



普通高等教育“十二五”规划教材

Principles of Oracle Database System

Oracle数据库

系统原理

(第2版)

李爱武 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



普通高等教育“十二五”规划教材

Oracle 数据库系统原理

(第 2 版)

李爱武 编 著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书包括数据库基本理论以及 Oracle 数据库系统知识两部分。主要包括关系模型基本理论、ER 图及范式理论、安装 Oracle 12c 软件、SQL 语言、Oracle 的逻辑存储空间、索引原理、Oracle 数据库体系结构、事务处理与锁、网络连接配置、用户和权限管理等内容。强调在学习各种技能的同时,理解关系型数据库理论的一些本质内容,能够对 Oracle 数据库的体系结构及运作原理有深层次的理解。

本书可以作为高校计算机各专业的数据库教材或参考书,也可以供相关 Oracle 数据库管理员或编程人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

Oracle 数据库系统原理 / 李爱武编著. --2 版. --北京:北京邮电大学出版社, 2015.8

ISBN 978-7-5635-4495-0

I. ①O… II. ①李… III. ①关系数据库—数据库管理系统—高等学校—教材 IV. ①TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 187818 号

书 名: Oracle 数据库系统原理(第 2 版)

著作责任者: 李爱武 编著

责任编辑: 张珊珊

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发行部: 电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京睿和名扬印刷有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 18

字 数: 481 千字

版 次: 2007 年 3 月第 1 版 2015 年 8 月第 2 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-4495-0

定 价: 38.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

数据库工业经过四十多年的发展,已经度过了群雄逐鹿的时期。当今的数据库市场主要被 Oracle、微软、IBM 三家公司控制,而 Oracle 不论在技术或是市场占有率方面都遥遥领先于其他产品。

本书包括关系型数据库基本理论以及 Oracle 数据库系统知识两部分内容。

在对关系型数据库基本理论的处理上,力争用比较简短的篇幅以及通俗的语言讲清其最本质的东西。以较大篇幅讲述了数据库、特别是关系型数据库发展的历史,使读者能对数据库的发展以及当今主要数据库产品的来龙去脉有一个整体的认识。

在 Oracle 数据库系统知识方面,强调 Oracle 数据库体系结构及其内在原理,并构造合适的简单实验验证各种结论,厘清各个重要概念,使得读者在掌握 Oracle 数据库基本技能的同时,能够对其运作原理有深层次的理解,能够学会探索一个 DBMS 运作原理的方法,为使用 Oracle 数据库或其他数据库产品打下基础。这是本书与其他数据库书籍及 Oracle 书籍不同的地方。在具体内容方面主要有下面几个特点:

- 用较大篇幅讲述 SQL 查询,详细说明了如何构造复杂查询;
- 存储结构方面强调了存储空间的分配及释放;
- 在数据库体系结构方面详细解释了各种物理文件的作用及各种内存区域的结构;
- 比较彻底地研究了 Oracle 的 B 树和位图索引结构,用实验对比了在索引创建前后查询效率的差异,讲述了使用索引时应该注意的各种情况;
- 系统分析了 Oracle 中的事务处理及锁的原理;
- 详细解释了网络连接的各种不同情形,讲解了专用服务器及共享服务器模式的不同体系结构,以及服务器端和客户端的配置方法。

本书的代码均在 Oracle 12c 版本中执行,操作系统为 64 位 Windows 7 旗舰版,但是多数内容并未局限于某个特定版本,所涉及的原理及各实验的代码在 Oracle 11g 版本上都是适用的。

目 录

第 1 章 数据库技术基础.....	1
1.1 数据库应用的场合	1
1.2 常用术语	1
1.3 数据库系统的构成	1
1.3.1 硬件	2
1.3.2 软件	2
1.3.3 人员	2
第 2 章 关系模型理论的发展及主要产品.....	4
2.1 数据处理的历史	4
2.2 数据模型的概念	5
2.3 网状模型与层次模型简介	5
2.3.1 网状模型	5
2.3.2 层次模型	6
2.3.3 层次模型和网状模型的贡献及缺陷	6
2.4 关系模型的提出和成熟	6
2.4.1 关系数据模型要解决的问题	7
2.4.2 关系模型的提出与完善	7
2.4.3 IBM 的 System R 项目	7
2.4.4 加州大学伯克利分校的 Ingres 项目	8
2.5 关系数据模型的三个要素	9
2.5.1 关系数据模型的数据结构	9
2.5.2 关系数据模型的数据操作方式.....	10
2.5.3 关系数据模型中的完整性约束(integrity constraint)	11
2.5.4 关系型数据库的特点.....	11
2.6 常用关系型数据库产品介绍.....	12
2.6.1 关系型数据库产品的主要类型.....	12
2.6.2 Oracle	13
2.6.3 DB2	13
2.6.4 SQL Server	13

2.6.5 Sybase 和 Informix	13
2.6.6 MySQL 与 PostgreSQL 开源数据库	13
第 3 章 ER 模型	15
3.1 数据库设计的主要步骤	15
3.2 ER 模型的主要概念	15
3.3 ER 图的表示方法	16
3.4 联系的映射约束	16
3.4.1 一对一联系	17
3.4.2 一对多联系	17
3.4.3 多对多联系	17
3.5 ER 图如何转化为表	18
3.5.1 一对一联系转化为表	18
3.5.2 一对多联系转化为表	18
3.5.3 多对多联系转化为表	19
第 4 章 规范化理论	20
4.1 引入范式理论的原因	20
4.1.1 Insertion 异常	21
4.1.2 Deletion 异常	21
4.1.3 Update 异常	21
4.2 第一范式	22
4.3 第二范式	23
4.4 第三范式	23
第 5 章 获得 Oracle 安装及帮助文件	25
5.1 注册 OTN 账号	25
5.2 下载 Oracle 12c 安装文件	26
5.3 获得 Oracle 12c 文档	26
5.3.1 下载文档	26
5.3.2 检索文档	27
5.3.3 三个重要文档介绍	28
5.3.4 查询 Oracle 的错误信息	28
第 6 章 安装 Oracle 12c 并创建数据库	30
6.1 安装 Oracle 12c	30
6.2 创建数据库	36
6.3 删除 Oracle 12c 软件	44

第 7 章 配置和使用 SQL * Plus	46
7.1 启动数据库服务.....	46
7.2 启动和关闭数据库.....	46
7.3 可用数据库用户.....	48
7.4 常用 SQL * Plus 操作	48
7.4.1 使用 SQL * Plus 连接到本地数据库	48
7.4.2 切换连接用户.....	49
7.4.3 切换数据库.....	50
7.4.4 查看当前连接的数据库名称.....	50
7.4.5 执行 SQL 命令	50
7.4.6 describe 命令查询表的结构	51
7.4.7 修改执行过的 SQL 命令以重新执行	51
7.4.8 执行 SQL 脚本文件	51
7.5 设置 SQL * Plus 环境	52
7.5.1 设置每行容纳的字符数.....	52
7.5.2 设置查询结果的列宽.....	52
7.5.3 自定义 SQL 提示符	53
7.5.4 修改 ED 命令默认使用的编辑器	53
7.5.5 使用 glogin. sql 文件保存 SQL * Plus 环境配置	53
7.5.6 获得 SQL * Plus 环境设置帮助信息	54
第 8 章 SQL 查询语句	56
8.1 SQL 概述	56
8.1.1 SQL 的历史	56
8.1.2 SQL 的发音	57
8.1.3 SQL 查询的特点	57
8.1.4 SQL 标准	57
8.2 SQL 语言的主要类型	59
8.3 常用数据类型.....	60
8.4 数值类型.....	60
8.5 字符串数据类型.....	60
8.5.1 早期字符编码方式.....	61
8.5.2 Unicode 编码方式	61
8.5.3 数据库字符集与国家字符集.....	61
8.5.4 char(n)与 varchar2(n)	63
8.5.5 nchar(n)和 nvarchar2(n)	63
8.6 日期时间数据类型.....	63
8.7 Oracle 中的关键字	64

8.8 简单的 SQL 查询语句	64
8.8.1 最简单的查询——只指定表	64
8.8.2 指定列	65
8.8.3 指定列别名	65
8.8.4 指定查询条件	66
8.8.5 使用 order by 子句对查询结果排序	67
8.9 常用数值函数	68
8.10 字符数据的处理	69
8.10.1 字符串常量条件	69
8.10.2 字符串模糊查询	70
8.10.3 查询特殊字符	71
8.10.4 常用字符串函数	72
8.10.5 利用正则表达式搜索字符串	75
8.11 日期型数据的处理	78
8.11.1 获得当前日期时间	78
8.11.2 日期型常量	78
8.11.3 显示日期型列值	79
8.11.4 使用 extract() 函数抽取日期的指定部分	80
8.11.5 获取时间差	81
8.12 空值的处理	81
8.13 分组汇总查询	83
8.13.1 单独使用分组函数	84
8.13.2 与 group by 子句结合使用分组函数	85
8.13.3 having 子句	87
8.13.4 order by 子句	88
8.13.5 分组汇总查询小结	88
8.14 子查询	89
8.14.1 where 子句中使用子查询	89
8.14.2 select 子句中使用子查询	90
8.14.3 from 子句中使用子查询	91
8.14.4 非相关子查询与相关子查询	91
8.14.5 in 与 not in	94
8.14.6 exists 与 not exists	97
8.15 集合运算	98
8.15.1 求并集 union 与 union all	98
8.15.2 求交集 intersect	98
8.15.3 求差集 minus	99
8.16 多表连接查询	100
8.16.1 交叉连接	100

8.16.2	内连接	101
8.16.3	两种连接标准:SQL-86 与 SQL-92	103
8.16.4	外连接	104
8.17	如何构造复杂的查询语句	106
8.18	SQL 查询的等效转换	109
8.18.1	内连接与子查询	109
8.18.2	in,exists,内连接,intersect	109
8.18.3	not in,not exist,外连接	110
第 9 章	数据修改语句	112
9.1	delete	112
9.2	update	112
9.3	insert	113
9.4	构造涉及多个表的数据修改语句	113
9.4.1	附带复杂条件的 update 语句	114
9.4.2	修改的新值与其他表相关	114
第 10 章	表及约束	115
10.1	创建简单的表	115
10.2	约束	115
10.2.1	约束的种类	116
10.2.2	创建表时附加约束	116
10.2.3	对表增加约束	119
10.2.4	删除约束	120
10.2.5	禁用和启用约束	120
10.2.6	查询约束的信息	121
10.3	修改表的结构	122
10.3.1	修改列的数据类型	122
10.3.2	添加及删除列	123
10.3.3	修改列名	123
10.3.4	修改表名	123
10.3.5	清空表:truncate table	123
10.3.6	删除表	124
10.4	回收站功能	124
10.4.1	与回收站有关的数据字典视图	124
10.4.2	查询被删除表中的数据	125
10.4.3	恢复被删除的表	126
10.4.4	如何不开启回收站功能	127
10.4.5	清空回收站中的对象	127

10.4.6	关于回收站功能的几点注意事项	128
10.4.7	恢复与表相关的索引对象	128
10.5	DDL 语句的背后	129
第 11 章	管理表空间和数据文件	130
11.1	表空间	130
11.1.1	表空间是什么	130
11.1.2	如何创建表空间	130
11.1.3	如何把表创建于指定表空间	131
11.1.4	把表的数据移至另外一个表空间	131
11.1.5	查询表所在的表空间	131
11.1.6	表的数据存储于多个数据文件的原因	132
11.1.7	查询表空间或数据文件的系统信息	132
11.2	表空间的类型及其功能	133
11.3	存储空间如何分配	135
11.3.1	数据块、段和区	135
11.3.2	指定非默认的块大小	136
11.3.3	指定表空间的空間分配方式	136
11.3.4	观察空间分配的过程	137
11.3.5	对表分配指定大小的空间	139
11.4	删除数据时空间是否释放	139
11.5	修改表空间和数据文件的属性	141
11.6	与存储空间相关的系统信息查询	144
第 12 章	B 树索引	148
12.1	一个使用索引的例子	148
12.2	如何创建索引	150
12.3	B 树索引能把查询速度提高多少	151
12.4	B 树索引的结构	153
12.4.1	如何表示表中记录的地址	153
12.4.2	B 树索引的叶节点内容	155
12.4.3	B 树索引的分支节点内容	156
12.4.4	Oracle 如何利用索引进行查询	156
12.4.5	实验探究:验证索引叶节点及分支节点内容	157
12.4.6	哪些情况需要创建索引	159
12.5	如何知道一个查询是否使用了索引	159
12.5.1	设置 SQL * Plus 查看执行计划	159
12.5.2	通过查看执行计划确认是否使用索引	161
12.5.3	哪些情况不会使用索引	162

12.6	DML 语句对索引的影响	162
12.6.1	insert 语句对索引的影响	162
12.6.2	delete 语句对索引的影响	163
12.6.3	update 语句对索引的影响	163
12.7	基于函数的 B 树索引	163
12.8	设置索引的可见性	164
12.9	约束与索引	164
12.10	与 B 树索引有关的数据字典视图	165
第 13 章	位图索引	168
13.1	位图索引的功能	168
13.2	位图索引能把查询速度提高多少	168
13.3	位图索引占用多少空间	169
13.4	位图索引的结构	170
13.5	实验探究:验证位图索引的内容	170
第 14 章	管理数据库的各种文件	173
14.1	参数文件	173
14.1.1	参数文件的作用	173
14.1.2	pfile 和 spfile	173
14.1.3	修复 spfile	174
14.1.4	参数文件的存储位置	175
14.1.5	修改参数值	176
14.1.6	如何查询参数值	177
14.1.7	有关初始化参数的帮助	178
14.2	跟踪文件	179
14.2.1	跟踪文件的位置	179
14.2.2	跟踪文件的种类	180
14.2.3	警告文件	180
14.2.4	当前会话跟踪文件	182
14.3	控制文件	183
14.3.1	控制文件的内容	183
14.3.2	控制文件的安全性保障措施	185
14.4	重做文件	188
14.4.1	重做文件的内容	188
14.4.2	实例恢复与介质恢复	189
14.4.3	重做文件组	189
14.4.4	查询重做文件信息	192
14.4.5	管理联机重做文件	192

14.4.6	移动重做文件	194
14.4.7	数据库归档模式	195
14.4.8	查询数据库归档模式	199
14.4.9	查询联机重做文件组及重做文件信息	199
14.4.10	查询归档日志文件信息	201
第 15 章	实例	203
15.1	内存构成部分	203
15.1.1	SGA	203
15.1.2	PGA	203
15.1.3	UGA	203
15.2	SGA 构成部分	204
15.2.1	固定区域(fixed area)	204
15.2.2	数据缓冲区(database buffer cache)	204
15.2.3	Java 池(Java pool)	206
15.2.4	大池(large pool)	206
15.2.5	重做缓冲区(redo buffer)	206
15.2.6	共享池(shared pool)	207
15.3	PGA 的构成	208
15.3.1	私有 SQL 区域	208
15.3.2	SQL 工作区域	208
15.4	内存管理与配置	209
15.4.1	内存自动管理	209
15.4.2	自动管理 SGA	210
15.4.3	手工管理 SGA	212
15.5	进程	212
15.5.1	服务器进程	215
15.5.2	后台进程	217
第 16 章	事务处理与锁	220
16.1	事务概念	220
16.1.1	事务应用实例 1:银行转账	220
16.1.2	事务应用实例 2:超市收银	221
16.2	事务的 ACID 属性	221
16.2.1	Atomicity——原子性	221
16.2.2	Consistency——一致性	221
16.2.3	Isolation——隔离性	222
16.2.4	Durability——持久性	223
16.3	事务控制命令	223

16.4	并发控制要解决的问题	224
16.5	解决并发问题的锁和多版本数据技术	226
16.5.1	Oracle 中锁的种类	226
16.5.2	Oracle 自动附加的锁	227
16.5.3	DML 锁	227
16.5.4	死锁	229
16.5.5	锁的升级和转换	230
16.5.6	多版本数据技术	230
16.5.7	总结:Oracle 解决三个并发控制问题的方法	232
16.6	实例恢复	232
16.6.1	checkpoint 与实例恢复的关系	233
16.6.2	前滚(rollforward)	233
16.6.3	回滚(rollback)	233
第 17 章	网络连接	234
17.1	网络连接的几个术语	234
17.1.1	服务器与客户端	234
17.1.2	数据库服务名	234
17.1.3	监听器	235
17.1.4	专用服务器模式及专用服务器进程	237
17.1.5	共享服务器模式和共享服务器进程	237
17.1.6	服务注册	238
17.2	简单的网络连接配置	239
17.2.1	服务器端操作	239
17.2.2	客户端配置	240
17.3	共享服务器模式及专用服务器模式配置	248
17.3.1	配置共享服务器模式	248
17.3.2	在客户端指定共享或专用连接方式	253
17.4	使用非默认端口连接数据库	254
17.4.1	设置监听器	254
17.4.2	设置 local_listener 参数静态注册数据库服务至监听器	256
17.4.3	配置客户端连接至数据库	256
第 18 章	用户和权限管理	258
18.1	一个用户及权限管理的简单示例	258
18.2	用户管理	259
18.2.1	用户属性	259
18.2.2	创建用户	260
18.2.3	模式的概念	260

18.2.4	修改用户属性.....	260
18.2.5	删除用户.....	261
18.2.6	查询数据库中的用户名称.....	261
18.2.7	查询用户属性.....	262
18.2.8	数据库中的预定义用户.....	263
18.2.9	预置管理用户.....	263
18.3	权限管理.....	264
18.3.1	Oracle 中的权限种类	264
18.3.2	系统权限.....	265
18.3.3	unlimited tablespace 权限.....	265
18.3.4	sysdba 和 sysoper 权限	265
18.3.5	数据库中的所有系统权限.....	265
18.3.6	对象权限.....	266
18.3.7	赋予系统权限.....	267
18.3.8	赋予对象权限.....	267
18.3.9	撤销用户权限.....	268
18.3.10	查询用户的权限信息	269
18.4	角色.....	271
18.4.1	public 角色	271
18.4.2	角色相关信息查询.....	271
18.4.3	connect、resource、dba 角色	272
参考文献		273

第1章 数据库技术基础

随着计算机技术的快速发展,人们的日常生活对数据库应用的依赖越来越紧密。本章对数据库技术的相关背景和概念作简单介绍。

本章内容主要包括:

- 数据库应用的场合
- 常用术语
- 数据库系统的构成

1.1 数据库应用的场合

随着计算机网络,特别是移动互联网技术的飞速发展,越来越多的日常任务可以在网上完成,与传统的线下方式相比,金融、购物、出行、交流等活动更加方便快捷。人们可以使用网上银行、手机银行进行各种金融活动,使用淘宝、京东等网站或手机客户端软件进行购物,使用携程网、去哪儿网等网站,在出行前预订机票酒店,通过刷微博、朋友圈等获得各种社会、文化、科技信息,使用微信、QQ等即时通信软件与朋友交流。

以上这些系统背后都离不开数据库的支撑,近年兴起的大数据技术更离不开数据库的支持,就业市场对数据库技术人员,如数据库管理、应用开发等方面人才的需求越来越大。

1.2 常用术语

为了以后叙述方便,本节先给出以下三个术语的定义。

数据库(Database,DB):是长期存储在计算机内的、有组织、有结构的大量的可共享的数据集合。数据按一定的数据模型组织、描述和存储,具有较小的冗余度、较高的数据独立性和易扩展性,并可以供各种用户共享。

数据库管理系统(Database Management System,DBMS):是位于用户与操作系统之间的一类数据管理软件。其作用是科学、有效地组织和存储数据,高效地获取和维护数据。Oracle、DB2、SQL Server都是典型的DBMS产品。

数据库系统(Database System,DBS):是引入了数据库、服务于特定功能的计算机应用系统。

1.3 数据库系统的构成

数据库系统一般由硬件、软件及各种人员构成,下面分别介绍。

1.3.1 硬件

这里的硬件主要是指数据库服务器。数据库系统的数据量一般很大,加之 DBMS 要提供复杂的功能,因此整个数据库系统对硬件资源的要求很高,需要足够大的内存,足够大、足够快的硬盘,足够多、足够快的 CPU,这是数量和速度的要求。

另外,数据库应用系统一般要保持常年 24 小时运转,所以更重要的是对硬件质量和性能的要求,能够用作数据库服务器的计算机一般都是各计算机厂商生产的专用服务器,比如 Oracle、IBM、HP 等著名计算机厂商的服务器产品,甚至是小型机、大型机,这些机器一般都使用专用的 CPU、内存条,数据存储采用磁盘阵列,如 EMC 公司的系列存储产品。这些硬件不同于普通用户在 PC 上使用的 CPU、内存条,其性能和价格也远远高于 PC 上的各种硬件。

1.3.2 软件

数据库系统的软件主要包括操作系统、DBMS、前端应用软件。

大型数据库服务器一般采用专用服务器,而多数高端服务器厂商的服务器产品一般只能安装专用的 Unix 操作系统,如 Oracle 的 SPARC 系列服务器产品只能安装 Solaris 操作系统(SPARC 服务器及 Solaris 操作系统都是原 Sun 公司出品,Sun 公司于 2010 年被 Oracle 公司收购),而 IBM 公司的高端服务器只能安装 AIX 操作系统(IBM 公司的 Unix 版本)。

中小企事业单位,其数据量中等,一般也不需要常年 24 小时运行,对服务器硬件的要求稍低,一般使用 PC 服务器,安装 Windows 或 Linux 操作系统平台。

实际应用不同,所需要的 DBMS 也不同。一般单用户应用使用各种桌面数据库产品就够了,如微软公司的 Access 产品,而大型、关键应用(指涉及金融或财务的应用)一般采用大型数据库产品,如 Oracle、DB2 或 SQL Server。

前端应用软件一般由另外的软件公司根据企业的具体要求进行定制开发。

1.3.3 人员

数据库系统所涉及的人员主要包括:系统分析人员和数据库设计人员,应用程序开发人员,数据库管理员(Database Administrator, DBA),以及终端用户。

系统分析人员负责应用系统的需求分析和规范说明,与用户及 DBA 讨论,确定系统的软硬件配置,并参与数据库系统的概要设计。系统分析人员要具备全面的软件工程知识及丰富的系统设计、开发经验。

数据库设计人员负责数据库中数据的确定,参加用户需求调查和系统分析,根据分析结果设计出应用所需的表及其结构。

应用程序开发人员负责设计和编写应用系统的程序模块及前端界面,需要精通 SQL 语言以及相应 DBMS 的存储过程编写方法,并且要精通所使用的前台开发语言。

数据库管理人员负责全面管理和维护数据库系统,具体职责包括以下几个方面:决定数据库的存储结构和存取策略;从安全和效率的方面考虑,确定不同的数据和不同的文件应该在多个磁盘上如何分布;确定数据库的安全性要求,主要指用户和权限控制;负责数据库的备份和恢复,主要是备份策略的制订和实施,以及数据库出现故障后的恢复实施;监控数据库的运行,主要是空间的使用情况,以及操作低效的成因确定和解决。

以上人员都要求精通数据库理论及其所使用的 DBMS 产品,另外,数据库管理员还要熟悉相关 DBMS 和操作系统的原理及操作,并具备一定的程序开发知识。

终端用户指数据库系统要服务的对象,这些人一般不需要懂计算机技术和数据库技术,程序开发人员所设计的前台界面主要供这部分人使用,例如使用银行 ATM 机取款的人,就是银行数据库系统的终端用户,使用淘宝网站购物的人就是淘宝数据库系统的终端用户。