

高等学校应用型本科创新人才培养计划指定教材
高等学校计算机类专业“十三五”课改规划教材



Oracle

■ 数据库应用开发及实践

枣庄学院

青岛英谷教育科技股份有限公司 编著



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校应用型本科创新人才培养计划指定教材

高等学校计算机类专业“十三五”课改规划教材

Oracle 数据库 应用开发及实践

枣庄学院

编著

青岛英谷教育科技股份有限公司

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书从数据库的基本概念出发,以 Oracle 11g 数据库为背景详细介绍了数据库的原理和数据库系统的开发技术。全书分为两篇:理论篇介绍了关系型数据库的理论、Oracle 基本概念、SQL 的使用方法、函数、表、视图、游标、SQL Developer 工具的使用以及数据库安全和备份等技术;在原理的基础上,实践篇通过具体实例,演示表、索引、视图、存储过程和函数的使用方法。

本书重点突出、偏重应用,理论篇的实例和实践篇的案例讲解、剖析相结合,使读者能迅速理解并掌握知识,全面提高动手实践能力。

本书适应面广,可作为本科计算机科学与技术、软件工程、网络工程、计算机软件、计算机信息管理、电子商务和经济管理等专业的教材。

图书在版编目(CIP)数据

Oracle 数据库应用开发及实践/枣庄学院,青岛英谷教育科技股份有限公司编著. —西安:西安电子科技大学出版社,2015.8

高等学校计算机类专业“十三五”课改规划教材

ISBN 978-7-5606-3788-4

I. ① O… II. ① 枣… ② 青… III. ① 关系数据库系统—高等学校—教材 IV. ① TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 171182 号

策 划 毛红兵

责任编辑 刘玉芳 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 26.5

字 数 630 千字

印 数 1~3000 册

定 价 64.00 元

ISBN 978-7-5606-3788-4/TP

XDUP 4080001-1

如有印装问题可调换

高等学校计算机类专业 “十三五”课改规划教材编委会

主编 王海峰

编委	王 燕	王成端	薛庆文	孔繁之
	李 丽	张 伟	李树金	高仲合
	吴自库	陈龙猛	张 磊	吴海峰
	郭长友	刘 斌	禹继国	王玉锋

❖❖❖ 前 言 ❖❖❖

本科教育是我国高等教育的基础，而应用型本科教育是高等教育由精英教育向大众化教育转变的必然产物，是社会经济发展的要求，也是今后我国高等教育规模扩张的重点。应用型创新人才培养的重点在于训练学生将所学理论知识应用于解决实际问题，这主要依靠课程的优化设计以及教学内容和方法的更新。

另外，随着我国计算机技术的迅猛发展，社会对具备计算机基本能力的人才需求急剧增加，“全面贴近企业需求，无缝打造专业实用人才”是目前高校计算机专业教育的革新方向。为了适应高等教育体制改革的新形势，积极探索适应 21 世纪人才培养的教学模式，我们组织编写了高等院校计算机类专业系列课改教材。

该系列教材面向高校计算机类专业应用型本科人才的培养，强调产学研结合，经过了充分的调研和论证，并参照多所高校一线专家的意见，具有系统性、实用性等特点。旨在使读者在系统掌握软件开发知识的同时，着重培养其综合应用能力和解决问题的能力。

该系列教材具有如下几个特色。

1. 以培养应用型人才为目标

本系列教材以培养应用型软件人才为目标，在原有体制教育的基础上对课程进行了改革，强化“应用型”技术的学习，使读者在经过系统、完整的学习后能够掌握如下技能：

- ✧ 掌握软件开发所需的理论和技术体系以及软件开发过程规范体系；
- ✧ 能够熟练地进行设计和编码工作，并具备良好的自学能力；
- ✧ 具备一定的项目经验，包括代码的调试、文档编写、软件测试等内容；
- ✧ 达到软件企业的用人标准，做到学校学习与企业的无缝对接。

2. 以新颖的教材架构来引导学习

本系列教材采用的教材架构打破了传统的以知识为标准编写教材的方法，采用理论篇与实践篇相结合的组织模式，引导读者在学习理论知识的同时，加强实践动手能力的训练。

- ✧ 理论篇：学习内容的选取遵循“二八原则”，即，重点内容由企业中常用的 20% 的技术组成。每个章节设有本章目标，明确本章学习重点和难点，章节内容结合示例代码，引导读者循序渐进地理解和掌握这些知识和技能，培养学生的逻辑思维能力，掌握软件开发的必备知识和技巧。
- ✧ 实践篇：集多点于一线，任务驱动，以完整的具体案例贯穿始终，力求使学生在动手实践的过程中，加深对课程内容的理解，培养学生独立分析和解决问题的能力，并配备相关知识的拓展讲解和拓展练习，拓宽学生的知识面。

另外，本系列教材借鉴了软件开发中的“低耦合，高内聚”的设计理念，组织结构上遵循软件开发中的 MVC 理念，即在保证最小教学集的前提下可以根据自身的实际情况对

整个课程体系进行横向或纵向裁剪。

3. 提供全面的教辅产品来辅助教学实施

为充分体现“实境耦合”的教学模式，方便教学实施，该系列教材配备可配套使用的项目实训教材和全套教辅产品。

- ✧ 实训教材：集多线于一面，以辅助教材的形式，提供适应当前课程(及先行课程)的综合项目，遵循软件开发过程，进行讲解、分析、设计、指导，注重工作过程的系统性，培养读者解决实际问题的能力，是实施“实境”教学的关键环节。
- ✧ 立体配套：为适应教学模式和教学方法的改革，本系列教材提供完备的教辅产品，主要包括教学指导、实验指导、电子课件、习题集、实践案例等内容，并配以相应的网络教学资源。教学实施方面，本系列教材提供全方位的解决方案(课程体系解决方案、实训解决方案、教师培训解决方案和就业指导解决方案等)，以适应软件开发教学过程的特殊性。

本书由枣庄学院、青岛英谷教育科技有限公司编写，参加编写工作的有王海峰、王燕、宁维巍、朱仁成、宋国强、何莉娟、杨敬熹、田波、侯方超、刘江林、方惠、莫太民、邵作伟、王千等。本书在编写期间得到了各合作院校专家及一线教师的大力支持与协作，在此，对他们表示衷心的感谢。

由于水平有限，书中难免有不足之处，欢迎大家批评指正！读者在阅读过程中发现问题，可以通过邮箱(yujin@tech-yj.com)发给我们，以期进一步完善。

本书编委会
2015年3月

◆◆◆ 目 录 ◆◆◆

理 论 篇

第 1 章 数据库概述3	1.7.3 模式评价与改进.....61
1.1 数据库概述.....4	1.8 Oracle 数据库概述.....62
1.1.1 数据库基本概念.....4	1.8.1 Oracle 数据库简介.....62
1.1.2 数据库发展史.....6	1.8.2 Oracle 发展史.....63
1.1.3 数据库特征.....8	1.8.3 Oracle 数据库的应用结构.....65
1.1.4 常见数据库.....9	本章小结.....67
1.2 数据模型.....10	本章练习.....68
1.2.1 概念模型.....11	第 2 章 客户端开发工具73
1.2.2 逻辑模型.....13	2.1 SQL Developer 概述.....74
1.3 关系模型理论.....17	2.2 SQL Developer 简介.....74
1.3.1 关系.....18	2.2.1 SQL Developer 下载.....74
1.3.2 关系模式.....21	2.2.2 创建数据库连接.....76
1.3.3 关系的完整性.....21	2.3 SQL Developer 基本操作.....78
1.3.4 关系代数.....24	2.3.1 数据操作.....79
1.4 规范化理论.....31	2.3.2 表的创建、修改.....81
1.4.1 规范化理论的提出.....31	2.4 开发与调试.....85
1.4.2 函数依赖.....34	2.4.1 创建存储过程.....85
1.4.3 函数依赖定义的码.....37	2.4.2 运行存储过程.....88
1.4.4 范式及各范式的关系.....37	2.4.3 调试存储过程.....89
1.4.5 规范化思想.....45	2.4.4 调试 PLSQL 块.....90
1.5 数据库设计.....46	2.5 导入与导出.....91
1.5.1 数据库设计特点.....47	2.5.1 导出数据.....91
1.5.2 需求分析.....50	2.5.2 导入数据.....92
1.6 概念结构设计.....51	2.6 SQL*Plus 概述.....94
1.6.1 概念结构设计定义.....51	2.6.1 SQL*Plus 启动.....95
1.6.2 概念结构设计的方法和步骤.....53	2.6.2 SQL*Plus 使用.....95
1.6.3 数据抽象.....54	本章小结.....97
1.6.4 E-R 图的生成.....55	本章练习.....98
1.7 逻辑结构设计.....58	第 3 章 数据表对象99
1.7.1 初始关系模式设计.....59	3.1 表.....100
1.7.2 数据模型优化的方法.....60	3.1.1 创建表.....100

3.1.2 修改表	103
3.1.3 删除表	104
3.2 索引	105
3.2.1 创建索引	105
3.2.2 维护索引	107
3.2.3 索引使用原则	107
3.3 约束	108
3.3.1 创建约束	109
3.3.2 维护约束	113
本章小结	114
本章练习	114
第4章 SQL 应用基础	117
4.1 SQL 语言概述	118
4.1.1 SQL 语言特点	118
4.1.2 SQL 分类	119
4.1.3 SQL 语句编写规则	120
4.2 数据查询	120
4.2.1 列查询	121
4.2.2 条件查询	122
4.2.3 算术运算符	123
4.2.4 排序	124
4.2.5 联合查询	124
4.2.6 模糊查询	125
4.2.7 查询 NULL 值	125
4.3 多表查询	125
4.3.1 内连接	126
4.3.2 外连接	127
4.4 子查询	130
4.4.1 单行和多行子查询	131
4.4.2 多列子查询	133
4.4.3 相关子查询	134
4.5 系统函数	135
4.5.1 单行函数	135
4.5.2 数据分组	150
4.6 数据操作	154
4.6.1 插入数据	155
4.6.2 更新数据	156
4.6.3 删除数据	158
4.7 DML 事务操作	159

本章小结	163
本章练习	163
第5章 视图与序列	167
5.1 视图概述	168
5.2 建立视图	170
5.2.1 简单视图	170
5.2.2 复杂视图	171
5.2.3 连接视图	172
5.2.4 只读视图	172
5.2.5 CHECK 约束	173
5.3 维护视图	173
5.3.1 修改视图	174
5.3.2 重新编译视图	174
5.3.3 删除视图	174
5.4 序列	175
5.4.1 序列概述	175
5.4.2 使用序列	176
5.4.3 维护序列	176
本章小结	177
本章练习	177
第6章 PL/SQL 基础	179
6.1 PL/SQL 简介	180
6.1.1 PL/SQL 概述	180
6.1.2 PL/SQL 结构	180
6.1.3 PL/SQL 块分类	182
6.1.4 注释	183
6.2 基本数据类型	184
6.2.1 标量变量	185
6.2.2 使用%TYPE	187
6.3 记录类型	187
6.3.1 自定义 PL/SQL 记录类型	188
6.3.2 %ROWTYPE 记录类型	189
6.4 集合类型	189
6.4.1 PL/SQL 一维表	190
6.4.2 PL/SQL 多维表	191
6.4.3 嵌套表	192
6.4.4 可变数组	193
6.4.5 集合方法	194
6.5 运算符与表达式	196

6.5.1 运算符	196	7.5.4 重载	241
6.5.2 表达式	197	7.5.5 构造过程	242
6.6 流程控制语句	198	7.5.6 维护包	243
6.6.1 条件分支语句	198	7.6 触发器	243
6.6.2 CASE 语句	200	7.6.1 语句触发器	244
6.6.3 循环语句	202	7.6.2 行触发器	246
6.6.4 GOTO 语句	204	7.6.3 维护触发器	250
6.7 异常处理	204	本章小结	251
6.7.1 异常简介	205	本章练习	251
6.7.2 异常处理	205	第 8 章 事务管理与并发控制	255
本章小结	209	8.1 事务的概念	256
本章练习	209	8.1.1 事务概述	256
第 7 章 PL/SQL 进阶	211	8.1.2 事务的状态	256
7.1 游标	212	8.1.3 事务的特性与应用	257
7.1.1 显式游标	212	8.2 事务控制	259
7.1.2 使用游标	213	8.2.1 搭建事务演示环境	259
7.1.3 游标 FOR 循环	216	8.2.2 事务的开始与结束	261
7.1.4 游标修改和删除操作	217	8.2.3 事务的提交	261
7.1.5 隐式游标	219	8.2.4 事务的回滚与保存点	262
7.2 游标变量	220	8.2.5 事务隔离级别	264
7.2.1 游标变量定义	220	8.3 并发的概念	266
7.2.2 游标变量操作	221	8.3.1 并发概述	266
7.3 存储过程	223	8.3.2 锁、锁定和锁定协议	268
7.3.1 存储过程概述	223	8.3.3 锁的粒度	273
7.3.2 无参存储过程	224	8.4 锁在 Oracle 中的应用	273
7.3.3 带输入参数的存储过程	224	8.4.1 Oracle 中锁的分类	274
7.3.4 带输出参数的存储过程	227	8.4.2 Oracle 中锁的级别	277
7.3.5 带输入输出参数的存储过程	229	8.4.3 Oracle 中锁争用的检测与解决	278
7.3.6 维护存储过程	230	本章小结	283
7.3.7 存储过程中使用 DDL 语句	231	本章练习	284
7.4 自定义函数	231	第 9 章 用户管理与安全	287
7.4.1 函数概述	231	9.1 安全性概述	288
7.4.2 调用函数	232	9.1.1 计算机安全性概述	288
7.4.3 函数返回类型	233	9.1.2 数据库安全性控制	289
7.4.4 维护函数	235	9.2 Oracle 中的用户管理	293
7.5 包	236	9.2.1 数据库系统用户概述	293
7.5.1 包概述	236	9.2.2 Oracle 用户概述	294
7.5.2 调用包	237	9.2.3 Oracle 用户管理	294
7.5.3 使用集合类型	240	9.3 Oracle 中的权限管理	298

9.3.1 Oracle 系统权限.....	299
9.3.2 Oracle 对象权限.....	302
9.4 Oracle 中的角色管理.....	303
9.4.1 角色概述.....	303
9.4.2 Oracle 中角色概述.....	304
9.4.3 Oracle 中角色管理与使用.....	304
本章小结.....	307
本章练习.....	307
第 10 章 Oracle 数据备份与恢复	309
10.1 数据恢复与备份.....	310

10.1.1 数据库恢复概述.....	310
10.1.2 故障种类及恢复策略.....	311
10.1.3 Oracle 数据库的备份与恢复.....	313
10.2 Oracle 闪回技术.....	315
10.2.1 闪回查询.....	316
10.2.2 闪回版本查询.....	321
10.2.3 闪回事务查询.....	324
本章小结.....	326
本章练习.....	326

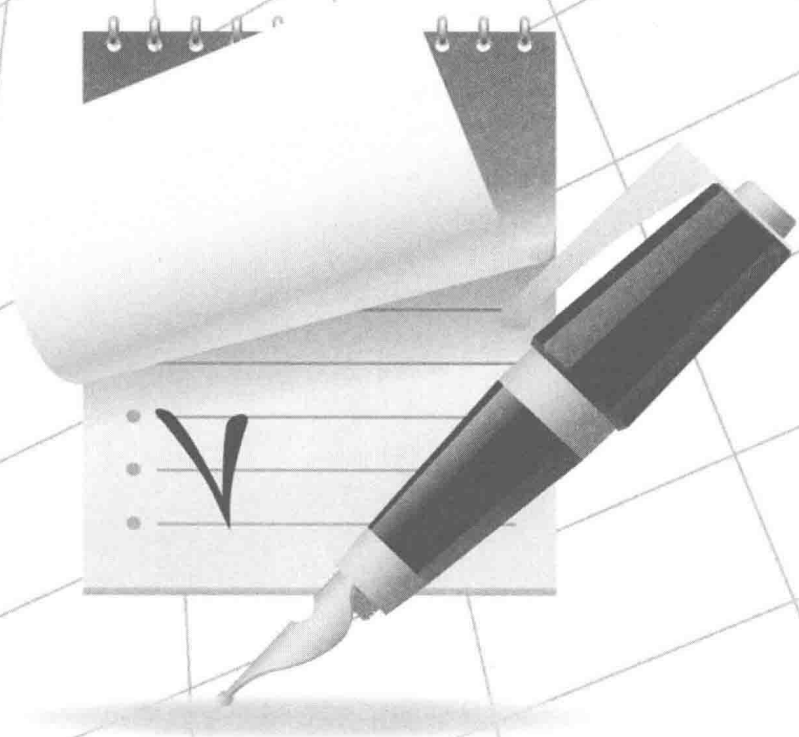
实 践 篇

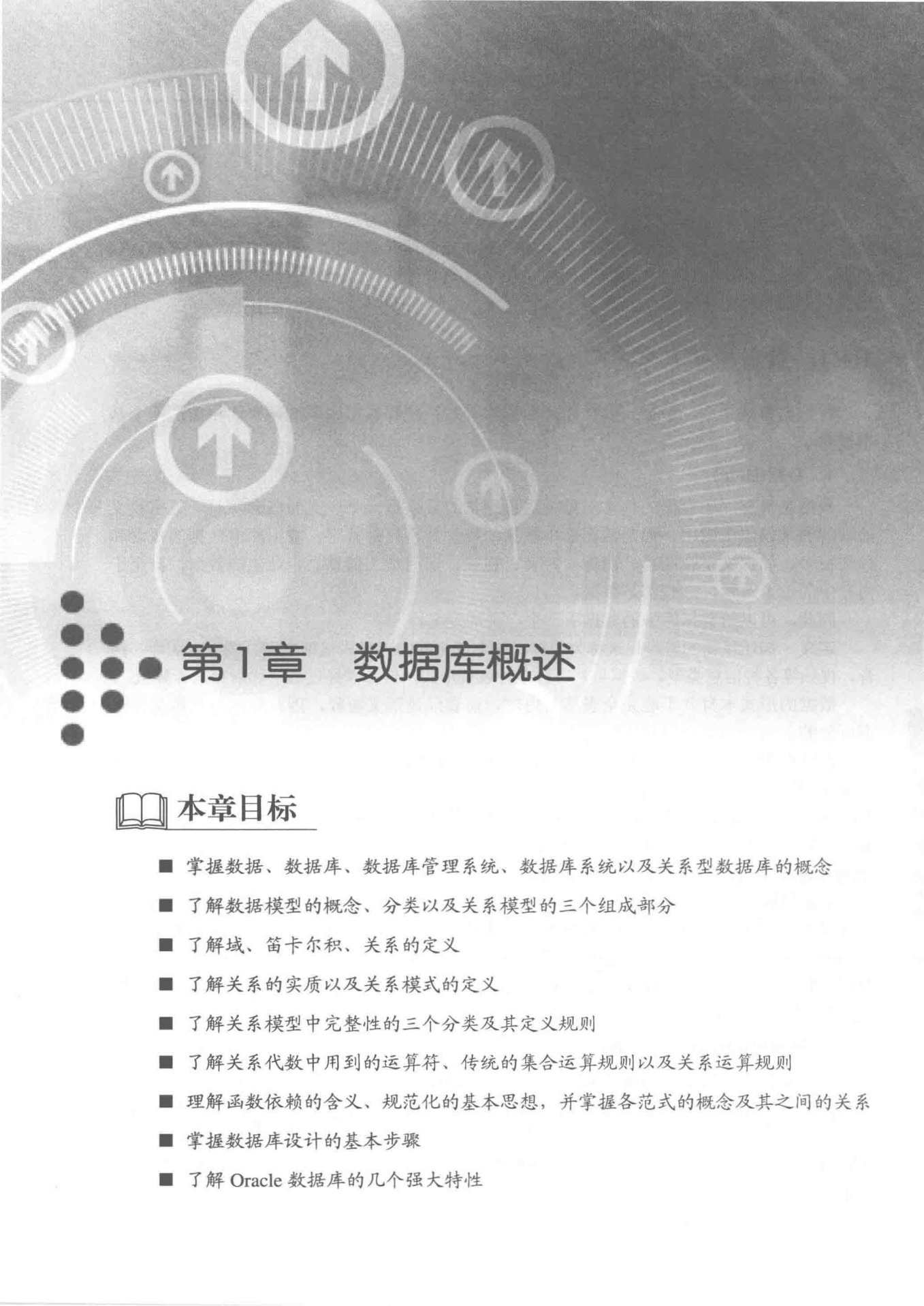
实践 1 Oracle 11g 数据库系统	329
实践指导.....	329
实践 1.1.....	329
实践 1.2.....	344
实践 1.3.....	346
知识拓展.....	348
实践 2 数据操作	355
实践指导.....	355
实践 2.1.....	355
实践 2.2.....	357
实践 2.3.....	358
实践 2.4.....	358
知识拓展.....	360
实践 3 视图与序列	369
实践指导.....	369
实践 3.1.....	369
实践 3.2.....	369
知识拓展.....	370
实践 4 PL/SQL 基础	372
实践指导.....	372

实践 4.1.....	372
实践 4.2.....	373
实践 4.3.....	373
实践 4.4.....	375
实践 4.5.....	379
实践 4.6.....	379
知识拓展.....	380
实践 5 PL/SQL 进阶	384
实践指导.....	384
实践 5.1.....	384
实践 5.2.....	385
实践 5.3.....	387
实践 5.4.....	389
实践 5.5.....	390
知识拓展.....	393
实践 6 Oracle 数据库备份与恢复	398
实践指导.....	398
知识拓展.....	402

附录 A 常用 SQL*Plus 命令	405
附录 B Oracle 数据隐式转换规则	413

理论篇





第1章 数据库概述



本章目标

- 掌握数据、数据库、数据库管理系统、数据库系统以及关系型数据库的概念
- 了解数据模型的概念、分类以及关系模型的三个组成部分
- 了解域、笛卡尔积、关系的定义
- 了解关系的实质以及关系模式的定义
- 了解关系模型中完整性的三个分类及其定义规则
- 了解关系代数中用到的运算符、传统的集合运算规则以及关系运算规则
- 理解函数依赖的含义、规范化的基本思想，并掌握各范式的概念及其之间的关系
- 掌握数据库设计的基本步骤
- 了解 Oracle 数据库的几个强大特性



1.1 数据库概述

今天是一个信息化的时代, 各行各业都有海量的数据需要存储或处理, 如搜索引擎、电子地图、大中型企业的生产数据等。如何更加安全地存储数据, 更加快速地检索和处理数据, 都是数据库技术需要研究的问题。在系统地介绍数据库技术之前, 本节首先介绍一些数据库的常用术语和基本概念。

1.1.1 数据库基本概念

在数据库技术中, 数据、数据库、数据库管理系统和数据库系统是密切相关的四个基本概念。

1. 数据(Data)

数据是数据库中存储的基本对象。这里所指的数据是一个广义的概念, 对于数据狭义的理解通常仅限于数字, 但是数据库中数据的概念并不只是数字。数据库中数据的概念和种类很多, 如: 文字、图形、图像、声音、视频、部门员工信息、企业生产数据, 甚至于内存中的一个对象, 这些都是数据。

因此, 可以给数据库中的数据下一个广义的定义。

定义 描述事物的符号记录称为数据, 这个符号的内容形式包括文字、图形、图像、声音、视频等各种信息类型。数据虽然有许多种表现形式, 但都需经过数字化后存入计算机。

数据的形式本身并不能完全表达其内容, 需要经过语义解释, 因此数据与其语义是密不可分的。

在日常生活中, 人们直接使用语言(如英语、汉语)进行信息交流。而在计算机中, 为了存储和处理现实世界中的这些抽象的信息, 就要从这些事物中抽取出重要且有用的信息来组成一个记录描述给计算机。例如: 在某特定的环境中, 对于雇员感兴趣的信息是雇员编号、姓名、工作、部门负责人、受雇时间、薪资、部门, 那么可以描述如下:

(7369, SMITH, CLERK, 7902, 2010/12/1, 800, 20)

上面的雇员信息就是数据。对于上面的雇员记录, 通过了解其语义, 就可以得知: 该雇员叫“SMITH”, 雇员编号为“7369”, 从事的工作是“CLERK”, 部门负责人的编号为“7902”, 受雇时间为“2010/12/1”, 所属部门的部门编号为“20”。若不了解其语义, 则很难理解其含义, 可见数据和语义是密不可分的。数据的解释是指对数据含义的说明, 数据的含义称为数据的语义。

2. 数据库(DataBase, DB)

数据库的概念从不同的角度来描述就有不同的定义。例如, 有的称数据库是一个“记录保存系统”(该定义强调了数据库是若干记录的集合)。又如有的人称数据库是“人们为解决特定的任务, 以一定的组织方式存储在一起的相关的数据的集合”(该定义侧重于数据的组织), 更有甚者称数据库是“一个数据仓库”, 当然, 这种说法虽然形象, 但并不严谨。



严格的数据库定义如下所示:

定义 数据库是“按照数据结构来组织、存储和管理数据的仓库”。在日常的管理工作中,常常需要把某些相关的数据放进这样的“仓库”,并根据管理的需要进行相应的处理。例如,企业或事业单位的人事部门常常要把本单位雇员的基本情况(职工号、姓名、年龄、性别、籍贯、工资、简历等)存放在表中,这张表就可以看成是一个数据库。有了这个“数据仓库”就可以根据需要随时查询某职工的基本情况,也可以查询工资在某个范围内的职工人数等。这些工作如果都能在计算机上自动进行,那企业的人事管理就可以达到极高的水平。此外,在财务管理、仓库管理、生产管理中也需要建立众多的这种“数据库”,使其可以利用计算机实现财务、仓库、生产的自动化管理。

詹姆斯·马丁(J. Martin)给数据库下了一个比较完整的定义:

定义 数据库是存储在一起的相关数据的集合,这些数据是结构化的,无有害或不必要的冗余,并为多种应用服务;数据的存储独立于使用它的程序;对数据库插入新数据,修改和检索原有数据均能按一种公用和可控制的方式进行。当某个系统中存在结构上完全分开的若干个数据库时,则该系统包含一个“数据库集合”。

3. 数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS)

了解数据和数据库的概念之后,急需解决的问题是如何科学地组织和存储数据以及如何高效地检索和维护数据?解决这些问题的是一个系统软件即数据库管理系统。

数据库管理系统是一个通用的管理数据库的软件系统,是由一组计算机程序构成的。数据库管理系统负责数据库的定义、建立、操纵、管理和维护,能够对数据库进行有效的管理,包括存储管理、安全性管理、完整性管理等。数据库管理系统提供了一个软件环境,使用户能方便快速地建立、维护、检索、存取和处理数据库中的信息。

数据库管理系统实现数据库系统的各项功能。应用程序必须通过 DBMS 来访问数据库。DBMS 可以看成是操作系统的一个特殊用户,它向操作系统申请所需的软、硬件资源,并接受操作系统的控制和调度。操作系统则是 DBMS 与硬件之间的接口,是 DBMS 的基础。

4. 数据库系统(DataBase System, DBS)

数据库系统是指在计算机系统中引入数据库后的系统。其严格定义如下:

定义 数据库系统是由数据库及其管理软件组成的系统。它是为适应数据处理的需要而发展起来的一种较为理想的数据处理的核心机构。它是一个实际可运行的,并且能够存储、维护和为应用系统提供数据的软件系统,是存储介质、处理对象和管理系统的集合体。

数据库系统一般由数据库、数据库管理系统、数据库管理员(DBA)及用户、应用程序四个部分组成。其核心是数据库管理系统。

5. 关系型数据库管理系统(Relational DataBase Management System, RDBMS)

关系型数据库管理系统是通过数据、关系和对数据的约束三者组成的数据模型来存放和管理数据的,其中,关系型数据库是建立在关系模型基础之上的数据库,其借助于集合代数等数学概念和方法来处理数据库中的数据。

RDBMS 是所有现代数据库系统的基础,如 MS SQL Server、IBM DB2、Oracle、



MySQL 等。RDBMS 中的数据存储在被成为“表(Table)”的数据库对象中,其中,表是相关数据项的集合,它由列和行组成。



关于关系模型的概念参见 1.3 节。

注意

1.1.2 数据库发展史

数据库的历史可以追溯到 20 世纪 50 年代,那时的数据管理非常简单,机器通过数百万张穿孔卡片来进行数据的处理,其运行结果可以在纸上打印出来或者制成新的穿孔卡片。而数据管理就是对所有这些穿孔卡片进行物理储存和处理。然而,1951 年雷明顿兰德公司(Remington Rand Inc.)一种叫做 Univac I 的计算机推出了一秒钟可以输入数百条记录的磁带驱动器,从而引发了数据管理的革命。

研制计算机的初衷是利用它执行科学计算。随着计算机技术的发展,其应用远远超出了这个范围。在应用需求的推动下,在计算机硬件、软件发展的基础上,数据库管理技术经历了人工管理、文件系统、数据库系统、高级数据库系统四个阶段,下面分别介绍这四个阶段。

1. 人工管理阶段

20 世纪 50 年代中期之前,计算机的软硬件均不完善。硬件存储设备只有磁带、卡片和纸带,软件方面还没有操作系统,当时的计算机主要用于科学计算。这个阶段由于还没有软件系统对数据进行管理,程序员在程序中不仅要规定数据的逻辑结构,还要设计其物理结构,包括存储结构、存取方法、输入/输出方式等。当数据的物理组织或存储设备改变时,用户程序就必须重新编写。由于数据的组织面向应用,不同的计算程序之间不能共享数据,使得不同的应用之间存在大量的重复数据,很难维护应用程序之间数据的一致性。

这一阶段的主要特征可归纳为如下几点:

- (1) 计算机中没有支持数据管理的软件。
- (2) 数据组织面向应用,数据不能共享,但可重复。
- (3) 在程序中要规定数据的逻辑结构和物理结构,数据与程序不独立。
- (4) 数据处理方式——批处理。

2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代中期到 60 年代中期,计算机大容量存储设备(如硬盘)的出现,推动了软件技术的发展,而操作系统的出现标志着数据管理步入一个新的阶段——文件系统阶段。在这个阶段数据以文件为单位存储在外存储器,且由操作系统统一管理。操作系统为用户使用文件提供了友好界面,并且文件的逻辑结构与物理结构脱离、程序和数据分离,从而使数据与程序有了一定的独立性。用户的程序与数据可分别存放在外存储器上,各个应用程序可以共享一组数据,实现了以文件为单位的数据共享。

由于数据的组织面向程序,而且存在大量的数据冗余,所以数据的逻辑结构不能方便



地修改和扩充,其每一个微小的改变都会影响到应用程序。由于文件之间互相独立,因而它们不能反映现实世界中事物之间的联系,操作系统不负责维护文件之间的联系信息。如果文件之间有内容上的联系,就只能由应用程序去处理。

3. 数据库系统阶段

60年代后,随着计算机在数据管理领域的普遍应用,人们对数据管理技术提出了更高的应用要求:希望面向企业或部门,以数据为中心组织数据,减少数据的冗余;提供更高的数据共享能力;要求程序和数据具有较高的独立性;当数据的逻辑结构改变时,不涉及数据的物理结构,也不影响应用程序,以降低应用程序研制与维护的费用。数据库技术正是在这样一个应用需求的基础上发展起来的。数据库技术具有如下特点:

- (1) 面向企业或部门,以数据为中心组织数据,形成综合性的数据库,为各应用共享。
- (2) 采用一定的数据模型,数据模型不仅要描述数据本身的特点,而且要描述数据之间的联系。
- (3) 数据冗余小,易修改、易扩充。不同的应用程序根据处理要求,从数据库中获取需要的数据,这样既减少了数据的重复存储,也便于增加新的数据结构,便于维护数据的一致性。
- (4) 程序和数据有较高的独立性。
- (5) 具有良好的用户接口,用户可方便地开发和使用数据库。
- (6) 对数据进行统一管理和控制,提供了数据的安全性、完整性以及并发控制。

从文件系统发展到数据库系统,这在信息领域中具有里程碑的意义。在文件系统阶段,人们在信息处理中关注的中心问题是系统功能的设计,因此程序设计占主导地位;而在数据库方式下,数据开始占据了中心位置,数据的结构设计成为信息系统首先关心的问题,而应用程序则以既定的数据结构为基础进行设计。

4. 高级数据库系统阶段

高级数据库系统阶段的主要标志是分布式数据库系统和面向对象数据库系统的出现。第三阶段数据库系统是一种集中式的数据系统。集中式系统的缺点是随着数据量的增加,系统相当庞大、操作复杂、开销大,而且因为数据集中存储,所以大量的通信都要通过主机完成,易造成拥挤。分布式数据库系统的主要特点是数据在物理上分散存储,在逻辑上是统一的。分布式数据库系统的多数处理就地完成,各地的计算机由数据通信网络相联系。

面向对象数据库系统是面向对象的程序设计技术与数据库技术相结合的产物。面向对象数据库系统的主要特点是具有面向对象技术的封装性和继承性,提高了软件的可重用性。

分布式数据库系统是数据库技术和计算机网络技术相结合的产物,在20世纪80年代中期已有商品化产品问世。分布式数据库是一个逻辑上统一、地域上分散的数据集合,是计算机网络环境中各个节点局部数据库的逻辑集合,同时受分布式数据库管理系统的控制和管理。其主要特点是:

- (1) 局部自主。网络上每个节点的数据库系统都具有独立处理本地事物的能力,而且各局部节点之间也能够相互访问、有效地配合处理更复杂的事物。因此,分布式数据库系