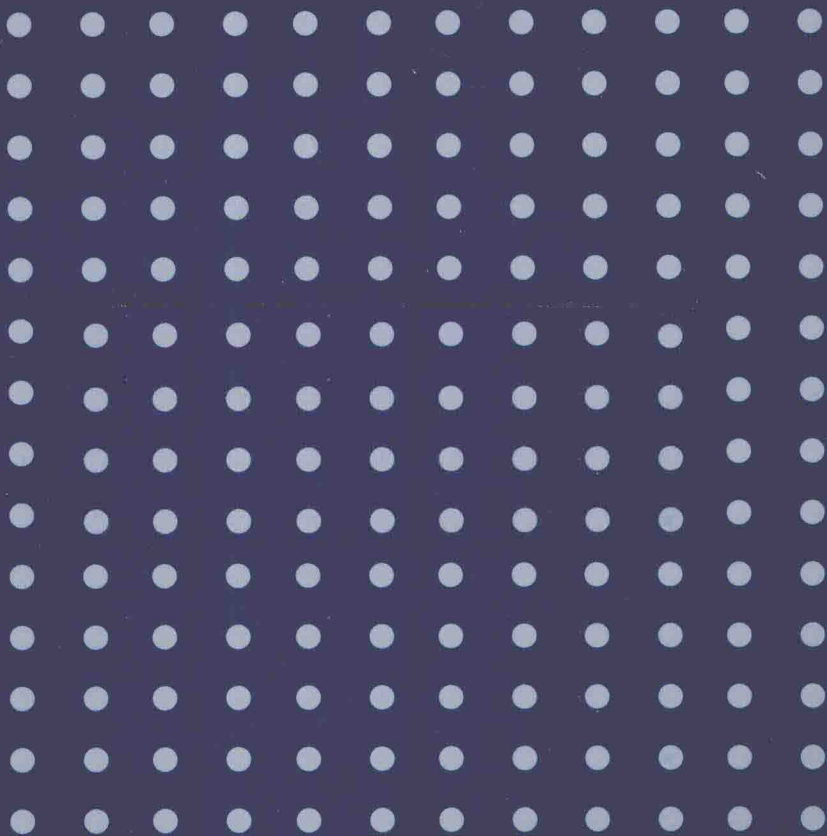


重点大学计算机专业系列教材

# 数据库原理与技术

## ——基于SQL Server 2012

李春葆 主编  
陈良臣 曾平 喻丹丹 编著



清华大学出版社

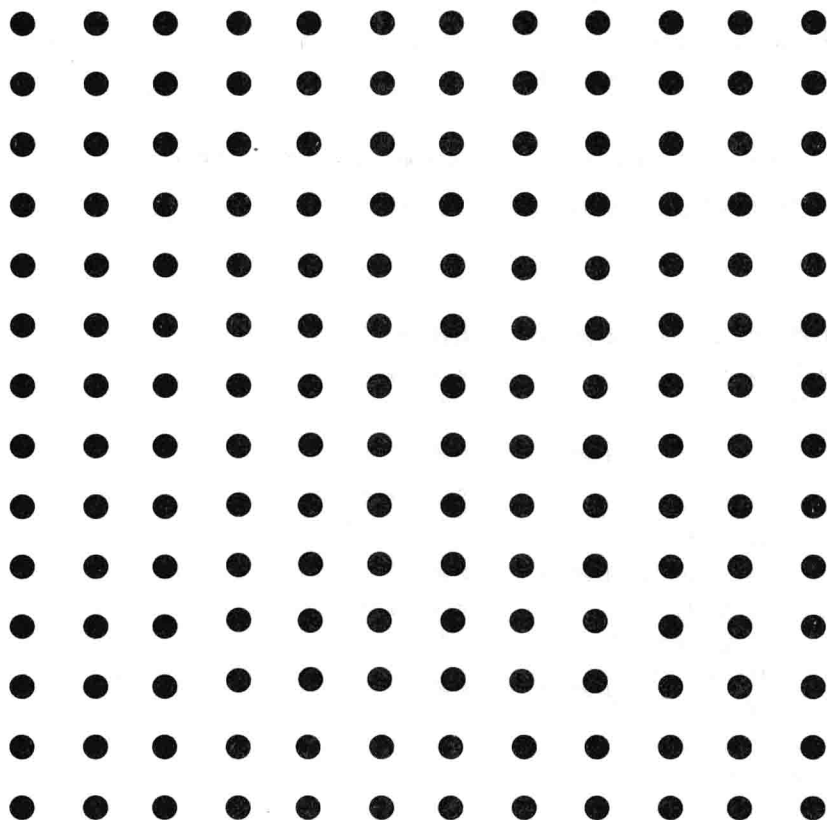


重点大学计算机专业系列教材

# 数据库原理与技术

## ——基于SQL Server 2012

李春葆 主编  
陈良臣 曾平 喻丹丹 编著



清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书讲授数据库基本原理和技术,并以 SQL Server 2012 为平台介绍数据库管理系统的应用。全书分为两个部分,第 1~5 章介绍数据库的一般原理;第 6~18 章介绍 SQL Server 的数据管理技术。

本书由浅入深、循序渐进地介绍各个知识点,提供了大量例题并做了深入的剖析,有助于读者理解概念和巩固知识;各章都有一定数量的练习题,附录中给出了部分练习题的参考答案和 10 个上机实验题,便于学生学习和上机实训。

本书可以作为各类院校计算机科学与技术及相关专业的“数据库原理与技术”课程的教学用书,对于计算机应用人员和计算机爱好者而言本书也是一本实用的自学参考书。

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

数据库原理与技术:基于 SQL Server 2012/李春葆主编. —北京:清华大学出版社,2015

重点大学计算机专业系列教材

ISBN 978-7-302-40073-8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 089606 号

责任编辑:魏江江 王冰飞

封面设计:傅瑞学

责任校对:白 蕾

责任印制:何 芊

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:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:26 字 数:630 千字

版 次:2015 年 8 月第 1 版 印 次:2015 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:44.50 元

---

产品编号:064094-01

# 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公共课程领域,以公共基础课为主、专业基础课为辅,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) 面向多层次、多学科专业,强调计算机在各专业中的应用。教材内容坚持基本理论适度,反映各层次对基本理论和原理的需求,同时加强实践和应用环节。

(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,在选择教材内容和编写体系时注意体现素质教育、创新能力与实践能力的培养,为学生的知识、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。基础课和专业基础课教材配套,同一门课程可以有针对不同层次、面向不同专业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。书稿完成后要认真实行审稿程序,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基础实用规划教材  
联系人:魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

# 前 言

---

数据库技术是目前 IT 行业中发展最快的技术之一,已经广泛应用于各种类型的数据处理系统之中,了解并掌握数据库知识已经成为各类科技人员和管理人员的基本要求。现在,“数据库原理与技术”课程已成为普通高校计算机及相关专业本、专科学生的一门重要的专业课程,本课程既具有较强的理论性,又具有很强的实践性。

本书基于 SQL Server 2012 讨论数据库的原理和技术。全书分为两部分,第 1~5 章为数据库基础部分,介绍数据库的一般原理。其中,第 1 章为数据库系统概述,第 2 章为数据模型,第 3 章为关系数据库,第 4 章为关系数据库规范化理论,第 5 章为数据库设计。第 6~18 章为 SQL Server 数据库管理和应用部分,介绍 SQL Server 2012 的数据管理方法和数据访问技术。其中,第 6 章为 SQL Server 系统概述,第 7 章为创建和删除数据库,第 8 章为创建和使用表,第 9 章为 T-SQL 基础,第 10 章为 T-SQL 程序设计,第 11 章为索引和视图,第 12 章为数据完整性,第 13 章为事务处理和数据锁定,第 14 章为函数和存储过程,第 15 章为触发器,第 16 章为 SQL Server 的安全管理,第 17 章为数据文件安全和灾难恢复,第 18 章为 SQL Server 数据访问技术。本书中带“\*”部分为选修内容。

本书每章都给出了一定数量的练习题,附录 A 给出了部分练习题的参考答案,附录 B 给出了 SQL Server 数据管理的上机实验题供读者选做。

本书内容由浅入深、循序渐进、通俗易懂,适合自学,既讲授一般性的数据库原理,又突出数据库实际应用技术。书中提供了大量例题,有助于读者理解概念、巩固知识、掌握要点、攻克难点。本书可以作为各类院校计算机科学与技术及相关专业的“数据库原理与技术”课程的教学用书,对于计算机应用人员和计算机爱好者而言本书也是一本实用的自学参考书。

为便于教学和学习,本书提供了完整的配套资源,包括 PPT 课件、全部上机实验题参考答案、示例数据库文件和第 18 章的程序,这些资源均可从清华大学出版社网站下载。

由于编者水平所限,书中难免存在不足之处,敬请广大读者指正。编者的 E-mail 为 licb1964@126.com。

编 者

2015 年 5 月

# 目 录

---

第 1 章 数据库系统概述	1
1.1 数据和数据管理	1
1.2 数据管理技术的发展	2
1.2.1 人工管理阶段(20 世纪 50 年代)	2
1.2.2 文件系统阶段(20 世纪 60 年代)	2
1.2.3 数据库系统阶段(20 世纪 60 年代后期)	3
1.3 数据库系统	5
1.4 数据库管理系统	7
1.4.1 DBMS 的主要功能	7
1.4.2 DBMS 的组成	7
1.4.3 常用的 DBMS	9
练习题 1	9
第 2 章 数据模型	10
2.1 什么是数据模型	10
2.1.1 三个世界及其关系	10
2.1.2 两类模型	11
2.2 概念模型	13
2.2.1 实体间的联系方式	13
2.2.2 实体-联系表示法	14
2.2.3 设计 E-R 图的基本步骤	16
2.3 DBMS 支持的数据模型	17
2.3.1 数据模型的组成要素	17
2.3.2 3 种基本的数据模型	17
2.4 数据库系统的体系结构	23
2.4.1 数据库系统模式的概念	23
2.4.2 数据库系统的三级组织结构	23
2.4.3 3 个模式之间的两层映像	24
2.4.4 数据库系统的结构	26
练习题 2	28

<b>第 3 章 关系数据库</b> .....	29
3.1 关系和关系数据库 .....	29
3.1.1 关系的概念 .....	29
3.1.2 关系数据库的概念 .....	30
3.1.3 关系操作语言 .....	30
3.2 关系代数 .....	31
3.2.1 传统的集合运算 .....	31
3.2.2 专门的关系运算 .....	32
3.3 关系演算 .....	37
3.3.1 元组关系演算 .....	37
3.3.2 域关系演算 .....	39
3.4 SQL 简介 .....	40
3.4.1 SQL 概述 .....	40
3.4.2 SQL 语言的分类 .....	41
3.4.3 SQL 支持的标准和发展历史 .....	41
练习题 3 .....	41
<b>第 4 章 关系数据库规范化理论</b> .....	43
4.1 为什么要对关系模式进行规范化 .....	43
4.1.1 问题的提出 .....	43
4.1.2 问题的解决 .....	44
4.1.3 关系模式规范化概述 .....	45
4.2 函数依赖 .....	45
4.2.1 函数依赖的定义 .....	45
4.2.2 函数依赖与属性关系 .....	46
4.2.3 函数依赖的分类 .....	46
4.2.4 Armstrong 公理 .....	47
4.2.5 闭包及其计算 .....	48
4.2.6 函数依赖集的等价和覆盖 .....	49
4.2.7 最小函数依赖集 .....	50
4.2.8 确定候选码 .....	51
4.3 关系模式的规范化 .....	52
4.3.1 关系与范式 .....	52
4.3.2 常用的几种范式 .....	52
4.3.3 关系模式的规范化过程 .....	56
4.4 关系模式分解的理论 .....	57
4.4.1 模式分解的定义 .....	57
4.4.2 无损分解的定义和性质 .....	58



4.4.3	无损分解的检验算法 .....	58
4.4.4	函数依赖保持性 .....	60
4.4.5	模式分解算法 .....	60
4.5	关系数据库规范化应用实例 .....	62
	练习题 4 .....	67
<b>第 5 章</b>	<b>数据库设计 .....</b>	<b>69</b>
5.1	数据库设计概述 .....	69
5.2	需求分析 .....	70
5.2.1	需求分析的步骤 .....	70
5.2.2	需求分析的方法 .....	71
5.3	概念结构设计 .....	74
5.3.1	概念结构设计的方法和步骤 .....	74
5.3.2	局部 E-R 模型设计 .....	76
5.3.3	总体 E-R 模型设计 .....	77
5.4	逻辑结构设计 .....	79
5.4.1	E-R 模型向关系模型的转换 .....	80
5.4.2	优化模型 .....	81
5.4.3	设计适合 DBMS 的关系模式 .....	82
5.5	物理结构设计 .....	82
5.6	数据库的实施和维护 .....	82
	练习题 5 .....	83
<b>第 6 章</b>	<b>SQL Server 系统概述 .....</b>	<b>85</b>
6.1	SQL Server 2012 系统简介 .....	85
6.1.1	SQL Server 的发展历史 .....	85
6.1.2	SQL Server 2012 的各种版本 .....	86
6.1.3	SQL Server 2012 的组成结构和主要管理工具 .....	87
6.2	SQL Server 的安装 .....	89
6.3	SQL Server 2012 的工具和实用程序 .....	97
6.3.1	SQL Server 管理控制器 .....	97
6.3.2	SQL Server 配置管理器 .....	100
6.4	SQL Server 的体系结构 .....	100
6.4.1	SQL Server 的客户机/服务器体系结构 .....	101
6.4.2	SQL Server 的总体架构 .....	101
6.4.3	一个基本的 SELECT 查询的执行流程 .....	102
	练习题 6 .....	104

<b>第 7 章 创建和删除数据库</b> .....	105
7.1 数据库对象 .....	105
7.2 系统数据库 .....	105
7.3 SQL Server 数据库的存储结构 .....	106
7.3.1 文件和文件组 .....	106
7.3.2 数据库的存储结构 .....	107
7.3.3 事务日志 .....	109
7.4 创建和修改数据库 .....	109
7.4.1 创建数据库 .....	109
7.4.2 修改数据库 .....	110
7.5 重命名和删除数据库 .....	114
7.5.1 重命名数据库 .....	114
7.5.2 删除数据库 .....	115
练习题 7 .....	117
<b>第 8 章 创建和使用表</b> .....	118
8.1 表的概念 .....	118
8.1.1 什么是表 .....	118
8.1.2 表中数据的完整性 .....	118
8.2 创建表 .....	119
8.3 修改表的结构 .....	122
8.4 数据库关系图 .....	124
8.4.1 建立数据库关系图 .....	124
8.4.2 删除关系和数据库关系图 .....	127
8.5 更改表名 .....	127
8.6 删除表 .....	128
8.7 记录的新增和修改 .....	128
8.8 表的两种特殊类型的列 .....	129
练习题 8 .....	132
<b>第 9 章 T-SQL 基础</b> .....	133
9.1 T-SQL 语句的执行 .....	133
9.2 数据定义语言 .....	134
9.2.1 数据库的操作语句 .....	134
9.2.2 表的操作语句 .....	139
9.3 数据操纵语言 .....	141
9.3.1 INSERT 语句 .....	141
9.3.2 UPDATE 语句 .....	142

9.3.3	DELETE 语句 .....	142
9.4	数据查询语言 .....	142
9.4.1	投影查询 .....	143
9.4.2	选择查询 .....	144
9.4.3	排序查询结果 .....	144
9.4.4	使用聚合函数 .....	145
9.4.5	连接查询 .....	149
9.4.6	子查询 .....	153
9.4.7	空值及其处理 .....	160
*9.5	关系数据库系统的查询优化 .....	161
	练习题 9 .....	164
<b>第 10 章</b>	<b>T-SQL 程序设计</b> .....	<b>167</b>
10.1	标识符和注释 .....	167
10.1.1	标识符的类型 .....	167
10.1.2	使用标识符和同义词 .....	167
10.1.3	注释 .....	169
10.2	SQL Server 的数据类型 .....	169
10.2.1	数据类型概述 .....	169
10.2.2	系统数据类型 .....	170
10.2.3	用户定义数据类型 .....	173
10.3	变量 .....	175
10.3.1	局部变量 .....	175
10.3.2	全局变量 .....	177
10.4	运算符 .....	179
10.4.1	算术运算符 .....	179
10.4.2	赋值运算符 .....	179
10.4.3	按位运算符 .....	179
10.4.4	比较运算符 .....	180
10.4.5	逻辑运算符 .....	180
10.4.6	字符串连接运算符 .....	181
10.4.7	一元运算符 .....	181
10.4.8	运算符的优先级 .....	182
10.5	批处理 .....	182
10.5.1	批处理概述 .....	182
10.5.2	GO 命令 .....	182
10.5.3	批处理的使用规则 .....	184
10.6	控制流语句 .....	185
10.6.1	BEGIN...END 语句 .....	185

10.6.2	IF...ELSE 语句 .....	186
10.6.3	CASE 语句 .....	186
10.6.4	WHILE 语句 .....	187
10.6.5	GOTO 语句 .....	188
10.7	异常处理 .....	189
10.7.1	TRY...CATCH 构造 .....	189
10.7.2	THROW 语句 .....	190
10.7.3	RAISERROR 语句 .....	191
10.8	游标 .....	191
10.8.1	游标的概念 .....	192
10.8.2	游标的基本操作 .....	192
10.8.3	使用游标 .....	195
	练习题 10 .....	198
<b>第 11 章</b>	<b>索引和视图 .....</b>	<b>200</b>
11.1	索引 .....	200
11.1.1	索引概述 .....	200
11.1.2	创建索引 .....	204
11.1.3	索引的查看与使用 .....	210
11.1.4	修改索引 .....	213
11.1.5	删除索引 .....	215
11.2	视图 .....	215
11.2.1	视图概述 .....	215
11.2.2	创建视图 .....	217
11.2.3	使用视图 .....	222
11.2.4	视图定义的修改 .....	226
11.2.5	查看视图的信息 .....	228
11.2.6	视图的重命名和删除 .....	229
11.2.7	索引视图 .....	231
	练习题 11 .....	233
<b>第 12 章</b>	<b>数据完整性 .....</b>	<b>234</b>
12.1	数据完整性概述 .....	234
12.1.1	为什么需要考虑数据完整性 .....	234
12.1.2	SQL Server 提供的强制数据完整性方法 .....	234
12.2	约束 .....	235
12.2.1	PRIMARY KEY 约束 .....	235
12.2.2	FOREIGN KEY 约束 .....	236
12.2.3	UNIQUE 约束 .....	237

12.2.4	CHECK 约束 .....	238
12.2.5	列约束和表约束 .....	238
12.3	默认值 .....	239
12.3.1	在创建表时指定默认值 .....	239
12.3.2	使用默认对象 .....	240
12.4	规则 .....	243
12.4.1	创建规则 .....	243
12.4.2	绑定规则 .....	244
12.4.3	解除和删除规则 .....	245
	练习题 12 .....	245
<b>第 13 章</b>	<b>事务处理和数据锁定 .....</b>	<b>247</b>
13.1	事务处理 .....	247
13.1.1	事务概述 .....	247
13.1.2	事务的分类 .....	248
13.1.3	显式事务 .....	248
13.1.4	自动提交事务 .....	251
13.1.5	隐式事务 .....	252
13.1.6	事务和异常处理 .....	253
13.2	数据锁定 .....	254
13.2.1	并发控制概述 .....	254
13.2.2	SQL Server 中的自动锁定 .....	257
13.2.3	SQL Server 中的自定义锁定 .....	263
	练习题 13 .....	272
<b>第 14 章</b>	<b>函数和存储过程 .....</b>	<b>276</b>
14.1	函数 .....	276
14.1.1	函数概述 .....	276
14.1.2	内置函数 .....	276
14.1.3	用户定义函数 .....	280
14.2	存储过程 .....	286
14.2.1	存储过程概述 .....	286
14.2.2	存储过程的类型 .....	287
14.2.3	创建存储过程 .....	288
14.2.4	执行存储过程 .....	290
14.2.5	存储过程的参数和返回值 .....	292
14.2.6	存储过程的管理 .....	297
	练习题 14 .....	302

<b>第 15 章 触发器</b> .....	304
15.1 触发器概述 .....	304
15.1.1 触发器的作用 .....	304
15.1.2 触发器的种类 .....	304
15.2 DML 触发器 .....	305
15.2.1 DML 触发器概述 .....	305
15.2.2 创建 DML 触发器 .....	306
15.2.3 触发器的删除、禁用和启用 .....	309
15.2.4 inserted 表和 deleted 表 .....	310
15.2.5 INSERT、UPDATE 和 DELETE 触发器的应用 .....	311
15.2.6 INSTEAD OF 触发器 .....	316
15.3 DDL 触发器 .....	319
15.3.1 创建 DDL 触发器 .....	319
15.3.2 DDL 触发器的应用 .....	320
15.4 登录触发器 .....	321
15.5 触发器的管理 .....	322
15.5.1 查看触发器 .....	322
15.5.2 修改触发器 .....	324
练习题 15 .....	325
<b>第 16 章 SQL Server 的安全管理</b> .....	326
16.1 SQL Server 安全体系结构 .....	326
16.2 SQL Server 的身份验证模式和设置 .....	327
16.2.1 SQL Server 的身份验证模式 .....	327
16.2.2 设置身份验证模式 .....	329
16.3 SQL Server 账号管理 .....	330
16.3.1 SQL Server 服务器登录账号管理 .....	330
16.3.2 SQL Server 数据库用户账号管理 .....	334
16.4 权限和角色 .....	338
16.4.1 权限 .....	338
16.4.2 角色 .....	341
16.5 架构 .....	345
练习题 16 .....	346
<b>第 17 章 数据文件安全和灾难恢复</b> .....	347
17.1 数据文件安全概述 .....	347
17.2 数据库备份和还原 .....	348
17.2.1 数据库备份和还原概述 .....	348

17.2.2 数据库备份和恢复过程 .....	350
17.3 数据库的分离和附加 .....	353
17.3.1 分离用户数据库 .....	353
17.3.2 附加用户数据库 .....	354
17.4 数据库镜像简介 .....	355
17.5 数据库快照简介 .....	356
17.6 日志传送简介 .....	358
17.7 故障转移群集简介 .....	360
17.8 AlwaysOn 简介 .....	361
练习题 17 .....	362
<b>第 18 章 SQL Server 数据访问技术 .....</b>	<b>363</b>
18.1 ADO.NET 模型 .....	363
18.1.1 ADO.NET 简介 .....	363
18.1.2 ADO.NET 体系结构 .....	363
18.1.3 ADO.NET 数据库的访问流程 .....	365
18.2 ADO.NET 的数据访问对象 .....	365
18.2.1 SqlConnection 对象 .....	365
18.2.2 SqlCommand 对象 .....	368
18.2.3 SqlDataReader 对象 .....	372
18.2.4 SqlDataAdapter 对象 .....	375
18.3 DataSet 对象 .....	377
18.3.1 DataSet 对象概述 .....	377
18.3.2 DataSet 对象的属性和方法 .....	378
18.3.3 Tables 集合和 DataTable 对象 .....	379
18.3.4 Columns 集合和 DataColumn 对象 .....	381
18.3.5 Rows 集合和 DataRow 对象 .....	382
练习题 18 .....	384
<b>附录 A 部分练习题的参考答案 .....</b>	<b>386</b>
<b>附录 B 上机实验题 .....</b>	<b>392</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>398</b>

数据库是一门研究数据管理的技术,始于 20 世纪 60 年代末,经过五十多年的发展已形成理论体系,成为计算机软件重要的分支之一。数据库技术主要研究如何存储、使用和管理数据,是计算机数据管理技术发展的最新阶段。本章主要介绍数据管理技术的发展、数据模型和数据库系统的基本概念等,为后面各章的学习奠定基础。

## 1.1 数据和数据管理

数据库系统的目标是高效地管理和共享大量的信息,而信息和数据是分不开的。

数据是描述现实世界中事物的符号,可以是数字、文字、图形、图像和声音等。数据有多种表现形式,它们都可以经过数字化后存入计算机,数据的表现形式不一定完全表达其内容。

信息是数据所包含的意义,是对数据的解释、运用与解算。数据和信息之间的关系如下:

- 数据是客观事物的表示,是信息的载体,数据是信息的具体表示形式。
- 信息是现实事物的存在特征、运动形态以及不同事物间的相互联系等诸要素在人脑中的抽象反映,信息是数据的内涵,同一信息可以有不同的数据表示形式,而同一数据也可能有不同的解释。

例如,一段密码数据是 102013102,其实际表示的含义即信息是“我周六到”。在这里,数据表达的信息需要通过密码系统来翻译。

又如,一位男性同学的基本情况是学号为 101、姓名为“李军”、出生日期是 1992 年 2 月 20 日、班号为 1003。在计算机中常常这样来描述:

(101,李军,男,1992-2-20,1003)

即把学生的学号、姓名、性别、出生日期和班号等组织在一起,构成一个记录。学生记录就是描述学生的数据,前者的基本情况描述就是该数据的信息。这里的数据和信息差别不大,基本上可以通过数据反映其信息。

从以上可以看出,信息和数据既有联系,又有区别。在数据库领域,通常处理的是像学生记录这样的数据,它是有结构的,称之为结构化数据。正因为如此,通常对数据和信息不作严格区分。

数据处理是指从已知数据出发,参照相关数据进行加工计算,产生出一些新的数据的过程。例如,为了统计每个班的男生和女生的人数,首先要获取所有学生的基本数据,如图 1.1(a)所示,通过数据处理,产生如图 1.1(b)所示的汇总信息,从中可以看到,1001 和 1003 两个班的男生人数均为两人,女生人数均为一。

数据管理是指数据的收集、整理、组织、存储、查询、维护和传送等各种操作,是数据处理



的基本环节,是数据处理必有共性部分。因此,对数据管理应当加以突出,集中精力开发出通用且方便好用的软件,把数据有效地管理起来,以便最大限度地减轻程序员的负担。数据库技术正是针对这一目标逐渐完善起来的一门计算机软件技术。



图 1.1 数据处理示例

## 1.2 数据管理技术的发展

数据管理技术的发展与计算机硬件和软件的发展有密切的关系。数据管理技术的发展大致经历了人工管理、文件系统和数据库系统 3 个阶段,现在正向新一代的更高级的数据库系统发展。

### 1.2.1 人工管理阶段(20 世纪 50 年代)

在这一时期,没有磁盘,没有专门的数据管理软件,人工管理阶段的数据管理如图 1.2 所示,其主要特点如下。

- 数据不保存: 由于计算机主要用于科学计算,数据量不大,不需要将数据长期保存,只是在计算某一任务时将数据输入,用完就“撤走”。
- 程序与数据合在一起,因此数据没有独立性,要修改数据必须修改程序。
- 编写程序时要安排数据的物理存储: 一旦数据的物理存储改变,必须重新编程,程序员的工作量大、烦琐,程序难以维护。
- 数据面向应用,这意味着即使多个不同程序用到相同数据也得各自定义,数据不仅高度冗余,而且不能共享。

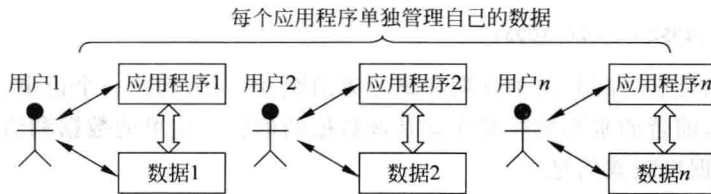


图 1.2 人工管理阶段的数据管理示意图

### 1.2.2 文件系统阶段(20 世纪 60 年代)

在这一时期,计算机外存已有了磁盘等存储设备,软件有了操作系统。人们在操作系统的支持下设计开发了一种专门管理数据的计算机软件,称之为文件系统。这时计算机不仅用于科学计算,也已大量用于数据处理。文件系统阶段的数据管理如图 1.3 所示,其主要特点如下。

- 数据以文件的形式长期保存: 由于计算机大量用于数据处理,数据需要长期保留在