

Oracle Database 12c Release 2 In-Memory:
Tips and Techniques for Maximum Performance

Oracle Database 12cR2 In-Memory性能优化实战

实现数据库极限性能的技术建议和前沿方法

非
外
借

[美] 乔吉特·班纳吉(Joyjeet Banerjee) 著
张骏温 许向东 王 健 译

Oracle
Press™



清华大学出版社

Oracle Database 12cR2 In-Memory 性能优化实战

[美] 乔吉特·班纳吉 (Joyjeet Banerjee) 著

张骏温 许向东 王 健 译

清华大学出版社

北 京

Joyjeet Banerjee

Oracle Database 12c Release 2 In-Memory: Tips and Techniques for Maximum Performance
EISBN 978-1-259-58616-3

Copyright © 2017 by McGraw-Hill Education.

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

Translation copyright © 2019 by McGraw-Hill Education and Tsinghua University Press Limited.

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有限公司合作出版。此版本经授权仅限在中国大陆区域销售,不能销往中国香港、澳门特别行政区和中国台湾地区。

版权©2019 由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司与清华大学出版社有限公司所有。

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2017-8966

本书封面贴有 McGraw-Hill Education 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 Database 12cR2 In-Memory 性能优化实战 / (美) 乔吉特·班纳吉(Joyjeet Banerjee) 著; 张骏温, 许向东, 王健译. —北京: 清华大学出版社, 2019

书名原文: Oracle Database 12c Release 2 In-Memory: Tips and Techniques for Maximum Performance

ISBN 978-7-302-52760-2

①O… II. ①乔… ②张… ③许… ④王… III. ①关系数据库系统 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 070970 号

责任编辑: 王 军

封面设计: 孔祥峰

版式设计: 思创景点

责任校对: 牛艳敏

责任印制: 杨 艳

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: 170mm×240mm

印 张: 13.5

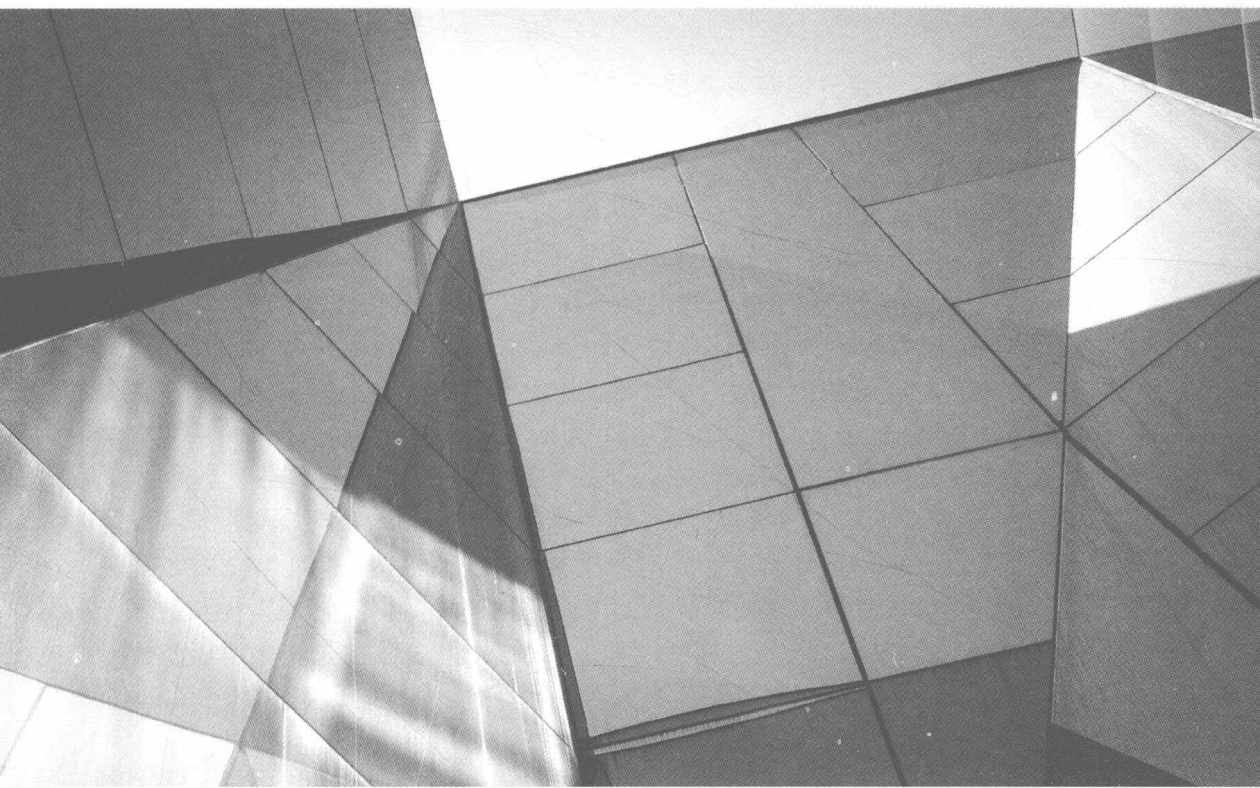
字 数: 265 千字

版 次: 2019 年 5 月第 1 版

印 次: 2019 年 5 月第 1 次印刷

定 价: 59.80 元

产品编号: 077461-01



译者序

现代商业的运作模式在不断变化中，为了能够快速应对需求的不断增长，企业客户需要能够快速地从支持其决策的信息中获取信息。这就要求企业客户除了在传统数据仓库上执行分析外，还需要直接在其交易型系统上运行分析。在这种需求驱动下，Oracle Database 12c 推出了一项开创性的新特性——内存数据库 (Oracle Database In-Memory)。

Oracle 内存数据库的创新之处是在内存中支持行和列两种格式的存储，即独特的双模结构。行格式适合 OLTP 应用访问，列格式适合 OLAP 分析型应用。新的列格式完全基于内存，可以将整个表空间、表、表的部分列、分区和子分区置于内存中。借助 Oracle Database In-Memory 的这些特性，单个数据库就可以高效地支持混合工作负载，在为事务型操作提供最佳性能的同时，也支持实时分析和报表。

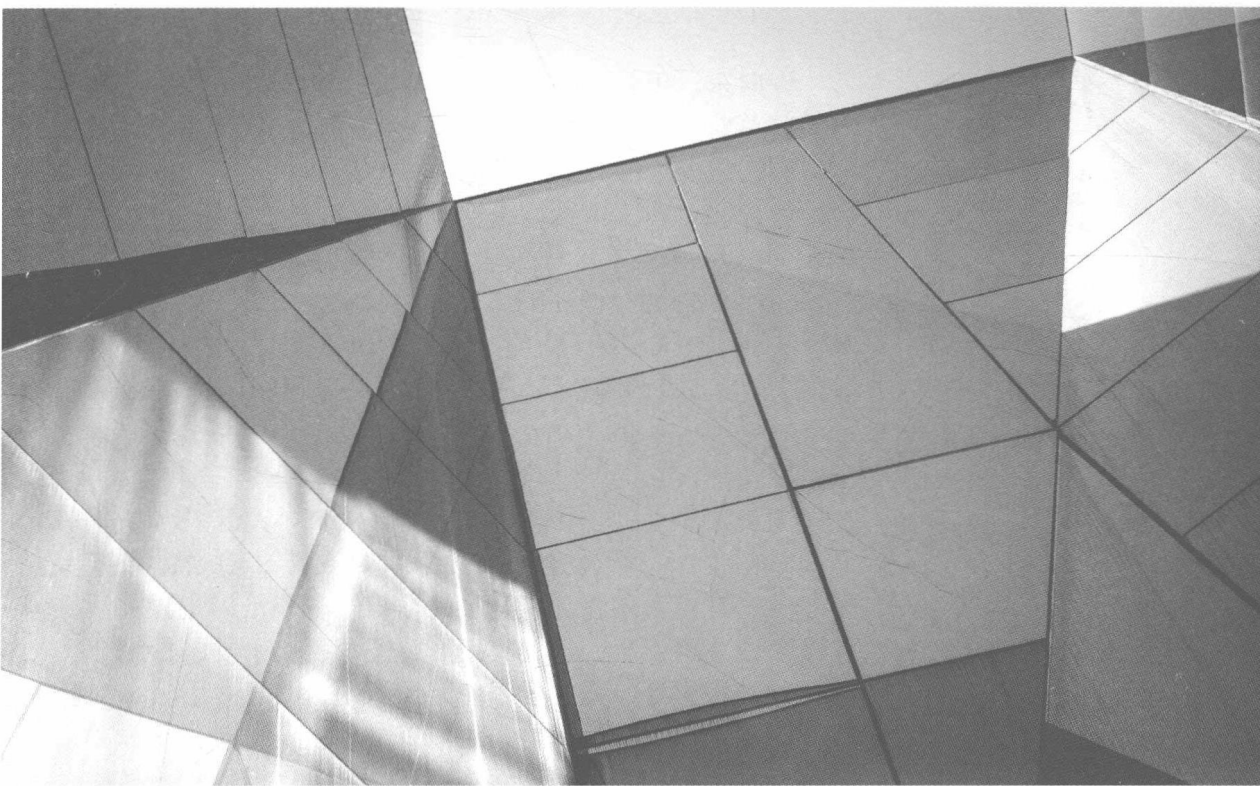
Oracle 内存数据库与已有的 Oracle Database 企业版中的各种功能，如 RAC、

多租户、ADG 等充分地兼容并结合使用，同时确保对应用层不做任何更改。在我们的实际测试案例中，Oracle 内存数据库不但能够透明地、成倍地加速分析型查询的响应速度，实现实时的商业决策，同时在混合负载的环境里也能加速操作型事务处理。

本书循序渐进地介绍如何使用 Oracle Database 12c Release 2 In-Memory 来优化数据库性能、缩短事务处理时间。作者从 Oracle 企业架构师的视角给出了实现数据库最佳性能的建议，以及实际操作说明。通过阅读本书，你可以学会如何快速部署 Oracle 内存数据库软件、使用 In-Memory Advisor、构建查询以及在 Oracle RAC 集群和多租户环境中使用 In-Memory，并通过具体案例研究说明如何在实际应用中实施 In-Memory。

本书系统地阐述了 Oracle 内存数据库的特性、原理、部署和操作实践，是一部关于 Oracle 内存数据库特性的专题书籍，我们希望这本汇集了原作者和译者实践经验的中文版译著，能够帮助国内的用户、数据库管理人员和技术人员更深入地了解 Oracle 内存数据库技术，本书第 1~3 章由张骏温翻译，第 4 章由许向东翻译，第 5~8 章及附录由王健翻译。欢迎读者提出宝贵的意见和建议。

译者 许向东



译者简介

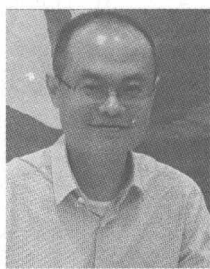


张骏温，北京交通大学计算机与信息技术学院副研究员。多年来一直从事 IT 技术相关专业的教学和科研工作，主持或参加了多项国家级和省部级重大科研项目，培养了多名硕士研究生。

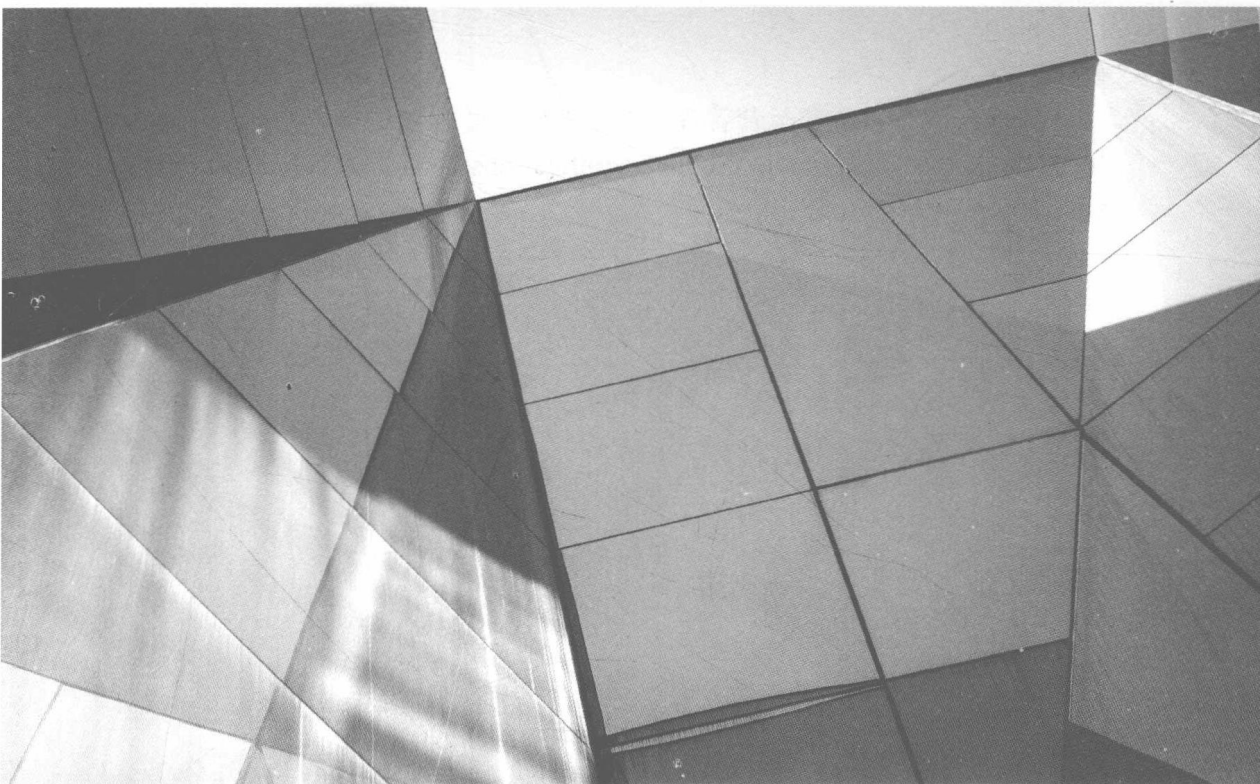
2012 年主编了书籍《计算机网络系统工程监理规范理解与实施》；2013—2018 年，与清华大学出版社合作，翻译出版了《Effective MySQL 之备份与恢复》《MySQL Workbench 数据建模与开发》《Oracle PL/SQL 性能调优诀窍与方法》和《精通 Oracle R Enterprise 大数据》四本书籍。目前研究方向包括：数据库、网络工程、信息安全、信息化工程监理、软件测试和现代通信技术。



许向东，甲骨文(中国)软件系统有限公司、云平台事业部售前总监，2002 年加入 Oracle 公司。对金融、政府、交通、电力等行业的 Oracle 数据库及相关选件产品的设计、开发、运维管理和培训工作做技术支持。2014 年、2015 年、2016 年和 2017 年，分别与同事一起翻译了《深入解析 Oracle Enterprise Manager Cloud Control 12c》《Oracle 大数据解决方案》《Oracle Database 12c 完全参考手册》《Oracle 数据库升级、迁移和变更最佳实践》《构建 Oracle 数据库云最佳实践——使用 Oracle Enterprise Manager Cloud Control 13c》五本书籍(均已由清华大学出版社出版)。



王健，甲骨文(中国)软件系统有限公司、云平台事业部售前顾问，2006 年加入 Oracle 公司，支持过 Oracle 数据库及相关选件产品的设计、开发、运维管理和培训工作。目前主要负责招商银行、平安集团、广发银行、平安银行等金融行业的技术支持，提供数据库相关解决方案、应用数据平台和混合云平台架构设计。具备丰富的行业经验和技術积累，对公有云、数据库技术有深入理解。



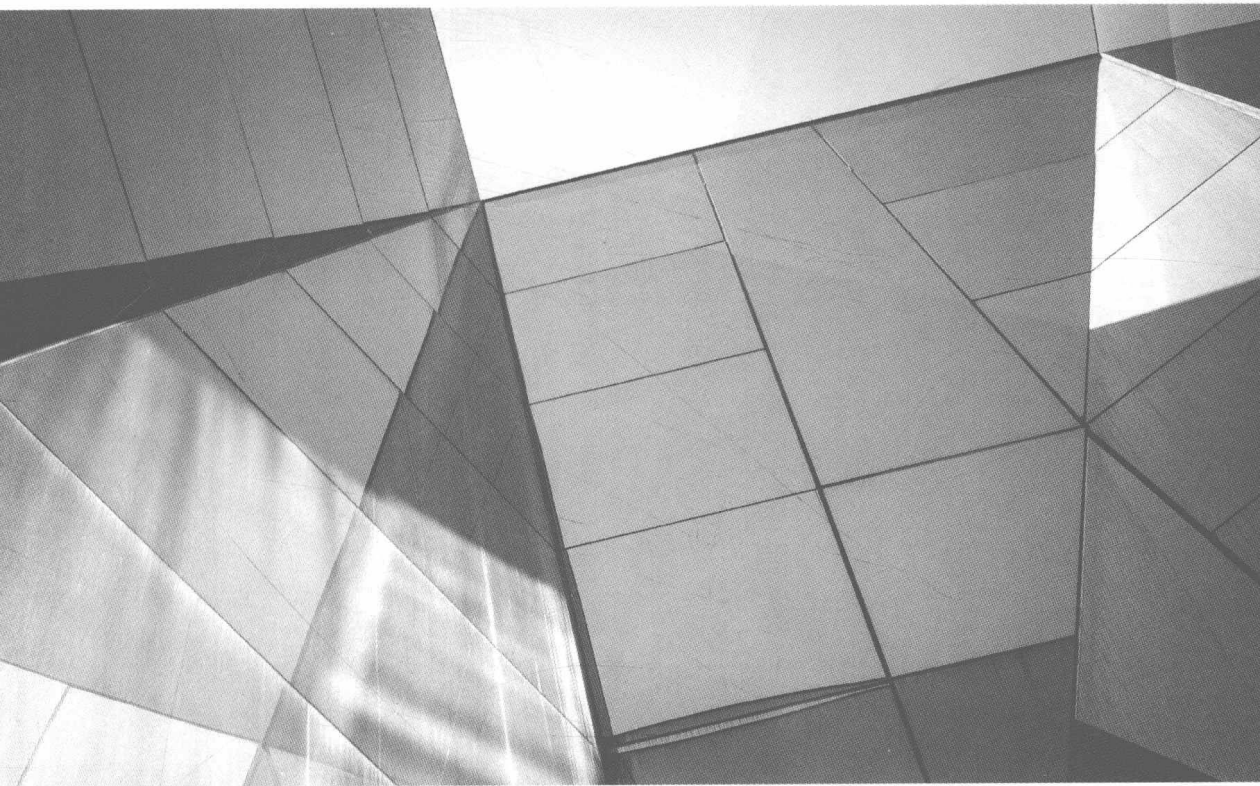
作者简介

Joyjeet Banerjee 是亚马逊网络服务(Amazon Web Services)的企业解决方案架构师,负责开发能够满足客户业务需求的高可扩展的、灵活的、弹性云架构。Joyjeet 帮助机构了解基于云的高级解决方案的最佳实践以及如何将现有工作负载迁移到云上。在加入 Amazon Web Services 之前, Joyjeet 曾在位于加利福尼亚州的 Oracle 总部、Oracle 工程化系统团队担任企业架构师。他的主要职责是帮助 Oracle 企业客户从传统系统迁移到工程化系统。在加入工程化系统团队之前, Joyjeet 曾在 Oracle 咨询部门工作,协助 Oracle 数据库、RAC 和 EBS 客户实施 Oracle 产品。Joyjeet 于 2003 年加入 Oracle,担任电子商务套件(E-Business Suite)开发组织的数据库管理员,专门负责 Oracle 数据库的应用性能。

Joyjeet 是 Oracle Applications Users Group(OAUG)Collaborate 和 Oracle OpenWorld 的资深演讲嘉宾。他曾在 Oracle University 的专家小组(panel)中工作,负责评估课程内容并为 Oracle 数据库、RAC 和 Oracle Applications 的 OCP 提

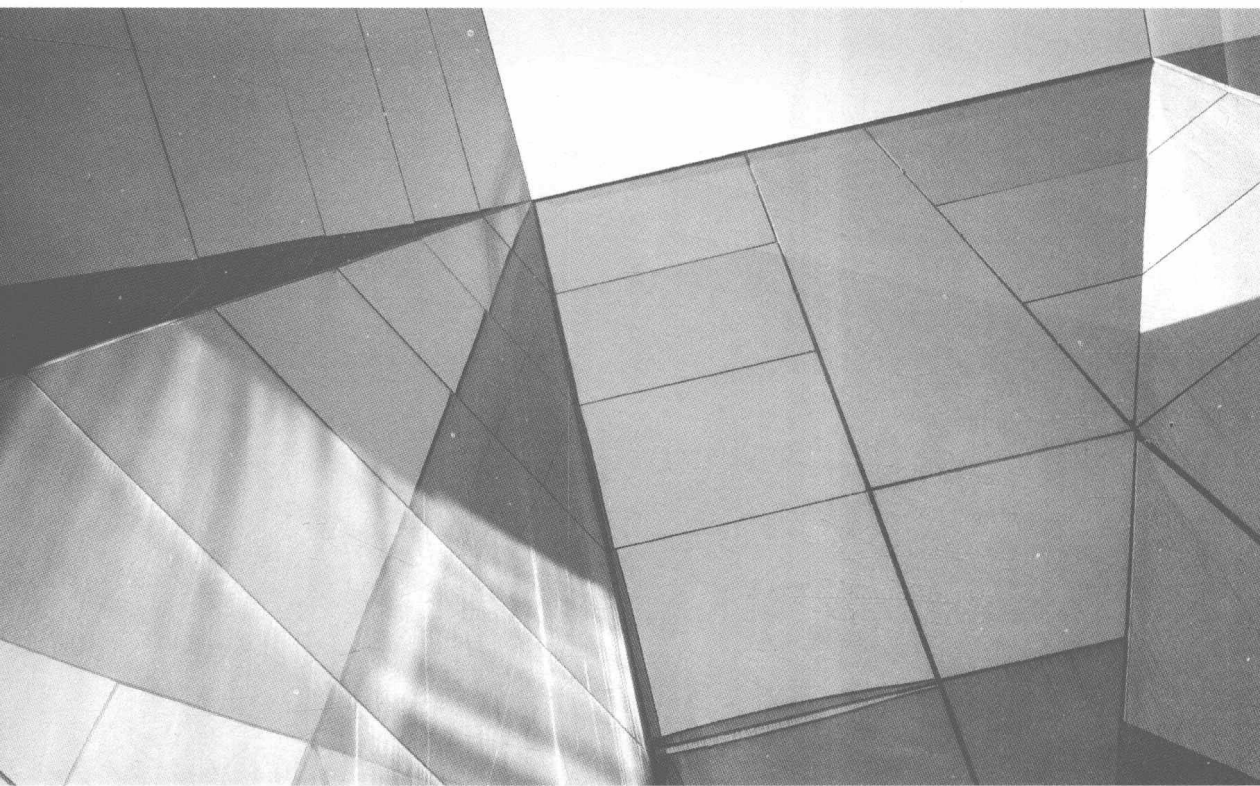
供问题建议。

Joyjeet 拥有系统和运营管理 MBA 学位，最近也被授予 Oracle Innovator 称号。(www.oracle.com/us/products/applications/ebusiness/conversations-with-innovators-070240.html)



技术编辑简介

Deba Chatterjee 是 Robin Systems 的产品总监。在担任现职之前，他是 Oracle 公司的高级首席产品经理，负责 Oracle Multitenant 选件以及 Oracle Diagnostics & Tuning 软件包。在从事产品管理工作之前，Deba 曾在 Oracle Product Development IT 的性能服务团队工作，负责管理大型数据仓库的性能。他之前曾在 Oracle 咨询部门、甲骨文印度公司、法国 Clermont-Ferrand 的 Michelin Tires 和 Tata 咨询服务公司工作过。Deba 获得技术管理硕士学位，拥有一个宾州工程与沃顿商学院的联合项目。



致 谢

有很多人为本书的成功出版做出了巨大的努力。我想借此机会对他们致以感谢。

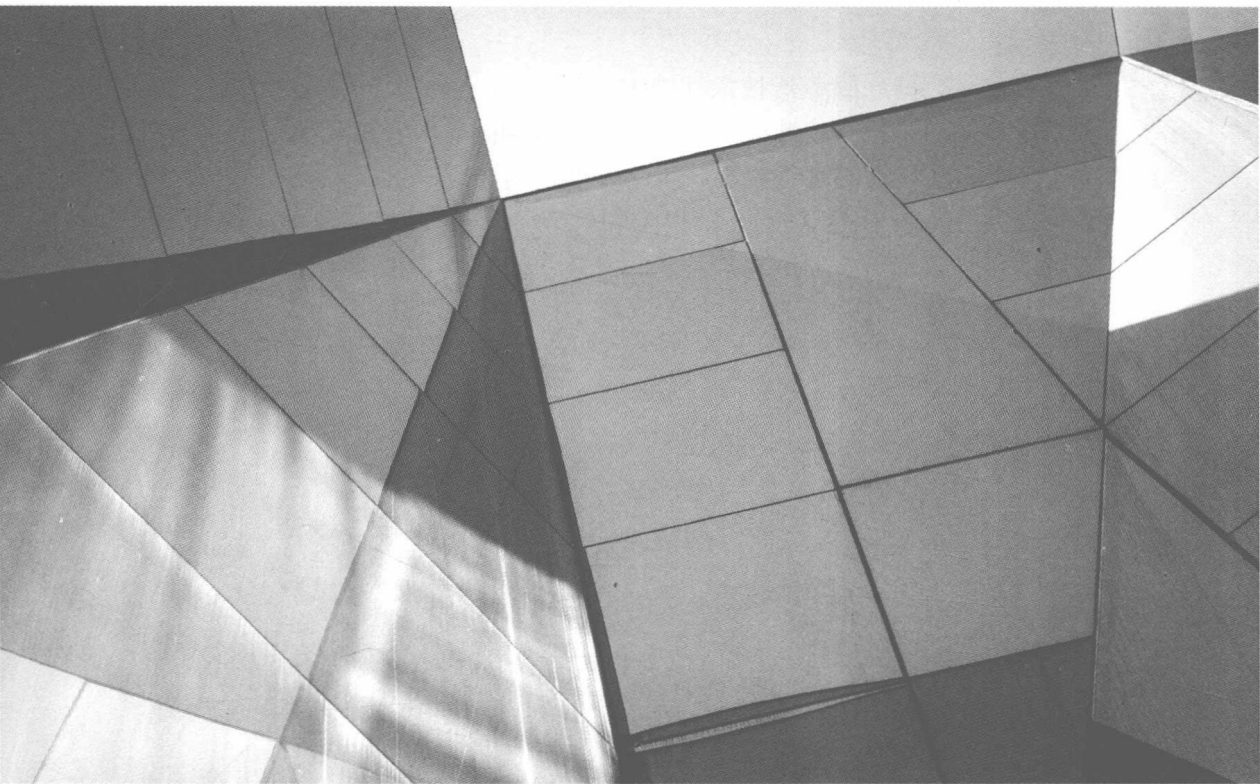
没有他们的帮助，我很难完成这本书。

我要感谢 McGraw-Hill 出版社的编辑部主任 Wendy Rinaldi，感谢她的热情支持和鼓励，她以各种可能的方式帮助我，使这本书顺利出版。McGraw-Hill 出版社的组稿协调员 Claire Yee 负责管理本项目。Cenveo Publisher Services 的 Anubhav Singh 在本书制作的各个阶段都给我提供了支持。Lisa Theobald 编辑了本书，Lisa McCoy 对本书进行了校对。

我要感谢 Robin Systems 的产品总监 Deba Chatterjee 对本书所做的技术评审，感谢他提供的宝贵建议和反馈。我也要感谢 Oracle Database In-Memory 产品选件的产品经理 Maria Colgan，她审核了本书的核心章节并提供了宝贵的意

见。我要感谢数据库服务器技术部门(Database Server Technologies)的执行副总裁 Andy Mendelsohn 快速批准这个项目；感谢 Sheila Cepero 紧随着我的步伐非常迅速地获得了所有必要的批文；感谢管理顾问 Todd Alder 以及 Oracle 法律团队的 Mark Schreier 提供了所有必要的许可。

最后我要感谢所有的朋友和同事，他们无一例外地激励并鼓励我，使本书问世成为现实。



前言

现代商业运作的模式已经发生了转变。企业希望能够找到帮助他们快速地、轻松地做出有效决策的工具。通常，为了快速应对需求的增长，除了数据仓库外，公司还直接在其交易型系统上运行分析。这导致了在事务型工作负载(需要频繁插入和更新)和需要扫描大量数据的报表类查询之间的不确定性操作。

借助 Oracle Database In-Memory(Oracle 内存数据库)，单个数据库现在就可以有效地支持混合工作负载，为事务型操作提供最佳性能的同时，还支持实时分析和报表。用 Oracle Database In-Memory 独特的双模结构实现这一点是本书的精髓所在。双模结构即以行格式维护 OLTP 操作的数据，以 In-Memory(内存)列格式维护分析处理的数据。

Oracle Database 的 In-Memory 选件与现有应用程序兼容，并可使用 Oracle Database 中所有现有的功能，而且在不改变应用程序的情况下使用。

通过本书，你将学习并练习以下操作：

- 配置 Oracle Database 12c 并构建启用 In-Memory 的数据库。
- 在图形化界面上编辑和控制 In-Memory 选件。
- 利用 Oracle Real Application Cluster 部署 In-Memory。
- 使用 In-Memory Advisor 确定哪些对象要保存在内存中。
- 使用组、表达式和聚合来优化 In-Memory 查询。
- 使用 Oracle Exadata Database Machine 和 In-Memory 选件使性能达到最优。
- 使用 Swingbench 创建数据并模拟真实系统的工作负载。

本书包括以下 8 章内容。

第 1 章“数据库体系架构” 在该章中，你将了解 Oracle Database 体系结构，将学习 Oracle Database 中所包含的组件，将了解 Oracle Database 引擎的工作原理并了解所有的后台进程。如果你不熟悉 Oracle Database，该章提供了一个快速入门。如果你已熟悉 Oracle Database，该章将有助于你复习其功能和体系结构。

第 2 章“In-Memory 体系架构” 该章介绍 In-Memory 选件及其体系结构，讨论运行 Database In-Memory 的益处，并说明它的工作原理以及数据在内存中的存储和处理方式。你还将了解 In-Memory 所涉及的所有后台进程。

第 3 章“部署 In-Memory 选件” 在该章中，你将学习如何在数据库中部署 In-Memory 功能。你将分配 In-Memory 工作区并学习与 In-Memory 相关的所有初始化参数，如何在 In-Memory 中加载数据以及如何为各种数据库对象(诸如表、列、物化视图等)启用 In-Memory。

第 4 章“Database In-Memory 与 RAC 和 Multitenant 协同工作的方式” 在该章中，你将了解 Oracle Real Application Clusters，学习并行查询的工作原理，了解在 RAC 系统上运行 In-Memory 的要求，学习在 RAC 中是如何加载数据的，以及 In-Memory 是如何与 RAC 和 Multitenant 协同工作的。

第 5 章“Database In-Memory Advisor” 在该章中，你将学习如何使用 In-Memory Advisor 来决定哪些对象最好保存在内存中。你将学习如何安装和运行 In-Memory Advisor，并学习各种 In-Memory Advisor 的方法。本章还提供了—个运行 In-Memory Advisor、实施 Advisor 建议和比较结果的示例。

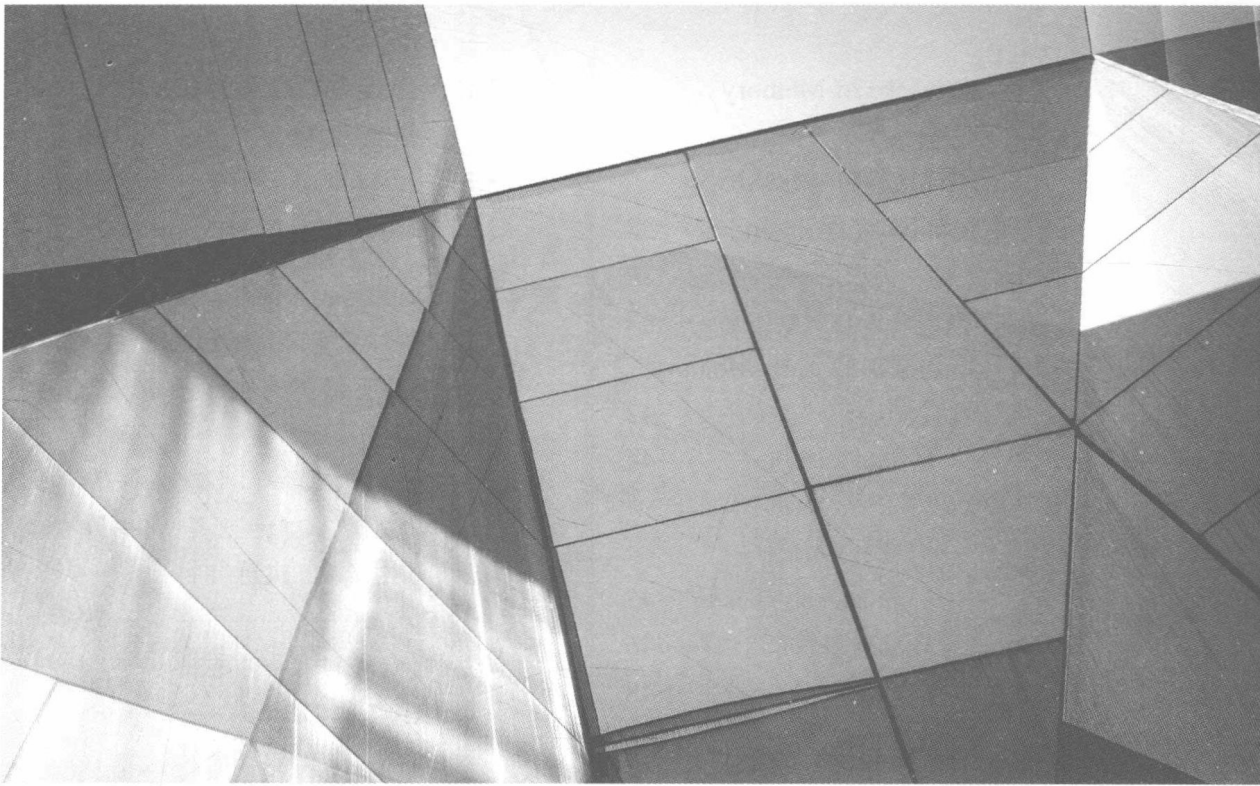
第 6 章“Database In-Memory 查询优化” 在该章中你将学习如何优化 In-Memory 查询以获得最大的性能提升。你将学习如何使用 join group、In-Memory 表达式和 In-Memory 聚合操作。

第 7 章“In-Memory 和工程化系统” 在该章中，你将学习 Exadata 的架

构和功能、Exadata 的优势，在 Exadata 中运行 In-Memory 的益处以及如何在 Exadata 上运行 In-Memory。

第 8 章 “In-Memory 动手实验” 在该章中，你将使用 In-Memory 功能。该章包含用于部署 In-Memory 功能的示例和场景。你将使用 Swingbench 工具在自己的数据库中生成数据，并将针对该数据集运行与 In-Memory 相关的各种查询。你将获得对 In-Memory 足够的了解，以便在自己的工作区中部署它。

附录 A “安装 Oracle Database 和启用 In-Memory” 附录 A 介绍了 Oracle Database 的完整安装过程，涵盖了 Oracle 软件的使用和 In-Memory 选件的启动。



目 录

第 1 章 数据库体系结构	1
1.1 Oracle 数据库与实例	2
1.2 数据库的存储结构	3
1.2.1 物理结构	3
1.2.2 逻辑结构	11
1.3 内存结构	13
1.3.1 系统全局区(SGA)	13
1.3.2 程序全局区(PGA)	17
1.4 进程结构	17
1.4.1 Process Monitor (PMON)	18

1.4.2 System Monitor (SMON)	18
1.4.3 数据库写进程 (DBW _n)	18
1.4.4 日志写进程(LGWR)	18
1.4.5 Checkpoint(CKPT)	19
1.4.6 Recoverer(RECO)	19
1.4.7 其他进程	19
1.5 本章小结	25
第 2 章 In-Memory 体系架构	27
2.1 行处理与列处理	30

2.2	Database In-Memory 体系结构.....	31	3.12	不能被加载到 IMCS 中 的对象.....	69
2.3	GET_COMPRESSION_ RATIO 过程.....	38	3.13	In-Memory 视图.....	69
	2.3.1 语法.....	38	3.14	本章小结.....	70
	2.3.2 SIMD 矢量处理.....	42			
2.4	将数据加载到 In-Memory 列存储中.....	42	第 4 章 Database In-Memory 与 RAC 和 Multitenant 协同工作的方式.....	73	
	2.4.1 IM FastStart.....	44	4.1	RAC 基础介绍.....	74
	2.4.2 具有 ADO(自动数据 优化)功能的 In-Memory.....	45	4.1.1	RAC 架构及概念.....	74
	2.4.3 条件限制和用法.....	46	4.1.2	RAC 后台进程.....	78
2.5	本章小结.....	48	4.2	利用 RAC 执行并行 操作.....	79
第 3 章 部署 In-Memory 选件.....	51		4.3	RAC 对内存的要求.....	84
3.1	分配 In-Memory Area.....	52	4.4	RAC 和 DBIM.....	85
3.2	In-Memory 的初始化 参数.....	54	4.4.1	在 RAC 环境下将数据 加载到 IMCS 中.....	86
3.3	向 IMCS 中加载数据.....	60	4.4.2	IMCS 数据和服务.....	87
3.4	在数据库级别启用 IMCS.....	62	4.5	Multitenant 和 IMDB.....	89
3.5	针对表启用/禁用 IMCS.....	63	4.6	本章小结.....	90
3.6	针对虚拟列启用/禁用 IMCS.....	65	第 5 章 Database In-Memory Advisor.....	91	
3.7	针对表空间启用/禁用 IMCS.....	65	5.1	安装 In-Memory Advisor.....	92
3.8	针对物化视图启用/禁用 IMCS.....	66	5.2	运行 In-Memory Advisor.....	95
3.9	启用 IM FastStart.....	66	5.3	实施 In-Memory Advisor 建议并比较结果.....	104
3.10	启用 ADO 功能和 In-Memory 选件.....	67	5.4	本章小结.....	109
3.11	IMCS 和 Data Pump.....	68	第 6 章 Database In-Memory 查询优化.....	111	
			6.1	使用连接组.....	111
			6.2	使用 IM 表达式.....	115