

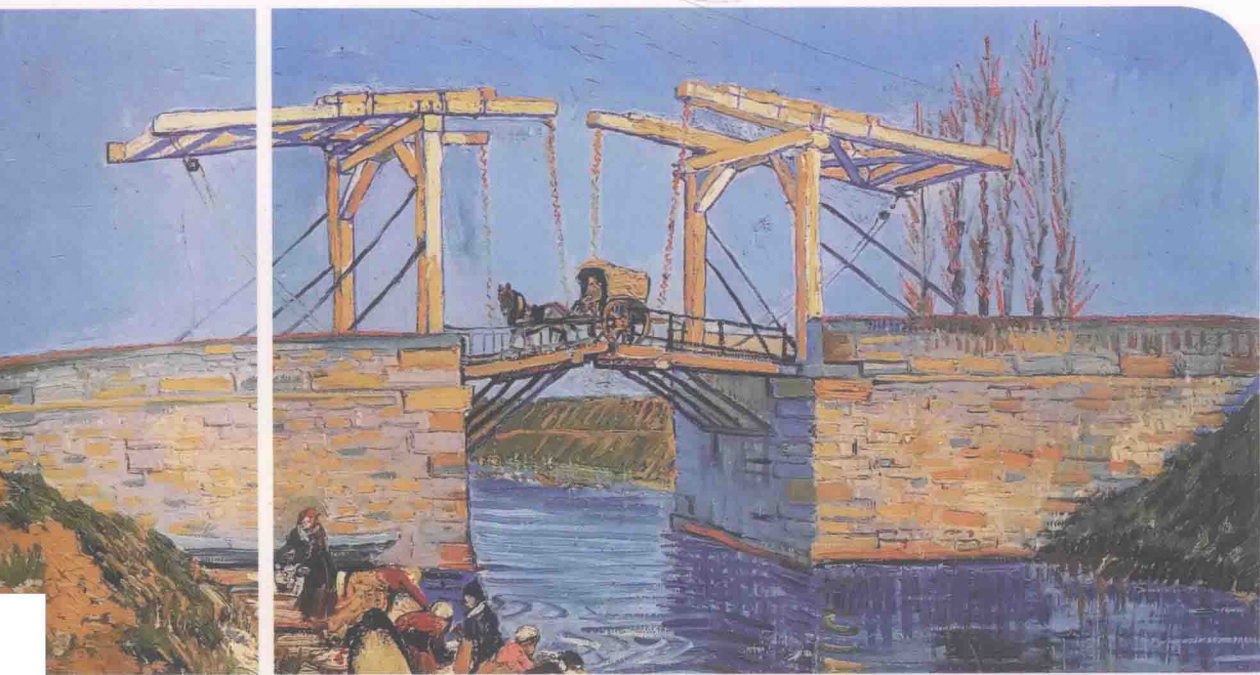


21世纪高等学校计算机  
专业实用规划教材

# 数据库原理与应用

## —— SQL Server 2012

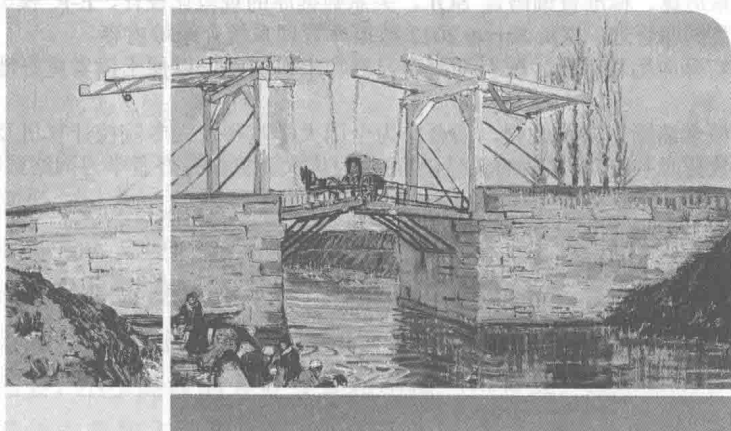
◎ 熊 婷 邹 璇 主 编  
王钟庄 刘 敏 副主编



清华大学出版社



21世纪高等学校计算机  
专业实用规划教材



# 数据库原理与应用

## —— SQL Server 2012

◎ 熊 婷 邹 璇 主 编  
王钟庄 刘 敏 副主编

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书根据普通本科院校的计算机教材要求,以突出重点、加强实践、学以致用为目的编写而成,较系统地全面地阐述了数据库系统的基础理论、基本技术和基本方法,共 11 章,具体内容主要包括数据库概论、数据库系统结构、关系运算、标准查询语言 SQL、关系数据库的规范化设计、E-R 模型的设计方法、关系数据库的设计方法、数据库管理、SQL Server 2012 数据库管理系统介绍等内容。

本书基础理论和实际应用相结合,配有例题、习题和上机实验,以便于读者更好地学习与掌握数据库的基本知识与技能。

本书内容全面,概念清晰,实用性强,适合作为全国大学本科及大专院校计算机及相关专业学生学习“数据库原理”“大型数据库系统”等课程的教材,也可作为广大计算机爱好者学习网络数据库技术的参考书。

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 2012/熊婷,邹璇主编. —北京:清华大学出版社,2019  
(21 世纪高等学校计算机专业实用规划教材)

ISBN 978-7-302-52148-8

I. ①数… II. ①熊… ②邹… 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(2019)第 010446 号

责任编辑:黄 芝 薛 阳

封面设计:刘 健

责任校对:焦丽丽

责任印制:宋 林

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)

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:三河市铭诚印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:20.5 字 数:496 千字

版 次:2019 年 3 月第 1 版 印 次:2019 年 3 月第 1 次印刷

印 数:1~1500

定 价:49.80 元

产品编号:081905-01

# 出版说明

随着我国改革开放的进一步深化，高等教育也得到了快速发展，各地高校紧密结合地方经济建设发展需要，科学运用市场调节机制，加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度，通过教育改革合理调整和配置了教育资源，优化了传统学科专业，积极为地方经济建设输送人才，为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是，高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要，不少高校的专业设置和结构不尽合理，教师队伍整体素质亟待提高，人才培养模式、教学内容和教学方法需要进一步转变，学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月，教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》，计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程（简称‘质量工程’）”，通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容，进一步深化高等学校教学改革，提高人才培养的能力和水平，更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中，各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势，对其特色专业及特色课程（群）加以规划、整理和总结，更新教学内容、改革课程体系，建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上，经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议，清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程，分别规划出版系列教材，以配合“质量工程”的实施，满足各高校教学质量和教学改革的需要。

本系列教材立足于计算机专业课程领域，以专业基础课为主、专业课为辅，横向满足高校多层次教学的需要。在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点。

(1) 反映计算机学科的最新发展，总结近年来计算机专业教学的最新成果。内容先进，充分吸收国外先进成果和理念。

(2) 反映教学需要，促进教学发展。教材要适应多样化的教学需要，正确把握教学内容和课程体系的改革方向，融合先进的教学思想、方法和手段，体现科学性、先进性和系统性，强调对学生实践能力的培养，为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

(3) 实施精品战略，突出重点，保证质量。规划教材把重点放在公共基础课和专业基础课的教材建设上；特别注意选择并安排一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版，逐步形成精品教材；提倡并鼓励编写体现教学质量和教学改革成果的教材。

(4) 主张一纲多本，合理配套。专业基础课和专业课教材配套，同一门课程有针对不同层次、面向不同应用的多本具有各自内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化，基本教材与辅助教材、教学参考书，文字教材与软件教材的关系，实现教材系列资源配套。

(5) 依靠专家，择优选用。在制定教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教

材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时,要引入竞争机制,通过申报、评审确定主题。书稿完成后要真实实行审稿程序,确保出书质量。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平教材编写梯队才能保证教材的编写质量和建设力度,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校计算机专业实用规划教材

联系人: 魏江江 [weijj@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:weijj@tup.tsinghua.edu.cn)

# 前 言

---

数据库技术是 20 世纪 60 年代兴起的一门综合性数据库管理技术，也是信息管理中一项非常重要的技术。随着计算机及网络技术的快速发展与应用，数据库技术得到日益广泛的应用。

“数据库原理与应用”这门课程是计算机有关专业的主干课程，对于这门课程的教学历来重理论轻实践，学生学完后，总感觉没有学到什么知识，对于书本的理论知识也是似懂非懂，不知如何把理论知识应用到实际的程序设计中。针对这种情况，本书加强了实践教学内容，特别强调了数据库的实际操作知识和利用嵌入式 SQL 开发数据库应用系统知识。在讲述理论知识时尽量多讲实例，避免枯燥无味的纯理论教学。本书除了每章有大量实例外，最后还有配套的上机实验内容，以便于学生更好地学习与掌握数据库的基本知识与技能。

本书共分为 11 章。第 1 章数据库概论；第 2 章数据库系统结构；第 3 章关系运算；第 4 章标准查询语言 SQL；第 5 章关系数据库的规范化设计；第 6 章 E-R 模型的设计方法；第 7 章关系数据库的设计方法；第 8 章数据库管理；第 9 章 SQL Server 2012 数据库管理系统介绍；第 10 章 SQL Server 编程；第 11 章数据库应用系统开发实训。

本书由南昌大学科学技术学院计算机系组织，由多年从事“数据库原理与应用”一线教学、具有丰富教学经验和实践经验的教师编写。其中，熊婷编写了第 1~4 章、第 10 章和附录 B，邹璇编写了第 5、6 章和第 11 章，王钟庄编写了第 7~9 章和附录 A、附录 B 中的部分内容。另外，张炘、梅毅、邓伦丹、罗少彬、兰长明、周权来、罗丹、李昆仑、汪滢、吴赟婷、张剑、罗婷等为本书的编写做了大量的辅助工作，并提出了许多宝贵意见。尽管大家在编写本书时花费了大量的时间和精力，但由于水平有限，书中疏漏和不当之处在所难免，敬请各位读者批评指出，以便再版时改正。

本书在编写过程中，得到南昌大学科学技术学院及各部门领导和清华大学出版社的大力支持，对此我们表示衷心感谢！

编 者  
2018 年 9 月

# 目 录

第 1 章 数据库概论	1
1.1 数据管理技术的发展阶段与数据库技术概念	1
1.1.1 数据管理技术的三个发展阶段	1
1.1.2 数据库管理阶段产生的三大新技术	4
1.1.3 数据库系统的主要特点	4
1.1.4 数据库技术中的几个主要名称	5
1.2 数据库技术的新发展	7
1.2.1 数据库技术研究的主要领域	7
1.2.2 数据库技术的新发展	8
小结	13
习题	14
第 2 章 数据库系统结构	16
2.1 数据模型	16
2.1.1 数据描述	16
2.1.2 数据模型的定义和组成结构数据模型的三要素	17
2.1.3 实体-联系模型简述	19
2.1.4 结构数据模型	22
2.2 数据库系统结构	26
2.2.1 数据库系统的三级模式结构	27
2.2.2 数据库的二级映像功能与数据独立性	28
2.2.3 数据库管理系统的工作过程	29
小结	30
习题	30
第 3 章 关系运算	33
3.1 关系数据模型	33
3.1.1 关系数据模型的定义	33
3.1.2 关键码和表之间的联系	35
3.1.3 关系模式	36
3.1.4 关系模型的完整性规则	37

3.2	关系运算	39
3.2.1	关系查询语言和关系运算	39
3.2.2	关系代数运算符的分类	40
3.2.3	传统的集合运算	41
3.2.4	专门的关系运算	43
3.2.5	关系代数表达式应用举例	48
3.2.6	扩充的关系代数操作	50
3.3	关系代数表达式的查询优化	52
	小结	58
	习题	58
<b>第4章</b>	<b>标准查询语言 SQL</b>	<b>61</b>
4.1	SQL 概述及其数据定义	61
4.1.1	SQL 的基本概念及其特点	61
4.1.2	SQL 的数据定义	63
4.1.3	SQL 对索引的创建与删除	66
4.2	SQL 的数据查询	67
4.2.1	SELECT 命令的格式及其含义	68
4.2.2	单表查询	68
4.2.3	多表间联接和合并查询	76
4.2.4	嵌套查询	78
4.2.5	保存查询结果及分步查询	82
4.3	SQL 的数据更新与视图	83
4.3.1	插入数据	83
4.3.2	修改数据	85
4.3.3	删除数据	86
4.3.4	视图创建、删除与更新	87
4.3.5	SQL 数据控制	89
	小结	89
	习题	89
<b>第5章</b>	<b>关系数据库的规范化设计</b>	<b>93</b>
5.1	关系模式的设计问题	93
5.1.1	概述	93
5.1.2	关系模式存在的问题	93
5.2	规范化理论	96
5.2.1	函数依赖	96
5.2.2	码	98
5.2.3	范式	99

5.3	Armstrong 公理系统	105
5.3.1	Armstrong 公理系统推理规则	105
5.3.2	属性集的闭包	106
5.3.3	最小函数依赖集	106
5.3.4	规范化模式设计的三个原则	107
	小结	110
	习题	111
<b>第 6 章</b>	<b>E-R 模型的设计方法</b>	<b>114</b>
6.1	E-R 模型的基本元素	114
6.2	属性的基本分类	116
6.2.1	属性类别分类	116
6.2.2	属性取值特点分类	116
6.3	联系的设计方法	118
6.4	E-R 模型的扩充	121
6.5	E-R 模型实例介绍	123
	小结	126
	习题	127
<b>第 7 章</b>	<b>关系数据库的设计方法</b>	<b>129</b>
7.1	数据库设计概述	129
7.1.1	数据库设计的内容	129
7.1.2	数据库设计的特点	130
7.1.3	数据库设计的方法简述	130
7.1.4	数据库设计的步骤	131
7.1.5	数据库应用系统生命周期	134
7.2	数据库系统的需求分析	135
7.2.1	需求分析的任务	135
7.2.2	需求分析的方法	135
7.2.3	数据字典	136
7.2.4	数据流图	137
7.3	概念结构设计	138
7.3.1	概念结构设计的特点	138
7.3.2	概念结构设计的方法与步骤	139
7.3.3	数据抽象与局部视图设计	140
7.3.4	全局 E-R 模型设计	142
7.4	数据库系统的逻辑设计	146
7.4.1	逻辑结构设计的任务和步骤	146
7.4.2	E-R 图向关系模型的转换	147

7.4.3	数据模型的优化	148
7.5	数据库的物理设计	148
7.5.1	确定物理结构	149
7.5.2	确定数据库的存储结构	150
7.5.3	评价物理结构	150
7.6	数据库的实现	150
7.6.1	建立实际数据库结构	150
7.6.2	数据的载入和应用程序的调试	150
7.6.3	编制与调试应用程序	151
7.6.4	数据库的试运行	151
7.7	数据系统的运行和维护	152
	小结	153
	习题	153
<b>第 8 章</b>	<b>数据库管理</b>	<b>156</b>
8.1	数据库中事务的概念	156
8.2	数据库的恢复	157
8.2.1	事务的故障	157
8.2.2	数据库恢复的基本原理及实现技术	158
8.2.3	故障恢复策略	160
8.3	数据库的并发控制	160
8.3.1	并发控制概述	161
8.3.2	封锁及其解决问题的办法	162
8.4	数据库的完整性	167
8.4.1	数据库完整性约束条件的分类	167
8.4.2	数据库完整性控制	168
8.5	数据库的安全性	169
	小结	171
	习题	171
<b>第 9 章</b>	<b>SQL Server 2012 数据库管理系统介绍</b>	<b>174</b>
9.1	SQL Server 2012 概述	174
9.1.1	什么是 SQL Server 2012	174
9.1.2	SQL Server 2012 的版本	175
9.1.3	SQL Server 2012 的主要组件与实用程序	176
9.2	数据库的创建及其管理	182
9.2.1	系统数据库	182
9.2.2	使用 SQL Server Management Studio 创建数据库	183
9.2.3	使用 SQL Server Management Studio 查看数据库信息	185

9.2.4	使用 SQL Server Management Studio 修改数据库	186
9.2.5	使用 SQL Server Management Studio 删除数据库	189
9.2.6	使用 SQL Server Management Studio 分离数据库	190
9.2.7	使用 SQL Server Management Studio 附加数据库	190
9.3	数据表的创建及其管理	192
9.3.1	SQL Server 数据类型	192
9.3.2	使用 SQL Server Management Studio 创建数据表	193
9.3.3	使用 SQL Server Management Studio 查看数据表	194
9.3.4	使用 SQL Server Management Studio 修改数据表	195
9.3.5	使用 SQL Server Management Studio 删除数据表	199
9.4	数据的添加、修改、删除和查询	199
9.4.1	使用 SQL Server Management Studio 添加数据	199
9.4.2	使用 SQL Server Management Studio 修改数据	199
9.4.3	使用 SQL Server Management Studio 删除数据	200
9.4.4	使用 SQL Server Management Studio 查询数据	200
9.5	数据完整性	202
9.5.1	SQL Server 2012 完整性概述	202
9.5.2	主键约束	203
9.5.3	规则	204
9.5.4	默认	207
9.5.5	数据库关系图	209
9.6	视图	212
9.6.1	视图设计窗口	212
9.6.2	使用 SQL Server Management Studio 创建视图	213
9.6.3	使用 SQL Server Management Studio 查看及修改视图	215
9.6.4	使用 SQL Server Management Studio 删除视图	216
9.7	数据库备份与还原	216
9.7.1	使用命令语句备份和还原数据库	216
9.7.2	使用 SQL Server Management Studio 备份数据库	218
9.7.3	使用 SQL Server Management Studio 还原数据库	221
9.7.4	使用 SQL Server Management Studio 导入/导出数据表	223
	小结	229
	习题	229
<b>第 10 章</b>	<b>SQL Server 编程</b>	<b>232</b>
10.1	嵌入式 SQL	232
10.1.1	嵌入式 SQL 介绍	232
10.1.2	C#平台下的嵌入式 SQL	233

10.1.3	Java 平台下的嵌入式 SQL .....	236
10.2	过程化 SQL .....	239
10.2.1	常量 .....	239
10.2.2	变量 .....	240
10.2.3	SQL 流程控制 .....	241
10.3	程序中的批处理、脚本、注释 .....	246
10.3.1	批处理 .....	246
10.3.2	脚本 .....	248
10.3.3	注释 .....	248
10.4	存储过程 .....	249
10.4.1	存储过程概述 .....	249
10.4.2	存储过程的类型 .....	250
10.4.3	创建、执行、修改、删除简单存储过程 .....	250
10.4.4	创建和执行含参数的存储过程 .....	256
10.4.5	存储过程的重新编译 .....	256
10.4.6	系统存储过程与扩展存储过程 .....	257
10.5	触发器 .....	257
10.5.1	触发器的概念与作用 .....	257
10.5.2	触发器的种类 .....	258
10.5.3	触发器的创建 .....	258
10.5.4	触发器的修改 .....	260
10.5.5	触发器的删除 .....	260
	小结 .....	261
	习题 .....	261
<b>第 11 章</b>	<b>数据库应用系统开发实训 .....</b>	<b>264</b>
11.1	系统需求分析 .....	264
11.2	系统功能结构图 .....	265
11.3	系统数据流图 .....	265
11.4	系统 E-R 图设计 .....	266
11.5	系统数据库设计 .....	266
11.6	系统实现 .....	267
11.6.1	公共类的设计与实现 .....	267
11.6.2	登录模块的设计与实现 .....	270
11.6.3	管理员主窗体设计与实现 .....	272
11.6.4	用户主窗体设计与实现 .....	285
	小结 .....	290
	习题 .....	290

附录 A 上机实验	291
实验 1 SQL Server 2012 数据库的建立与维护	291
实验 2 利用 SQL 创建数据库表及其索引	292
实验 3 利用 SQL 语句对数据库表的单表查询	294
实验 4 利用 SQL 语句对数据库表的多表查询	295
实验 5 利用 SQL 语句对数据库表的数据更新及视图操作	296
实验 6 利用 Visio 软件制作 E-R 模型	297
实验 7 SQL Server 2012 数据库表及其关系图的建立、规则和默认的设置	297
实验 8 SQL Server 2012 数据库表的查询和视图建立	299
实验 9 SQL Server 2012 数据库的备份和还原	300
实验 10 存储过程与触发器的实现	301
附录 B SQL Server 2012 常用的系统函数及使用	303
参考文献	312

数据库技术是计算机科学领域中非常重要的、也是发展最快的分支之一，是信息系统的核心和基础，它的出现极大地促进了计算机应用向各行各业的渗透。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一个国家信息化程度的重要标志。“数据库原理与应用”这门课程是掌握数据库技术的必修课程。

数据库概论知识是了解和掌握数据库原理及其应用的基础，只有理解了这些基础知识，才能开始进一步学习数据库原理的理论和实践知识。本章主要介绍数据库管理技术发展的三个过程，介绍数据库技术中数据、数据库、数据库管理系统和数据库系统的基本概念，同时阐明数据库系统的主要特点和数据库技术的发展方向。

## 1.1 数据管理技术的发展阶段与数据库技术概念

数据处理实际应用的日益改进引发了数据库技术不断发展，数据处理需要存储大量数据，在计算机中存储数据的硬件是存储器。在20世纪50年代末，存储器只能存储5~10MB的信息容量，到20世纪60年代末才达到近100MB的容量，初步具有了存放大量数据信息的条件，数据管理技术才真正开始发展。所以说，数据管理技术的发展是与计算机中外部存储器的发展密切相关的。从20世纪70年代开始，存储器的存储容量得到飞速发展，现在，几百吉字节的硬盘随处都可以买到，数据库中存储数据的困难完全解决，数据管理新技术在不断出现。

下面介绍数据管理技术的三个发展阶段和数据库技术的基本概念。

### 1.1.1 数据管理技术的三个发展阶段

从20世纪50年代开始至20世纪70年代初，数据管理技术的发展经历了人工管理、文件管理和数据库管理三个阶段。

#### 1. 人工管理阶段

在20世纪50年代中期之前，计算机主要用于科学计算。在硬件设施方面，外存只有纸带、卡片、磁带，没有磁盘等直接存取设备；在软件方面，没有操作系统和管理数据的软件；数据处理方式是批处理。在这种情况下，数据管理的基本方法只能是采用人工管理。

人工管理数据具有以下三个特点。

(1) 数据不能长期保存在计算机内。在当时的科学计算中，计算所需的原始数据连同程序一起输入内存，运算后输出结果，随着计算任务的完成和程序作业退出计算机系统，数据空间连同程序空间一起被释放。

(2) 数据不共享。数据是面向应用的，一组数据只能对应一个程序。如果多个应用程序涉及某些相同的数据，由于必须各自进行定义，无法进行数据的参照，因此程序间数据不能共享，有大量的冗余数据。

(3) 数据不具有独立性。数据的独立性包括数据的逻辑独立性和数据的物理独立性。当数据的逻辑结构或物理结构发生变化时，必须对应用程序做出相应的修改。当时只有程序 (Program) 的概念，没有文件的概念。

在人工管理阶段，程序与数据之间的对应关系可用图 1.1 表示。



图 1.1 数据处理的人工管理阶段

## 2. 文件管理阶段

文件管理阶段 (20 世纪 50 年代末—20 世纪 60 年代末)，当时计算机不仅用于数据计算，还用于信息管理，这时需要对数据进行增加、修改、删除等操作，还要保存下来，并根据需要进行维护，此时硬件水平已有较大的提高，出现了磁盘、磁鼓等存储设备；软件水平已有成熟的高级语言，并开始使用操作系统，数据处理已应用联机实时处理和批处理方式。

以文件形式处理数据具有如下特点。

(1) 数据以“文件”形式可以长期保存在外部存储器的磁盘上。由于计算机除了科学计算外，还要进行信息管理，因此可以对文件进行查询和各种更新操作。

(2) 数据的逻辑结构与物理结构有了区别，但比较简单。与数据打交道，不需要知道数据的物理位置，只要知道文件名及其位置就可以。

(3) 文件组织已有多多样化。有索引文件、链接文件和直接存取文件，但这些文件之间是相互独立的，没有联系，获取它们之间的数据要依靠程序去解决。

(4) 数据不再属于某个特定的程序，可以重复使用，即数据面向应用。一般来说，设计文件时总是根据某一要求进行设计，所以总是与程序密切相关，缺乏真正的独立性。

(5) 对数据的操作以记录为单位。在设计文件时，完全是为了存储数据和让程序方便获得数据，所以不会去记录数据的结构，所有数据的更新全靠编写程序去解决。

虽然文件中的数据没有记录结构，但文件管理阶段是数据管理技术发展阶段中的重要一步。在这一阶段中，为了能在文件中快速得到数据，程序中的结构算法得到了很大的发展，为数据管理技术的发展打下了坚实的基础。直到现在，许多高级语言中还在使用这种方法获取数据。

由于文件管理阶段中设计的文件相互独立，本质上仍存在许多缺陷，主要是数据冗余大、各文件中数据的不一致性不可避免、数据之间联系弱。

例如某一单位，要管理职工的档案、工资和医保，因此要建立三个文件：职工工资文件、职工档案文件、职工医保文件。在每一个文件中，必须要有职工号、职工姓名、性别、年龄、单位、级别等内容，否则很难正确管理。从现在的观点来看，这样做存在着明显的结构上的问题，形成重复输入，具有增加大量内存、浪费资源、增加成本等缺点。

在 20 世纪 60 年代中期，即文件管理阶段的后期，数据管理规模一再扩大，数据量急剧增加，为了提高系统性能，人们开始对文件系统加以扩充，研制出倒排文件系统 (Inverted File)。倒排文件是索引文件的推广，对每个字段都提供单独的索引，这些文件很适合于信息检索系统。其缺点是要占用许多内存 (而当时内存昂贵)。倒排文件系统的出现虽然属于文件管理阶段，但它大大提高了对当时许多数据查询和处理的速度。

在文件管理阶段，程序与数据之间的对应关系可用图 1.2 表示。

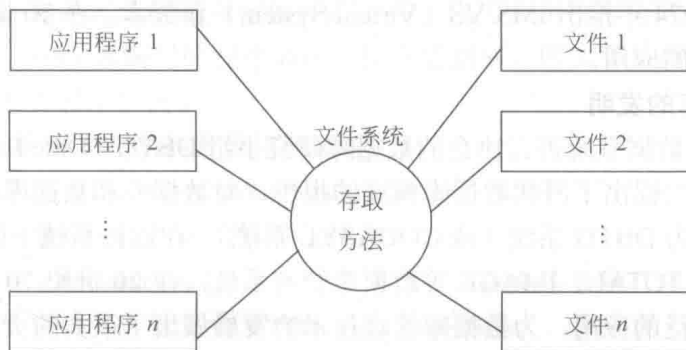


图 1.2 数据处理的文件管理阶段

### 3. 数据库管理阶段

20 世纪 60 年代末以来，计算机用于数据处理发展为大规模管理，数据量大大增加；硬件方面出现了大容量磁盘 (能生产上百兆字节容量的硬盘)，而价格却大大降低；软件价格越来越贵，使得编写程序和维护软件的成本增加；在处理方式上，联机实时处理方式越来越多，分布式处理也已经开始实施。原先文件系统处理的方式已不能满足要求，为了解决数据共享的要求，能够用来统一管理数据的数据库管理系统随即产生。

在数据库管理阶段，程序与数据之间的对应关系可用图 1.3 表示。

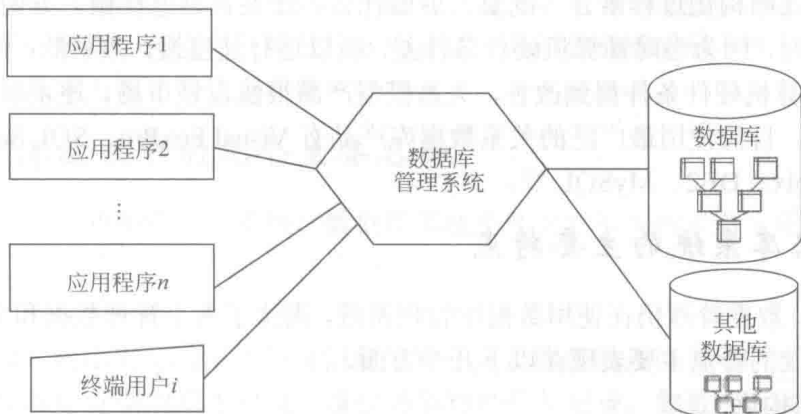


图 1.3 数据处理的数据库管理阶段

从图 1.3 可以看出,所有数据都放在数据库内,是公用的,也就是说是共享的,所有应用程序都可以通过数据库管理系统来调用数据。

## 1.1.2 数据库管理阶段产生的三大新技术

### 1. 层次数据库的发明

随着利用计算机进行数据计算技术的迅速发展,许多有实力的公司都愿意花钱和时间来发展这方面的技术。1968年,当时具有很强实力的美国 IBM 公司与当时一家火箭公司为阿波罗登月火箭处理数据,研制出 IMS(Information Management System, 信息管理系统),这是一个典型的层次数据库系统,当时命名为 IMS/1,安装在 IBM 360/370 计算机上,1969年9月正式投入运行,取得了很大的成功,为当时数据库的发展做出了重要贡献。

这一系统在 1974 年推出 IMS/VS (Virtual System) 新版本,在 20 世纪 70 年代的商业和金融业得到广泛的应用。

### 2. 网状数据库的发明

1969年,美国数据系统语言协会的数据库研究小组 DBTG (Date Base Task Group, 专门研究数据库语言)提出了网状数据库系统的报告,对数据库和数据库操作的环境建立了统一的规范,被称为 DBTG 系统(或 CODASYL 系统)。在这种系统下研制成功的 IDMS、IDS II、DMS100、TOTAL、IMAGE 等数据库管理系统,在 20 世纪 70 年代至 20 世纪 80 年代中期得到了广泛的应用,为数据库管理技术的发展做出了很大的贡献。

### 3. 关系数据库的发明

1970年,IBM 公司的一位科学家 E.F.Codd 首先在美国计算机学会通信杂志上发表关系型数据库方面的论文 *A Relation Model of Data for Large Shared Data Banks*, 现代数据库的许多概念都是从这篇文章中的思想继承和发展来的,它奠定了关系数据库的理论基础。由于关系数据库模型简单,为任何一种关系数据库管理系统提供了一种统一的结构,这种结构就是二维表,用户在使用时不必去考虑数据链接的方法和存放数据结构等复杂的问题。

由于关系数据库模型的建立是在集合论和谓词演算的基础上,所以形成的数据库语言是一种非过程性语言。所谓非过程性语言是指编写程序时,只要告诉系统做什么,不必告诉怎样做,它比结构化过程语言(既要告诉做什么,还要告诉怎样做)方便很多。关系模型在开始使用时,因为当时计算机硬件条件差,所以运行速度慢,效率低;但到了 20 世纪 80 年代初,计算机硬件条件得到改善,关系模型产品很快占领市场,逐步取代层次模型和网状模型产品。目前使用最广泛的关系数据库产品有 Visual FoxPro、SQL Server、Sybase、Oracle、Informix、DB2、MySQL 等。

## 1.1.3 数据库系统的主要特点

时至今日,数据管理仍在使用数据库管理系统,淘汰了人工管理数据和文件管理数据。数据库管理系统的特点主要表现在以下几个方面。

### 1. 数据结构化

数据库系统采用数据模型表示复杂的数据结构,这是数据库与文件系统的根本区别。在文件系统中,相互独立的文件记录内部是有结构的,最简单的形式是等长记录,这种结