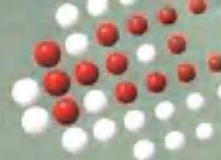


ORACLE®

Oracle 技术系列丛书



# Oracle8

## PL/SQL

### 程序设计

Oracle8  
PL/SQL Programming

*Oracle Press* 授权出版



(美) Scott Urman 著  
译友翻译组 译



机械工业出版社

OSBORNE  CMP

Oracle 技术系列丛书

# Oracle8 PL/SQL 程序设计

(美) Scott Urman 著

译友翻译组 译

机械工业出版社

本书旨在帮助读者理解 PL/SQL, 并学会将这种 Oracle 用来操纵数据的独特语言而进行程序设计, 其内容包括 PL/SQL 基础、PL/SQL 语言语法、内置 SQL 函数、游标、过程和函数、配发器等, 并特别包含了 Oracle8 中 PL/SQL 的新的内容, 如对象类型和外部过程。对 PL/SQL 初学者而言, 通过本书的学习, 可以很快和有效地使用 PL/SQL 开发应用程序, 而对于已熟悉 PL/SQL 基本要点的有经验的程序员, 也可将本身作为一本查阅 PL/SQL 语法和高级特性的参考手册。本书还提供了一些常见问题和有关 PL/SQL 主题的解答, 供读者在学习使用 PL/SQL 时参阅。

Scott Urman: Oracle8 PL/SQL Programming.

Authorized translation from the English language edition published by McGraw-Hill Companies.

Copyright © 1997 by McGraw-Hill Companies.

All rights reserved.

本书中文简体字版由机械工业出版社出版, 未经出版者书面许可, 本书的任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有, 翻印必究。

版权登记号: 图字: 01-98-0621

### 图书在版编目 (CIP) 数据

Oracle8 PL/SQL 程序设计/ (美) 尤曼 (Urman, S.) 著; 译友翻译组译. - 北京: 机械工业出版社, 1998

(Oracle 技术系列丛书)

书名原文: Oracle8 PL/SQL Programming

ISBN 7-111-06348-1

I . O… II . ①尤…②译… III . 关系数据库-程序语言, Oracle 8 PL/SQL-程序设计 IV . TP311.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 13416 号

出 版 人: 马九荣 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 傅豫波 李云静

北京昌平第二印刷厂印刷 · 新华书店北京发行所发行

1998 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16 · 41.5 印张

印数: 0 001-4000 册

定价: 99.00 元 (附光盘)

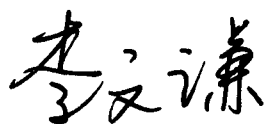
凡购本书, 如有倒页、脱页、缺页, 由本社发行部调换

# 贺 辞

祝贺中文版 ORACLE 8 系列丛书的出版。希望她能为中国的广大 ORACLE 用户和对数据库技术感兴趣的读者提供最先进的 ORACLE 技术知识。

ORACLE 软件系统有限公司希望通过中文版 ORACLE 8 系列丛书的出版,更好地建立起与广大用户和数据库工作者之间技术交流的桥梁。

Oracle 中国有限公司总经理

A handwritten signature in black ink, appearing to read '李文谦' (Li Wenqian), written in a cursive style.

1998.6

## 序

数据库技术的发展,使它已经成为现代信息技术的重要组成部分,是现代计算机信息系统和计算机应用系统的基础和核心。可以说,如果没有数据库技术的发展,没有优秀的数据库产品的推出和应用,社会信息化的进程将是难以实现的。因此,在衡量一个国家信息化的程度时,其数据库的建设规模、数据库信息量的大小和使用程度也就成为重要的标志之一。

我国引进数据库技术始于 70 年代末,从微型计算机上运行的数据库到当前的大型数据库系统的引入和应用,已经有 20 多年的历史。20 多年来,虽然在微型计算机数据库知识的普及和应用上取得了很大的进展和成绩,在大型数据库系统的开发和应用上也取得了进步,甚至有了国产化的数据库软件,但如果从对数据库系统的应用效果和对数据库技术的掌握上来比较,则与发达国家之间仍然存在较大的差距,特别是在大型数据库系统的开发、建设和应用水平差距更大。这种差距主要表现在两个方面:第一是数据库的数量及其所收集信息的数量和质量与发达国家相比存在很大的差距;第二是对数据库技术和产品的掌握和应用上更有待于提高和加强,应用人才急需培养,经验有待积累和总结。前者的改善应依靠于对数据库应用基础工作的加强,如重视基础数据的收集和整理,即重视数据工程的建设,并制定相应的数据政策;而后的改善则会更多地依赖于人们对数据库技术和对数据库产品的掌握。为此,我们必须首先占有充足的资料并加以消化。如果数据库厂家和出版机构能提供较完整的、质量较高的技术资料 and 书籍,并为较多的数据库技术人员和应用人员所掌握,无疑将会促进国内数据库技术人才的成长并推动数据库应用水平的提高。

喜闻机械工业出版社华章公司与 ORACLE 出版公司合作,为配合 ORACLE 8 在中国的发行,由机械工业出版社买断了 ORACLE 出版公司出版的 ORACLE 8 系列丛书的中文简体字版的出版权,并组织国内从事 ORACLE 应用开发的科技人员和教学人员进行翻译出版,还邀请国内数据库专家对译稿进行了审定,以保证丛书在技术上的权威性。无疑,这对大型数据库系统特别是 ORACLE 数据库系统的开发和应用将起到很好的推动作用。

众所周知,ORACLE 公司推出的 ORACLE 8 是一种面向网络计算的数据库(the database for Network Computing)并支持对象关系模型的数据库产品。系列丛书就全面地介绍了 ORACLE 8 的功能和技术,共分为 11 册,中文版约 600 万字,现简介如下:

- 《ORACLE 8 初学者指南》概述了 ORACLE 8 的功能、结构和各种管理和开发工具。
- 《ORACLE 8 数据库管理员手册》提供了高效、高质量发挥和开发数据库的技术。
- 《ORACLE 8 PL/SQL 程序设计》详细介绍了 ORACLE 8 PL/SQL 语言的编程技术。
- 《ORACLE 8 构造工具实用指南》介绍了 PL/SQL、SQL \* Loader、Developer/2000

等 ORACLE 数据库开发工具的使用方法和技巧。

- 《ORACLE 8 参考大全》是内容丰富的数据库应用系统设计和开发的参考手册。
- 《ORACLE 8 优化技术》介绍优化 ORACLE 应用系统的方法、经验和技巧。
- 《ORACLE 8 备份与恢复手册》介绍 ORACLE 的体系结构、备份和恢复的原理和方法。
- 《ORACLE 8 故障检测与维护》是 ORACLE 预防性维护和故障检测的指南。
- 《ORACLE 8 Desinger/2000 设计指南》系统介绍 ORACLE 的 CASE 工具 Desinger/2000, 包括系统分析与建模、系统设计以及数据结构和应用程序的自动生成技术。
- 《ORACLE 8 网络技术》全面介绍 ORACLE 8 的 NCA 网络计算体系结构和 Internet/Intranet 解决方案。
- 《ORACLE 8 Financial 应用指南》介绍 ORACLE 8 的 Client/Server 的企业级财务管理系统。

由书目可见, 丛书的内容丰富, 涵盖了大型数据库应用开发中的全部技术内容, 有的资料, 如《Oracle 故障检测和维护》以及《Oracle 8 网络技术》等都是在国内首次面世, 很值得数据库技术工作者参考和阅读。

无疑, 这套丛书应该有广泛的读者, 它可供大型数据库系统, 特别是 ORACLE 系统应用的系统管理员、应用程序员、系统分析和设计人员和广大用户学习和参考, 也可做为 ORACLE 系统培训的教材和高等学校本科和研究生的学习参考书, 同时也是掌握大型数据库系统理论和实践的好材料。

应感谢机械工业出版社的领导和组织翻译丛书的何江华先生以及全体翻译的先生们和女士们, 辛勤的劳动将为我国信息化事业的发展增加动力。ORACLE 中国有限公司对丛书的出版给予极大的关注与支持, 李文谦总经理并为丛书的出版题词。

预祝丛书的出版和发行获得成功, 并得到读者的欢迎。

罗晓沛

1998 年 5 月 18 日

中国科学院研究生院 教授

ORACLE 大学(中国) 校长

# 前 言

Oracle 是一个功能极其强大和灵活的关系型数据库系统。但是由于其功能和灵活性方面的突出优越性，它也变得越来越复杂了。如果要得在 Oracle 上设计一些很有用的应用程序，就必须理解 Oracle 是如何操纵存储在系统内部的数据的。PL/SQL 是一个很重要的工具，它被设计用来操纵数据，其操纵方式可以在 Oracle 内部，也可以在您自己的应用程序中。

PL/SQL 可以在各种环境中使用，每种环境中的 PL/SQL 都有自己的优点。

本书旨在帮助您理解 PL/SQL 并认识这种独特的语言的强大功能。在阅读完本书以后，您就应该能够在自己的应用程序中很容易和有效地使用 PL/SQL 了。在熟悉了 PL/SQL 的基本要点以后，本书也可以作为一本索引手册，它可以提供一些常见问题和有关 PL/SQL 主题的解答。

## 新特性

本书是《Oracle PL/SQL Programming》第二版。那么本书和第一版有什么不同呢，为什么在已经读过了第一版以后还要读本书呢？第一个不同在于本书包括了 Oracle8 的新的内容，例如，对象类型和外部过程。另外，即使您使用的环境不是 Oracle8，本版相对第一版而言仍有很多改进和提高。我对第一版中的各种材料进行重新的组织，以便更高地说明 PL/SQL 的不同的结构特性。本书还包括了“使用 PL/SQL”示例，另外，还有一张配套的 CD。

## 配套的 CD

在第一版中所使用的源代码可以从 Oracle Press 的网址 <http://www.osborne.com/oracle> 上下载，本版的例子代码也可以从那里进行下载。另外，您也可以从本书配套的 CD 上找到这些源代码。这张 CD 包含了所有的例子，以及使用 PL/SQL 的两个产品的演示版本——Oracle 的 WebServer 和 Platinum 的 SQL-Station™，我们在正文中也会对它们进行介绍。我希望您可以尝试使用这些工具，并找到它们的价值所在。您可以在 Platinum 的网址 <http://www.platinum.com> 上找到有关 SQL-Station 的更多信息，在 Oracle 的网址 <http://www.oracle.com> 上找到有关 Oracle Web Server 的信息。

## 本书的读者

本书是专门用作用户指南和关于 PL/SQL 的索引的。它既适合于那些希望知道 PL/SQL 语法和高级特性的有经验的程序员，也适合于不熟悉其他第三代语言的新程序员。在阅读之前先熟悉一下 Oracle 了解其概观（连接到数据库上，使用一下数据库和基本的 SQL，等等）是非常有用的，但是这并不是必需的。

## 如何使用本书

本书被分为 22 章和 4 个附录。第 1 章是个简介，而第 2 章到第 12 章介绍了 PL/SQL 的语法和语义。第 12 章也涉及到了性能和调整（tuning）。第 13 章和第 14 章介绍了执行环境和调试技巧，第 15 章到第 21 章讨论了该语言的高级特性，包括内置包。附录提供了对许多材料的索引。

### 第 1 章 PL/SQL 简介

本章介绍了 PL/SQL，并对这种语言的主要特性进行了说明。我们还讨论了 PL/SQL 的各个版本以及它们相对应的数据库版本。在本章最后对本书的例子要用到的数据库模式进行了说明。

## 第 2 章 PL/SQL 基础

本章介绍了 PL/SQL 的语法。这里的主题包括 PL/SQL 程序的结构、变量和类型、表达式和运算符，以及控制结构（循环和条件语句）。在本章最后，我们给出了有关 PL/SQL 风格以及如何编写更可读和易于维护的代码的建议。

## 第 3 章 记录和表

PL/SQL 版本 2 和 Oracle7 中可以使用的用户定义类型是记录和表，记录使得相关的变量可以作为一个单元进行处理，而表可以允许使用类似于数组那样的方式访问数据。本章讨论了如何使用这些数据类型。

## 第 4 章 在 PL/SQL 中使用 SQL

本章讨论了 PL/SQL 中可以使用的 SQL 语句——用于管理 Oracle 数据的数据操纵命令。我们还介绍了事务控制和权限。

## 第 5 章 内置 SQL 函数

本章讨论了 PL/SQL 可以使用的内置 SQL 函数。

## 第 6 章 游标

本章对游标以及如何使用它们处理大量数据进行了详细的介绍。这里的讨论包括游标声明和使用的语法、对游标属性的说明，以及如何使用游标变量的例子。

## 第 7 章 子程序：过程和函数

第 7 章到第 9 章讨论了不同种类的带名 PL/SQL 块。第 7 章开始讨论过程和函数。这里涉及到了每个过程和函数的语法和意义，以及它们之间的不同。本章也讨论了如何在 SQL 语句中使用函数，角色和过程是如何相互作用的，以及内置子程序和数据字典之间的关系。

## 第 8 章 包

包使得可以将相互关联的子程序作为一个单元分组在一起。PL/SQL 的许多高级特性都被以包的形式予以实现，这样通过数据抽象使得应用程序的设计更加完美。

## 第 9 章 触发器

触发器是最后一种带名 PL/SQL 块。当 Oracle 数据被修改时，触发器会自动“点火”，因此使得复杂的商业规则得以增强，而无须通过引用完整性限制来实现。

## 第 10 章 错误处理

错误处理对于任何良好设计的应用程序都是十分重要的。本章介绍了如何使用 PL/SQL 异常情态确保您的程序很健壮，以处理运行时刻发生的异常情态。我们在这里也给出了有效使用异常情态的指导法则。

## 第 11 章 对象

PL/SQL 8.0  
及更高版本

Oracle8 所引入的对象类型提供了一种不同的编程方法。本章讨论了 Oracle8 的对象关系型数据库模型是如何工作的，其中包括如何创建对象类型和方法。

## 第 12 章 集合 (Collections)

PL/SQL 8.0  
及更高版本

本章讨论了集合，其中包括嵌套表和 varray（可变数组）。Oracle8 提供的这些新的数据类型对在第 2 章所讨论的 PL/SQL 表的功能进行了扩展。本章

讨论了如何使用这些数据类型，包括集合方法。

### 第 13 章 PL/SQL 执行环境

PL/SQL 可以在不同的环境上运行。本章讨论了客户端和服务端 PL/SQL 的优点，详细介绍了有关在 SQL \* Plus、Oracle 预编译器、OCI、Developer 2000 套件工具以及像 SQL-Station 这样的第三方厂商所提供的工具中使用 PL/SQL 的信息。

### 第 14 章 测试和调试

本章介绍了调试 PL/SQL 应用程序的一些不同的方法，包括 SQL-Station Debugger。在本章中所讨论的技术通过演示如何解决三个常见 PL/SQL 问题予以介绍，它们对于您自己的开发过程是十分有帮助的。本章最后介绍了软件开发过程以及如何使用 PL/SQL 进行有效的软件开发。

### 第 15 章 动态 PL/SQL

动态 PL/SQL 是一个功能强大的程序设计技术，您可以使用它编写十分灵活的程序。本章介绍了 DBMS\_SQL 包，它实现了动态 PL/SQL。这个包也可以被用来克服在 PL/SQL 中只允许使用 DML 语句的限制。

### 第 16 章 会话间通信

本章介绍了两个内置包，它们可以用来在两个会话之间直接进行通信——数据库管道 (DBMS\_PIPE) 和数据库警报 (DBMS\_ALERT)。这里给出了一些专门的例子，并对两个包进行了比较。

### 第 17 章 Oracle 高级排队机制

**PL/SQL 8.0 及更高版本** Oracle/AQ (Advanced Queuing 选项) 实现了一个健壮的排队系统，它类似于在事务处理监控器中所使用的排队机制。本章讨论了如何使用 Oracle/AQ 并提供了一个综合性的例子。

### 第 18 章 数据库作业和文件 I/O

DBMS\_JOB 包使得您可以调度 PL/SQL 作业（以内置过程的形式）在特定的时间自动被执行。UTL\_FILE 包允许 PL/SQL 对操作系统文件执行读和写操作。我们对这两个包都进行了详细的讨论，并给出了例子。

### 第 19 章 Oracle 的 WebServer 程序

本章讨论了如何使得 PL/SQL 适合于 Oracle Web 服务器环境的需要而协同工作，以及如何从 PL/SQL 内置过程中生成 HTML 输出。通过这种方式使用 PL/SQL 使得您可以从数据库的信息中直接创建动态的网页。

### 第 20 章 外部过程

**PL/SQL 8.0 及更高版本** PL/SQL 版本 8（及 Oracle8）使得您可以从 PL/SQL 中直接调用用 C 编写的过程或函数。这种有价值的功能增强使得 PL/SQL 很容易地对功能进行扩展以包容所有用 C 编写的功能。这就是本章的主题。本章的讨论还涉及到在 PL/SQL 和 C 数据类型之间的映射。

### 第 21 章 大型对象

**PL/SQL 8.0 及更高版本** LOB（大型对象，Large Object）可以存储多达 4GB 的文本或二进制数据。Oracle8 使得您可以使用 DBMS\_LOB 包操纵大型对象。本章对此进行了介绍。DBMS-

LOB 允许对大型对象进行随机的读或者写，这是对 Oracle7 LONG 和 LONG RAW 类型的十分重要的增强。如果需要的话，对于二进制数据的保存也可以放到数据库的外面进行。

## 第 22 章 性能和调整 (tuning)

一个很漂亮的 PL/SQL 程序不应该仅仅生成正确的结果，而且应该使得其结果尽可能地有效。本章介绍了一些性能和调整的技巧，包括使用共享池、如何调整 SQL 语句，以及如何使用 Oracle 数组接口。

### 附录 A PL/SQL 保留字

此附录列出了 PL/SQL 以及数据库所保留的关键字。

### 附录 B 包使用指南

此附录介绍了 PL/SQL 可以使用的所有内置包。这些包实现了文件 I/O、作业调度、会话间通信、动态程序设计以及共享池管理等功能。

### 附录 C PL/SQL 特性的字汇表

此附录给出了 PL/SQL 特性的一个按字母顺序排列的表，它可以作一个很好的参考索引。我们对每个特性都进行了简要的描述，并给出了相应主题所在的章节。

### 附录 D 数据字典

此附录给出了和 PL/SQL 程序员相关的数据字典视图。

编 者

1998 年 5 月

# 目 录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 贺 辞                      |    |
| 序                        |    |
| 前 言                      |    |
| 第 1 章 PL/SQL 简介          | 1  |
| 1.1 为什么使用 PL/SQL         | 1  |
| 1.1.1 客户-服务器模式           | 2  |
| 1.1.2 标准                 | 3  |
| 1.2 PL/SQL 的功能特性         | 3  |
| 1.2.1 块结构                | 3  |
| 1.2.2 变量和类型              | 5  |
| 1.2.3 循环结构               | 6  |
| 1.3 本书使用的约定              | 7  |
| 1.3.1 PL/SQL 和 Oracle 版本 | 7  |
| 1.3.2 Oracle 文档          | 8  |
| 1.3.3 在线代码               | 8  |
| 1.4 示例样表                 | 9  |
| 1.5 小结                   | 15 |
| 第 2 章 PL/SQL 基础          | 16 |
| 2.1 PL/SQL 块             | 16 |
| 2.2 词法单位                 | 20 |
| 2.2.1 标识符                | 21 |
| 2.2.2 分界符                | 23 |
| 2.2.3 文字                 | 24 |
| 2.2.4 注释                 | 25 |
| 2.3 变量声明                 | 26 |
| 2.3.1 声明语法               | 27 |
| 2.3.2 变量初始化              | 28 |
| 2.4 PL/SQL 类型            | 28 |
| 2.4.1 标量类型 (Scalar Type) | 29 |
| 2.4.2 复合类型               | 33 |
| 2.4.3 引用类型               | 33 |
| 2.4.4 LOB 类型             | 34 |
| 2.4.5 使用 %TYPE           | 34 |
| 2.4.6 用户定义子类型            | 35 |
| 2.4.7 在数据类型之间进行转换        | 35 |
| 2.4.8 变量作用域和可见性          | 37 |
| 2.5 表达式和运算符              | 39 |
| 2.5.1 赋值                 | 39 |
| 2.5.2 表达式                | 39 |
| 2.6 PL/SQL 控制结构          | 42 |
| 2.6.1 IF-THEN-ELSE       | 42 |
| 2.6.2 循环                 | 45 |
| 2.6.3 GOTO 和标号           | 49 |
| 2.6.4 pragma             | 51 |
| 2.7 PL/SQL 风格指南          | 52 |
| 2.7.1 注释风格               | 52 |
| 2.7.2 变量名风格              | 53 |
| 2.7.3 大写风格               | 53 |
| 2.7.4 缩进风格               | 54 |
| 2.7.5 常见风格               | 54 |
| 2.8 小结                   | 54 |
| 第 3 章 记录和表               | 55 |
| 3.1 PL/SQL 记录            | 55 |
| 3.1.1 记录赋值               | 56 |
| 3.1.2 使用 %ROWTYPE        | 57 |
| 3.2 表                    | 58 |
| 3.2.1 表和数组               | 59 |
| 3.2.2 表属性                | 61 |
| 3.2.3 使用 PL/SQL 表的指南     | 64 |
| 3.3 小结                   | 64 |
| 第 4 章 在 PL/SQL 中使用 SQL   | 65 |
| 4.1 SQL 语句               | 65 |
| 4.2 在 PL/SQL 中使用 DML     | 67 |
| 4.2.1 SELECT             | 68 |
| 4.2.2 INSERT             | 70 |
| 4.2.3 UPDATE             | 71 |
| 4.2.4 DELETE             | 71 |
| 4.2.5 WHERE 子句           | 72 |
| 4.2.6 表引用                | 75 |
| 4.2.7 数据库链接              | 75 |
| 4.2.8 替代名 (Synonym)      | 76 |
| 4.3 伪列                   | 76 |
| 4.3.1 CURRVAL 和 NEXTVAL  | 77 |
| 4.3.2 LEVEL              | 77 |
| 4.3.3 ROWID              | 77 |
| 4.3.4 ROWNUM             | 78 |

|                               |     |                               |     |
|-------------------------------|-----|-------------------------------|-----|
| 4.4 GRANT、REVOKE 和权限 .....    | 78  | 5.4.7 COS .....               | 100 |
| 4.4.1 对象和系统权限 .....           | 78  | 5.4.8 COSH .....              | 101 |
| 4.4.2 GRANT 和 REVOKE .....    | 79  | 5.4.9 EXP .....               | 101 |
| 4.4.3 角色 .....                | 80  | 5.4.10 FLOOR .....            | 101 |
| 4.5 事务控制 .....                | 81  | 5.4.11 LN .....               | 102 |
| 4.5.1 COMMIT 和 ROLLBACK ..... | 82  | 5.4.12 LOG .....              | 102 |
| 4.5.2 保存点 .....               | 83  | 5.4.13 MOD .....              | 102 |
| 4.5.3 事务和块 .....              | 84  | 5.4.14 POWER .....            | 103 |
| 4.6 小结 .....                  | 84  | 5.4.15 ROUND .....            | 103 |
| 第 5 章 内置 SQL 函数 .....         | 85  | 5.4.16 SIGN .....             | 103 |
| 5.1 前言 .....                  | 85  | 5.4.17 SIN .....              | 104 |
| 5.2 字符函数——返回字符值 .....         | 85  | 5.4.18 SINH .....             | 104 |
| 5.2.1 CHR .....               | 86  | 5.4.19 SQRT .....             | 105 |
| 5.2.2 CONCAT .....            | 86  | 5.4.20 TAN .....              | 105 |
| 5.2.3 INITCAP .....           | 86  | 5.4.21 TANH .....             | 105 |
| 5.2.4 LOWER .....             | 87  | 5.4.22 TRUNC .....            | 106 |
| 5.2.5 LPAD .....              | 87  | 5.5 日期函数 .....                | 106 |
| 5.2.6 LTRIM .....             | 88  | 5.5.1 ADD_MONTHS .....        | 106 |
| 5.2.7 NLS_INITCAP .....       | 89  | 5.5.2 LAST_DAY .....          | 107 |
| 5.2.8 NLS_LOWER .....         | 89  | 5.5.3 MONTHS_BETWEEN .....    | 107 |
| 5.2.9 NLS_UPPER .....         | 90  | 5.5.4 NEW_TIME .....          | 107 |
| 5.2.10 REPLACE .....          | 90  | 5.5.5 NEXT_DAY .....          | 108 |
| 5.2.11 RPAD .....             | 91  | 5.5.6 ROUND .....             | 109 |
| 5.2.12 RTRIM .....            | 91  | 5.5.7 SYSDATE .....           | 109 |
| 5.2.13 SOUNDEX .....          | 92  | 5.5.8 TRUNC .....             | 110 |
| 5.2.14 SUBSTR .....           | 93  | 5.5.9 日期算术 .....              | 111 |
| 5.2.15 SUBSTRB .....          | 93  | 5.6 转换函数 .....                | 111 |
| 5.2.16 TRANSLATE .....        | 94  | 5.6.1 CHARTOROWID .....       | 111 |
| 5.2.17 UPPER .....            | 94  | 5.6.2 CONVERT .....           | 112 |
| 5.3 字符函数——返回数字值 .....         | 95  | 5.6.3 HEXTORAW .....          | 113 |
| 5.3.1 ASCII .....             | 95  | 5.6.4 RAWTOHEX .....          | 113 |
| 5.3.2 INSTR .....             | 95  | 5.6.5 ROWIDTOCHAR .....       | 113 |
| 5.3.3 INSTRB .....            | 96  | 5.6.6 TO_CHAR (dates) .....   | 114 |
| 5.3.4 LENGTH .....            | 97  | 5.6.7 TO_CHAR (labels) .....  | 116 |
| 5.3.5 LENGTHB .....           | 97  | 5.6.8 TO_CHAR (numbers) ..... | 116 |
| 5.3.6 NLSSORT .....           | 97  | 5.6.9 TO_DATE .....           | 118 |
| 5.4 数字函数 .....                | 98  | 5.6.10 TO_LABEL .....         | 118 |
| 5.4.1 ABS .....               | 98  | 5.6.11 TO_MULTI_BYTE .....    | 118 |
| 5.4.2 ACOS .....              | 98  | 5.6.12 TO_NUMBER .....        | 119 |
| 5.4.3 ASIN .....              | 99  | 5.6.13 TO_SINGLE_BYTE .....   | 119 |
| 5.4.4 ATAN .....              | 99  | 5.7 分组函数 .....                | 119 |
| 5.4.5 ATAN2 .....             | 99  | 5.7.1 AVG .....               | 120 |
| 5.4.6 CEIL .....              | 100 | 5.7.2 COUNT .....             | 120 |

|                                          |     |                                                       |     |
|------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------|-----|
| 5.7.3 GLB .....                          | 121 | 6.4 小结 .....                                          | 164 |
| 5.7.4 LUB .....                          | 121 | 第 7 章 子程序：过程和函数 .....                                 | 165 |
| 5.7.5 MAX .....                          | 121 | 7.1 创建过程和函数 .....                                     | 165 |
| 5.7.6 MIN .....                          | 122 | 7.1.1 创建过程 .....                                      | 166 |
| 5.7.7 STDDEV .....                       | 122 | 7.1.2 创建函数 .....                                      | 175 |
| 5.7.8 SUM .....                          | 122 | 7.1.3 在子程序中进行异常处理 .....                               | 178 |
| 5.7.9 VARIANCE .....                     | 123 | 7.1.4 删除过程和函数 .....                                   | 180 |
| 5.8 其他函数 .....                           | 123 | 7.2 子程序位置 .....                                       | 180 |
| 5.8.1 BFILENAME .....                    | 123 | 7.2.1 内置子程序(Stored Subprogram) .....                  | 180 |
| 5.8.2 DECODE .....                       | 124 | 7.2.2 本地子程序 .....                                     | 182 |
| 5.8.3 DUMP .....                         | 124 | 7.3 子程序依赖性 .....                                      | 185 |
| 5.8.4 EMPTY_CLOB/EMPTY_BLOB .....        | 126 | 7.4 权限和内置子程序 .....                                    | 188 |
| 5.8.5 GREATEST .....                     | 126 | 7.4.1 EXECUTE 权限 .....                                | 189 |
| 5.8.6 GREATEST_LB .....                  | 127 | 7.4.2 内置子程序和角色 .....                                  | 190 |
| 5.8.7 LEAST .....                        | 127 | 7.5 小结 .....                                          | 192 |
| 5.8.8 LEAST_UB .....                     | 127 | 第 8 章 包 .....                                         | 193 |
| 5.8.9 NVL .....                          | 127 | 8.1 包 .....                                           | 193 |
| 5.8.10 UID .....                         | 128 | 8.1.1 包规范(Package Specification) .....                | 193 |
| 5.8.11 USER .....                        | 128 | 8.1.2 包主体(Package Body) .....                         | 194 |
| 5.8.12 USERENV .....                     | 129 | 8.1.3 包和作用域 .....                                     | 196 |
| 5.8.13 VSIZE .....                       | 130 | 8.1.4 重载包装子程序 .....                                   | 197 |
| 5.9 使用 PL/SQL：将数字作为文本单字<br>进行打印 .....    | 130 | 8.1.5 包初始化 .....                                      | 199 |
| 5.10 小结 .....                            | 138 | 8.1.6 包和相关性 .....                                     | 201 |
| 第 6 章 游标 .....                           | 139 | 8.2 在 SQL 语句中使用内置函数 .....                             | 203 |
| 6.1 什么是游标? .....                         | 139 | 8.2.1 纯度级别 .....                                      | 204 |
| 6.1.1 处理显式游标 .....                       | 140 | 8.2.2 RESTRICT_REFERENCES .....                       | 206 |
| 6.1.2 处理隐式游标 .....                       | 146 | 8.2.3 缺省参数 .....                                      | 208 |
| 6.2 游标提取循环 .....                         | 148 | 8.3 使用 PL/SQL：PL/SQL 数据模式输<br>出程序 .....               | 208 |
| 6.2.1 简单循环 .....                         | 148 | 8.4 小结 .....                                          | 217 |
| 6.2.2 WHILE 循环 .....                     | 150 | 第 9 章 触发器 .....                                       | 218 |
| 6.2.3 游标式 FOR 循环 .....                   | 151 | 9.1 创建触发器 .....                                       | 218 |
| 6.2.4 NO_DATA_FOUND 和<br>%NOTFOUND ..... | 152 | 9.1.1 触发器组件 .....                                     | 219 |
| 6.2.5 SELECT FOR UPDATE 游标 .....         | 152 | 9.1.2 触发器和数据字典 .....                                  | 222 |
| 6.3 游标变量 .....                           | 156 | 9.1.3 触发器点火次序 .....                                   | 223 |
| 6.3.1 声明游标变量 .....                       | 157 | 9.1.4 在行级触发器中使用：old 和；<br>new .....                   | 225 |
| 6.3.2 为游标变量分配存储空间 .....                  | 158 | 9.1.5 使用触发器谓词：INSERTING、<br>UPDATING 和 DELETING ..... | 227 |
| 6.3.3 打开查询的游标变量 .....                    | 159 | 9.2 变化表 .....                                         | 229 |
| 6.3.4 关闭游标变量 .....                       | 159 | 9.2.1 变化表示例 .....                                     | 230 |
| 6.3.5 游标变量示例 1 .....                     | 159 | 9.2.2 消除变化表错误 .....                                   | 231 |
| 6.3.6 游标变量示例 2 .....                     | 162 |                                                       |     |
| 6.3.7 使用游标变量的限制 .....                    | 163 |                                                       |     |

|                                    |     |                                |     |
|------------------------------------|-----|--------------------------------|-----|
| 9.3 使用 PL/SQL: 实现级联更新 .....        | 234 | 12.1.3 嵌套表和索引表 .....           | 305 |
| 9.3.1 实用程序的内容 .....                | 235 | 12.2 Varrays .....             | 306 |
| 9.3.2 工作原理 .....                   | 238 | 12.2.1 声明 Varray .....         | 306 |
| 9.4 小结 .....                       | 242 | 12.2.2 数据库中的 Varray .....      | 307 |
| 第 10 章 错误处理 .....                  | 243 | 12.2.3 Varray 和嵌套表 .....       | 309 |
| 10.1 什么是异常情态 .....                 | 243 | 12.3 集合方法 .....                | 310 |
| 10.1.1 声明异常情态 .....                | 244 | 12.3.1 EXISTS .....            | 310 |
| 10.1.2 触发异常情态 .....                | 247 | 12.3.2 COUNT .....             | 311 |
| 10.1.3 处理异常情态 .....                | 248 | 12.3.3 LIMIT .....             | 312 |
| 10.1.4 EXCEPTION_INIT Pragma ..... | 253 | 12.3.4 FIRST 和 LAST .....      | 312 |
| 10.1.5 使用 RAISE_APPLICATION_       |     | 12.3.5 NEXT 和 PRIOR .....      | 312 |
| ERROR .....                        | 254 | 12.3.6 EXTEND .....            | 313 |
| 10.2 异常情态传播 .....                  | 256 | 12.3.7 TRIM .....              | 315 |
| 10.2.1 在执行部分引发的异常情态 .....          | 256 | 12.3.8 DELETE .....            | 317 |
| 10.2.2 在声明部分引发的异常情态 .....          | 259 | 12.4 小结 .....                  | 319 |
| 10.2.3 在异常处理部分引发的                  |     | 第 13 章 PL/SQL 执行环境 .....       | 320 |
| 异常情态 S .....                       | 260 | 13.1 不同的 PL/SQL 引擎 .....       | 320 |
| 10.3 异常处理指南 .....                  | 262 | 13.2 服务器端 PL/SQL .....         | 323 |
| 10.3.1 异常情态的作用域 .....              | 262 | 13.2.1 SQL*Plus .....          | 323 |
| 10.3.2 避免未处理的异常情态 .....            | 263 | 13.2.2 Oracle 预编译器 .....       | 328 |
| 10.3.3 屏蔽错误发生的位置 .....             | 263 | 13.2.3 OCI .....               | 332 |
| 10.4 使用 PL/SQL: 常用错误处理模块 .....     | 265 | 13.2.4 SQL-Station .....       | 335 |
| 10.5 小结 .....                      | 273 | 13.3 客户端 PL/SQL .....          | 338 |
| 第 11 章 对象 .....                    | 274 | 13.3.1 为什么提供客户端引擎 .....        | 339 |
| 11.1 背景介绍 .....                    | 274 | 13.3.2 Oracle Forms .....      | 340 |
| 11.1.1 面向对象程序设计基础 .....            | 274 | 13.3.3 Procedure Builder ..... | 341 |
| 11.1.2 对象关系型数据库 .....              | 275 | 13.4 PL/SQL Wrapper .....      | 343 |
| 11.2 对象类型 .....                    | 276 | 13.4.1 运行 Wrapper .....        | 343 |
| 11.2.1 定义对象类型 .....                | 276 | 13.4.2 输入和输出文件 .....           | 344 |
| 11.2.2 声明和初始化对象 .....              | 278 | 13.4.3 检查语法和语义 .....           | 344 |
| 11.2.3 方法 .....                    | 280 | 13.4.4 Wrapper 使用指南 .....      | 345 |
| 11.2.4 更改和删除类型 .....               | 285 | 13.5 小结 .....                  | 345 |
| 11.2.5 对象依赖性 .....                 | 287 | 第 14 章 测试和调试 .....             | 346 |
| 11.3 数据库中的对象 .....                 | 288 | 14.1 问题诊断 .....                | 346 |
| 11.3.1 对象位置 .....                  | 288 | 14.1.1 调试指南 .....              | 346 |
| 11.3.2 在 DML 语句中使对象 .....          | 291 | 14.1.2 Debug 包 .....           | 347 |
| 11.3.3 MAP 和 ORDER 方法 .....        | 295 | 14.2 插入测试表 .....               | 347 |
| 11.4 小结 .....                      | 298 | 14.3 DBMS_OUTPUT .....         | 355 |
| 第 12 章 集合 (Collections) .....      | 299 | 14.3.1 The DBMS_OUTPUT .....   | 356 |
| 12.1 嵌套表 .....                     | 299 | 14.3.2 问题 2 .....              | 359 |
| 12.1.1 声明嵌套表 .....                 | 299 | 14.4 PL/SQL 调试器 .....          | 365 |
| 12.1.2 数据库中的嵌套表 .....              | 302 | 14.5 Procedure Builder .....   | 365 |
|                                    |     | 14.6 SQL-Station .....         | 369 |

|                                                  |     |                                      |     |
|--------------------------------------------------|-----|--------------------------------------|-----|
| 14.7 Procedure Builder 和 SQL-Station 之间的比较 ..... | 374 | 15.9 在 DBMS_SQL 和其他动态方法之间进行比较 .....  | 422 |
| 14.8 程序设计方法 .....                                | 375 | 15.9.1 描述选择列表 .....                  | 423 |
| 14.8.1 模块化程序设计 .....                             | 375 | 15.9.2 数组处理 .....                    | 423 |
| 14.8.2 自顶向下设计 .....                              | 376 | 15.9.3 关于 LONG 型数据的单步操作 .....        | 423 |
| 14.8.3 数据抽象 .....                                | 376 | 15.9.4 接口差异 .....                    | 423 |
| 14.9 小结 .....                                    | 377 | 15.10 提示和技巧 .....                    | 423 |
| 第 15 章 动态 PL/SQL .....                           | 378 | 15.10.1 重用游标 .....                   | 424 |
| 15.1 前言 .....                                    | 378 | 15.10.2 权限 .....                     | 424 |
| 15.1.1 静态与动态 SQL .....                           | 378 | 15.10.3 DDL 操作和挂起 .....              | 424 |
| 15.1.2 DBMS_SQL 概述 .....                         | 379 | 15.11 小结 .....                       | 424 |
| 15.2 执行非查询 DML 和 DDL 语句 .....                    | 382 | 第 16 章 会话间通信 .....                   | 425 |
| 15.2.1 打开游标 .....                                | 382 | 16.1 DBMS_PIPE .....                 | 425 |
| 15.2.2 分析语句 .....                                | 383 | 16.1.1 发送消息 .....                    | 429 |
| 15.2.3 联编输入变量 .....                              | 383 | 16.1.2 接收消息 .....                    | 430 |
| 15.2.4 执行语句 .....                                | 385 | 16.1.3 创建和管理管道 .....                 | 432 |
| 15.2.5 关闭游标 .....                                | 386 | 16.1.4 权限和安全性 .....                  | 433 |
| 15.2.6 示例 .....                                  | 386 | 16.1.5 建立通信协议 .....                  | 434 |
| 15.2.7 执行 DDL 语句 .....                           | 387 | 16.1.6 示例 .....                      | 435 |
| 15.2.8 执行查询 .....                                | 388 | 16.2 DBMS_ALERT .....                | 436 |
| 15.2.9 分析语句 .....                                | 389 | 16.2.1 发送警报 .....                    | 442 |
| 15.2.10 定义输出变量 .....                             | 389 | 16.2.2 接收警报 .....                    | 442 |
| 15.2.11 提取行 .....                                | 391 | 16.2.3 其他过程 .....                    | 444 |
| 15.2.12 将结果返回给 PL/SQL 变量 .....                   | 392 | 16.2.4 警报和数据字典 .....                 | 444 |
| 15.2.13 示例 .....                                 | 394 | 16.3 比较 DBMS_PIPE 和 DBMS_ALERT ..... | 446 |
| 15.3 执行 PL/SQL .....                             | 396 | 16.4 小结 .....                        | 447 |
| 15.3.1 分析语句 .....                                | 396 | 第 17 章 Oracle 高级排队机制 .....           | 448 |
| 15.3.2 检索输出变量的取值 .....                           | 397 | 17.1 前言 .....                        | 448 |
| 15.3.3 示例 .....                                  | 398 | 17.1.1 Advanced Queuing 的组件 .....    | 448 |
| 15.3.4 使用 out_value_size .....                   | 400 | 17.1.2 Advanced Queuing 的实现 .....    | 450 |
| 15.4 使用 PL/SQL: 执行任意内置过程 .....                   | 401 | 17.2 队列操作 .....                      | 451 |
| 15.5 对 PL/SQL 8.0 的 DBMS_SQL 增强 .....            | 408 | 17.2.1 支持类型 .....                    | 451 |
| 15.5.1 分析大型 SQL 串 .....                          | 408 | 17.2.2 ENQUEUE .....                 | 455 |
| 15.5.2 DBMS_SQL 数组处理 .....                       | 410 | 17.2.3 DEQUEUE .....                 | 455 |
| 15.5.3 描述选择列表 .....                              | 414 | 17.3 队列管理 .....                      | 456 |
| 15.6 其他过程 .....                                  | 417 | 17.3.1 DBMS_AQADM 子程序 .....          | 456 |
| 15.6.1 提取 LONG 型数据 .....                         | 417 | 17.3.2 队列权限 .....                    | 462 |
| 15.6.2 其他的错误函数 .....                             | 418 | 17.3.3 队列和数据字典 .....                 | 462 |
| 15.7 使用 PL/SQL: 将 LONG 变量写入 FILE 变量中 .....       | 419 | 17.4 综合示例 .....                      | 464 |
| 15.8 权限和 DBMS_SQL .....                          | 421 | 17.4.1 创建队列和队列表 .....                | 464 |
| 15.8.1 DBMS_SQL 所需的权限 .....                      | 421 | 17.4.2 简单的 Enqueue 和 Dequeue .....   | 466 |
| 15.8.2 角色和 DBMS_SQL .....                        | 422 | 17.4.3 清除队列 .....                    | 468 |
|                                                  |     | 17.4.4 按优先级执行 enqueue 和              |     |

|                                                   |     |                                                 |     |
|---------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------|-----|
| dequeue .....                                     | 469 | 20.2 数据库的回调 .....                               | 548 |
| 17.4.5 按关联标识符或消息标识符执<br>行 enqueue 和 dequeue ..... | 470 | 20.2.1 服务例程 .....                               | 548 |
| 17.4.6 浏览队列 .....                                 | 473 | 20.2.2 在外部过程中执行 SQL .....                       | 552 |
| 17.4.7 使用异常情态队列 .....                             | 475 | 20.3 提示、指南和限制 .....                             | 552 |
| 17.4.8 删除队列 .....                                 | 478 | 20.3.1 调试外部过程 .....                             | 552 |
| 17.5 小结 .....                                     | 478 | 20.3.2 指南 .....                                 | 554 |
| 第 18 章 数据库作业和文件 I/O .....                         | 479 | 20.3.3 限制 .....                                 | 555 |
| 18.1 数据库作业 .....                                  | 479 | 20.4 小结 .....                                   | 555 |
| 18.1.1 后台进程 .....                                 | 479 | 第 21 章 大型对象 .....                               | 556 |
| 18.1.2 运行作业 .....                                 | 480 | 21.1 什么是 LOB .....                              | 556 |
| 18.1.3 失效作业 (Broken Jobs) .....                   | 483 | 21.1.1 LOB 存储 .....                             | 557 |
| 18.1.4 删除作业 .....                                 | 484 | 21.1.2 在 DML 中使用 LOB .....                      | 558 |
| 18.1.5 修改作业 .....                                 | 484 | 21.2 操纵 BFILE .....                             | 559 |
| 18.1.6 查看数据字典中的作业 .....                           | 484 | 21.2.1 目录 .....                                 | 560 |
| 18.1.7 作业执行环境 .....                               | 484 | 21.2.2 打开和关闭 BFILE .....                        | 561 |
| 18.2 文件 I/O .....                                 | 485 | 21.2.3 在 DML 中使用 BFILE .....                    | 561 |
| 18.2.1 安全性 .....                                  | 485 | 21.3 DBMS_LOB 包 .....                           | 563 |
| 18.2.2 由 UTL_FILE 所引发的异常情态 .....                  | 486 | 21.3.1 DBMS_LOB 例程 .....                        | 563 |
| 18.2.3 打开和关闭文件 .....                              | 486 | 21.3.2 由 DBMS_LOB 例程引发的异<br>常情态 .....           | 577 |
| 18.2.4 文件输出 .....                                 | 488 | 21.3.3 DBMS_LOB 和 OCI .....                     | 577 |
| 18.2.5 文件输入 .....                                 | 491 | 21.4 使用 PL/SQL: 将 LONG 型数据复<br>制到 LOB 变量中 ..... | 579 |
| 18.2.6 示例 .....                                   | 491 | 21.5 小结 .....                                   | 581 |
| 18.3 小结 .....                                     | 499 | 第 22 章 性能和调整 .....                              | 582 |
| 第 19 章 Oracle 的 WebServer 程序 .....                | 500 | 22.1 共享池 .....                                  | 582 |
| 19.1 WebServer 环境 .....                           | 500 | 22.1.1 Oracle 实例的结构 .....                       | 582 |
| 19.1.1 PL/SQL 代理 .....                            | 501 | 22.1.2 共享池的工作原理 .....                           | 585 |
| 19.1.2 指定过程参数 .....                               | 502 | 22.1.3 估计共享池的大小 .....                           | 586 |
| 19.2 PL/SQL Web 工具箱 .....                         | 504 | 22.1.4 插入对象 .....                               | 588 |
| 19.2.1 HTP 和 HTF .....                            | 505 | 22.2 SQL 语句调整 .....                             | 589 |
| 19.2.2 OWA_UTIL .....                             | 517 | 22.2.1 确定执行方案 .....                             | 589 |
| 19.2.3 OWA_IMAGE .....                            | 525 | 22.2.2 使用方案 .....                               | 595 |
| 19.2.4 OWA_COOKIE .....                           | 527 | 22.3 网络问题 .....                                 | 595 |
| 19.3 用于 OWA 过程的开发环境 .....                         | 530 | 22.3.1 使用客户端 PL/SQL .....                       | 595 |
| 19.3.1 OWA_UTIL.SHOWPAGE .....                    | 530 | 22.3.2 避免不必要的重新分析 .....                         | 596 |
| 19.3.2 SQL-Station Coder .....                    | 531 | 22.3.3 数组处理 .....                               | 596 |
| 19.4 小结 .....                                     | 532 | 22.4 小结 .....                                   | 596 |
| 第 20 章 外部过程 .....                                 | 533 | 附录 A PL/SQL 保留字 .....                           | 597 |
| 20.1 什么是外部过程 .....                                | 533 | 附录 B 包使用指南 .....                                | 600 |
| 20.1.1 必需的步骤 .....                                | 534 | B.1 创建包 .....                                   | 600 |
| 20.1.2 参数映射 .....                                 | 540 | B.2 包说明 .....                                   | 601 |
| 20.1.3 外部函数和包装过程 .....                            | 546 |                                                 |     |

|                          |     |                             |     |
|--------------------------|-----|-----------------------------|-----|
| 附录 C PL/SQL 特性的字汇表 ..... | 615 | D.2 All/User/DBA 字典视图 ..... | 630 |
| 附录 D 数据字典 .....          | 629 | D.3 其他数据字典 .....            | 644 |
| D.1 什么是数据字典 .....        | 629 | D.4 dbms_alert_info .....   | 644 |
|                          |     | D.5 dict_columns .....      | 645 |