

计算机精品教材

Oracle

数据库应用与开发实战

主编 刘丁发 葛学锋 邓春华

由浅入深，循序渐进： 全书从 oracle 基础入门到进阶到项目实战，内容安排步步深入

知识讲解，轻松易学： 采用“知识点+小实例”的形式讲解知识点，让读者边学边练

体例丰富，形式活泼： 书中根据内容需要，安排了很多“提示”和“知识库”

精美教学课件和素材： 本书不仅提供精美教学课件，且书中的实例都提供了完整的代码



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

计算机精品教材

Oracle 数据库 应用与开发实战

主编—刘丁发 葛学锋 邓春华



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

Oracle 数据库系统是数据库领域优秀的数据库之一, 本书以 Oracle 11g 为蓝本, 从实际出发, 系统地介绍了 Oracle 数据库系统的管理和使用。全书分为 14 章, 第 1~3 章, 是基础入门部分, 介绍了数据库的基础知识、Oracle 的安装、常用组件的使用和 Oracle 系统体系结构; 第 4~7 章, 是基础编程部分, 介绍了数据库开发的 SQL 和 PL/SQL 语言以及基础数据库对象如表、视图等的建立方法; 第 8~10 章, 是编程进阶部分, 介绍了 Oracle 常用数据对象的创建和使用方法, 包括存储过程、触发器、自定义函数和包; 第 11~14 章, 是管理和综合应用部分, 介绍了数据库的权限管理、备份与恢复, 大数据知识以及综合应用案例。

本书内容丰富、注重实践, 适合 Oracle 初学者阅读, 尤其适合作为大中专院校教材和教学参考书使用, 也可供 Oracle 数据库管理和开发人员及相关专业人士参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

Oracle 数据库应用与开发实战 / 刘丁发, 葛学锋,
邓春华主编. — 上海: 上海交通大学出版社, 2017
ISBN 978-7-313-17587-8

I. ①O… II. ①刘… ②葛… ③邓… 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 (2017) 第 193115 号

Oracle 数据库应用与开发实战

主 编: 刘丁发 葛学锋 邓春华

出版发行: 上海交通大学出版社

地 址: 上海市番禺路 951 号

邮政编码: 200030

电 话: 021-64071208

出 版 人: 郑益慧

印 制: 三河市祥达印刷包装有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 26.5 字 数: 596 千字

版 次: 2017 年 8 月第 1 版

印 次: 2017 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-313-17587-8/TP

定 价: 68.00 元

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与发行部联系

联系电话: 010-62137141

前言

随着社会的发展,传统的教学模式已难以满足就业的需要。一方面,大量毕业生无法找到满意的工作;另一方面,用人单位却在感叹无法招到符合职位要求的人才。因此,积极推进教学形式和内容的改革,从传统的偏重知识传授的方式转向注重职业能力的培养,并让学生有兴趣学习,轻松学习,已成为大多数高等院校及中、高等职业技术学院的共识。

教育改革首先是教材的改革,为此,我们走访了众多高等院校及中、高等职业技术学院,与许多教师探讨当前教育面临的问题和机遇,然后聘请具有丰富教学经验的一线教师编写了这本书。

本书特色

(1) 由浅入深,循序渐进。

本书以 Oracle 11g 为蓝本,从实际出发,系统地介绍了 Oracle 数据库系统的管理和使用。全书分为 14 章:

第 1~3 章,是基础入门部分,介绍了数据库的基础知识、Oracle 的安装、常用组件的使用以及 Oracle 系统体系结构;

第 4~7 章,是基础编程部分,介绍了数据库开发的 SQL 和 PL/SQL 语言以及基础数据库对象如表、视图等的建立方法;

第 8~10 章,是编程进阶部分,介绍了 Oracle 常用数据对象的创建和使用方法,包括存储过程、触发器、自定义函数和包;

第 11~14 章,是管理和综合应用部分,介绍了数据库的权限管理、备份与恢复,大数据知识以及综合应用案例。

(2) 结构新颖,轻松易学。

本书的大部分章节采用“知识点+小实例”的形式讲解,在用通俗易懂的语言简单介绍知识点后,紧接着安排了与当前知识点和实际应用相关的小实例,从而使读者边学边练、学有所用。

(3) 体例丰富，形式活泼。

本书根据内容需要安排了很多“提示”和“知识库”，可以让读者在学习过程中更轻松地理理解相关知识点和概念。

(4) 提供精美的教学课件和素材。

本书不仅提供精美的教学课件，并且书中的实例都提供了完整的代码，方便教师教学和学生自学。



教学资源下载

读者可到网站(www.bjjqe.com)下载本书配套的教学课件和素材文件。如果读者在学习过程中有什么疑问，也可登录该网站寻求帮助，我们将会及时解答。

尽管我们在编写本书时已竭尽全力，但书中疏漏及错误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

2017年7月

本书编委会

主 编 刘丁发 葛学锋 邓春华

副主编 张珊珊 李小玲 臧 芳

郝俊寿 范晓峰 魏 华

刘海燕 熊 浩 王国珺

文永胜 陈 刚 张晋晖

史焕卿 曾 欣 周 谊

目录

Contents.....

第1章 数据库与 Oracle 入门.....1	第3章 Oracle 数据库体系结构..... 53
学习目标.....1	学习目标..... 53
1.1 数据库基本知识.....1	3.1 物理结构..... 55
1.1.1 数据库的定义、特点与 类型.....1	3.1.1 数据文件..... 55
1.1.2 数据库管理系统 (DBMS).....7	3.1.2 控制文件..... 57
1.1.3 数据库系统 (DBS).....8	3.1.3 重做日志文件..... 59
1.1.4 常用的数据库系统.....10	3.1.4 参数文件..... 61
1.2 Oracle 入门.....11	3.1.5 其他文件..... 63
1.2.1 Oracle 的产生与发展.....12	3.2 逻辑结构..... 64
1.2.2 Oracle 11g 简介.....13	3.2.1 数据块 (Data Block)..... 64
1.3 本书内容.....14	3.2.2 数据区间 (Data Extent)..... 65
思考与练习.....15	3.2.3 数据段 (Data Segment)..... 66
第2章 初识 Oracle 11g.....17	3.2.4 表空间 (Table Space)..... 66
学习目标.....17	3.3 内存结构..... 68
2.1 Oracle 11g 应用结构.....17	3.3.1 系统全局区 (SGA)..... 70
2.2 安装 Oracle 11g.....19	3.3.2 进程全局区 (PGA)..... 75
2.2.1 操作系统要求.....20	3.3.3 用户全局区 (UGA)..... 76
2.2.2 使用图形界面安装 Oracle.....21	3.4 进程结构..... 76
2.3 常用组件工具.....29	3.4.1 DBWR..... 77
2.3.1 Oracle 组件工具与 服务概述.....29	3.4.2 LGWR..... 77
2.3.2 Oracle 管理控制台.....31	3.4.3 CKPT..... 78
2.3.3 Oracle 客户端开发工具.....34	3.4.4 SMON..... 79
2.3.4 网络配置与管理工具.....45	3.4.5 PMON..... 79
思考与练习.....52	3.4.6 ARCH..... 80
	3.4.7 RECO..... 80
	3.5 数据字典..... 81
	思考与练习..... 83

第4章 SQL语言开发(上)	84	5.1.2 在 HAVING 子句中 使用子查询	121
学习目标	84	5.1.3 使用 IN 操作符实现 指定匹配查询	121
4.1 SQL语言入门	84	5.1.4 使用 ANY 操作符实现 任意匹配查询	122
4.2 基本查询语句	88	5.1.5 使用 ALL 操作符实现 全部匹配查询	123
4.2.1 查询表中所有信息	89	5.2 集合操作	124
4.2.2 查询表中特定列信息	89	5.2.1 使用 UNION 操作符	126
4.2.3 消除重复行	90	5.2.2 使用 INTERSECT 操作符	126
4.2.4 使用算数运算符	91	5.2.3 使用 MINUS 操作符	127
4.2.5 使用列别名	92	5.3 单行函数	128
4.2.6 使用字符串连接符	93	5.3.1 数值类函数	128
4.3 过滤数据	94	5.3.2 字符类函数	133
4.3.1 比较运算符的使用	94	5.3.3 日期类函数	137
4.3.2 范围判断 BETWEEN...AND	99	5.3.4 转换函数	140
4.3.3 判断是否为空	101	5.3.5 多记录组函数	144
4.3.4 IN 操作符	101	5.4 维护数据	145
4.3.5 LIKE 子句	103	5.4.1 INSERT 语句	145
4.4 分组查询	105	5.4.2 UPDATE 语句	147
4.4.1 GROUP BY 子句	105	5.4.3 DELETE 语句	148
4.4.2 HAVING 子句	106	5.5 事务与事务控制	148
4.4.3 常用分组函数	107	5.5.1 事务的特性	148
4.5 排序数据	108	5.5.2 事务的状态	149
4.6 从多张表中提取数据	109	5.5.3 提交事务	150
4.6.1 简单连接	109	5.5.4 回滚事务	150
4.6.2 使用表的别名	110	5.5.5 保存点	151
4.6.3 内连接	111	思考与练习	152
4.6.4 外连接	113	第6章 数据库对象创建、 管理与维护	153
思考与练习	117	学习目标	153
第5章 SQL语言开发(下)	118		
学习目标	118		
5.1 子查询	118		
5.1.1 在 WHERE 子句中 使用子查询	119		

6.1 创建与管理表	153	7.1.2 PL/SQL 语法	193
6.1.1 创建表	154	7.1.3 常用特殊符号	194
6.1.2 复制表	155	7.1.4 PL/SQL 分类	195
6.1.3 修改表结构	156	7.2 变量与常量	195
6.1.4 删除表	158	7.2.1 变量的声明与赋值	195
6.1.5 重命名表	159	7.2.2 常量的声明与赋值	197
6.2 创建与管理视图	159	7.3 流程控制语句	198
6.2.1 视图的种类	160	7.3.1 顺序结构	198
6.2.2 视图设计管理原则	161	7.3.2 条件控制	199
6.2.3 视图的创建	162	7.3.3 循环结构	205
6.2.4 视图的查看、修改与 删除	170	7.4 游标的使用	208
6.3 创建与管理序列	173	7.4.1 隐式游标	209
6.4 创建与管理索引	176	7.4.2 显式游标	211
6.4.1 索引基础知识	176	7.4.3 游标循环	212
6.4.2 B*Tree 索引	179	7.4.4 使用游标传递值	214
6.4.3 反向索引	181	7.5 动态 SQL	216
6.4.4 降序索引	182	7.5.1 EXECUTE IMMEDIATE 语句执行动态 SQL	217
6.4.5 位图索引	183	7.5.2 动态游标执行动态 SQL	218
6.4.6 函数索引	184	7.5.3 批量 BULK COLLECT 执行动态 SQL	219
6.5 创建与管理约束	185	7.6 PL/SQL 的记录	223
6.5.1 主键	185	7.6.1 定义 PL/SQL 记录	223
6.5.2 唯一约束	186	7.6.2 PL/SQL 记录的应用	224
6.5.3 外键	186	7.7 PL/SQL 中的集合	228
6.5.4 检查约束	187	7.7.1 使用索引表	229
6.5.5 非空约束	188	7.7.2 使用嵌套表	230
6.5.6 默认值约束	188	7.7.3 使用变长数组	231
6.5.7 约束的其他操作方式	189	7.8 异常	232
思考与练习	191	7.8.1 预定义异常	233
第 7 章 PL/SQL 语言开发	192	7.8.2 自定义异常	235
学习目标	192	7.8.3 引发应用程序异常	236
7.1 PL/SQL 基础	192	思考与练习	238
7.1.1 PL/SQL 的优点	192		

第 8 章 使用存储过程	240	10.2.2 查看与删除自定义函数	276
学习目标	240	10.3 自定义函数案例	278
8.1 存储过程结构	241	10.4 包	283
8.1.1 第一个存储过程	241	10.4.1 创建程序包	285
8.1.2 存储过程的参数 传递方式	243	10.4.2 程序包案例	287
8.2 SQL 命令管理存储过程	245	10.4.3 系统包	297
8.2.1 查看系统过程信息	245	10.4.4 包的管理	300
8.2.2 查看存储过程的源代码	246	思考与练习	300
8.2.3 查看错误信息	247	第 11 章 用户的访问控制与 权限管理	301
8.2.4 删除过程	248	学习目标	301
8.3 窗口管理存储过程	249	11.1 用户与模式的关系	301
思考与练习	250	11.1.1 创建与管理用户	303
第 9 章 使用触发器	251	11.1.2 创建用户	303
学习目标	251	11.1.3 修改用户	305
9.1 触发器简介	251	11.1.4 删除用户	306
9.1.1 触发器分类	251	11.2 用户权限管理	307
9.1.2 触发器组成部分	252	11.2.1 系统授权操作	307
9.1.3 触发器注意事项	252	11.2.2 回收系统权限	309
9.2 创建触发器	253	11.2.3 对象授权	309
9.2.1 创建 DML 触发器	253	11.2.4 回收对象权限	310
9.2.2 创建 INSTEAD OF 触发器	257	11.2.5 查询用户与权限	310
9.2.3 创建系统事件触发器	260	11.3 角色管理	311
9.3 删除和使能触发器	263	11.3.1 角色简介	311
9.4 触发器应用举例	264	11.3.2 预定义角色	311
思考与练习	269	11.3.3 创建角色与授权	313
第 10 章 自定义函数与包	270	11.3.4 管理角色	313
学习目标	270	11.3.5 角色与权限查询	315
10.1 创建自定义函数	271	11.4 资源配置 PROFILE	316
10.2 调用、查看与删除 自定义函数	273	11.4.1 使用 PROFILE 管理密码	318
10.2.1 调用自定义函数	273	11.4.2 使用 PROFILE 管理资源	320

11.4.3 维护 PROFILE 文件.....	321	13.2 大数据技术框架.....	355
11.4.4 显示 PROFILE 信息.....	322	13.2.1 基础架构支持.....	358
思考与练习.....	323	13.2.2 数据采集.....	358
第 12 章 Oracle 数据库备份与恢复.....	324	13.2.3 数据存储.....	359
学习目标.....	324	13.2.4 数据计算.....	360
12.1 备份恢复的基础知识.....	325	13.2.5 数据展现与交互.....	364
12.1.1 冷备份与热备份.....	326	13.3 Hadoop 生态的关键技术.....	366
12.1.2 日志操作模式.....	330	13.4 Spark 生态的关键技术.....	367
12.1.3 备份周期与存放.....	331	思考与练习.....	371
12.2 逻辑备份与恢复.....	332	第 14 章 综合项目实战——	
12.2.1 EXP/IMP 方式.....	333	开发校园管理系统.....	372
12.2.2 EXPDP/IMPDP 方式.....	335	学习目标.....	372
12.3 RMAN 备份与恢复.....	337	14.1 需求描述.....	372
12.4 恢复案例.....	343	14.2 表结构设计.....	374
12.4.1 损坏联机日志的		14.3 搭建系统框架.....	381
恢复方法.....	343	14.4 系统功能实现.....	385
14.4.2 损坏控制文件的		14.4.1 配置系统文件.....	385
恢复方法.....	347	14.4.2 实现登录页面“验证	
14.4.3 损坏临时数据文件的		用户名和密码”功能.....	386
恢复方法.....	350	14.4.3 实现“管理员”>“选修	
思考与练习.....	350	课程排课”功能.....	390
第 13 章 初识大数据.....	352	14.4.4 实现“管理员”>“查询	
学习目标.....	352	学生信息”功能.....	394
13.1 大数据基础.....	352	14.4.5 实现“学生”>“选课”	
13.1.1 大数据特征.....	352	功能.....	402
13.1.2 大数据前景.....	354	思考与练习.....	408
13.1.3 Oracle 面向大数据的		参考文献.....	410
解决方案体系.....	354		

第 1 章 数据库与 Oracle 入门

随着计算机技术、通信技术和网络技术的发展,人类社会已经进入了信息化时代。信息资源已经成为最重要和宝贵的资源之一,确保信息资源的存储及其有效性就变得非常重要,而保存信息的核心就是数据库技术。

对于数据库技术,当前应用最为广泛的是关系型数据库,而在关系型数据库中,Oracle(甲骨文)公司推出的 Oracle 数据库是其中佼佼者。到目前为止,Oracle 数据库使用最多的版本为 11g,这也是本书所基于的数据库。

学习目标

- 数据库的定义与特点
- 数据模型研究的内容及 3 个要素
- 数据模型的类型及与之对应的数据库的类型
- 数据库管理系统的功能
- 数据库系统的组成
- Oracle 11g 的主要特点和主要功能

1.1 数据库基本知识

1.1.1 数据库的定义、特点与类型

1. 数据库的定义

简单来讲,数据库(DataBase, DB)是按照一定的逻辑结构来组织、存储和管理数据的仓库。例如,学校的人事部门常常要把本校学生的基本情况(学号、姓名、性别、出生日期、籍贯、系部、入学成绩等)存放在表中,见表 1-1,这张表就可以看成是一个数据库。有了它,我们就可以根据需要随时查询某学生的基本情况,也可以查询入学成绩在某个范围或籍贯为某省的学生人数等。

表 1-1 学生情况表

学号	姓名	性别	出生日期	入学成绩	籍贯	系部
993503438	刘 昕	女	28-Feb-81	615	北京	会计系
993503437	张 俊	男	14-Aug-81	632	北京	会计系
993503433	王 倩	女	05-Jan-80	645	北京	会计系
993501122	李 一	女	28-Jun-81	618	山东	财政系
993502235	张 勇	男	21-Sep-79	678	山东	金融系
993503412	李 竟	男	15-Feb-80	665	河南	会计系
993506112	王 五	男	01-Jan-79	642	河南	中文系
993504228	赵子雨	男	23-Jun-81	637	辽宁	保险系
993511236	陈 艳	女	18-Mar-81	678	辽宁	投资系
993503234	郭 哲	男	24-Aug-81	624	广东	信息系
993502201	赵 海	男	12-Sep-79	678	广东	金融系
993502202	张 丽	女	12-Jan-78	623	广西	金融系

2. 数据库的特点

(1) 实现了数据共享。

数据共享既指所有用户可同时存取数据库中的数据，也包括用户可以用各种方式通过接口使用数据库。

(2) 减少了数据的冗余度。

与文件系统相比，由于数据库实现了数据共享，从而避免了用户各自建立应用文件，进而减少了大量重复数据，减少了数据冗余，维护了数据的一致性。

(3) 增强了数据的独立性。

数据的独立性包括逻辑独立性（数据库中数据的逻辑结构和应用程序相互独立）和物理独立性（数据物理结构的变化不影响数据的逻辑结构）。

(4) 实现了数据集中控制。

在文件管理方式中，不同数据被分散存储在不同的文件中，而这些文件之间毫无关系，因此，数据处于一种分散的状态。利用数据库可对数据进行集中控制和管理，并通过数据模型（参加后面的解释）表示各种数据的组织以及数据间的联系。

(5) 提供了数据的一致性和可维护性, 以确保数据的安全性和可靠性。

主要包括: ① 安全性控制: 以防止数据丢失、错误更新和越权使用; ② 完整性控制: 以保证数据的正确性、有效性和相容性; ③ 并发控制: 使在同一时间周期内, 允许对数据实现多路存取, 又能防止用户之间的不正常交互作用。

(6) 提供了故障恢复功能。

利用数据库管理系统(参见后面的解释)提供的一套方法, 可及时发现和修复故障(物理或逻辑错误, 如对系统的误操作造成的数据错误等), 从而防止数据被破坏。

3. 数据模型

数据模型是现实世界数据特征的抽象, 用于描述一组数据的概念和定义。在数据库中, 数据的物理结构又称数据的存储结构, 就是数据元素在计算机存储器中的表示及其配置; 数据的逻辑结构则是指数据元素之间的逻辑关系, 它是数据在用户或程序员面前的表现形式, 数据的存储结构不一定与逻辑结构一致。

1) 数据模型研究的内容

数据模型的研究包括以下三个方面:

① 概念数据模型。

这是面向数据库用户的现实世界的数据库模型, 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, 摆脱计算机系统及数据库管理系统的具体技术问题, 集中精力分析数据以及数据之间的联系等, 与具体的数据库管理系统无关。概念数据模型必须转换成逻辑数据模型, 才能在数据库管理系统中实现。

② 逻辑数据模型。

这是用户在数据库中看到的数据模型, 是具体的数据库管理系统所支持的数据模型, 主要有网状数据模型、层次数据模型和关系数据模型三种类型。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的实现。在数据库用数据模型来抽象、表示和处理现实世界中的数据和信息, 主要是研究数据的逻辑结构。

③ 物理数据模型。

这是描述数据在存储介质上的组织结构的数据模型, 它不但与具体的数据库管理系统有关, 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与其相对应的物理数据模型。数据库管理系统为了保证其独立性与可移植性, 将大部分物理数据模型的实现工作交由系统自动完成, 而设计者只设计索引、聚集等特殊结构。

2) 三个世界的划分

数据加工是一个逐步转化的过程, 经历了现实世界、信息世界和计算机世界这3个不同的世界, 经历了两级抽象和转换, 如图 1-1 所示。

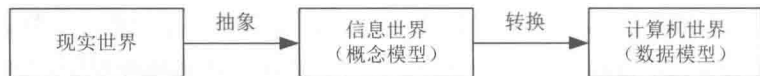


图 1-1 数据转换过程

① 现实世界。

现实世界是指客观存在的事物及其相互间的联系。现实世界中的事物有着众多的特征和千丝万缕的联系，但人们只选择感兴趣的一部分来描述，如学生，人们通常用学号、姓名、班级、成绩等特征来描述和区分，而对身高、体重、长相不太关心；而如果对象是演员，则可能正好截然相反。事物可以是具体的、可见的实物，也可以是抽象的事物。

② 信息世界。

信息世界是人们把现实世界的信息和联系，通过“符号”记录下来，然后用规范化的数据库定义语言来定义描述而构成的一个抽象世界。信息世界实际上是对现实世界的一种抽象描述。在信息世界中，不是简单地对现实世界进行符号化，而是要通过筛选、归纳、总结、命名等抽象过程产生出概念模型，用以表示对现实世界的抽象与描述。

③ 计算机世界。

计算机世界是将信息世界的内容数据化后的产物。它将信息世界中的概念模型进一步转换成数据模型，形成便于计算机处理的数据表现形式。

3) 数据模型的三要素

数据模型所描述的内容有 3 个部分，分别是数据结构、数据操作和数据约束。

① 数据结构。

数据结构用于描述系统的静态特征，包括数据的类型、内容、性质及数据之间的联系等。它是数据模型的基础，也是刻画一个数据模型性质最重要的方面。在数据库系统中，人们通常按照其数据结构的类型来命名数据模型。例如，层次模型和关系模型的数据结构就分别是层次结构和关系结构。

② 数据操作。

数据操作用于描述系统的动态特征，包括数据的插入、修改、删除和查询等。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。

③ 数据约束。

数据的约束条件实际上是一组完整性规则的集合。完整性规则是指给定数据模型中的数据及其联系所具有的制约和存储规则，用以限定符合数据模型的数据库及其状态的变化，以保证数据的正确性、有效性和相容性。例如，限制一个表中学号不能重复，或者年龄的取值不能为负，都属于完整性规则。

4. 数据库的类型

数据库的类型是根据数据模型来划分的,而任何一个 DBMS 也是根据数据模型有针对性地设计出来的,这就意味着必须把数据库组织成符合 DBMS 规定的数据库模型。目前成熟地应用在数据库系统中的数据库模型有:层次模型、网状模型和关系模型。它们之间的根本区别在于数据之间联系的表示方式不同(即记录型之间的联系的方式不同)。层次模型以“树结构”表示数据之间的联系,网状模型是以“图结构”来表示数据之间的联系,关系模型是用“二维表”(或称为关系)来表示数据之间的联系的。

1) 层次模型 (Hierarchical)

层次模型是数据库系统最早使用的一种模型,它的数据结构是一棵“有向树”。根结点在最上端,层次最高,子结点在下,逐层排列。层次模型的特征是:

- 有且仅有一个结点没有父结点,它就是根结点;
- 其他结点有且仅有一个父结点。

图 1-2 为一个系教务管理层次数据模型,其中,左图所示为实体之间的联系,右图所示为实体型之间的联系。

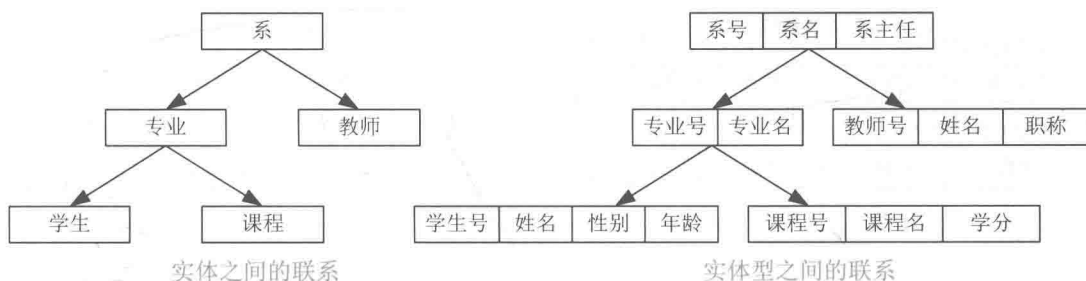


图 1-2 某系教务管理层次数据模型

最有影响的层次模型 DBS (数据库系统,参见后面的解释)是,20 世纪 60 年代末由 IBM 公司推出的 IMS 层次模型数据库系统。

2) 网状模型 (Network)

网状模型以网状结构表示实体与实体之间的联系。网中的每个结点代表一个记录类型,联系用链接指针来实现。网状模型可以表示多个从属关系的联系,也可以表示数据间的交叉关系,即数据间的横向关系与纵向关系,它是层次模型的扩展。网状模型可以方便地表示各种类型的联系,但结构复杂,实现的算法难以规范化。其特征是:

- 允许结点有多于一个父结点;
- 可以有一个以上的结点没有父结点。

图 1-3 为某系教务管理网状数据模型。

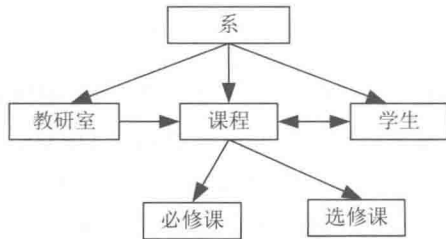


图 1-3 某系教务管理网状数据模型

3) 关系模型 (Relation)

关系模型以二维表结构来表示实体与实体之间的联系，它是以关系数学理论为基础的。关系模型的数据结构是一个“二维表框架”组成的集合。每个二维表被称为一个关系。在关系模型中，操作的对象和结果都是二维表。

关系模型是目前最流行的数据库模型。支持关系模型的数据库管理系统称为关系数据库管理系统，Oracle 就是一种关系数据库管理系统。图 1-4 为一个简单的关系模型，其中，左图所示为关系模式，右图所示为这两个关系模式的关系，关系名称分别为教师关系和课程关系，每个关系均含 3 个元组（记录），其主码均为“教师编号”。

教师关系框架

教师编号	姓名	性别	所在院名
------	----	----	------

课程关系框架

课程号	课程名	教师编号	上课教室
-----	-----	------	------

教师关系

教师编号	姓名	性别	所在院名
1992650	张曦文	男	文学院
2002001	王大光	男	法学院
1984040	刘进	女	法学院

课程关系

课程号	课程名	教师编号	上课教室
A0-1	古代文学	1992650	D12 J2103
B1-2	法理学	2002001	D12 J2203
B1-3	刑法学	1984040	D9 A201

关系模式

两个关系模式的关系

图 1-4 关系模型

关系模型的主要特点包括：

- 描述的一致性，不仅用关系描述实体本身，而且也用关系描述实体之间的联系；
- 可直接表示多对多的联系；
- 关系必须是规范化的关系，即每个属性是不可分的数据项，不许表中有表；
- 关系模型是建立在数学概念基础上的，有较强的理论依据。

在关系模型中，基本数据结构就是二维表，不用像层次模型或网状模型那样的链接指针。记录之间的联系是通过不同关系中同名属性来体现的。例如，要查找“刘进”老师所