

Principles and Techniques of

MDBS

Multidatabase Systems

多数据库系统

原理与技术

李瑞轩 卢正鼎 著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

多数据库系统原理与技术

Principles and Techniques of Multidatabase Systems

李瑞轩 卢正鼎 著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

多数据库系统是分布式数据库系统的一个重要分支,是一个新兴的数据库研究领域。本书全面而深入地论述了多数据库系统的相关概念、理论原理及实现技术。

全书共 10 章,分 4 个部分:第 1 部分是全书的基础,介绍多数据库系统的基本概念,相关研究工作及系统体系结构;第 2 部分是全书的核心,着重讨论多数据库系统的理论与技术,包括公共数据模型、模式集成、查询处理、查询优化、事务管理、安全管理等方面内容;第 3 部分介绍文件系统与多数据库系统的集成;第 4 部分以 Panorama 原型系统为例介绍多数据库系统的实现技术。

本书是作者在研究和开发分布式异构多数据库系统的基础上组织撰写的,包含了作者在多数据库领域多年的研究成果。本书概念清晰、理论深刻、内容翔实,既可作为计算机专业研究生的教材或参考书,也可供计算机专业的研究和技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

多数据库系统原理与技术/李瑞轩,卢正鼎著. —北京:电子工业出版社,2005.11

ISBN 7-121-00954-4

I. 多… II. ①李… ②卢… III. 数据库系统 IV. TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 011568 号

责任编辑:施玉新 syx@phei.com.cn 特约编辑:李 莉

印 刷:北京天竺颖华印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×980 1/16 印张:21.5 字数:495 千字

印 次:2005 年 11 月第 1 次印刷

印 数:5 000 册 定价:38.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

李瑞轩

华中科技大学计算机学院副教授，博士，中国计算机学会高级会员，中国计算机学会开放系统专业委员会委员。主要研究分布式数据库、分布式异构系统集成、分布式系统安全。主持或参与完成国家自然科学基金项目、国防科技预研基金项目、国家“十五”科技攻关计划项目等科研项目十余项，在国内外权威刊物和国际会议上发表学术论文 40 余篇，编写出版专著和教材 2 部。

卢正鼎

华中科技大学计算机学院院长，教授，博士生导师，中国计算机学会理事，湖北省计算机学会理事长，中国计算机学会电子政务与办公自动化专业委员会副主任，国家信息安全成果产业化（湖北）基地专家组组长。享受国家政府特殊津贴。主要从事系统集成及其软件支撑环境、分布式计算、信息安全等方面的研究。主持完成各类科研项目 30 余项，曾获美国 SME “大学领先奖”等多项奖励，主编或合编出版教材和著作 9 部，在国内外权威刊物上发表学术论文 160 余篇。

致 读 者

本书结构说明

本书共 10 章, 分 4 个部分: 第 1 部分 (第 1 章和第 2 章) 是全书的基础, 介绍多数据库系统的基本概念, 相关研究工作及系统体系结构; 第 2 部分 (第 3 章至第 8 章) 是全书的核心, 着重讨论多数据库系统的理论与技术, 包括公共数据模型、模式集成、查询处理、查询优化、事务管理、安全管理等方面内容; 第 3 部分 (第 9 章) 介绍文件系统与多数据库系统的集成; 第 4 部分 (第 10 章) 以 Panorama 原型系统为例介绍了多数据库系统的实现技术。

第 1 章 多数据库系统概述。 主要介绍数据处理技术的发展, 多数据库系统的定义、特征和分类, 以及多数据库系统的研究概述。

第 2 章 多数据库系统体系结构。 主要介绍分布异构环境的互操作体系结构, 多数据库系统体系结构以及联邦数据库系统体系结构。

第 3 章 公共数据模型。 主要介绍多数据库模式结构, 数据模型与公共数据模型的基本概念与问题, 两种典型的公共数据模型: OIM 模型和 XIDM 模型。

第 4 章 模式集成。 主要介绍模式集成的基本概念和模式集成框架, 模式冲突的分类及解决策略, 模式集成的正确性判断标准, 以及完整性约束的集成。

第 5 章 查询处理。 主要介绍查询处理体系结构, 多数据库查询语言, 查询的内部表示与查询转换, 查询分解处理。

第 6 章 查询优化。 主要介绍多数据库查询优化技术与传统的查询优化技术的异同, 基于局部数据源查询能力的优化, 查询后处理与查询调度, 查询后处理优化策略。

第 7 章 事务管理。 主要介绍多数据库事务模型, 多数据库事务管理体系结构及问题, 全局可串行化与放松的可串行化标准, 多数据库事务原子性保证策略。

第 8 章 安全管理。 主要介绍多数据库系统安全体系, 多数据库系统的认证体系、访问控制及安全事务管理。

第 9 章 文件系统的集成。 主要介绍文件系统的特点, 集成文件系统需要解决的问题, 集成文件系统的多数据库体系结构, 集成文件系统的方法和步骤, 基于 XML 的文件系统与多数据库系统的集成, 集成文件系统的多数据库事务处理。

第 10 章 多数据库系统实现。主要介绍了多数据库系统 Panorama 的体系结构，底层支撑平台，模式集成策略，查询处理策略及事务处理策略。

如何使用本书

多数据库既是一个新兴的分布式数据管理的热门研究领域，又是现代企业信息管理中一种集成多种分布、异构、自治数据源的实用技术，它将在教育、科技、政务、商务等多个方面得到广泛应用。

如果你是数据库、分布式数据管理、信息集成领域的研究人员，本书将为你提供一份系统深入的研究资料。本书第 1 章将为你提供非常丰富的相关研究综述，第 3、4、5、6、7 章将给出作者在模式集成、查询处理、事务处理方面自己的见解。

如果你是高等院校的计算机和信息领域的教师，本书将为你开设新的课程提供教材，或为你已开设的课程提供新的参考资料。本书第 1 章将为你提供关于多数据库系统的基本概述，第 2 章以及第 3、4、5、6、7 章的大部分章节可以作为教学内容，第 8 章和第 9 章可以结合最新研究的发展进行讲述，第 10 章的讲述可以结合实验环节进行。

如果你是计算机和信息领域的高年级本科生或研究生，本书将是你数据库系统原理、系统集成、分布式数据库、中间件等专业课程的教材和参考书。本书第 1 章将让你了解多数据库系统的基本概念和相关问题；第 2 章以及第 3、4、5、6、7 章的大部分内容为你详细讲述了多数据库系统的各个方面，每章基本上都是由浅入深，你可以选择阅读的深入程度；你可以从各种期刊、会议或网上查阅更多的关于第 8 章和第 9 章的内容，或许你会发现更多更精彩的论述；如果有可能，建议你参照第 10 章的内容实现一个多数据库系统原型。

如果你是公司的企业信息主管、技术架构师和系统管理员，本书将为你整合企业各种现有信息资源提供新的理念和思想源泉。本书第 1 章将为你描述多数据库技术在你的企业信息管理中有什么作用，第 2 章描述了多数据库系统得到应用时可能的体系结构。如果你对技术细节不感兴趣，第 3 章至第 9 章中每章的前 1 至 2 节可能对你有所帮助。尽管第 10 章是关于多数据库系统本身的实现技术，但也许它会为你的系统架构提供帮助。

如果你是软件设计开发人员，本书将为你展示设计一个信息集成系统所需的最精华的技术。本书第 1 章将为你解释多数据库系统可以用来做什么，第 2 章描述了多数据库系统得到应用时可能的体系结构。第 3 章至第 10 章中详细地给出了一些关键技术和实用算法，可能对你的软件设计和开发会有所帮助。

读者对象

本书内容翔实，系统深入，既是一本多数据库系统领域的专著，也可以作为计算机专业高年级本科生或研究生的专业课教材，还可以作为企业信息主管、技术架构师、系统管理员及软件设计开发人员不可多得的参考资料。

获取在线资料

你可以访问本书的主页<http://www.phei.com.cn>以获取关于本书更多的在线资料，如用于教学目的的章节习题，教学课件，演示系统等。

序

人类社会不断发展进步，当今社会已进入到信息时代。随着计算机网络的快速发展，特别是最近十多年来，各种网络中可供利用的信息以惊人的速率增长。然而，这些为不同应用服务的信息存储在各种不同的数据管理系统之中，其存储方式、数据格式、访问方法也各不相同。为了更有效地利用这些信息，需要从多个分布、异构和自治的数据源中集成各种不同的数据，向用户隐藏这些数据在物理上和逻辑上的差异，给用户提供一个统一和透明的数据访问接口，同时还需要保持这些数据在原有系统上的完整性和一致性。这就要求研究一种具有普遍意义的、可操作性强的分布异构数据源的集成方法。多数据库系统是在不同系统之间实现数据共享和互操作的理想途径。

多数据库是一个新兴的数据库研究领域。美国国家科学基金会（NSF）在关于未来数据库（DBMS）研究方向的会议上指出，多数据库为 20 世纪 90 年代两个最重要的领域之一。此外，NSF 还对异构数据库的研究进行了大量投资。美国、加拿大、欧洲的一些大学和研究机构对多数据库系统进行了一系列卓有成效的研究工作，中国的一些大学随后也加入到研究多数据库系统的行列。由于环境的分布性、异构性以及各成员系统的自治性，使得多数据库系统中的处理非常复杂。不论是在体系结构、公共数据模型、模式集成、查询处理、事务处理、安全保障、优化技术方面，还是在其应用环境研究方面，都还有许多理论和实际问题有待深入研究。传统的多数据库系统主要包括典型的数据库系统，但近几年随着 Internet、WWW 等网络技术的飞速发展，大量应用数据并不属于传统的数据库系统，这样，对这些差异更大的数据源进行集成，成为多数据库研究中亟待解决的新课题。

目前，国内尚未见到多数据库领域的相关书籍出版，这与我国分布式异构数据库集成技术的研究与发展是不相适应的。《多数据库系统原理与技术》一书的作者在多年研究和开发多数据库系统的基础上，参阅了大量国内外的有关文献资料，推出了这本介绍多数据库系统相关概念、基本原理与实现技术的著作。全书内容翔实，系统深入，是一本多数据库领域的专著，可以作为相关专业高年级本科生或研究生的专业课教材。相信本书的出版能对我国分布式异构数据库集成技术的研究和教学起到积极的推动作用。

施伯乐
于复旦大学

前 言

数据库技术的发展导致了众多数据库系统的出现。随着应用需求的不断增加,越来越多的用户希望能够透明地访问和处理来自多个数据库中的数据。然而,这些数据库可能在物理和逻辑上都存在着很大的差异。物理上,不同的数据库可能会涉及不同的数据格式、存储方式、访问控制、并发控制、恢复策略等;逻辑上,则可能表现在数据库语言、用户视图、事务模型,甚至整个数据模型的不同等方面,即使各数据库使用相同的数据模型,也会出现语义上的差异,导致人们对同一事实的不同理解。仅仅依靠传统的数据管理方法,已无法适应人们及时获取更多、更新、更全面数据的需要。因此,研制能集成现在已有的数据库系统以及文件系统的多数据库系统成为数据库发展的必然趋势。

多数据库系统(Multidatabase System)是一些由预先存在的、分布的、异构的和自治的数据库系统组成的一个协作的数据库系统。具体来讲,多数据库是指对已经存在的多个异构数据库,在不影响其局部自治性的基础上,构造一个相互协调的分布式软件系统,以支持对物理上分布的多个数据库的全局透明访问和互操作。多数据库应用只需调用相应的多数据库系统接口,就可以访问多个局部数据库中的数据,就好像在访问一个数据库一样。多数据库系统的核心负责接收来自多数据库应用的全局查询请求,再根据相应的集成信息,将全局查询请求分解为多个子查询,请求传递给局部数据库代理,局部代理将其转换为局部数据库可接受的局部子查询并提交到局部数据库上执行,最后将局部代理返回的结果进行合并处理后返回给多数据库应用。

信息技术的应用正逐步走向分布异构环境下的数据仓库、数据挖掘和决策支持。随着数据量的迅猛增加、信息共享范围的不断扩大以及对信息安全访问的迫切要求,多个异构数据源之间的信息交互和集成策略已成为企业充分利用信息资源、牢牢把握竞争优势的关键因素。网络技术的发展为用户交互访问和处理多个异构数据库中的数据提供了可能。多数据库系统提供了一个通用的数据集成与访问平台,它屏蔽了现在已有的各数据库系统不同的访问方法和用户界面,给用户呈现一个访问多种数据库的公共接口,从而减小各数据库之间的差异。它使得多个异构的数据库之间可以共享它们相互依赖的数据,并具有相互操作的能力。多数据库系统必将在电子政务、电子商务、企业信息集成、军事指挥、金融证券、办公自动化、远程教育、远程医疗等领域发挥巨大的支撑作用。

华中科技大学数据库与系统集成研究室十几年来研究和开发分布式异构多数据库系统,并从事本科生和研究生的教学和指导工作,在多数据库研究领域积累了较

为丰富的经验，并取得了一系列的研究成果。本书的出版正是这些成果和经验的总结，也是华中科技大学数据库与系统集成研究组共同努力的结晶，希望本书的付梓对数据库研究的广大同仁有所助益。

本书将介绍多数据库系统的相关概念、理论原理及实现技术。全书共 10 章，分 4 个部分：第 1 部分（第 1 章和第 2 章）是全书的基础，主要介绍多数据库系统的概念、特征、分类，相关研究工作及系统体系结构；第 2 部分（第 3 章至第 8 章）是全书的核心，着重讨论多数据库系统的基本理论与技术，包括多数据库系统的公共数据模型、模式集成方法、查询处理、查询优化、事务管理、安全管理等方面内容；第 3 部分（第 9 章）介绍文件系统与多数据库系统的集成；第 4 部分（第 10 章）以华中科技大学开发的 Panorama 原型系统为例介绍多数据库系统的实现技术。本书第 1 章由卢正鼎执笔，第 2~10 章由李瑞轩执笔，全书由李瑞轩统稿，卢正鼎教授审阅了全书。

特别感谢复旦大学首席教授施伯乐先生，他在百忙之中抽出时间审读本书，并为本书作序，施先生博学敏识，雅量高致，在此谨表诚挚的谢意！

特别感谢华中科技大学计算机学院的肖卫军博士和武汉大学计算机软件工程国家重点实验室的李兵博士，他们对本书的写作给予了极大关注，并提出了许多建设性的意见。

感谢华中科技大学数据库与系统集成研究组的全体同仁及研究生们，他们在有关程序开发和实验验证中做了许多有益的工作，Panorama 系统的研制成功都得益于他们，本书也总结了他们所做的部分工作，感谢他们对多数据库研究所做的贡献以及对作者的帮助。他们是吴炜、王天江、刘芳、刘青、李开、辜希武、黄晓涛、李玉华、李平、叶卫国、王治纲、王晓刚、文坤梅、李春林、张素智、Mudar Saremi、杨玉萍、吴志晴、张巍、张立明、段云涌、卢晓蓉、邓曦、程辉、陈帆、聂国梁、刘钊等。

感谢电子工业出版社的大力协助，特别感谢施玉新编辑，没有她细致的审校和热心的帮助，本书是不可能如此顺利地出版的。

计算机技术处于不断发展变化之中，多数据库技术也不例外。我们力求对多数据库技术进行系统而又深入的叙述，使读者对多数据库系统原理与技术能有一个比较系统、准确、全面的了解，并能运用所学的基本理论与基本方法解决一些实际问题。

本书的著述力求做到完美。但由于我们在写作过程中难免有疏漏或出错的地方，请读者多提宝贵意见。我们的 E-mail 地址是：rxli@public.wh.hb.cn。

作者
于华中科技大学

目 录

第 1 章 多数据库系统概述	(1)
1.1 问题背景	(2)
1.2 数据处理技术的发展	(5)
1.3 多数据库系统的定义	(6)
1.4 多数据库系统的特征	(7)
1.4.1 已存性	(7)
1.4.2 分布性	(8)
1.4.3 自治性	(8)
1.4.4 异构性	(9)
1.5 多数据库系统的分类	(10)
1.5.1 按多数据库系统的特性分类	(10)
1.5.2 按有无全局模式分类	(10)
1.6 多数据库技术研究概述	(11)
1.6.1 传统的多数据库系统	(11)
1.6.2 扩展的多数据库系统	(15)
1.6.3 多数据库研究综述	(20)
第 2 章 多数据库系统体系结构	(23)
2.1 分布异构环境的互操作体系结构	(24)
2.1.1 互操作性概念	(24)
2.1.2 分布对象技术与互操作	(25)
2.1.3 互操作系统体系结构	(27)
2.2 多数据库系统体系结构	(29)
2.2.1 数据集成与互操作的方法	(29)
2.2.2 多数据库系统体系结构	(30)
2.2.3 基于代理的多数据库体系结构	(31)
2.3 联邦数据库系统体系结构	(34)
2.3.1 联邦数据库系统概念	(34)

2.3.2	联邦数据库系统体系结构	(35)
第 3 章	公共数据模型	(39)
3.1	数据模型	(40)
3.2	多数据库模式结构	(41)
3.3	公共数据模型	(43)
3.3.1	公共数据模型的作用	(43)
3.3.2	常用的公共数据模型	(44)
3.3.3	异构数据源集成模型	(45)
3.4	OIM 模型	(46)
3.4.1	带根连通有向图	(46)
3.4.2	OIM 对象模型	(47)
3.4.3	OIM 对象代数	(50)
3.4.4	基于 OIM 的查询	(53)
3.5	XIDM 模型	(55)
3.5.1	XML 技术的发展	(55)
3.5.2	基于 XML 的集成数据模型	(56)
3.5.3	多数据库模式映射	(58)
3.5.4	XIDM 模型及模式映射示例	(62)
3.5.5	XIDM 模型与其他模型比较	(64)
第 4 章	模式集成	(67)
4.1	模式集成概述	(68)
4.2	模式集成框架	(70)
4.2.1	模式集成的两个阶段	(70)
4.2.2	模式映射	(72)
4.3	模式冲突的分类及解决策略	(73)
4.3.1	对象标识冲突及解决策略	(74)
4.3.2	模式定义冲突及解决策略	(74)
4.3.3	语义冲突及解决策略	(79)
4.3.4	数据冲突及解决策略	(79)
4.4	模式集成正确性判断标准	(80)
4.4.1	信息容量	(80)
4.4.2	模式变换正确性标准	(82)

4.4.3	模式变换分析	(84)
4.5	完整性约束的集成	(85)
4.5.1	基本操作	(85)
4.5.2	处理完整性约束的规则	(87)
4.5.3	规则应用示例	(89)
第 5 章	查询处理	(93)
5.1	查询处理体系结构	(94)
5.1.1	传统数据库查询处理	(94)
5.1.2	分布式数据库查询处理	(97)
5.1.3	多数据库查询处理	(99)
5.2	多数据库查询语言	(103)
5.2.1	查询语言剖析	(103)
5.2.2	多数据库对象结构化查询语言	(107)
5.3	查询内部表示与查询转换	(110)
5.3.1	查询树	(110)
5.3.2	查询转换规则	(111)
5.3.3	多数据库规范树	(113)
5.4	查询分解	(114)
5.4.1	查询分解预处理	(114)
5.4.2	查询分解原则	(115)
5.4.3	基于查询任务树的并发调度体系	(117)
5.4.4	查询分解算法及其等价性分析	(120)
5.4.5	查询分解的实现	(123)
第 6 章	查询优化	(127)
6.1	传统的查询优化技术	(128)
6.1.1	查询优化的意义	(128)
6.1.2	集中式数据库的查询优化	(129)
6.1.3	分布式数据库的查询优化	(130)
6.1.4	集中式与分布式数据库查询优化技术的比较	(131)
6.2	多数据库查询优化概述	(132)
6.2.1	多数据库查询优化问题分析	(132)
6.2.2	多数据库查询优化的准则	(133)

6.2.3	多数据库查询优化的代价估算	(134)
6.3	基于局部数据源查询能力的优化	(134)
6.3.1	局部数据源查询能力分析	(134)
6.3.2	基于局部数据源查询能力的代数优化	(136)
6.4	查询后处理与查询调度	(139)
6.4.1	全局查询图	(139)
6.4.2	查询后处理调度依据	(141)
6.4.3	全局查询超图集的生成	(141)
6.4.4	查询后处理的并发调度原理	(145)
6.5	查询后处理优化	(145)
6.5.1	查询后处理优化的基本内容	(145)
6.5.2	查询后处理的代价参数	(146)
6.5.3	查询后处理静态优化算法	(149)
6.5.4	查询后处理动态优化策略	(154)
第7章	事务管理	(159)
7.1	传统的事务管理	(160)
7.1.1	事务的基本概念	(160)
7.1.2	可串行化	(161)
7.1.3	形式化描述	(162)
7.2	多数据库事务模型	(163)
7.2.1	事务类型	(163)
7.2.2	调度类型	(164)
7.2.3	可串行性	(165)
7.3	多数据库事务管理体系结构	(168)
7.4	多数据库事务管理问题	(169)
7.4.1	全局可串行化问题	(169)
7.4.2	全局原子性和恢复问题	(171)
7.4.3	全局死锁问题	(172)
7.5	全局可串行化	(173)
7.5.1	局部数据库调度类型与全局可串行化策略	(173)
7.5.2	两级并发控制方法	(182)
7.5.3	嵌套事务的可串行化问题	(184)
7.6	放松的可串行化标准	(187)

7.6.1	多数据库一致性和完整性约束	(188)
7.6.2	强正确性	(190)
7.6.3	两级可串行化 (2LSR)	(191)
7.6.4	2LSR 调度的强正确性	(192)
7.6.5	基于视图的 2LSR 调度	(195)
7.6.6	2LSR 调度分析	(200)
7.7	多数据库事务原子性保证策略	(201)
7.7.1	重做方法	(202)
7.7.2	重试方法	(203)
7.7.3	补偿方法	(203)
7.7.4	2PC 协议	(204)
7.7.5	四种方法的结合	(205)
第 8 章	安全管理	(211)
8.1	多数据库系统安全体系	(212)
8.1.1	多数据库中的安全问题	(212)
8.1.2	多数据库安全研究现状	(214)
8.1.3	多数据库系统的安全体系	(215)
8.2	多数据库系统的认证体系	(217)
8.2.1	需要解决的问题	(217)
8.2.2	两种身份认证技术	(218)
8.2.3	多数据库系统中的身份认证	(222)
8.3	多数据库系统的访问控制	(223)
8.3.1	传统的访问控制模型	(223)
8.3.2	基于角色的访问控制模型	(228)
8.3.3	多数据库系统中基于角色的访问控制	(233)
8.4	多数据库系统的安全事务管理	(242)
8.4.1	多级安全数据库系统的事务管理	(242)
8.4.2	多数据库系统的安全事务管理	(245)
第 9 章	文件系统的集成	(251)
9.1	文件系统的特点	(252)
9.1.1	文件和文件系统	(252)
9.1.2	文件系统的特征	(253)

9.1.3	半结构化数据	(253)
9.2	集成文件系统需要解决的问题	(254)
9.2.1	集成文件系统的技术要求	(254)
9.2.2	公共数据模型	(255)
9.2.3	查询处理	(255)
9.2.4	模式集成	(256)
9.2.5	视图管理	(256)
9.2.6	事务处理	(256)
9.3	集成文件系统的一般方法	(256)
9.3.1	集成文件系统的多数据库体系结构	(256)
9.3.2	数据抽取和预处理	(257)
9.3.3	文件系统的局部代理	(260)
9.4	基于 XML 的文件系统与多数据库系统集成	(261)
9.4.1	XML 概述	(261)
9.4.2	XML 图	(263)
9.4.3	基于 XML 的公共数据模型	(268)
9.4.4	基于 XML 的查询语言	(268)
9.5	集成文件系统的多数据库事务模型	(271)
9.5.1	事务模型	(271)
9.5.2	全局事务管理器	(272)
9.5.3	事务提交协议	(272)
9.5.4	局部代理设计	(274)
第 10 章	多数据库系统实现	(277)
10.1	Panorama 系统体系结构	(278)
10.1.1	系统实现框架	(278)
10.1.2	系统功能结构	(279)
10.1.3	系统基本处理过程	(281)
10.2	Panorama 底层支撑平台	(281)
10.2.1	对象粒度	(282)
10.2.2	调用类型	(283)
10.2.3	客户请求映射方式	(283)
10.2.4	对象生命期	(283)
10.2.5	激活策略	(284)

10.3 模式集成实现策略	(285)
10.3.1 系统模式结构	(285)
10.3.2 模式集成过程	(285)
10.3.3 模式冲突解决策略	(286)
10.3.4 模式信息管理	(287)
10.4 查询处理实现策略	(293)
10.4.1 全局查询定义	(293)
10.4.2 查询处理过程	(294)
10.4.3 全局查询分解	(294)
10.4.4 中间结果合并	(295)
10.4.5 查询优化处理	(297)
10.5 事务处理实现策略	(300)
10.5.1 局部代理的设计	(300)
10.5.2 全局事务的并发控制	(302)
10.5.3 全局事务提交协议	(304)
附录 A	(305)
参考文献	(307)