数据报表打印功能，其功能结构如图 1-2 所示。

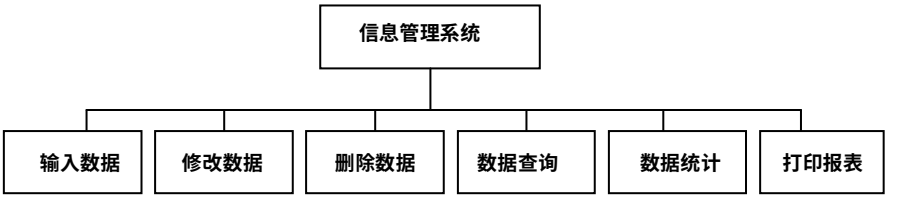



图1-2　信息管理系统的功能模块结构图

4. **数据库系统（**Database System**）**

**使用数据库技术设计的计算机系统称为数据库系统，数据库系统主要为信息管理系统。一个数据库系统应由计算机硬件、数据库、数据库管理系统、应用软件和数据库管理员等** 5 **部分构成。**

## 1.2 数据库技术及发展

**数据管理技术经历了手工管理、文件管理和数据库技术三个发展阶段。数据库技术是** 20 **世纪** 60 **年代末期发展起来的数据管理技术。数据库技术的出现改变了传统的信息管理模式，扩大了信息管理的规模，提高了信息的利用和多重利用能力，缩短了信息传播的过程，实现了世界信息一体化的管理目标。目前，数据库技术仍在日新月异地发展，数据库技术的应用在继续深入。**

### 1.2.1 手工管理数据阶段的特点

20 **世纪** 50 **年代以前，计算机主要用于科学计算。从硬件看，外存只有纸带、卡片、磁带，没有直接存取的存储设备；从软件看，那时还没有操作系统，没有管理数据的软件；数据处理方式是批处理。**

**数据管理在手工管理阶段具有以下** 4 **个特点：**

(1) **不保存大量的数据**

**在手工管理阶段，由于数据管理的应用刚刚起步，一切都是从头开始，其管理数据系统只有仿照科学计算的模式进行设计。由于数据管理规模小，加上当时的计算机软硬件条件比较差，数据管理中涉及的数据基本不需要、也不允许长期保存。当时的处理方法是在需要时将数据输入，用完就撤走。**

(2) **没有软件系统对数据进行管理**

**在手工管理阶段，由于没有专门的软件管理数据，程序员不仅要规定数据的逻辑结构，而且还要在程序中设计物理结构，即要设计数据的存储结构、存取方法和输入输出方法等。这就造成程序中存取数据的子程序随着数据存储机制的改变而改变的问题，使数据与程序之间不具有相对独立性，给程序的设计和维护都带来了一定的麻烦。**

(3) **基本上没有“文件”概念**

**由于手工管理阶段还没有出现“文件”的概念，所以更谈不上使用“文件”功能。数据管理所涉及的数据组成和数据存储过程必须由程序员自行设计，它给程序设计带来了极大的困难。**

(4) **一组数据对应一个程序**

**手工管理阶段的数据是面向应用的，即使两个应用程序涉及某些相同的数据，也必须各自定义，无法互相利用、互相参照。所以程序与程序之间有大量重复数据。**

### 1.2.2 文件系统阶段的数据管理特点和缺陷

从 20 世纪 50 年代后期到 60 年代中期，计算机应用领域拓宽，不仅用于科学计算，还大量用于数据管理。这一阶段的数据管理水平进入到文件系统阶段。在文件系统阶段中，计算机外存储器有了磁盘、磁鼓等直接存取的存储设备；计算机软件的操作系统中已经有了专门的管理数据软件，即所谓的文件系统。文件系统的处理方式不仅有文件批处理，而且还能够联机实时处理。在这种背景下，数据管理的系统规模、管理技术和水平都有了较大幅度的发展。尽管文件管理阶段比手工管理阶段在数据管理手段和管理方法上有很大地改进，但文件管理方法仍然存在着许多缺点。

1. 文件管理阶段的数据管理特点

文件管理阶段的数据管理有以下 4 个特点：

(1) 管理的数据以文件的形式长久地被保存在计算机的外存中

在文件管理阶段，由于计算机大量用于数据处理，仅采用临时性或一次性地输入数据根本无法满足使用要求，数据必须长期保留在外存上。在文件系统中，通过数据文件使管理的数据能够长久地保存，并通过对数据文件的存取实现对文件进行查询、修改、插入和删除等常见的数据操作。

(2) 文件系统有专门的数据管理软件提供有关数据存取、查询及维护功能

在文件系统中，有专门的计算机软件提供数据存取、查询、修改和管理功能，它能够为程序和数据之间提供存取方法，为数据文件的逻辑结构与存储结构提供转换的方法。这样，程序员在设计程序时可以把精力集中到算法上，而不必过多地考虑物理细节，同时数据在存储上的改变不一定反映在程序上，使程序的设计和维护工作量大大地减小。

(3) 文件系统中的数据文件已经具有多样化

由于在文件系统阶段已有了直接存取存储设备，使得许多先进的数据结构能够在文件系统中实现。文件系统中的数据文件不仅有索引文件、链接文件、直接存储文件等多种形式，而且还可以使用倒排文件进行多码检索。

(4) 文件系统的数据存取是以记录为单位的

文件系统是以文件、记录和数据项的结构组织数据的。文件系统的基本数据存取单位是记录，即文件系统按记录进行读写操作。在文件系统中，只有通过对整条记录的读取操作，才能获得其中数据项的信息，而不能直接对记录中的数据项进行数据存取操作。

2. 文件系统在数据管理上的主要缺点

文件系统在数据管理上的缺点主要表现在以下两方面：

(1) 文件系统的数据冗余度（Redundancy）大

由于文件系统采用面向应用的设计思想，系统中的数据文件都是与应用程序相对应的。这样，当不同的应用程序所需要的数据有部分相同时，也必须建立各自的文件，而不能共享相同的数据，因此就造成了数据冗余度大、浪费存储空间的问题。由于文件系统中相同数据需要重复存储和各自管理，就给数据的修改和维护带来了麻烦和困难，还特别容易造成数据



需要全本请访问 www.ertongbook.com