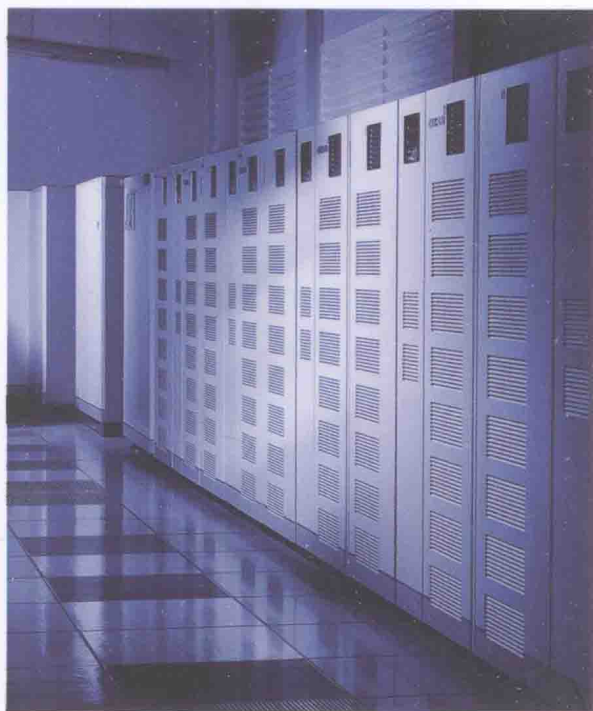


Oracle Database 12c

应用与开发教程

- ◆ Oracle Database 12c的安装和配置
- ◆ 数据库操作
- ◆ 数据表操作
- ◆ SQL语言查询
- ◆ PL/SQL语言及编程
- ◆ 索引、视图、序列和同义词
- ◆ 存储过程、触发器、函数和包
- ◆ 事务和锁
- ◆ 表空间的管理
- ◆ 控制文件和日志文件的管理
- ◆ 安全性管理
- ◆ 备份与恢复
- ◆ 闪回技术
- ◆ 基于B/S的实验室管理系统



姚瑶 苏玉 主 编

王燕 宋朝 副主编

清华大学出版社

高等学校计算机应用规划教材

Oracle Database 12c 应用与开发教程

姚瑶 苏玉 主 编

王燕 宋朝 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

Oracle 数据库系统是数据库领域最优秀的数据库之一,本书以 Oracle 最新版本 Oracle Database 12c Release 1(12.1.0.2.0)为蓝本,全面、翔实地介绍应用 Oracle Database 12c 数据库管理系统进行数据库管理的各种操作以及数据库程序开发所需的各种知识和技能。全书共分为 16 章,深入阐述了 Oracle Database 12c 系统的基本特点、安装和配置技术、Oracle Database 12c 的体系结构、数据库操作、数据表操作、SQL 语言查询、PL/SQL 编程、索引、视图、序列和同义词、存储过程和触发器、事务和锁、表空间、控制文件和日志文件、Oracle Database 12c 的安全管理、备份恢复、闪回操作等内容。

本教材内容丰富、结构合理、思路清晰、语言简练、示例翔实。全书以一个实际的学籍管理数据库为案例介绍 Oracle Database 12c 的管理和开发技术,适合“理论实践一体化”的教学方法,将知识讲解和技能训练有机结合,融“教、学、做”于一体。本书主要面向数据库初学者,适合作为高等院校的数据库教材,以及各种数据库培训班的培训教材,还可作为 Oracle Database 12c 应用开发人员的参考资料。

本书的电子课件、习题答案和实例源代码可以到 <http://www.tupwk.com.cn> 网站下载。

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 Database 12c 应用与开发教程/姚瑶,苏玉 主编. —北京:清华大学出版社,2016
(高等学校计算机应用规划教材)

ISBN 978-7-302-43384-2

I. ①O… II. ①姚… ②苏… 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 069897 号

责任编辑:胡辰浩 袁建华

装帧设计:孔祥峰

责任校对:成凤进

责任印制:李红英

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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62781730

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:22.75 字 数:525 千字

版 次:2016 年 4 月第 1 版 印 次:2016 年 4 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:43.00 元

产品编号:057732-01

前 言

伴随着大数据时代的来临,数据库管理技术显得尤为重要。Oracle 作为当今市场主流数据库产品之一,拥有广泛的用户和大量的应用案例,已成为大型数据库应用系统的首选后台数据库系统。Oracle Database 12c 作为 Oracle 公司在 2013 年最新发布的产品,不但秉承了前期 Oracle 版本的优点,还引入了多租户架构和新的特性,为企业开发分布式、海量数据存取和高可靠性应用系统提供了完美的支持。

本书基于 Oracle Database 12c 12.1.0.2.0 版本,通过大量的案例全面介绍了 Oracle Database 12c 数据库系统,全书共分 4 个部分,第 1 部分为数据库安装篇,由第 1~3 章组成,包括 Oracle 数据库概述、Oracle Database 12c 的安装和配置技术、Oracle Database 12c 的体系结构。第 2 部分为数据库基础篇,由第 4~10 章组成,包括数据库操作、数据表操作、SQL 语言查询、PL/SQL 语言及编程、索引、视图、序列和同义词、存储过程、函数、触发器、程序包、事务和锁等内容。第 3 部分为数据库管理篇,由第 11~15 章组成,包括表空间管理、控制文件和日志文件管理、安全性管理、备份与恢复、闪回技术等内容。第 4 部分为设计篇,由第 16 章组成,主要介绍数据库应用系统实例。附录部分为前面各章节提供比较实用的实验案例、常用的系统函数、PL/SQL 标准异常等内容。本书在讲述 Oracle Database 12c 的各种技术时,以实际案例为导向,注重培养读者解决实际问题的能力并帮助其快速掌握 Oracle Database 12c 的基本操作技术。

本书内容丰富、结构合理、思路清晰、语言简练流畅、示例翔实。在内容的选择、深度的把握上充分考虑初学者的特点,内容安排上做到循序渐进、由浅入深、举一反三、理论联系实际。每一章的引言部分概述了本章的作用和内容。在每一章的正文中,结合所讲述的关键技术和难点,穿插了大量极富实用价值的示例。每一章末尾都安排了有针对性的习题,有助于读者巩固所学的基本概念,也有助于培养读者的实际动手能力、增强对基本概念的理解和实际应用能力。书中的文字说明、图形显示、程序语句(所有程序都运行通过)、习题和上机实验比例恰当,且配有电子课件和实例源代码,教学资源丰富,既便于教师教学,也方便学生学习,具有很强的实用性。

全书共 16 章,第 6~9 章由姚瑶(中州大学)执笔,第 1、2 章由苏玉(中州大学)执笔,第 11~14 章由王燕(中州大学)执笔,第 3~5 章由宋朝(黄河科技学院)执笔,第 15、16 章由薛梅(中州大学)编写完成。第 10 章及附录部分和配套电子教案由李银凤(中州大学)和刘璐共同编写完成。姚瑶、苏玉作为本书的主编,负责全书的策划和修改定稿工作,王燕、宋朝任本书的副主编。

参加本书编写的人员还有卫琳、王战红、陶永才、邵玉梅、丁雷道、张亚楠、王亚敏、韩颖、李冬芳、胡静、高宇飞、吴保东、何宗真、王慧娟、程秋香、赵香玉、郑丽丽、张晓菊、卢华林、吴歌、李洋、武红欣等,在此一并表示感谢。

在本书出版的过程中，清华大学出版社的老师对书稿提出了许多宝贵意见。同时，在编写本书的过程中参考了相关文献，在此向这些文献的作者深表感谢。由于水平有限，书中难免有错误与不足之处，恳请专家和广大读者批评指正。我们的信箱是 huchenhao@263.net，电话是 010-62796045。

本书的电子课件、习题答案和实例源代码可以到 <http://www.tupwk.com.cn> 网站下载。

编 者
2016 年 1 月

目 录

第一篇 数据库安装篇

第 1 章 Oracle 数据库概述	1
1.1 数据库基本概念	1
1.2 数据库关系模型	3
1.2.1 数据模型	3
1.2.2 关系模型	4
1.3 Oracle 数据库的发展	7
1.4 Oracle Database 12c 简介	8
1.4.1 数据库与云计算	8
1.4.2 Oracle Database 12c 的 新特性	8
1.5 小结	10
1.6 习题	10
第 2 章 Oracle Database 12c 的 安装和配置	11
2.1 安装前的准备工作	11
2.1.1 安装环境	11
2.1.2 数据库安装软件的下载	12
2.2 安装过程	13
2.2.1 具体安装步骤	13
2.2.2 常用 Oracle 服务	19
2.3 卸载 Oracle Database 12c	20
2.4 Oracle 基本工具	21
2.4.1 SQL Plus	21
2.4.2 Enterprise Manager	22
2.4.3 SQL Developer	24
2.4.4 PL/SQL Developer	25
2.5 小结	27
2.6 习题	27

第 3 章 Oracle Database 的

体系结构	28
3.1 存储结构	28
3.1.1 物理存储结构	29
3.1.2 逻辑存储结构	31
3.2 数据库实例	36
3.3 内存结构	36
3.3.1 系统全局区(SGA)	38
3.3.2 程序全局区(PGA)	39
3.4 进程结构	39
3.4.1 DBWR 数据库写进程	40
3.4.2 LGWR 进程	40
3.4.3 CKPT 检查点进程	41
3.4.4 SMON 系统监控进程	41
3.4.5 PMON 进程监控进程	42
3.4.6 ARCH 归档进程	42
3.4.7 RECO 恢复进程	42
3.4.8 LCKn 锁进程	42
3.4.9 Dnnn 调度进程	42
3.4.10 其他进程	43
3.5 数据字典	43
3.6 小结	43
3.7 习题	44

第二篇 数据库基础篇

第 4 章 数据库操作	46
4.1 创建数据库	46
4.1.1 使用 DBCA 创建数据库	47
4.1.2 使用命令行创建数据库	50
4.2 删除数据库	52
4.2.1 使用 DBCA 删除数据库	52

4.2.2 使用命令行删除数据库	55	5.5.2 更新数据	80
4.3 数据库的启动和关闭	55	5.5.3 删除数据	80
4.3.1 概述	55	5.5.4 使用 SQL Developer 工具 维护数据	80
4.3.2 启动数据库	57	5.6 小结	81
4.3.3 关闭数据库	58	5.7 习题	82
4.3.4 数据库状态的改变	59		
4.4 小结	59	第 6 章 SQL 语言查询	84
4.5 习题	60	6.1 SQL 语言概述	84
第 5 章 数据表操作	61	6.2 简单查询	85
5.1 表概述	61	6.2.1 SELECT 语句的基本 语法格式	85
5.1.1 表的构成	61	6.2.2 选择表中的若干列	86
5.1.2 表的数据类型	63	6.2.3 选择表中的若干行	88
5.1.3 表的约束类型	64	6.2.4 对查询的结果排序	92
5.2 创建表	65	6.2.5 对数据进行统计	93
5.2.1 使用命令行创建表	65	6.2.6 对查询结果分组	94
5.2.2 创建表的相关子句	66	6.3 连接查询	97
5.2.3 使用 SQL Developer 工具 创建表	68	6.3.1 交叉连接	97
5.3 修改表	69	6.3.2 内连接	98
5.3.1 修改表的结构	69	6.3.3 外连接	100
5.3.2 重命名表	71	6.4 子查询	102
5.3.3 删除表	71	6.4.1 使用 IN 谓词的子查询	102
5.3.4 使用 SQL Developer 工具 修改、删除表	71	6.4.2 使用比较运算符的子查询	103
5.4 设置数据表的完整性	72	6.4.3 使用 ANY 或 ALL 的 子查询	104
5.4.1 数据表的完整性约束概述	73	6.4.4 使用 EXISTS 的子查询	105
5.4.2 主键约束	75	6.5 集合操作	106
5.4.3 唯一约束	75	6.5.1 使用 UNION 操作符	107
5.4.4 非空约束	76	6.5.2 使用 INTERSECT 操作符	108
5.4.5 检查约束	76	6.5.3 使用 MINUS 操作符	108
5.4.6 外键约束	76	6.6 使用 SQL Plus 编辑命令、 格式化输出	109
5.4.7 删除约束	77	6.6.1 使用 SQL Plus 编辑命令	109
5.4.8 使用 SQL Developer 工具 维护约束	77	6.6.2 保存、检索并运行文件	111
5.5 表中数据的操作	78	6.6.3 格式化输出列	114
5.5.1 插入数据	79	6.6.4 设置页面大小和行大小	115

6.6.5 清除列格式	117	8.1.4 修改索引	166
6.7 小结	118	8.1.5 删除索引	167
6.8 习题	118	8.1.6 使用 SQL Developer 工具 管理索引	167
第 7 章 PL/SQL 语言及编程	120	8.2 视图	169
7.1 PL/SQL 简介	120	8.2.1 视图概述	169
7.1.1 语言结构	120	8.2.2 创建视图	169
7.1.2 PL/SQL 示例程序	121	8.2.3 修改视图	175
7.2 PL/SQL 的基本语法	122	8.2.4 删除视图	175
7.2.1 变量和常量	122	8.2.5 使用 SQL Developer 工具 管理视图	175
7.2.2 赋值语句	123	8.3 序列	176
7.2.3 表达式和运算符	124	8.3.1 创建序列	177
7.2.4 条件判断语句	125	8.3.2 修改序列	179
7.2.5 循环语句	130	8.3.3 删除序列	179
7.3 常用函数	134	8.3.4 使用序列	179
7.3.1 数值型函数	134	8.3.5 使用 SQL Developer 工具 创建和维护序列	180
7.3.2 字符型函数	136	8.4 同义词	181
7.3.3 日期型函数	139	8.5 小结	183
7.3.4 统计函数	141	8.6 习题	183
7.3.5 转换函数	143		
7.4 游标	144	第 9 章 存储过程、函数、 触发器和程序包	185
7.4.1 基本原理	144	9.1 存储过程	185
7.4.2 显式游标	145	9.1.1 存储过程概述	185
7.4.3 隐式游标	147	9.1.2 创建和执行存储过程	186
7.4.4 游标的属性	147	9.1.3 带参数的存储过程	188
7.4.5 游标变量	150	9.1.4 为过程添加局部变量和 子过程	193
7.4.6 游标 FOR 循环	151	9.1.5 修改和删除存储过程	195
7.4.7 游标的更新	152	9.1.6 使用 SQL Developer 工具 管理存储过程	195
7.5 异常处理	154	9.2 函数	196
7.6 小结	156	9.2.1 创建函数	196
7.7 习题	156	9.2.2 调用函数	198
		9.2.3 删除函数	198
第 8 章 索引、视图、序列和同义词	158		
8.1 索引	158		
8.1.1 索引概述	158		
8.1.2 索引的分类	161		
8.1.3 创建索引	164		

9.2.4 使用 SQL Developer 工具 管理函数	199
9.3 触发器	199
9.3.1 触发器概述	199
9.3.2 DML 触发器	202
9.3.3 替代触发器	207
9.3.4 系统事件触发器	209
9.3.5 用户事件触发器	209
9.3.6 管理触发器	211
9.3.7 使用 SQL Developer 工具 管理触发器	212
9.4 包	214
9.4.1 包概述	215
9.4.2 包的定义	215
9.4.3 包的使用	218
9.4.4 获取有关包中函数和 过程的信息	220
9.4.5 删除包	220
9.4.6 Oracle Database 12c 的 内置包	220
9.4.7 使用 SQL Developer 工具 管理包	221
9.5 小结	222
9.6 习题	223
第 10 章 事务和锁	225
10.1 事务	225
10.1.1 事务概述	225
10.1.2 事务的特性	226
10.1.3 事务的类型	226
10.1.4 事务的保存点	228
10.2 锁	229
10.2.1 锁概述	229
10.2.2 锁的分类	229
10.2.3 锁的类型	230
10.2.4 加锁的方法	232
10.2.5 死锁	234
10.3 小结	235
10.4 习题	235
第三篇 数据库管理篇	
第 11 章 表空间操作	237
11.1 表空间概述	237
11.2 表空间管理	239
11.2.1 创建表空间	239
11.2.2 查看表空间	241
11.2.3 维护表空间	242
11.2.4 创建大文件表空间	244
11.2.5 删除表空间	245
11.3 临时表空间	245
11.3.1 创建临时表空间	246
11.3.2 查看临时表空间	246
11.3.3 临时表空间组	247
11.4 撤销表空间	249
11.5 数据文件	250
11.5.1 移动和重命名 数据文件	250
11.5.2 删除数据文件	251
11.6 小结	251
11.7 习题	252
第 12 章 控制文件和日志文件的 管理	253
12.1 控制文件管理	253
12.1.1 控制文件概述	253
12.1.2 查看控制文件 基本信息	254
12.1.3 控制文件的备份和 恢复	256
12.1.4 控制文件的删除	257
12.2 重做日志管理	257
12.2.1 重做日志概述	257
12.2.2 创建重做日志组及 成员	259

12.2.3	修改重做日志文件的 存储位置和名称.....	260	13.4.7	查询角色信息.....	286
12.2.4	删除重做日志文件.....	261	13.5	小结.....	287
12.2.5	清空重做日志文件.....	262	13.6	习题.....	287
12.2.6	重做日志文件的切换.....	263	第 14 章	备份与恢复.....	289
12.2.7	查看重做日志文件.....	263	14.1	备份与恢复概述.....	289
12.2.8	使用 OEM 管理重做 日志文件.....	264	14.2	备份与恢复分类.....	290
12.3	归档日志管理.....	265	14.2.1	备份分类.....	290
12.3.1	归档日志概述.....	265	14.2.2	恢复分类.....	291
12.3.2	管理归档模式.....	266	14.3	备份与恢复方法.....	292
12.3.3	设置归档位置.....	267	14.3.1	备份与恢复方法概述.....	292
12.3.4	查看归档日志信息.....	268	14.3.2	使用命令行执行 数据库备份.....	294
12.4	小结.....	269	14.3.3	使用命令行执行 数据库恢复.....	297
12.5	习题.....	269	14.3.4	恢复管理器(RMAN)的 使用.....	299
第 13 章	安全性管理.....	271	14.4	小结.....	301
13.1	概述.....	271	14.5	习题.....	302
13.2	用户管理.....	271	第 15 章	Oracle 闪回技术.....	303
13.2.1	初始用户.....	272	15.1	闪回技术概述.....	303
13.2.2	用户相关属性.....	272	15.2	闪回数据库.....	304
13.2.3	创建用户.....	273	15.2.1	启动闪回数据库.....	305
13.2.4	修改用户.....	276	15.2.2	使用闪回数据库.....	306
13.2.5	删除用户.....	277	15.3	闪回表.....	308
13.2.6	查询用户信息.....	277	15.4	闪回查询.....	309
13.3	权限管理.....	278	15.5	闪回版本查询.....	310
13.3.1	权限概述.....	278	15.6	闪回丢弃.....	311
13.3.2	系统权限管理.....	279	15.7	小结.....	313
13.3.3	对象权限管理.....	281	15.8	习题.....	313
13.3.4	权限查询.....	282	第四篇	数据库设计篇	
13.4	角色管理.....	282	第 16 章	实验室管理系统.....	314
13.4.1	角色概述.....	283	16.1	ADO.NET 组件.....	314
13.4.2	创建角色.....	283	16.1.1	Connection 对象.....	314
13.4.3	角色授权.....	284	16.1.2	Command 对象.....	315
13.4.4	角色的启用和禁用.....	284	16.1.3	DataSetCommand 对象.....	315
13.4.5	修改角色.....	285			
13.4.6	删除角色.....	286			

16.1.4 DataSet 对象	315	实验6 PL/SQL编程	340
16.1.5 DataReader 对象	315	实验7 存储过程、函数和 触发器	341
16.2 实验室管理系统设计	316	实验8 安全管理	342
16.2.1 实验室管理系统 架构设计	316	附录B PL/SQL 常用系统函数	344
16.2.2 实验室管理系统 功能设计	317	B.1 常用数学函数	344
16.2.3 实验室管理系统 数据库设计	318	B.2 Oracle 常用字符串函数	345
16.2.4 系统功能模块实现	321	B.3 Oracle 常用日期函数	346
16.3 小结	329	B.4 Oracle 常用转换函数	346
附录A 实验	330	附录C PL/SQL 标准异常	348
实验1 初识Oracle Database 12c ..	330	附录D Oracle Database 12c 词汇集锦	349
实验2 数据库管理	332	参考文献	354
实验3 数据表的管理	333		
实验4 数据查询	337		
实验5 索引、视图和序列	338		

第一篇 数据库安装篇

第1章 Oracle数据库概述

数据库技术从 20 世纪 60 年代产生至今已经经历了 50 多年的发展，成为现代计算机应用系统的基础和核心，数据库管理系统作为数据管理最有效的手段，为高效、精确地处理数据创造了条件。Oracle Database 是甲骨文公司开发的数据库管理系统，简称 Oracle。本章主要介绍数据库的基本概念、数据库关系模型、Oracle 数据库的发展及 Oracle Database 12c 简介等内容。

本章的学习目标：

- 数据库基本概念
- 数据库关系模型
- Oracle 数据库的发展
- Oracle Database 12c 简介

1.1 数据库基本概念

数据库是数据管理的最新技术，也是计算机科学的重要分支。目前，数据库的建设规模、信息量的大小和使用频度已成为衡量一个国家信息化程度的重要标志。随着计算机和网络的不断发展，人们的日常生活越发离不开数据库了。要学习数据库知识，首先必须对数据库技术中所涉及的基本概念和术语有所了解。

(1) 数据

数据(data)是对客观事物及其活动的抽象符号表示，是存储在某一种媒体上可以鉴别的符号资料。描述事物的符号可以是数字，也可以是文字、图形、声音、语言等。数据有多种表现形式，人们通过数据来认识世界，了解世界。数据可以经过编码后存入计算机加以处理。

(2) 信息

信息(information)是指数据经过加工处理后所获取的有用知识，是以某种数据形式表现的。信息具有可感知、可存储、可加工、可传递和可再生等自然属性。信息也是社会各行

各业中不可或缺的资源，这是它的社会属性。

在现实世界中，人们为了交流信息、了解信息，需要对现实世界中的事物进行描述。例如，利用自然语言描述一位教师：“张伟教授是一位计算机学院的男教师，1970 年出生，研究生毕业”。在计算机中，为了处理现实世界中的事物，可以抽象出人们感兴趣的事物特征，组成一个记录来描述该事物。例如，最感兴趣的是教师的姓名、性别、出生日期、职称、学历等，则上述自然语言描述的信息就可以用如下一条表示数据的记录来描述：

(张伟，男，1970，教授，研究生)

数据和信息是两个相互联系但又相互区别的概念，数据是信息的载体，一个或多个数据可构成一条信息；信息是数据的有意义的表现，即信息是事物及其属性标识的集合。

(3) 数据处理

数据处理是指对数据进行加工的过程，即将数据转换成信息的过程，是对各种数据进行收集、存储、加工和传播的一系列活动的总和。

我们经常应用的 Word 文字处理、Excel 表格处理和 Photoshop 图像处理等都是对各种数据进行收集、存储、加工的过程，即计算机数据处理。

(4) 数据库

数据库(Database, DB)是长期存放在计算机内的、有组织的、可共享的数据集合。数据库是信息的集合，也就是用于组织、存储和管理数据的仓库。数据库具有如下特点：

- 数据库中的数据按一定的数据模型来组织、描述和存储。
- 具有较高的数据独立性和易扩充性。
- 为各种用户共享。

(5) 数据库管理系统

数据库管理系统(Database Management System, DBMS)是位于用户和操作系统之间的一层数据管理软件。用户对数据库提出的访问请求是由 DBMS 来处理的。在 DBMS 中还提供了许多对数据库进行操作的使用程序。DBMS 使得用户能够方便地完成以下操作：

- 建立和维护数据库。
- 定义数据。
- 操作数据。
- 保证数据的安全性、完整性。
- 多用户实现数据的共享。
- 发生故障之后进行数据恢复。

实际应用中，通常所说的使用哪种数据库，是指 Oracle、SQL Server、MySQL 或 DB2 等数据库，一般都是指使用哪种数据库管理系统，而不是数据库。数据库只是数据的集合，没有数据库管理系统的支持，那些数据也就仅仅是存储在计算机上的一些死数据而已，没有太大的实用价值。

(6) 数据库管理员

数据库管理员(Database Administrator, DBA)负责整个数据库的建立、管理、运行和维

护等系统工作,以及用户登记、存取数据的权限分配等服务性工作。数据库管理员不仅必须具有计算机及数据库方面的专业知识,还要对整个计算机软硬件系统的构成,以及所采用的数据库管理系统比较熟悉。通常数据库管理员由经验丰富的计算机专业人员担任。

(7) 数据库系统

数据库系统(Database System, DBS)是指采用数据库技术的计算机系统。狭义地讲,由数据库、数据库管理系统构成;广义地讲,由数据库、数据库管理系统及开发工具、数据库应用程序、数据库管理员和用户构成。

1.2 数据库关系模型

数据库是某个企业、组织或部门所涉及的数据的综合,反映数据本身的内容和数据之间的联系。数据模型用来抽象、表示和处理现实世界中的数据和信息,是现实世界的模拟。现实生活中的具体模型,如汽车模型、航空模型等,人们并不陌生,人们看到模型就会想到现实生活中的事物。

1.2.1 数据模型

数据模型同样是现实世界中数据和信息在数据库中的抽象与表示。数据模型应满足三方面的要求:一是能比较真实地模拟现实世界;二是容易理解;三是便于在计算机中实现。为了把现实世界中的具体事物抽象、组织为某种 DBMS 支持的数据模型,人们常常首先把现实世界转换为信息世界,然后将信息世界转换为某一个 DBMS 支持的数据模型。

根据模型应用目的的不同,数据模型可以分为两类:一类是概念模型,它按用户的观点来对数据和信息进行抽象,主要用于数据库设计;另一类是结构数据模型,它按计算机的观点来建模,主要用于 DBMS 的实现。

结构数据模型直接描述数据库中数据的逻辑结构,这类模型涉及计算机系统,又称基本数据模型。它是信息世界到机器世界的抽象。目前,常用的结构数据模型有层次模型、网状模型和关系模型。

1. 层次模型

层次型数据库使用层次模型作为自己的存储结构。这是一种树型结构,它由节点和连线组成,其中节点表示实体,连线表示实体间的关系。在这种存储结构中,数据将根据需要分门别类地存储在不同的层次之下,如图 1-1 所示。

从图所示的例子可以看出,层次模型的优点是数据结构类似金字塔,不同层次之间的关联性直接而简单;缺点是由于数据纵向发展,横向关系难以建立,数据可能会重复出现,造成管理维护的不便。

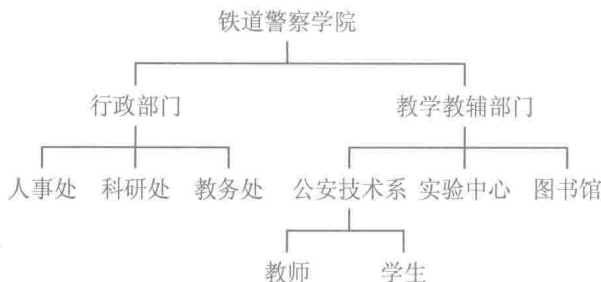


图 1-1 层次结构模型

2. 网状模型

网状型数据库使用网状模型作为自己的存储结构。在这种存储结构中，数据记录将组成网中的节点，而记录和记录之间的关联组成节点之间的连线，从而构成一个复杂的网状结构，如图 1-2 所示。

使用这种存储结构的数据库优点是它很容易反映实体之间的联系，同时还避免了数据的重复性；缺点是这种关联错综复杂，而且当数据库逐渐增多时，将很难对结构中的关联性进行维护，尤其是当数据库变得越来越大时，关联性的维护会非常复杂。

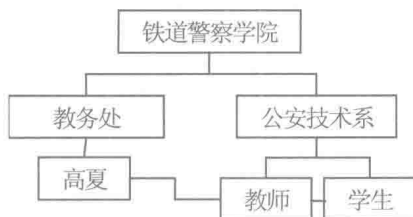


图 1-2 网状结构模型

1.2.2 关系模型

目前，关系模型是最重要的一种数据模型。1970 年美国 IBM 公司 San jose 研究室的研究员 E.F.Codd 首次提出了数据库系统的关系模型，开创了数据库关系方法和关系数据理论的研究，为数据库技术奠定了理论基础。由于 E.F.Codd 的杰出工作，他于 1981 年获得 ACM 图灵奖。

关系数据系统采用关系模型为数据的组织方式，Oracle Database 12c 数据库就是基于关系模型建立的。关系型数据库就是基于关系模型的数据库，它使用的存储结构是多个二维表格。在每个二维表格中，每一行称为一条记录，用来描述对象信息；每一列称为一个字段，用来描述对象的一个属性。数据表与数据表之间存在相应的关联，这些关联被用来查询相关的数据，如图 1-3 所示。

学生表				系部表	
学号	姓名	年龄	性别	系部名称	入学年级
201201001	王小明	19	男	公安技术系	2012
201202002	黄文鹏	20	男	侦查系	2012
201301001	刘娟	18	女	公安技术系	2013

系部编号	系部名称	系主任
01	公安技术系	陈平
02	侦查系	张力

图 1-3 关系结构模型

1. 关系模型的基本术语

关系模型建立在严格的数学概念基础上,以二维表格(关系表)的形式组织数据库中的数据,二维表由行和列组成。先来介绍关系模型的基本术语。

(1) 关系模型(relational model): 用二维表格结构来表示实体及实体间联系的模型称为关系模型。

(2) 属性(attribute)和值域(domain): 在二维表中的列称为属性,列值称为属性值,属性值的取值范围称为值域。

(3) 关系模式(relational schema): 在二维表格中,行定义(记录的型)称为关系模式。

(4) 元组(tuple)与关系: 在二维表中行(记录的型)称为元组,元组的集合称为关系,关系模式通常也称关系。

(5) 关键字或码(key): 在关系的属性中,能够用来唯一标识元组的属性(或属性组合)称为关键字或码。关系中的元组由关键字的值唯一确定,关键字不能为空。例如,学生表中学号就是关键字。

(6) 候选关键字或候选码(candidate key): 如果一个关系中,存在着多个属性(或属性组合)都能用来唯一标识该关系的元组,这些属性或属性的组合称为该关系的候选关键字或候选码。

(7) 主关键字或主码(primary key): 若一个关系中存在若干候选关键字,则从中指定关键字的属性(或属性组合)称为该关系的主关键字或主码。

(8) 非主属性或非关键字属性(non primary attribute): 关系中不能组成关键字的属性均为非主属性或非关键字属性。

(9) 外部关键字或外键(foreign key): 当关系中的某个属性或属性组合虽不是该关系的关键字或只是关键字的一部分,但却是另一个关系的关键字时,该属性或属性组合称为这个关系的外部关键字或外键。

(10) 从表与主表: 以某属性为主键的表称为主表,以此属性为外键的表称为从表。例如,学生(学号,姓名,性别,出生日期,入学时间,系部代码)与选课(学号,课程号,成绩)两个表,对于“选课”表,“学号”是外键,对于“学生”表为主表,“选课”表为从表。

2. 关系模型的组成

关系模型由数据结构、数据操作和数据完整性约束 3 部分组成。

(1) 关系数据结构

数据结构是所研究的对象类型的集合。这些对象是数据库的组成部分，它们包括两类：一类是与数据类型、内容、性质有关的对象，另一类是与数据之间的联系有关的对象。

关系模型的数据结构非常单一，在关系模型中，概念世界的实体及实体间的各种联系均用表来表示。在用户看来，关系模型中的逻辑结构是二维表的集合。如图 1-4 所示。

数据结构用于描述系统的静态特征。DBMS 的 DDL 实现数据库的数据结构定义功能。

(2) 关系数据操作

数据操作是指对数据库中各种数据对象允许执行的操作的集合，包括操作及有关的操作规则，主要有检索和更新(包括插入、删除、修改)两大类操作。数据模型必须定义这些操作的确切含义、操作符号、操作规则及实现操作的语言。

数据操作用于描述系统的动态特性。DBMS 的 DML 实现数据库的数据操作功能。

学号	姓名	年龄	性别	系名	入学年级
201201001	王小明	19	男	公安技术系	2012
201202002	黄文鹏	20	男	侦查系	2012
201301001	刘娟	18	女	公安技术系	2013
...	...	...	...	...	...

图 1-4 关系模型数据结构

(3) 关系数据完整性约束

数据的约束是一组完整性规则的集合。完整性规则是数据模型中数据及其联系所具有的制约和依存规则，用以限定符合数据模型的数据库状态及状态的变化，以保证数据的正确性、有效性和一致性。关系模型允许定义三类完整性约束：实体完整性约束、参照完整性约束和用户自定义完整性约束。关系型数据库系统提供了对实体完整性约束、参照完整性约束的自动支持机制，也就是在插入、修改、删除操作时，数据库系统自动保证数据的正确性与一致性。

- 实体完整性规则(entity integrity rule): 这条约束要求关系中的元组在组成主键的属性列上的值不能为空。例如，教师表中的教师编号不能为空。
- 参照完整性规则(reference integrity rule): 这条约束要求不能在从表中引用主表中不存在的元组。例如，在“学生选课”表中的学号不能引用“学生”表中没有的学号。
- 用户自定义完整性规则(user-defined integrity rule): 用户自定义完整性规则是根据应用领域的需要，由用户定义的约束条件，体现了具体应用领域的语义约束。