

Oracle

数据库进阶

—高可用性、性能优化和备份恢复

林树泽 李 渊 编著

15 ^{DVD} 小时
多媒体视频讲解

技术要点

- 涵盖Oracle数据库高可用性、性能优化和备份恢复的所有内容
- 超过800个典型实例，详尽的解说与过程演示
- 迈进中高级Oracle DBA一定要掌握的核心技术
- OCM考试必备

清华大学出版社

Oracle

数据库进阶

—— 高可用性、性能优化和备份恢复

林树泽 李渊 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书内容分三大部分：高可用性、数据库优化以及数据库备份与恢复。这三部分是 Oracle DBA 必须掌握的内容，尤其是 RAC 和 Data Guard 部署在很多企业应用系统上，提供了系统的高可用性以及高可靠性，已经成为企业招聘面试的必考内容。

本书第一部分详细介绍了 RAC 和 Data Guard 的原理、架构以及安装部署技术，同时还介绍了 ASM 存储以及 Clusterware 的维护技术。第二部分详细介绍了数据库优化技术。第三部分详细介绍了 Oracle 的所有备份和恢复技术。各部分所涉及的技术都使用了大量的实例来说明。

本书将一些重要的原理、原则、个别案例制作成视频讲座，更有利于读者掌握和消化。另外，本书提供了超过 10 小时的 Oracle DBA 基础教学视频，为 Oracle 的初中级用户阅读本书提供便利。

本书面向需要进阶的初级 DBA、中级 DBA 以及准备 OCM 考试的读者。如果读者有着丰富的 DBA 经验，但对于某些原理如 Data Guard、RAC 和 ASM 等不甚了解，也可以从书中获得解答。

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

Oracle 数据库进阶：高可用性、性能优化和备份恢复/林树译，李渊编著.

—北京：清华大学出版社，2011.3

ISBN 978-7-302-24799-9

I. ①O… II. ①林… ②李… III. ①关系数据库—数据库管理系统, Oracle IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 019593 号

责任编辑：夏非彼 夏毓彦

责任校对：闫秀华

责任印制：何 芊

出版发行：清华大学出版社

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

社 总 机：010-62770175

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 刷 者：北京鑫丰华彩印有限公司

装 订 者：三河市金元印装有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：190×260 印 张：30 字 数：768 千字

附光盘 1 张

版 次：2011 年 3 月第 1 版 印 次：2011 年 3 月第 1 次印刷

印 数：1~4000

定 价：69.00 元

产品编号：039952-01

前言

关于本书

当前市场上已经有许多 Oracle 数据库书籍，这一方面说明 Oracle 数据库产品应用的广泛性，也说明当前 Oracle DBA 职位很热门。对于喜欢钻研技术的人，Oracle 总给人带来无限的乐趣，对于为了获得更好地“钱途”的读者，Oracle 也总能如人所愿。但是，当前 Oracle 的初级 DBA 很多，而具有实战经验的 Oracle 中高级人才还是十分短缺。当前众多具有一定经验的初级 DBA，以及具有中级实战水平的 DBA，如果希望继续提高自己，往往受到理论和实践机会限制，本书出于这个考虑而编写，书中不但重视实践操作（毕竟 Oracle 对动手能力要求很高），而且给出详尽的理论解释，对于提高自己的实战能力和理论水平很有帮助。

各章内容安排

本书分三部分，这三部分都是 DBA 必须掌握的内容。第一部分是高可用性，是否掌握 RAC 和 Data Guard 已经成为一个 DBA 水平高低的指标，因为目前众多的企业用户采用这种部署来构建高可用性的 Oracle 数据库应用系统。本书的第二部分是数据库优化，数据库优化是一个复杂的系统工程，书中按照数据库组件的分类分别给出优化原则和方法，对基于 CBO 的优化给出详细的理论解释和实例分析。作为本书第三部分的备份恢复也是 DBA 必须掌握的内容，不但要掌握备份恢复工具的使用，还要重视理解备份和恢复的原理，如理解一致性备份的概念，逻辑备份和物理备份，RMAN 备份的本质等。下面是各章具体的内容安排。

第 1 章 RAC 真应用集群，本章给出一个完整的 RAC 系统的设计和实现，并对 RAC 的架构以及通信机制给出详细的理论解释。

第 2 章 ASM 自动存储管理，ASM 自动存储是 Oracle 提供的存储方案，它使用 OMF 文件格式存储数据库文件，实现文件的自动管理，是 Oracle 摆脱第三方存储的有利工具。

第 3 章 管理 Clusterware 组件，本章是对 RAC 环境维护的详细介绍，读者通过该章可以熟练掌握 VotingDisk 的维护以及 OCR 的配置和维护，详细介绍了管理 Clusterware 的指令如 `srvctl`、`crs_stat`、`ocrdump` 等。

第 4 章 RAC 与 Data Guard，本章重点介绍了 Data Guard 的原理以及如何部署逻辑 Standby 数据库和物理 Standby 数据库，通过详细分析 Redo 的传输机制深入理解 Data Guard 的实现本质。

第 5 章 SQL 优化，本章首先介绍了 SQL 语句的执行过程，然后分析基于 CBO 的优化原理、过程以及相关的数据统计等，最后给出被动 SQL 优化和主动 SQL 优化的方法和内容。

第 6 章 Oracle 数据库实例优化，本章分析了 Oracle 数据库实例的结构，然后按照不同的结构进行优化设计，首先介绍了如何将程序及数据常驻内存，然后介绍如何优化重做日志缓冲区，共享池以及数据库高速缓存，最后介绍了如何优化 PGA。

第 7 章 I/O 及系统优化，本章从 I/O 以及操作系统两个方面介绍了优化原则，介绍了如何监控操作系统性能，以及如何理解各种操作系统指标对 Oracle 数据库系统的影响。

第 8 章 RMAN 备份与恢复数据库，RMAN 是 Oracle 推荐使用的自动化智能化的备份和恢复工具，熟练的使用和用好 RMAN 对 DBA 具有重要意义，书中详尽地介绍了 RMAN 的架构，组成以及 RMAN 备份和恢复的方法，最后给出一个实例演示 RMAN 的数据块恢复。

第 9 章 使用 EXP/IMP 工具，EXP/IMP 是 Oracle 传统的备份和恢复方法，本章介绍这种备份和恢复工具的详细用法，该工具在 Oracle10g 以及以后的版本中使用数据泵代替，但是依然支持 EXP/IMP 指令。

第 10 章 Oracle 数据泵备份与恢复，该工具相比 EXP/IMP 工具具有更好的交互性以及控制内容，本章首先引入数据泵技术的架构、优点并介绍了非常重要的目录对象概念，随后通过具体的实例演示如何使用数据泵备份和恢复数据库，如表空间、用户模式以及整个数据库。

第 11 章 用户管理的备份与恢复，本章介绍了用户管理的备份与恢复的联机与脱机方法，如何处理使用 END BACKUP 恢复表空间时的异常，然后给出具体的实例说明如何备份控制文件，整个数据库，最后通过典型的恢复示例说明如何使用用户管理的方式恢复丢失的数据文件以及恢复 NOLOGGING 的表和索引，使用重建的控制文件恢复只读表空间。

第 12 章 Oracle 闪回技术，本章是 Oracle10g 以及以后版本的数据库逻辑恢复技术，本章重点介绍了闪回删除的原理以及具体使用方法，以及闪回数据库的配置、管理和闪回数据实例，最后介绍了使用闪回数据库技术的复原点概念。

本书的特点

本书由三部分组成，分别是高可用性，数据库优化，数据库备份与恢复。本书的第一部分突出了高可用性，这部分包括 RAC 和 Data Guard，我们不但解释清楚二者的原理，更从实战示例中给出具体操作说明，这样通过原理和实践相结合，读者就可以很好的理解和掌握这部分内容。

第二部分介绍数据库优化，优化是十分复杂的系统行为，本书将优化组件进行分类分别介绍不同的优化原则以及具体的优化方法，读者再结合自己的工作经验“大胆假设，小心求证”，相信和优化之路上可以走得顺坦些。

第三部分对备份恢复工具进行了全面的介绍，并给出示例演示，这样读者在实际的工作中就可以灵活配置脚本，完成符合实际的备份方式，以及设计合理的恢复策略。对 RMAN 的介绍占用较多篇幅，希望读者重视 RMAN 的使用，并用好 RMAN。在介绍 RMAN 时本书特意说明了快速增量备份的原理以及数据块恢复的方法。对传输表空间有详尽的介绍并通过实例演示了如何使用传输表空间迁移数据，最后介绍了 Oracle10g 所特有的闪回技术，它实现了数据库的快速逻辑恢复。

本书侧重于 Oracle 数据库进阶学习，难度属于中级水平。如果读者具有扎实的 Oracle 数据库维护经验，具备 OCP 级别的理论水平，相信读者可以顺利的完成本书的学习，本书不会介绍 Oracle 的基本概念，如什么是实例、如何创建表空间等内容，所以在读本书之前请先复习 Oracle 的基础知识，或者查看本书光盘附带的超过 10 小时的 Oracle DBA 基础教学视频。

本书三个部分相对独立，各部分之间的耦合度是松散的。比如，读者需要了解书中有关高可用性的 RAC 和 Data Guard 内容，就可以单独学习高可用性部分；需要先掌握 ASM 存储内容，书中有一章单独介绍。每部分相对独立，读者对书中某一部分感兴趣可以单独学习。

本书读者对象

本书是一本高阶主题的 Oracle 书籍，所以适用于具有一定经验的初级 DBA，以及具有中级实战水平的 DBA。如果您正在准备 OCM 考试，相信书中的 RAC、Data Guard 以及 RMAN 部分会对您有所帮助。

本书主要由林树泽执笔。此外，参与图书编写和视频制作的还有贾东永、李华、王林、赵兵、孙明、李志国、陈晨、冯慧、徐红、杨小庆、魏刚、吴文林、周建国、张建、刘海涛、姚琳、何武、许小荣和林建新等人，在这里对他们表示感谢。

由于时间仓促，加之水平有限，书中不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

目 录

第1部分 高可用性

第 1 章 RAC 真正应用集群	3
1.1 Oracle 为何引入 RAC	3
1.2 RAC 概述	4
1.3 RAC 架构详解	6
1.4 RAC 与 Clusterware	7
1.5 理解 RAC 的并发机制	9
1.6 安装 RAC	10
1.6.1 设计 RAC 应用环境	11
1.6.2 确认安装的软件组件	11
1.6.3 任务规划	12
1.6.4 安装虚拟机	13
1.6.5 在虚拟机上安装 Linux 操作系统	17
1.6.6 配置主机	26
1.6.7 安装 Clusterware	39
1.6.8 安装数据库软件	50
1.6.9 启动监听	54
1.6.10 创建 ASM	57
1.6.11 创建数据库	60
1.7 本章小结	65
第 2 章 ASM 自动存储管理	66
2.1 Oracle 自动存储管理概述	66
2.2 自动存储管理的优点	67
2.3 ASM 系统架构	68
2.4 ASM 和 CSS 集群同步服务	69
2.5 创建 ASM 实例	70
2.6 关闭和启动 ASM 实例	76
2.7 理解 ASM 实例架构	79
2.8 ASM 命令行管理工具	80
2.9 管理 ASM 磁盘组	83

2.9.1 使用 ASM 磁盘组管理文件的优势	83
2.9.2 创建磁盘组	84
2.9.3 向磁盘组添加磁盘	88
2.9.4 删除磁盘和磁盘组	88
2.9.5 平衡磁盘组	90
2.9.6 MOUNT 和 DISMOUNT 磁盘组	91
2.10 管理 ASM 文件	92
2.10.1 ASM 磁盘组文件名结构	92
2.10.2 ASM 磁盘组中目录管理	92
2.10.3 添加和删除别名	94
2.10.4 删除文件	95
2.10.5 使用 ASM 文件模板	95
2.11 使用 RMAN 将数据库迁移到 ASM 实例	96
2.12 管理 ASM 的数据字典视图	103
2.13 本章小结	104
第 3 章 管理 Clusterware 组件及管理指令	105
3.1 Clusterware 及其组件	105
3.2 备份和恢复 Voting Disks	106
3.3 添加和删除 Voting Disks	107
3.4 备份和恢复 OCR	109
3.5 修改 OCR 存储配置信息	112
3.6 删除 OCR 存储	114
3.7 ocrconfig 指令功能汇总	115
3.8 管理 Clusterware 指令	116
3.8.1 srvctl 指令	116
3.8.2 crs_stat 指令	121
3.8.3 onsctl 指令	126
3.8.4 crsctl 指令	130
3.8.5 ocrcheck 指令	133
3.8.6 ocrdump 指令	134
3.8.7 oifcfg 指令	135
3.8.8 olsnodes 指令	137
3.9 本章小结	139
第 4 章 RAC 与 Data Guard	140
4.1 Data Guard 是什么	140
4.2 Data Guard 配置及相关概念	140

4.3	Data Guard 服务本质.....	141
4.3.1	Apply 服务	142
4.3.2	Redo 应用	142
4.3.3	SQL 应用	143
4.3.4	角色转换服务	143
4.4	Data Guard 的保护模式.....	144
4.5	Data Guard 的优点.....	145
4.6	创建物理 Standby 数据库	146
4.6.1	创建物理 Standby 的前提条件	146
4.6.2	在 Primary 数据库端的操作.....	146
4.6.3	创建物理 Standby 数据库	151
4.7	Standby 的角色转换	155
4.7.1	物理 Standby 的 Switchover.....	155
4.7.2	物理 Standby 的 Failover	159
4.8	管理物理 Standby 数据库	161
4.8.1	启动 Standby 数据库	162
4.8.2	关闭 Standby 数据库	163
4.8.3	Primary 数据库结构变化的传播.....	163
4.8.4	自动传播数据文件和表空间的变化	163
4.8.5	手工修改数据文件和表空间的变化	165
4.8.6	重命名数据文件	167
4.8.7	添加或删除重做日志组	169
4.8.8	监控 Data Guard 数据库视图.....	169
4.8.9	设置 Data Guard 保护模式	172
4.9	创建逻辑 Standby 数据库	174
4.9.1	理解 SQL 应用的局限	174
4.9.2	如何唯一标识逻辑 Standby 中的表行	175
4.9.3	创建逻辑 Standby 数据库	176
4.10	逻辑 Standby 的角色转换	183
4.10.1	逻辑 Standby 的 Switchover	183
4.10.2	逻辑 Standby 的 Failover	189
4.11	管理逻辑 Standby 数据库	191
4.11.1	限制修改逻辑 Standby 数据库的对象	191
4.11.2	管理和监控逻辑 Standby 数据库视图	192
4.11.3	监控 SQL 应用过程	198
4.11.4	修改 DBA_LOGSTDBY_EVENTS 视图的相关参数.....	200
4.11.5	逻辑 Standby 的 DDL 操作	201

4.11.6 DBMS_LOGSTDBY.SKIP 取消同步	202
4.11.7 DBMS_LOGSTDBY.UNSKIP 恢复同步	204
4.12 深入学习 Redo 传输服务	206
4.12.1 通过 ARCn 进程来传送 Redo	207
4.12.2 LGWR 进程同步传送 Redo	210
4.12.3 LGWR 进程异步传送 Redo	210
4.13 使用 RMAN 创建 Standby	211
4.13.1 RMAN 创建 Standby 数据库的前提	212
4.13.2 RMAN 创建 Standby 数据库实例	212
4.14 RAC 环境下创建物理 Standby	217
4.15 本章小结	217

第2部分 数据库优化

第 5 章 SQL 优化	221
5.1 性能调整方法	221
5.2 SQL 查询处理过程详解	222
5.2.1 语法分析	222
5.2.2 语句优化	222
5.2.3 查询执行	222
5.3 基于成本的优化 (CBO)	223
5.3.1 选择 CBO 的优化方式	223
5.3.2 优化器工作过程	224
5.4 自动统计数据	225
5.5 手工统计数据库数据	226
5.6 统计操作系统数据	230
5.7 手工统计字典数据	232
5.8 主动优化 SQL 语句	233
5.8.1 Where 谓词的注意事项	233
5.8.2 SQL 语句优化工具	234
5.8.3 使用索引	242
5.8.4 索引类型及使用时机	249
5.8.5 使用绑定变量	255
5.8.6 消除子查询优化 SQL 语句	256
5.9 被动优化 SQL 语句	258
5.9.1 使用分区表	258

5.9.2 使用表和索引压缩	259
5.9.3 保持 CBO 的稳定性	259
5.9.4 创建合适的索引	263
5.10 详解 V\$SQL 视图	263
5.11 本章小结	265
第 6 章 Oracle 实例优化	266
6.1 详解 SGA 与实例优化	266
6.2 将程序常驻内存	271
6.2.1 创建软件包 DBMS_SHARED_POOL	271
6.2.2 将程序常驻内存的过程	273
6.2.3 从 DBMSPOOL 脚本理解软件包 DBMS_SHARED_POOL	275
6.3 将数据常驻内存	276
6.3.1 再论数据块缓存池	277
6.3.2 将数据常驻内存的过程	278
6.3.3 将常驻内存的程序恢复为默认缓冲池	281
6.4 优化重做日志缓冲区	282
6.4.1 深入理解重做日志缓冲区的工作机制	282
6.4.2 重做日志缓冲区相关的等待事件	284
6.4.3 设置重做日志缓冲区大小	286
6.5 优化共享池 (Shared Pool)	288
6.5.1 库高速缓存	288
6.5.2 使用绑定变量	288
6.5.3 调整参数 CURSOR_SHARING 参数	291
6.5.4 设置共享池的大小	291
6.6 优化数据库高速缓存 (DB Cache)	293
6.6.1 调整数据库缓冲区大小	293
6.6.2 使用缓冲池	294
6.7 优化 PGA 内存	297
6.8 本章小结	300
第 7 章 I/O 以及系统优化	301
7.1 I/O 优化	301
7.1.1 表空间 I/O 优化	301
7.1.2 数据文件 I/O 优化	303
7.1.3 表的 I/O 优化	306
7.1.4 重建索引	307
7.1.5 迁移索引到新的表空间	309

7.1.6 优化还原段	312
7.2 优化操作系统	313
7.2.1 在 WINDOWS 平台启动监控	313
7.2.2 UNIX 系统上实现性能监控	314
7.2.3 监控 CPU 的使用情况	314
7.2.4 监控设备使用情况	316
7.2.5 监控虚拟内存使用情况	317
7.3 本章小结	318

第3部分 数据库备份与恢复

第 8 章 RMAN 备份与恢复数据库	321
8.1 RMAN 概述	321
8.2 RMAN 的独特之处	321
8.3 RMAN 系统架构详解	322
8.4 快闪恢复区 (flash recovery area)	323
8.4.1 修改快闪恢复区大小	323
8.4.2 解决快闪恢复区的空间不足问题	325
8.5 建立 RMAN 到数据库的连接	325
8.6 RMAN 实现脱机备份	326
8.7 RMAN 备份控制文件	328
8.8 RMAN 的相关概念与配置参数	329
8.9 RMAN 联机备份	331
8.9.1 联机备份前的准备工作	331
8.9.2 联机备份整个数据库	332
8.9.3 联机备份一个表空间	333
8.9.4 联机备份一个数据文件	334
8.10 RMAN 的增量备份	335
8.11 快速增量备份	337
8.12 创建和维护恢复目录	338
8.13 RMAN 的脚本管理	341
8.14 使用 RMAN 实现脱机备份的恢复 (NOARCHIVELOG 模式)	343
8.15 使用 RMAN 实现脱机 备份的恢复 (ARCHIVELOG 模式)	345
8.16 从联机热备份使用 RMAN 恢复	346
8.17 RMAN 实现数据块恢复	348
8.18 RMAN 的备份恢复验证指令	352

8.18.1 RMAN 的 VALIDATE BACKUPSET 指令	352
8.18.2 RMAN 的 RESTORE...VALIDATE 指令	353
8.18.3 RMAN 的 RESTORE...PREVIEW 指令	354
8.19 本章小结	354
第 9 章 EXP/IMP 及数据库备份与恢复	355
9.1 关于备份的几个概念	355
9.2 使用 EXP 指令实现逻辑备份	356
9.2.1 EXP 指令详解	356
9.2.2 不带参数的 EXP 备份	358
9.2.3 EXP 指令导出整个数据库	360
9.2.4 EXP 指令导出特定的表	362
9.2.5 EXP 指令导出指定的用户	363
9.2.6 EXP 指令导出特定的表空间	364
9.3 使用 IMP 指令实现逻辑恢复	365
9.3.1 IMP 指令详解	366
9.3.2 IMP 指令恢复整个数据库	367
9.3.3 IMP 指令恢复特定的表	368
9.3.4 IMP 指令恢复指定的用户	369
9.4 使用 EXP/IMP 实现传输表空间	371
9.4.1 理解 Big/Little Endian	371
9.4.2 传输表空间的限制	371
9.4.3 传输表空间的兼容性问题	372
9.4.4 传输表空间的自包含特性	372
9.4.5 实现传输表空间的步骤	373
9.4.6 使用 EXP/IMP 实现同平台表空间迁移	375
9.4.7 使用 EXP/IMP 实现跨平台表空间迁移（不同字节序列）	378
9.5 本章小结	382
第 10 章 Oracle 数据泵技术	383
10.1 数据泵导入导出简介	383
10.1.1 数据泵导入导出技术的结构	383
10.1.2 数据泵导入导出技术的优点	384
10.1.3 数据泵导入导出的目录对象	384
10.2 数据泵导入导出与 EXP/IMP 技术的区别	386
10.3 数据泵导出（EXPDP）数据库实例	387
10.3.1 数据泵导出的参数含义	387
10.3.2 数据泵导出数据库实例	392

10.4 数据泵导入 (IMPDP) 数据库实例	397
10.4.1 数据泵导入 (IMPDP) 概述及参数含义	397
10.4.2 数据泵导入 (IMPDP) 数据库实例	404
10.5 使用数据泵迁移表空间	407
10.6 本章小结	409
第 11 章 用户管理的备份与恢复	410
11.1 用户管理的脱机备份方法	410
11.2 用户管理的联机备份方法	412
11.3 备份只读表空间	416
11.4 使用...END BACKUP 指令恢复表空间备份异常	417
11.4.1 使用...END BACKUP 指令恢复表空间备份异常	417
11.4.2 使用 RECOVER DATAFILE 恢复表空间备份期间实例异常	418
11.5 备份控制文件	420
11.6 备份控制文件到 TRACE 文件	420
11.7 用户管理的全库备份	421
11.8 从用户管理的脱机 (冷) 备份中手工恢复	425
11.9 从联机备份中手工恢复 (ARCHIVELOG 模式)	426
11.9.1 恢复数据文件	426
11.9.2 使用联机备份恢复表空间	427
11.9.3 使用脱机备份恢复整个数据库	428
11.10 用户管理的典型恢复示例	428
11.10.1 数据文件丢失 (非归档模式下)	429
11.10.2 数据文件丢失 (归档模式下)	430
11.10.3 使用备份的控制文件恢复新添加的数据文件	431
11.10.4 无备份条件下的数据文件重建	434
11.10.5 恢复 NOLOGGING 的表和索引	436
11.10.6 使用重建的控制文件恢复只读表空间	440
11.11 本章小结	443
第 12 章 Oracle 闪回技术	444
12.1 理解闪回级别	444
12.2 闪回删除	444
12.2.1 闪回删除原理	444
12.2.2 回收站的使用	446
12.2.3 恢复删除的表	448
12.2.4 应用 Purge 永久删除表	452
12.3 闪回数据库	454

12.3.1	闪回数据库概述	454
12.3.2	启用闪回数据库	455
12.3.3	关闭闪回数据库	458
12.3.4	闪回数据库方法	459
12.3.5	使用闪回数据库	460
12.3.6	监控闪回数据库	462
12.3.7	使用闪回数据库的限制	464
12.4	复原点技术	464
12.5	本章小结	465

·第 1 部分·

高可用性

本部分包括第 1~4 章，详细介绍了 RAC 的安装部署、RAC 架构以及 RAC 原理。对 Data Guard 不但给出详细的部署过程，还详细介绍了 Redo 传输的本质过程，这是理解 Data Guard 的核心所在；同时还介绍了 ASM 存储以及 Clusterware 的维护。

