

设计 · 开发 · 管理 · 应用 面面俱到

命令 · 操作 · 例题 · 案例 样样精通

设计、开发、 管理与应用 数据库系统

Oracle 11g

冯向科

希赛IT发展研究中心 组编
冯向科 邓莹 编著



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

希赛 IT在线教育
www.educity.cn

Oracle 11g

数据库系统

设计、开发、管理与应用

希赛IT发展研究中心 组编
冯向科 邓莹 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

内 容 简 介

Oracle 是目前关系型数据库管理系统市场中应用最广泛的产品, Oracle 11g 则是最新的 Oracle 版本。本书以电子商务为案例, 从数据库设计、数据库开发、数据库管理和数据库应用等多个层次、多个角度和多个方面详细、耐心地介绍 Oracle 11g 数据库的使用。

本书共有 19 章, 分 4 个部分, 其中第 1、2 章属于基础篇, 主要介绍数据库设计方面的内容; 第 3~11 章属于开发篇, 主要介绍 Oracle 数据库的开发; 第 12~15 章属于管理篇, 主要介绍 Oracle 11g 数据库的管理; 第 16~19 章属于应用篇, 主要介绍 Oracle 11g 数据库应用系统的开发知识。

读者即使没有数据库技术基础, 也可以通过自学本书, 熟悉最新 Oracle 系统, 并掌握 Oracle 数据库系统的设计、开发、管理和应用方面的知识。本书的所有内容均结合电子商务进行讲解, 通俗易懂, 适合高职高专、本科院校或计算机培训机构作为 Oracle 数据库课程的教材或参考用书, 也可以作为计算机爱好者和数据库管理员的参考用书。

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 11g 数据库系统设计、开发、管理与应用 / 冯向科, 邓莹编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.4
ISBN 978-7-121-08288-7

I. O… II. ①冯…②邓… III. 关系数据库—数据库管理系统, Oracle 11g IV. TP311.138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 019578 号

责任编辑: 葛娜

印 刷: 北京智力达印刷有限公司

装 订: 北京中新伟业印刷有限公司

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: 860×1092 1/16 印张: 30.5 字数: 776 千字

印 次: 2009 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 59.00 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 11g 是 Oracle 公司 30 年来发布的最重要的数据库版本，根据用户的需求实现了信息生命周期管理等多项创新。大幅度提高了系统性能和安全性，全新的 Data Guard 最大化了可用性，利用全新的高级数据压缩技术降低了数据存储的支出，明显缩短了应用程序测试环境部署及分析测试结果所花费的时间，增加了 RFID Tag、DICOM 医学图像、3D 空间等重要数据类型的支持，加强了对 Binary XML 的支持和性能优化。本书以 Oracle 11g 为基础，结合电子商城案例，全面讲解了 Oracle 11g 数据库设计、数据库开发、数据库管理和数据库应用方面的知识。

本书主要内容

本书共有 19 章，分 4 个部分，其中第 1、2 章属于基础篇，主要介绍数据库设计方面的内容；第 3~11 章属于开发篇，主要介绍 Oracle 数据库的开发；第 12~15 章属于管理篇，主要介绍 Oracle 11g 数据库的管理；第 16~19 章属于应用篇，主要介绍 Oracle 11g 数据库应用系统的开发知识。各个章节的具体内容安排如下：

篇名	章 名	主 要 内 容
基础篇	第 1 章 数据库技术基础	介绍了数据库技术的基本概念、数据模型、E-R 模型、数据库的规范化和高级数据库技术
	第 2 章 进入 Oracle 世界	介绍了 Oracle 产品的发展变迁、Oracle 11g 的新特性、体系结构、安装过程、基本组件和 Oracle 服务的启动、关闭
开发篇	第 3 章 SQL 语言与 PL/SQL	介绍了 SQL 和 PL/SQL 的基本知识，以及 PL/SQL 运算符、控制结构和常用函数
	第 4 章 数据库	介绍了数据库和数据库实例的基本知识、创建数据库、修改数据库、删除数据库和管理表空间的操作
	第 5 章 数据表、约束和数据记录	介绍了管理数据表、数据库完整性的约束实现、数据记录操作、管理序列、管理同义词和管理评注等操作
	第 6 章 数据查询	介绍了查询的基本语法、简单查询、连接查询、子查询和联合查询等操作
	第 7 章 索引	介绍了索引的基本知识、管理索引和管理聚集等操作
	第 8 章 视图	介绍了视图的基本知识、管理视图和使用视图等操作
	第 9 章 存储过程、函数和包	介绍了存储过程的基本知识、管理存储过程、嵌套存储过程、管理函数和管理包等操作
	第 10 章 触发器	介绍了触发器的基本知识、管理触发器和使用触发器的操作
	第 11 章 游标、事务和锁	介绍了游标的基础知识和基本操作、事务和锁的基本知识

续表

篇名	章 名	主 要 内 容
管理篇	第 12 章 Oracle 11g 企业管理器	介绍了 OEM 的基本环境和使用 OEM 监视 Oracle 11g 环境、管理数据库、管理部署和管理作业系统等操作
	第 13 章 数据库安全性	介绍了数据库安全性基本知识、管理用户、管理角色、授权和数据库审计等操作
	第 14 章 备份与恢复	介绍了数据库备份、恢复、数据导入、导出等操作
	第 15 章 Oracle 配置和管理工具	介绍了 Oracle 11g 配置和管理工具概况、配置和管理网络服务、配置本地规则和安装、配置客户端等操作
应用篇	第 16 章 Java 访问 Oracle 数据库	介绍了 JDBC 的基本结构、ODBC 连接数据库、JDBC 连接数据库和访问数据库等操作
	第 17 章 .NET 访问 Oracle 数据库	介绍了 ADO.NET 模型、绑定连接数据库、ODBC 连接数据库、手动连接数据库和调用存储过程等操作
	第 18 章 开发 J2EE 应用	介绍了 J2EE 开发和部署环境、开发 JSP 程序、开发 Servlet 和开发 EJB 等内容
	第 19 章 Oracle XML DB	介绍了 Oracle XML DB 的基本体系结构、XML 模式、二进制 XML 表和 XQuery 查询等内容

本书特点

- (1) 本书内容根据数据库开发的一般特点进行讲解，内容通俗易懂。
- (2) 结合实际开发案例的大量例题，使读者可以直观感受 Oracle 11g 的内容。
- (3) 对每种 Oracle 技术均通过 GUI 方式和命令方式进行讲解，既方便初学者快速入门，也方便对 Oracle 有一定了解的读者更上一层楼。

本书既适合高职高专、本科院校或计算机培训机构作为 Oracle 数据库课程的教材或参考用书，也可以作为计算机爱好者和数据库管理员的参考用书。

本书由来自湖南铁道职业技术学院的希赛顾问团顾问冯向科（国家认证软件设计师、系统分析师）和邓莹担任主编。

由于作者水平有限，书中的错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。有关本书的反馈和咨询，读者可以发送邮件至 xk_feng@yeah.net，也可以从 www.broadview.com.cn 免费下载书中所用到的软件、工具和源代码。

编 者

2009 年 3 月

目录

基础篇

第1章 数据库技术基础.....2	
1.1 数据库技术概述.....2	
1.1.1 数据库的基本概念.....2	
1.1.2 数据处理发展简史.....4	
1.2 数据模型.....6	
1.2.1 层次模型.....6	
1.2.2 网状模型.....7	
1.2.3 关系模型.....8	
1.3 E-R模型.....9	
1.3.1 E-R模型.....9	
1.3.2 E-R模型转换为关系模型.....13	
1.3.3 使用PowerDesigner设计数据库.....14	
1.4 数据库的规范化.....19	
1.4.1 第一范式(1NF).....19	
1.4.2 第二范式(2NF).....20	
1.4.3 第三范式(3NF).....21	
1.4.4 Boyce-Code范式(BCNF).....21	
1.5 高级数据库技术.....23	
1.5.1 数据仓库.....23	
1.5.2 分布式数据库.....23	
1.5.3 面向对象数据库.....24	
1.6 小结.....25	
第2章 进入Oracle世界.....26	
2.1 Oracle的发展变迁.....26	
2.2 Oracle 11g的新特性.....28	
2.3 Oracle 11g的体系结构.....31	
2.3.1 Oracle进程结构.....32	
2.3.2 Oracle内存结构.....33	
2.4 Oracle 11g的安装过程.....34	
2.5 Oracle 11g的基本组件.....40	
2.5.1 SQL*Plus.....41	
2.5.2 SQL Developer.....42	
2.5.3 Database Console.....44	
2.6 Oracle 11g服务的启动与关闭.....45	
2.7 小结.....47	

开发篇

第3章 SQL语言与PL/SQL.....49	
3.1 SQL语言简介.....49	
3.1.1 SQL的产生.....49	
3.1.2 SQL的组成.....50	
3.2 PL/SQL语言基础.....50	
3.2.1 PL/SQL简介.....50	
3.2.2 PL/SQL块.....50	
3.2.3 PL/SQL数据类型.....52	
3.2.4 PL/SQL标识符.....53	
3.2.5 常量和变量.....54	
3.2.6 PL/SQL注释.....55	
3.3 PL/SQL运算符.....55	
3.3.1 算术运算符.....55	
3.3.2 关系运算符.....56	
3.3.3 逻辑运算符.....57	
3.4 PL/SQL控制结构.....57	
3.4.1 条件结构.....57	
3.4.2 循环结构.....61	
3.4.3 跳转语句.....64	
3.5 PL/SQL常用系统函数.....64	
3.5.1 数学函数.....64	
3.5.2 字符串函数.....66	
3.5.3 日期函数.....67	
3.5.4 转换函数.....68	
3.6 小结.....68	
第4章 数据库.....70	
4.1 数据库概述.....70	
4.1.1 数据库结构.....70	

4.1.2	数据库实例	73
4.2	创建数据库实例	73
4.2.1	使用 Oracle Database Configuration Assistant 创建数据库实例	73
4.2.2	使用 PL/SQL 创建数据库	82
4.3	修改数据库实例	89
4.3.1	使用 DBCA 修改数据库实例	89
4.3.2	使用 PL/SQL 修改数据库	91
4.4	删除数据库实例	93
4.4.1	使用 DBCA 删除数据库实例	93
4.4.2	使用 PL/SQL 删除数据库	94
4.5	管理表空间	95
4.5.1	使用 OEM 管理表空间	95
4.5.2	使用 PL/SQL 管理表空间	98
4.6	小结	101
第 5 章	数据表、约束和数据记录	102
5.1	管理数据表	102
5.1.1	创建数据表	102
5.1.2	修改数据表	105
5.1.3	查看和删除表	107
5.2	数据完整性与约束	110
5.2.1	数据完整性概述	110
5.2.2	约束的实现	110
5.3	数据记录操作	120
5.3.1	使用 SQL Developer 操作数据记录	121
5.3.2	使用 PL/SQL 操作数据记录	122
5.4	管理序列	125
5.4.1	使用 SQL Developer 管理序列	125
5.4.2	使用 PL/SQL 操作序列	126
5.5	管理同义词	129
5.5.1	使用 SQL Developer 管理同义词	129
5.5.2	使用 PL/SQL 操作同义词	130
5.6	管理评注	131
5.7	小结	133
第 6 章	数据查询	134
6.1	查询的基本语法	134
6.2	简单查询	135
6.2.1	选择列	135
6.2.2	选择行	139
6.2.3	排序查询数据记录集	147
6.2.4	分组数据记录集	149
6.3	连接查询	155
6.3.1	内连接查询	155
6.3.2	外连接查询	158
6.3.3	交叉连接查询	160
6.4	子查询	161
6.4.1	IN 子查询	161
6.4.2	EXISTS 子查询	163
6.4.3	使用比较运算符的子查询	164
6.4.4	使用 ANY 或 ALL 的子查询	165

6.4.5	数据记录操作中的子查询	166
6.5	联合查询	168
6.6	小结	171
第 7 章	索引	172
7.1	索引概述	172
7.2	创建索引	175
7.2.1	使用 SQL Developer 创建索引	175
7.2.2	使用 PL/SQL 创建索引	175
7.3	修改索引	176
7.3.1	使用 SQL Developer 修改索引	177
7.3.2	使用 PL/SQL 修改索引	177
7.4	查看索引	178
7.5	删除索引	178
7.5.1	使用 SQL Developer 删除索引	178
7.5.2	使用 PL/SQL 删除索引	179
7.6	聚集	180
7.6.1	创建聚集	180
7.6.2	修改聚集	184
7.6.3	删除聚集	184
7.7	小结	185
第 8 章	视图	186
8.1	视图概述	186
8.2	创建视图	187
8.2.1	使用 SQL Developer 创建视图	187
8.2.2	使用 PL/SQL 创建视图	189
8.3	修改视图	191
8.3.1	使用 SQL Developer 修改视图	191
8.3.2	使用 PL/SQL 修改视图	192
8.4	查看视图	194
8.4.1	使用 SQL Developer 查看视图	194
8.4.2	使用 PL/SQL 查看视图	194
8.5	删除视图	195
8.5.1	使用 SQL Developer 删除视图	195
8.5.2	使用 PL/SQL 删除视图	196
8.6	使用视图	196
8.6.1	查询视图	196
8.6.2	更新视图数据	198
8.7	小结	200
第 9 章	存储过程、函数和包	201
9.1	存储过程概述	201
9.2	创建和调用存储过程	202
9.2.1	使用 SQL Developer 创建和调用存储过程	202
9.2.2	使用 PL/SQL 创建和调用存储过程	203
9.3	查看、修改和删除存储过程	208
9.3.1	查看存储过程	208
9.3.2	修改存储过程	209
9.3.3	删除存储过程	210
9.4	存储过程的嵌套	211
9.5	函数	212

9.5.1	创建函数	213	10.3.3	删除触发器	232
9.5.2	调用函数	215	10.4	使用触发器	234
9.5.3	删除函数	215	10.4.1	插入型触发器	234
9.6	包	216	10.4.2	删除型触发器	235
9.6.1	定义包头	217	10.4.3	更新型触发器	236
9.6.2	定义包体	218	10.4.4	混合型触发器	237
9.6.3	引用包中对象	219	10.5	AFTER 和 INSTEAD OF 触发器	238
9.6.4	包的初始化	219	10.6	小结	240
9.6.5	Oracle 11g 的内置包	219	第 11 章	游标、事务和锁	241
9.6.6	在包中定义函数和存储过程	219	11.1	游标	241
9.7	小结	222	11.1.1	游标的概念	241
第 10 章	触发器	223	11.1.2	游标操作	242
10.1	触发器概述	223	11.1.3	游标的属性	245
10.1.1	触发器简介	223	11.1.4	在游标中使用循环	246
10.1.2	触发器的类型	224	11.1.5	游标的更新	248
10.1.3	OLD 和 NEW 修饰访问操作	225	11.2	事务	249
10.2	创建触发器	226	11.2.1	事务的属性	249
10.2.1	使用 SQL Developer 创建 触发器	226	11.2.2	事务处理	250
10.2.2	使用 PL/SQL 创建触发器	227	11.3	锁	253
10.3	查看、修改和删除触发器	229	11.3.1	锁的概述	253
10.3.1	查看触发器	229	11.3.2	锁的类型	253
10.3.2	修改触发器	231	11.4	小结	255

管理篇

第 12 章	Oracle 11g 企业管理器	257	13.2.3	用户安全策略	288
12.1	认识 Oracle 11g 企业管理器	257	13.2.4	口令管理安全策略	289
12.2	监视 Oracle 11g 环境	259	13.2.5	审计策略	289
12.2.1	执行监视	260	13.3	用户管理	289
12.2.2	自监视体系结构	268	13.3.1	创建用户	290
12.3	数据库管理	269	13.3.2	修改用户	292
12.3.1	数据库管理概述	269	13.3.3	删除用户	294
12.3.2	监视数据库	270	13.3.4	监控用户	294
12.3.3	管理数据库	274	13.4	角色管理	295
12.3.4	维护数据库	275	13.4.1	创建角色	296
12.3.5	管理数据库组	277	13.4.2	修改角色	298
12.4	管理部署	277	13.4.3	删除角色	299
12.4.1	收集主机配置信息	277	13.4.4	预定义角色	299
12.4.2	监视和管理部署	278	13.5	授权	300
12.5	作业系统	283	13.5.1	授予权限	300
12.5.1	概述	283	13.5.2	收回权限	303
12.5.2	使用和定义作业	284	13.6	数据库审计	304
12.5.3	分析作业活动	284	13.6.1	审计策略	304
12.5.4	作业库	285	13.6.2	审计类型	305
12.6	小结	285	13.6.3	审计踪迹	306
第 13 章	数据库安全性	286	13.6.4	查看审计踪迹	311
13.1	数据库安全管理概述	286	13.7	小结	313
13.2	安全策略	287	第 14 章	备份与恢复	314
13.2.1	系统安全策略	287	14.1	备份数据库	314
13.2.2	数据安全策略	288	14.1.1	数据库故障分类	314

14.1.2	备份的类型	315
14.1.3	以命令方式执行数据库备份	317
14.1.4	使用 OEM 执行数据库备份	324
14.2	恢复数据库	330
14.2.1	恢复的类型	332
14.2.2	以命令方式执行数据库恢复	332
14.2.3	使用 OEM 执行数据库恢复	334
14.3	备份和恢复策略	337
14.3.1	备份的策略	338
14.3.2	恢复的策略	339
14.4	数据导入/导出	339
14.4.1	Export	340
14.4.2	Import	348
14.5	小结	354
第 15 章	Oracle 配置和管理工具	355

15.1	配置和管理工具概述	355
15.1.1	Oracle 网络管理器	355
15.1.2	Oracle 网络配置助手	356
15.1.3	Oracle 网络控制工具	356
15.2	配置和管理 Oracle 网络服务	357
15.2.1	创建目录服务器	357
15.2.2	配置概要文件	359
15.2.3	配置和管理监听器	360
15.2.4	配置 Oracle 服务	361
15.3	Oracle Locale Builder	361
15.4	Oracle 客户端工具	364
15.4.1	安装 Oracle 客户端	364
15.4.2	配置 Oracle 客户端	367
15.5	小结	370

应用篇

第 16 章	Java 访问 Oracle 数据库	372
16.1	JDBC 概述	372
16.2	ODBC 连接 Oracle 数据库	373
16.3	JDBC 连接 Oracle 数据库	374
16.3.1	注册数据库驱动程序	374
16.3.2	获得数据库连接	374
16.3.3	发送和执行 SQL 语句	376
16.3.4	访问元数据	377
16.4	JDBC 访问 Oracle 数据库	378
16.5	小结	387
第 17 章	.NET 访问 Oracle 数据库	388
17.1	ADO.NET 概述	388
17.1.1	ADO.NET 模型	389
17.1.2	ADO.NET 对象	390
17.2	绑定连接 Oracle 数据库	393
17.3	ODBC 连接 Oracle 数据库	397
17.4	手动连接 Oracle 数据库	399
17.5	调用 Oracle 存储过程	402
17.6	小结	405
第 18 章	开发 J2EE 应用	406
18.1	配置开发和部署环境	406
18.1.1	JDeveloper 工具	406
18.1.2	OC4J 服务器	408
18.2	开发 JSP 程序	413
18.2.1	创建 JSP 程序	413
18.2.2	部署 JSP 程序	416
18.2.3	配置数据源	418
18.3	开发 Servlet 程序	421

18.3.1	创建 Servlet 程序	421
18.3.2	部署 Servlet 程序	427
18.4	开发 EJB 应用	427
18.4.1	EJB 概述	427
18.4.2	开发 EJB 应用	429
18.4.3	测试 EJB	432
18.5	小结	433
第 19 章	Oracle XML DB	434
19.1	Oracle XML DB 概述	434
19.2	Oracle XML DB 体系结构	435
19.3	XML 模式	436
19.3.1	XML 模式概述	436
19.3.2	查看 XML 模式	436
19.4	二进制 XML 表	441
19.4.1	二进制 XML 存储模型	442
19.4.2	创建二进制 XML 表	442
19.4.3	在二进制 XML 表上使用 关系视图	443
19.5	XQuery 查询	444
19.5.1	XQuery 查询概述	444
19.5.2	使用索引增强 XQuery 查询 的性能	445
19.5.3	通过 XQuery 使用 XMLType	449
19.6	小结	452
附录 A	ESHOPPE 数据库	453
附录 B	数据字典视图	455
附录 C	系统权限和对象权限	471

基础篇

第 1 章 数据库技术基础	2
第 2 章 进入 Oracle 世界.....	26

第 1 章 数据库技术基础

【本章导读】

数据库技术是数据管理的最新技术，是计算机科学的重要分支。信息资源业已成为今天各个部门的重要财富和资源，建立一个满足各级部门信息处理要求的行之有效的信息系统成为一个企业或组织赖以生存和发展的重要条件。作为信息系统核心和基础的数据库技术得到越来越广泛的应用，越来越多的新应用领域采用数据库技术存储和处理他们的信息资源。数据库的建设规模、数据库信息量的大小和使用频度已成为衡量一个国家信息化程序的标志。读者学习完本章以后，应该了解以下内容：

- 数据库的基本概念和数据库技术的发展
- 数据模型
- E-R 模型
- 使用 PowerDesigner 构建数据库模型
- 数据规范化
- 高级数据库技术

1.1 数据库技术概述

1946 年第一台计算机研制成功，标志着人类开始使用机器来存储和管理数据。随着计算机技术的发展和普及，计算机管理数据的方式也在不断地发生变化，从手工处理方式到文件系统方式，再到数据库系统方式。现在，数据库技术成为数据管理的最新技术，也成为计算机科学中的一个重要分支。数据库技术作为信息技术的一个重要支撑部分，它的产生来源于社会的实际需要，同时又给社会生活的各个领域带来了许多积极的影响。

1.1.1 数据库的基本概念

1. 数据

数据（Data）是客观事物的反映和记录，是用以载荷信息的物理符号。数据不等同于数字，数据包括两大类，即数值型数据和非数值型数据。在计算机系统中，凡是能被计算机存储并处理的数

字、字符、图形和声音等统称为数据。

在学习“数据”概念的同时，我们有必要区分一下数据和信息这两个概念。信息是指有意义的信息，即在数据上定义的有意义的描述。比如对“101”而言，如果仅仅是3个代码的组合，它表示的是数据（一种符号表示）；而“软件技术专业的101个学生”中的“101”就是信息，表示学生的数量。数据和信息是两个相互联系但又相互区别的概念；数据是信息的具体表现形式，信息是数据有意义的表现。

2. 数据处理

数据处理就是将数据转换为信息的过程。数据处理的内容主要包括：数据的收集、整理、存储、加工、分类、维护、排序、检索和传输等一系列活动的总和。数据处理的目的是从大量的数据中，根据数据自身的规律及其相互联系，通过分析、归纳、推理等科学方法，利用计算机技术、数据库技术等手段，提取有效的信息资源，为进一步分析、管理和决策提供依据。数据处理也称信息处理。

例如，将信息工程系各专业学生人数相加，经过计算得出平均人数和总人数等信息，这种计算处理的过程就是数据处理。

3. 数据库

数据库（DB）是数据库系统（DBS）的核心，是被管理的对象。形象地说，数据库即存放数据的仓库，我们把它定义为存放在计算机存储设备上的相关数据的集合。数据库最终也是以文件的形式存储的，但不同于普通文件的是，它指的是相互关联的数据的集合，而一般文件是相关信息的集合，它的存放形式可以是杂乱无章的。

4. 数据库管理系统

数据库管理系统（DBMS）负责对数据库进行管理和维护，它是数据库系统的主要软件系统，是管理的部门。它借助于操作系统实现对数据的存储管理。

一般来说，DBMS应包括如下几个功能。

- 数据定义语言（DDL）：用来描述和定义数据库中各种数据及数据之间的联系。
- 数据管理语言（DML）：用来对数据库中的数据进行插入、查找、修改和删除等操作。
- 数据控制语言（DCL）：用来完成系统控制、数据完整性控制及并发控制等操作。

关系数据库领域中典型的DBMS系统有：Oracle、Sybase、Informix、Foxpro、DB2和SQL Server等。

5. 数据库系统

数据库系统实际上是一个应用系统，它由数据库、数据库管理系统、用户和计算机系统组成。

（1）数据库

数据库是数据库系统操作的对象。数据库中的数据具有集中性和共享性。所谓集中性是指数据库可以被看成性质不同的数据文件的集合，其中的数据冗余很小。所谓共享性是指多个不同用户，使用不同的语言，为了不同的应用目的可同时存取数据库中的数据。

(2) 数据库管理系统

数据库管理系统是数据库系统负责对数据库进行管理的软件系统。它对数据库中的数据资源进行统一管理和控制，把用户程序和数据库数据进行隔离。

如图 1-1 所示是数据库管理系统与计算机硬件及其他软件的层次关系，外层应用依赖于内层资源的支持。

(3) 用户

用户是指使用数据库的人员。数据库系统中的用户有终端用户、应用程序员和数据库管理员 3 类用户。

- 终端用户是指数据库系统的最终使用人员，他们通过数据库系统提供的界面友好的交互式对话手段使用数据库中的数据。
- 应用程序员是为终端用户编写应用程序的软件人员，他们设计的应用程序主要目的是使用和维护数据库。
- 数据库管理员 (DBA) 是全面负责数据库系统正常运转的高级人员，他们负责对数据库系统的深入研究。

例如：一个电子商务网站中，通过浏览器进行信息查询和购物的用户即为最终用户；编写网页程序和相关管理程序的人员即为应用程序员；负责后台网络数据库的维护人员即为数据库管理员 (DBA)。

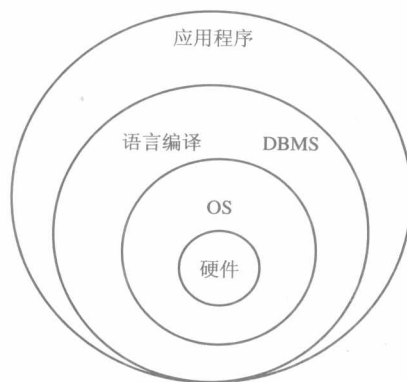


图 1-1 DBMS 与计算机软、硬件的层次关系

(4) 计算机系统

计算机系统是指存储数据库及运行 DBMS 的软、硬件资源，如操作系统和磁盘、I/O 通道等。

1.1.2 数据处理发展简史

自计算机产生以来，数据处理经历了手工处理、文件系统和数据库系统阶段，现在已经发展到数据仓库技术阶段。

1. 手工处理

20 世纪 50 年代以前, 计算机应用于科学计算。这个阶段的数据处理是通过手工进行的, 计算机上没有专门管理数据的软件, 也没有磁盘之类的存储设备来存储数据, 那时应用程序和数据之间存在一对一的关系, 即一个程序对应于一组数据, 这样就造成了手工处理数据的两个缺点: 一是应用程序和数据之间的依赖性太强, 独立性差; 二是数据和数据之间存在许多重复数据, 造成大量数据冗余, 如图 1-2 所示。

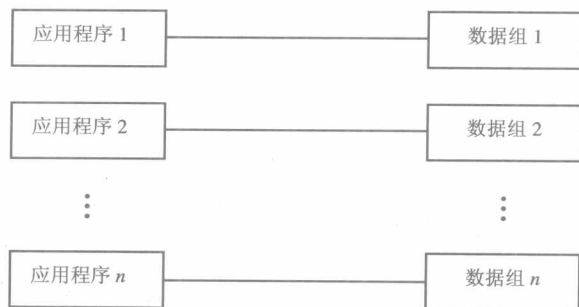


图 1-2 手工数据处理模型

2. 文件系统

20 世纪 50 年代中期以后, 随着计算机的硬件和软件的飞速发展, 出现了专门管理数据的软件, 即文件系统。在文件系统数据管理阶段, 数据按一定的规则组织成一个文件, 应用程序通过文件系统对文件中的数据进行存取和加工。文件系统对数据的管理, 实际上是通过应用程序和数据之间的一种接口实现的。

文件系统解决了应用程序和数据之间的一个公共接口问题, 使得应用程序可以采用统一的存取方法来操作数据。但是, 不同的应用程序很难共享同一数据文件, 也就是说, 数据独立性仍然较差, 数据冗余度较大, 如图 1-3 所示。

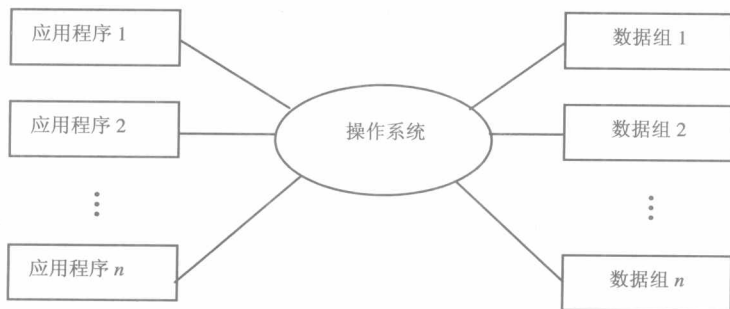


图 1-3 文件系统模型

3. 数据库系统

20 世纪 60 年代以后, 为了满足巨大的信息流和数据流的需要, 数据库系统出现了。数据库系统也是以文件方式存储数据的, 但它是数据的一种高级组织形式。在应用程序和数据库之间有一个新

的数据管理软件 DBMS，即数据库管理系统。数据库管理系统把所有应用程序中使用的数据汇集在一起，并以记录为单位存储起来，以便于应用程序查询和使用，如图 1-4 所示。

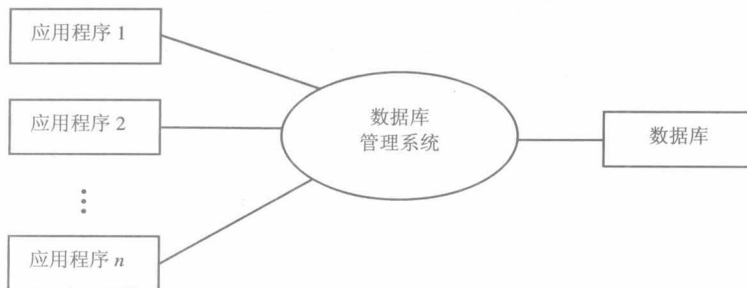


图 1-4 数据库系统模型

数据库系统中数据库对数据的存储和管理是按照同一结构进行的，不同的应用程序都可以直接操作这些数据，也就是说，应用程序具有高度的独立性。同时，数据库系统对数据的完整性、唯一性和安全性都提供了一套有效的管理手段。数据库系统还提供管理和控制数据的各种简单操作命令，使用户编写程序时更容易掌握。相对文件而言，数据库系统有如下几个特点。

- 数据结构化：数据库系统中包含的多个单独的文件之间是相互联系的，在整体上有一个统一的结构形式。
- 数据共享：数据库系统中的数据可以为不同的用户使用。
- 数据独立性：应用程序和数据库间的依赖性较小。
- 最小冗余度：数据库系统中的数据集中存储，共同使用，避免了大量重复。

自 20 世纪 60 年代中期以来，数据库技术与其他领域的技术相结合，出现了数据库的许多新分支，如：与网络技术相结合的网络数据库；与分布式处理技术相结合的分布式数据库；与面向对象技术相结合的面向对象数据库；与人工智能技术相结合出现了知识库、主动数据库；与并行处理技术相结合的并行数据库；与多媒体技术相结合的多媒体数据库。此外，针对不同应用领域还出现了工程数据库、实时数据库、空间数据库、地理数据库、统计数据库、时态数据库和数据仓库等多种数据库及相关技术。

1.2 数据模型

数据模型是数据库系统中用于提供信息表示和操作手段的形式构架，是对客观世界的抽象，即客观事物及其联系的数学描述。由于事物之间的联系不同，数据之间的联系亦不同，必须用不同的数据结构来表示数据之间的联系，即不同的数据模型。目前，比较流行的数据模型有 3 种：按图论理论建立的层次模型、网状模型和按关系理论建立的关系模型。

1.2.1 层次模型

层次模型是指用树型结构来表示数据及数据间联系的模型。如图 1-5 所示为高等学校组织结构模

型。这个组织结构图像一棵树，其中系就是树根（称为根结点），各教研室、课程、班级、授课等为树枝（称为叶结点）。在层次模型中，树的结点表示各个数据，连线表示数据之间的关系。

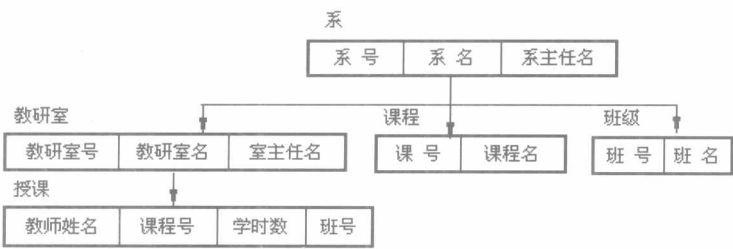


图 1-5 层次模型

层次模型的特点：

- 层次模型中有且仅有一个最高层的结点，称为根结点。
- 其他的结点有且仅有一个直接的上层结点，称为父结点。
- 上层结点和下层结点的联系是 1：n 的联系。

在层次模型中，必须从根结点开始查询记录的内容。例如：从系、教研室、授课这条路径可以查到某个教师所教的课号和班号。又如某一处室中，处长领导着下面几个科长，每个科长又领导几个科员，只要不存在一人兼任两个职务的情况，该处室里的这种领导关系就可表示成层次模型。

按照层次模型建立的数据库系统称为层次模型数据库系统。1969 年美国 IBM 公司研制的 IMS（Information Management System）就是层次模型的典型代表。

1.2.2 网状模型

网状模型是指用网络结构来表示数据及数据间联系的模型。如图 1-6 所示为高校学生选课模型，这种数据结构就是网状数据结构。

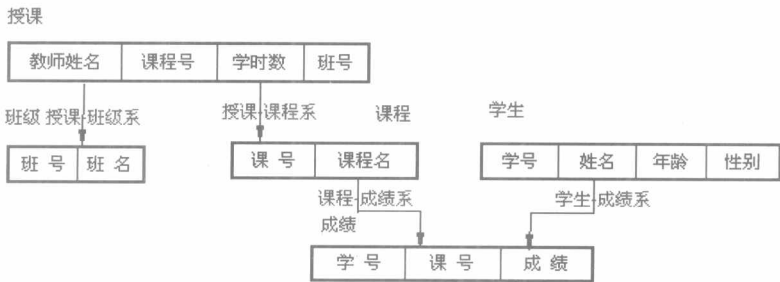


图 1-6 网状模型

网状模型的特点：

- 可以有一个以上的结点无双亲；
- 至少有一个结点有多于一个以上的双亲；
- 两个结点之间有两种或两种以上的关系。

网状模型是层次模型的拓展，一个连通的基本层次联系的集合就是一个网状模型。网状模型和层次模型一样，记录的存取路径是由模型的结构定义好的，数据必须按照定义好的存取路径才能进行存取操作。

又如：交通运输线路、电力网络分析、课程表的制定等都是典型的网状结构。

按照网状数据结构建立的数据库系统称为网状数据库系统，其典型代表是 DBTG (Data Base Task Group)。

1.2.3 关系模型

关系模型指的是用二维表格来表示数据间联系的模型。如表 1-1 所示的“学生基本情况”表就是一个二元关系。

表 1-1 “学生基本情况”表

学号	姓名	性别	出生年月	家庭地址	班级
200607330001	张三其	男	1988-07-25	湖南长沙	软件 061
...	...	...	...	...	...

1. 关系模型中的基本概念

(1) 字段（属性）：二维表中的每一列称为一个字段（即属性）。其中字段名（属性名称）相当于标题栏中的标题；表 1-1 中的每一行包含了 6 个属性，其中 s_no（学号）、s_name（姓名）、s_sex（性别）、s_birth（出生年月）、s_address（家庭地址）和 s_class（班级）称作字段名，而‘200607330001’、‘张三其’、‘男’、‘1988-07-25’、‘湖南长沙’、‘软件 061’为字段的值。

(2) 记录（元组）：二维表中的每一行称为一条记录（元组）。记录是由若干个相关属性组成的。‘200607330001’、‘张三其’、‘男’、‘1988-07-25’、‘湖南长沙’、‘软件 061’6 个属性便构成了描述“张三其”这名学生的记录。

(3) 二维表（关系）：一个二维表就是一个关系，它是由相关记录组成的。如表 1-1 所示，所有学生的记录便构成了“学生基本情况”表。

2. 关系模型的特点

- 每一列必须是基本数据项，即不可再分解。
- 表中每一列必须具有相同的数据类型（如字符型或数值型）。
- 表中每一列的名字必须是唯一的。
- 表中不应有内容完全相同的行。
- 行的顺序与列的顺序不影响表格中所表示的信息的含义。

对于关系数据库的几个名词在不同的领域中有不同的称谓：列、行、二维表属于日常用语；属性、元组、关系是数学领域中的名词；字段、记录、数据库是数据库领域中的名词，请大家注意区分。

由关系数据结构组成的数据库系统称为关系数据库系统，比如 Foxpro、Sybase、Informix、SQL Server、DB2，以及本书所介绍的 Oracle。