



高等教育规划教材

Oracle 数据库系统教程

陆鑫 张宁 编著



提供电子教案

下载网址 <http://www.cmpedu.com>



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高等教育规划教材

Oracle 数据库系统教程

陆 鑫 张 宁 编著



机械工业出版社

本书从 Oracle 数据库系统应用技术角度出发,由浅入深,逐步介绍 Oracle Database 12c 数据库系统原理结构、数据库对象机理、数据库操作方法、数据库后端编程,以及数据库安全管理等内容。同时本书也结合 Power Designer 建模设计工具介绍 Oracle 数据库设计与 SQL 实现方法。此外,还结合 Java Web 应用开发技术介绍 Oracle 数据库应用访问编程方法。本书系统性强、内容翔实、循序渐进、讲解透彻,并结合实践案例讲解 Oracle 数据库操作原理与应用开发方法,帮助读者全面掌握 Oracle 数据库系统的技术应用。

本书既可作为高等学校计算机专业和软件工程专业数据库课程教材,也可作为相关开发人员学习 Oracle 数据库系统技术的参考书。

本书配套授课电子课件,需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册,审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ: 2850823885, 电话: 010 - 88379739)。

图书在版编目(CIP)数据

Oracle 数据库系统教程/陆鑫,张宁编著. —北京:机械工业出版社,2017.1
高等教育规划教材
ISBN 978-7-111-55776-0

I. ①O… II. ①陆… ②张… III. ①关系数据库系统-高等学校-教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 313779 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:郝建伟 责任编辑:郝建伟

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

184mm×260mm·22.25 印张·540 千字

0001-3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-55776-0

定价:55.00 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)88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:(010)88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

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

当前,我国正处在加快转变经济发展方式、推动产业转型升级的关键时期。为经济转型升级提供高层次人才,是高等院校最重要的历史使命和战略任务之一。高等教育要培养基础性、学术型人才,但更重要的是加大力度培养多规格、多样化的应用型、复合型人才。

为顺应高等教育迅猛发展的趋势,配合高等院校的教学改革,满足高质量高校教材的迫切需求,机械工业出版社邀请了全国多所高等院校的专家、一线教师及教务部门,通过充分的调研和讨论,针对相关课程的特点,总结教学中的实践经验,组织出版了这套“高等教育规划教材”。

本套教材具有以下特点。

1) 符合高等院校各专业人才的培养目标及课程体系的设置,注重培养学生的应用能力,加大案例篇幅或实训内容,强调知识、能力与素质的综合训练。

2) 针对多数学生的学习特点,采用通俗易懂的方法讲解知识,逻辑性强、层次分明、叙述准确而精炼、图文并茂,使学生可以快速掌握,学以致用。

3) 凝结一线骨干教师的课程改革和教学研究成果,融合先进的教学理念,在教学内容和方法上做出创新。

4) 为了体现建设“立体化”精品教材的宗旨,本套教材为主干课程配备了电子教案、学习与上机指导、习题解答、源代码或源程序、教学大纲、课程设计和毕业设计指导等资源。

5) 注重教材的实用性、通用性,适合各类高等院校、高等职业学校及相关院校的教学,也可作为各类培训班教材和自学用书。

欢迎教育界的专家和老师提出宝贵的意见和建议。衷心感谢广大教育工作者和读者的支持与帮助!

机械工业出版社

前言

数据库是任何信息系统都不可缺失的核心系统部件。掌握数据库原理、数据库设计、数据库操作、数据库管理及数据库应用编程等技术知识与方法是软件工程人员所必须具备的专业技能。Oracle Database 是目前最流行的企业级数据库产品。本书以 Oracle 最新版本数据库软件产品 (Oracle Database 12c) 技术为背景, 介绍 Oracle 数据库系统的技术原理和应用开发方法。

本书从 Oracle 数据库系统概述入门, 由浅入深, 逐步介绍 Oracle Database 12c 数据库系统原理结构、数据库对象机理、数据库操作方法、数据库后端编程, 以及数据库安全管理等内容。同时本书也结合 Power Designer 建模设计工具介绍 Oracle 数据库设计与 SQL 实现方法。此外, 还结合 Java Web 应用开发技术介绍 Oracle 数据库应用访问编程方法。本书力图围绕 Oracle 数据库系统应用开发主线, 全面介绍数据库操作原理、数据库管理方法、数据库建模设计、数据库 SQL 实现和数据库应用编程等方面的开发技术内容。本书建议课堂教学 32 学时, 实验教学 32 学时。

全书分为 4 部分。第一部分为 Oracle 数据库系统基础, 包括数据库系统基础知识、数据库结构原理、数据库产品工具、多租户数据库、数据库表空间、数据库对象, 以及 SQL 语言操作。第二部分为 Oracle 数据库系统高级技术, 包括 PL/SQL 语言、存储过程编程、触发器编程、游标编程、事务处理编程、数据库安全管理, 以及数据库备份与恢复操作实践。第三部分为数据库设计实践, 包括数据库设计知识、概念数据模型设计、逻辑数据模型设计、物理数据模型设计, 以及数据库设计 Oracle SQL 实现。第四部分为 Java Web 数据库应用编程实践, 包括 Java Web 应用开发技术、JDBC 数据库访问接口和 JSP/Servlet/JavaBean 数据库访问编程实现。

本书在透彻阐述 Oracle 数据库原理与应用的基础上, 突出数据库技术方法的实践应用, 给出了大量操作实例, 帮助读者掌握 Oracle 数据库应用方法。本书技术内容丰富, 不但涉及 Oracle Database 12c 数据库产品技术与工具的应用, 也涉及数据库建模设计方法与 Power Designer 建模设计工具的应用, 同时也涉及 Java Web 数据库应用编程技术方法和编程开发平台实践。

本书中所介绍的实例都是在 Oracle Database 12c、Power Designer 16.5、JDK1.8、Tomcat 9 和 Eclipse neon 环境下运行通过的。本书各章分别给出了一个完整的项目实践案例, 帮助读者深入掌握数据库应用系统的开发技术方法。此外, 每章后面还附有练习题, 有助于学习者对章节知识进行复习总结和数据库实践能力训练。

本书作者多年从事数据库课程教学, 具有扎实的软件工程专业背景和丰富的教学经验。本书的第 1、2、3、6、7 章内容由陆鑫老师编著, 第 4、5 章内容由张宁老师编著, 全书由陆鑫老师负责统稿。在本书编写过程中, 得到了电子科技大学教务处的支持, 在此表示诚挚的感谢。

由于时间仓促, 书中难免存在不妥之处, 请广大读者谅解, 并提出宝贵意见。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 Oracle 数据库系统概述	1
1.1 Oracle 数据库系统软件	1
1.1.1 Oracle 数据库产品演化	1
1.1.2 Oracle Database 12c 数据库工具	2
1.2 Oracle 数据库系统结构	3
1.2.1 Oracle 数据库系统组成	3
1.2.2 Oracle 数据库逻辑结构	5
1.2.3 Oracle 数据库物理结构	5
1.2.4 Oracle 数据库实例结构	6
1.2.5 Oracle 数据库部署结构	7
1.3 Oracle 数据库基础	10
1.3.1 Oracle 数据库概念	10
1.3.2 Oracle 数据库 Schema	12
1.3.3 Oracle 数据库表	13
1.3.4 Oracle 数据库视图	13
1.3.5 Oracle 数据库索引	13
1.3.6 Oracle 数据库存储过程	14
1.3.7 Oracle 数据库触发器	14
1.4 Oracle 数据字典	15
1.4.1 数据字典概述	15
1.4.2 数据字典的组成	15
1.4.3 数据字典的使用	16
1.5 Oracle 数据库操作语言	17
1.5.1 SQL 语言	17
1.5.2 PL/SQL 语言	18
1.5.3 Java 语言	18
1.6 实践指导——Oracle Database 12c 的安装及基本使用	18
1.6.1 Oracle Database 12c 企业版软件的安装	18
1.6.2 Oracle Database 12c 数据库工具的基本使用	22
1.7 思考题	25
第 2 章 Oracle 数据库与表空间	26
2.1 Oracle 普通数据库	26
2.1.1 数据库的创建	26

2.1.2	数据库的配置	29
2.1.3	数据库的删除	31
2.2	Oracle 多租户数据库	33
2.2.1	多租户数据库模式	33
2.2.2	多租户数据库环境准备	35
2.2.3	CDB 数据库管理	36
2.2.4	PDB 数据库管理	41
2.3	Oracle 数据库表空间	48
2.3.1	Oracle 表空间	48
2.3.2	表空间的创建	50
2.3.3	表空间的修改	51
2.3.4	表空间的删除	53
2.4	实践指导——图书借阅管理系统数据库创建与管理	54
2.4.1	数据库的创建与配置	54
2.4.2	数据库表空间的管理	64
2.5	思考题	65
第3章	Oracle 数据库对象	66
3.1	Oracle 数据库表	66
3.1.1	Oracle 表类型	66
3.1.2	用户 Schema	67
3.1.3	表对象的创建	67
3.1.4	表对象的修改	73
3.1.5	表对象的删除	75
3.1.6	表数据的插入	76
3.1.7	表数据的修改	78
3.1.8	表数据的删除	79
3.1.9	表数据的查询	80
3.2	Oracle 索引	89
3.2.1	索引的类型	89
3.2.2	索引的创建	92
3.2.3	索引的修改	93
3.2.4	索引的删除	95
3.2.5	索引的使用	96
3.3	Oracle 视图	97
3.3.1	视图的创建	97
3.3.2	视图的修改	100
3.3.3	视图的删除	102
3.3.4	视图的使用	102
3.4	Oracle 序列	104
3.4.1	序列的创建	104

3.4.2	序列的管理	105
3.4.3	标识列的使用	107
3.5	Oracle 同义词	108
3.5.1	同义词的创建	109
3.5.2	同义词的管理	109
3.5.3	同义词的使用	110
3.6	实践指导——图书借阅管理系统数据库对象的创建与操作	111
3.6.1	数据库结构设计	111
3.6.2	创建数据库对象	113
3.6.3	修改数据库对象	118
3.6.4	操作数据库数据	118
3.7	思考题	121
第4章	Oracle 数据库后端编程	123
4.1	PL/SQL 概述	123
4.1.1	PL/SQL 基本结构	124
4.1.2	PL/SQL 基本语法	126
4.2	PL/SQL 控制结构	131
4.2.1	条件结构	131
4.2.2	循环结构	132
4.2.3	选择结构	134
4.2.4	异常结构	135
4.3	PL/SQL 函数	139
4.3.1	内置函数	140
4.3.2	自定义函数	141
4.3.3	函数的使用	143
4.4	PL/SQL 游标	144
4.4.1	游标定义	144
4.4.2	游标编程技术	145
4.4.3	游标的使用	148
4.5	PL/SQL 存储过程	153
4.5.1	存储过程的定义	154
4.5.2	存储过程的管理	155
4.5.3	存储过程的执行	159
4.6	PL/SQL 触发器	159
4.6.1	触发器的定义	160
4.6.2	触发器的管理	163
4.6.3	触发器的使用	169
4.7	PL/SQL 事务	171
4.7.1	事务定义	172
4.7.2	事务 SQL 程序	173

4.7.3 事务隔离级别	175
4.8 实践指导——图书借阅管理系统数据库后端编程	182
4.8.1 存储过程编程	182
4.8.2 触发器编程	188
4.9 思考题	192
第5章 Oracle 数据库安全管理	193
5.1 Oracle 安全模型	193
5.1.1 数据库安全问题	193
5.1.2 数据库安全模型	194
5.2 Oracle 用户管理	198
5.2.1 系统用户	198
5.2.2 用户创建	200
5.2.3 用户管理	201
5.3 Oracle 角色管理	205
5.3.1 系统角色	206
5.3.2 自定义角色	206
5.3.3 角色管理	207
5.4 Oracle 权限管理	211
5.4.1 系统权限	211
5.4.2 对象权限	213
5.4.3 权限操作	213
5.5 Oracle 概要文件	221
5.5.1 概要文件的创建	221
5.5.2 概要文件的管理	223
5.5.3 概要文件的使用	227
5.6 Oracle 数据库备份与恢复	228
5.6.1 数据库备份与恢复概述	228
5.6.2 RMAN 备份与恢复	230
5.6.3 数据泵导入/导出	238
5.7 实践指导——图书借阅管理系统数据库安全管理	243
5.7.1 数据库用户权限管理	243
5.7.2 数据库备份与恢复	250
5.8 思考题	256
第6章 Oracle 数据库建模设计与实现	257
6.1 数据库系统开发过程方法及工具	257
6.1.1 数据库应用系统开发过程	257
6.1.2 系统数据模型设计	258
6.1.3 E-R 模型方法	258
6.1.4 系统数据模型设计工具	262
6.2 系统数据模型设计	263

6.2.1 系统 CDM 建模	263
6.2.2 系统 LDM 建模	267
6.2.3 系统 PDM 建模	270
6.3 数据库模型实现	274
6.3.1 PDM 转换 SQL 程序实现方案	274
6.3.2 PDM 在数据库中直接实现方案	276
6.4 实践指导——图书借阅管理系统数据库设计与实现	279
6.4.1 系统数据模型设计	279
6.4.2 Oracle 数据库实现	284
6.5 思考题	286
第7章 Oracle 数据库 Web 应用访问编程	287
7.1 Web 基础	287
7.1.1 Web 组成要素	287
7.1.2 Web 工作原理	288
7.1.3 静态 Web 页面与动态 Web 页面	288
7.1.4 Web 应用程序	289
7.2 Java Web 开发技术	290
7.2.1 Java Web 概述	290
7.2.2 Java Web 开发运行环境	292
7.2.3 JSP 技术	297
7.2.4 Servlet 技术	307
7.2.5 JavaBean 技术	311
7.2.6 JDBC 技术	314
7.3 Java Web 数据库访问编程方法	317
7.3.1 JSP + JavaBean 数据库访问编程	317
7.3.2 JSP + Servlet + JavaBean 数据库访问编程	322
7.4 实践指导——图书借阅管理系统数据库访问 Java Web 编程	325
7.4.1 图书信息管理模块	326
7.4.2 功能模块实现方案	326
7.4.3 图书信息列表编程	327
7.4.4 图书信息添加编程	332
7.4.5 图书信息修改编程	336
7.4.6 图书信息删除编程	340
7.5 思考题	344
参考文献	346

第1章 Oracle 数据库系统概述

Oracle 数据库系统是主流的企业级数据库管理软件产品，广泛应用在各类大型信息系统应用领域。本章以最新版本 Oracle Database 12c 数据库产品软件为背景，介绍 Oracle 数据库软件系统概貌及其产品工具，同时也介绍 Oracle 数据库的基本结构、组成对象、数据字典和操作语言等基本知识，并给出 Oracle 数据库软件安装及使用操作指导。

本章要点：

- Oracle 数据库产品概貌及其工具组成。
- Oracle 数据库系统的逻辑结构、物理结构、实例结构和部署结构。
- Oracle 数据库及其对象的概念及其原理。
- Oracle 数据字典的组成、用途和操作。
- Oracle 数据库的 SQL、PL/SQL 和 Java 操作语言。
- Oracle Database 12c 软件安装实践与主要工具使用。

1.1 Oracle 数据库系统软件

1.1.1 Oracle 数据库产品演化

Oracle 数据库系统是美国甲骨文公司（Oracle 公司）提供的企业级关系数据库管理系统软件产品，它是全球大中型机构广泛使用的数据库管理系统。Oracle 数据库系统作为一种通用的关系数据库系统，具有完整的数据管理功能，同时也具备分布式数据库处理和云计算数据服务功能。Oracle 数据库系统产品具有技术先进、功能强大、稳定性好和可移植性强等特点，适用于各类大中型数据处理应用系统。

Oracle 公司自从 1979 年推出世界上第一个基于 SQL 的商业关系数据库管理系统后，30 多年来不断进行技术创新，先后推出适应数据库处理应用需求的 10 多个产品版本。1983 年推出 Oracle 3 版本，该产品在大型计算机和小型计算机和个人计算机上均可运行。此后，Oracle 公司在 Oracle 4 版本中引入了多事务并发控制技术。在 Oracle 5 版本中，增加了支持客户/服务器计算和分布式数据库处理。在 Oracle 6 版本中，完善磁盘 I/O 处理、行锁定、伸缩处理、数据备份与恢复等关键技术，同时也引入适合过程编程处理的 PL/SQL 语言。在 Oracle 7 版本中，引入了 PL/SQL 存储过程和触发器后端编程技术。在 1997 年推出的 Oracle 8 版本中，引入了对象关系数据库技术，支持多种复杂数据类型处理，同时也引入了大表分区技术。在 1999 年推出的 Oracle 8i 版本中，支持 Internet 计算和在多层环境中部署数据库。在 2001 年推出的 Oracle 9i 版本中，引入了 Oracle RAC 技术，支持多个实例同时访问单个数据库，以实现数据库系统高可用特性。同时，也引入了 XML 技术，支持数据库访问和存储 XML 数据。在 2003 年推出的 Oracle 10g 版本中，引入了虚拟化技术和网格计算技术，可实现在大量低成本基础设施上支持数据库系统高性能计算。同时，也引入了自动化存储管理技术，支持数据库自动化管

理和调优处理。在 2007 年推出的 Oracle 11g 版本中，进一步完善了数据库 DBMS 系统的管理能力、诊断能力和适应能力，支持数据库开发人员能够快速地解决应用系统需求变化。

目前最新版本为 Oracle 公司在 2013 年推出的 Oracle Database 12c 软件产品。该版本引入了一种新的多租户架构，可轻松地快速整合多个数据库，并将它们作为一个云服务加以管理。Oracle Database 12c 还包括内存中的数据处理功能，可提供突破性的分析性能，创新性地将数据库处理的效率、性能、安全性和可用性提升至新的水平。此外，还引入了 Oracle 大数据 SQL 及 SQL/REST 接口对 JSON 数据进行查询等新技术功能，使得 Oracle Database 12c 成为私有云和公有云部署数据服务的理想平台。

1.1.2 Oracle Database 12c 数据库工具

当完成 Oracle Database 12c 数据库管理系统软件安装之后，在操作系统中建立了一组 Oracle 程序工具用于创建、开发、管理及维护数据库。其中最常用的数据库工具有 Oracle Enterprise Manager Database Express、SQL Developer、Database Configuration Assistant 和 SQL Plus 等。

1. Oracle Enterprise Manager Database Express 工具

在 Oracle 数据库系统管理中，Oracle Enterprise Manager Database Express（企业管理器数据库快捷版）为 DBA（Database Administrator）用户提供了基本的数据库系统管理功能。由于 Oracle Enterprise Manager Database Express 工具是以 Web 方式进行访问操作，用户在使用该工具时，需要在浏览器中输入 URL 地址 <https://localhost:5500/em/login>，才能进入数据库管理登录页面，如图 1-1 所示。

Oracle Enterprise Manager Database Express 工具为 DBA 用户主要提供安全管理（用户管理、角色管理）、存储管理（表空间、还原管理、归档日志、控制文件）、配置管理（初始化参数、内存、当前数据库属性）和性能监控（主机负载、主机内存、主机 I/O）等管理功能。但这些管理功能对于企业级数据库管理还不够，它们仅是 DBA 用户的基本系统管理需求。若要实现更多的数据库系统管理操作，建议使用 Oracle SQL Developer 工具。

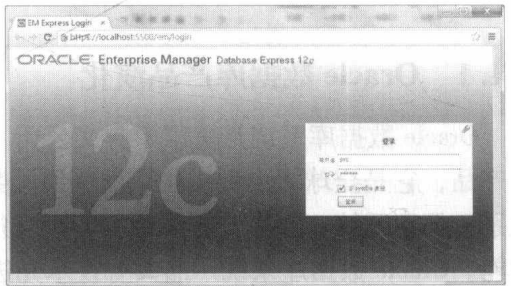


图 1-1 Oracle Enterprise Manager Database Express 数据库管理登录页面

2. Oracle SQL Developer 工具

Oracle SQL Developer 是一个基于 GUI 的、集开发与管理于一体的数据库工具。在 Oracle Database 12c 产品软件的所有工具中，Oracle SQL Developer 工具的功能最为全面。它不但可以支持 DBA 用户进行数据库管理功能操作，也能提供 DBA 进行数据库对象开发操作，如创建数据库表、索引、视图、触发器和存储过程等对象。用户在安装有 Oracle Database 12c 软件的操作系统中，鼠标点击 SQL Developer 程序菜单，即可启动 Oracle SQL Developer 工具程序运行，其初始界面如图 1-2 所示。

在 Oracle SQL Developer 工具中，用户可以方便地创建、修改和删除数据库对象，同时也可以开发 SQL 和 PL/SQL 程序。此外，Oracle SQL Developer 工具还提供了数据库管理功能，用户可以方便地基于 GUI 进行可视化的数据库安全管理、配置管理、存储管理和性能监控管理。

3. Database Configuration Assistant 工具

Database Configuration Assistant（数据库配置助手，DBCA）是一个基于 GUI 的数据库配置

管理工具。用户在安装有 Oracle Database 12c 软件的操作系统中，鼠标点击 Database Configuration Assistant 程序菜单，即可启动 Database Configuration Assistant 工具程序运行，其初始界面如图 1-3 所示。

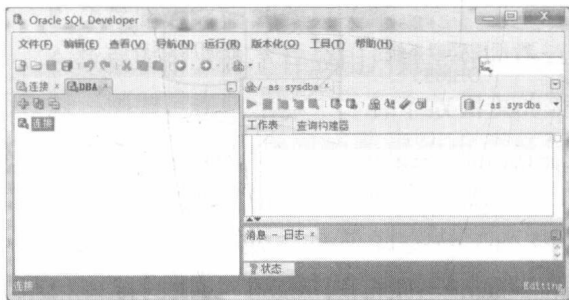


图 1-2 Oracle SQL Developer 初始界面

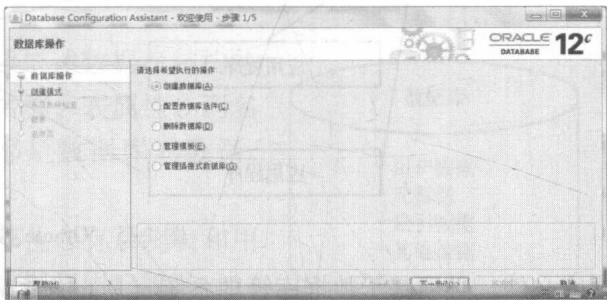


图 1-3 Database Configuration Assistant 初始界面

在 Database Configuration Assistant 工具中，用户可以新建或删除一个数据库，也可以对已有数据库进行配置修改。此外，还可以在现有容器数据库中增删插件数据库，以实现多租户数据库系统。

4. SQL Plus 工具

在 Oracle 数据库系统工具中，SQL Plus 是一个基于命令行的数据库操作工具。用户在操作系统中，鼠标点击 SQL Plus 程序菜单，即可启动 SQL Plus 工具程序运行，其初始界面如图 1-4 所示。

在 SQL Plus 工具中，用户可以将 SQL 语言命令和 PL/SQL 语言命令提交数据库管理系统执行，实现对数据库进行操作访问和数据库管理。例如，通过 SQL Plus 工具执行 PL/SQL 语言命令，实现数据库服务器启停控制、数据库创建、用户权限管理和数据表访问等操作。

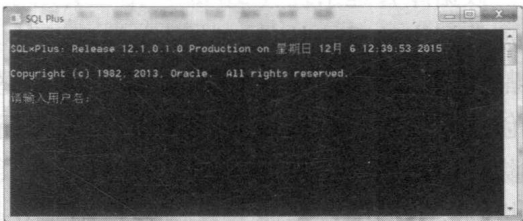


图 1-4 SQL Plus 初始界面

1.2 Oracle 数据库系统结构

数据库是一种依照特定模型组织、存储和管理数据的数据容器。在数据库中，不仅存放了数据，而且还存放了各种数据库对象结构，如表、索引、视图、存储过程、触发器和函数等。在 Oracle 数据库中，它是如何组织与存储数据的？如何管理数据库对象的？这需要了解 Oracle 数据库系统的基本结构。

下面将分别从 Oracle 数据库系统部件组成、逻辑存储结构、物理存储结构和数据库实例结构这几个方面来介绍 Oracle 数据库系统结构。

1.2.1 Oracle 数据库系统组成

Oracle 数据库系统与其他关系数据库系统一样，都是由用户、数据库、数据库管理系统和数据库应用程序 4 个部分组成。它们之间的组成结构关系如图 1-5 所示。

1. 用户

在数据库系统中，用户可分为最终用户和 DBA 用户两类。最终用户是一类业务人员，他们通过使用应用程序处理业务，并利用应用程序存取数据库信息。当然，应用程序不能直接读写数

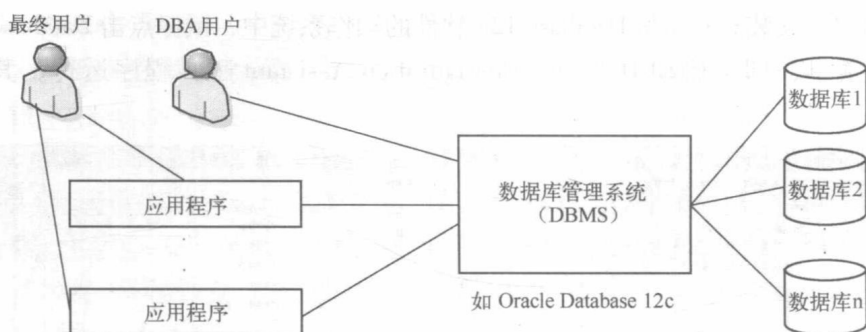


图 1-5 Oracle 数据库系统组成

数据库文件，必须基于数据库管理系统（Database Management System, DBMS）提供的接口和环境才能访问数据库。DBA 用户是一类从事数据库系统管理的专业技术人员，他们利用 DBMS 软件提供的工具创建、管理和维护数据库，为数据库系统的正常运行提供支持和保障。

2. 应用程序

应用程序是帮助用户完成业务处理的计算机程序，它们除实现功能逻辑外，还以窗口或页面等界面形式来查询、输入和更新数据库信息，并可生成各类数据报表。应用程序使用编程语言（如 Java、C++、C#、VB 和 PB 等）实现对数据库信息的操作访问，但它们需要基于 DBMS 提供的本地驱动接口或标准接口（如 ODBC、JDBC 等）才能连接与访问数据库。

3. 数据库管理系统

数据库管理系统（DBMS）是一类用于创建、操纵和管理数据库的系统软件。数据库管理系统与操作系统一样都属于系统平台软件。数据库管理系统的主要功能为：①创建数据库、数据库表及其他对象；②读写、修改和删除数据库表数据；③维护数据库结构；④执行数据访问规则；⑤提供数据库并发访问控制和安全控制；⑥执行数据库备份和恢复。

数据库管理系统由操作界面层、语言翻译处理层、数据存取层和数据存储层等部件程序组成，其层次结构如图 1-6 所示。

数据库管理系统的操作界面层为用户使用 DBMS 功能提供实用工具与应用程序访问接口，如 Oracle SQL Developer、SQL Plus 等。语言翻译处理层是对应用程序提交执行的 SQL 语句进行语法分析、视图转换、授权检查、完整性检查和查询优化等处理。数据存取层处理数据表记录，它将上层逻辑的集合操作转换为数据记录操作，对数据记录进行存取访问，并进行存取路径维护、并发控制、事务管理和日志记录等处理。数据存储层基于操作系统提供的系统调用实现对数据库文件进行读写操作访问，并提供数据页、系统缓冲区、内外存交换和外存数据文件等操作管理。

甲骨文公司针对 Oracle 数据库 DBMS 产品，先后向市场提供了多个不同软件版本，如早期 Oracle 8、Oracle 9i、Oracle 10g、Oracle 11g，到最近的 Oracle Database 12c。

4. 数据库

在数据库系统中，数据库是一类用于存放系统中各类数据的容器。该容器按照一定的数据

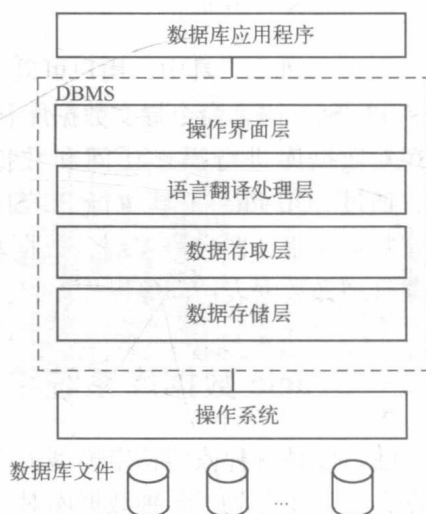


图 1-6 数据库管理系统层次结构

模型组织与存储数据。目前，在数据库系统中使用最多的数据模型是关系数据模型。这类数据库模型是由若干关联的二维数据表组成。例如，在 Oracle 系统中创建一个成绩管理数据库，它由 COURSE 表、STUDENT 表和 GRADE 表组成，该数据库不但存储这些表对象及其数据信息，也会存储表之间的约束关系。

在数据库中，除了存放用户数据外，也存放描述数据库结构的元数据。例如，在数据库中，各个数据表的表名称、表属性、列名称、列属性，以及表之间的数据约束关系等都是数据库元数据。图 1-7 给出了在数据库中所包含的各类数据内容。

在所有关系 DBMS 产品所创建的数据库中都包含有系统表和用户表，它们分别存储元数据、索引数据、其他数据和用户数据。

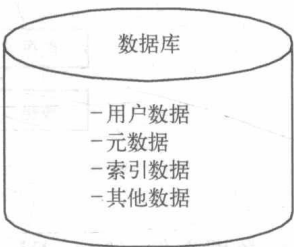


图 1-7 数据库的数据类别

1.2.2 Oracle 数据库逻辑结构

数据库逻辑存储结构是指数据库的结构对象组织方式。Oracle 数据库包含表空间、段、区和块等结构对象，它们按照特定数据结构组织与存储数据，其逻辑存储结构示意图如图 1-8 所示。

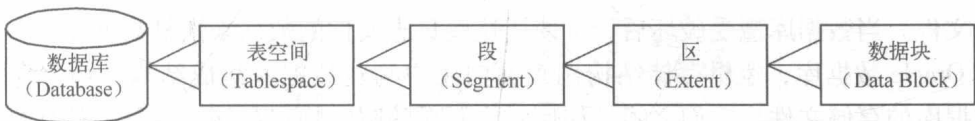


图 1-8 Oracle 数据库逻辑存储结构

在 Oracle 系统中，一个数据库可以创建多个表空间，每个表空间可以划分为多个段，每个段又可划分为多个分区，每个分区中组织多个数据块。

表空间 (Tablespace) 是在数据库下的顶层数据结构单元，它用于存储各种数据库对象的段数据。在 Oracle Database 12c 系统中，新建每个数据库时，都将默认创建 SYSTEM 表空间、SYSAUX 表空间、TEMP 表空间、UNDOTBS1 表空间和 USERS 表空间。除了这些默认的表空间外，用户还可以根据应用需要创建自己的表空间，以便将用户数据与系统数据分别存储。数据库对象在存储时都必须存放在某个表空间中。

段 (Segment) 是在表空间中划分的不同存储区域，以分别存放不同类别的数据。例如，表空间划分为存放表数据的“数据段”、存放临时数据的“临时段”和存放回滚数据的“回滚段”。此外，每个段又由多个区组成。

区 (Extent) 是由若干连续数据块组成的存储区，该存储区用以存放特定数据类型的数据。在 Oracle 数据库中，对象分配空间是以区为单位的。一个数据库对象至少包含一个区。此外，每个区又由多个数据块组成。

数据块 (Data Block) 是数据库存取的最小存储单元，它由若干连续数据字节组成。通常 Oracle 数据块是操作系统数据块的倍数。

1.2.3 Oracle 数据库物理结构

Oracle 数据库物理结构是指数据库在操作系统中以一组特定文件（如数据文件、控制文件和联机重做日志文件）组织数据的存储结构，其结构示意图如图 1-9 所示。

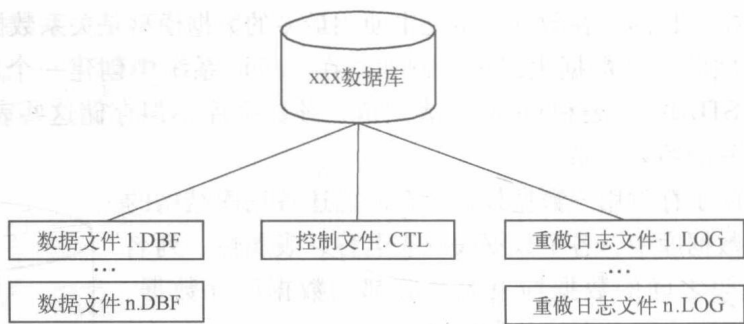


图 1-9 Oracle 数据库物理结构

数据文件（Data File）用于存储数据库对象结构及其数据，每个 Oracle 数据库至少有一个数据文件。若该数据库分配有多个表空间，则对应有多个数据文件。

控制文件（Control File）用于记录数据库文件位置、数据库名称、创建时间和日志记录序号等控制信息。每个数据库对应一个控制文件。当数据库实例被启动时，Oracle 系统将读取该数据库控制文件内容，以便系统运行管理该数据库。

重做日志文件（Redo Log File）用于记录数据库事务的日志信息。每个数据库通常有多个重做日志文件。当数据库遭受破坏后，可使用这些日志文件的数据来恢复数据库。

对于 Oracle 数据库，逻辑存储结构用来面向用户构建数据库组成结构，物理存储结构用来组织数据库的存储文件。它们之间是如何对应联系的呢？物理存储结构是一种从操作系统层面组织与存储数据的数据库结构，逻辑存储结构则是从数据库用户层面组织与存储数据的数据库结构，它们之间的对应关系如图 1-10 所示。

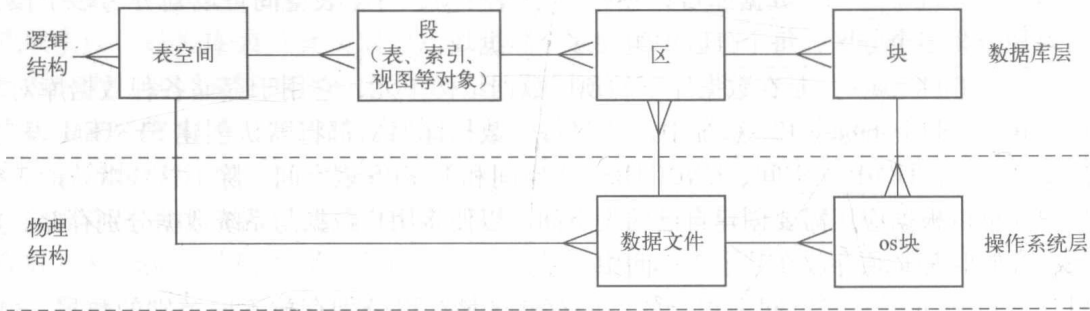


图 1-10 Oracle 数据库物理结构与逻辑结构关系

从图 1-10 可知，每个 Oracle 数据库有多个表空间，每个表空间可以有一个或多个数据段。每个段由包括一个或多个数据区组成。每个数据区由一个或多个 Oracle 数据块组成。每个表空间是由一个或多个物理数据文件构成，每个数据文件只能属于一个表空间。每个数据文件由多个操作系统数据块组成。每个数据文件对应多个逻辑结构的数据区。每个 Oracle 数据块对应多个操作系统数据块。

1.2.4 Oracle 数据库实例结构

在数据库系统中，运行 DBMS 软件程序的服务器，称为数据库服务器。它是数据库系统的核心部件，数据库、数据库进程和 DBMS 管理进程均在数据库服务器上运行。客户程序与数据库服务器建立连接后，通过提交 SQL 语句到数据库服务器上执行访问操作。数据库服务器执行 SQL 命令后，将数据库访问操作的结果数据返回到客户程序。客户程序与数据库服务器所

构成系统的体系结构如图 1-11 所示。

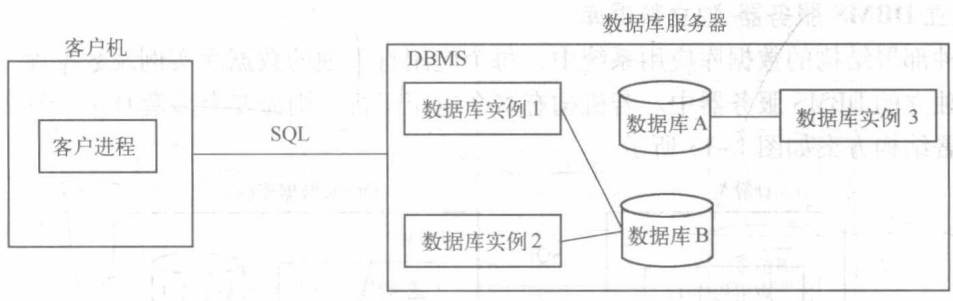


图 1-11 数据库系统体系结构

在 Oracle 数据库服务器中，数据库实例是一种管理数据库内存结构及其后端进程的集合，其结构如图 1-12 所示。

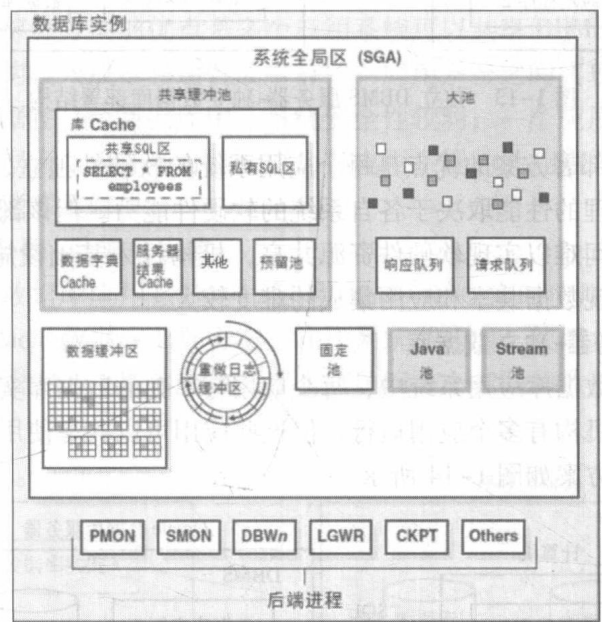


图 1-12 数据库实例结构

Oracle 数据库实例是通过一个被称为系统全局区（System Global Area, SGA）的内存区域来实施运行的。SGA 又包含数据缓冲区（Database Buffer Cache）、重做日志缓冲区（Redo Log Buffer）、共享缓冲池（Shared Pool）、大池（Large Pool）、固定池（Fixed Pool）、Java 池（Java Pool）和 Stream 池（Stream Pool）等系统区域。SGA 的功能是用来存储每个用户所需存取的数据，以及实例运行的系统信息。实例后端进程是数据库实例运行程序，主要包括 PMON（进程监控进程）、SMON（系统监控进程）、DBWn（数据库写入进程）和 LGWR（日志写入进程）和 CKPT（检查点进程）等程序。

1.2.5 Oracle 数据库部署结构

在 Oracle 数据库系统中，其 DBMS 服务器可以运行一个数据库实例，也可运行多个数据库实例。通常情况下，一个数据库实例承载一个数据库。当然，也可以一个数据库实例承载多个数据库，如多租户数据库应用。此外，还可以有多个数据库实例共享访问同一数据库的情况，如