



高等学校计算机教材

Oracle

实用教程 (第4版)
(Oracle 11g版)

◎ 郑阿奇 主编

◎ 周 敏 张 洁 编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

高等学校计算机教材

Oracle 实用教程

(第4版) (Oracle 11g版)

郑阿奇 主编
周敏 张洁 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以当前最主流的 Oracle 11g (中文版) 为平台, 分别介绍 Oracle 基础和流行平台上开发 Oracle 数据库应用系统。Oracle 基础部分比较系统地介绍了 Oracle 11g 的主要功能, 语法格式为中文, 实例数据库表字段名为汉字, 方便教学。实习部分使用的流行平台包括 PHP 5、JavaEE 7 和 ASP.NET 4, 用不同平台操作同样的数据库, 实现同样功能, 可给读者应用带来极大的方便。

本书可作为大学本科、高职高专有关课程教材, 也可供广大 Oracle 数据库应用开发人员使用或参考。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

Oracle 实用教程: Oracle 11g 版 / 郑阿奇主编; 周敏, 张洁编著. —4 版. —北京: 电子工业出版社, 2015.12
高等学校计算机教材
ISBN 978-7-121-27572-2

I. ①O… II. ①郑… ②周… ③张… 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 (2015) 第 271380 号

策划编辑: 程超群

责任编辑: 郝黎明 特约编辑: 张燕虹

印 刷: 北京京师印务有限公司

装 订: 北京京师印务有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21.5 字数: 619 千字

版 次: 2003 年 10 月第 1 版

2015 年 12 月第 4 版

印 次: 2015 年 12 月第 1 次印刷

定 价: 49.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

Oracle 是目前最流行的关系型数据库管理系统之一，广泛应用于信息系统管理、企业数据处理、Internet、电子商务网站等领域。

本书以 Oracle 11g (中文版) 为平台，分别介绍 Oracle 基础和在流行平台上开发 Oracle 数据库应用系统。Oracle 基础部分比较系统地介绍了 Oracle 11g 的主要功能。首先介绍数据库基础、Oracle 11g 数据库；然后介绍数据库的创建和操作，数据库的查询和视图，索引与数据完整性，PL/SQL 语言，存储过程和触发器，系统安全管理，表空间、备份和恢复，事务、锁、闪回和 Undo 表空间，其他概念。流行平台分为 3 种，开发的 Oracle 数据库应用系统均为学生成绩管理系统。

本书主要特点如下。

(1) 介绍数据库最基本的原理、驱动、接口，从总体上理清思路，便于学生理解。

(2) Oracle 基础部分采用中文命令格式，从而使语法描述变得简洁，更容易掌握。实例数据库表字段名为汉字，方便教学。

(3) 运行结果屏幕化，一般不会出现命令错误。书中的内容层次更加清楚，由浅及深，易于掌握。

(4) 包含目前最流行的 PHP 5、JavaEE 7 和 ASP.NET 4 等平台操作 Oracle 11g 数据库。每个平台都介绍了连接数据库的基本知识、操作 Oracle 数据库的主要方法，并且构成了一个小的应用系统，网上提供源代码和数据库免费下载，很容易让读者模仿和掌握开发 Oracle 数据库应用系统。

本教程不仅适合教学，也适合 Oracle 的各类培训和用 Oracle 编程开发应用程序的用户学习和参考。

本书由南京师范大学郑阿奇主编，周敏、张洁编著。参加本书编写的还有梁敬东、丁有和、曹弋、陈瀚、徐文胜、殷红先、张为民、姜乃松、钱晓军、彭作民、高茜、陈冬霞、徐斌、王志瑞、孙德荣、周怡明、刘博宇、郑进、周何骏、陶卫冬、严大牛、邓拼搏、俞琰、吴明祥、于金彬、马骏等。此外，还有许多同志对本书提供了很多帮助，在此一并表示感谢！由于作者水平有限，不当之处在所难免，恳请读者批评指正。

意见建议邮箱：easybooks@163.com

作 者
2015 年 9 月

目 录

第 1 部分 实用教程

第 1 章 数据库基础	1
1.1 数据库基本概念	1
1.1.1 数据库系统	1
1.1.2 数据模型	2
1.1.3 关系型数据库语言	4
1.2 数据库设计	5
1.2.1 概念数据模型	5
1.2.2 逻辑数据模型	6
1.2.3 物理数据模型	7
1.3 数据库应用系统	8
1.3.1 应用系统的数据接口	8
1.3.2 C/S 架构的应用系统	8
1.3.3 B/S 架构的应用系统	9
第 2 章 Oracle 11g 数据库介绍	10
2.1 Oracle 11g 简介与安装	10
2.1.1 Oracle 11g 数据库简介	10
2.1.2 Oracle 11g 的安装	10
2.2 Oracle 数据库的基本结构	14
2.2.1 内部结构	14
2.2.2 外部结构	17
2.2.3 数据库实例	18
2.3 Oracle 11g 数据库工具	21
第 3 章 数据库的创建和操作	24
3.1 以界面方式创建数据库 (采用 DBCA)	24
3.2 以界面方式操作数据库 (采用 SQL Developer)	28
3.2.1 表操作	28
3.2.2 表数据操作	34
3.2.3 执行 SQL 命令	36
3.3 以命令方式操作数据库 (采用 SQL*Plus)	37
3.3.1 创建表	37
3.3.2 修改表	39
3.3.3 删除表	42
3.3.4 插入记录	42
3.3.5 删除记录	46
3.3.6 修改记录	46
第 4 章 数据库的查询和视图	49
4.1 选择、投影和连接	49
4.1.1 选择	49
4.1.2 投影	49
4.1.3 连接	50
4.2 数据库的查询	51
4.2.1 选择列	51
4.2.2 选择行	55
4.2.3 查询对象	62
4.2.4 连接	63
4.2.5 汇总	66
4.2.6 排序	70
4.2.7 合并	71
4.3 数据库视图	72
4.3.1 视图的概念	72
4.3.2 创建视图	72
4.3.3 查询视图	74
4.3.4 更新视图	75
4.3.5 修改视图的定义	77
4.3.6 删除视图	77
4.4 含替换变量的查询	78
4.4.1 &替换变量	78
4.4.2 &&替换变量	80
4.4.3 DEFINE 和 ACCEPT 命令	80
第 5 章 索引与数据完整性	83
5.1 索引	83
5.1.1 索引的分类	83
5.1.2 使用索引的原则	84
5.1.3 创建索引	85
5.1.4 维护索引	87
5.1.5 删除索引	88

5.2	数据完整性	88	6.9	集合	140
5.2.1	数据完整性的分类	89	6.9.1	联合数组	140
5.2.2	域完整性的实现	91	6.9.2	嵌套表	141
5.2.3	实体完整性的实现	93	6.9.3	可变数组	142
5.2.4	参照完整性的实现	97	6.9.4	集合的属性和方法	143
第6章	PL/SQL 语言	100	第7章	存储过程和触发器	147
6.1	PL/SQL 概述	100	7.1	存储过程	147
6.1.1	PL/SQL 的组成	100	7.1.1	存储过程的创建	147
6.1.2	PL/SQL 的特点	101	7.1.2	存储过程的调用	149
6.1.3	PL/SQL 的开发和运行环境	103	7.1.3	存储过程的修改	150
6.2	PL/SQL 字符集	103	7.1.4	存储过程的删除	151
6.2.1	合法字符	103	7.2	触发器	151
6.2.2	运算符	103	7.2.1	以命令方式创建触发器	152
6.2.3	其他符号	105	7.2.2	以界面方式创建触发器	156
6.3	PL/SQL 变量、常量和数据类型	106	7.2.3	启用和禁用触发器	157
6.3.1	变量	106	7.2.4	触发器的删除	157
6.3.2	常量	108	第8章	系统安全管理	158
6.3.3	常用数据类型	108	8.1	用户	158
6.3.4	对象类型	109	8.1.1	创建用户	158
6.3.5	数据类型转换	110	8.1.2	管理用户	163
6.4	PL/SQL 基本程序结构和语句	110	8.2	权限管理	164
6.4.1	PL/SQL 程序块	110	8.2.1	权限概述	164
6.4.2	条件结构	111	8.2.2	系统权限管理	164
6.4.3	循环结构	114	8.2.3	对象权限管理	170
6.4.4	选择和跳转语句	117	8.2.4	安全特性	171
6.4.5	异常	119	8.3	角色管理	172
6.5	系统内置函数	122	8.3.1	角色概述	172
6.6	用户定义函数	125	8.3.2	创建用户角色	174
6.6.1	创建函数	126	8.3.3	管理用户角色	174
6.6.2	调用函数	128	8.4	概要文件和数据字典视图	175
6.6.3	删除函数	128	8.4.1	创建概要文件	176
6.7	游标	128	8.4.2	修改概要文件	177
6.7.1	显式游标	128	8.4.3	数据字典视图	177
6.7.2	隐式游标	131	8.5	审计	179
6.7.3	游标 FOR 循环	131	8.5.1	登录审计	179
6.7.4	游标变量	133	8.5.2	操作审计	180
6.8	包	134	8.5.3	对象审计	181
6.8.1	包的创建	135	8.5.4	权限审计	182
6.8.2	包的初始化	138	第9章	表空间、备份和恢复	183
6.8.3	重载	138	9.1	表空间	183
6.8.4	Oracle 11g 内置包	139	9.1.1	创建表空间	183

9.1.2	管理表空间	185	10.3.2	查询闪回	211
9.1.3	删除表空间	186	10.3.3	表闪回	212
9.2	备份和恢复概述	187	10.3.4	删除闪回	214
9.2.1	备份概述	187	10.3.5	数据库闪回	215
9.2.2	恢复概述	189	10.3.6	归档闪回	218
9.3	导入/导出	190	10.4	Undo 表空间	220
9.3.1	导出	191	10.4.1	自动 Undo 管理	220
9.3.2	导入	193	10.4.2	Undo 表空间的优点	220
9.4	脱机备份	196	10.4.3	Undo 表空间管理参数	220
9.5	联机备份	196	10.4.4	创建和管理 Undo 表空间	221
9.5.1	以 ARCHIVELOG 方式运行 数据库	197	第 11 章	其他概念	223
9.5.2	执行数据库联机备份	197	11.1	同义词	223
9.6	数据泵	198	11.1.1	创建同义词	223
9.6.1	概述	198	11.1.2	使用同义词	224
9.6.2	EXPDP 导出	198	11.1.3	删除同义词	224
9.6.3	IMPDP 导入	200	11.2	数据库链接	225
第 10 章	事务、锁、闪回和 Undo 表空间	202	11.2.1	创建数据库链接	225
10.1	事务	202	11.2.2	使用数据库链接	227
10.1.1	事务的概念	202	11.2.3	删除数据库链接	227
10.1.2	事务处理	203	11.3	快照	228
10.1.3	自治事务	206	11.3.1	创建快照	228
10.2	锁	208	11.3.2	修改快照	231
10.2.1	锁机制和死锁	208	11.3.3	删除快照	232
10.2.2	锁的类型	209	11.4	序列	233
10.2.3	表锁和事务锁	209	11.4.1	创建序列	233
10.3	闪回操作	210	11.4.2	修改序列	234
10.3.1	基本概念	210	11.4.3	删除序列	235

第 2 部分 实 验

实验 1	创建数据库和表	236	实验内容	243	
目的与要求		236	实验 4	索引和完整性	249
实验准备		236	目的与要求		249
实验内容		236	实验准备		249
实验 2	表数据插入、修改和删除	239	实验内容		250
目的与要求		239	实验 5	PL/SQL 编程	252
实验准备		239	目的与要求		252
实验内容		240	实验准备		252
实验 3	数据库的查询和视图	242	实验内容		252
目的与要求		242	实验 6	存储过程和触发器的使用	253
实验准备		243	目的与要求		253

实验准备	253
实验内容	253
实验 7 用户、角色与安全性	256
目的与要求	256

实验准备	256
实验内容	256

第 3 部分 Oracle 11g 综合应用

实习 0 创建实习数据库	258
实习 0.1 创建数据库及其对象	258
实习 0.2 功能和界面	261
实习 1 PHP 5/Oracle 11g 学生成绩 管理系统	264
实习 1.1 PHP 开发平台搭建	264
实习 1.1.1 创建 PHP 环境	264
实习 1.1.2 Eclipse 安装与配置	267
实习 1.2 PHP 开发入门	268
实习 1.2.1 PHP 项目的建立	268
实习 1.2.2 PHP 项目的运行	269
实习 1.2.3 PHP 连接 Oracle 11g	270
实习 1.3 系统主页设计	272
实习 1.3.1 主界面	272
实习 1.3.2 功能导航	274
实习 1.4 学生管理	275
实习 1.4.1 界面设计	275
实习 1.4.2 功能实现	278
实习 1.5 成绩管理	280
实习 1.5.1 界面设计	280
实习 1.5.2 功能实现	283
实习 2 JavaEE 7/Oracle 11g 学生 成绩管理系统	285
实习 2.1 JavaEE 开发平台搭建	285
实习 2.1.1 安装软件	285
实习 2.1.2 环境整合	288
实习 2.2 创建 Struts 2 项目	290
实习 2.2.1 创建 JavaEE 项目	290

实习 2.2.2 加载 Struts 2 包	291
实习 2.2.3 连接 Oracle 11g	292
实习 2.3 系统主页设计	294
实习 2.3.1 主界面	294
实习 2.3.2 功能导航	295
实习 2.4 学生管理	297
实习 2.4.1 界面设计	297
实习 2.4.2 功能实现	299
实习 2.5 成绩管理	305
实习 2.5.1 界面设计	305
实习 2.5.2 功能实现	308
实习 3 ASP.NET 4/Oracle 11g 学生 成绩管理系统	313
实习 3.1 ADO.NET 架构原理	313
实习 3.2 创建 ASP.NET 项目	314
实习 3.2.1 ASP.NET 项目的建立	314
实习 3.2.2 ASP.NET 4 连接 Oracle 11g	315
实习 3.3 系统主页设计	316
实习 3.3.1 主界面	316
实习 3.3.2 功能导航	317
实习 3.4 学生管理	319
实习 3.4.1 界面设计	319
实习 3.4.2 功能实现	320
实习 3.5 成绩管理	326
实习 3.5.1 界面设计	326
实习 3.5.2 功能实现	327
附录 A XSCJ 数据库样本数据	334

第1部分 实用教程

第1章 数据库基础

Oracle 是甲骨文公司开发的数据库管理系统，Oracle 11g 仍然是目前最流行的 Oracle 数据库管理系统版本。在介绍 Oracle 数据库之前，首先介绍数据库的基本概念。

1.1 数据库基本概念

1.1.1 数据库系统

1. 数据库

数据库 (DB) 是存放数据的仓库，而且这些数据存在一定的关联，并按一定的格式存放在计算机内。例如，把一个学校的学生、课程、成绩等数据有序地组织并存放在计算机内，就可以构成一个数据库。

2. 数据库管理系统

数据库管理系统 (DBMS) 按一定的数据模型组织数据形成数据库，并对数据库进行管理。简单地说，DBMS 就是管理数据库的系统 (软件)。数据库系统管理员 (DataBase Administrator, DBA) 通过 DBMS 对数据库进行管理。

目前，比较流行的 DBMS 有：Oracle、SQL Server、MySQL、Sybase、DB2、Access、Visual FoxPro 等。其中，Oracle 是目前最流行的大型关系数据库管理系统。本书介绍的是最新的 Oracle 11g 版。

3. 数据库系统

数据、数据库、数据库管理系统与操作数据库的应用程序，加上支撑它们的硬件平台、软件平台和与数据库有关的人员一起构成了一个完整的数据库系统。如图 1.1 所示描述了数据库系统的构成。

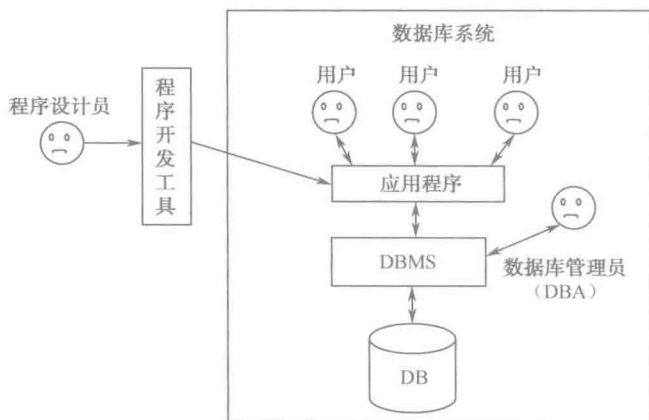


图 1.1 数据库系统的构成

1.1.2 数据模型

数据库管理系统根据数据模型对数据进行存储和管理，数据库管理系统采用的数据模型主要有层次模型、网状模型和关系模型。

1. 层次模型

层次模型将数据组织成一对多关系的结构，采用关键字来访问其中每一层次的每一部分。它存取方便且速度快；结构清晰，容易理解；数据修改和数据库扩展容易实现；检索关键属性十分方便。但结构不够灵活；同一属性数据要存储多次，数据冗余大；不适合于拓扑空间数据的组织。

如图 1.2 所示为按层次模型组织的数据示例。

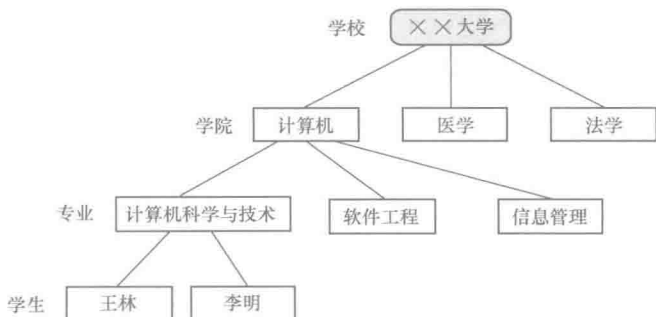


图 1.2 按层次模型组织的数据示例

2. 网状模型

网状模型具有多对多类型的数据组织方式。它能明确而方便地表示数据间的复杂关系；数据冗余小。但网状结构的复杂增加了用户查询和定位的困难；需要存储数据间联系的指针，使得数据量增大；数据的修改不方便。

如图 1.3 所示为按网状模型组织的数据示例。

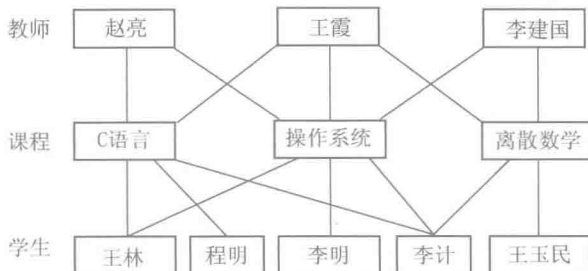


图 1.3 按网状模型组织的数据示例

3. 关系模型

关系模型以记录组或二维数据表的形式组织数据，以便于利用各种实体与属性之间的关系进行存储和变换，不分层也无指针，是建立空间数据和属性数据之间关系的一种非常有效的数据组织方法。它的结构特别灵活，概念单一，满足所有布尔逻辑运算和数学运算规则形成的查询要求；能搜索、组合和比较不同类型的数据；增加和删除数据非常方便；具有更高的数据独立性、更好的安全保密性。但数据库大时，查找满足特定关系的数据费时；而且无法表达空间关系。

例如,在学生成绩管理系统所涉及的“学生”、“课程”和“成绩”三个表中,“学生”表涉及的主要信息有学号、姓名、性别、出生时间、专业、总学分、备注;“课程”表涉及的主要信息有课程号、课程名、开课学期、学时和学分;“成绩”表涉及的主要信息有学号、课程号和成绩。如表 1.1、表 1.2 和表 1.3 所示分别描述了学生成绩管理系统中“学生”、“课程”和“成绩”三个表的部分数据。

表 1.1 “学生”表

学 号	姓 名	性 别	出生时间	专 业	总 学 分	备 注
151101	王林	男	1997-02-10	计算机	50	
151103	王燕	女	1996-10-06	计算机	50	
151108	林一帆	男	1996-08-05	计算机	52	已提前修完一门课
151202	王林	男	1996-01-29	通信工程	40	有一门课不及格,待补考
151204	马琳琳	女	1996-02-10	通信工程	42	

表 1.2 “课程”表

课 程 号	课 程 名	开 课 学 期	学 时	学 分
0101	计算机基础	1	80	5
0102	程序设计与语言	2	68	4
0206	离散数学	4	68	4

表 1.3 “成绩”表

学 号	课 程 号	成 绩	学 号	课 程 号	成 绩
151101	101	80	151108	101	85
151101	102	78	151108	102	64
151101	206	76	151108	206	87
151103	101	62	151202	101	65
151103	102	70	151204	101	91

表格中的一行称为一个记录,一列称为一个字段,每列的标题称为字段名。如果给每个关系表取一个名字,则有 n 个字段的表的结构可表示为:关系表名(字段名₁, ..., 字段名 _{n}),通常把表的结构称为关系模式。

在关系表中,如果一个字段或几个字段组合的值可唯一标识其对应记录,则称该字段或字段组合为码。

例如,表 1.1 中的“学号”可唯一标识每一个学生,表 1.2 中的“课程号”可唯一标识每一门课。表 1.3 中的“学号”和“课程号”可唯一标识每一个学生一门课程的成绩。

有时,一个表可能有多个码,比如表 1.1 中,姓名不允许重名,则“学号”、“姓名”均是学生信息表码。对于每一个关系表,通常可指定一个码为“主码”,在关系模式中,一般用下画线标出主码。

设表 1.1 的名字为 xsb,关系模式可分别表示为: xsb (学号, 姓名, 性别, 出生时间, 专业, 总学分, 备注)。

设表 1.2 的名字为 kcb,关系模式可分别表示为: kcb (课程号, 课程名, 开课学期, 学时, 学分)。

设表 1.3 的名字为 cjb,关系模式可分别表示为: cjb (学号, 课程号, 成绩, 学分)。

通过上面分析可以看出,关系模型更适合组织数据,所以使用最广泛。Oracle 是目前最流行的大

型关系数据库管理系统。

1.1.3 关系型数据库语言

SQL (Structured Query Language, 结构化查询语言) 是用于关系数据库查询的结构化语言。SQL 的功能包括数据定义语言 (DDL)、数据操纵语言 (DML)、数据控制语言 (DCL) 和数据查询语言 (DQL)。

(1) 数据定义语言 (DDL)。DDL 用于执行数据库的任务, 对数据库以及数据库中的各种对象进行创建、删除、修改等操作。如前所述, 数据库对象主要包括表、默认约束、规则、视图、触发器、存储过程。DDL 包括的主要语句及功能如表 1.4 所示。

表 1.4 DDL 包括的主要语句及功能

语 句	功 能
CREATE	创建数据库或数据库对象
ALTER	对数据库或数据库对象进行修改
DROP	删除数据库或数据库对象

(2) 数据操纵语言 (DML)。DML 用于操纵数据库中的各种对象, 检索和修改数据。DML 包括的主要语句及功能如表 1.5 所示。

表 1.5 DML 包括的主要语句及功能

语 句	功 能
SELECT	从表或视图中检索数据
INSERT	将数据插入到表或视图中
UPDATE	修改表或视图中的数据
DELETE	从表或视图中删除数据

(3) 数据控制语言 (DCL)。DCL 用于安全管理, 确定哪些用户可以查看或修改数据库中的数据。DCL 包括的主要语句及功能如表 1.6 所示。

表 1.6 DCL 包括的主要语句及功能

语 句	功 能
GRANT	授予权限
REVOKE	收回权限
DENY	收回权限, 并禁止从其他角色继承许可权限

(4) 数据查询语言 (DQL)。主要通过 SELECT 语言实现各种查询功能。

目前, 许多关系型数据库管理系统均支持 SQL 语言, 如 Oracle、SQL Server、MySQL 等。但不同数据库管理系统之间的 SQL 语言不能完全通用。例如, 甲骨文公司的 Oracle 数据库所使用的 SQL 语言是 Procedural Language/SQL (简称 PL/SQL), 而微软公司的 SQL Server 数据库系统支持的则是 Transact-SQL (简称 T-SQL)。PL/SQL 是 ANSISQL 的扩展加强版 SQL 语言, 除了提供标准的 SQL 命令之外, 还对 SQL 做了许多补充。

1.2 数据库设计

数据模型按不同的应用层次分成三种类型：概念数据模型、逻辑数据模型、物理数据模型。

1.2.1 概念数据模型

概念数据模型 (Conceptual Data Model) 是面向数据库用户的实现世界的模型, 主要用来描述世界的概念化结构, 它使数据库的设计人员在设计的初始阶段, 摆脱计算机系统及 DBMS 的具体技术问题, 集中精力分析数据以及数据之间的联系等, 与具体的数据管理系统无关。概念数据模型必须换成逻辑数据模型, 才能在 DBMS 中实现。

概念数据模型用于信息世界的建模: 一方面, 应该具有较强的语义表达能力, 能够方便直接表达应用中的各种语义知识; 另一方面, 它还应该简单、清晰、易于用户理解。在概念数据模型中最常用的是 E-R 模型、扩充的 E-R 模型、面向对象模型及谓词模型。

通常, E-R 模型把每一类数据对象的个体称为“实体”, 而每一类对象个体的集合称为“实体集”, 例如, 在学生成绩管理系统中主要涉及“学生”和“课程”两个实体集。其他非主要的实体可以很多, 如班级、班长、任课教师、辅导员等实体。

把每个实体集涉及的信息项称为属性。就“学生”实体集而言, 它的属性有: 学号、姓名、性别、出生时间、专业、总学分和备注。“课程”实体集属性有: 课程号、课程名、开课学期、学时和学分。

实体集中的实体彼此是可区别的。如果实体集中的属性或最小属性组合的值能唯一标识其对应实体, 则将该属性或属性组合称为码。码可能有多个, 对于每一个实体集, 可指定一个码为主码。

如果用矩形框表示实体集, 用带半圆的矩形框表示属性, 用线段连接实体集与属性, 当一个属性或属性组合指定为主码时, 在实体集与属性的连接线上标记一斜线, 则可以用如图 1.4 所示的形式描述学生成绩管理系统中的实体集及每个实体集涉及的属性。

实体集 A 和实体集 B 之间存在各种关系, 通常把这些关系称为“联系”。通常, 将实体集及实体集联系的图表示称为实体 (Entity)-联系 (Relationship) 模型。

E-R 图就是 E-R 模型的描述方法, 即实体-联系图。通常, 关系数据库的设计者使用 E-R 图来对信息世界建模。在 E-R 图中, 使用矩形表示实体型, 使用椭圆表示属性, 使用菱形表示联系。从分析用户项目涉及的数据对象及数据对象之间的联系出发, 到获取 E-R 图的这一过程称为概念结构设计。

两个实体集 A 和 B 之间的联系可能是以下三种情况之一。

1. 一对一的联系 (1:1)

A 中的一个实体至多与 B 中的一个实体相联系, B 中的一个实体也至多与 A 中的一个实体相联系。例如, “班级”与“班长”这两个实体集之间的联系是一对一的联系, 因为一个班级只有一个班长, 反过来, 一个班长只属于一个班级。“班级”与“班长”两个实体集的 E-R 模型如图 1.5 所示。

2. 一对多的联系 (1:n)

A 中的一个实体可以与 B 中的多个实体相联系, 而 B 中的一个实体至多与 A 中的一个实体相联系。例如, “班级”与“学生”这两个实体集之间的联系是一对多的联系, 因为一个班级可有若干学生, 反过来, 一个学生只能属于一个班级。“班级”与“学生”两个实体集的 E-R 模型如图 1.6 所示。

3. 多对多的联系 (m:n)

A 中的一个实体可以与 B 中的多个实体相联系, 而 B 中的一个实体也可与 A 中的多个实体相联

系。例如,“学生”与“课程”这两个实体集之间的联系是多对多的联系,因为一个学生可选多门课程,反过来,一门课程可被多个学生选修。“学生”与“课程”两个实体集的 E-R 模型如图 1.7 所示。

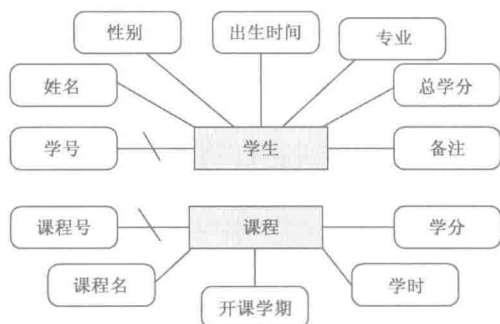


图 1.4 学生和课程实体集属性的描述

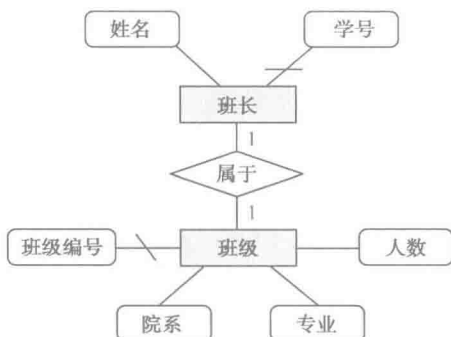


图 1.5 “班级”与“班长”两个实体集的 E-R 模型

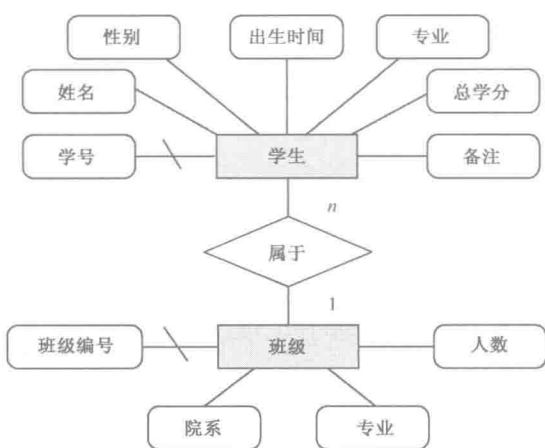


图 1.6 “班级”与“学生”两个实体集的 E-R 模型

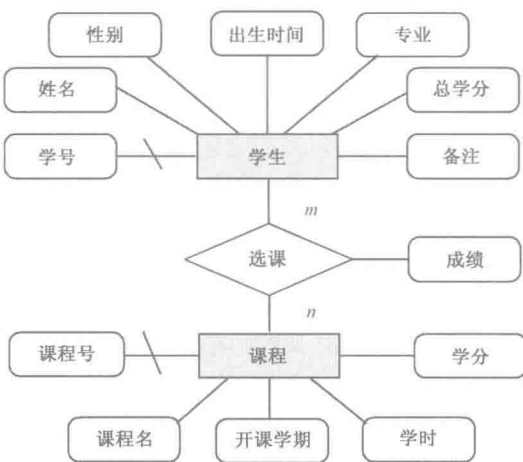


图 1.7 “学生”与“课程”两个实体集的 E-R 模型

1.2.2 逻辑数据模型

逻辑数据模型 (Logical Data Model) 是用户从数据库所看到的模型,是具体的 DBMS 所支持的数据模型。此模型既要面向用户,又要面向系统,主要用于数据库管理系统 (DBMS) 的实现。

前面用 E-R 图描述学生成绩管理系统中实体集与实体集之间的联系,为了设计关系型的学生成绩管理数据库,需要确定包含哪些表?每个表的结构是怎样的?

前面已介绍了实体集之间的联系,下面将根据三种联系从 E-R 图获得关系模式的方法。

1. (1:1) 联系的 E-R 图到关系模式的转换

对于 (1:1) 的联系,既可单独对应一个关系模式,也可以不单独对应一个关系模式。

(1) 联系单独对应一个关系模式,则由联系属性、参与联系的各实体集的主码属性构成关系模式,其主码可选参与联系的实体集的任一方的主码。

例如,考虑图 1.5 描述的“班级 (bjb)”与“班长 (bzb)”实体集通过属于 (syb) 联系 E-R 模型,可设计如下关系模式 (下画线表示该字段为主码):

bjb (班级编号, 院系, 专业, 人数)

bzb (学号, 姓名)

syb (学号, 班级编号)

(2) 联系不单独对应一个关系模式, 联系的属性及一方的主码加入另一方实体集对应的关系模式中。

例如, 考虑图 1.5 描述的“班级 (bjb)”与“班长 (bzb)”实体集通过属于 (syb) 联系 E-R 模型, 可设计如下关系模式:

bjb (班级编号, 院系, 专业, 人数)

bzb (学号, 姓名, 班级编号)

或者:

bjb (班级编号, 院系, 专业, 人数, 学号)

bzb (学号, 姓名)

2. (1:n) 联系的 E-R 图到关系模式的转换

对于 (1:n) 的联系, 既可单独对应一个关系模式, 也可以不单独对应一个关系模式。

(1) 联系单独对应一个关系模式, 则由联系的属性、参与联系的各实体集的主码属性构成关系模式, n 端的主码作为该关系模式的主码。

例如, 考虑图 1.6 描述的“班级 (bjb)”与“学生 (xsb)”实体集 E-R 模型, 可设计如下关系模式:

bjb (班级编号, 院系, 专业, 人数)

xsb (学号, 姓名, 性别, 出生时间, 专业, 总学分, 备注)

syb (学号, 班级编号)

(2) 联系不单独对应一个关系模式, 则将联系的属性及 1 端的主码加入 n 端实体集对应的关系模式中, 主码仍为 n 端的主码。

例如, 图 1.6 描述的“班级 (bjb)”与“学生 (xsb)”实体集 E-R 模型可设计如下关系模式:

bjb (班级编号, 院系, 专业, 人数)

xsb (学号, 姓名, 性别, 出生时间, 专业, 总学分, 备注, 班级编号)

3. (m:n) 联系的 E-R 图到关系模式的转换

对于 ($m:n$) 的联系, 单独对应一个关系模式, 该关系模式包括联系的属性、参与联系的各实体集的主码属性, 该关系模式的主码由各实体集的主码属性共同组成。

例如, 图 1.7 描述的“学生 (xsb)”与“课程 (kcb)”实体集之间的联系可设计如下关系模式:

xsb (学号, 姓名, 性别, 出生时间, 专业, 总学分, 备注)

kcb (课程号, 课程名称, 开课学期, 学时, 学分)

cjb (学号, 课程号, 成绩)

关系模式 cjb 的主码是由“学号”和“课程号”两个属性组合起来构成的一个主码, 一个关系模式只能有一个主码。

至此, 已介绍了根据 E-R 图设计关系模式的方法。通常, 这一设计过程称为逻辑结构设计。

在设计好一个项目的关系模式后, 就可以在数据库管理系统环境下, 创建数据库、关系表及其他数据库对象, 输入相应数据, 并根据需要对数据库中的数据进行各种操作。

1.2.3 物理数据模型

物理数据模型 (Physical Data Model) 是面向计算机物理表示的模型, 描述了数据在储存介质上的组织结构, 它不但与具体的 DBMS 有关, 而且还与操作系统和硬件有关。每一种逻辑数据模型在实现

时都有其对应的物理数据模型。DBMS 为了保证其独立性与可移植性，大部分物理数据模型的实现工作由系统自动完成，而设计者只设计索引、聚集等特殊结构。

1.3 数据库应用系统

1.3.1 应用系统的数据接口

客户端应用程序或应用服务器向数据库服务器请求服务时，首先必须和数据库建立连接。虽然现有 DBMS 几乎都遵循 SQL 标准，但不同厂家开发的 DBMS 有差异，存在适应性和可移植性等方面的问题，为此，人们研究和开发了连接不同 DBMS 的通用方法、技术和软件接口。

需要注意的是，同一 DBMS，不同平台开发操作 DBMS 需要对应的驱动程序。例如，在用 PHP、JavaEE、ASP.NET 开发操作 Oracle 数据库时，需要分别安装对应版本的驱动程序。驱动程序可以通过 DBMS 对应的官方网站进行下载。另外，有些 ASP.NET 开发平台已经包含了该平台操作有关 DBMS 版本的驱动程序，这时，针对该平台的 DBMS 版本的驱动程序可以不需要另外安装。本书实习部分将详细介绍在 PHP、JavaEE、ASP.NET 平台操作 Oracle 11g 的驱动程序的安装和使用。

1.3.2 C/S 架构的应用系统

DBMS 通过命令和适合专业人员的界面操作数据库。对于一般的数据库应用系统，除了 DBMS 外，还需要设计适合普通人员操作数据库的界面。目前，开发数据库界面的工具有 Visual Basic、Visual C、Visual C#、QT、PowerBuilder、Deiphi 等。应用程序与数据库、数据库管理系统之间的关系如图 1.8 所示。

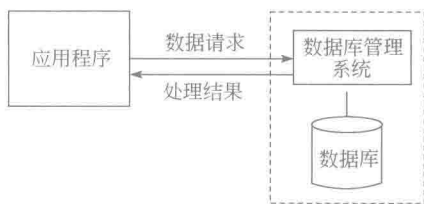


图 1.8 三个关系

从图 1.8 中可看出，当应用程序需要处理数据库中的数据时，首先向数据库管理系统发送一个数据请求，数据库管理系统接收到这一请求后，对其进行分析；然后执行数据库操作，并把处理结果返回给应用程序。由于应用程序直接与用户交互，而数据库管理系统不直接与用户打交道，所以应用程序被称为“前台”，而数据库管理系统被称为“后台”。由于应用程序是向数据库管理系统提出服务请求的，通常称为客户程序（Client）；而数据库管理系统是为应用程序提供服务的，通常称为服务器程序（Server），所以又将这一操作数据库的模式称为 C/S（客户/服务器）架构。

应用程序和数据库管理系统可以运行在同一台计算机上（单机方式），也可以运行在网络环境下。在网络环境下，数据库管理系统在网络中的一台主机（一般是服务器）上运行，应用程序可以在网络上的多台主机上运行，即一对多的方式。

例如，用 Visual C# 2013 开发的客户-服务器（C/S）模式的学生成绩管理系统界面如图 1.9 所示。



图 1.9 C/S 模式的学生成绩管理系统界面

1.3.3 B/S 架构的应用系统

基于 Web 的数据库应用采用三层（浏览器/Web 服务器/数据库服务器）模式，也称 B/S 架构，如图 1.10 所示。其中，浏览器（Browser）是用户输入数据和显示结果的交互界面，用户在浏览器表单中输入数据，然后将表单中的数据提交并发送到 Web 服务器，Web 服务器接收并处理用户的数据，通过数据库服务器，从数据库中查询需要的数据（或把数据录入数据库）后将这些数据回送到 Web 服务器，Web 服务器把返回的结果插入 HTML 页面，传送给客户端，在浏览器中显示出来。



图 1.10 三层 B/S 架构

目前，流行的开发数据库 Web 界面的工具主要有 ASP.NET(C#)、PHP、JavaEE 等。例如，用 JavaEE 开发的 B/S 架构的学生成绩管理系统，其学生信息录入界面如图 1.11 所示。



图 1.11 B/S 架构的学生成绩管理系统界面