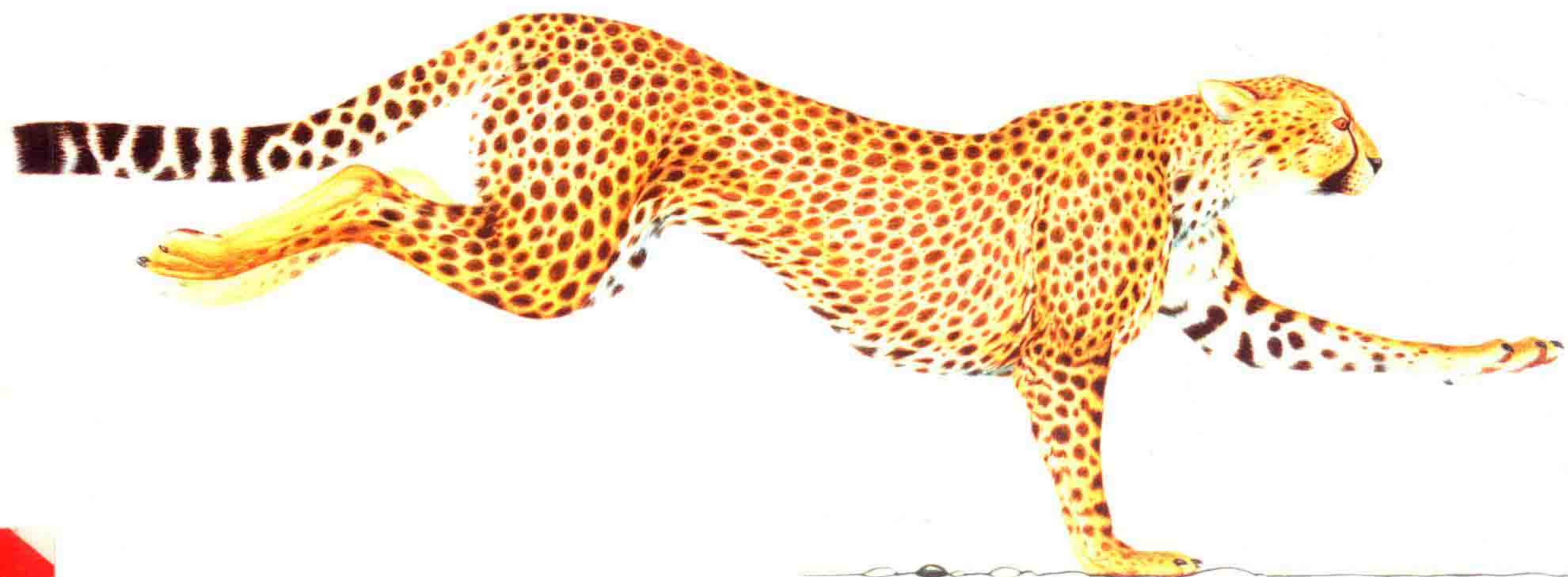


本书不仅详细阐述了SQL调优的相关理论基础，还通过对实际案例的深入解析，帮助读者学习和掌握实际SQL调优工作中分析和解决问题的思路、方法和步骤。

高性能SQL

调优精要与案例解析

闫书清 编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

高性能SQL

调优精要与案例解析

闫书清 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

内 容 简 介

本书共分为两篇，基础篇（第1章～第10章）介绍了SQL调优应该具备和掌握的理论和方法，实践篇（第11章）精选并深入解析了10个现实中的实际案例。

本书前3章主要介绍了Oracle数据库架构设计及实现方面的内容。第4章详细讲解了Oracle各种数据库对象的相关实现、特性和理解。第5章介绍了事务及Oracle事务相关的特性。第6～8章详细讲解了执行计划及其相关因素、方法和元素。第9～10章分别讲解了如何通过分析SQL语句执行计划来确定其性能瓶颈，进而解决相关问题的思路和方法。第11章以精选的10个现实中的实际案例为样本，并对其逐一进行了理论结合实践的深入讲解和剖析，以期通过实际案例的解析，达到读者对基础理论进行验证、再学习的目的。

本书适用于所有关系数据库相关从业人员，尤其是中高端技术人员。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

高性能SQL调优精要与案例解析 / 闫书清编著. —北京：电子工业出版社，2017.8
ISBN 978-7-121-32362-1

I. ①高… II. ①闫… III. ①关系数据库系统 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第182914号

责任编辑：安 娜

印 刷：北京京科印刷有限公司

装 订：北京京科印刷有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编：100036

开 本：787×980 1/16 印张：19.25 字数：377千字

版 次：2017年8月第1版

印 次：2017年8月第1次印刷

定 价：69.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：010-51260888-819, faq@phei.com.cn。

前 言

在当今信息时代，各行业的数据均呈爆炸式增长，这不仅为我们认识和掌握规律，进而推动整个社会发展提供了更多依据、途径和动力，同时对我们提出了更高的目标和要求。因为，面对如此海量数据，我们除了要科学地管理好它，更重要的是，要充分地利利用好它，否则，这些将成为我们沉重的负担和累赘。那么，如何才能从这些海量数据中挖掘出蕴藏的巨大价值呢？

以 Oracle 为首的关系型数据库，历经几十年的高速发展，凭借其理论和技术上的优势，目前已为广大客户所垂青和依赖，并充斥于各行各业的每个角落。同时，关系型数据库也已成为海量数据的主要容器和工具，以至于，以 Oracle 为首的关系型数据库几乎成了数据的代名词。诚然，当今的数据库领域是个开放、多元的时代，各种数据产品和概念可谓百花齐放，但是，由于目前除关系型数据库外的其他产品都有其特定的场景和限制，因而在短时期内，关系型数据库在数据领域的重要地位依然难以被撼动和替代。

说到海量数据，大家自然会想到数据库优化，进而又必然会想到 SQL 调优，当然，除了 SQL 调优，数据库优化还涉及其他方面的诸多内容。实际上，针对海量数据和数据库优化，SQL 调优占据着非常大的比重，通常也会带来非常明显的效果。现实情况中，一条存在性能问题的 SQL 语句，也许会拖垮整个系统；同时，一条 SQL 语句的完美优化，又可能使整个系统的问题瞬间灰飞烟灭。鉴于 SQL 调优的重要性，本书将对其进行详细论述和深入解析。

目前，SQL 调优方面的优秀书籍在国内市场并不多见，希望本书能填补这个空白和缺憾。本书开篇从基础入手，详细论述 SQL 调优所需具备的理论知识，以及对它们的深入、正确理解。本书后半部分精选了 10 个实际案例作为样本，并结合前面的基础理论，对这些案例进行了详细、深入的剖析，以说明应用基础理论解决实际案例的思路、方法和步骤等。本书既注重

基础理论，又强调实践应用，通篇理论和实践浑然一体，相信会让各位读者有焕然一新、豁然开朗的感觉，同时，衷心希望各位读者能通过本书多多受益。

本书虽然基于 Oracle 关系型数据库创作与编写，但就理论和实践方面，对其他关系型数据库的 SQL 调优，依然具有很好的借鉴意义。另外，作者在本书适当位置为读者留有疑问，且很多语句或命令中带有省略号“...”，初衷在于启发读者主动学习、研究和解决问题的动力和方法，同时为读者学习、思考和研究留有更大空间，从而达到授人以渔而非仅授人以鱼的效果。

作者结合多年来的学习、研究和实践经验，旨在努力打造一部 SQL 调优方面的经典之作，更希望其能成为读者学习航程上的一座灯塔。但限于时间等诸多因素，疏漏之处在所难免，欢迎各位读者批评指正。

最后，谨对多年来一直默默陪伴和支持我的家人及所有的老师、朋友，表示深深的感激和敬意！

特别值得提出的是，本书的出版得到了电子工业出版社安娜等各位老师的大力支持和帮助，没有各位老师的耐心指导和辛勤付出，本书不会在这么短时间内如此完美地展现在读者面前，在此，表示衷心的感谢和深深的敬意。

轻松注册成为博文视点社区用户（www.broadview.com.cn），扫码直达本书页面。

- **提交勘误：**您对书中内容的修改意见可在 [提交勘误](#) 处提交，若被采纳，将获赠博文视点社区积分（在您购买电子书时，积分可用来抵扣相应金额）。
- **交流互动：**在页面下方 [读者评论](#) 处留下您的疑问或观点，与我们和其他读者一同学习交流。

页面入口：<http://www.broadview.com.cn/32362>



目 录

基础篇

第 1 章	整体架构.....	2
1.1	实例.....	2
1.2	数据库.....	3
1.3	整体架构图解.....	5
第 2 章	内存架构.....	7
2.1	系统全局区.....	7
2.1.1	共享池.....	7
2.1.2	数据缓冲.....	8
2.1.3	重做日志缓冲.....	8
2.1.4	系统全局区相关信息.....	9
2.2	程序全局区.....	9
2.2.1	会话区.....	9
2.2.2	SQL 工作区.....	10
2.2.3	程序全局区的相关信息.....	10
第 3 章	存储架构.....	11
3.1	块.....	11
3.2	区间.....	13

- 3.3 段 14
- 3.4 表空间 14
- 第 4 章 对象类型 17
 - 4.1 表 17
 - 4.1.1 表的概念 17
 - 4.1.2 表的注解 17
 - 4.1.3 表与段 18
 - 4.1.4 表分区 19
 - 4.2 索引 21
 - 4.2.1 索引的概念 21
 - 4.2.2 索引的注解 21
 - 4.2.3 本地索引和全局索引 24
 - 4.2.4 B*Tree 索引组织结构 25
 - 4.2.5 位图索引 26
 - 4.3 簇 27
 - 4.3.1 簇的概念 27
 - 4.3.2 簇注的解 27
 - 4.4 视图 27
 - 4.4.1 视图的概念 27
 - 4.4.2 视图的注解 28
 - 4.5 物化视图 28
 - 4.5.1 物化视图的概念 28
 - 4.5.2 物化视图的注解 28
 - 4.6 同义词 29
 - 4.6.1 同义词的概念 29
 - 4.6.2 同义词的注解 29
 - 4.7 序列 30
 - 4.7.1 序列的概念 30
 - 4.7.2 序列的注解 30
 - 4.8 索引组织表 30
 - 4.8.1 索引组织表的概念 30

4.8.2	索引组织表的注解	31
4.9	过程和函数	31
4.9.1	过程和函数的概念	31
4.9.2	过程和函数的注解	32
4.10	触发器	32
4.10.1	触发器的概念	32
4.10.2	触发器的注解	33
4.11	包	33
4.11.1	包的概念	33
4.11.2	包注解	33
4.12	约束	34
4.12.1	约束的概念	34
4.12.2	约束的注解	34
 第 5 章	 事务	 35
5.1	事务的概念	35
5.2	事务的特性	36
5.3	ANSI/ISO SQL 标准定义的事务隔离级别	36
5.4	Oracle 支持的事务隔离级别	36
5.5	事务的开始和结束	37
5.6	事务的相关信息	37
 第 6 章	 执行计划	 39
6.1	执行计划的概念	39
6.2	系统统计数据	40
6.3	对象统计数据	41
6.4	扩展统计数据	42
6.4.1	扩展统计数据的概念	42
6.4.2	扩展统计数据的限制	42
6.5	执行计划的获取方法	42
6.5.1	GUI 工具	43
6.5.2	autotrace 的功能	45

6.5.3	DBMS_XPLAN 包	47
6.5.4	SQL 查询方法	55
6.5.5	跟踪方法	56
6.6	执行计划阅读及分析方法	58
第 7 章	执行计划操作与分析	59
7.1	表相关操作	59
7.2	索引相关操作	65
7.3	物化视图相关操作	72
7.4	连接相关操作	75
7.5	分区相关操作	91
7.6	并行相关操作	98
7.6.1	并行相关的概念	98
7.6.2	并行相关操作示例	100
7.7	排序相关操作	111
7.8	视图相关操作	116
7.9	集合相关操作	118
7.10	位图相关操作	121
7.11	聚合相关操作	126
7.12	分析函数相关操作	127
7.13	层级相关操作	130
7.14	DDL 及 DML 相关操作	134
7.15	其他相关操作	142
第 8 章	调优相关数据项	150
8.1	执行计划数据项	150
8.2	性能统计信息数据项	151
第 9 章	确定瓶颈	153
9.1	分析 Cost 方法	153
9.1.1	方法说明	153

9.1.2	分析要点	153
9.1.3	方法优势	154
9.1.4	方法劣势	154
9.2	分析 Trace 结果方法	154
9.2.1	方法说明	154
9.2.2	分析要点	157
9.2.3	方法优势	157
9.2.4	方法劣势	157
9.3	目测分析方法	157
9.3.1	方法说明	157
9.3.2	分析要点	158
9.3.3	方法优势	158
9.3.4	方法劣势	158
第 10 章	解决问题	159
10.1	合理使用索引	159
10.1.1	索引应用的一般原则	161
10.1.2	索引应用的认识误区	162
10.2	合理使用表分区	163
10.2.1	合理选择表分区类型	163
10.2.2	合理选择索引类型	164
10.3	收集和维护统计数据	164
10.3.1	自动收集统计数据	164
10.3.2	手动收集和维护统计数据	166
10.3.3	收集和维护扩展统计数据	169
10.4	SQL 语句改写	170
10.4.1	消除视图	170
10.4.2	标量子查询改为外连接	172
10.4.3	update 改为 merge into	173
10.4.4	正确使用分析函数	175
10.4.5	with as 去除多次扫描	176
10.4.6	union 改为 or	178

- 10.4.7 or 改为 union..... 179
- 10.4.8 in 改为 join..... 181
- 10.4.9 in 改为 exists..... 182
- 10.4.10 not in 改为 not exists..... 183
- 10.4.11 not exists 改为 not in..... 184
- 10.4.12 exists 改为 join..... 185
- 10.4.13 not exists 改为 join..... 187
- 10.4.14 join 改为 exists..... 188
- 10.4.15 join 改为 not exists..... 189
- 10.4.16 改写为集合运算符..... 190
- 10.5 正确使用 Hint..... 191
 - 10.5.1 Hint 的概念及场景..... 191
 - 10.5.2 Hint 的具体语法..... 192
 - 10.5.3 常用 Hint..... 193
- 10.6 数据库开发常识..... 220
 - 10.6.1 判断 SQL 性能的标准..... 220
 - 10.6.2 索引相关误区..... 220
 - 10.6.3 慎用多视图连接..... 222
 - 10.6.4 慎用循环 Delete..... 222
 - 10.6.5 考量绑定变量的应用..... 223
 - 10.6.6 减少参与连接的表数..... 223
 - 10.6.7 慎用触发器..... 223
 - 10.6.8 慎用临时表..... 224
 - 10.6.9 表连接写法选择和排序..... 225

实践篇

- 第 11 章 案例解析..... 228
 - 11.1 案例一..... 228
 - 11.1.1 问题背景..... 228
 - 11.1.2 问题描述..... 229
 - 11.1.3 问题分析及解决..... 230

11.1.4	优化效果	233
11.2	案例二	235
11.2.1	问题背景	235
11.2.2	问题描述	235
11.2.3	问题分析及解决	237
11.2.4	优化效果	241
11.3	案例三	242
11.3.1	问题背景	242
11.3.2	问题描述	244
11.3.3	问题分析及解决	245
11.3.4	优化效果	247
11.4	案例四	248
11.4.1	问题背景	248
11.4.2	问题描述	249
11.4.3	问题分析及解决	251
11.4.4	优化效果	254
11.5	案例五	255
11.5.1	问题背景	255
11.5.2	问题描述	255
11.5.3	问题分析及解决	256
11.5.4	优化效果	258
11.6	案例六	259
11.6.1	问题背景	259
11.6.2	问题描述	259
11.6.3	问题分析及解决	262
11.6.4	优化效果	266
11.7	案例七	267
11.7.1	问题背景	267
11.7.2	问题描述	268
11.7.3	问题分析及解决	271
11.7.4	优化效果	274
11.8	案例八	277
11.8.1	问题背景	277

- 11.8.2 问题描述 277
 - 11.8.3 问题分析及解决 281
- 11.9 案例九 282
 - 11.9.1 问题背景 282
 - 11.9.2 问题描述 286
 - 11.9.3 问题分析及解决 288
 - 11.9.4 优化效果 289
- 11.10 案例十 290
 - 11.10.1 问题背景 290
 - 11.10.2 问题描述 291
 - 11.10.3 问题分析及解决 292
 - 11.10.4 优化效果 295

基础篇

对于任何一门技能的学习而言，理论和实践缺一不可。学习理论是奠定基础，进行实践是验证理论，理解理论，进而升华掌握理论，积累实战经验的过程。只学习理论而不进行实践，是很难真正理解和掌握理论的，结果也只能是纸上谈兵。只有在长期实践中才能真正理解和掌握理论。只进行实践而不学习理论，实际也不算真正的实践，只能算蛮干和乱撞，结果很可能是没有任何根基的空中楼阁，能力和水平也始终只能在较低层次徘徊。只有在理论指导下的实践，才能使能力和水平不断得以进步和提升。同理，对 SQL 调优来说，理论和实践同等重要，这在本书前言部分也曾提及，因此，在论述和解析实际案例前，先进行基础理论学习非常必要。本书基础篇包括第 1 至 10 章，内容涉及数据库基础架构、数据对象、执行计划、分析及解决方法等内容，“工欲善其事，必先利其器”，说明了学习过程中打好基础的必要性。下面，我们就开始 SQL 调优学习之旅的前半程，进入 SQL 调优的筑基阶段。

第 1 章

整体架构

所谓整体架构，这里指的是保证 Oracle 数据库系统正常工作和运行所必需的组件及其实现。从大的方面讲，这主要包括实例和数据库。在此基础上细分，实例由相关内存区域和服务进程组成，数据库包括各种相关文件，而这些相关内存区域、服务进程及相关文件又可再进一步细分。下面就按照这个顺序和逻辑，逐步讲解 Oracle 数据库系统的整体架构。

1.1 实例

实例 (Instance)，即数据库实例，由服务器上的一组内存结构和进程组成，用以支撑和完成数据库的正常运行和操作，实例可以独立于数据库存在，主要包括下列组件。

1) 内存 (Memory)：服务器操作系统为实例分配的内存区域，用于数据库内存方面的活动 and 操作，主要分为两部分：SGA 和 PGA。SGA 为实例范围内共享的，其内部分为共享池 (Shared Pool)、数据缓冲 (Buffer Cache)、Redo 缓冲等。其中，共享池又可分为库缓冲 (Library Cache) 和字典缓冲 (Data Dictionary Cache) 等。PGA 为各会话私有的。我们可以通过查询系统视图 V\$MEMORY_DYNAMIC_COMPONENTS 来获取当前实例内存各组件的相关信息。

```
SQL> Select * from V$MEMORY_DYNAMIC_COMPONENTS;
```

2) 后台进程 (Background Process)：实例创建和维护的一组后台进程 (或线程)，用以完成数据库内部的各种统一管理和监控任务。进程的数量和名字随版本和具体配置的不同而有所不同，但这些进程是共享的，不会属于某个或某些会话，例如，Pmon、Smon、Dbw、Lgwr 和 Ckpt 等。可以通过查询系统视图 V\$PROCESS 来获取后台进程的相关信息。

```
SQL> Select * from V$PROCESS where BACKGROUND=1;
```

3) 服务进程 (Server Process): 实例为数据库会话创建或分配的, 用以完成会话任务的服务器端服务进程。实例为会话分配服务进程的方式, 分为如下两种情况。

- 当实例设置为专用服务器模式, 用户和数据库之间建立会话时, 实例就会为该会话创建一个服务进程, 用以完成该会话的任务。
- 当实例设置为共享服务器模式时, 实例会在数据库服务器上启动一组服务进程, 这组进程并不专属于某个或某些会话, 而是在会话要执行任务时, 实例调度进程 (Dispatcher) 将会话任务放到共享内存中的相关任务队列中, 并择机将该任务分配给这组进程中的某个服务进程, 该服务进程完成该会话任务后, 会将该会话任务的结果放到共享内存的相关结果队列中, 实例调度进程再择机将任务结果返回给相关会话。因此, 该模式下, 实例的所有会话共享一组服务进程, 该组进程的多少及相关行为由实例的相关参数控制, 并且, 一旦该组服务进程不足以服务实例中的所有会话时, 实例会根据相关参数设置动态创建和分配另外的服务进程, 此后, 当实例中的服务进程资源过剩时, 这些服务进程也可以再被释放掉。

可以通过查询系统视图 V\$PROCESS 来获取服务进程的相关信息。

```
SQL> select * from V$PROCESS where BACKGROUND is null;
```

1.2 数据库

数据库 (Database), 由服务器上的一组磁盘文件组成, 用于存储数据库相关的各种管理信息和用户数据, 以保证数据库正常运转和用户数据的不丢失, 数据库及其文件可以独立于实例而存在, 其主要包括下列文件。

1) 参数文件 (Parameter File): 一个非常重要的文件, 实例 (数据库) 启动时要使用它。该文件存储着实例及数据库的配置等重要信息。当该文件不存在时, Oracle 无法创建实例, 因此, 也不能正常启动和使用数据库。高版本的 Oracle 中, 该文件分为 `init.ora` 和 `spfile.ora` 两种, 前者可以用文本编辑器编辑, 以修改和保存数据库参数, 而后者不可以, 但后者支持数据库参数的命令修改和某些参数的在线动态修改。默认情况下, 数据库会首选使用 `spfile.ora` 启动, 仅当该参数文件不存在时, 才会使用 `init.ora` 启动, 两者默认位置为 `ORACLE_HOME/dbs/` 目录, 也可以在文件 `init.ora` 中指定文件 `spfile.ora` 的位置和名字, `init.ora` 和 `spfile.ora`

可以互相创建。可以通过查看数据库参数 `spfile` 来确定 `spfile` 参数文件的位置和名字。

```
SQL>show parameter spfile
```

由 `spfile` 创建 `init.ora` 的命令为

```
SQL> create pfile='路径+文件名' from spfile= '路径+文件名';
```

说明

① 参数文件 `pfile` 和 `spfile` 在相互创建过程中，可以指定 `pfile` 和 `spfile` 的位置和名字，也可以不指定。

② 启动实例时，可以指定参数文件 `pfile` 和 `spfile` 的路径和名字。

2) 控制文件 (Control File): 一个非常重要的文件，损坏和丢失后会导致数据库不能正常打开和使用，如果没有备份，创建起来将非常麻烦。庆幸的是，控制文件提供了多路复制功能，即相同控制文件可以存在多个副本，这些副本可以分别存在于多个不同设备上，这样既防止了文件的损坏和丢失，同时也提高了访问控制文件的并发和性能。该文件存储着数据库物理结构等重要信息，有时也会存储其他一些信息。可以通过查询系统视图 `V$CONTROLFILE` 来获取控制文件的相关信息。

```
SQL> select * from V$CONTROLFILE;
```

3) 数据文件 (Data File): 实际存储用户数据的文件，其内部格式随版本不同而不同。因为用户的数据都存储在这些文件里，因此，这些文件是数据库的核心，非常重要。可以通过查询系统视图 `DBA_DATA_FILES` 来获取数据文件的相关信息。

```
SQL> select * from DBA_DATA_FILES where ...;
```

4) 回滚文件 (Undo File): 存储用于构造数据块前影像的数据的文件。当用户修改数据库中的数据时，系统会为该修改操作生成反操作向量，并把这些反操作向量存储于 Undo 表空间中 (Undo 文件构成了 Undo 表空间)，当需要被修改数据块的前影像 (修改前的样子) 时，那么，就需要把 Undo 表空间中存储的这些反操作向量应用于修改后的数据块上，以构造这些数据块的前影像，Undo 文件和数据文件同样重要。可以通过查询系统视图 `DBA_DATA_FILES` 获取回滚文件的相关信息。

```
SQL> select * from DBA_DATA_FILES where ...;
```

5) 临时文件 (Temp File): 存储数据库中临时数据的文件。临时数据主要来自两个方面：