



普通高等学校计算机教育
“十二五”规划教材

卓越工程师培养计划推荐教材
——软件开发类

Oracle

数据库

管理、开发与实践

■ 杨永健 刘尚毅 主编 ■ 陈云志 李洪发 陈士磊 副主编



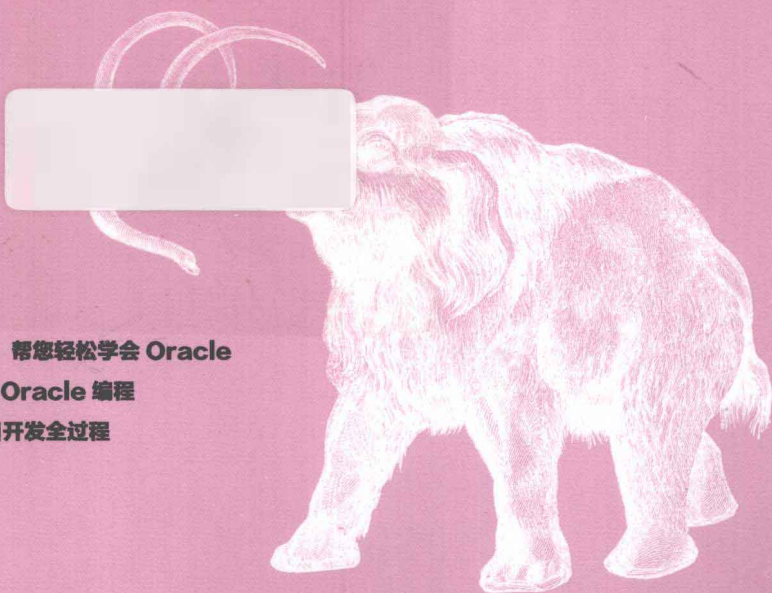
超值大容量 DVD

全程PPT课件
书中所有实例源代码
多媒体视频教学

- 全程 PPT 课件，方便教师授课教学
- 19 小时多媒体视频教学，一线开发人员讲解，帮您轻松学会 Oracle
- 197 个综合实例，13 个实验，在实战中掌握 Oracle 编程
- 企业实际综合案例 + 课程设计，轻松掌握项目开发全过程



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS





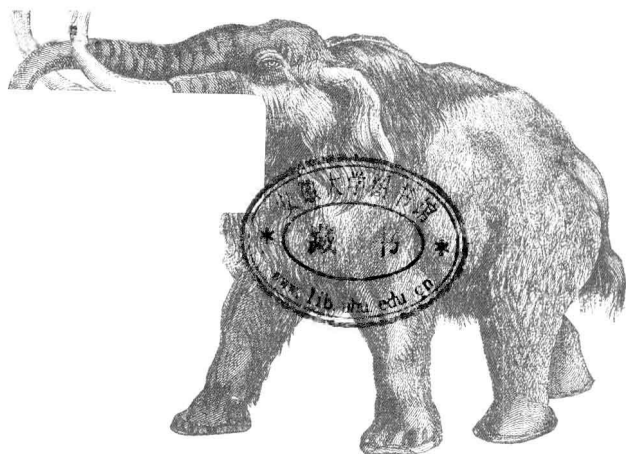
普通高等学校计算机教育
“十二五”规划教材

卓越工程师培养计划推荐教材
——软件开发类

Oracle

数据库 管理、开发与实践

■ 杨永健 刘尚毅 主编 ■ 陈云志 李洪发 陈士磊 副主编



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

Oracle数据库管理、开发与实践 / 杨永健, 刘尚毅
主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2012.12
普通高等学校计算机教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-115-30061-4

I. ①O… II. ①杨… ②刘… 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(2012)第307572号

内 容 提 要

本书系统地介绍了有关 Oracle 开发所涉及的各种知识。全书共分 16 章, 内容包括数据库概念、Oracle 11g 体系结构、Oracle 数据库的安装与配置、SQL Plus 命令、SQL 语言基础及调优、PL/SQL 编程、过程、函数、触发器和包、数据表对象、视图、索引、序列、同义词、管理表空间和数据文件、控制文件和日志文件、表分区与索引分区、用户管理与权限分配、数据导出和导入、Oracle 闪回技术与系统调优、综合案例——企业人事管理系统。全书每章内容都与实例紧密结合, 有助于学生理解知识、应用知识, 达到学以致用目的。

本书附有配套 DVD 光盘, 光盘中提供有本书所有实例、综合实例、实验、综合案例和课程设计的源代码、制作精良的电子课件 PPT 及教学录像、体验版学习软件。其中, 源代码全部经过精心测试, 能够在 Windows XP、Windows 2003、Windows 7 系统下编译和运行。

本书可作为本科计算机专业、软件学院、高职软件专业及相关专业的教材, 同时也适合 Oracle 爱好者、初、中级的 Web 程序开发人员参考使用。

普通高等学校计算机教育“十二五”规划教材

Oracle 数据库管理、开发与实践

-
- ◆ 主 编 杨永健 刘尚毅
副 主 编 陈云志 李洪发 陈士磊
责任编辑 刘 博
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
中国铁道出版社印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 23.25 2012 年 12 月第 1 版
字数: 623 千字 2012 年 12 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-30061-4

定价: 52.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前 言

Oracle 数据库是甲骨文公司推出的新一代数据库，它是当今最主流的数据库之一。目前，无论是高校的计算机专业还是 IT 培训学校，都将 Oracle 数据库作为教学内容之一，这对于培养学生的计算机应用能力具有非常重要的意义。

在当前的教育体系下，实例教学是计算机语言教学的最有效的方法之一，本书将 Oracle 数据库知识和实用的实例有机结合起来，一方面，跟踪 Oracle 数据库发展，适应市场需求，精心选择内容，突出重点、强调实用，使知识讲解全面、系统；另一方面，设计典型的实例，将实例融入到知识讲解中，使知识与实例相辅相成，即有利于学生学习知识，又有利于指导学生实践。另外，本书在每一章的后面还提供了习题和实验，方便读者及时验证自己的学习效果（包括理论知识和动手实践能力）。

本书作为教材使用时，课堂教学建议 50 ~ 55 学时，实验教学建议 10 ~ 15 学时。各章主要内容和学时建议分配如下，老师可以根据实际教学情况进行调整。

章	主 要 内 容	课堂 学时	实验 学时
第 1 章	数据库基本概念、关系型数据库的基本理论	1	
第 2 章	体系结构概述、逻辑存储结构、物理存储结构、服务器结构及数据字典	2	
第 3 章	Oracle 数据库安装与卸载、管理工具、启动与关闭数据库实例	2	1
第 4 章	设置 SQL*Plus 运行环境、常见 SQL*Plus 命令、格式化查询结果	4	1
第 5 章	SQL 语言简介、用户模式、检索数据、Oracle 常用系统函数、子查询、操作数据库、事物处理、常规 SQL 语句优化、优化器的使用、Oracle 性能顾问	6	1
第 6 章	PL/SQL 简介、数据类型、变量和常量、流程控制语句、PL/SQL 游标及异常处理	5	1
第 7 章	存储过程、函数、触发器及程序包的定义与使用	3	1
第 8 章	数据表概述、创建数据表、维护数据表、数据完整性和约束性	2	1
第 9 章	视图、索引、序列和同义词的创建与管理	3	1
第 10 章	表空间与数据文件的关系、Oracle11g 默认表空间、创建表空间、维护表空间、管理表空间	2	1
第 11 章	管理控制文件、管理重做日志文件、管理归档日志文件	2	1
第 12 章	分区技术简介、表分区策略、创建、管理表分区和索引分区	4	1
第 13 章	用户与模式的关系、创建与管理用户、用户权限管理、角色管理、资源配置	3	1

续表			
章	主 要 内 容	课堂 学时	实验 学时
第 14 章	EXPDP 导出数据、IMPDP 导入数据、SQL*Loader 工具	4	1
第 15 章	闪回技术简介、闪回表、闪回丢弃、调整初始化参数、SGA 优化、排序区优化	2	1
第 16 章	综合案例——企业人事管理系统，包括需求分析、总体设计、数据库设计、公共模块设计、系统主要模块开发、程序打包与安装	6	

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏和不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者
2012 年 6 月

目 录

第 1 章 数据库概念.....1

- 1.1 什么是数据库.....1
 - 1.1.1 数据库的发展史.....1
 - 1.1.2 数据模型.....2
 - 1.1.3 数据库系统的体系结构.....3
 - 1.1.4 数据库系统的组成.....3
- 1.2 关系型数据库的基本理论.....4
 - 1.2.1 关系型数据库概述.....4
 - 1.2.2 关系型数据库的 E-R 模型.....5
 - 1.2.3 关系型数据库的设计范式.....7
- 知识点提炼.....9
- 习题.....9

第 2 章 Oracle 11g 体系结构.....10

- 2.1 Oracle 11g 体系结构概述.....10
- 2.2 逻辑存储结构.....10
 - 2.2.1 数据块.....11
 - 2.2.2 数据区.....12
 - 2.2.3 段.....12
 - 2.2.4 表空间.....13
- 2.3 物理存储结构.....14
 - 2.3.1 数据文件.....15
 - 2.3.2 控制文件.....16
 - 2.3.3 日志文件.....17
 - 2.3.4 服务器参数文件.....19
 - 2.3.5 密码文件、警告文件和跟踪文件.....20
- 2.4 Oracle 11g 服务器结构.....22
 - 2.4.1 系统全局区.....22
 - 2.4.2 程序全局区 (PGA).....25
 - 2.4.3 前台进程.....25
 - 2.4.4 后台进程.....26
- 2.5 数据字典.....29
 - 2.5.1 Oracle 数据字典命名规则.....29

- 2.5.2 Oracle 常用数据字典.....29

知识点提炼.....31

习题.....31

第 3 章 Oracle 数据库的安装与配置.....32

- 3.1 Oracle 11g 的安装与卸载.....32
 - 3.1.1 Oracle 11g 的安装.....32
 - 3.1.2 Oracle 11g 的卸载.....38
- 3.2 Oracle 11g 的管理工具.....41
 - 3.2.1 SQL*Plus 工具.....41
 - 3.2.2 Oracle 企业管理器.....42
 - 3.2.3 数据库配置助手.....43
- 3.3 启动与关闭数据库实例.....44
 - 3.3.1 启动数据库实例.....44
 - 3.3.2 关闭数据库实例.....46
- 3.4 综合实例——安装 Oracle 11g 数据库.....47
- 知识点提炼.....47
- 习题.....48
- 实验：使用 ABORT 方式关闭数据库.....48
 - 实验目的.....48
 - 实验内容.....48
 - 实验步骤.....48

第 4 章 SQL* Plus 命令.....49

- 4.1 设置 SQL*Plus 运行环境.....49
 - 4.1.1 SET 命令基本语法.....49
 - 4.1.2 使用 SET 命令设置运行环境.....51
- 4.2 常用 SQL*Plus 命令.....55
 - 4.2.1 HELP 命令.....55
 - 4.2.2 DESCRIBE 命令.....56
 - 4.2.3 SPOOL 命令.....58
 - 4.2.4 其他常用命令.....58

4.3 格式化查询结果	60	5.6.3 删除数据 (DELETE 语句和 TRUNCATE 语句)	93
4.3.1 COLUMN 命令	61	5.7 事务处理	94
4.3.2 TTITLE 和 BTITLE 命令	63	5.7.1 事务概述	94
4.4 综合实例——设置空白行数为 4	64	5.7.2 操作事务	95
知识点提炼	65	5.8 常规 SQL 语句优化	96
习题	65	5.8.1 建议不用 “*” 来代替所有列名	97
实验: 应用指定字符替换表中的 null 值	65	5.8.2 用 TRUNCATE 代替 DELETE	97
实验目的	65	5.8.3 在确保完整性的情况下多用 COMMIT 语句	97
实验内容	65	5.8.4 尽量减少表的查询次数	98
实验步骤	65	5.8.5 用[NOT] EXISTS 代替[NOT] IN	98
第 5 章 SQL 语言基础及调优	66	5.9 表连接优化	98
5.1 SQL 语言简介	66	5.9.1 驱动表的选择	98
5.1.1 SQL 语言的特点	67	5.9.2 WHERE 子句的连接顺序	99
5.1.2 SQL 语言的分类	67	5.10 合理使用索引	99
5.1.3 SQL 语言的编写规则	68	5.10.1 何时使用索引	99
5.2 用户模式	69	5.10.2 索引列和表达式的选择	99
5.2.1 模式与模式对象	69	5.10.3 选择复合索引主列	100
5.2.2 示例模式 SCOTT	69	5.10.4 避免全表扫描大表	100
5.3 检索数据	70	5.10.5 监视索引是否被使用	100
5.3.1 简单查询	70	5.11 优化器的使用	101
5.3.2 筛选查询	73	5.11.1 优化器的概念	101
5.3.3 分组查询	77	5.11.2 运行 EXPLAIN PLAN	102
5.3.4 排序查询	78	5.11.3 Oracle 11g 中 SQL 执行计划的管理	102
5.3.5 多表关联查询	78	5.12 数据库和 SQL 重演	102
5.4 Oracle 常用系统函数	82	5.12.1 数据库重演	102
5.4.1 字符类函数	82	5.12.2 SQL 重演	103
5.4.2 数字类函数	85	5.13 Oracle 的性能顾问	103
5.4.3 日期和时间类函数	86	5.13.1 SQL 调优顾问	104
5.4.4 转换类函数	87	5.13.2 SQL 访问顾问	104
5.4.5 聚合类函数	88	5.14 综合实例——查询工资不小于 WARD 的员工信息	104
5.5 子查询的用法	88	知识点提炼	105
5.5.1 什么是子查询	89	习题	105
5.5.2 单行子查询	89	实验: 更新表中数据	106
5.5.3 多行子查询	90	实验目的	106
5.5.4 关联子查询	91	实验内容	106
5.6 操作数据库	91	实验步骤	106
5.6.1 插入数据 (INSERT 语句)	91		
5.6.2 更新数据 (UPDATE 语句)	92		

第 6 章 PL/SQL 编程 107

6.1 PL/SQL 简介 107

6.1.1 PL/SQL 块结构 107

6.1.2 代码注释和标识符 109

6.2 数据类型、变量和常量 110

6.2.1 基本数据类型 110

6.2.2 特殊数据类型 111

6.2.3 定义变量和常量 113

6.3 流程控制语句 114

6.3.1 选择语句 114

6.3.2 循环语句 118

6.4 PL/SQL 游标 120

6.4.1 显式游标 120

6.4.2 游标属性 123

6.4.3 隐式游标 124

6.4.4 通过 for 语句循环游标 125

6.5 PL/SQL 异常处理 126

6.5.1 预定义异常 126

6.5.2 自定义异常 128

6.6 综合实例——使用游标查询工资

小于 1000 元的员工工资 129

知识点提炼 130

习题 130

实验：游标提取比指定员工工资少的员工

信息 131

实验目的 131

实验内容 131

实验步骤 131

第 7 章 过程、函数、触发器和包 132

7.1 存储过程 132

7.1.1 创建存储过程 132

7.1.2 存储过程的参数 134

7.1.3 IN 参数的默认值 139

7.2 函数 140

7.2.1 创建函数 140

7.2.2 调用函数 141

7.2.3 删除函数 141

7.3 触发器 141

7.3.1 触发器简介 142

7.3.2 语句级触发器 143

7.3.3 行级别触发器 145

7.3.4 替换触发器 146

7.3.5 用户事件触发器 148

7.4 程序包 150

7.4.1 程序包的规范 150

7.4.2 程序包的主体 151

7.5 综合实例——创建带参数的存储

过程 153

知识点提炼 153

习题 154

实验：通过触发器实现当 emp 表中删除

数据时 bonus 表中对应数据也删除 154

实验目的 154

实验内容 154

实验步骤 154

第 8 章 数据表对象 155

8.1 数据表概述 155

8.2 创建数据表 156

8.2.1 数据表的逻辑结构 156

8.2.2 创建数据表 157

8.2.3 数据表的特性 158

8.3 维护数据表 163

8.3.1 增加和删除字段 163

8.3.2 修改字段 164

8.3.3 重命名表 165

8.3.4 改变表空间和存储参数 165

8.3.5 删除表 166

8.3.6 修改表的状态 167

8.4 数据完整性和约束性 168

8.4.1 非空约束 168

8.4.2 主键约束 169

8.4.3 唯一性约束 171

8.4.4 外键约束 172

8.4.5 禁用和激活约束 173

8.4.6 删除约束 175

8.5 综合实例——创建用户表并添加 唯一性约束	175	10.3.2 通过本地化管理方式创建 表空间	200
知识点提炼	176	10.3.3 通过段空间管理方式创建 表空间	200
习题	176	10.3.4 创建非标准块表空间	201
实验：关联表之间的级联删除	176	10.3.5 建立大文件表空间	202
实验目的	176	10.4 维护表空间与数据文件	203
实验内容	177	10.4.1 设置默认表空间	203
实验步骤	177	10.4.2 更改表空间的状态	203
第 9 章 视图、索引、序列、 同义词	178	10.4.3 重命名表空间	204
9.1 视图对象	178	10.4.4 删除表空间	204
9.1.1 创建视图	178	10.4.5 维护表空间中的数据文件	205
9.1.2 管理视图	181	10.5 管理撤销表空间	206
9.2 索引	182	10.5.1 撤销表空间的作用	206
9.2.1 索引概述	182	10.5.2 撤销表空间的初始化参数	207
9.2.2 创建索引	183	10.5.3 撤销表空间的基本操作	208
9.2.3 修改索引	187	10.6 管理临时表空间	211
9.2.4 删除索引	188	10.6.1 简介临时表空间	211
9.2.5 显示索引信息	188	10.6.2 创建临时表空间	211
9.3 序列	190	10.6.3 查询临时表空间的信息	211
9.3.1 创建序列	190	10.6.4 关于临时表空间组	212
9.3.2 管理序列	192	10.7 综合实例——在新建的表空间中 创建数据表	214
9.4 同义词	192	知识点提炼	214
9.5 综合实例——创建多表连接视图	194	习题	214
知识点提炼	194	实验：新建表空间并将其设置为默认 表空间	215
习题	194	实验目的	215
实验：为用户表创建索引	195	实验内容	215
实验目的	195	实验步骤	215
实验内容	195		
实验步骤	195		
第 10 章 管理表空间和数据文件 ..	196	第 11 章 控制文件和日志文件	216
10.1 表空间与数据文件的关系	196	11.1 管理控制文件	216
10.2 Oracle 11g 的默认表空间	197	11.1.1 简介控制文件	216
10.2.1 SYSTEM 表空间	198	11.1.2 控制文件的多路复用	217
10.2.2 SYSAUX 表空间	198	11.1.3 创建控制文件	218
10.3 创建表空间	198	11.1.4 备份和恢复控制文件	221
10.3.1 创建表空间的语法	199	11.1.5 删除控制文件	223
		11.1.6 查询控制文件的信息	223

11.2 管理重做日志文件	224	12.6.1 索引分区管理的操作列表	250
11.2.1 重做日志文件概述	224	12.6.2 索引分区管理的实际操作	250
11.2.2 增加日志组及其成员	225	12.7 综合实例——创建图书表，并按 图书编号创建表分区	251
11.2.3 删除重做日志	227	知识点提炼	251
11.2.4 更改重做日志的位置或名称	228	习题	252
11.2.5 查看重做日志信息	229	实验：为工作表创建索引分区	252
11.3 管理归档日志文件	229	实验目的	252
11.3.1 日志模式分类	229	实验内容	252
11.3.2 管理归档操作	230	实验步骤	252
11.3.3 设置归档文件位置	232		
11.3.4 查看归档日志信息	234		
11.4 综合实例——向数据库中添加包含 3 个文件的重做日志文件组	235		
知识点提炼	235		
习题	235		
实验：查看并切换日志模式	236		
实验目的	236		
实验内容	236		
实验步骤	236		
第 12 章 表分区与索引分区	237	第 13 章 用户管理与权限分配	253
12.1 分区技术简介	237	13.1 用户与模式的关系	253
12.2 创建表分区	238	13.2 创建与管理用户	254
12.2.1 范围分区	238	13.2.1 身份验证	254
12.2.2 散列分区	239	13.2.2 创建用户	255
12.2.3 列表分区	241	13.2.3 修改用户	256
12.2.4 组合分区	242	13.2.4 删除用户	257
12.2.5 Interval 分区	243	13.3 用户权限管理	258
12.3 表分区策略	243	13.3.1 权限简介	258
12.4 管理表分区	244	13.3.2 授权操作	258
12.4.1 添加表分区	244	13.3.3 回收系统权限	259
12.4.2 合并分区	244	13.3.4 对象授权	260
12.4.3 删除分区	245	13.3.5 回收对象权限	261
12.4.4 并入分区	246	13.3.6 查询用户与权限	261
12.5 创建索引分区	247	13.4 角色管理	262
12.5.1 索引分区概述	247	13.4.1 角色简介	262
12.5.2 本地索引分区	248	13.4.2 预定义角色	262
12.5.3 全局索引分区	249	13.4.3 创建角色与授权	264
12.6 管理索引分区	249	13.4.4 管理角色	265
		13.4.5 角色与权限查询	266
		13.5 资源配置 PROFILE	267
		13.5.1 PROFILE 简介	267
		13.5.2 使用 PROFILE 管理密码	268
		13.5.3 使用 PROFILE 管理资源	270
		13.5.4 维护 PROFILE 文件	271
		13.5.5 显示 PROFILE 信息	272
		13.6 综合实例——创建开发者角色	272
		知识点提炼	275

习题	275	15.4.2 回收站的应用	299
实验：创建开发者用户	276	15.5 其他闪回技术	300
实验目的	276	15.5.1 闪回版本查询	300
实验内容	276	15.5.2 闪回事务查询	300
实验步骤	276	15.5.3 闪回数据归档	301
第 14 章 数据导出和导入	279	15.6 调整初始化参数	301
14.1 EXPDP 和 IMPDP 概述	279	15.6.1 Oracle 初始化参数分类	301
14.2 EXPDP 导出数据	280	15.6.2 主要系统调优参数介绍	302
14.2.1 执行 EXPDP 命令	280	15.7 系统全局区 (SGA) 优化	304
14.2.2 EXPDP 命令参数	283	15.7.1 理解内存分配	304
14.3 IMPDP 导入数据	284	15.7.2 调整日志缓冲区	304
14.3.1 执行 IMPDP 命令	284	15.7.3 调整共享池	306
14.3.2 IMPDP 命令参数	286	15.7.4 调整数据库缓冲区	308
14.4 SQL* Loader 工具	287	15.7.5 SGA 调优建议	308
14.4.1 SQL* Loader 概述	287	15.8 排序区优化	309
14.4.2 加载数据	288	15.8.1 排序区与其他内存区的关系	309
14.5 综合实例——使用 EXPDP 工具导出		15.8.2 理解排序活动	309
HR 模式中的 employees 表	290	15.8.3 专用模式下排序区的调整	310
知识点提炼	291	15.8.4 共享模式下排序区的调整	312
习题	291	15.9 综合实例——使用闪回丢弃	
实验：导入数据表	291	还原表	313
实验目的	291	知识点提炼	314
实验内容	291	习题	314
实验步骤	291	实验：清除插入的记录	315
		实验目的	315
		实验内容	315
		实验步骤	315
第 15 章 Oracle 闪回技术与系统		第 16 章 综合案例——企业人事	
调优	293	管理系统	316
15.1 闪回技术简介	293	16.1 需求分析	316
15.2 闪回数据库	294	16.2 总体设计	316
15.2.1 闪回恢复区配置	294	16.2.1 系统目标	316
15.2.2 闪回数据库配置	294	16.2.2 构建开发环境	317
15.2.3 闪回数据库技术应用	296	16.2.3 系统功能结构	324
15.3 闪回表	297	16.2.4 业务流程图	325
15.3.1 闪回表命令的语法	297	16.3 数据库设计	326
15.3.2 闪回表的应用	297	16.3.1 数据库概要说明	326
15.4 闪回丢弃	298	16.3.2 数据库 E-R 图	327
15.4.1 回收站简介	298		

16.3.3 数据表结构.....	328	16.5 系统主要模块开发.....	335
16.4 公共模块设计.....	328	16.5.1 主窗体设计.....	335
16.4.1 编写 Hibernate 配置文件.....	329	16.5.2 人事管理模块设计.....	341
16.4.2 编写 Hibernate 持久化类和映射 文件.....	330	16.5.3 待遇管理模块设计.....	347
16.4.3 编写通过 Hibernate 操作持久化 对象的常用方法.....	330	16.5.4 系统维护模块设计.....	353
16.4.4 创建用于特殊效果的部门树 对话框.....	332	16.6 程序打包与安装.....	358
16.4.5 创建通过部门树选取员工的 面板和对话框.....	333	16.6.1 打包.....	358
		16.6.2 安装.....	360

第 1 章

数据库概念

本章要点：

- 什么是数据库
- 数据库系统的组成
- 关系型数据库的基本理论

数据库发展到今天，已经从最初简单的单机时代，步入到如今复杂的网络时代。并与网络通信技术、面向对象技术相互融合，发展成为庞大的数据库系统。现在，数据库已经深入人们生产、生活的各个角落，并正在改版人们的生活方式。

1.1 什么是数据库

在计算机系统中，将各种字母和数字符号的组合、语音、图形、图像等统称为数据，它是载有信息的各种物理符号。通常情况下，我们将一些有联系的数据，按照规定的数据结构组织到一起，而数据库正是用来存放这类数据的仓库。由此可以得出对于数据库较为全面的定义：在计算机系统中按照一定的数据模型组织、存储和使用互相关联的数据集合。

数据库发展至今，已经具备了比较完整的理论，并且在商业应用中展现了强大的生命力。无论是现在还是将来，数据存储都是计算机领域不可缺少的重要内容。本节将为大家全面的介绍数据库。

1.1.1 数据库的发展史

数据库的历史可以追溯到半个世纪以前，那时的数据管理非常简单。通过大量的分类、比较和表格绘制的机器运行数百万穿孔卡片来进行数据的处理，其运行结果在纸上打印出来或者制成新的穿孔卡片。1951 年雷明顿兰公司(Remington Rand Inc)推出了一秒钟可以输入数百条记录的磁带驱动器，引发了数据存储的变革。

数据库系统的萌芽出现在 20 世纪 60 年代。当时计算机开始广泛地应用于数据管理，传统的文件系统已经不能满足人们的需要。能够统一管理和共享数据的数据库管理系统应运而生。于是出现了 3 种数据模型：网状模型、层次模型和关系模型。

数据库发展大事记：

1951：Univac 系统使用磁带和穿孔卡片作为数据存储。

1956: IBM 公司在其 Model 305 RAMAC 中第一次引入了磁盘驱动器。

1961: 通用电气(GE)公司的 Charles Bachman 开发了第一个数据库管理系统——IDS。

1969: E.F. Codd 发明了关系数据库。

1973: 由 John J.Cullinane 领导 Cullinane 公司开发了 IDMS——一个针对 IBM 主机的基于网络模型的数据库。

1976: Honeywell 公司推出了 Multics Relational Data Store——第一个商用关系数据库产品。

1979: Oracle 公司引入了第一个商用 SQL 关系数据库管理系统。

1983: IBM 推出了 DB2 数据库产品。

1985: 为 Procter & Gamble 系统设计的第一个商务智能系统产生。

1991: W.H. “Bill” Inmon 发表了“构建数据仓库”。

1.1.2 数据模型

1. 数据模型的概念

数据模型是数据库系统的核心与基础，是描述数据与数据之间的联系、数据的语义、数据一致性约束的概念性工具的集合。

数据模型通常是由数据结构、数据操作和完整性约束 3 部分组成的。

(1) 数据结构：是对系统静态特征的描述，描述对象包括数据的类型、内容、性质和数据之间的相互关系。

(2) 数据操作：是对系统动态特征的描述，是对数据库中各种对象实例的操作。

(3) 完整性约束：是完整性规则的集合。它定义了给定数据模型中数据及其联系所具有的制约和依存规则。

2. 常见的数据模型

常用的数据库数据模型主要有层次模型、网状模型和关系模型，下面分别进行介绍。

(1) 层次模型：用树型结构表示实体类型及实体间联系的数据模型称为层次模型。它具有以下特点。

① 每棵树有且仅有一个无双亲结点，称为根。

② 树中除根外的所有结点有且仅有一个双亲。

(2) 网状模型：用有向图结构表示实体类型及实体间联系的数据模型称为网状模型。用网状模型编写的应用程序极其复杂，且数据的独立性较差。

(3) 关系模型：以二维表来描述数据。在关系模型中，每个表有多个字段列和记录行，每个字段列有固定的属性（数字、字符、日期等）。关系模型的数据结构简单、清晰、具有很高的数据独立性，因此是目前主流的数据库数据模型。

关系模型的基本术语如下。

① 关系：一个二维表就是一个关系。

② 元组：就是二维表中的一行，即表中的记录。

③ 属性：就是二维表中的一列，用类型和值表示。

④ 域：每个属性取值的变化范围，如性别的域为{男，女}。

关系中的数据约束如下。

① 实体完整性约束：约束关系的主键中属性值不能为空值。

② 参照完整性约束：关系之间的基本约束。

③ 用户定义的完整性约束：它反映了具体应用中数据的语义要求。

1.1.3 数据库系统的体系结构

数据库具有一个严谨的体系结构，这样可以有效地组织、管理数据，提高数据库的逻辑独立性和物理独立性。数据库领域公认的标准结构是三级模式结构。

1. 数据库三级模式结构

数据库系统的三级模式结构是指模式、外模式和内模式。下面分别进行介绍。

● 模式

模式也称逻辑模式或概念模式，是对数据库中全体数据的逻辑结构和特征的描述，是所有用户的公共数据视图。一个数据库只有一个模式。模式处于三级结构的中间层。



定义模式时不仅要定义数据的逻辑结构，而且要定义数据之间的联系，定义与数据有关的安全性、完整性要求。

● 外模式

外模式也称用户模式，它是数据库用户（包括应用程序员和最终用户）能够看见和使用的对局部数据的逻辑结构和特征的描述，是数据库用户的数据视图，是与某一应用有关的数据的逻辑表示。外模式是模式的子集。一个数据库可以有多个外模式。



外模式是保证数据安全性的一个有力措施。

● 内模式

内模式也称存储模式，一个数据库只有一个内模式。它是对数据物理结构和存储方式的描述，是数据在数据库内部的表示方式。

2. 三级模式之间的映射

为了能够在内部实现数据库的 3 个抽象层次的联系和转换，数据库管理系统在三级模式之间提供了两层映射。

● 外模式/模式映射

同一个模式可以有任意多个外模式。对于每一个外模式，数据库系统都有一个外模式/模式映射。当模式改变时，由数据库管理员对各个外模式/模式映射做相应的改变，可以使外模式保持不变。这样，依据数据外模式编写的应用程序就不用修改，其保证了数据与程序的逻辑独立性。

● 模式/内模式映射

数据库中只有一个模式和一个内模式，所以模式/内模式映射是唯一的，它定义了数据库的全局逻辑结构与存储结构之间的对应关系。当数据库的存储结构改变时，由数据库管理员对模式/内模式映射进行相应的改变，可以使模式保持不变，应用程序也相应地不变动。这样，保证了数据与程序的物理独立性。

1.1.4 数据库系统的组成

数据库系统（Database System，DBS）是一个复杂的系统，是采用了数据库技术的计算机系

统。数据库系统不仅是一组数据进行管理的软件，它是存储介质、处理对象和管理系统的集合体，由数据库、硬件、软件和数据库管理员组成。

1. 数据库

数据库是为了满足管理大量的、持久的共享数据的需要而产生的。从物理概念上讲，数据库是存储于硬盘的各种文件的有机结合。数据库能为各种用户共享，具有最小冗余度、数据间联系密切、较高的独立性等特点。

2. 数据库管理系统（软件支持）

数据库管理系统（Database Management System, DBMS）是数据库系统的软件支持。DBMS 是管理数据库的软件。软件支持为开发人员提供高效率、多功能的交互式程序设计系统，为应用系统的开发提供了良好的环境，并且与数据库系统有良好的接口。

3. 硬件支持

硬件支持包括中央处理器、内存、输入/输出设备等。硬件中存储大量的数据，还需要有较高的通道能力，保证数据的传输。

4. 数据库管理员

数据库管理员（Database Administrator, DBA），DBA 负责数据库的运转，DBA 必须兼有系统分析员和运筹学的知识，对系统的性能非常了解。并熟悉企业全部数据的性质和用途。DBA 负责控制数据整体结构和数据库的正常运行，承担创建、监控和维护整个数据库结构的责任。

1.2 关系型数据库的基本理论

在数据库系统中，数据模型主要有层次模型、网状模型和关系模型 3 种（另外一种面向对象模型还处在探索研究中）。目前理论成熟、使用普及的模型就是关系模型——即关系型数据库的理论基础。

1.2.1 关系型数据库概述

关系型数据库是建立在关系模型基础上的数据库，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，现实世界中的各种实体以及实体之间的各种联系均用关系模型来表示。

关系模型以二维表来描述数据。在关系模型中，每个表有多个字段列和记录行，每个字段列有固定的类型属性（如数字、字符、日期等类型）。关系模型数据结构简单、清晰、具有很高的数据独立性，因此是目前主流的数据库数据模型。

在关系数据模型中，关系可以看成由行和列交叉组成的二维表格，表中一行称为一个元组，可以用来标识实体集中的一个实体。表中的列称为属性，给每一列起一个名称即为属性名，表中的属性名不能相同。列的取值范围称为域，同列具有相同的域，不同的列也可以有相同的域。表中任意两行（元组）不能相同。能唯一标识表中不同行的属性或属性组（即多个属性的组合）称为主键或复合主键。

尽管关系与传统的二维表格数据文件具有类似之处，但是它们又有区别，严格地说，关系是一种规范化的二维表格，它具有如下性质：

- 属性值具有原子性，不可分解。
- 没有重复的元组，即没有重复的行。

- 理论上没有行序，但是有时使用时可以有行序。

在关系型数据库中，关键码（简称键）是关系模型的一个非常重要的概念，它通常是行（元组）的一个或几个列（属性）。如果键是由一个列组成的，则称之为唯一键；若是由多个列（属性）组成的，则称之为复合键，键的主要类型如下：

- 超键：在一个关系中，能唯一标识元组的属性或属性集称为关系的超键。例如，在“学生信息表”中设置学号、姓名、性别、年龄、院系、班级等列。在该表中，通过“学号”和“院系”可以标识一名学生，因此，如果将“学号”和“院系”作为一个属性集，那么这个属性集就可以作为该表的超键。

- 候选键：如果一个属性集能唯一标识元组，且又不含有多余的属性，那么这个属性集称为关系的候选键。例如，在包含学号、姓名、性别、年龄、院系、班级等列的“学生信息表”中，“学号”能够标识一名学生，因此，它可以作为候选键，而如果规定，不允许有同名的学生，那么姓名也可以作为候选键。

- 主键：如果一个关系中有多个候选键，则选择其中的一个键为关系的主键。用主键可以实现关系定义中“表中任意两行（元组）不能相同”的约束。例如，在“学生信息表”中设置学号、姓名、性别、年龄、院系、班级等列。在该表中，“学号”就能够唯一标识一名学生，因此，把学号作为主键是最佳的选择，而如果把“姓名”列作为主键则会存在问题，因为有可能存在同名的学生。为此，最好创建一个单独的键将其明确地指定为主键，这种唯一标识符在现实生活中很普遍，例如，身份证号、银行卡号、手机号、发票号等。

- 外键：如果一个关系 R 中包含另一个关系 A 的主键所对应的属性组 T ，则称此属性组 T 为关系 R 的外键，并称关系 A 为参照关系，关系 R 是依赖关系。为了表示关联，可以将一个关系的主键作为属性放入另外一个关系中，第二个关系中的那些属性就称为外键。

这里以商品销售为例，在填写一张商品销售单时，可以将商品销售信息分为两大类：第一类是单据的主体信息（销售主表），例如，销售单号、销售金额、销售日期、收款人；第二类是单据的明细信息（销售明细表），例如，商品序号、商品名称、商品数量等。在数据库的“销售主表”中通常以“销售单号”作为主键；在“销售明细表”中，为了标识被销售出去的商品隶属于哪张单据，需要对每一条商品销售记录标明“单据编号”。在这种情况下，销售明细表中的“销售单号”就被称为该表的外键，因为“销售单号”是其所在表以外（主体表）的一个主键。

当出现外键时，主键与外键的列名称可以是不同的。但必须要求它们的值集相同，即“销售明细表”中出现的“销售单号”一定要和主体表中的值匹配。

1.2.2 关系型数据库的 E-R 模型

在设计关系型数据库时，首先需要为它建立逻辑模型。关系型数据库的逻辑模型可以通过实体和关系组成的图形来表示，这种图形称之为 E-R 图，它实现将现实世界中的实体和实体之间的联系转换为逻辑模型。使用 E-R 图形表示的逻辑模型被称为 E-R 模型，一个标准的 E-R 模型主要由实体、属性和联系 3 部分组成。

1. 实体和属性

实体是一个数据对象，是指客观存在并可以相互区分的事物，如一个教师、一个学生、一个雇员等。每个实体由一组属性来表示，例如，一个具体的学生拥有学号、姓名、性别和班级等属性，其中学号可以唯一标识具体某个学生这个实体。具有相同属性的实体组合在一起就构成实体集——即实体集是实体的集合，而实体则是实体集中的某一个特例，例如，王同学这个实体就是学