



Oracle Streams 11g Data Replication

ORACLE[®] 11^g
DATABASE

Oracle Streams 11g

数据复制

设计和管理功能强大的数据复制解决方案

[美] Kirtikumar Deshpande 著

(Oracle公司高级技术解决方案咨询技术经理)

梁 峰 王晓海 译

清华大学出版社

Oracle Streams 11g

数据复制

[美] Kirtikumar Deshpande 著
梁 峰 王晓海 译

清华大学出版社

北 京

Kirtikumar Deshpande

Oracle Streams 11g Data Replication

EISBN: 978-0-07-149664-3

Copyright © 2011 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation is jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) and Tsinghua University Press. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2011 by McGraw-Hill Education (Asia), a division of the Singapore Branch of The McGraw-Hill Companies, Inc. and Tsinghua University Press.

版权所有。未经出版人事先书面许可，对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播，包括但不限于复印、录制、录音，或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权中文简体字翻译版由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和清华大学出版社合作出版。此版本经授权仅限在中华人民共和国境内(不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾)销售。

版权©2011 由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司与清华大学出版社所有。

北京市版权局著作权合同登记号 图字：01-2011-0933

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签，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

Oracle Streams 11g 数据复制 / (美) 德什潘德 (Deshpande, K.) 著; 梁峰, 王晓海 译.

—北京: 清华大学出版社, 2012.3

书名原文: Oracle Streams 11g Data Replication

ISBN 978-7-302-27968-6

I. O… II. ①德… ②梁… ③王… III. 关系数据库—数据库管理系统, Oracle Streams 11g IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 011527 号

责任编辑: 王 军 李维杰

装帧设计: 孔祥丰

责任校对: 蔡 娟

责任印制: 李红英

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

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 三河市金元印装有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm

印 张: 26.75

字 数: 618 千字

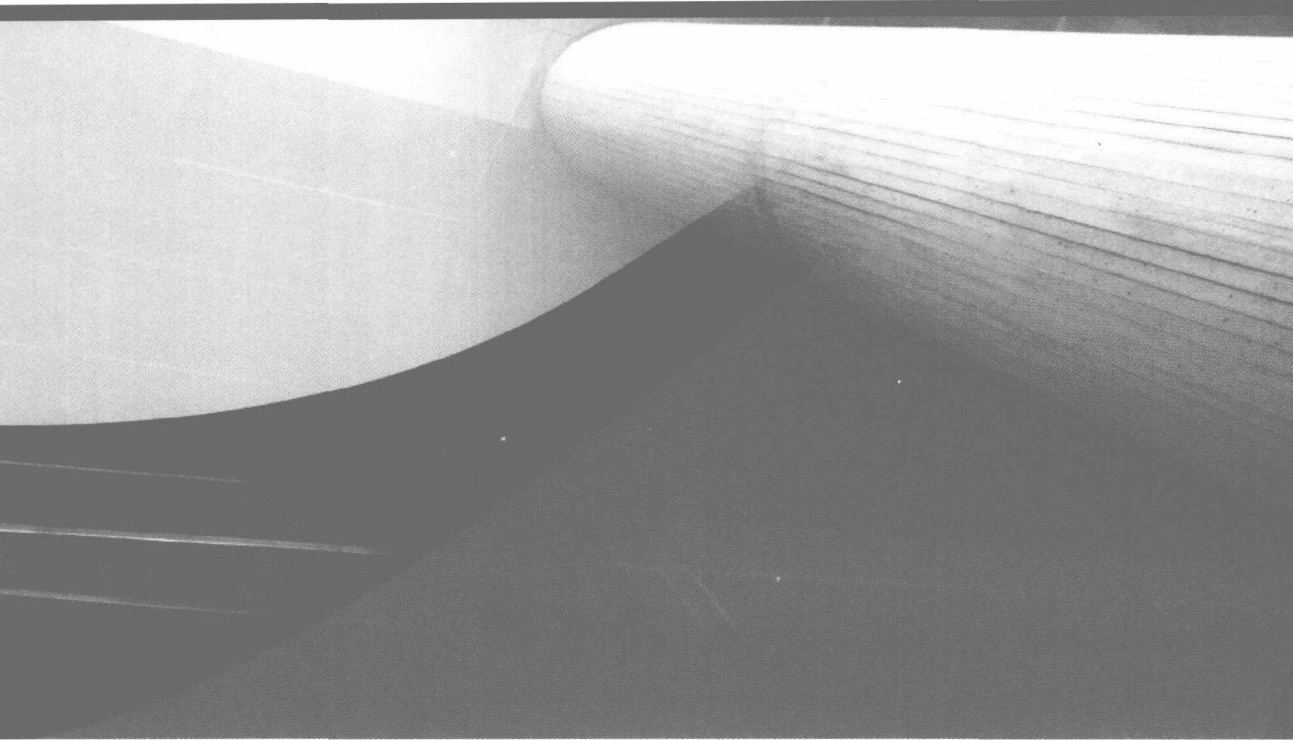
版 次: 2012 年 3 月第 1 版

印 次: 2012 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 1~3000

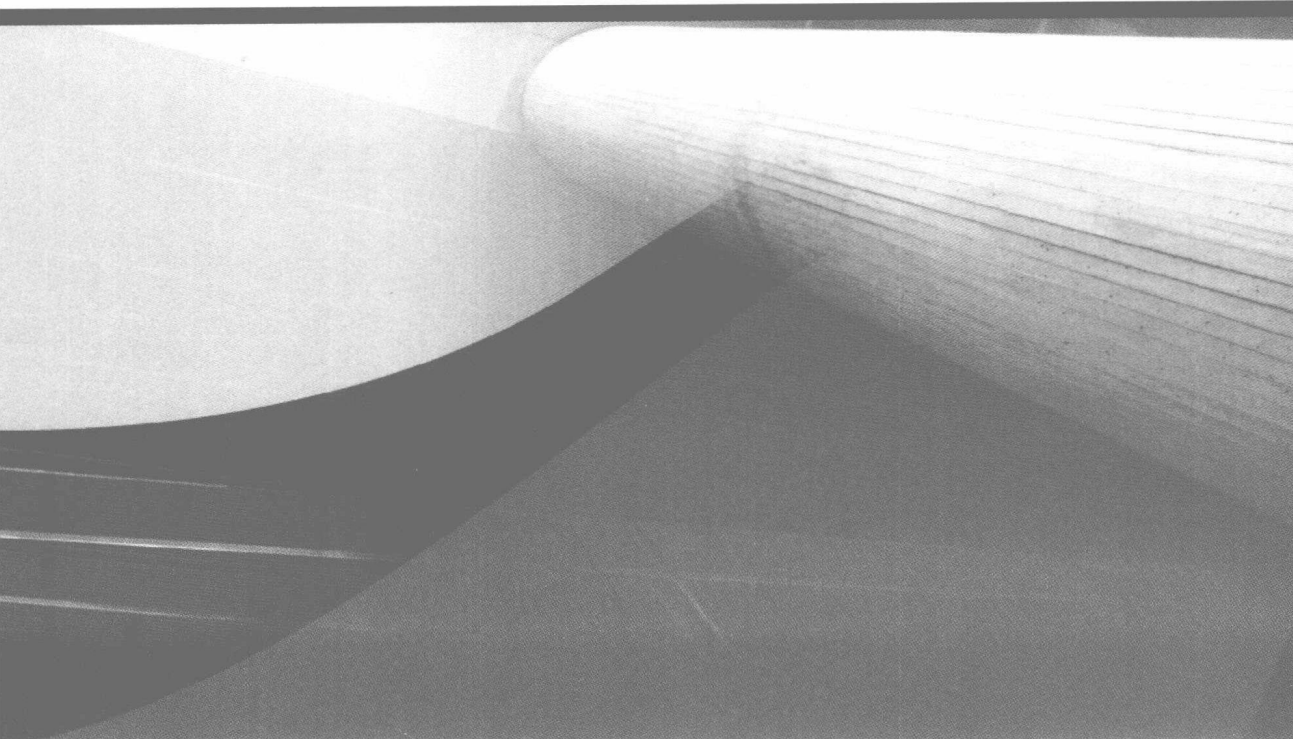
定 价: 68.00 元

产品编号: 040560-01



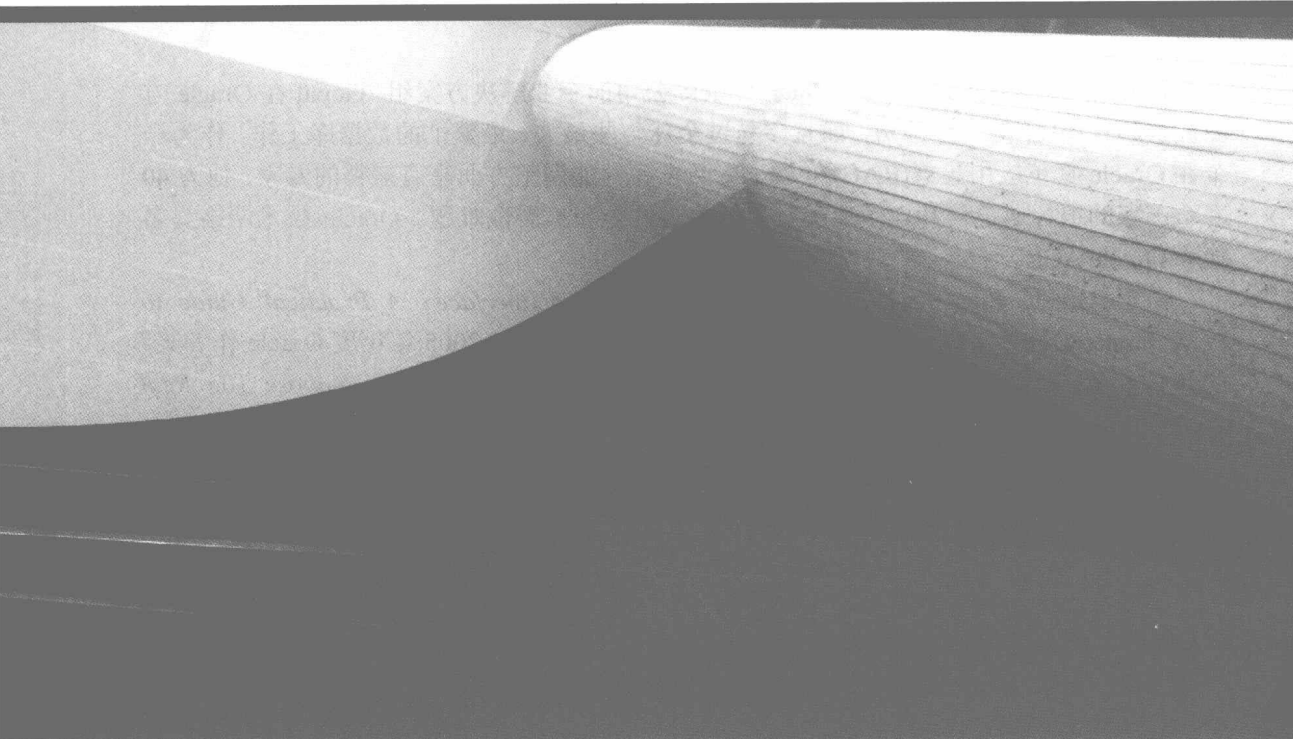
作者简介

Kirtikumar Deshpande(Kirti)在信息技术领域有超过29年的从业经历。在使用 Oracle 产品和技术方面, Kirti 已有 15 年的丰富经验。Kirti 与他人合著的 Oracle Press 图书包括 *Oracle Wait Interface: A Practical Guide to Performance Diagnostics & Tuning* 和 *Oracle Performance Tuning 101*, 并且因为前一本书而获得由 *Oracle Magazine* 授予的“2005 年度 Oracle 作者奖”。他在美国和其他国家的各种 Oracle 用户组会议中发表了多篇技术论文。在加入 Oracle 公司之前, Kirti 是一位 Oracle 架构师, 并且还是一位数据库管理员。他目前是 Oracle 高级技术解决方案组的咨询技术经理, 负责帮助客户部署高可用的、可灾难恢复的复制解决方案。他为很多客户设计并且实现了复杂的 Streams 复制环境。



关于本书贡献者

Achala Deshpande 在信息技术领域有超过 25 年的工作经验。在过去的 20 年里，她一直在使用 Oracle 技术，主要是设计和实施由数据库驱动的使用 PL/SQL、SQL、Pro*C 和 J2EE 的交互式应用程序。目前，Achala 作为一名高级软件工程师为美国的一家大型航空公司设计和开发富 Internet 应用程序。



技术编辑简介

Volker Kuhr 是 Oracle 公司的首席服务交付工程师(Service Delivery Engineer, SDE)。Volker 从 2000 年离开高能物理领域的 UNIX 管理和 C 语言编程之后,就一直在数据库技术领域工作。

Volker 最初从事分布式数据库咨询工作(高级复制、Streams 和 OGG),后来逐渐成为一个编程核心技术组的领导,并最终转到高级客户支持。目前他仍然在该领域工作,而且已经支持和辅助了欧洲、中东及非洲地区的多个 Streams 项目。

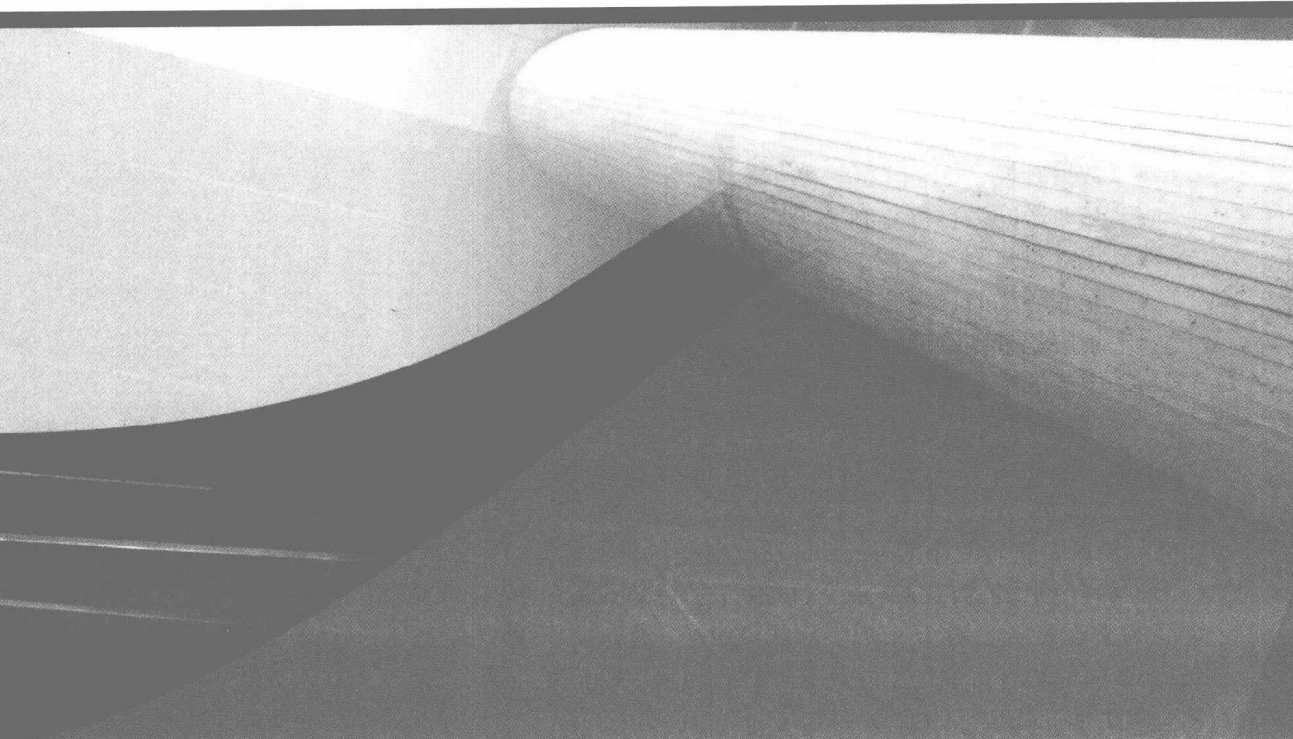
Volker 相信信息共享,而且在过去的 10 年中,他在大学任过教、在会议上做过报告而且还提供说明性资料。Volker 拥有德国哥廷根大学的物理学博士学位。

Lewis Kaplan 是 Oracle 公司企业解决方案组的技术经理,他既做过高级技术服务的咨询工作,也从事过 Oracle 服务器技术的开发。他曾是 Oracle Streams 和 Logical Standby 主要开发人员中的一个。Lewis 是与复制方法论相关的两个专利的合作发明人之一,而且在国际上享有分布式技术领域的知名专家称号。

K. Gopalakrishnan(Gopal)任职于 Oracle 公司的企业解决方案组。Gopal 在 Oracle 方面拥有超过 10 年的工作经历, 而且参与过全球一些最大、最繁忙的数据库工作。作为一个在 Oracle 真正应用集群(RAC)和 Oracle 数据库性能调整方面享有盛誉的专家, 他为 40 多个国家的银行、电信和电子商务应用解决过性能和扩展性难题。Oracle 技术网络提名他为 Oracle ACE。

由于 Oracle Press 的性能调整书籍 *Oracle Wait Interface: A Practical Guide to Performance Diagnostics & Tuning* 的热卖, Gopal 成为大奖“2005 年年度 Oracle 作者奖”的拥有者之一(该奖由 *Oracle Magazine* 评出)。Gopal 还是 *Oracle Database 10g Real Application Clusters Handbook* 一书的作者。





前 言

当越来越多的业务因为各种原因而使用分布式环境时，对数据复制的需求就会稳步增长。对这种数据的实时访问已成为在全球市场上竞争的必备条件之一。在这些环境下，全局数据完整性和一致性同等重要。Oracle Streams 可以处理这些需求。

Oracle 公司在 Oracle 9i Database Release 2 版本中引入了 Streams，作为分布式环境中在多个应用程序和数据库中进行数据复制和信息共享的旗舰解决方案。Oracle Streams 提供了一个精密、灵活并且健壮的基础设施，可以满足各种不同的数据复制需求。Oracle Streams 相对传统数据复制解决方案更加灵活的特性，允许用户选择单个的可以更快部署并且开销更少的信息共享解决方案。

Streams 是 Oracle 数据库的一个整合部分，不需要单独为其授权或者安装任何额外的软件。

Oracle Streams 中可用的一些很强大的特性和选项包括：

- 准实时复制

- 数据完整性(遵循事务边界)
- 自动冲突处理
- 数据转换
- 从单源向多目标复制
- 点对点复制
- 复制环境的详细监控
- 扩展的规则管理
- 灵活的配置选项和一些配置方法

在早期的 Oracle 发布版本中, 配置和管理 Oracle Streams 环境有些复杂。Oracle Database 10g R2 中的一些改进使得实现、监控和管理 Streams 变得很简单。Oracle Database 11g R2 在此基础上进一步做了改进。随着核心 Streams 代码的提升, 复制性能得到大幅提高。同时, 管理复杂的 Streams 环境也变得非常容易。

虽然自 Oracle 9i Database Release 2 之后 Oracle Streams 产品就可用, 但是一直缺乏全面的文献资料。对于一个实际的 DBA, 没有哪个单一的学习资料能仔细讲解配置 Streams 环境的方法或是监控及故障解决问题。对于架构师, 也会因为缺乏类似的确切信息而阻止他们在自己的设计中使用 Streams。本书试图通过解释产品背后的概念来填补这个空白。从配置到调试 Streams 环境, 本书都将提供实践建议。正因为如此, 本书作为 Streams 复制的一个参考资料, 适用于 DBA、开发人员和架构师阅读。

本书内容安排

本书针对不同类型读者的需求, 从不同的方面介绍 Streams。架构师、开发人员和 DBA 将学习概念并且很好地理解各种 Streams 组件。同时, DBA 还将得益于所有的实用脚本和一步一步的说明。

很少人能够一次从头到尾地将一本技术书籍读完。但是, 我强烈要求所有的读者一开始就阅读前两章, 从而在概念上很好地理解 Streams。然后, 可以跳到任何一章去阅读关于某个特定 Streams 组件的知识或者学习在 Streams 中执行某个特定任务的方法。例如, 一个实际的 DBA 要想设置一个有效的 Streams 环境, 他可以直接跳到第 8 章并且一步一步地按照说明来设置 Streams。或者, 由于 Oracle Enterprise Manager Grid Control 10.2.0.5 让这个任务变得更加容易, DBA 可能想要查看第 14 章。欲了解更多关于应用进程组件知识的读者可以参阅第 6 章。所有的读者都将从第 3 章详细了解到 Oracle Streams 环境中使用规则的方法。

本书共包括 14 章和 5 个附录, 内容如下:

第 1 章: Oracle Streams 的概念 本章介绍 Oracle Streams 复制, 讨论 Streams 架构并且简要解释它的各个组件。读者应该阅读本章以熟悉 Oracle Streams 的架构和组件。

第 2 章: 使用 Oracle Streams 本章讨论配置 Streams 复制的方法以支持复制数据的各个不同需求, 另外还讨论了使用 Streams 技术解决其他不一定需要数据复制的业务问题的方法。

第 3 章: Streams 规则和规则集 Oracle Streams 使用规则和规则集, 这些规则和规

则集控制数据捕获和复制的方法。本章介绍这些规则以及 Streams 使用它们的方法。当自定义一个涉及数据转换的 Streams 环境时，需要理解规则。可以等到有一个有效的 Streams 环境之后再回头学习这一章，以熟悉规则和规则集的工作方式。

第4章：捕获进程 本章详细讨论 Streams 如何捕获复制发生的变化、捕获进程的类型、捕获进程组件以及捕获进程的配置、需求和限制，另外还解释了在不同 Streams 环境中创建捕获进程的方法。

第5章：暂存进程与传播进程 本章介绍队列及其使用方法以及 Streams 使用它们传播所捕获消息的过程，另外还介绍传播的概念以及创建它来支持各种 Streams 环境的方法。

第6章：应用进程 本章详细讨论 Streams 将修改应用到目标表的方法以及应用进程的组件、需求和限制，另外还讨论了创建应用进程及各种与之相关的在数据应用之前用来处理错误、冲突或数据定制的自定义存储过程的方法。

第7章：逻辑修改记录 捕获到的消息在内部会转换为逻辑修改记录(Logical Change Record, LCR)，本章详细介绍了 LCR 的概念、它们包含的信息以及深入了解这些信息的方法。当自定义 Streams 以支持业务需求时需要访问和修改 LCR 信息，本章通过使用一个可运行的示例来解释这一点，这个示例展示了操纵 LCR 内容的方法。

第8章：为数据复制配置 Oracle Streams 在讨论完首要任务之后，本章详细讨论配置 Streams 复制的方法。除了讨论可以使用的多种不同方法外，还解释了使用 Oracle 提供的 API 来配置各种级别(如数据库级别、模式级别和表级别)的简单 Streams 复制的方法。本章还将讨论使用提供的 PL/SQL 包手动配置 Streams 复制的方法，以及在各种拓扑下如何配置复杂 Streams 复制。本章的示例脚本可以用来快速创建一个简单的 Oracle Streams 环境。

第9章：数据转换 本章讨论当源表和目标表在定义和结构上不同时，Oracle 提供的用来在 LCR 中转换内容的存储过程。另外还使用示例讨论了创建自己的数据转换函数和存储过程来解决具体业务需求的方法，这些业务需求无法用 Oracle 提供的存储过程来解决。

第10章：数据冲突处理 本章讨论在 Streams 环境中可能发生的不同类型的数据冲突，讨论避免数据冲突的方法并解释当冲突无法避免时的处理方法，解释使用 Oracle 提供的冲突处理存储过程来解决冲突的方法。

第11章：管理和监控 Streams 复制 本章讨论 Streams 管理和任务监控。讨论如何启动和停止 Streams 进程、如何修改它们的参数及其他属性，以及监控它们状态、状况和性能的方法。另外还解释了在 Streams 环境中监控事务的方法，讨论当同一个源数据库存在多个目标时如何分割和合并功能及管理。本章还将展示安装和使用 Streams 性能顾问的方法，从而使监控点对点 Streams 性能更加容易。

第12章：维护和错误处理 本章讨论 Streams 维护和调试，包括通过增加新对象到复制中或者删除已存在的对象或组件来修改已有 Streams 复制的方法，还将解释使用 Streams 组件调试问题以及调试应用进程遇到的复制错误的方法，最后讨论使用数据比较存储过程来识别和修正源表和目标表之间的数据匹配错误的方法。

第13章：Streams 性能考量 本章讨论对复制性能造成不好影响的常见原因和问题，

讨论提高整个 Streams 性能的各种技术和配置设置。

第 14 章: OEM Grid Control 在 Streams 复制中的应用 本章讨论如何使用 OEM Grid Control 10.2.0.5 来配置、管理和监控 Oracle Streams 复制环境。

附录 A: Oracle Streams 最佳实践 本附录讨论 Oracle 成功实现 Oracle Streams 复制的最优方法。

附录 B: RAC 环境中的 Oracle Streams 复制 本附录讨论针对 Oracle RAC 环境的 Streams 配置的额外细节。

附录 C: Streams 健康检查报告 本附录讨论通过创建和使用 Streams 健康检查报告来归档、审查和调试 Streams 环境的方法。

附录 D: Streams 复制的数据字典视图 本附录提供一个包括 Streams 组件和进程及其性能信息的数据字典列表和动态性能视图。

附录 E: 参考文献 本附录提供了一个本书参考的所有 Oracle 公司资料的列表。

目 录

第 I 部分 Oracle Streams 简介

第 1 章 Oracle Streams 的概念	3
1.1 Oracle Streams 中的信息流	4
1.2 Oracle Streams 体系结构概述	5
1.2.1 捕获组件	5
1.2.2 暂存和传播组件	7
1.2.3 消费组件	8
1.2.4 队列	9
1.2.5 Oracle Streams 标签	10
1.2.6 规则和规则集	10
1.2.7 实例化	11

1.2.8 LogMiner 数据字典	11
1.2.9 Streams 数据字典	12
1.2.10 NOLOGGING 操作和 UNRECOVERABLE 操作	12
1.2.11 补充日志	12
1.2.12 逻辑修改记录	13
1.2.13 表数据的比较	14
1.3 本章小结	14
第 2 章 使用 Oracle Streams	15
2.1 数据复制	16
2.1.1 单向复制	16
2.1.2 双向复制	17

2.1.3 点对点复制	17	4.2.1 必需的检查点 SCN	60
2.1.4 辐射型复制	18	4.2.2 最大检查点 SCN	60
2.1.5 与非 Oracle 数据库的复制	21	4.2.3 First SCN	60
2.2 数据仓库加载	21	4.2.4 Start SCN	61
2.3 数据审计	21	4.2.5 已捕获的 SCN	61
2.4 数据保护	22	4.2.6 最近入队的 SCN	62
2.5 消息队列管理	22	4.2.7 应用的 SCN	62
2.6 在数据库升级时减少 停工时间	23	4.2.8 源重置日志 SCN	62
2.7 在进行维护工作时减少停工 时间	23	4.2.9 检查点保存时间	62
2.8 本章小结	24	4.3 创建捕获进程	63
第 II 部分 Oracle Streams 的 概念和架构		4.3.1 创建本地捕获进程	63
第 3 章 Streams 规则和规则集	27	4.3.2 创建下游捕获进程	68
3.1 规则	28	4.3.3 创建同步捕获进程	70
3.1.1 评估上下文	28	4.3.4 捕获用户	72
3.1.2 规则条件	28	4.4 捕获进程组件	72
3.1.3 操作上下文	29	4.5 捕获进程参数	73
3.2 规则集	29	4.6 未捕获到的修改	77
3.2.1 正规规则集	30	4.6.1 捕获进程未捕获到的修改	78
3.2.2 负规则集	31	4.6.2 同步捕获进程未捕获到的 修改	79
3.3 创建规则和规则集	33	4.6.3 检查不支持对象的方法	79
3.3.1 系统创建的规则和规则集	34	4.7 NOLOGGING 操作	81
3.3.2 用户创建的规则和规则集	47	4.8 补充日志	82
3.3.3 用于删除不支持 LCR 的 规则条件	50	4.8.1 补充日志的用途	82
3.4 管理规则和规则集的 存储过程	52	4.8.2 补充日志的类型	83
3.5 本章小结	52	4.8.3 系统创建的补充日志组	86
第 4 章 捕获进程	55	4.9 本章小结	87
4.1 捕获规则的类型	56	第 5 章 暂存进程与传播进程	89
4.1.1 本地捕获进程	56	5.1 队列模型	90
4.1.2 下游捕获进程	57	5.2 队列类型	90
4.2 捕获进程检查点和系统修改 编号	59	5.2.1 ANYDATA 类型的类型化 队列	90
		5.2.2 缓冲区队列	90
		5.2.3 持久化队列	91
		5.2.4 安全队列	91
		5.2.5 事务队列	91
		5.2.6 非事务队列	91

5.2.7 提交时队列	91	6.10.3 错误处理程序	139
5.3 Streams 客户端使用队列的方式	92	6.10.4 预提交处理程序	142
5.4 创建 Streams 队列	92	6.11 不能应用的修改	142
5.5 传播	96	6.12 本章小结	143
5.5.1 队列-数据库链接传播	96	第 7 章 逻辑修改记录	145
5.5.2 队列-队列传播	96	7.1 行 LCR	146
5.5.3 有向网络	97	7.2 DDL LCR	147
5.5.4 创建传播进程	98	7.3 LCR 中的额外特性	148
5.5.5 传播规则集和规则	103	7.4 访问 LCR 内容	149
5.5.6 传播作业和调度计划	104	7.4.1 访问行 LCR 内容	152
5.6 本章小结	108	7.4.2 访问 DDL LCR 内容	157
第 6 章 应用进程	109	7.5 修改 LCR 内容	159
6.1 应用进程概述	110	7.5.1 修改行 LCR 内容	159
6.2 应用进程状态	110	7.5.2 修改 DDL LCR 内容	163
6.3 应用进程组件	110	7.6 LCR 和 LOB 数据类型	165
6.3.1 reader 服务器	111	7.7 本章小结	166
6.3.2 协调器进程	112	第 III 部分 Oracle Streams 配置	
6.3.3 服务器进程	112	第 8 章 为数据复制配置	
6.4 应用用户	114	Oracle Streams	171
6.5 创建应用进程	114	8.1 Streams 配置方法	172
6.5.1 自动创建应用进程	115	8.2 首要任务	172
6.5.2 手动创建应用进程	119	8.2.1 准备数据库	172
6.6 应用进程参数	121	8.2.2 创建数据库之间的 网络连接	176
6.7 处理触发器	125	8.2.3 创建 Streams Administrator 账户	177
6.8 处理列差异	127	8.2.4 创建数据库链接	178
6.8.1 数据类型不匹配	127	8.2.5 创建目录对象	179
6.8.2 目标表中列的数目不够	127	8.3 使用 MAINTAIN 存储过程 配置 Streams	179
6.8.3 目标表中列的数目过多	128	8.3.1 数据库级别的 Streams 复制	180
6.8.4 列名不匹配	128	8.3.2 模式级别的 Streams 复制	182
6.8.5 没有主键或唯一键	128	8.3.3 表级别的 Streams 复制	184
6.9 处理事务依赖	129	8.3.4 表空间级别的 Streams 复制	185
6.9.1 对象依赖	130		
6.9.2 值依赖	130		
6.10 应用进程的消息处理	131		
6.10.1 DML 处理程序	132		
6.10.2 DDL 处理程序	137		

8.3.5	使用 MAINTAIN 存储过程 配置下游捕获进程.....	188	9.4.1	ADD_COLUMN 存储过程.....	225
8.3.6	监控 MAINTAIN 存储过程 的进度	190	9.4.2	DELETE_COLUMN 存储 过程	227
8.3.7	从 MAINTAIN 存储过程的 错误中恢复	192	9.4.3	KEEP_COLUMNS 存储 过程	228
8.3.8	MAINTAIN 存储过程的 优势	194	9.4.4	RENAME_COLUMN 存储 过程	230
8.3.9	MAINTAIN 存储过程的 限制	194	9.4.5	RENAME_SCHEMA 存储 过程	231
8.4	使用自定义脚本配置 Streams	195	9.4.6	RENAME_TABLE 存储 过程	232
8.4.1	含有本地捕获进程的 单向复制	196	9.5	基于规则的转换和 DDL 复制	233
8.4.2	包含下游捕获进程的 单向复制	202	9.6	配置自定义的基于规则的 转换	233
8.4.3	双向复制	207	9.6.1	针对 DDL LCR 的自定义的 基于规则的转换	234
8.4.4	从单个源到多个目标的 复制	211	9.6.2	针对行 LCR 的自定义的 基于规则的转换	238
8.4.5	使用队列转发的复制	211	9.7	移除基于规则的转换	240
8.4.6	使用应用转发的复制	212	9.7.1	移除声明性的基于规则的 转换	240
8.4.7	使用同步捕获进程的复制 ..	213	9.7.2	移除自定义的基于规则的 转换	243
8.4.8	辐射型复制	216	9.8	表子集规则转换	243
8.4.9	点对点复制	218	9.9	转换的执行顺序	244
8.5	本章小结	219	9.10	本章小结	245
第 9 章	数据转换	221	第 10 章	数据冲突处理	247
9.1	基于规则的转换的种类	222	10.1	冲突类型	248
9.1.1	声明性的基于规则的 转换	222	10.1.1	删除冲突	248
9.1.2	自定义的基于规则的 转换	223	10.1.2	更新冲突	248
9.2	使用基于规则的转换的 场合	224	10.1.3	唯一性冲突	248
9.3	找到规则名	224	10.1.4	外键冲突	248
9.4	配置声明性的基于规则的 转换	225	10.2	避免冲突的方法	249
			10.2.1	避免唯一性冲突	249
			10.2.2	避免删除冲突	251
			10.2.3	避免更新冲突	251

- 13.8.4 检测冲突 353
- 13.9 修复故障 353
- 13.10 本章小结 354
- 第 14 章 OEM Grid Control 在 Streams 复制中的应用 355**
 - 14.1 Streams 配置向导 356
 - 14.2 创建模式级别的复制 358
 - 14.2.1 第 1 步：对象选择 358
 - 14.2.2 第 2 步：目标选项 358
 - 14.2.3 第 3 步：复制选项 359
 - 14.2.4 第 4 步：调度作业 360
 - 14.2.5 第 5 步：检查 361
 - 14.3 监控和管理 Streams 复制环境 362
 - 14.3.1 监控捕获进程 363
 - 14.3.2 监控传播进程 364
 - 14.3.3 监控应用进程 365
 - 14.3.4 显示事务细节：LogMiner 会话 367

- 14.3.5 显示 Streams 组件概要信息 368
 - 14.3.6 显示 Streams 路径和性能分析数据 369
 - 14.3.7 管理 Streams 进程 371
 - 14.3.8 管理应用错误 373
- 14.4 Streams 指标和告警 374
- 14.5 本章小结 376

第 V 部分 附 录

- 附录 A Oracle Streams 最佳实践 379
- 附录 B RAC 环境中的 Oracle Streams 复制 387
- 附录 C Streams 健康检查报告 393
- 附录 D Streams 复制的数据字典视图 399
- 附录 E 参考文献 407