



中国计算机学会教育专业委员会 推荐
全国高等学校计算机教育研究会 出版
高等学校教材

数据库 系统原理

李建中 王珊 编著

计算机学科教学计划1993



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

高等学校教材

数据库系统原理

李建中 王珊 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了数据库系统的理论、技术和方法,并介绍了适应于新一代数据库应用的数据库新技术。本书分为基础篇、设计篇、实现篇和新技术篇。基础篇由四章组成,介绍了数据库的基本概念、数据库和数据库系统的体系结构、关系数据库系统、层次和网状数据库系统以及数据库的安全性、完整性约束。设计篇由五章组成,讨论了数据库设计的五个基本步骤和设计方法,并介绍了实体联系模型、扩展的实体联系模型和关系数据库的函数依赖理论。实现篇由七章组成,介绍了数据库的物理存储结构、数据字典、关系代数操作算法、查询优化方法和事务处理技术。新技术篇由六章组成,介绍了新一代数据库应用、新一代数据库应用对数据库系统的要求和新一代数据库技术。

本书内容丰富,剪统性强,具有新的知识体系结构,理论与实践结合,可作为计算机专业本科生和研究生数据库课程的教材或参考书,也可以供从事数据库教学与科研工作的教师 and 科技工作者参考。

丛 书 名: 高等学校教材

书 名: 数据库系统原理

编 著 者: 李建中 王珊

责任编辑: 张凤鹏

特约编辑: 天 马

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京牛山世兴印刷厂

出版发行: 电子工业出版社出版、发行 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036 发行部电话 68214070

经 销: 各地新华书店经销

开 本: 787×1092 1/16 印张: 24.25 字数: 620.8 千字

版 次: 1998 年 8 月第 1 版 1998 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-4715-2

G · 368

定 价: 28.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·翻印必究

出版说明

计算机学会教育专业委员会和全国高等学校计算机教育研究会(以下简称“两会”),为了适应培养我国 21 世纪计算机各类人材的需要,根据学科技术发展的总趋势,结合我国高等学校教育工作的现状,立足培养的学生能跟上国际计算机科学技术发展水平,于 1993 年 5 月参照 ACM 和 IEEE/CS 联合教程专题组 1990 年 12 月发表的《Computing Curricula 1991》,制定了《计算机学科教学计划 1993》,并组织编写与其配套的首批 18 种教材。现推荐给国内有关院校,作为组织教学的参考。

《计算机学科教学计划 1993》是从计算机学科的发展和社会需要出发提出的最基本的公共要求,不是针对某一具体专业(如计算机软件或计算机及应用专业),因此它适用于不同类型的学校(理科、工科及其他学科)、不同专业(计算机各专业)的本科教学。各校可以根据自己的培养目标和教学条件有选择地组织制定不同的教学计划,设置不同的课程。本教学计划的思想是将计算机学科领域的知识,分解为九个主科目(算法与数据结构、计算机体系结构、人工智能与机器人学、数据库与信息检索、人-机通信、数值与符号计算、操作系统、程序设计语言、软件方法学与工程)作为学科的公共要求;对计算机学科的教学归结为理论(数学)、抽象(实验)和设计(工程)三个过程,并强调专业教学一定要与社会需要相结合。另外,还提出了贯穿于计算机学科重复出现的十二个基本概念,在深层次上统一了计算机学科,对这些概念的理解和应用能力,是本科毕业生成为成熟的计算机学科工作者的重要标志。

为了保证这套教材的编审和出版质量,两会成立了教材编委会,制定了编写要求和编审程序。编委会对编者提出的编写大纲进行了讨论,其中一些关键性和难度较大的教材还进行了多次讨论。并且组织了部分编委对教材的质量和进度分片落实,有的教材在编审过程中召开了部分讲课教师座谈会,广泛听取意见。参加这套教材的编审者都是在该领域第一线从事教学和科研工作多年,学术水平较高,教学经验丰富,治学态度严谨的教师。这套教材的出版得到了电子工业出版社的积极支持。他们把这套教材列为出版社的重点图书出版,并制定了专门的编审出版暂行规定和出版流程,组织了专门的编辑和协调机构。

这套教材的编审出版凝聚了参加这套教材编审教师和关心这套教材的教师、参与编辑和出版工作者、以及编委会成员的汗水,他们为此作出了努力。

这套教材还得到电子工业部计算机专业教学指导委员会的支持,其中 11 本被选入 1996~2000 年全国工科电子类专业规划教材。

限于水平和经验,这套教材肯定还会有缺点和不足,希望使用教材的单位、教师和学生积极提出批评建议,共同为提高教学质量而努力。

**中国计算机学会教育专业委员会
全国高等学校计算机教育研究会**

教材编审委员会成员名单

- 主任：王义和 哈尔滨工业大学计算机系
副主任：杨文龙 北京航空航天大学计算机系(兼北京片负责人)
委员：朱家铿 东北大学计算机系(兼东北片负责人)
 龚天富 电子科技大学计算机系(兼成都片负责人)
 邵军力 南京通信工程学院计算机系(兼南京片负责人)
 张吉锋 上海大学计算机学院(兼上海福州片负责人)
 李大友 北京工业大学计算机系
 袁开榜 重庆大学计算机系
 王明君 电子工业出版社
 朱 毅 电子工业出版社(特聘)

前 言

从 60 年代末期开始,数据库系统已经走过了 30 年的历程,经历了两代的演变。第一代数据库系统是层次与网状数据库系统。第二代数据库系统是关系数据库系统。目前,人们正在研究新一代数据库系统。30 年来,数据库系统的理论研究和系统开发都取得了辉煌的成就。数据库系统已经成为现代计算机环境的重要组成部分。

从 70 年代后期开始,国外各大学先后把数据库列为计算机专业的一门重要课程。我国各高等院校从 80 年代开始,也把数据库作为计算机专业的主要课程之一。目前,数据库系统已经成为计算机科学技术教育的重要基础。

本书是一本大学计算机专业或相近专业高年级学生数据库课程的教材。本书旨在介绍数据库管理系统的基本概念和基础知识,为将来从事数据库系统的研究、开发和应用奠定坚实的基础。本书包括数据库的基本概念、数据库设计技术、数据库管理系统的实现技术和正在出现的新一代数据库技术。

本书分为四篇:基础篇、设计篇、实现篇和新技术篇。

基础篇由四章(第一至第四章)组成。第一章是数据库系统概述,讨论数据库、数据库管理系统和数据库系统的基本概念,介绍数据库系统的特点与功能、数据库系统的各类用户、数据库的三级抽象模式和数据独立性、数据模型的基本概念、数据库语言、数据库管理系统结构、数据库技术的发展。第二章介绍关系数据模型和关系数据库系统。第三章介绍层次与网状数据模型和层次与网状数据库系统。第四章介绍数据库的安全性和完整性约束。

设计篇由四章(第五章至第八章)组成。第五章介绍数据库设计概貌和数据库设计的需求分析方法。第六章介绍实体联系模型、扩展的实体联系模型、概念数据库设计和事务设计方法。第七章介绍逻辑数据库设计方法,包括形成初始关系模式的方法、关系数据库设计理论、关系模式规范化方法、关系模式优化方法、逻辑数据库的性能估计。第八章介绍物理数据库设计的基本原理和方法。

实现篇由七章(第九章至第十五章)组成。第九章介绍物理数据库的存储结构,包括磁盘存储器简介、无序文件、有序文件、HASH 文件、索引文件、B₊树与 B₊树索引结构。第十章介绍数据库管理系统的数据库字典。第十一章介绍关系代数操作的实现算法。第十二章介绍查询优化技术,包括启发式关系代数优化方法、启发式关系演算优化方法、基于复杂性估计的查询优化方法、语义查询优化方法。第十三、十四和十五章介绍事务处理技术。第十三章介绍并发控制技术,包括事务模型、事务调度与可串行性、各种并发控制协议。第十四章介绍系统恢复技术,包括使用日志的数据库恢复技术、检测点技术、影子页面技术、永久存储器中信息丢失后的数据库恢复技术、数据库恢复与并发控制技术的结合。第十五章介绍其他事务处理技术,包括死锁处理、高性能事务处理系统、长事务处理技术。

新技术篇由六章(第十六章至第二十一章)组成。第十六章介绍数据库技术的进展、新一代数据库应用和新一代数据库系统的特点与需要研究的问题。第十七章介绍扩展的关系数据库系统,包括基于逻辑的关系数据库系统和基于嵌套关系模型的关系数据库系统。第十八章

介绍分布式数据库系统,包括分布式数据库设计、分布式数据库系统中的查询处理和事务处理技术。第十九章介绍面向对象的数据库系统,包括面向对象程序设计方法、面向对象数据模型、面向对象数据库的物理组织、面向对象数据库的查询和面向对象数据库模式的修改。第二十章介绍并行数据库技术,包括支持并行数据库的并行计算结构、关系数据库系统的固有并行性、实现关系查询并行化的数据流方法、并行数据库的物理组织、新的并行数据操作算法、并行查询优化技术。第二十一章介绍科学与统计数据库系统,包括数据模型、代数操作和数据操纵语言。

本书参考了国内外大量有关数据库的书籍、文献、资料和论文。本书也包含了作者在数据库领域的部分研究成果和数据库教学体会。本书的选材原则是理论与实践并重,尽量反映数据库领域的新研究成果。

本书内容全面,知识结构科学、合理。本书提供了组成各种类型数据库课程教材的丰富材料。任课教师可以根据不同类型学生的数据库教学需要,选择本书的不同章节组成满足要求的教材。例如,本书的基础篇、设计篇的第五、六、七和八章、实现篇和新技术篇的部分内容可以组成计算机专业本科生数据库原理课程的教材。本书的基础篇、设计篇的第五、六、七和八章可以组成与计算机专业相近专业的本科生数据库课程的教材。本书的设计篇、实现篇、新技术篇的全部内容再加上一些补充内容可以组成计算机专业研究生数据库课程的教材。

本书不仅仅凝集着作者的心血,也凝集着所有对本书撰写给予鼓励、支持、关心和帮助过的同志们的心血。在本书问世之际,作者向给我们以极大鼓励、支持、关心和帮助的数据库专家、学者、学长和同行们表示诚挚的谢意。

作者特别感谢黑龙江大学计算机科学系 94 和 95 级研究生。他们在本书参考文献等资料的收集和编辑、手稿校对等方面做了大量工作。

最后向我们的家属表示深深的谢意。如果没有他们的理解、支持和长期操劳,我们就不能专心致志地工作,这本书也就不会诞生。

本书的编写大纲由王珊和李建中同志制定。王珊同志撰写了本书基础篇的部分章节。李建中同志撰写了本书的设计篇、实现篇、新技术篇和基础篇部分章节。最后,李建中同志对本书全文进行了统编润饰,王珊同志对本书手稿进行了审阅和校正。

李建中 王珊
1997年7月7日

目 录

第一篇 基础篇

第一章 数据库系统概述	(2)
第一节 数据库、数据库管理系统和数据库系统	(2)
第二节 数据库系统的特点与功能	(3)
一、信息完整、功能通用	(4)
二、程序与数据独立	(5)
三、数据抽象	(5)
四、支持数据的不同视图	(5)
五、控制数据冗余	(6)
六、支持数据共享	(6)
七、限制非授权的存取	(6)
八、提供多种用户界面	(7)
九、表示数据之间的复杂联系	(7)
十、完整性约束	(7)
十一、数据恢复	(8)
第三节 数据库系统的用户	(8)
一、数据库管理员	(8)
二、数据库设计者	(8)
三、最终用户	(8)
四、系统分析员和应用程序员	(9)
五、与数据库系统有关的其他人员	(9)
第四节 数据抽象	(9)
一、数据抽象与数据库的三种模式	(9)
二、数据独立性	(10)
第五节 数据模型	(11)
一、基于对象的数据模型	(11)
二、基于记录的数据模型	(13)
三、物理数据模型	(14)
四、数据库模式和实例	(14)
第六节 数据库语言	(15)
第七节 数据库管理系统的结构	(15)
第八节 数据库技术的发展	(17)
一、第一代数据库系统	(17)
二、第二代数据库系统	(17)
三、第三代数据库系统	(18)

习题一	(18)
参考文献注释	(19)
参考文献	(19)
第二章 关系数据库系统	(20)
第一节 关系数据模型	(20)
一、数据结构	(20)
二、完整性约束规则	(22)
第二节 关系运算	(23)
一、关系代数	(23)
二、元组关系演算	(26)
三、域关系演算	(26)
第三节 关系运算的安全性	(27)
第四节 关系代数、元组演算、域演算的等价性	(29)
第五节 关系数据库查询语言	(32)
一、ISBL 语言	(32)
二、QUEL 语言	(33)
三、QBE 语言	(37)
四、SQL 语言	(41)
习题二	(47)
参考文献注释	(48)
参考文献	(49)
第三章 层次与网状数据库系统	(50)
第一节 层次数据库系统	(50)
一、层次数据模型	(50)
二、IMS 概述	(53)
三、IMS 的数据定义	(54)
四、IMS 的数据操纵	(58)
五、IMS 的存储结构	(61)
第二节 网状数据库系统	(63)
一、网状数据模型	(63)
二、DBTG 系统	(68)
三、模式定义语言	(69)
四、子模式定义语言	(74)
五、DBTG 的数据操纵语言	(76)
习题三	(82)
参考文献注释	(82)
参考文献	(83)
第四章 数据库的安全性与完整性	(84)
第一节 安全性	(84)
一、数据库安全性与数据库管理员	(85)
二、系统保护机制	(85)
三、授权机制	(85)

四、统计数据库的安全性	(87)
第二节 完整性	(88)
一、完整性约束的类型	(88)
二、显式约束的定义	(90)
三、完整性约束的验证	(91)
习题四	(92)
参考文献注释	(92)
参考文献	(92)

第二篇 设计篇

第五章 数据库设计概述与需求分析	(95)
第一节 数据库设计概述	(95)
一、数据库设计问题	(95)
二、数据库的生命周期	(95)
三、数据库设计过程	(96)
第二节 需求分析	(96)
一、应用领域的调查分析	(97)
二、定义数据库系统支持的信息与应用	(97)
三、定义数据库操作任务	(98)
四、定义数据项	(99)
五、预测现行系统的未来改变	(100)
习题五	(100)
参考文献注释	(101)
参考文献	(101)
第六章 概念数据库设计	(102)
第一节 概述	(102)
第二节 实体联系模型	(102)
一、实体和属性	(102)
二、实体型、键属性和属性的值域	(103)
三、数据库实例	(104)
四、实体间的联系	(104)
五、弱实体	(106)
六、实体联系图	(107)
第三节 扩展的实体联系模型	(108)
一、子类、超类、演绎和归纳	(108)
二、演绎和归纳的性质	(109)
三、范畴与范畴化	(111)
四、EER图	(111)
第四节 概念设计的方法与策略	(112)
一、概念设计的方法	(112)
二、概念设计的策略	(112)
第五节 视图综合设计方法	(113)

一、局部概念模式设计	(114)
二、全局概念模式合成	(114)
第六节 事务的设计	(115)
习题六	(115)
参考文献注释	(116)
参考文献	(116)
第七章 逻辑数据库设计	(118)
第一节 形成初始关系数据库模式	(118)
第二节 关系数据库设计理论	(121)
一、问题的提出	(121)
二、函数依赖	(122)
三、数据依赖的公理系统	(123)
四、关系模式的规范形式	(126)
五、多值依赖与第四范式	(128)
六、连接依赖和第五范式	(131)
第三节 关系模式规范化方法	(132)
一、无损连接性和函数依赖保持性	(132)
二、关系模式分解算法	(136)
第四节 关系模式的优化	(139)
第五节 完整性和安全性约束的定义	(140)
第六节 逻辑数据库的性能估计	(140)
习题七	(141)
参考文献注释	(142)
参考文献	(143)
第八章 物理数据库设计	(144)
第一节 影响物理数据库设计的因素	(144)
第二节 为关系模式选择存取方法	(145)
一、索引存取方法的选择	(145)
二、HASH 存取方法的选择	(145)
三、聚集存取方法的选择	(146)
第三节 物理存储结构的设计	(146)
习题八	(148)
参考文献注释	(148)
参考文献	(149)

第三篇 实现篇

第九章 物理存储结构	(151)
第一节 数据库存储设备	(151)
一、磁盘存储器	(151)
二、磁带存储器	(152)
三、磁盘缓冲处理技术	(153)

四、磁盘的调度策略	(153)
第二节 文件和文件记录	(154)
第三节 无序文件	(156)
第四节 有序文件	(156)
第五节 HASH 文件	(157)
一、简单 HASH 方法	(157)
二、动态 HASH 方法	(159)
三、可扩展的 HASH 方法	(160)
第六节 索引文件	(161)
一、主索引	(162)
二、聚集索引	(163)
三、辅助索引	(164)
四、多级索引	(166)
第七节 B ₊ 树与 B ⁺ 树索引结构	(167)
一、索引树结构	(167)
二、B ₊ 树索引结构	(168)
三、B ⁺ 树索引结构	(170)
习题九	(175)
参考文献注释	(175)
参考文献	(176)
第十章 数据库管理系统的字典	(177)
第一节 关系数据库管理系统的字典	(177)
第二节 数据库管理系统软件模块对字典的存取	(177)
习题十	(178)
第十一章 关系代数操作的实现算法	(179)
第一节 查询处理的过程	(179)
第二节 选择操作的实现算法	(180)
第三节 笛卡尔乘积的实现算法	(181)
第四节 连接操作的实现算法	(183)
一、连接操作结果的估计	(183)
二、连接操作实现算法	(184)
第五节 投影操作的实现算法	(187)
第六节 集合的并、交、差实现算法	(187)
习题十一	(189)
参考文献注释	(189)
参考文献	(189)
第十二章 查询优化技术	(191)
第一节 问题的提出	(191)
第二节 启发式关系代数优化方法	(192)
一、关系代数等价变换规则	(192)
二、启发式代数优化规则	(194)

三、启发式代数优化算法	(194)
第三节 启发式关系演算优化方法	(198)
一、多重自然连接的优化处理	(198)
二、查询的超图表示	(199)
三、超图消解算法	(200)
第四节 基于复杂性估计的查询优化方法	(208)
第五节 语义查询优化方法	(210)
习题十二	(211)
参考文献注释	(212)
参考文献	(212)
第十三章 事务处理技术之一:并发控制技术	(214)
第一节 并发控制的必要性	(214)
一、单用户和多用户数据库系统	(214)
二、并发控制的必要性	(214)
第二节 事务模型	(216)
一、事务中的读写操作	(216)
二、事务的原子性	(216)
三、事务的状态	(217)
四、事务的性质	(218)
第三节 事务调度与可串行性	(218)
一、事务的调度	(219)
二、调度的可串行性	(220)
三、调度的可串行性测试	(223)
第四节 基于锁的并发控制协议	(227)
一、锁的概念	(227)
二、两段锁协议	(229)
三、数据库图协议	(230)
第五节 时间印协议	(232)
第六节 其他并发控制技术	(233)
一、实现并发控制的验证技术	(233)
二、多版本并发控制技术	(234)
三、多种并发控制粒度	(235)
第七节 插入和删除操作	(237)
一、删除操作对并发控制的影响	(237)
二、插入操作对并发控制的影响	(237)
三、插入元组现象	(237)
习题十三	(238)
参考文献注释	(239)
参考文献	(239)
第十四章 事务处理技术之二:数据库恢复技术	(241)
第一节 数据库恢复的必要性	(241)
第二节 使用日志的数据库恢复技术	(242)

一、数据库系统日志	(242)
二、推迟更新技术	(243)
三、即时更新技术	(245)
第三节 缓冲技术	(247)
一、日志缓冲技术	(247)
二、数据库缓冲技术	(247)
第四节 检测点	(248)
第五节 影子页面技术	(249)
第六节 永久存储器中信息丢失后的数据库恢复	(250)
第七节 数据库恢复与并发控制技术的结合	(250)
一、事务的嵌套撤消	(251)
二、调度的可恢复性	(251)
习题十四	(252)
参考文献注释	(252)
参考文献	(252)
第十五章 其他事务处理技术	(254)
第一节 死锁处理	(254)
一、预防死锁协议	(254)
二、死锁的检测和恢复技术	(255)
第二节 高性能事务处理系统	(256)
一、主存数据库	(256)
二、事务的成批提交技术	(256)
第三节 长事务处理技术	(257)
一、可串行性概念不适于长事务处理	(257)
二、嵌套事务技术	(258)
三、补救事务技术	(258)
四、实时数据库系统	(259)
习题十五	(259)
参考文献注释	(259)
参考文献	(259)

第四篇 新技术篇

第十六章 数据库技术进展和新一代数据库应用	(262)
第一节 数据库技术的进展	(262)
一、数据模型	(262)
二、支持数据库系统的硬件环境	(263)
三、用户界面	(264)
四、程序界面	(264)
五、输出与显示	(265)
六、处理能力	(266)
第二节 新一代数据库应用	(266)
一、工程设计与制造	(266)

二、办公自动化系统	(268)
三、决策支持系统	(269)
四、科学与统计数据管理	(270)
五、异构多数据库应用	(270)
六、人工智能应用	(271)
七、其他新一代数据库应用	(273)
第三节 新一代数据库系统的特点和需要研究的问题	(277)
一、新的数据类型	(277)
二、规则处理	(277)
三、数据模型中的新概念	(278)
四、数据库管理系统的升级	(278)
五、并行化	(279)
六、第三级存储器	(279)
七、长事务处理	(279)
八、版本与格局	(279)
九、异构多数据库互操作技术	(280)
第四节 新一代数据库系统	(280)
参考文献注释	(280)
参考文献	(281)
第十七章 扩展的关系数据库系统	(282)
第一节 基于逻辑的关系数据库系统	(282)
一、逻辑数据模型	(282)
二、查询的计算策略	(284)
三、查询结构	(285)
四、否定	(286)
五、非递归查询	(287)
六、递归查询	(289)
第二节 基于嵌套关系模型的关系数据库系统	(290)
一、文档检索实例	(291)
二、嵌套关系模式的定义	(292)
三、嵌套关系查询语言	(293)
第三节 专家数据库系统	(296)
参考文献注释	(296)
参考文献	(296)
第十八章 分布式数据库系统	(298)
第一节 概述	(298)
一、计算机网络	(298)
二、分布式数据库和分布式数据库系统	(299)
三、分布式数据库的结构	(301)
第二节 分布式数据库设计	(302)
一、数据的重复存储	(302)
二、数据的分片存储	(302)
三、数据的组合存储	(305)

四、命名和局部自治性	305
第三节 分布式数据库查询处理	305
一、分布式数据库管理系统概述	305
二、分布式查询处理	306
第四节 分布式数据库系统的事务处理	309
一、分布式事务管理器的结构	309
二、分布式系统恢复技术	310
三、分布式并发控制技术	315
四、分布式死锁处理技术	317
参考文献注释	319
参考文献	319
第十九章 面向对象的数据库系统	321
第一节 面向对象程序设计方法	321
第二节 面向对象数据模型	322
一、对象的结构	322
二、类和类层次	322
三、多重继承性	324
四、对象的标识	325
五、对象的嵌套	326
第三节 面向对象数据库的物理组织	327
第四节 面向对象数据库的查询	327
第五节 面向对象数据库模式的修改	328
参考文献注释	329
参考文献	329
第二十章 并行数据库技术	331
第一节 支持并行数据库的并行结构	331
第二节 关系数据库系统的固有并行性	333
第三节 实现关系查询并行化的数据流方法	334
第四节 并行数据库的物理组织	336
一、一维数据划分	336
二、多维数据划分方法	338
三、传统物理存储结构的并行化	340
第五节 新的并行数据操作算法	341
一、基于嵌套循环的并行连接算法	341
二、基于 SORT_MERGE 的并行连接算法	342
三、基于 HASH 的并行连接算法	342
四、数据分布的均匀性与并行连接算法	343
五、数据的初始划分与并行连接算法	344
第六节 查询优化技术	345
一、基于左线性树的查询优化算法	345
二、基于右线性树的查询优化算法	347
三、基于片段式右线性树的查询优化算法	348

四、基于浓密树的查询优化算法	(348)
五、基于操作森林的查询优化算法	(349)
参考文献注释	(350)
参考文献	(350)
第二十一章 科学与统计数据库系统	(352)
第一节 数据模型	(352)
一、MICSUM 的语义描述机构	(353)
二、复杂数据类型	(355)
三、数据库模式	(355)
四、数据库模式的实现	(356)
第二节 SSDB 上的代数操作	(358)
一、C 关系和原子统计表上的代数操作	(359)
二、复合统计表上的代数操作	(363)
第三节 SSDB 的数据操纵语言	(365)
一、数据维护	(366)
二、数据查询	(366)
三、复杂统计分析操作	(369)
四、赋值语句	(370)
参考文献注释	(370)
参考文献	(371)