

Troubleshooting Oracle Performance, 2E

Oracle

性能诊断艺术

（第2版）

【瑞士】Christian Antognini 著

王作佳 刘迪 译

- Oracle数据库优化的里程碑式著作
帮你系统地发现并解决Oracle数据库性能问题
- 源自一线Oracle性能优化实践
涵盖目前所有可用版本



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TURING 图灵程序设计丛书

Troubleshooting Oracle Performance, 2E

Oracle 性能诊断艺术

(第2版)



【瑞士】Christian Antognini 著
王作佳 刘迪 译

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

Oracle性能诊断艺术 : 第2版 / (瑞士) 安托尼尼
(Antognini, C.) 著 ; 王作佳, 刘迪译. — 北京 : 人民
邮电出版社, 2016. 6

(图灵程序设计丛书)

ISBN 978-7-115-42117-3

I. ①O… II. ①安… ②王… ③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070590号

内 容 提 要

本书是兼具技术性与指导性的参考手册。书中首先介绍了全书所需的基础知识;接着描述如何借助相关工具识别和分析性能问题,如何利用动态性能视图;接着重点关注负责将 SQL 语句生成执行计划的组件——查询优化器;最后则展示了 Oracle 数据库为高效执行 SQL 语句提供的特性。

本书适合性能分析人员、Oracle 数据库应用程序开发人员与数据库管理员阅读参考。

-
- ◆ 著 [瑞士] Christian Antognini
 - 译 王作佳 刘 迪
 - 责任编辑 朱 巍
 - 执行编辑 贺子娟
 - 责任印制 彭志环
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
 - 邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
 - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 - 北京鑫正大印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
 - 印张: 39.25
 - 字数: 1020千字 2016年6月第1版
 - 印数: 1-3 500册 2016年6月北京第1次印刷
 - 著作权合同登记号 图字: 01-2014-6028号
-

定价: 119.00元

读者服务热线: (010)51095186转600 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广字第 8052 号

版 权 声 明

Original English language edition, entitled *Troubleshooting Oracle Performance, Second Edition* by Christian Antognini, published by Apress, 2855 Telegraph Avenue, Suite 600, Berkeley, CA 94705 USA.

Copyright © 2014 by Christian Antognini. Simplified Chinese-language edition copyright © 2016 by Posts & Telecom Press. All rights reserved.

本书中文简体字版由Apress L.P.授权人民邮电出版社独家出版。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有，侵权必究。

译者序

一次偶然的机会，在浏览图灵网站新书的时候，无意间发现TOP这本书的第二版在招募译者。之前国内曾引进此书，作为Oracle性能调优领域的里程碑式著作，这本书给了国内DBA许多的启发。因此发现此书的第二版之后，当即决定了翻译意向，随后在与编辑联系并试译通过以后，即开始了翻译工作。此书原版共700余页，我在开始翻译之后马上就感觉到了压力，所以就联系了同为DBA的朋友、本人进入Oracle领域的引路人刘迪，请他帮忙分担一部分翻译工作。

此书从Oracle调优基础讲起，介绍了如何定位性能问题，同时对查询优化器的工作原理进行了详细描述，最后总结了一些常见的调优技术。作者对Oracle调优技术的细节把控方面令译者深感敬佩，其严谨的态度也是译者以及广大DBA从业者学习的榜样。在此，译者感谢原著作者的辛苦付出。

此书第1、2、6、7、8、9、10、14、15、16章以及文前部分由王作佳翻译，第3、4、5、11、12、13章由刘迪翻译。

此书在翻译过程中有很多名词术语，译者尽量全部翻译，遇到表达不准的术语时，均尽力采用网络上常见的翻译，另外多数不常见的术语译者都标注了原文以供读者参考。此书为译者第一部译作，因译者水平有限以及书中涉及技术较深，再加之译者时间有限，难免有误译漏译现象，还请读者见谅。如有发现错误，请通过译者邮箱或图灵网站联系以便修正。

在此感谢图灵公司的编辑朱巍老师，她给了我许多指导和帮助。同时感谢图灵其他编辑老师为本书付出的辛苦努力。在翻译初期，我的同事史盈盈女士给出了许多宝贵的建议，在此表示感谢。另外，感谢数据库组的同事们在翻译期间给予的理解和帮助。

王作佳

感谢我的团队在翻译期间给予的理解与支持。感谢王作佳提供的这次翻译机会，让我受益良多。感谢妻子孙婷的照顾与理解，能让我有时间专心翻译。感谢图灵的各位编辑对本书付出的努力。

刘迪

第二版序——Jonathan Lewis

在为本书写序言的时候，我在阅读完样章后，做的第一件事就是查看我为第一版写的序言，看看其中有多少内容需要改动。显然，参考的章节号是需要修改的。但令我吃惊的是，在关于为什么有志向的Oracle专业人士都应该读读这本书的问题上，有几个重要的观点我没能讲清楚。借此修订序言之机，我进一步阐述如下。

互联网上充斥着关于Oracle的众多信息，但是这些信息是高度碎片化的，亟需整理和提炼。许多已出版的Oracle书籍也都存在同样的问题：书中提供了大量的信息，但没有按照任何形式的逻辑体系进行讲述，这使得读者很难抓住一个主题，也就无法作为后续学习和理解的切入点。甚至，Oracle官方手册也存在同样的问题，但情况相对较好一些。在性能诊断的演示中我经常阐述的观点是，在你的阅读清单中应该包含以下三本Oracle官方手册：*Oracle Database Concepts* 手册、*Oracle Database Administrator's Guide*和*Oracle Database Performance Tuning Guide*。然而，在阅读任意一本手册时，你会发现，其中一些知识直到读完其他两本之后才能真正理解。本书的一大特色正是它在组织信息的方式上避免了上述历史问题，明确告诉我们需要达成的目的是什么，为什么要达成这些目的，以及如何达成这些目的。

有时，这种结构简单得令人难以置信。我就被书中相邻三章的标题所吸引，且不说这些章节的内容非常值得阅读，仅就标题而言，已经对某些概念进行了异常清晰的阐述，将其长久未被认识到的重要性凸显出来，它们正是在性能诊断过程中应当首先注意的问题：

- 第3章 分析可重现问题

- 第4章 实时分析不可重现问题

- 第5章 事后分析不可重现问题

你是否意识到问题的类型只有三种，而你解决问题的策略往往又取决于这三类中的哪一类？在所有的案例中，用来解决问题的数据的基本来源都是一样的，但随着时间的推移，某些数据的可用性和粒度会发生变化。因此，理解这种问题分类是系统化解决问题的第一步。

整本书都以一种相同的架构进行论述：整理各种信息，并展示各种可能性以及如何获取相应结果。例如，第6章列举了一长串Oracle优化查询时可能执行的转换，第13章则给出了一个很长的列表，展示可能出现在执行计划中基于分区操作的不同方法。

待读完本书后，你可能会发现，学到的知识比想象的要多很多；而对于本来已经知晓的知识，由于分散的知识点被整合到了一起，空白点得以补充完善，如今又有了更深入的理解。Christian的知识和见解已然让信息重构了！

——Jonathan Lewis

世界级Oracle专家，《Oracle核心技术》作者

第二版序——Cary Millsap

在过去十年间，我认为在Oracle性能领域最令人欣慰的情形是：如今，在书店买到的书籍中所承载的信息质量有了根本性的改善。

从前能买到的关于Oracle性能方面的书籍几乎如出一辙。这些书不是在暗示你的Oracle系统必然承载了太多的I/O（事实上并不一定），就是提到没有足够的内存（就像上一种说辞一样，也不是真实情况）。它们可能会堆砌罗列大量你可能会运行的SQL语句，并让你优化这些SQL，声称这样可以解决一切性能问题。

那是一个黑暗的时代。

Chris的这本书就是刺破这黑暗的光明使者之一。黑暗和光明的差别可归结为一种简单的理念，一种从你10岁起数学老师就让你反复实践的理念：演示你的做法。

我的意思并非“展示并介绍”，就像有人声称让一个拥有数百用户的站点提升了百分之几百的性能（原话就是这样说的），然后自封为专家。我所说的演示你的做法，是指先记录一个相关的基线测量，再进行一次受控实验，记录另一个基线测量，然后公开透明地公布你的结果，让读者可以跟随你的思路甚至在需要时重现你的案例。

这一点很重要。当作者们开始那样做时，Oracle爱好者们就会受益匪浅。从2000年开始，在Oracle社区中提出深层次性能问题并寻求高品质答案的人明显增加了许多。这也使得人们更迅速地剔除那些曾被许多人信服的错误方法。

本书中，Chris遵循了有效的模式。他向你讲述有用的技术。但不止于此，他还介绍自己是如何知道这些技术的，换言之讲，他告诉你如何自己找出问题答案。Chris演示了他的做法。

这样做有两个益处。首先，能让你更深入地理解他所演示的内容，从而更容易记住和应用他的课程。其次，通过理解这些例子，你不仅可以理解Chris正在演示给你的内容，同时还能够解决Chris没有提及的其他有意思的问题，比如像本书付印后Oracle的下一个版本会出现哪些新特性。

对我而言，这本书是兼具技术性与指导性的参考手册，它包含了大量文档化的可重用的作业案例。本书也包含几个有说服力的新论据，使我可以分享Chris的观点和热忱。Chris在此书中使用的论据可以帮我说服更多的人正确地做事。

Chris不仅睿智而且精力充沛，他站在了一些Oracle专家的肩上，这些人包括：Dave Ensor、Lex de Haan、Anjo Kolk、Steve Adams、Jonathan Lewis、Tom Kyte，等等。这些人都是我心中的英雄，正是他们为这个领域带来严谨之风。现在，我们也可以站在Chris的肩上了。

——Cary Millsap

Method R公司首席执行官，博客地址<http://carymillsap.blogspot.com>。

第一版序

我从20多年前开始使用Oracle数据库软件，大概花了3年时间才发现，在人们看来，问题诊断和调优简直神秘得不可思议。

曾经有个开发人员发给DBA团队一条性能不好的查询语句。我检查了执行计划和数据样本，然后指出大部分的工作量可以通过给其中的一张表添加一条索引来消除。开发人员的回答是：“这是张小表，并不需要索引啊。”（当时是6.0.36版本的时代，顺便提一下，那时小表的定义是“不超过四个块的大小”。）最终我还是创建了索引，查询速度提升了30倍，当然我又有一大堆要解释的内容。

问题诊断并不依赖于魔法、秘诀或神话，更多的是依靠理解、观察和解释。理查德·费曼曾说过：“无论你的理论有多完美，还是你有多聪明，如果你的理论和实验结论不符，那这理论就是错误的。”在Oracle性能方面有许多这样错误的“理论”，多年以前就应该从集体认知中清除掉，Christian Antognini就是一个能帮你消除错误理论的人。

在本书中，Christian着手描述事情真正的工作方式，你应该留意什么样的症状，以及这些症状代表什么含义。另外，尤其难能可贵的是，他还鼓励你要有条不紊地去进行观察与分析，并密切关注过程中出现的相关细节。有了这个建议，你就能够在出现性能问题时以最合适的方法定位出真正的症结所在。

尽管这本书很可能需要你从头至尾仔仔细细地阅读，但是不同的读者应该会以不同的方式从中获益。有些人可能偶尔在浏览时发现一些独到的见解，正如我此前多年一直搞不懂高度均衡直方图为何如此命名，而直到读了第4章后，Christian的描述才让我茅塞顿开。

一些读者会找到一些特性的简短描述帮助他们理解Oracle为什么要实现这些特性，并让他们通过案例推导与他们的应用相关联的情形。第5章关于“安全视图合并”的描述对于我来说就是这样。

另一部分读者可能会屡次重复阅读本书中的某一章节，因为这一章节含有他们正在使用的某些重要特性的许多细节。我想第9章中关于分区的深入讨论就会让人们孜孜不倦地反复阅读。

本书内容丰富，值得仔细研读。谢谢你，Christian。

——Jonathan Lewis

第二版致谢

面对现实吧，写书并不是一件值得去做的事。根本不值！写书会占用你很多的业余时间，用这些时间你本可以做些更有趣的事情。所以当我决定是否应该着手写本书第二版的时候，我反复问自己，为什么要继续写呢？最终，决定动笔最重要的因素是我从2008年第一版出版后陆续收到的数以百计的正面留言。我发现，出版一本书时得到大家的肯定就是一种回报！就冲这一点，最应该感谢的是那些读完第一版后给了我反馈的读者。没有你们给我动力，第二版也不会存在了。

当然写一本书只有动力还不行。之前提过，写书牵扯大量的时间。在这方面我是幸运的，我所在的Trivadis公司（我从1999年入职该公司）给了我全力支持，Trivadis不仅让我自身的技术得到提升，同时还鼓励我追求那些并非总有绝对把握的事情（比如写书）。所以第二个感谢应该送给Trivadis公司。

当你集中精力写一段文字超过一定的时间，有时会忽视一些显而易见的事情。基于这一点，我得说身边有几个人时常帮你检查你的工作是非常重要的。谨在此向技术评审人Alberto、Franco和Jože致以诚挚的谢意，是你们帮我极大地改进了本书的质量。当然，若有其他不足和错误都是我自己的责任。除了几位“官方的”技术评审人以外，还要感谢Dani Schnider、Franck Pachot、Randolf Geist和Tony Hasler等人，他们在阅读本书某些部分后给出了宝贵的评论和见解。

还要感谢Apress的工作人员在本书创作过程中给予的支持。尤其感谢Jonathan Gennick，他坚持认为创作第二版是明智的选择。

和第一版一样，本书出版的另一个核心人物是Curtis Gautschi。实际上，他再一次协助我校对了全书，尽管他并不能完全理解他读到的内容（据他声称）。非常感谢你，Curtis，这么多年来一直帮助我。

最后，特别感谢Jonathan和Cary为表示支持而为本书作序。你们在我职业生涯起步时激励了我，如今希望本书可以激励更多Oracle社区中的人做出正确的事情。

第一版致谢

许多人协助我写出了你手中的这本书。我由衷地感激他们。没有他们的帮助，这部作品就不会有机会面世。请允许我在跟各位分享这本书的简史时，感谢成就这一切的人们。

虽然当时我并没有意识到，但此书的写作与出版历程始于2004年7月16日，当时我正在为一个叫作“Oracle优化解决方案”的研讨会召开启动会议，与几个Trivadis的同事计划写一些材料。在会上，我们讨论了研讨会的目标和结构。那天以及随后几个月写下的研讨材料中产生的想法都用在了本书中。非常感谢当时与Arturo Guadagnin、Dominique Duay和Peter Welker的合作。我们当时一起写下的研讨材料，相信以今天的眼光来看也是一流的。除了他们几个，我还要感谢Guido Schmutz，他虽然只参加了启动会议，却强烈影响了我们处理研讨会中涉及的主题的方式方法。

2006年春天，也就是两年以后，我开始认真考虑要写这本书。我当时决定联系在Apress工作的Jonathan Gennick，告诉他我的想法并征询他的意见。从一开始，他就对我的提议很感兴趣，所以仅仅几个月后，我就决定将来在Apress出版此书。谢谢你，Jonathan，从一开始就支持我。此外，感谢所有为此书成功付梓而付出心血的Apress员工。我个人有幸与Sofia Marchant、Kim Wimpsett和Laura Esterman合作，但我知道还有其他很多人也同样做出了贡献。

有了想法和出版商并不足以写出一本书，你还需要时间，大量的时间。幸运的是，我的公司Trivadis支持并允许我花费时间在此书的创作上。在这里尤其要感谢Urban Lankes和Valentin De Martin。

当你写作时周围有人帮你仔细检查写下的内容也是至关重要的。非常感谢Alberto Dell'Era、Francesco Renne、Jože Senegacnik和Urs Meier这几位技术评审人，他们为帮助此书提高质量做出颇多贡献。当然，如有其他遗留问题都是我的责任。除技术评审外，我还要感谢Daniel Rey、Peter Welker、Philipp vondem Bussche-Hünnefeld及Rainer Hartwig，他们在阅读了本书部分内容后给出了宝贵的评论和见解。

此书出版的另一个核心人物是Curtis Gautschi。多年来，都是他帮忙校对并提高了我糟糕的英语。太感谢你了，Curtis，帮助了我这么多年。我承认，某一天我真得加强一下英语技能了。不过，我发现改进基于Oracle应用程序的性能比学外语更有意思（也更容易）。

在这里特别感谢Cary Millsap和Jonathan Lewis为本书作序。我知道这占去了你们很多宝贵的时间，非常感激二位。

同时特别感谢Grady Booch允许我在第1章中使用他的漫画。

最后，我要感谢这些年我有幸当过顾问的公司，感谢所有那些参加了我的课程和研讨会并提出很多好问题的人，感谢那些分享知识的Trivadis顾问。我从你们所有人当中获益良多。

引 言

Oracle数据库已经成长为超大型软件。这不仅意味着仅凭一己之力不再能够精通新版本提供的所有特性，同时也表明有一些特性很少会用到。实际上，在大多数情况下，能够掌握并利用其中一部分核心特性就足以高效、成功地使用Oracle数据库。所以在本书中，我根据经验，仅挑选出那些在诊断数据库相关性能问题时必然要用到的特性。

组织结构

本书分为四个部分。

第一部分涵盖了阅读本书剩余部分所需的基础知识。第1章不仅解释了为什么一定要在正确的时间使用正确的方法处理性能问题，还说明了为什么一定要了解业务需求和问题所在。这一章也描述了由数据库相关设计问题引发的一些常见的性能不佳的情况。第2章描述了数据库引擎在解析和执行SQL语句时所执行的操作，以及如何检测应用程序代码和数据库调用。另外，这一章也介绍了本书中常用的一些重要术语。

第二部分解释了如何在使用Oracle数据库的环境中处理性能问题。第3章描述如何借助SQL跟踪和PL/SQL探查器识别性能问题。第4章描述如何利用动态性能视图提供的信息，同时还介绍几个经常与动态性能视图一起使用的工具和技术。第5章描述如何借助自动工作负载存储库AWR和Statspack来分析之前发生的性能问题。

第三部分描述负责将SQL语句生成执行计划的组件：查询优化器。第6章概述了查询优化器的功能及其实现方式。第7章和第8章描述什么是系统统计信息和对象统计信息，如何收集统计信息，以及统计信息对于查询优化器的重要性。第9章讲述如何通过配置路线图为查询优化器制定合理的配置。第10章描述获得、解释执行计划和评估执行计划效率所需了解的细节知识。

第四部分展示了Oracle数据库为高效执行SQL语句提供的特性。第11章描述了如何通过Oracle数据库提供的相关技术去影响查询优化器生成执行计划。第12章描述了如何识别、解决以及排除由解析引发的性能问题。第13章描述访问数据的多种方法以及如何在其中选择合适的。第14章讨论如何高效联接多个数据集。第15章描述类似并行处理、物化视图和结果集缓存这样的高级调优技术。第16章解释为什么优化数据库的物理设计如此重要。

目标读者

本书的目标读者是那些因在应用程序中使用了Oracle数据库而涉及诊断性能问题的性能专家、应

用程序开发人员和数据库管理员。

本书不需要某些具体的优化方面的知识。但是，希望读者具有Oracle数据库相关的应用知识并熟练掌握SQL。本书某些章节会涉及关于具体的编程语言（如PL/SQL、Java、C#、PHP以及C等）的一些特性。之所以提及这些特性，仅是为了照顾不同的应用开发人员在使用不同的编程语言时所体现的信息差异，你可以挑选自己正在使用的或者感兴趣的语言。

涵盖哪些版本

本书涉及的大部分重要概念都不依赖于你所使用的Oracle数据库版本。然而不可避免地，当讨论具体的实现细节时，某些内容是与版本相关的。本书主要讨论的是目前可用的版本，包括从Oracle Database 10g R2至Oracle Database 12c R1，如下所示。

- ❑ Oracle Database 10g R2，包含的版本至10.2.0.5.0
- ❑ Oracle Database 11g R1，包含的版本至11.1.0.7.0
- ❑ Oracle Database 11g R2，包含的版本至11.2.0.4.0
- ❑ Oracle Database 12c R1，版本 12.1.0.1.0

注意，粒度是补丁集（patch set）级别，因此，本书不讨论安全补丁和捆绑补丁（bundle patch^①）所带来的变化。如果没有明确说明某一特性仅适合某一特定版本，那么它对所有提到的版本都有效。

在线资源

可以在网站<http://top.antognini.ch>上下载本书引用的文件，也可以在其中找到勘误和补充资料。另外，如果有关于本书的任何类型的反馈意见或问题，请发送到top@antognini.ch。

与第一版的不同之处

本书修订的主要目标包括以下各项。

- ❑ 增加关于Oracle Database 11g R2和Oracle Database 12c R1的内容。
- ❑ 删掉关于Oracle Database 9i和Oracle Database 10g R1的内容。
- ❑ 补上第一版遗漏的内容，例如层次剖析工具、活动会话历史（ASH）、AWR及Statspack等。
- ❑ 当涉及具体的编程语言特性时加入一些有关PHP的知识。
- ❑ 为提高可读性重新组织了部分素材，例如，将系统和对象统计信息拆分为两章。
- ❑ 修复勘误，改进行文组织。

^① 一种临时补丁，包含许多重要的bug修复，但是没有PSU多，主要供Windows平台使用。这里指未考虑小版本号差异，如10.2.0.5.6或10.2.0.5.12。——译者注

目 录

第一部分 基 础

第 1 章 性能问题..... 2

1.1 需要为性能做规划吗..... 2

1.1.1 需求分析..... 2

1.1.2 分析与设计..... 4

1.1.3 编码和单元测试..... 4

1.1.4 集成和验收测试..... 6

1.2 为性能而设计..... 6

1.2.1 缺乏数据库逻辑设计..... 6

1.2.2 实现通用表..... 7

1.2.3 未使用约束加强数据完整性..... 7

1.2.4 缺乏数据库物理设计..... 7

1.2.5 未正确选择数据类型..... 8

1.2.6 未正确使用绑定变量..... 8

1.2.7 未利用数据库高级特性..... 8

1.2.8 未使用 PL/SQL 进行以数据为中心的 处理..... 9

1.2.9 执行不必要的提交..... 9

1.2.10 持续打开和关闭数据库连接..... 9

1.3 你真的面临性能问题吗..... 9

1.3.1 系统监控..... 10

1.3.2 响应时间监控..... 10

1.3.3 强迫性调优障碍..... 10

1.4 如何处理性能问题..... 11

1.4.1 业务视角和系统视角..... 11

1.4.2 问题的编录..... 12

1.4.3 解决问题..... 12

1.5 小结..... 15

第 2 章 关键概念..... 16

2.1 选择率和基数..... 16

2.2 什么是游标..... 17

2.3 游标的生命周期..... 18

2.4 解析的工作原理..... 20

2.4.1 可共享游标..... 22

2.4.2 绑定变量..... 25

2.5 读写数据块..... 35

2.6 检测..... 36

2.6.1 应用程序代码..... 37

2.6.2 数据库调用..... 39

2.7 小结..... 42

第二部分 识 别

第 3 章 分析可重现的问题..... 45

3.1 跟踪数据库调用..... 45

3.1.1 SQL 跟踪..... 45

3.1.2 跟踪文件的结构..... 57

3.1.3 使用 TRCSESS..... 59

3.1.4 探查器..... 60

3.1.5 使用 TKPROF..... 60

3.1.6 使用 TVD\$XTAT..... 70

3.2 探查 PL/SQL 代码..... 79

3.2.1 使用 DMBS_HPROF..... 79

3.2.2 使用 DBMS_PROFILER..... 85

3.2.3 触发探查器..... 89

3.3 小结..... 90

第 4 章 实时分析不可重现的问题..... 91

4.1 分析路线图..... 91

4.2 动态性能视图..... 93

4.2.1 操作系统统计信息..... 93

4.2.2	时间模型统计信息	94	6.2	体系结构	150
4.2.3	等待级别和等待事件	96	6.3	查询转换	152
4.2.4	系统和会话统计信息	100	6.3.1	计数转换	152
4.2.5	度量值	101	6.3.2	公共子表达式消除	153
4.2.6	当前会话状态	102	6.3.3	“或”扩张	153
4.2.7	活动会话历史	103	6.3.4	视图合并	154
4.2.8	SQL 语句统计信息	111	6.3.5	选择列表裁剪	155
4.2.9	实时监控	112	6.3.6	谓词下推	156
4.3	使用 Diagnostics Pack 和 Tuning Pack 进行分析	115	6.3.7	谓词迁移	158
4.3.1	数据库服务器负载	115	6.3.8	非重复放置	158
4.3.2	系统级别分析	116	6.3.9	非重复消除	159
4.3.3	会话级别分析	120	6.3.10	Group-by 放置	159
4.3.4	SQL 语句信息	122	6.3.11	Order-By 消除	160
4.4	不使用 Diagnostics Pack 进行分析	125	6.3.12	子查询展开	160
4.4.1	数据库服务器负载	125	6.3.13	子查询合并	161
4.4.2	系统级别分析	126	6.3.14	使用窗口函数移除子查询	162
4.4.3	会话级别分析	129	6.3.15	联接消除	162
4.4.4	SQL 语句信息	130	6.3.16	联接因式分解	163
4.5	小结	131	6.3.17	外联接转内联接	163
第 5 章	不可重现问题的事后分析	132	6.3.18	完全外联接	164
5.1	知识库	132	6.3.19	表扩张	164
5.2	自动工作负载存储库	133	6.3.20	集合操作联接转变	165
5.2.1	执行配置	133	6.3.21	星型转换	166
5.2.2	捕获快照	134	6.3.22	物化视图查询重写	166
5.2.3	管理基线	135	6.4	小结	166
5.3	Statspack	136	第 7 章	系统统计信息	167
5.3.1	执行安装	137	7.1	dbms_stats 包	167
5.3.2	配置存储库	137	7.2	有哪些系统统计信息可用	168
5.3.3	捕获和清除快照	138	7.3	收集系统统计信息	170
5.3.4	管理基线	139	7.3.1	无工作负载统计信息	170
5.4	使用 Diagnostics Pack 进行分析	140	7.3.2	工作负载统计信息	171
5.5	不使用 Diagnostics Pack 进行分析	140	7.3.3	在无工作负载统计信息和 工作负载统计信息之间进 行选择	174
5.6	小结	145	7.4	还原系统统计信息	174
第三部分	查询优化器		7.5	使用备份表	175
第 6 章	查询优化器简介	148	7.6	管理操作的日志记录	176
6.1	基础知识	148	7.7	对查询优化器的影响	177
			7.8	小结	182

第 8 章 对象统计信息	183
8.1 dbms_stats 包	183
8.2 有哪些对象统计信息可用	185
8.2.1 表统计信息	186
8.2.2 列统计信息	187
8.2.3 直方图	189
8.2.4 扩展统计信息	200
8.2.5 索引统计信息	205
8.2.6 分区对象统计信息	206
8.3 收集对象统计信息	207
8.3.1 目标对象	208
8.3.2 收集选项	212
8.3.3 备份表	217
8.4 配置 dbms_stats 包	218
8.4.1 传统方式	218
8.4.2 现代方式	219
8.5 处理全局临时表	221
8.6 处理挂起的对象统计信息	222
8.7 处理分区对象	223
8.7.1 挑战	223
8.7.2 增量统计信息	226
8.7.3 复制统计信息	228
8.8 调度对象统计信息的收集	229
8.8.1 10g 方式	229
8.8.2 11g 和 12c 方式	231
8.9 还原对象统计信息	232
8.10 锁定对象统计信息	234
8.11 比较对象统计信息	236
8.12 删除对象统计信息	238
8.13 导出、导入、获取和设置对象统计 信息	239
8.14 管理操作的日志记录	239
8.15 保持对象统计信息为最新的策略	241
8.16 小结	242
第 9 章 配置查询优化器	243
9.1 配置还是不配置	243
9.2 配置路线图	244
9.3 设置正确的参数	245
9.3.1 查询优化器参数	246
9.3.2 PGA 管理	260
9.4 小结	266
第 10 章 执行计划	267
10.1 获取执行计划	267
10.1.1 EXPLAIN PLAN 语句	267
10.1.2 动态性能视图	270
10.1.3 自动工作负载存储库和 Statspack	272
10.1.4 跟踪工具	274
10.2 dbms_xplan 包	277
10.2.1 输出	277
10.2.2 display 函数	281
10.2.3 display_cursor 函数	286
10.2.4 display_awr 函数	288
10.3 解释执行计划	289
10.3.1 父-子关系	290
10.3.2 操作的类型	292
10.3.3 独立操作	292
10.3.4 迭代操作	295
10.3.5 无关联组合操作	295
10.3.6 关联组合操作	297
10.3.7 分而治之	305
10.3.8 特殊情况	307
10.3.9 自适应执行计划	310
10.4 识别低效的执行计划	314
10.4.1 错误的估算	314
10.4.2 未识别限制条件	316
10.5 小结	317
第四部分 优 化	
第 11 章 SQL 优化技巧	320
11.1 修改访问结构	321
11.1.1 工作原理	321
11.1.2 何时使用	322
11.1.3 陷阱和谬误	322
11.2 修改 SQL 语句	322
11.2.1 工作原理	322
11.2.2 何时使用	323

11.2.3 陷阱和谬误	324	第 13 章 优化数据访问	401
11.3 hint	324	13.1 识别次优访问路径	401
11.3.1 工作原理	324	13.1.1 识别	401
11.3.2 何时使用	330	13.1.2 误区	403
11.3.3 陷阱和谬误	330	13.1.3 原因	405
11.4 修改执行环境	332	13.1.4 解决方案	406
11.4.1 工作原理	332	13.2 弱选择性的 SQL 语句	409
11.4.2 何时使用	334	13.2.1 全表扫描	409
11.4.3 陷阱和谬误	334	13.2.2 全分区扫描	411
11.5 存储概要	334	13.2.3 范围分区	411
11.5.1 工作原理	335	13.2.4 散列和列表分区	422
11.5.2 何时使用	343	13.2.5 复合分区	422
11.5.3 陷阱和谬误	343	13.2.6 设计要素	424
11.6 SQL 配置文件	344	13.2.7 全索引扫描	426
11.6.1 工作原理	345	13.3 强选择性的 SQL 语句	429
11.6.2 何时使用	357	13.3.1 Rowid 访问	429
11.6.3 陷阱和谬误	357	13.3.2 索引访问	430
11.7 SQL 计划管理	358	13.3.3 单表散列群集访问	468
11.7.1 工作原理	359	13.4 小结	470
11.7.2 何时使用	372	第 14 章 优化联接	471
11.7.3 陷阱和谬误	372	14.1 定义	471
11.8 小结	373	14.1.1 联接树	471
第 12 章 解析	374	14.1.2 联接的类型	475
12.1 识别解析问题	374	14.1.3 限制条件与联接条件	478
12.1.1 快速解析	375	14.2 嵌套循环联接	479
12.1.2 长解析	380	14.2.1 概念	479
12.2 解决解析问题	381	14.2.2 两表联接	480
12.2.1 快速解析	381	14.2.3 四表联接	481
12.2.2 长解析	387	14.2.4 缓冲区缓存预取	482
12.3 避开解析问题	387	14.3 合并联接	484
12.3.1 游标共享	388	14.3.1 概念	484
12.3.2 服务器端语句缓存	390	14.3.2 两表联接	485
12.4 使用应用编程接口	392	14.3.3 四表联接	488
12.4.1 PL/SQL	392	14.3.4 工作区	489
12.4.2 OCI	395	14.4 散列联接	494
12.4.3 JDBC	396	14.4.1 概念	494
12.4.4 ODP.NET	398	14.4.2 两表联接	495
12.4.5 PHP	399	14.4.3 四表联接	496
12.5 小结	400	14.4.4 工作区	498

14.4.5 索引联接	498	15.5 行预取	575
14.5 外联接	499	15.5.1 工作原理	575
14.6 选择联接方法	499	15.5.2 何时使用	579
14.6.1 First-Rows 优化	500	15.5.3 陷阱和谬误	580
14.6.2 All-Rows 优化	500	15.6 数组接口	580
14.6.3 支持的联接方法	500	15.6.1 工作原理	580
14.6.4 并行联接	500	15.6.2 何时使用	583
14.7 分区智能联接	501	15.6.3 陷阱和谬误	583
14.7.1 完全智能化分区连接	501	15.7 小结	583
14.7.2 部分智能化分区联接	504		
14.8 星型转换	505	第 16 章 优化物理设计	584
14.9 小结	511	16.1 最优列顺序	584
第 15 章 数据访问和联接优化之外	512	16.2 最优数据类型	586
15.1 物化视图	512	16.2.1 数据类型选择中的陷阱	586
15.1.1 工作原理	512	16.2.2 数据类型选择最佳实践	589
15.1.2 何时使用	530	16.3 行迁移和行链接	591
15.1.3 陷阱和谬误	531	16.3.1 迁移与链接	591
15.2 结果缓存	531	16.3.2 问题描述	593
15.2.1 工作原理	532	16.3.3 问题识别	593
15.2.2 何时使用	538	16.3.4 解决方案	594
15.2.3 陷阱和谬误	538	16.4 块争用	594
15.3 并行处理	539	16.4.1 问题描述	594
15.3.1 工作原理	540	16.4.2 问题识别	595
15.3.2 何时使用	567	16.4.3 解决方案	599
15.3.3 陷阱和谬误	567	16.5 数据压缩	602
15.4 直接路径插入	571	16.5.1 概念	602
15.4.1 工作原理	572	16.5.2 要求	603
15.4.2 何时使用	574	16.5.3 方法	603
15.4.3 陷阱和谬误	574	参考文献	606