

ITAT

教育部实用型信息技术人才培养系列教材

Oracle 11g

管理与应用实践教程

龚永罡 编著

Go



清华大学出版社



ITAT 教育部实用型信息技术人才培养系列

Oracle 11g

管理与应用实践教程

龚永罡 编著

Go



清华大学出版社
北京

内容简介

本书系统地介绍Oracle 11g数据库管理与应用的理论知识、基本操作和实际案例。本书共分为4篇17章，分别是Oracle概述（第1~3章）、Oracle SQL和PL/SQL（第4~9章）、Oracle管理（第10~14章）、系统优化调整与工具（第15~17章）。主要内容涉及Oracle数据库基础知识，Oracle产品介绍，Oracle Database 11g的安装和开发工具，Select语句，表及完整性定义，使用SQL进行数据操作，索引、视图和序列，PLSQL编程基础、存储过程、函数、触发器和包等，Oracle数据库体系结构，管理表空间与数据文件，管理控制文件和日志文件，管理用户与权限，使用Oracle 11g闪回技术，初始化参数调优，警告日志分析，跟踪日志文件分析，动态性能视图诊断，内存调优和物理I/O调优，SQL语句的优化，Oracle的导出和导入，Oracle的企业管理等。

本教材基础理论以“必要、够用”为度，突出基础理论的应用和实践技能的培养，每一章后都有习题和上机实训来巩固学习效果。

本书内容丰富，结构清晰，语言简练，图文并茂，具有很强的实用性和可操作性，适合高等院校学生、网站开发人员、数据库学习和开发人员以及编程爱好者学习和参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目（CIP）数据

Oracle 11g管理与应用实践教程 / 龚永罡编著. —北京：清华大学出版社，2014

IT&AT教育部实用型信息技术人才培养系列教材

ISBN 978-7-302-33754-6

I. ①O… II. ①龚… III. ①关系数据库系统—教材 IV. ①TP311.1138

中国版本图书馆CIP数据核字（2013）第211402号

责任编辑：冯志强

装帧设计：柳晓春

责任校对：胡伟民

责任印制：何 芊

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编：100084

社 总 机：010-62770175 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈：010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者：三河市吉祥印务有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：185mm×260mm 印 张：23.5 字 数：590千字

版 次：2014年3月第1版 印 次：2014年3月第1次印刷

印 数：1~3500

定 价：44.50元

在当今的信息社会中，数据库是信息系统的核心，在各大行业中具有举足轻重的地位。Oracle公司是世界领先的信息管理软件开发商之一，Oracle数据库是世界范围内性能最优异的数据库系统之一，其关系数据库产品在国内外数据库市场的占有率远远超过其对手，始终处于数据库领域的领先地位。其产品被广泛用于各个行业，满足一系列的存储需求。

多年以来，Oracle数据库产品的性能一直为用户所称道，但是其产品的复杂性、难操作性也使大多数初学者望而却步，目前市面上学习Oracle的书籍已有很多，但大多数是面向高级DBA管理和开发的认证教材，这些书籍适合有一定开发经验的工程师，但是对于初学者而言，很难在短时间内真正从理论到实践来掌握Oracle产品。

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分，它的根本任务是培养生产、建设、管理和服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高技术应用型专门人才，所培养的学生在掌握必要的基础理论和专业知识的基础上，应重点掌握从事本专业领域实际工作的基本知识和职业技能，因此与其对应的教材也必须有自己的体系和特色。

本教材本着“以就业为导向”，以“专业技能体系”为主，突出人才培养的实践性、应用性的原则，针对Oracle数据库应用开发实训内容，科学组织课程的教材结构，整合课程体系；按照教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”，教材的基础理论以“必要、够用”为度，突出基础理论的应用和实践技能的培养。

本书针对最新版的Oracle Database 11g编写，由浅入深全面地介绍Oracle数据库的管理与应用，向读者全面展示Oracle数据库的各种使用，还以大量的实例来介绍Oracle数据库在实际应用中的操作方法，帮助读者从实际应用的角度学习Oracle数据库，以免初学者在学完理论知识后仍感到迷茫，不知道怎么去应用学到的知识。

本书共分为17章，内容按照4篇展开，分别是Oracle概述、Oracle SQL和PL/SQL、Oracle管理、系统优化调整与工具篇。各部分的主要内容如下：

第1篇Oracle概述，包括第1~3章。从Oracle数据库基础知识开始介绍，讲解关系数据库系统的概念和组成；Oracle产品介绍；Oracle Database 11g在Windows环境下的安装；Oracle的SQL*Plus工具和SQL Developer工具等。

第2篇Oracle SQL和PL/SQL，包括第4~9章。着重介绍Oracle中的SQL和PL/SQL语言开发。SQL包括基本的Select语句；表及完整性定义；使用SQL进行数据操作；索引、视图和序列；PL/SQL包括PLSQL编程基础、存储过程、函数、触发器和包等内容。

第3篇Oracle管理，包括第10~14章。涉及Oracle中的数据库管理理论和操作，内容包括Oracle数据库体系结构、管理表空间与数据文件、管理控制文件和日志文件、管理用户与权限、使用Oracle Database 11g闪回技术等。

第4篇系统优化调整与工具，包括第15~17章。内容涉及Oracle 11g数据库系统层面的优化和SQL语句的优化。系统优化调整包括初始化参数调优、警告日志分析、跟踪日志文件分析、动态性能视图诊断、内存调优、物理I/O调优等；SQL语句的优化就是将性能较低的SQL语句转换成达到同样目的的性能优异的SQL语句；Oracle的导出和导入实用程序；Oracle的企业管理器工具。

本教材基础理论以“必要、够用”为度，突出基础理论的应用和实践技能的培养。和应用及实践关联不多的内容，全部去掉。应用开发实训教材，体现很重要的特点——实践性。在书本上看到的概念以及相关代码，若不经自己具体的编辑、调试、运行，很难有亲身体会，也不容易领会产品的特点，所以应配套一定学时的上机操作和练习。另外，每一章后都有习题和上机实训，可巩固学习效果。

本书中采用大量的实例进行讲解，力求通过实际操作使读者更容易地掌握Oracle Database 11g的管理和开发操作。

- **知识点全** 本书紧紧围绕Oracle Database 11g的实际应用、管理与开发展开，具有很强的逻辑性和系统性。
- **基于理论，注重实践** 在讲述过程中，不仅介绍理论知识，而且在合适位置安排了具有代表性、操作性强的综合应用，将理论应用到实践中，加强读者的实际应用能力和巩固Oracle的理论知识。
- **快速掌握** 注重技术原理和实际应用的高度融合，通过循序渐进的内容组织和大量来自工作现场的应用案例，帮助读者快速掌握和应用Oracle Database 11g数据库技术。
- **案例实用** 本书的所有案例都来自于实践，综合实例案例能够直接在项目中使用，避免读者进行二次开发。
- **教材提供有配套的电子版实验指导书和课后习题参考解答。**

本书内容丰富，结构清晰，语言简练，图文并茂，具有很强的实用性和可操作性，是一本适合于高职高专院校、成人高等学校以及相关专业的优秀教材，也是广大初、中级用户的自学参考书。

随书配有电子课件、习题解答、源程序代码、实验指导书等相关辅助教学资料，凡使用本书作为教材的教师可登录清华大学出版社网站下载。

本书适合以下人员阅读学习。

- 数据库管理人员。
- 数据库应用开发人员。
- 系统维护人员。
- 数据库初学者。
- 各大中专院校的在校学生和相关授课老师。

本书主要由龚永罡编写，其他参与编写的还有汤诏隆、陈昕、王淼、陈涛、邓彬、李京云、王泽琳、夏天、刘林、肖雪芳、刘博、赵凯、刘志强等。本书编写过程中还得到许多老师和同学的支持和帮助，他们参与了资料的搜集、实验及程序的编写和调试工作，在此一并表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中，作者参阅了大量的参考资料，在此谨向诸多学者表示衷心的感谢。由于作者水平有限，虽对本书作反复的审核，书中错误与缺点在所难免，希望读者给予批评指正，多提宝贵意见。

编者
2013年6月

第1篇 Oracle概述

第1章 Oracle数据库基础 2

1.1 理解关系数据库系统 (RDBMS) 3

1.1.1 什么是数据库 3

1.1.2 关系数据模型 3

1.1.3 数据库种类及厂家 6

1.2 关系数据库规范化理论 6

1.2.1 关系与关系模式 6

1.2.2 函数依赖 7

1.2.3 范式理论 8

1.3 Oracle 11g数据库产品 11

1.3.1 数据管理部分的新功能 11

1.3.2 PL/SQL部分的新功能 12

1.3.3 其他的新功能 14

1.4 Oracle数据类型 14

1.5 小结 15

1.6 习题 15

第2章 Oracle 系统的安装 17

2.1 环境和系统配置 18

2.2 Windows环境下的安装过程 18

2.2.1 选择安装方法 18

2.2.2 选择安装类型 19

2.2.3 指定主目录详细信息 19

2.2.4 产品特定的先决条件检查 20

2.2.5 选择配置选项 20

2.2.6 概要 21

2.2.7 安装 22

2.2.8 安装结束 22

2.3 创建数据库 23

2.3.1 启动Oracle 11g的数据库配置助理 23

2.3.2 执行操作选择 23

2.3.3 选择模板 24

2.3.4 数据库标识界面 24

2.3.5 数据库管理选项界面 25

2.3.6 数据库身份证明界面 25

2.3.7 存储选项界面 26

2.3.8 数据库文件所在位置界面 26

2.3.9 恢复配置界面 27

2.3.10 示例方案选项界面 27

2.3.11 数据库初始参数 28

2.3.12 安全设置界面 30

2.3.13 自动维护任务界面 30

2.3.14 数据库存储界面 31

2.3.15 创建选项界面 33

2.3.16 确认界面 33

2.3.17 创建完成提示界面 34

2.4 安装后的工作 34

2.4.1 Oracle的服务 34

2.4.2 创建监听服务 36

2.4.3 测试本地Oracle数据库服务 38

2.4.4 通过网络服务名连接Oracle实例 39

2.5 HR演示模式 40

2.5.1 用户和模式 40

2.5.2 HR模式 40

2.6 小结 41

2.7 习题 41

第3章 SQL*Plus和SQL Developer 43

3.1 SQL*Plus 44

3.2 常见的SQL*Plus命令 44

3.2.1 登录SQL*Plus 44

3.2.2 退出SQL*Plus 44

3.2.3 SQL*Plus帮助 45

3.2.4 显示表、视图结构命令DESC 45

3.2.5 列出缓冲区命令语句LIST 45

3.2.6 保存缓冲区命令到文件 46

3.2.7 读取命令文件到缓冲区 46

3.2.8 将屏幕信息转储到文件中 47

3.2.9 数据的格式化输出 47

3.3 SQL Developer 48

3.3.1 SQL Developer概述 48

3.3.2 SQL Developer用户界面 48

3.3.3 创建数据库连接 50

3.3.4 使用CREATE TABLE对话框

添加新表 51

3.3.5 更改表定义 52

3.3.6 给表添加约束 53

3.3.7 向表中添加数据 54

3.3.8 访问数据 56

3.3.9 使用报表 56

3.3.10 添加用户定义的报表 57

3.4 习题 57

第2篇 Oracle SQL和PL/SQL

第4章 简单的SELECT语句 60

4.1 SELECT语句基础 61

4.1.1 SELECT语法 61

4.1.2 列的别名 62

4.1.3 字符串的连接 62

4.2 SQL中的单行函数 63

4.2.1 单行字符串函数 63

4.2.2 单行数字函数 67

4.2.3 日期函数 70

4.2.4 转换函数 71

4.2.5 空值处理函数 72

4.3 SQL中的组函数 73

4.3.1 多记录组函数 73

4.3.2 带GROUP BY的计算 74

4.3.3 用HAVING来限制分组计算 75

4.4 限制与排序 75

4.4.1 限制条件 76

4.4.2 用ORDER BY子句对结果排序 77

4.5 习题 77

第5章 表和完整性约束 79

5.1 创建表 80

5.1.1 创建表结构的语法 80

5.1.2 创建表结构例子 80

5.1.3 为表和列加注释 81

5.2 修改表 83

5.2.1 修改表结构命令 83

5.2.2 增加新列和修改列 83

5.2.3 删除表中的某个列 84

5.3 删除表 84

5.4 主键 84

5.4.1 创建主键 85

5.4.2 改变主键 86

5.4.3 删除主键 86

5.5 外键 87

5.5.1 建立外键 87

5.5.2 修改外键 90

5.5.3 删除外键 90

5.6 Oracle的约束定义 90

5.6.1 CHECK约束 91

5.6.2 NOT NULL约束 93

5.6.3 唯一性约束 93

5.6.4 约束检验 95

5.7 习题 95

第6章 使用SQL进行数据操作 97

6.1 INSERT操作 98

6.1.1 INSERT语句语法 98

6.1.2 插入带空值的数据行 98

6.1.3 日期和文字插入 99

6.1.4 子查询插入 99

6.1.5 用子查询取得值的插入 100

6.2 UPDATE操作 100

6.2.1 UPDATE命令语法 100

6.2.2 用日期更新操作 100

6.2.3 用文字更新操作 101

6.2.4 用查询更新操作 101

6.3 DELETE操作 102

6.3.1 有条件的DELETE操作 102

6.3.2 条件中带子查询的删除 102

6.3.3 删除表中的重复行 102

6.4 用MERGE实现更新和插入 104

6.5 清空表TRUNCATE 106

6.6 DML的提交和撤销 107

6.7.1 自动提交的设置 107

6.7.2 保存点和撤销 109

6.7 习题 111

第7章 索引、视图和序列 113

7.1 索引 114

7.1.1 创建索引的语法 114

7.1.2 创建索引 114

7.1.3 修改索引 115

7.1.4 删除索引 116

7.1.5 监视索引是否被使用 116

7.1.6 创建表时创建索引 116

7.2 索引有关的数据字典 117

7.2.1 索引数据字典 117

7.2.2 数据字典查询例子 118

7.3 视图 119

7.3.1 创建视图语法 120

7.3.2 创建一个新视图 120

7.3.3 删除一个视图 121

7.3.4 视图有关的数据字典 121

7.4 序列 122

7.4.1 建立序列 122

7.4.2 修改序列 123

7.4.3 使用序列 124

7.4.4 删除序列 125

7.5 习题 125

第8章 PL/SQL基础128

8.1 概述 129

8.1.1 PL/SQL的优点 129

8.1.2 PL/SQL程序块的基本结构 129

8.1.3 创建、运行和测试一个PL/SQL匿名块 130

8.2 PL/SQL基本语法 131

8.2.1 常量和变量的命名 131

8.2.2 变量赋值 132

8.2.3 字段类型%TYPE 134

8.2.4 行类型%ROWTYPE 135

8.2.5 注释 137

8.2.6 数据库赋值 137

8.3 PL/SQL处理流程 138

8.3.1 条件语句 138

8.3.2 循环语句 141

8.4 游标的使用 144

8.4.1 显式游标 144

8.4.2 隐式游标 146

8.4.3 游标循环 147

8.5 异常 150

8.5.1 异常处理概念 150

8.5.2 预定义的异常 150

8.5.3 非预定义异常 151

8.5.4 自定义的异常处理 152

8.6 习题 155

第9章 存储过程、函数、触发器和包 ...157

9.1 存储过程 158

9.1.1 创建过程 158

9.1.2 使用过程 159

9.1.3 删除过程 160

9.2 函数 160

9.2.1 创建函数 160

9.2.2 使用函数 162

9.2.3 删除函数 163

9.3 触发器 164

9.3.1 触发器类型 164

9.3.2 DML触发器 164

9.3.3 替代触发器 167

9.3.4 系统触发器 169

9.3.5 触发器管理 170

9.4 创建包和使用包 171

9.4.1 包声明的定义 171

9.4.2 包主体的定义 172

9.4.3 使用包 173

9.4.4 删除包 173

9.5 过程、函数、触发器、包有关的数据字典 173

9.6 习题 175

第3篇 Oracle管理

第10章 Oracle数据库系统结构179

10.1 Oracle实例 180

10.1.1 系统全局区 (SGA) 180

10.1.2 程序全局区 (PGA) 180

10.1.3 Oracle后台进程 181

10.2 Oracle数据库文件 183

10.2.1 数据文件 183

10.2.2 控制文件 183

10.2.3 日志文件 184

10.2.4 初始化参数文件 184

10.2.5 警告文件 185

10.2.6 跟踪文件 186

10.2.7 口令文件 187

10.3 Oracle数据库逻辑组成 188

10.3.1 表空间与数据文件 188

10.3.2 段 (SEGMENT) 190

10.3.3 区间 (EXTENT) 190

10.3.4 数据块 (DATA BLOCK) 191

10.4 实例管理 191

10.4.1 启动实例 191

10.4.2 关闭数据库 193

10.4.3 监控和管理实例 194

10.5 Oracle的数据字典 197

10.5.1 数据字典的分类 197

10.5.2 USER_视图字典使用示例 199

10.5.3 其他视图字典使用示例 203

10.6 习题 204

第11章 管理表空间与数据文件208

11.1 表空间与数据文件概念 209

11.1.1 表空间概念 209

11.1.2 数据文件概念 210

11.2 创建表空间 210

11.2.1 表空间创建语法 211

11.2.2 创建表空间 212

11.3 表空间的管理 214

11.3.1 管理SYSTEM表空间 214

11.3.2 管理SYSAUX表空间 216

11.3.3 使表空间脱机/联机 216

11.3.4	设置只读表空间	217	13.3.2	创建角色	259
11.4	删除表空间	218	13.3.3	给角色授权	260
11.5	数据文件的常规管理	219	13.3.4	将角色授予用户	260
11.5.1	数据文件的数目	219	13.3.5	删除角色	261
11.5.2	给表空间增加新的数据文件	219	13.4	有关的数据字典	261
11.5.3	控制数据文件的自动扩展	220	13.4.1	查询角色信息	261
11.5.4	调整数据文件大小	220	13.4.2	查询用户拥有的对象权限	262
11.5.5	使数据文件联机或脱机	221	13.5	习题	262
11.5.6	创建大数据文件的表空间	222	第14章 Oracle Database 11g闪回技术 ...	266	
11.5.7	升级字典表空间为本地表空间	223	14.1	闪回表	267
11.6	表空间与数据文件数据字典	223	14.2	闪回删除	269
11.7	习题	225	14.2.1	回收站机制	269
第12章 管理控制文件和日志文件	227		14.2.2	使用闪回删除	271
12.1	控制文件概念	228	14.3	闪回版本查询	272
12.2	控制文件的管理操作	228	14.4	闪回事务查询	273
12.2.1	在初始化参数文件中指定 控制文件	228	14.5	闪回数据库	275
12.2.2	将控制文件存储在不同磁盘中	229	14.5.1	闪回数据库	276
12.2.3	给控制文件所在磁盘留出空间	231	14.5.2	使用闪回数据库	277
12.3	控制文件相关的数据字典	231	14.6	闪回数据归档	279
12.4	日志文件概念	234	14.6.1	创建与管理闪回数据归档区	280
12.4.1	联机重做日志文件	234	14.6.2	为表指定闪回数据归档区	282
12.4.2	日志切换概念	235	14.6.3	使用闪回数据归档	283
12.5	日志文件管理	237	14.7	习题	283
12.5.1	建立多个日志文件	237	第4篇 系统优化调整与工具		
12.5.2	重新命名日志成员	238	第15章 Oracle系统调优与SQL优化 ...	286	
12.5.3	删除重做日志文件	240	15.1	常用调优工具	287
12.6	归档日志管理	242	15.1.1	动态性能视图V\$	287
12.6.1	归档日志概念	242	15.1.2	TKPROF工具	288
12.6.2	日志工作模式	242	15.1.3	Explain Plan	289
12.6.3	切换日志工作模式	243	15.1.4	AUTOTRACE实用程序	289
12.7	习题	245	15.2	性能有关的动态性能视图	291
第13章 管理用户与权限	247		15.2.1	系统相关的性能视图	291
13.1	用户管理	248	15.2.2	当前会话状态视图	293
13.1.1	创建用户	248	15.2.3	门、锁相关的视图	296
13.1.2	修改用户	250	15.3	调整内存分配	296
13.1.3	删除用户	252	15.3.1	调整重做日志缓冲区	296
13.2	权限管理	252	15.3.2	调整共享池	298
13.2.1	GRANT命令与REVOKE命令	253	15.4	常用的SQL优化规则	300
13.2.2	系统权限的授予与撤销	254	15.4.1	SELECT语句中避免使用*	300
13.2.3	对象权限的授予与撤销	256	15.4.2	使用完全限定的列引用	301
13.3	角色管理	258	15.4.3	使用WHERE子句替代 HAVING子句	302
13.3.1	预定义角色	259			

15.4.4	使用TRUNCATE替代DELETE ...	303	16.3	导入IMP实用程序	334
15.4.5	使用表连接替代子查询	305	16.3.1	IMP语法及参数	334
15.4.6	使用EXISTS替代IN	305	16.3.2	一般的IMP数据恢复	338
15.4.7	使用“<=”替代“<”	307	16.3.3	导入过程性能要点	339
15.5	表的连接方法	307	16.4	习题	340
15.5.1	嵌套循环连接	307	第17章	Oracle 11g企业管理器	342
15.5.2	排序合并连接	309	17.1	Oracle 11g企业管理器介绍	343
15.5.3	哈希连接	312	17.2	Oracle 11g EM安装配置	344
15.6	有效使用索引	313	17.2.1	安装选择说明	344
15.6.1	创建索引的基本原则	314	17.2.2	自定义安装	345
15.6.2	索引列上所使用的操作符	314	17.2.3	设置与安装数据库控制	346
15.6.3	避免对唯一索引列使用NULL值	315	17.2.4	启动Oracle 11g EM	346
15.6.4	选择复合索引主列	316	17.2.5	登录到Oracle 11g EM	347
15.6.5	监视索引是否被使用	317	17.3	用企业管理器管理Oracle系统	349
15.7	习题	318	17.3.1	实例管理	350
第16章	导出与导入	322	17.3.2	方案管理	351
16.1	导出和导入概述	323	17.3.3	用户管理	351
16.1.1	导出和导入的作用	323	17.4	用企业管理器维护Oracle系统	353
16.1.2	导出方式	323	17.4.1	表空间和数据文件管理	353
16.1.3	导入方式	324	17.4.2	执行导出操作	355
16.1.4	导出和导入的参数传递	324	17.4.3	浏览预警文件信息	360
16.2	导出EXP实用程序	326	17.5	用企业管理器进行性能调整	361
16.2.1	EXP命令语法	326	17.5.1	找出消耗最高的会话	362
16.2.2	一般的EXP备份	330	17.5.2	找出顶级SQL语句	363
16.2.3	使用DIRECT直接路径导出	332	17.5.3	监视Oracle实例是否存在锁	363
16.2.4	指定查询结果集的导出	333	17.6	习题	363



第1篇 / Oracle概述

第1章

Oracle数据库基础

数据库系统建立在数据模型的基础上。数据模型是对现实世界的抽象，是用来表示实体与实体之间联系的模型。数据模型的种类有很多，例如层次模型、网状模型、关系数据模型和面向对象模型等。目前理论最成熟、使用最普及的是关系数据模型，本书所介绍的Oracle Database 11g就是一个关系数据库系统。

本章是学习数据库应用技术的基础，首先介绍关系数据库的基本概念，以及关系数据模型和规范化理论，然后阐述数据库系统的技术特点、数据库相关术语及其分类，最后对Oracle 11g产品进行全面概括的介绍，读者从中可以了解为什么要使用数据库技术，以及Oracle 11g数据库产品的特点。

1.1 理解关系数据库系统 (RDBMS)

1.1.1 什么是数据库

数据库是用来存储信息或数据的机制。由于科技的进步，人类已迈入信息社会，信息是我们日常生活中必须接触的事物，数据是信息的一种体现。在数据库中，用户可以按照特定的方式存储数据。一旦数据被存储至数据库，用户可以方便地查询这些信息，同时，还可以使用条件来查询信息。数据在数据库中存储的方式决定了根据多个条件来查找信息的难易程度。此外，数据库还应该便于数据的添加、修改和删除。

数据库可以被定义为是在计算机存储设备上合理存放的、互相关联的数据集合。它起源于20世纪50年代。当时美国因战争需要，把各种情报集中在一起，存放在计算机中，称为数据库 (Data Base, DB)。

数据库管理系统 (Data Base Management System, DBMS)，它是基于某种结构数据模型、以统一的方式管理和维护数据库，并提供访问数据库接口的通用软件。

数据模型的种类有很多，例如层次模型、网状模型、关系数据模型和面向对象模型等。目前理论最成熟、使用最普及的是关系数据模型，基于此模型的DBMS称为关系数据库管理系统 (Relational Data Base Management System, RDBMS)。RDBMS就是用来控制数据访问的操作系统。它的任务是按照一定的规则存储数据、检索数据及保护数据。本书所介绍的Oracle Database 11g就是一个关系数据库系统的典型代表。

1.1.2 关系数据模型

IBM的研究人员Edgar Codd博士在1970年6月发表了关系数据建模理论，近40多年来，关系数据库模型已发展是目前最流行的数据库模型。相对于以前的数据库模型，关系数据库模型已经在许多方面对以前的数据库进行了改进，这些改进简化了数据管理、数据检索等工作。通过利用完整性约束条件，数据更加容易管理。数据检索也得到了很大的改善，它允许用户使用可视化工具来浏览数据库表之间的关联结构，并且不再需要用户完全掌握数据库结构。由于关系数据库模型提供了完整性约束条件以及数据标准化等特性，因此对数据库结构的修改也变得非常容易。

1. 关系

关系是一个描述两个集合的元素如何相互联系或如何一一对应的数学概念，关系数据模型是由若干个关系模式组成的集合，关系模式的实例称为关系，每个关系可以看成由行和列交叉组成的二维表格；表中的一行表示一条数据记录，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，列名即属性名，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。

尽管关系与传统的二维表格数据文件具有类似之处，但是它们也有区别。对于数据库来说，关系只是一个带有一些特殊属性的表，数据的基础项是关系，在这些表上的操作只产生关系，可以将关系看成是一种规范化的二维表格，具有如下性质：

- 属性值具有原子性，不可分解。储存在单元中的数据必须是原子的，每个单元只能存储一条数据，叫信息原则（Information Principle）。如果存储多条，则违反信息原则。特殊情况下可能需要违反信息原则。
- 储存在列下的数据必须具有相同的数据类型。
- 每一行是唯一的，没有重复的元组，表中任意两行（元组）不能相同。
- 列没有顺序。
- 行没有顺序。
- 列有一个唯一性的名称。

例如，表1-1所示的二维表是学生信息表，记录了学生的详细信息。

表1-1 学生信息表

编号	姓名	性别	年龄	班级编号
J101	李强	男	18	J401
J102	顾烨	女	20	J402
D101	王志明	女	19	D401
D102	刘闯	男	18	D401
D202	王树新	女	19	D402
...

表1-1中，每一行标识一个学生（实体）；每一列标识学生的某一个属性（如姓名）。任意两行都不能完全相同，也就是不能有信息完全一样的两个或多个学生，否则该表失去意义。

在关系数据库中，关键码（简称键）是关系模型的一个重要概念，用来标识行（元组）的一个或几个列（属性）。由一个属性组成的键，称为唯一键；反之，由多个属性组成的键，称为复合键。能唯一标识表中不同行的属性或属性组称为主键。

键的主要类型如下。

（1）**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。

（2）**候选键** 如果一个属性集能唯一标识元组，并且不含多余的属性，那么这个属性集称为关系的候选键。

（3）**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。

（4）**外键** 如果一个关系R中包含另一个关系S的主键所对应的属性组F，则称此属性组F为关系R的外键，并称关系S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。

例如表1-1中，姓名、性别、年龄和班级编号这4列都有可能出现相同的值，甚至会出现4列的值同时相同的情况。

为了达到“表中任意两行不能相同”的约束，学生信息表中有一列与学生实际信息并没有关系的列——编号。通常情况下，表的设计者会为每个表设计一个值唯一的列，例如这里的编号列，通过编号列可以唯一确定一名学生，所以学生信息表中编号列是作为主键的最佳选择。

而外键则像一个指针，从一个表指向另一个表。例如学生信息表中的班级编号列，它并没有对班级进行描述，而只是记录了班级的一个编号，具体的班级信息则存放在班级信息表中。

班级信息表如表1-2所示。

表1-2 班级信息表

班级编号	班级名称	负责人
J401	计算1班	王明
J402	计算2班	刘小强
D401	电商1班	张志国
D402	电商2班	李志海
D403	电商3班	郝明
...

2. 关系的完整性

关系模型的完整性规则是对数据的约束。关系模型提供了3类完整性规则：实体完整性规则、参照完整性规则和用户定义的完整性规则。其中实体完整性规则和参照完整性规则是关系模型必须满足的完整性的约束条件，称为关系完整性规则。而用户定义的完整性则是应用领域需要遵循的约束条件，体现了具体领域中的语义约束。

■ 实体完整性 (Entity Integrity)

这是指关系的主属性（主键的组成部分）不能是空值（null）。空值就是指不知道或是不能使用的值，并不是指空字符串。

■ 参照完整性 (Referential Integrity)

如果关系的外键R1与关系R2中的主键相符，那么外键的每个值必须在关系R2中主键的值中找到或者是空值。

■ 用户定义完整性 (User-defined Integrity)

它主要针对某一具体的实际数据库的约束条件。它由应用环境所决定，反映某一具体应用所涉及的数据必须满足的要求。关系模型提供定义和检验这类完整性的机制，以使用统一的、系统的方法处理，而不必由应用程序承担这一功能。

关系数据库模型支持三种类型的表关联关系：一对一、一对多以及多对多，数据库应该支持这些不同类型的表间联系。例如，一张表中的数据可能是基于其他表中的数据而存在，有些表中还可能有多条记录与其他表中的记录相对应。

表关联是通过引用完整性定义的，这些完整性又是通过主码和外码约束条件实现的。应用完整性是通过这些约束条件来校验进入表中的数据并且管理父表与子表

之间的关系。其他类型的约束条件也可以用来控制表的特定列数据以及创建表之间的联系。

1.1.3 数据库种类及厂家

可以将目前的数据库产品分为三大类。

一类是以PC机为运行环境的数据库管理系统，如xBase类的产品dBase、FoxBase、FoxPro和Visual FoxPro等。这类系统主要作为支持一般办公需要的数据库环境，强调使用的方便性和操作的简便性，因此有人称之为桌面型数据库管理系统。

另一类是以Oracle为代表的数据库管理系统，此类系统还有IBM的DB2、微软的SQL Server、Sybase和Informix等，这些系统更强调系统工程理论上和实践上的完备性，具有更巨大的数据存储和管理能力，提供了比桌面型系统更全面的数据保护和恢复功能，它更有利于支持全局性的及关键性的数据管理工作，所以也被称为主流数据库管理系统。

第三类是以PostgreSQL、MySQL为代表的开源自由软件系统。PostgreSQL是一种特性非常齐全的自由软件的关系数据库管理系统，它的很多特性是当今许多商业数据库的前身。PostgreSQL最早开始于BSD的Ingres项目。PostgreSQL的特性覆盖了SQL-2/SQL-92和SQL-3。它包括了可以说是目前世界上最丰富的数据类型的支持；其次，目前PostgreSQL是唯一支持事务、子查询、多版本并行控制系统、数据完整性检查等特性的唯一的一种自由软件的数据库管理系统。

1.2 关系数据库规范化理论

数据库的使用在实际应用中相当普遍，也相当重要，规范化是在关系数据库中减少数据冗余的过程。对数据库加以规范，将会让数据库的设计更合理、更可靠，也就让数据库能在实际应用中发挥更好的作用。关于数据库理论与设计，长期以来已经形成了关系数据库设计理论，也称为关系数据库的规范化理论。

1.2.1 关系与关系模式

在数据库中需要区分型和值。其中，型也称为关系数据库模式，是对关系数据库结构的描述，包括若干域的定义以及这些域上定义的若干关系模式；值则是这些关系模式在某一时刻对应的关系的集合，通常称为关系数据库。

概括地说，在关系数据库中，关系模式是型，是对关系的描述，它是静态的、稳定的；关系是值，是动态的，会随着时间的不同而发生改变。

关系模式可以形式化地表示为 $R(U, D, \text{dom}, F)$ 。

其中，R表示关系名；U表示组成该关系的属性名的集合；D表示属性的域；dom表示属性向域的映射集合；F表示属性之间数据的依赖关系集合。

通常可以将关系模式简化成 $R(U)$ 或 $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ 。

其中, A_1 到 A_n 都表示属性名或域名。属性向域的映射常常直接说明属性的类型和长度。通常在关系模式的主属性下加下划线表示该属性是主键属性。

【例1.1】有一个图书信息表book, 该表中有字段bookid(图书编号)、bookname(图书名称)、bookpress(出版社)、bookprice(价格)。其中, bookid是主属性; 表述图书信息表可以使用如下的关系模式:

```
B(bookid, bookname, bookpress, bookprice)
```

其中, B是图书信息的关系模式名称; bookid下添加下划线表示该属性是图书信息中的主属性。

1.2.2 函数依赖

假设有关系模式 $R(U)$, X 和 Y 都是 U 的子集, 如果 $R(U)$ 中任一可能的关系 r 中, 不存在两行记录在 X 上的值相同而在 Y 上的值不同, 则称属性子集 X 函数决定属性子集 Y , 或者称 Y 函数依赖于 X , 记为 $X \rightarrow Y$ 。

【例1.2】前面提到如下关系模式:

```
B(bookid, bookname, bookpress, bookprice)
```

其中, 图书ID是主属性, 当图书ID被确定时, 图书名称、图书出版社和图书价格也将被确定, 不存在同一个图书ID对应不同的图书名称等, 这就表示图书ID函数决定图书名称等, 或者称图书名称等函数依赖于图书ID。

事实上, 在关系模式中, 某个值唯一的属性都由函数决定其他属性。如果关系模式中有两个属性都是值唯一的, 则它们将互为函数决定对方, 也就是 $X \rightarrow Y$ 并且 $Y \rightarrow X$, 此时可以记为 $X \leftrightarrow Y$ 。

函数依赖可以分为如下3种情况。

■ 平凡函数依赖与非平凡函数依赖。

在关系模式 $R(U)$ 中, 对于 U 的子集 X 和 Y , 如果 $X \rightarrow Y$, 但 Y 不是 X 的子集, 则称 $X \rightarrow Y$ 是非平凡函数依赖。若 Y 是 X 的子集, 则称 $X \rightarrow Y$ 是平凡函数依赖。对于任一关系模式, 平凡函数依赖都是必然成立的。

■ 完全函数依赖与部分函数依赖。

在关系模式 $R(U)$ 中, 如果 $X \rightarrow Y$, 并且对于 X 的任何一个真子集 X' , 都有 Y 不依赖于 X' , 则称 Y 完全函数依赖于 X , 记作 $X \xrightarrow{F} Y$ 。

如果 $X \rightarrow Y$, 但 Y 不完全函数依赖于 X , 则称 Y 部分函数依赖于 X , 记作 $X \xrightarrow{P} Y$ 。

如果 Y 对 X 部分函数依赖, X 中的“部分”就可以确定对 Y 的关联, 从数据依赖的观点来看, X 中存在“冗余”属性。实际上, 部分依赖与传递依赖是产生冗余和异常的两个重要原因。

■ 传递函数依赖。

在关系模式 $R(U)$ 中, 如果 $X \rightarrow Y$, $Y \rightarrow Z$, 并且 X 不函数依赖于 Z , 则称 Z 传递