



高等学校精品规划教材

数据库技术系列

唐远新 曲卫平 李晓峰 等编著

Oracle 数据库实用教程 (第二版)



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等学校精品规划教材

Oracle 数据库实用教程

(第二版)

唐远新 曲卫平 李晓峰 等编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书第一版于2005年出版,第二版根据 Oracle 数据库技术的发展,结合作者多年实际工程研发与教学经验,并考虑到读者的反馈信息,对各章节内容、结构等进行了修订、调整、完善和补充。全书共11章,主要内容包括 Oracle 10g 体系结构、Oracle 数据库常用工具、网络连接配置与系统安全、Oracle 数据库创建与表空间维护、表、索引与视图、其他常用方案对象、Oracle 支持的 SQL、PL/SQL、数据管理、数据库管理等,并在附录中给出了 Oracle 10g 在不同环境下的安装配置与卸载过程。

本书内容兼顾 Windows 和 Linux 平台,对有差异处分开撰写。本书带有大量的例题和习题,通过对例题与习题的剖析能快速提高读者对 Oracle 数据库各项技术的运用能力。

本书可作为高等院校教材,也可供 Oracle 数据库管理员、数据库系统设计和开发人员参考。

本书所配相关教学资源(电子教案、例题源程序完整源代码等)均可以从中国水利水电出版社网站或万水书苑下载,网址为 <http://www.waterpub.com.cn/softdown/> 或 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

Oracle 数据库实用教程 / 唐远新等编著. —2 版. —北京:
中国水利水电出版社, 2009

21 世纪高等学校精品规划教材

ISBN 978-7-5084-6571-5

I. O… II. 唐… III. 关系数据库—数据库管理系统,
Oracle—高等学校—教材 IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 092465 号

策划编辑: 雷顺加 责任编辑: 李 炎 加工编辑: 李 冰 封面设计: 李 佳

书 名	21 世纪高等学校精品规划教材 Oracle 数据库实用教程(第二版)
作 者	唐远新 曲卫平 李晓峰 等编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 20 印张 488 千字
版 次	2005 年 11 月第 1 版 2009 年 6 月第 2 版 2009 年 6 月第 5 次印刷
印 数	20001—24000 册
定 价	32.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

本书第一版于 2005 年出版，第二版根据 Oracle 数据库技术的发展，结合作者多年实际工程研发与教学经验，并考虑到读者的反馈信息，对各章节内容、结构等进行了修订、调整、完善和补充。主要修订思路及内容如下：专注于 Oracle 数据库应用技术、强化 SQL 与 PL/SQL 开发内容，兼顾 Windows 与 Linux 平台，突出原理指导下的实例分析与应用，按照工程项目开发需要的知识顺序编排内容。一句话概括，就是涵盖主要开发技术，强化技术应用。

本书默认的主机字符串为 orcl。安装 Oracle 数据库时，系统默认的数据库名称即为 orcl，在安装结束后会在服务器计算机上自动创建一个名为 orcl 的主机字符串。如果是以客户端计算机连接到 Oracle 数据库，请参照 3.1.3 节“Oracle Net 客户端配置”在客户机配置名为 orcl 的主机字符串。

在 Oracle 数据库的学习过程中，要使用到不同账户连接数据库，主要有系统管理员账户 SYS 和 SYSTEM，示例数据库中的人力资源账户 HR 和 SCOTT。为便于说明问题，本书将 SYS 和 SYSTEM 的口令分别设置为 syspwd、systempwd，在 SQL*Plus 中执行如下命令：

```
CONN /@orcl AS SYSDBA
ALTER USER SYS IDENTIFIED BY syspwd;
ALTER USER SYSTEM IDENTIFIED BY systempwd;
```

解锁账户 SCOTT 和 HR，并修改它们的口令分别为 tiger 和 hrpwd，执行如下命令：

```
ALTER USER SCOTT ACCOUNT UNLOCK;
ALTER USER HR ACCOUNT UNLOCK;
ALTER USER SCOTT IDENTIFIED BY tiger;
ALTER USER HR IDENTIFIED BY hrpwd;
```

SCOTT 账户是本书，也是大部分从应用开发角度介绍 Oracle 数据库的书籍中采用的示例账户，这个用户下有几个结构简单、数据量较少的表，包括雇员、部门、工资等级等。HR 账户下也有几个与人力资源相关的表，不过表结构更复杂，关键是数据经过了精心设计，数据量更大，在讲解 SQL 高级编程、PL/SQL 编程时用得比较多。

因在例子中可能修改表中数据、修改表的结构，甚至将表删除，应在数据库安装完成后建立系统示例方案原始数据的备份，如以下语句所示（SQL>为命令提示符，不要输入）：

```
SQL> CONN scott/tiger@orcl
SQL> CREATE TABLE emp_bak AS SELECT * FROM emp;
SQL> CREATE TABLE dept_bak AS SELECT * FROM dept;
```

限于篇幅，不是所有例子都有执行结果的屏幕截图。本书中大部分例子代码都以“CONN 用户名/口令@主机字符串”开始，明确地告诉读者后面的语句是在哪个用户账号下执行的。有经验的读者一看表名就知道这条语句该在哪个用户下执行，但对初学者而言，例子中的 SQL 语句到底该在哪个用户下执行有时是件很困惑的事情（关键在初学时不熟悉语句中的表属于哪个用户方案）。

本书的大部分例子都比较长，需要读者耐心的读完。之所以设计了代码较长的例子，主

要的考虑是应该反映主要语法现象和应用注意点,从而接近工程实际应用,给初学者一个可以参考的代码框架。

在本书中,很多例子在创建数据库方案对象时,前面都有一条删除这个对象的 DROP 语句。这主要是基于两方面考虑,一是这个对象可能前面创建过,通过新的语法形式创建之前应该先删除该对象,否则系统会返回一个错误(ORA-00955: 名称已由现有对象使用);二是强化一个用法。在实际工程中,除了建立正常的创建方案对象的 SQL 脚本外,常常还要创建删除系统中相关方案对象的 SQL 脚本,比如删除相关表、删除视图、删除数据的脚本等,这些脚本文件一般在系统重建或初始化时运行以成批地删除数据或方案对象,为完成重建或初始化的 SQL 语句能顺利执行创造条件。还有,信息系统一般都会有一段试运行,试运行完成后要删除测试数据(重建表)以正式建立系统,都会经历先 DELETE(DROP)然后 INSERT(CREATE)这样的操作过程。

在每章的最后,都给出了开放式的真实问题,没有给出具体的求解方法和程序代码,读者可以在书中文字描述的基础上结合一个 ERP 软件系统应具备的功能和行为,试着去深入、全面地思考和解决给出的问题。笔者的初衷是通过它提高初学者思考问题、解决问题的实际应用能力。限于篇幅,不可能对问题描述很细,但对于读者理解该问题已经足够。对于没有提到的约束和相关材料,读者可以自己创设约束条件,只要符合逻辑和接近真实应用即可。

关于 SELECT 语句,初学者往往觉得有点不得要领,因为子查询特别是相关子查询就够让初学者头疼的了,Oracle 还针对特定的应用场合和需要设计了分区与子分区查询、集合运算、内嵌视图、层次树型查询、分步运算与存储的 with 子句、数据聚集的 ROLLUP 与 CUBE、闪回数据查询和闪回版本查询、记录加锁的 FOR UPDATE 子句等。所谓万变不离其宗,只要读者抓住两点,一是 SELECT 语句的根本作用是检索数据,只要在 FROM 子句中出现的是一个关系(可以是表、视图或临时数据集,如内嵌视图),在语法上和理论上就是正确的,该语句就没有语法错误,可以执行;二是在工程实践中存在各方面复杂的问题,需要对标准 SQL 的 SELECT 语法进行扩展,以解决实际问题。读者只要注意到这些不同形式的 SELECT 语句是专门用于解决某个特定问题的,就能拨云见日,理出个头绪而不会把它们放到一起把自己头脑搞乱。对于其他 SQL 语句的复杂多样的语法形态,也可以这么去认识和理解。从这个角度,读者也就明白为什么企业级的信息系统建设,大部分都选用 Oracle 数据库作为开发和运行的数据平台。

关于内容取舍,本书将 DBA 及应用开发人员所需的 Oracle SQL、PL/SQL 知识做了较全面的介绍,通过大量示例及注释说明了各知识点的应用,因此本书满足大部分读者作为学习 Oracle 数据库入门及开发中小规模数据库应用系统的需要。Oracle 公司有系列的产品,可用“博大精深”来形容 Oracle 在数据库和 ERP 领域的技术优势和产品优势,它在每个应用需要的方面都有复杂完善的专业产品,每个产品都有值得用大部头一写的内容,此时需要读者去查阅相关文档做进一步的深入学习。即便如此,本书仍然力求做到给读者深入学习和应用打下一个坚实的基础。

本书只涉及 Oracle 数据库产品,未对 J2EE 或 .Net 架构下的应用开发做任何介绍,在这些方面,有各种专业书籍供读者选择。但是本书对初学者感到棘手的在 Linux 环境下安装配置 Oracle 及在该环境下的数据库创建等相关内容做了说明。一旦将运行环境构建起来,SQL 及 PL/SQL 的开发在 Windows 和 Linux 环境下将不再有大的差别。

本教材由哈尔滨理工大学计算机科学与技术学院唐远新编写大纲并进行所有章节内容的总纂工作，首都师范大学信息工程学院周丽娟、安徽理工大学计算机科学与工程学院曲卫平、哈尔滨工业大学华德学院李晓峰、哈尔滨理工大学计算机科学与技术学院尹芳和任相花、哈尔滨理工大学软件学院苗世迪等老师（排名不分先后）参加了各章内容的编撰工作。各章主要执笔编撰分工如下：第1章由唐远新、苗世迪编写，第2章由李晓峰、苗世迪编写，第3章由周丽娟、李晓峰编写，第4章由任相花编写，第5章由尹芳编写，第6章由苗世迪编写，第7章由周丽娟编写，第8章由唐远新、任相花编写，第9章由曲卫平编写，第10章由李晓峰编写，第11章由李晓峰、周丽娟编写，附录由唐远新、尹芳编写。孙亚静、程健、姚丽华参加了本书的校稿和部分代码测试工作。在本书的编写过程中，得到了中国水利水电出版社北京万水电子信息有限公司有关领导和编辑的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

由于笔者水平有限，再加上 Oracle 数据库产品及技术的快速发展，书中难免有不当之处，敬请各位同仁和广大读者批评指正，联系邮箱为 oracle_java@sina.com。

编者
2009 年 4 月

目 录

前言

第 1 章 Oracle 10g 体系结构.....	1
1.1 Oracle 10g 体系结构概述	1
1.2 Oracle 服务器的内存结构	3
1.2.1 系统全局区	3
1.2.2 程序全局区	4
1.3 Oracle 服务器的进程结构	5
1.3.1 服务器端后台进程	5
1.3.2 服务器进程结构	7
1.4 Oracle 数据库的物理结构	8
1.4.1 数据文件	8
1.4.2 重做日志文件	9
1.4.3 控制文件	9
1.4.4 其他文件	10
1.5 Oracle 数据库的逻辑结构	11
1.5.1 表空间	11
1.5.2 段	14
1.5.3 区间	15
1.5.4 数据块	15
1.6 Oracle 10g 网格基础架构	15
1.7 数据字典.....	16
1.7.1 数据字典	16
1.7.2 动态性能监视视图	16
1.7.3 常用数据字典	17
本章小结	19
综合应用与习题一	20
第 2 章 Oracle 数据库常用工具.....	21
2.1 SQL*Plus	21
2.1.1 SQL*Plus 的作用	21
2.1.2 SQL*Plus 的启动和退出	21
2.1.3 SQL*Plus 常用命令	22
2.2 iSQL*PLUS	28
2.3 企业管理器	30
2.3.1 企业管理器	30
2.3.2 Oracle 企业管理器	32

本章小结	33
综合应用与习题二	33
第 3 章 网络连接配置与系统安全	35
3.1 Oracle Net	35
3.1.1 Oracle Net 概述	35
3.1.2 服务器监听程序配置	36
3.1.3 Oracle Net 客户端配置	37
3.2 系统与对象权限管理	39
3.2.1 数据库系统特权	40
3.2.2 对象权限	41
3.2.3 数据库系统特权的授予与回收	42
3.2.4 对象权限的授予与回收	43
3.3 用户与角色	45
3.3.1 配置身份验证	45
3.3.2 创建与管理用户	47
3.3.3 角色管理	49
3.4 概要文件	51
3.4.1 创建概要文件	51
3.4.2 分配概要文件	55
3.5 同义词	56
3.6 建立安全策略	57
本章小结	58
综合应用与习题三	58
第 4 章 Oracle 数据库创建与表空间维护	62
4.1 创建 Oracle 数据库	62
4.1.1 创建 Oracle 数据库概述	62
4.1.2 OFA 与 OMF	63
4.1.3 使用数据库配置助手 (DBCA) 创建数据库	65
4.1.4 手工创建 Oracle 数据库	67
4.1.5 数据库创建失败后的处理	72
4.2 管理表空间	72
4.2.1 表空间管理概述	72
4.2.2 表空间的创建与删除	74

4.2.3 表空间维护	76	6.1.2 创建唯一索引	120
4.2.4 回退段的创建与删除	78	6.1.3 创建位图索引	120
本章小结	79	6.1.4 创建基于函数的索引	121
综合应用与习题四	79	6.1.5 设置与约束相关的索引	122
第 5 章 表	81	6.1.6 创建簇索引	123
5.1 Oracle 数据库方案对象与数据类型	81	6.1.7 对索引创建分区	123
5.1.1 Oracle 数据库方案对象	81	6.1.8 索引的删除与重建	125
5.1.2 Oracle 数据类型	82	6.1.9 索引的维护	125
5.2 创建表的语法	83	6.1.10 索引使用的标识	127
5.2.1 基本规则	83	6.2 视图的创建与使用	127
5.2.2 创建表的语法图	83	6.2.1 创建与删除视图	127
5.3 基本关系表	85	6.2.2 对视图执行 DML 操作的限制	129
5.3.1 最简单的表创建语法	85	6.2.3 内嵌视图	130
5.3.2 利用查询创建表	86	本章小结	131
5.3.3 存储参数	87	综合应用与习题六	131
5.3.4 完整性约束	88	第 7 章 其他常用方案对象	132
5.4 按索引组织的表	92	7.1 序列	132
5.5 簇表	93	7.1.1 序列创建与删除语法	132
5.5.1 创建簇表	93	7.1.2 序列的使用	133
5.5.2 创建簇索引	94	7.2 数据库链接	135
5.5.3 删除簇	94	7.3 实体化视图日志	136
5.6 分区表	95	7.4 实体化视图	137
5.6.1 范围分区表	95	本章小结	140
5.6.2 散列分区表	97	综合应用与习题七	140
5.6.3 列表分区表	100	第 8 章 Oracle 支持的 SQL	142
5.6.4 组合分区表	101	8.1 Oracle 的数据操纵语言	142
5.7 外部表	102	8.1.1 INSERT 语句	142
5.8 对象表	105	8.1.2 UPDATE 语句	144
5.9 嵌套表	107	8.1.3 DELETE 语句	146
5.10 管理表	108	8.1.4 MERGE 语句	147
5.10.1 存储参数	109	8.1.5 事务控制命令	148
5.10.2 表结构维护	110	8.2 Oracle 支持的查询	149
5.10.3 数据完整性约束维护	112	8.2.1 SELECT 语句	149
5.10.4 表的删除与截断	114	8.2.2 虚表与伪列	152
本章小结	114	8.2.3 表的连接	152
综合应用与习题五	115	8.2.4 子查询	154
第 6 章 索引与视图	117	8.2.5 集合运算	158
6.1 管理索引	117	8.2.6 层次树型查询	162
6.1.1 索引概述	117	8.2.7 With 子句	163

8.3 Oracle 支持的 SQL 函数.....	164	9.6.3 函数.....	211
8.3.1 单行函数.....	164	9.6.4 参数的传递形式.....	213
8.3.2 分组函数.....	168	9.6.5 局部子程序.....	213
8.3.3 DateTime 函数.....	169	9.6.6 子程序嵌套调用时的例外处理.....	214
8.3.4 OLAP 函数.....	172	9.6.7 子程序的管理.....	214
8.4 用于数据分析的 SQL.....	173	9.7 包.....	216
8.4.1 多表插入与旋转插入.....	173	9.7.1 包概述.....	216
8.4.2 Top-n 查询.....	175	9.7.2 包的创建与删除.....	217
8.4.3 ROLLUP 与 CUBE.....	176	9.7.3 包内元素的引用.....	219
本章小结.....	180	9.7.4 无体包.....	219
综合应用与习题八.....	180	9.7.5 重载.....	220
第 9 章 PL/SQL.....	183	9.7.6 向前引用声明.....	221
9.1 PL/SQL 基础.....	183	9.7.7 一次 (One-Time-only) 过程.....	222
9.1.1 PL/SQL 程序块的结构.....	183	9.7.8 常用内置程序包.....	222
9.1.2 PL/SQL 基本语法规则.....	184	9.8 数据库触发器.....	227
9.1.3 复合数据类型.....	189	9.8.1 数据库触发器概述.....	227
9.1.4 PL/SQL 程序的用途.....	193	9.8.2 触发器设计指南.....	228
9.2 PL/SQL 中的 SELECT 语句.....	193	9.8.3 DML 触发器.....	228
9.3 流程控制语句.....	196	9.8.4 DDL 触发器.....	232
9.3.1 分支语句.....	196	9.8.5 系统事件触发器.....	233
9.3.2 循环控制语句.....	197	9.8.6 对触发器主体过程的调用.....	234
9.3.3 跳转控制语句.....	198	9.8.7 防止从变异 (Mutating) 的表中 读取数据.....	235
9.4 游标.....	199	9.8.8 触发器的运用场合.....	236
9.4.1 游标的概念.....	199	9.8.9 管理数据库触发器.....	240
9.4.2 游标的定义和使用.....	199	9.9 大对象类型 (LOB).....	241
9.4.3 游标的属性.....	201	9.9.1 大对象类型基础.....	241
9.4.4 用于游标的 FOR 循环.....	202	9.9.2 DBMS_LOB 程序包.....	242
9.4.5 用于游标的 SELECT 和 UPDATE 语句.....	202	9.9.3 BFILE 列的使用.....	245
9.5 例外.....	203	9.9.4 从 LONG 向 LOB 迁移数据.....	246
9.5.1 例外的分类与捕获.....	203	9.9.5 临时 LOB 对象.....	246
9.5.2 Oracle 预定义例外.....	204	9.10 数据对象参照依赖与子程序重新编译.....	247
9.5.3 处理非预定义例外.....	206	9.11 虚拟专用数据库.....	249
9.5.4 用户自定义例外.....	207	9.11.1 虚拟专用数据库的引入.....	249
9.5.5 RAISE_APPLICATION_ERROR 过程.....	208	9.11.2 创建应用上下文环境.....	249
9.6 存储过程和函数.....	209	9.11.3 创建安全策略函数.....	251
9.6.1 存储过程/函数的作用.....	209	9.11.4 应用安全策略.....	253
9.6.2 存储过程.....	209	9.11.5 安全策略的运行模式与管理.....	255
		本章小结.....	256

综合应用与习题九.....	257	11.2 启动与停止数据库.....	283
第 10 章 数据管理.....	260	11.2.1 数据库的启动过程.....	283
10.1 SQL*Loader.....	260	11.2.2 使用 SQL*Plus 启动数据库.....	284
10.1.1 基本概念.....	260	11.2.3 关闭 Oracle 数据库.....	284
10.1.2 SQL*Loader 的语法及参数.....	261	11.2.4 改变数据库的可用性.....	286
10.1.3 控制文件.....	263	11.3 控制文件管理.....	287
10.2 传统数据导入/导出工具.....	265	11.3.1 什么是控制文件.....	287
10.2.1 EXP.....	265	11.3.2 控制文件的内容.....	288
10.2.2 IMP.....	267	11.3.3 在 SPFILE 中使用多个控制文件.....	288
10.3 数据泵.....	269	11.3.4 在 PFILE 中使用多个控制文件.....	288
10.3.1 EXPDP.....	269	11.3.5 获取控制文件的相关信息.....	288
10.3.2 IMPDP.....	271	11.4 重做日志管理.....	289
10.4 闪回技术.....	273	11.4.1 数据库运行模式.....	289
本章小结.....	278	11.4.2 重做日志的写入.....	290
综合应用与习题十.....	278	11.4.3 日志归档与维护联机重做日志.....	291
第 11 章 数据库管理.....	279	11.4.4 获取联机重做日志的相关信息.....	293
11.1 初始化参数和系统性能调整.....	279	本章小结.....	293
11.1.1 初始化参数概述.....	279	综合应用与习题十一.....	293
11.1.2 初始化参数文件.....	280	附录 Oracle 10g 的安装与卸载.....	295
11.1.3 影响 Oracle 数据库系统 性能的参数.....	282	参考文献.....	308

第 1 章 Oracle 10g 体系结构



本章导读

本章在整体介绍 Oracle 数据库的体系结构后, 分别就 Oracle 服务器的内存结构、进程结构、物理结构、逻辑结构进行说明, 并简要介绍 Oracle 10g 网络基础架构。最后讲解 Oracle 数据库数据字典, 给出部分常用数据字典。本章通过对部分数据字典的查询, 引入了常用的数据库管理与开发工具 SQL*Plus。只有了解掌握 Oracle 数据库的物理与逻辑结构, 才能更好地学习和使用 Oracle 数据库。



本章要点

- Oracle 服务器的主要组成成分
- Oracle 服务器的工作原理
- Oracle 服务器的内存结构
- Oracle 服务器的进程结构
- Oracle 数据库的物理结构
- Oracle 数据库的逻辑结构
- 数据字典命名规范与常用数据字典

1.1 Oracle 10g 体系结构概述

Oracle 有自己的文件结构、缓冲区结构、进程结构以及自身的优化功能。Oracle 可以控制自己的进程和记录, 保持数据完整性, 并管理自身系统。Oracle 服务器上安装有 Oracle 数据库管理系统, 在磁盘上可以创建所需的小到几 KB 大到若干 TB 的数据库文件, 在内存中 Oracle 创建了一组后台服务进程, 申请并管理一大片内存区域。图 1-1 显示了 Oracle 数据库的主要结构和组成部分间的关系。

从大的方面说, Oracle 服务器由两部分组成, Oracle 数据库 (Oracle Database) 和 Oracle 例程 (Oracle Instance)。Oracle 数据库是安装在磁盘上的 Oracle 数据库文件和相关的数据库管理系统 (DBMS) 的集合。磁盘上比较重要的文件包括数据文件 (Data files)、控制文件 (Control files)、重做日志文件 (Redo log files)、初始化参数文件 (Parameter file)、口令文件 (Password file)、归档重做日志文件 (Archived log files) 等, 其中数据文件、控制文件和重做日志文件组成了 Oracle 数据库的物理存储结构。

Oracle 服务器是基于例程机制的服务器系统, 必须为 Oracle 数据库建立例程才能为用户服务。Oracle 例程由在内存中的一组后台进程和内存结构组成。后台进程包括数据库写入进程 (DBWn)、日志写入进程 (LGWR)、日志归档进程 (ARCn)、检查点进程 (CKPT)、系统监控进程 (SMON)、进程监控进程 (PMON) 等。Oracle 例程的内存结构组织包含在称为系统

全局区（System Global Area, SGA）的内存区域中。SGA 是由所有用户进程共享的一块内存区域。当启动例程时，会自动分配 SGA。SGA 主要包括数据库缓冲存储区（Database Buffer Cache）、重做日志缓冲区（Redo Log Buffer）、共享池（Shared Pool）三部分。共享池主要包括共享 SQL 区、PL/SQL 程序代码区（均包含在库高速缓存 Library Cache 中）和数据字典存储区，以便保存最近使用过的 SQL 命令和数据字典信息，提高数据存取效率。

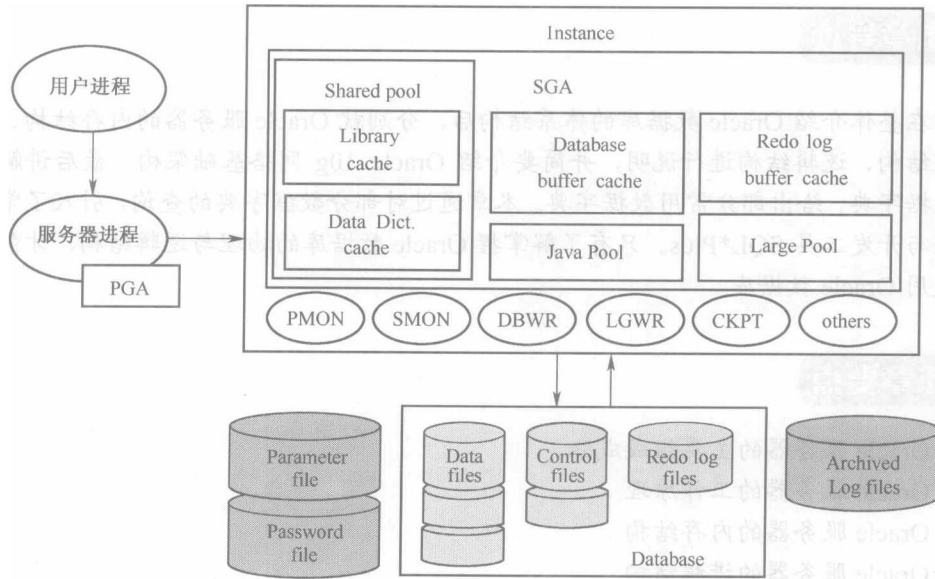


图 1-1 Oracle 服务器的组成

用户进程（User process）和服务器进程（Server process）以及程序全局区（Program Global Area, PGA）构成了用户进程发布并执行 SQL 语句的用户环境。当用户连接到 Oracle 服务器时，Oracle 便创建一个服务器进程与之交互，并代表该用户进程完成与 Oracle 数据库间的交互。程序全局区是用户专用的内存结构，存储该用户连接期间与 SQL 语句执行相关的信息。

启动 Oracle 数据库时需要使用到初始化参数文件和控制文件，Oracle 据此分配内存结构并加载例程。图 1-2 进一步说明了 Oracle 服务器启动完成，开始工作后的 Oracle 服务器内部的工作原理。当有用户进程连接到 Oracle 服务器时，系统建立服务器进程为之服务，并将用户进程的数据访问请求传递到 SGA，相关进程完成处理工作后将结果数据信息送到 SGA 并由服务器进程反馈给用户进程。由日志写入进程（LGWR）或检查点进程（CKPT）将用户的修改信息写入重做日志文件，当进行重做日志切换（如重做日志文件写满）时，由重做日志归档进程（ARCn）完成重做日志的归档，形成重做日志归档文件。为记录系统状态的变化（如增加或减少了数据或数据文件），由检查点进程将系统状态变化数据写入控制文件、数据文件和重做日志文件，保证系统状态的一致性。如果上次系统没有正常关闭，则在例程启动过程中由系统监控进程（SMON）完成例程的自动恢复。在系统运行过程中如果某些用户进程异常终止，则由进程监控进程进行善后处理，回收该进程对应的服务器进程占用的各种资源并清除该服务器进程。

由此可见，Oracle 设计了完善的体系结构以实现其高性能、高可靠性和自我维护。

下面分别就 Oracle 服务器的内存结构、进程结构、物理结构、逻辑结构以及 Oracle 网络体系结构作简要说明。

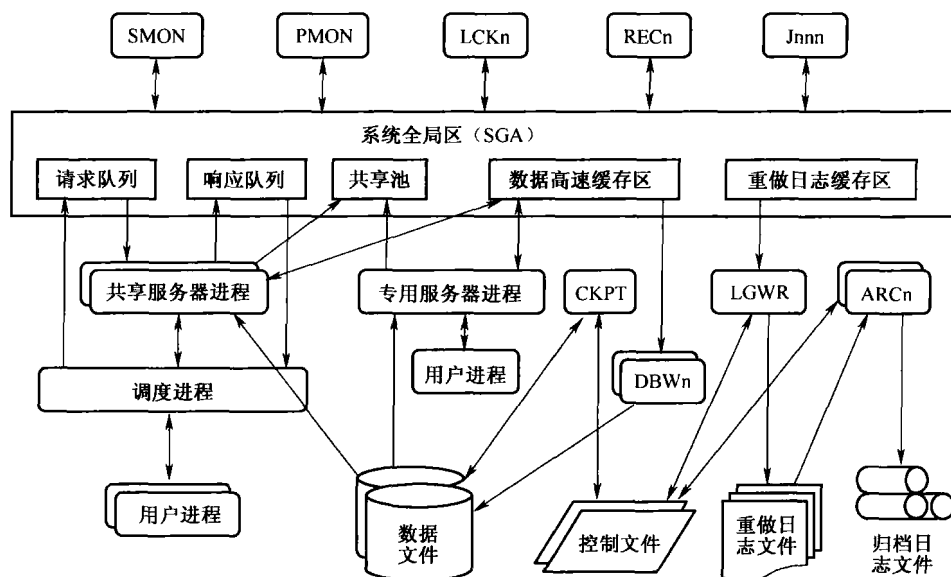


图 1-2 用户进程、Oracle 进程、物理存储文件之间的关系

1.2 Oracle 服务器的内存结构

Oracle 系统有系统全局区 (System Global Area, SGA) 和程序全局区 (Program Global Area, PGA) 两种内存结构。系统全局区是一组共享内存结构，存放一个 Oracle 数据库例程的控制信息和各共享用户的数据。程序全局区是用户进程连接到数据库并创建一个会话时，由 Oracle 服务器进程分配的专门用于当前用户会话的内存区，该区域是私有的。

1.2.1 系统全局区

Oracle 例程的内存结构组织包含在称为系统全局区的内存区域中。SGA 是由所有用户进程共享的一块内存区域，当启动例程时，会自动分配 SGA。SGA 主要包括数据库缓冲存储区 (Database Buffer Cache)、重做日志缓冲区 (Redo Log Buffer)、共享池 (Shared Pool) 三部分，参见图 1-1。

1. 数据库缓冲存储区

数据库缓冲存储区 (Database Buffer Cache) 用于存放最近访问的数据块。它由许多小缓冲区组成，其中缓冲区尺寸等于数据块尺寸。在 Oracle9i 之前，不同表空间的数据块尺寸完全一致。从 Oracle9i 开始，允许不同的表空间使用不同的数据块尺寸。其中 DB_BLOCK_SIZE 用于定义标准块的尺寸，DB_CACHE_SIZE 用于定义标准数据库缓冲存储区的尺寸。如果要使用非标准块，则必须使用初始化参数 DB_nK_CACHE_SIZE (n 为 2、4、8、16 或 32) 定义非标准数据库缓冲存储区。例如，假定参数 DB_BLOCK_SIZE 的值为 2048，则 2K 数据块将使用标准数据库缓冲存储区；4K 数据块将使用由参数 DB_4K_CACHE_SIZE 定义的非标准数据库缓冲存储区。

Oracle 采用 LRU (Least Recently Used, 最近最少使用) 算法来管理数据库缓冲存储区。数据块保留在数据库缓冲存储区中，当一个服务器进程需要空间来存储新读取的数据块并且没有可用的空闲空间时，一个或多个最近最少使用的数据块将被写入磁盘，然后用新读入数据覆

盖缓存中的数据块。例如，假定数据库缓冲存储区包括十个缓冲区，数据已经占满这十个缓冲区，设置两个标识位，分别指向最早访问的缓冲区和最近访问的缓冲区。此时，需要执行一个新的数据访问操作（SELECT 或 DML），并且要访问的数据不在这些缓冲区中，那么服务器进程将清除标识为最早访问的缓冲区数据，将新数据块的数据写入该缓冲区，并将该缓冲区标识为最近访问的缓冲区。如果要访问的数据在缓冲区中已经存在，服务器进程会直接读取或修改其数据，并将相应缓冲区标识为最近访问的缓冲区。

2. 重做日志缓冲区

数据进行的所有更改都存储在重做日志缓冲区（Redo Log Buffer）中，这些记录在以后会被拷贝到重做日志文件中。也就是说，重做日志缓冲区用于记载例程变化，当执行 DDL 或 DML 语句时，服务器进程首先将变化记载到重做日志缓冲区，之后再修改数据库缓冲存储区。重做日志缓冲区是由一条条重做记录（Redo Record）组成的，并且每条重做记录记载了被修改数据块的位置以及变化前的数据。重做日志缓冲区的内容将被写入联机重做日志文件，以便在数据库故障恢复中使用。

重做日志缓冲区的尺寸是由初始化参数 LOG_BUFFER 来定义的。

3. 共享池

共享池（Shared Pool）用于存放最近执行的 SQL 语句和数据字典信息，它的尺寸是由初始化参数 SHARED_POOL_SIZE 来定义的。共享池包括两个组件，库高速缓存（Library Cache）和数据字典高速缓存（Dictionary Cache）。

（1）库高速缓存（Library Cache）。库高速缓存用于存放最近执行的 SQL 语句信息，包括语句文本以及它的执行计划。执行计划实际是 SQL 语句的内部执行步骤。库高速缓存包含了许多上下文区（Context Area），也称为共享游标。当客户端运行 SQL 语句时，服务器进程首先检查共享游标是否存在，若存在则按照它的执行计划直接执行语句；若不存在则生成 SQL 语句执行计划，并且将执行计划存放到相应上下文区中，然后执行该 SQL 语句。通过共享游标，可以最小化 SQL 语句解析次数。

（2）数据字典缓存区（Data Dictionary Cache）。数据字典缓存区用于存放最新使用的数据字典的信息，包括表、列定义和权限信息。

共享池的大小可以影响数据库的性能，并且库高速缓存与数据字典缓存区的尺寸不固定，是动态变化的。

4. 大池和 Java 池

SGA 中可选配置的内存结构包括大池（Large Pool）、Java 池（Java Pool）等。

大池用于为大的内存需求提供内存空间，它的尺寸由初始化参数 LARGE_POOL_SIZE 定义。如果需要使用 RMAN（Recovery MANager）执行备份、转储和恢复，或者需要执行并行复制，或者需要使用 I/O Slaves 提高 I/O 性能，则应该配置大池。如果没有配置大池，将使用共享池存储交换数据，从而影响到系统性能。

从 Oracle 8i 起，Oracle 数据库改用 Java 语言编写，提供了 Java 池用于存放 Java 代码、Java 语句的语法分析表、Java 语句的执行方案和 Java 支持程序开发。Java 池的尺寸由初始化参数 JAVA_POOL_SIZE 定义。

1.2.2 程序全局区

当响应用户进程请求的服务器进程启动后，Oracle 服务器便为其配置一块称做程序全局区（Program Global Area, PGA）的内存空间，以供服务器进程使用，PGA 主要存储该连接使用

的变量信息和与用户进程交换的信息。

按照存放信息的类型不同, PGA 可分成如下几个部分。

1. 排序区

排序区用于存放执行 GROUP BY 和 ORDER BY 等包含排序操作所产生的临时数据, 排序区是影响 PGA 大小的主要因素, 其大小由初始化参数 SORT_AREA_SIZE 设置。另一个初始化参数 SORT_AREA_RETAINED_SIZE 的值决定在排序区的操作结束后需要保留不释放的内存空间大小。从排序区释放的内存仍然属于服务器进程(仍是 PGA 的一部分), 没有返还给操作系统。

2. 会话区

会话区存储该会话所具有的权限、角色、性能统计等信息。

3. 游标状态区

运行 SQL 语句或执行 PL/SQL 中与游标(Cursors)相关的语句时, Oracle 会在共享池中为该语句分配上下文区, 游标是指向该内存空间的指针。在 PGA 中的游标状态区存储了该会话中当前使用的各游标所处的状态。

4. 堆栈区

堆栈区存储该会话中的绑定变量(Bind Variable)和会话变量(Session Variable)及 SQL 运行时的内存结构信息。

1.3 Oracle 服务器的进程结构

Oracle 数据库系统中的进程主要有用户进程和服务端进程, 服务端进程又可分为后台进程和服务端进程两类, 参见图 1-1 和 1-2。

用户进程在客户端工作, 它向服务端进程发出请求信息。SQL*Plus、Oracle Forms Builder、Reports Builder 都是用户进程的例子。服务端进程接受用户进程发出的请求, 并根据请求与数据库通信(通过 SGA), 通过这些通信完成用户进程对数据库中数据的处理请求, 而具体的数据读写、日志写入等操作则由后台进程完成。

1.3.1 服务端后台进程

每个 Oracle 数据库例程包含一系列的服务器后台进程。当启动例程时, Oracle 会自动启动后台进程; 当关闭例程时, Oracle 会自动释放后台进程所占用的 CPU 和内存资源。Oracle 提供了许多后台进程, 常用的后台进程包括数据库写入进程(DBWn)、日志写入进程(LGWR)、日志归档进程(ARCn)、检查点进程(CKPT)、系统监控进程(SMON)和进程监控进程(PMON)等, 下面介绍部分主要进程。

1. 数据库写入进程(Database Writer, DBWn)

数据库写入进程的作用是将已更改的数据块从内存写入实际的数据文件。默认情况下, 在启动例程时只启动了一个数据库写入进程, 即为 DBW0, 通过设置初始化参数 DB_WRITER_PROCESSES 可以最多定义 20 个数据库写入进程来执行写入操作, 从而可以获得高度动态的数据库性能。每个数据库写入进程都分配了 0~9 或 a~j 的一个编号。数据库写入进程是仅有的两种能对构成 Oracle 数据库的数据文件进行写入的进程之一(另一个是检查点进程, 该进程只写入数据文件头部信息)。

2. 日志写入进程（Log Writer, LGWR）

日志写入进程的作用是将重做日志缓冲区的内容写入到重做日志中。重做日志是对数据库进行的所有事务的一个拷贝，这样做的目的使 Oracle 能够从不同的错误中恢复。服务器进程首先要将事务变化写到重做日志缓冲区，然后才修改数据库缓冲存储区。日志写入进程是唯一一个能够写重做日志文件的进程，同时也是 Oracle 数据库中唯一一个能够读重做日志文件的进程。

3. 日志归档进程（Archive Process, ARCn）

日志归档进程是一个可选进程，它的作用是将重做日志的事务变化复制到归档日志文件中。重做事务日志以顺序方式记录，填满一个日志文件后，就会通过日志切换转向另一个可用的重做日志文件。该后台进程只有在 ARCHIVELOG（归档日志）模式下才有效。默认情况下只有两个归档日志进程（ARC0 和 ARC1），通过设置初始化参数 LOG_ARCHIVE_MAX_PROCESSES 最多可定义 30 个日志归档进程，每个日志归档进程都分配了 0~9 或 a~t 的一个编号。在 ARCHIVELOG 模式下，当进行日志切换时会自动生成归档日志文件。如果一个数据库出现严重的错误，Oracle 将使用数据库备份和归档重做日志文件来恢复数据库和提交全部事务。

通常 DBA 并不需要设置 LOG_ARCHIVE_MAX_PROCESSES 参数，LGWR 进程会根据归档任务的需要自动启动适当数量的归档进程。

4. 检查点进程（Checkpoint Process, CKPT）

检查点进程是一个可选进程，它的作用是发出检查点（Checkpoint），实现同步数据库的数据文件、控制文件和重做日志。当程序运行到用户设定的检查点或发生重做日志切换时，就会启动检查点进程。发出检查点后，不仅检查点进程和数据库写入进程要开始工作，而且日志写入进程也会将重做日志缓冲区的内容写入到重做日志，从而确保数据文件、控制文件和重做日志文件的一致性。

5. 系统监控进程（System Monitor, SMON）

系统监控进程是在数据库系统启动时执行恢复工作的强制性进程，它负责执行许多内部操作。它的作用是执行例程恢复、合并空间碎片并释放临时段。例如，假定在数据库运行过程中出现断电、内存故障或后台进程例外，此时 SGA 的信息还没有被写到磁盘中。当重新打开数据库时，系统监控进程会自动执行例程恢复。在并行服务器模式下，系统监控进程还可以恢复另一台计算机中失败的数据库。

6. 进程监控进程（Process Monitor, PMON）

进程监控进程的作用是监控服务器进程的执行，并在服务器进程失败时清除该服务器进程。该监控进程是用于恢复失败的数据库用户的强制性进程。它先获取失败用户的标识，释放该用户占用的所有数据库资源，释放服务器进程占用的所有表锁和行锁，然后回退（Rollback）用户的当前事务。

7. 锁进程（Lock, LCKn）

锁进程是一个可选进程。当用户正在并行服务器模式下运行 Oracle 数据库时，将发现多个锁进程。在并行服务器模式下，这些锁有助于数据库通信。

8. 调度进程（Dispatcher, Dnnn）

调度进程是一个可选后台进程，仅在使用多线程服务器时出现。对每个使用的通信协议（如 TCP/IP），至少要创建一个调度进程。每个调度进程负责所连接的用户进程到可用服务器进程的路由请求，并把响应返回到合适的用户进程。

9. 作业队列进程 (Job Queue, Jnnn)

在 Oracle 10g 中还包括作业队列进程 (Job Queue, Jnnn)、作业队列监视进程 (Job Queue Coordinator, CJQ0) 等。

队列监控进程在支持 Oracle 高级队列 (Advanced Queuing, AQ) 选件时起作用, 该选件在 Oracle 中实现了消息队列系统的集成。系统使用 Java、PL/SQL 或者 Visual Basic 来实现用 AQ 发送该功能的访问。AQ 提供了很多特性, 包括队列中消息的优先级、排序, 并且具有发送消息给本地或异地队列的能力。

10. 闪回恢复进程 (Recovery Writer, RVWR)

闪回技术在 Oracle 9i 就已经提出, 在 10g 中进一步完善。闪回数据库是进行时间点恢复的新方法, 能够快速将 Oracle 数据库恢复到以前的时间, 以正确更正由于逻辑数据损坏或用户错误而引起的任何问题。当需要恢复时, 闪回恢复进程可以将数据库恢复到错误前的时间点, 并且只恢复改变的数据块。

数据库启动后, 查询系统动态性能监视视图 V\$BGPROCESS 可以看到启动的后台进程个数及其名称。在 SQL*Plus (关于该工具的登录与使用, 参见 2.1 节) 中输入并执行如下命令:

```
SQL> CONN /@ORCL AS SYSDBA
SQL> COLUMN DESCRIPTION FORMAT a30
SQL> SET PAGESIZE 200
SQL> SELECT PADDR,PSERIAL#,NAME,DESCRIPTION,ERROR
2 FROM V$BGPROCESS;
```

上面第一条语句是以 SYSDBA 身份连接数据库, 第二条语句的作用是设置 DESCRIPTION 列的显示格式为 30 个字符宽度, 第三条语句的作用是设置逻辑页面大小为每页 200 行, 最后一行开头的“2”是系统的行号提示, 表示“FROM V\$BGPROCESS;”是第四条语句 (SELECT 开头的语句) 的第二行内容。每行前面的“SQL>”是系统的命令提示符, 提示用户可以输入 SQL 命令语句或 SQL*Plus 命令, 上面 5 行中的前 3 行命令为 SQL*Plus 命令 (分别完成连接数据库、设置查询列显示格式和设置输出页面大小), 最后的 SELECT 语句是 SQL 命令。查询的部分结果信息如下:

PADDR	PSERIAL#	NAME	DESCRIPTION	ERROR
262478CC	1	PMON	process cleanup	#####
00	0	DIAG	diagnosibility process	#####
00	0	FMON	File Mapping Monitor Process	#####
26247EBC	1	PSP0	process spawner 0	#####
00	0	LMON	global enqueue service monitor	#####

1.3.2 服务器进程结构

服务器进程结构模式决定了系统如何响应用户进程请求。

1. 专用服务器模式

Oracle 能够用于支持客户连接的最简单的进程结构是专用服务器模式。在一个专用服务器模式配置中, Oracle 为每一个连接到例程的客户进程启动一个专门的前台服务进程, 一个客户进程的前台服务进程只为它的客户进程执行数据库访问操作。专用服务器模式一般只用在密集的批操作, 能让服务器进程大部分时间保持繁忙。当预期客户机连接总数较少, 或客户机向服务器发出的请求持续时间较长时, 应该采用专用服务器模式。

局域网环境开发的 C/S 结构应用系统, 采用专用服务器模式有较好的性能。

2. 共享服务器模式

多线程服务器是 Oracle 用于支持客户连接的典型的进程结构, 这些服务器端进程合在一