

信息科学与技术丛书



Oracle 数据库

备份、恢复与迁移



刘宪军 编著

- Oracle 数据库维护的全面指导
- 大型企事业单位的经典案例
- 一线专家的经验结晶



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



信息科学与技术丛书

Oracle 数据库备份、恢复与迁移

刘宪军 编著



机械工业出版社

数据库的备份、恢复与迁移是数据库维护的重要内容。本书详细介绍了 Oracle 提供的各种备份、恢复与迁移的方法,同时分析了这些方法的应用场合。为了更好地完成数据库维护的任务,管理员需要深刻理解 Oracle 的实例结构和数据库的结构。本书详细介绍了 Oracle 的体系结构和数据库的物理结构及逻辑结构,同时还介绍了许多判断数据库故障的方法。

本书并不是对 Oracle 所提供方法进行的按部就班的描述,而是作者管理数据库的经验结晶。在本书中,作者将告诉读者,如何判断数据库的故障,采用什么方法来解决这样的故障,以及为什么采用这样的方法。书中介绍了许多实际的案例,同时介绍了解决这些问题的思路,这些案例都是作者遇到并亲手解决的。

本书不仅可以作为数据库维护人员的参考手册,还可以作为培训中心的教材。

图书在版编目(CIP)数据

Oracle 数据库备份、恢复与迁移/刘宪军编著. —北京:机械工业出版社,2016.12
(信息科学与技术丛书)

ISBN 978-7-111-55279-6

I. ①O… II. ①刘… III. ①关系数据库系统 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 257582 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:车 忱

责任校对:张艳霞 责任印制:李 洋

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2017 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·23.25 印张·558 千字

0001—3500 册

标准书号:ISBN 978-7-111-55279-6

定价:69.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:(010) 88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:(010) 68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

(010) 88379203

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

出版说明

随着信息科学技术的迅速发展，人类每时每刻都会面对层出不穷的新技术和新概念。毫无疑问，在节奏越来越快的工作和生活中，人们需要通过阅读和学习大量信息丰富、具备实践指导意义的图书来获取新知识和新技能，从而不断提高自身素质，紧跟信息化时代发展的步伐。

众所周知，在计算机硬件方面，高性价比的解决方案和新型技术的应用一直备受青睐。在软件技术方面，随着计算机软件的规模和复杂性与日俱增，软件技术不断地受到挑战，人们一直在为寻求更先进的软件技术而奋斗不止。目前，计算机和互联网在社会生活中日益普及，掌握计算机网络技术和理论已成为大众的文化需求。由于信息科学与技术 在电工、电子、通信、工业控制、智能建筑、工业产品设计与制造等专业领域中已经得到充分、广泛的应用，所以这些专业领域中的研究人员和工程技术人员越来越迫切需要汲取自身领域信息化所带来的新理念和新方法。

针对人们了解和掌握新知识、新技能的热切期待，以及由此促成的人们对语言简洁、内容充实、融合实践经验的图书迫切需要的现状，机械工业出版社适时推出了“信息科学与技术丛书”。这套丛书涉及计算机软件、硬件、网络 and 工程应用等内容，注重理论与实践的结合，内容实用、层次分明、语言流畅，是信息科学与技术领域专业人员不可或缺的参考书。

目前，信息科学与技术的发展可谓一日千里，机械工业出版社欢迎从事信息技术方面工作的科研人员、工程技术人员积极参与我们的工作，为推进我国的信息化建设做出贡献。

机械工业出版社

前言

随着 IT 技术的迅猛发展，虚拟化、云计算、大数据等新技术风起云涌。然而，在普通用户眼中，这些高端、大气、上档次的技术似乎离大众很遥远，因为大家只是直观地感觉到，手机、电脑的使用越来越简单和方便，而不是越来越复杂。实际上，大家手里的手机和电脑只是终端设备，它们通过网络调用后台的服务，而云计算等技术就是应用于后台服务的。用户端应用的简单化，将使后台服务的维护难度成倍增加。

无论 IT 技术如何发展，数据总是一个应用系统的核心，毫不夸张地说，数据就是一个企业的生命。为了保证数据的安全，企业总要采用各种硬件、软件以及新技术，比如把重要的数据存放在磁盘阵列这样的存储设备中，并且对硬盘划分 RAID，这样可以防止硬盘损坏；对数据库服务器创建集群，这样可以有效防止服务器本身出现故障；通过防火墙防止外部用户的非法访问；通过 DataGuard/GoldenGate 软件实现数据库的异地容灾，这样可以防止数据库所在建筑物遭遇水灾、火灾、战争等毁灭性打击。

数据往往存储在数据库中，所以数据的安全一般都是在数据库这一层面得到保证的。无论数据库的安全保护措施多么完善，数据的备份都是不能忽略的，它是一种常规的数据容灾措施。备份意味着把重要的数据复制到磁带等存储设备中，而恢复意味着把数据重新复制到它最初所在的存储位置。备份的目的，是防止数据库服务器出现硬件故障、人为破坏等灾难性后果。一旦这样的情况发生，利用备份，管理员可以对数据进行恢复，从而使这些重要的数据重新产生。另外，随着技术的发展以及系统规模的扩展，数据库服务器所在的硬件、软件环境经常面临着升级的要求，例如，把数据从单机环境升级到集群环境，把 PC 服务器升级为小型机服务器，更换存储设备等。企业在对数据库进行升级改造时，必须对其中的数据进行迁移。数据库的这些维护任务，是数据库管理员们必须完成的。

IT 工程师现在有一个诙谐而可爱的绰号——“攻城狮”。然而，在实际的数据库维护过程中，工程师们并不像雄狮那样勇往直前，而是“战战兢兢，汗不敢出”，如果维护过程出现意外，往往“战战兢兢，汗如雨下”。他们之所以这样小心谨慎，是因为数据丢失是任何人都无法承担的严重后果。

Oracle 公司提供了多种多样的方法用于数据库的备份、恢复与迁移，但是这些方法如何使用，在什么场合使用，往往令管理员感到困惑。实际情况是，许多数据库管理员每天都非常辛勤地对数据库进行备份，可许多备份并没有经过测试，经不起时间的考验。企业的数据库可能在很长一段时间内并没有出现故障，所以管理员并不知道，手头的备份能不能用来解决实际问题。数据库一旦真的出现各种故障，管理员会悲哀地发现：数据真的丢失了，而且无法恢复。

对于 Oracle 提供的方法，数据库管理员既要知其然，还要知其所以然，针对数据库制定完善的备份策略，然后按照既定的策略对数据库进行备份，这样才能真正保证数据库的安全，就像宋朝大文豪苏轼所说：“故画竹，必先得成竹于胸中”。

本书的编写目的，并不在于简单介绍 Oracle 所提供的备份、恢复与迁移方法，而是告诉

大家，在什么情况下使用什么方法，为什么使用这样的方法。

“工欲善其事，必先利其器”。数据库维护任务并不是单独存在的。为了更好地管理数据库，管理员必须深刻掌握实例和数据库的结构，就像汽车工程师必须熟悉汽车的结构一样。为此，本书用两章篇幅介绍了 Oracle 体系结构（即实例的结构）以及数据库的物理结构和逻辑结构。同时，管理员需要掌握一些判断数据库故障的有效方法，本书在多个章节中对这些方法进行了详细的描述。

从内容安排上来看，本书共分为九章。第 1 章介绍了 Oracle 体系结构，即数据库实例的结构，同时分析了与备份/恢复有关的内存结构；第 2 章介绍数据库的物理结构和逻辑结构，同时告诉读者，哪些文件需要进行备份及恢复；第 3 章介绍 Oracle 的自动存储技术，即 ASM；第 4 章深入介绍事务这个核心概念，同时分析数据库的备份、恢复与事务的关系；第 5 章介绍 FLASHBACK 技术，利用这种技术，能够把数据库恢复到过去的某个时间点；第 6 章介绍数据库的常规备份/恢复方法，重点介绍与备份/恢复有关的概念；第 7 章介绍如何利用 RMAN 对数据库进行备份与恢复，读者只要掌握本章介绍的内容，就能对数据库进行日常的备份与恢复；第 8 章介绍 RMAN 工具的高级用法，如块介质恢复、数据库的跨平台迁移、数据库的复制等；第 9 章介绍数据迁移的常用方法，包括数据泵、外部表、数据库链接以及 SQL*Loader。

由于本书涉及多个操作系统及多种管理工具，为避免混乱，同时避免重复介绍，在此单独列出常见的命令提示符。

C:\>	Windows 系统的命令提示符
#	UNIX/Linux 系统中 root 用户的 shell 提示符
\$	UNIX/Linux 系统中 Oracle 或者 grid 用户的 shell 提示符
SQL>	SQL*Plus 工具的提示符
RMAN>	RMAN 工具的提示符
ASMCMD>	ASMCMD 工具的提示符

目 录

出版说明

前言

第 1 章 Oracle 体系结构	1
1.1 实例的结构	2
1.1.1 实例的概念	2
1.1.2 实例的组成	3
1.2 实例中的内存结构	4
1.2.1 数据库缓冲区缓存	6
1.2.2 重做日志缓冲区	10
1.2.3 共享池	11
1.2.4 Java 池	15
1.2.5 固定 SGA	16
1.2.6 PGA	16
1.3 前台进程和后台进程	18
1.3.1 前台进程	19
1.3.2 后台进程 DBWR	19
1.3.3 后台进程 LGWR	20
1.3.4 后台进程 CKPT	23
1.3.5 后台进程 SMON	24
1.3.6 后台进程 PMON	25
1.3.7 后台进程 ARCH	25
1.3.8 数据库的实例恢复	26
1.4 实例的内存空间管理	28
1.4.1 自动内存管理	28
1.4.2 自动共享内存管理	29
1.4.3 手工共享内存管理	31
1.5 数据库的连接模式	32
1.5.1 连接与会话	32
1.5.2 专用服务器连接模式	34
1.5.3 共享服务器连接模式	35
1.5.4 如何设置共享连接模式	37
1.5.5 数据库服务器的远程连接	38
第 2 章 数据库的物理结构和逻辑结构	44
2.1 数据库的逻辑结构	44
2.1.1 什么是表空间	45
2.1.2 什么是段	46

2.1.3	什么是区	47
2.1.4	什么是数据块	47
2.2	表空间与数据文件	47
2.2.1	什么是数据文件	47
2.2.2	数据库中默认存在哪些表空间	48
2.2.3	表空间的创建与删除	50
2.2.4	表空间的扩展	52
2.2.5	表空间状态的改变	55
2.2.6	数据文件的移动——一种简单的数据迁移	56
2.2.7	使用非标准块的表空间	58
2.2.8	临时表空间的管理	59
2.2.9	UNDO 表空间的管理	61
2.3	段的空间管理	62
2.3.1	段的空间分配	63
2.3.2	段的空间回收	66
2.4	控制文件	67
2.5	重做日志文件	68
2.5.1	重做日志的产生过程	69
2.5.2	重做日志文件的查询	70
2.5.3	重做日志文件的创建	71
2.5.4	重做日志文件的删除	72
2.6	归档日志文件	73
2.6.1	归档日志文件的产生	73
2.6.2	日志模式的切换	74
2.6.3	归档路径的设置	75
2.7	数据库中的事务	78
2.7.1	与事务有关的数据库结构	79
2.7.2	事务与备份/恢复的关系	79
2.8	数据库中的其他文件	80
2.8.1	口令文件	80
2.8.2	参数文件	83
2.8.3	警告文件与跟踪文件	85
2.9	数据字典视图与动态性能视图	86
2.9.1	数据字典视图	86
2.9.2	动态性能视图	87
2.10	数据库服务器的启动和关闭	88
2.10.1	数据库服务器的启动	88
2.10.2	数据库服务器的关闭	90
2.11	Oracle 12C 在数据库结构方面的变化	92

2.11.1	什么是 CDB	93
2.11.2	关于 CDB 中的用户	94
2.11.3	关于 CDB 中的数据字典视图	95
2.11.4	关于 CDB 中的文件	96
2.11.5	关于数据库的备份与恢复	96
2.11.6	关于数据库的迁移	97
第 3 章	自动存储管理 (ASM)	100
3.1	ASM 实例的管理	101
3.1.1	ASM 实例与 ASM 磁盘组的关系	101
3.1.2	ASM 实例的创建	103
3.1.3	ASM 实例中的用户	105
3.2	ASM 磁盘组的管理	106
3.2.1	ASM 磁盘组的结构	106
3.2.2	ASM 磁盘组的创建	109
3.2.3	ASM 磁盘组的扩展	112
3.2.4	ASM 磁盘组的重新平衡	113
3.2.5	ASM 磁盘组的挂载和卸载	114
3.2.6	ASM 磁盘组的文件模板管理	115
3.2.7	ASM 磁盘组的目录管理	117
3.2.8	ASM 磁盘组的应用	118
3.2.9	关于 ASM 磁盘组的兼容性属性	120
3.3	自动文件管理	121
3.3.1	如何激活自动文件管理功能	122
3.3.2	文件的命名规则	122
3.3.3	如何创建 OMF 数据库	123
3.3.4	如何创建 OMF 表空间	125
3.3.5	如何创建 OMF 控制文件	126
3.3.6	如何创建 OMF 重做日志文件	126
3.4	命令行工具 ASMCMD 的用法	127
3.4.1	如何通过 ASMCMD 管理 ASM 实例	127
3.4.2	如何通过 ASMCMD 管理 ASM 磁盘组	130
3.4.3	如何通过 ASMCMD 管理磁盘组中的文件	133
3.5	ASM 磁盘组中的卷管理	135
3.5.1	ADVM 卷的创建与删除	136
3.5.2	ADVM 卷信息的查询	137
3.5.3	ADVM 卷的扩展	138
3.5.4	ADVM 卷的激活与关闭	138
3.6	ACFS 文件系统管理	139
3.6.1	ASM 磁盘组中文件系统的管理	139

3.6.2	ACFSUTIL 工具的用法	141
第 4 章	再议事务	143
4.1	什么是事务	143
4.1.1	事务的属性	143
4.1.2	事务处理方法	144
4.2	与备份恢复有关的存储结构	147
4.2.1	快速恢复区	148
4.2.2	UNDO 表空间	148
4.3	事务一致性的维护	151
4.3.1	数据库中的锁	151
4.3.2	事务的隔离级别	153
4.3.3	系统锁	158
4.3.4	死锁	159
第 5 章	数据库的 FLASHBACK 技术	161
5.1	快速恢复区的设置	161
5.2	回收站在防止误删除方面的作用	162
5.3	表的 FLASHBACK 查询	165
5.4	表的 FLASHBACK	166
5.5	更久远的 FLASHBACK——Total Recall	168
5.6	数据库的 FLASHBACK	171
第 6 章	数据库的常规备份与恢复	174
6.1	备份与恢复的相关概念	174
6.1.1	冷备份与热备份	174
6.1.2	物理备份与逻辑备份	175
6.1.3	完全备份与增量备份	175
6.1.4	完全恢复与不完全恢复	175
6.1.5	日志模式对备份与恢复的影响	176
6.1.6	哪些情况将导致数据丢失	176
6.1.7	哪些文件需要备份	178
6.1.8	数据库“可恢复性”的保证	178
6.2	控制文件的常规备份与恢复	180
6.2.1	控制文件的常规备份方法	180
6.2.2	控制文件的重新创建——利用 SQL 语句	182
6.2.3	控制文件的恢复——利用二进制映像文件	183
6.3	重做日志文件的故障处理方法	188
6.3.1	重做日志文件故障的判断	188
6.3.2	重做日志文件故障的解决方法	189
6.4	数据文件的传统备份方法	191
6.5	数据文件的传统恢复方法	192

6.6	几个实际的备份与恢复的例子	194
6.6.1	模拟数据文件损坏的例子	194
6.6.2	模拟磁盘损坏的例子	195
6.6.3	针对从未备份的数据文件进行恢复的例子	195
第7章	数据库的备份与恢复——RMAN 工具的用法	197
7.1	RMAN 应用环境的结构	197
7.1.1	目标数据库	198
7.1.2	恢复目录	198
7.1.3	RMAN 客户端	199
7.1.4	通道	199
7.1.5	备份集	200
7.1.6	映像拷贝	201
7.2	RMAN 应用环境的配置	202
7.2.1	RMAN 客户端的连接配置	202
7.2.2	恢复目录的创建	203
7.2.3	通道的设置	204
7.2.4	存储脚本的应用	205
7.3	控制文件的备份与恢复	207
7.3.1	控制文件的备份	207
7.3.2	控制文件的恢复	209
7.4	参数文件的备份与恢复	214
7.5	归档日志文件的备份	216
7.6	非归档模式下数据文件的备份与恢复	217
7.7	归档模式下数据文件的备份	217
7.7.1	完全备份和增量备份	218
7.7.2	备份策略的制定	220
7.7.3	备份集的大小和数量限制	222
7.7.4	快速增量备份	226
7.7.5	另一种形式的备份——映像拷贝	228
7.7.6	增量的映像拷贝	229
7.7.7	备份窗口的应用	230
7.7.8	可长期保存的备份	231
7.8	备份结果的再次备份	232
7.8.1	备份集的再次备份	233
7.8.2	映像拷贝的再次备份	234
7.9	数据文件的完全恢复	236
7.9.1	数据文件故障的判断	236
7.9.2	恢复的第一阶段——利用备份	238
7.9.3	恢复的第二阶段——利用重做日志	239

7.10	几个实际恢复的例子	240
7.10.1	针对数据文件损坏的恢复	241
7.10.2	针对磁盘损坏的恢复	242
7.10.3	一种极端情况——从未备份的数据文件	243
7.10.4	利用映像拷贝实现的快速恢复	244
7.11	恢复目录的维护	245
7.11.1	数据库备份历史的查看——LIST 命令	245
7.11.2	哪些文件需要备份——REPORT 命令	248
7.11.3	备份的删除——DELETE 命令	250
7.11.4	备份结果有效性的检验	252
7.11.5	备份结果的另一种检验——CROSSCHECK 命令	254
7.11.6	备份结果的编目	255
7.11.7	备份集的保留策略	257
7.11.8	归档日志文件的删除策略	260
第 8 章	RMAN 的高级应用	261
8.1	数据库中坏块的恢复	261
8.1.1	数据库中坏块的检测	261
8.1.2	块介质恢复	263
8.2	表空间的跨平台迁移	264
8.2.1	字节存储次序相同时的迁移	264
8.2.2	字节存储次序不同时的迁移	266
8.3	数据库的跨平台迁移	267
8.3.1	数据库迁移之前的检查	267
8.3.2	数据库的迁移——在原系统中的转换	270
8.3.3	数据库的迁移——在新系统中的转换	273
8.4	利用备份产生一个新的数据库	276
8.4.1	在原数据库中需要完成的任务	277
8.4.2	在新系统中需要完成的任务	279
8.5	数据库的复制	285
8.5.1	针对活动数据库的复制	286
8.5.2	基于备份的复制——连接原数据库服务器	287
8.5.3	基于备份的复制——连接恢复目录数据库服务器	289
8.5.4	基于备份的复制——仅连接新的数据库实例	290
8.6	数据库的不完全恢复	292
8.6.1	关于恢复点	293
8.6.2	重做日志的分析	294
8.6.3	表空间的时间点恢复	298
8.6.4	表空间的全自动化时间点恢复	301
8.6.5	表空间的定制自动化时间点恢复	305

8.6.6	表空间的手工时间点恢复	309
8.7	数据恢复顾问在故障解决中的应用	311
8.7.1	数据库故障的检测	311
8.7.2	数据库故障的查看	312
8.7.3	解决故障的建议	314
8.7.4	数据库故障的解决	315
8.7.5	故障优先级和状态的修改	315
第9章	数据迁移的利器	317
9.1	在什么情况下对数据进行迁移	317
9.2	目录对象	319
9.3	数据泵的应用	320
9.3.1	数据泵的基本用法	320
9.3.2	表的导出/导入	323
9.3.3	一种更高效的表的导出/导入方法	327
9.3.4	用户模式的导出/导入	329
9.3.5	表空间的导出/导入	330
9.3.6	数据库的导出/导入	331
9.3.7	可传输表空间的导出/导入	332
9.4	外部表的应用	335
9.4.1	两种类型的外部表	335
9.4.2	使用 ORACLE_LOADER 访问驱动程序的外部表	336
9.4.3	与外部表(ORACLE_LOADER)有关的其他文件	338
9.4.4	使用 ORACLE_DATAPUMP 访问驱动程序的外部表	341
9.4.5	相关的数据字典视图	343
9.5	数据库链接的应用	343
9.5.1	全局数据库名称	344
9.5.2	数据库链接的属性	345
9.5.3	数据库链接的创建和删除	347
9.6	SQL*Loader 的应用	349
9.6.1	SQL*Loader 的基本用法	349
9.6.2	控制文件的用法	352
9.6.3	数据格式的描述	353
9.6.4	SQL*Loader 的命令行参数	357

第 1 章 Oracle 体系结构

Oracle 是目前应用范围最广的一种数据库产品，它占据了关系型数据库市场的最大份额，主要应用于银行、电信、能源等重要行业。Oracle 数据库具有运行高效、安全、容易管理、容易扩展、容易恢复等显著特点。

然而，以上优点都是以 Oracle 复杂的体系结构为代价的。但是，当你掌握了 Oracle 的体系结构之后，你将不由得赞叹：Oracle 体系结构的设计实在太精妙了！正因为有如此精妙的体系结构，才有 Oracle 诸多吸引人的优点。

作为数据库管理员，首要的职责是保证数据库服务器安全、高效地运行；其次，当数据库出现故障时能够快速对其进行恢复；第三，当数据库的性能降低时，能够对它的性能进行调优；第四，当客户的业务发展时，能够对数据库的规模进行扩展。为了更好地完成这些任务，掌握 Oracle 的体系结构是非常必要的。

在平常的工作中，大家习惯于这么一种说法：“把数据库启动起来”。实际上，数据库是一个静态概念，它表现为磁盘上的文件，数据库中的数据就存放在这些文件中。这些文件既不能启动，也不能运行，更不能主动地向用户提供访问服务。在目前的计算机系统中，用户对某种信息的访问需要通过一些称为“服务”的进程来完成，如 Web 服务器、邮件服务器、DHCP 服务器等。用户对数据库的访问同样是一个动态的过程，必须通过数据库服务器来进行。数据库服务器不仅包括数据文件，还包括一组用来管理数据文件的内存缓冲区和后台进程，这些内存缓冲区和后台进程统称为实例。用户在访问数据时，需要运行应用程序，启动用户进程，并且通过用户进程向数据库服务器发出请求，数据库服务器负责处理这样的请求，并向用户进程返回处理结果。既然磁盘上的文件无法处理用户发来的请求，那么能够向用户提供数据访问服务的，一定是那些位于内存中的缓冲区和进程。

由此可见，数据库服务器是由实例和数据库组成的，其中数据库是它的静态部分，表现为磁盘上的文件，而实例是其中的动态部分，表现为内存中的结构，是 Oracle 体系结构中最重要的一個概念。本章的主要内容是介绍实例的结构，而数据库的结构将在第 2 章中进行详细介绍。除了体系结构之外，读者还应该了解数据在逻辑上和物理上的组织形式。一般来说，读者对 Oracle 数据库的深入掌握，应该从以下三点开始：

- 体系结构：介绍实例中内存缓冲区和后台进程。
- 数据库的物理结构：介绍数据文件、控制文件和参数文件等。
- 数据库的逻辑结构：介绍表空间、区、段、块等存储结构。

Oracle 目前支持数量众多的操作系统平台。在任何一种操作系统中，Oracle 数据库服务器都表现为一种服务，当服务器成功启动时，在系统中将启动一系列进程，同时在内存中将产生一系列缓冲区。由于 Oracle 主要应用于一些重要行业，考虑到这些数据库的特殊重要性，它所支持的主流操作系统是各种 UNIX，如 IBM AIX、HP HP-UX 以及各种 Linux，而 Windows 下的 Oracle 主要用于向广大爱好者提供简单易得的实验环境，而不是用于生产环

境。实际上，一般的爱好者对 Oracle 数据库的学习，都是从 Windows 下的数据库开始的。

图 1-1 表示 Oracle 数据库服务器的结构。

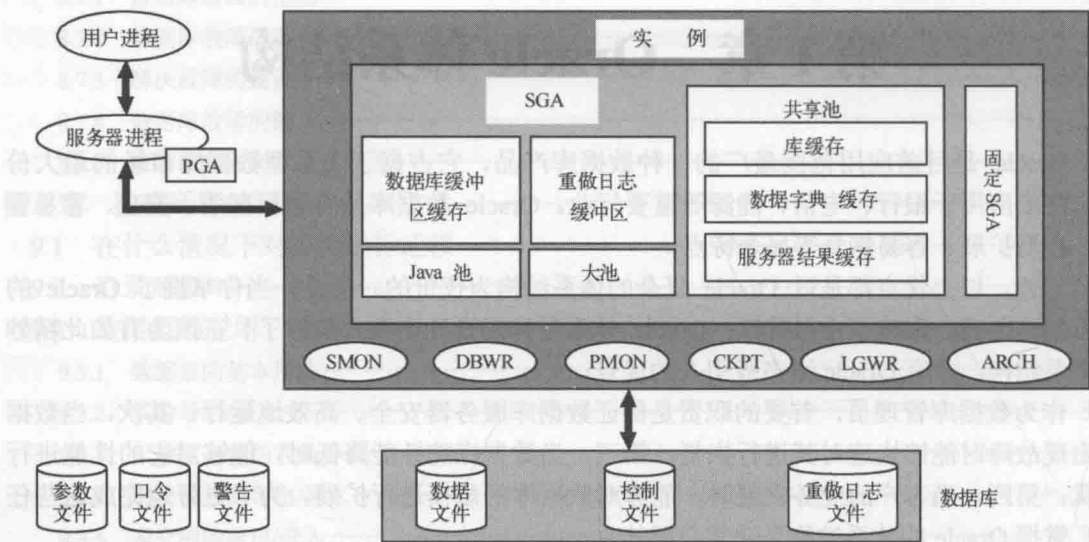


图 1-1 Oracle 数据库服务器的结构

1.1 实例的结构

当用户希望访问数据库时，需要在客户端运行相应的应用程序，如 SQL*Plus、用户自己编写的 Java 程序、C 语言程序等，这些程序的运行表现为用户进程。用户进程需要连接数据库服务器，通过实例访问数据库。实例和数据库组成了数据库服务器，在一个数据库服务器中至少有一个实例。在单机环境中，实例和数据库是一一对应的，一个实例只能和一个数据库建立关联关系，一个数据库也只能被一个实例打开。在 RAC 环境中，一个数据库可以在多个实例中打开，用户进程可以通过任何一个实例访问数据库。

1.1.1 实例的概念

实例 (Instance) 是一组内存缓冲区和后台进程的集合，它用于管理数据库中的文件。当用户访问数据库时，需要通过用户进程连接数据库服务器，这时在服务器端需要启动一个实例，在内存中分配一些缓冲区，并启动一些后台进程。内存空间的作用是存储与用户访问有关的重要数据，后台进程的功能是监视实例的运行状态，并负责在实例和数据库之间交换数据。如果操作系统支持线程，这些后台进程将以线程的方式运行。

用户对数据库的访问是通过实例来完成的，实例为用户的访问提供了一个公共场所，用户对数据的所有访问都是在实例的内存结构中进行的，实例通过后台进程与数据库中的文件进行交互，将用户修改过的或新增加的数据写入文件。引入实例的好处是显而易见的：数据位于内存中，用户读写内存的速度远远高于直接对磁盘设备的读写，只要数据还位于内存中，用户随后对这些数据的访问都将在内存中进行，而且内存中的数据可以在多个用户之间

共享，用户事务在内存中对数据加锁，从而提高了数据访问的并发性。

早期大家使用的单机版数据库（如 FoxPro）并没有实例的概念，用户对数据的访问是通过直接访问数据文件来完成的，这样的数据库在性能上大大低于 Oracle。另外，因为数据无法在多个用户之间共享，多个用户只能以串行的方式访问数据。可以想象，在一个大型的应用系统中，如果有成千上万的用户同时访问数据库，而数据库的性能非常低，那将是件多么可怕的事情。由此可见，Oracle 的实例对于数据库的性能是多么重要。

1.1.2 实例的组成

当数据库服务器启动时，首先在内存中产生实例，接下来实例将打开数据库。在数据库服务器的内存中不仅要缓存数据库中的数据，还要存储数据字典的信息、重做日志、经过解析的 SQL 代码以及 SQL 语句的执行结果等。实例中用于缓存这些数据的内存结构总称为 SGA（System Global Area，系统全局区）。

SGA 是实例中最重要的组成部分，一个实例只有一个 SGA。SGA 由若干个缓存和缓冲区组成，不同类型的数据存储在不同的缓存和缓冲区中，这些数据可以在多个用户进程之间共享。SGA 的大小可以根据需要进行定制，通过参数文件中的各个初始化参数为各个缓存和缓冲区分别指定大小，这样就可以定义 SGA 的大小。根据目前读者对 SGA 的理解，SGA 越大越好，因为这样它可以缓存更多的数据，从而减少磁盘 I/O，提高数据库的性能。本书之所以使用了“缓存”“缓冲区”和“池”等不同的概念，是因为它们来自原版英文资料中的不同词汇“CACHE”“BUFFER”以及“POOL”等，不同的资料对这些单词的翻译不完全相同，读者需要注意区分。

虽然用户对数据的访问是在 SGA 中进行的，但用户进程并不能直接通过实例来访问数据库中的数据，数据库服务器需要为用户进程启动一个服务器进程，负责处理用户进程的所有请求，例如将用户访问的数据从数据文件读到内存中，对数据进行处理，并将处理结果返回用户进程，等等。需要注意的是，服务器进程只是数据库服务器中的一种进程，它的功能是处理用户进程发出的 SQL 请求，它和“服务器”的概念是不一样的。

当用户进程向服务器进程发出请求时，服务器进程负责处理这样的请求，将用户请求的数据从磁盘读到 SGA 中，并完成对数据的所有访问，最后将访问结果返回给用户进程。一旦数据被读入 SGA，其他用户进程也可以直接在 SGA 中访问这些数据。当管理员正常关闭数据库服务器时，被修改的数据将被写入数据文件中，随后 SGA 从内存中被撤销，所有的数据从 SGA 中被清除。

由此可见，当用户访问数据库时，实例为用户进程启动一个服务器进程，两个进程之间建立连接，用户通过这个连接登录数据库服务器，这样的连接称为会话。数据库服务器为每个服务器进程分配一段内存空间，用来保存当前会话的私有信息和控制信息，这段内存区称为进程全局区（PGA，即 Process Global Area）。

SGA 是所有用户进程共享的，只要实例被启动，无论是否有用户访问数据库，SGA 都将存在，它为所有用户提供了一个访问数据库的公共场所。而 PGA 是用户进程私有的，当用户进程向数据库服务器发出请求时，数据库服务器为其分配一个服务器进程，同时为服务器进程分配 PGA，当用户进程结束时，服务器进程也将结束，PGA 被自动释放。

由此可见，数据库服务器中的内存结构主要包括 SGA 和 PGA 两部分，其中 SGA 是所

有用户共享的，它在实例的运行过程中一直存在，而 PGA 并不属于实例，它是服务器进程的一部分，是用户进程私有的，是一种临时存在的内存结构。

除了内存空间之外，实例的另外一个重要的组成部分是后台进程。Oracle 数据库服务器允许成千上万个用户进程同时访问数据库，并提供了一种巧妙的机制来保证用户对数据的安全、高效访问。在数据库实例中包含一组后台进程，它们负责在实例和数据库之间交换数据。之所以称它们为“后台”进程，是因为它们运行在数据库服务器内部，不需要与用户进程进行交互。一般来说，在数据库实例中需要启动以下后台进程：

- SMON：负责完成实例恢复。
- DBWR：负责将数据库缓冲区缓存中的脏缓冲区写入数据文件。
- PMON：负责对意外终止的用户进程进行清理。
- CKPT：负责发出检查点。
- LGWR：负责把重做日志缓冲区中的内容写入重做日志文件。
- ARCH：负责对重做日志文件进行归档。

在默认情况下，数据库实例将启动 SMON、DBWR、PMON、CKPT 和 LGWR 五个后台进程，其他后台进程可以根据需要而启动。在后续章节中，将陆续介绍其他一些后台进程。

综上所述，在这里对实例的概念进行总结。实例是一组内存缓冲区和后台进程的集合，当数据库服务器启动时，在内存中将产生一个实例。实例打开并管理数据库，用户对数据库的访问都是通过实例完成的。实例为用户提供了一个访问数据库的场所，用户可以认为，实例是数据库在内存中的映像。

实例的组成如图 1-2 所示。在本章接下来的几节中，将分别对实例的内存结构和后台进程进行详细的介绍。

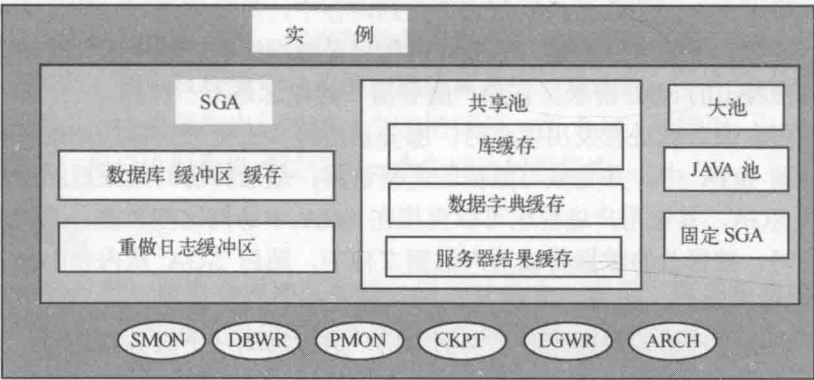


图 1-2 实例的组成

1.2 实例中的内存结构

当数据库服务器启动时，操作系统执行一系列程序代码，在内存中启动实例，为实例分配一些内存空间，并启动若干后台进程。Oracle 数据库服务器对内存的需求是比较大的，具体来说，在它所需要的内存空间中主要存储以下信息：