

- ▶ 一线老师——两年时间——呕心之作
- ▶ Oracle数据库概述——SQL语句详解——PL/SQL编程详解
- ▶ 近300个范例阐释SQL语句操作
- ▶ 超过100个范例阐释PL/SQL编程方法

Oracle 10g

SQL 和 PL/SQL

编程指南

杨忠民 蒋新民 晁 阳 编 著



清华大学出版社

Oracle

Oracle 10g

SQL和PL/SQL

Oracle 10g
SQL和PL/SQL编程指南

编程指南

杨忠民 蒋新民 晁阳 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

SQL(Structured Query Language)是关系数据库的基本操作语言。它主要包括数据查询,数据操纵、数据定义等功能,是应用程序与数据库进行交互操作的接口。PL/SQL(Procedural Language/SQL)是 Oracle 特有的编程语言,它可以像其他高级编程语言一样,编写出各种完整的数据库操作功能的程序。由于 PL/SQL 由 Oracle 系统本身编译执行,所以程序运行效率更高。本书为 Oracle 数据库应用开发人员提供了 SQL 使用指南和 PL/SQL 编程技术。通过学习本书,读者不仅可以掌握 SQL 和 PL/SQL 的基础知识,而且还可以掌握 Oracle 10g SQL 和 PL/SQL 的许多高级特征。

本书可作为高等院校计算机相关专业的辅助教材,也可作为各类高级数据库编程人员的参考书。本书的编写既考虑了 SQL 和 PL/SQL 的初学者,同时也兼顾到有经验的 PL/SQL 编程人员。本书还可以作为培训班的教材。

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 10g SQL 和 PL/SQL 编程指南/杨忠民,蒋新民,晁阳编著. —北京:清华大学出版社,2009.1
ISBN 978-7-302-18835-3

I. O… II. ①杨… ②蒋… ③晁… III. 关系数据库—数据库管理系统, Oracle 10g—程序设计—指南
IV. TP311.138-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 169227 号

责任编辑:邹杰 张丽娜

装帧设计:杨玉兰

责任校对:周剑云

责任印制:杨艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

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 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:190×260 印 张:21.75 字 数:524 千字

版 次:2009 年 1 月第 1 版 印 次:2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:35.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:027678-01

前 言

Oracle 公司是世界排名前列的大型国际企业。Oracle 数据库是世界领先、性能优异的大型数据库管理系统之一。Oracle 数据库系统广泛应用在金融、通信、航空等领域。有多种数据库管理系统可供用户选择, Oracle 数据库系统以其处理的并发数据量极大, 极高的可靠性、安全性和可扩展性赢得了广大高端用户的青睐。早期 Oracle 数据库主要应用于 UNIX 操作系统, 随着 Oracle 公司提供了基于 Windows 平台的 Oracle 版本以后, Oracle 数据库系统在国内外拥有了更为广泛的应用市场。近年来, 随着国内中、小企业对数据库可靠性、安全性要求的提高, 基于 Windows 平台的 Oracle 数据库服务器获得了广泛应用。随之而来, 对 Oracle 数据库管理和开发人员的需求量不断增加, 素质要求不断提高。本书的编写既考虑了 Oracle 数据库管理和开发的初学者, 同时也兼顾到有一定基础的管理和开发人员。凡是想学习 SQL 语句或利用 PL/SQL 提高 Oracle 数据库管理和开发能力的人士, 都可以从本书获得借鉴。

本书分 3 个部分共 12 章。其中第 I 部分对 Oracle 10g 数据库进行了概述, 第 II 部分用大量范例详解了 SQL 语句, 第 III 部分精选出了可供借鉴的 PL/SQL 编程实例。

第 I 部分共 3 章。主要内容包括数据库及 Oracle 10g 的产生与发展, 数据库分类, SQL 和 PL/SQL 简介, SQL 和 PL/SQL 开发环境简介, 本书中使用的数据库的建立。第 I 部分为全书做了必要的铺垫, 建立了本书中使用的数据库, 详细地介绍了 SQL 语句和 PL/SQL 编程调试开发环境。

第 II 部分共 6 章。主要内容包括数据查询语句(SELECT); 数据操纵语言(Data Manipulation Language, DML), 其中包括 INSERT 语句、UPDATE 语句、DELETE 语句; 数据定义语言(Data Definition Language, DDL), 其中包括 CREATE 语句、ALTER 语句、DROP 语句、RENAME 语句、TRUNCATE 语句; 事务控制语句(Transaction Control Statements, TC), 其中包括 COMMIT 语句、ROLLBACK 语句、SAVEPOINT 语句; 数据控制语言(Data Control Language, DCL), 其中包括 GRANT 语句、REVOKE 语句。

上述各种类型的 SQL 语句的讲述, 均结合实例进行。

第 III 部分共 3 章。主要包括两方面内容, 一是 PL/SQL 程序设计基础知识, 二是 PL/SQL 高级编程特性。前者包括 PL/SQL 程序基本结构(顺序、分支、循环), 以及游标、异常处理等; 后者包括复合数据类型, 构成 PL/SQL 程序的基本模块(函数、过程、包)以及触发器等。PL/SQL 程序设计的讲述, 均结合范例数据库给出详尽的实例。

本书由杨忠民老师与辽宁石油化工大学的蒋新民老师合作编写, 其中蒋新民老师编写第 3、4、8、10 章, 其余各章由杨忠民老师编写, 晁阳负责全书的统稿工作。

在本书的编写过程中，杜巍、王玉博、张宝、张欣、车丽、陈艳华、封超、张静、刘坤、李丽芳、曹屹立、张昆等人参与了资料收集、整理，文字录入、校对，插图截取、编辑，程序实例调试等工作。

虽然作者在本书的成稿过程中，编写认真，校对仔细，但书中仍可能有不当甚至错误之处，敬请读者批评指正。如果您在阅读本书的过程中，对书中的内容有疑问，或有其他意见和建议，请与作者联系(ruby1204@gmail.com)。

本书光盘下载地址为 <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wenyuan.com.cn>。

杨忠民

目 录

第 I 部分 Oracle 10g 概述

第 1 章 Oracle 简介..... 3

- 1.1 数据库的产生与发展..... 3
 - 1.1.1 数据管理技术的产生与发展..... 3
 - 1.1.2 数据库技术的发展..... 5
 - 1.1.3 关系数据库产品简介..... 7
- 1.2 Oracle 的产生与发展..... 13
- 1.3 Oracle 10g 简介..... 16
 - 1.3.1 Oracle 10g 系列产品..... 16
 - 1.3.2 Oracle 10g 数据库 for Windows 版本..... 22

第 2 章 数据库的建立..... 24

- 2.1 数据库逻辑设计..... 24
 - 2.1.1 关系数据库设计基础..... 24
 - 2.1.2 关系数据库规范化..... 26
- 2.2 数据库物理设计..... 29
- 2.3 数据库实施..... 31
- 2.4 创建数据库..... 32

2.4.1 数据库创建前的准备..... 32

2.4.2 安装数据库服务器并创建数据库..... 33

第 3 章 SQL 与 PL/SQL 概述..... 43

- 3.1 SQL 与 PL/SQL 简介..... 43
 - 3.1.1 SQL 简介..... 43
 - 3.1.2 PL/SQL 简介..... 46
- 3.2 SQL*Plus 简介..... 48
- 3.3 范例数据库表的建立..... 50
 - 3.3.1 Oracle 10g 基本数据类型..... 50
 - 3.3.2 定义表的结构..... 52
 - 3.3.3 查看表结构..... 55
 - 3.3.4 删除表..... 56
 - 3.3.5 添加数据..... 57
 - 3.3.6 查看数据..... 60
 - 3.3.7 删除数据..... 62

第 II 部分 SQL 操作

第 4 章 单表查询..... 67

- 4.1 简单查询..... 67
 - 4.1.1 查询指定列..... 67
 - 4.1.2 改变输出..... 71
 - 4.1.3 空值处理..... 73
- 4.2 条件查询..... 76
 - 4.2.1 单一条件查询..... 77
 - 4.2.2 复合条件查询..... 81
- 4.3 记录排序..... 86
 - 4.3.1 按单一列排序..... 87
 - 4.3.2 按多列排序..... 89
- 4.4 分组查询..... 91

4.4.1 列函数及其应用..... 91

4.4.2 GROUP BY 子句..... 93

4.4.3 HAVING 子句..... 95

第 5 章 子查询与集合操作..... 96

- 5.1 子查询..... 96
 - 5.1.1 单行子查询..... 96
 - 5.1.2 多行子查询..... 98
 - 5.1.3 多列子查询..... 100
 - 5.1.4 相关子查询..... 101
 - 5.1.5 嵌套子查询..... 103
- 5.2 集合操作..... 103
 - 5.2.1 使用集合操作符..... 104

5.2.2 集合操作的进一步讨论	111	8.2.1 字符函数概述	149
第 6 章 连接查询	116	8.2.2 字符函数示例	150
6.1 内连接查询	116	8.3 日期时间函数	155
6.1.1 简单内连接	117	8.3.1 日期时间函数概述	155
6.1.2 复杂内连接	119	8.3.2 日期时间函数示例	155
6.2 外连接查询	121	8.4 转换函数	159
6.2.1 左外连接	121	8.4.1 转换函数概述	159
6.2.2 右外连接	123	8.4.2 转换函数示例	159
6.2.3 全外连接	124	第 9 章 数据控制语言与数据定义语言	164
6.3 其他特殊连接	126	9.1 数据控制语言	164
6.3.1 交叉连接	126	9.1.1 数据库权限	164
6.3.2 自连接	128	9.1.2 权限控制	167
第 7 章 数据操纵语言与事务处理	130	9.2 表	172
7.1 数据操纵语言	130	9.2.1 建立表	173
7.1.1 插入数据(INSERT)	130	9.2.2 获得表的相关信息	177
7.1.2 更新数据(UPDATE)	132	9.2.3 修改表定义	179
7.1.3 删除数据(DELETE、 TRUNCATE TABLE)	133	9.2.4 修改表名	185
7.1.4 数据库完整性	134	9.2.5 删除表	186
7.1.5 含有子查询的 DML 语句	136	9.3 索引	186
7.2 数据事务处理	138	9.3.1 建立索引	186
7.2.1 显式处理事务	139	9.3.2 获得索引信息	187
7.2.2 隐式处理事务	142	9.3.3 修改索引名字	188
7.2.3 特殊事务	142	9.3.4 删除索引	188
第 8 章 SQL 函数	143	9.4 视图	189
8.1 数字函数	143	9.4.1 建立视图	189
8.1.1 数字函数概述	143	9.4.2 使用视图	190
8.1.2 数字函数示例	143	9.4.3 获得视图定义信息	194
8.2 字符函数	149	9.4.4 修改视图	195
		9.4.5 删除视图	196

第 III 部分 PL/SQL 编程指南

第 10 章 PL/SQL 编程基础	199	10.2 在 PL/SQL 中执行 SQL 语句	209
10.1 PL/SQL 语言基础	199	10.2.1 执行 SELECT 语句	209
10.1.1 PL/SQL 块简介	199	10.2.2 执行 DML 语句	211
10.1.2 PL/SQL 基本语法要素	202	10.2.3 执行事务处理语句	217
10.1.3 变量及其数据类型	205	10.3 PL/SQL 程序控制结构	218

10.3.1 顺序结构	218	11.3.2 使用联合数组	265
10.3.2 分支结构	219	11.4 嵌套表类型	267
10.3.3 循环结构	224	11.4.1 定义嵌套表	267
10.3.4 GOTO 语句与 NULL 语句	227	11.4.2 使用嵌套表	268
10.4 异常处理	229	11.5 变长数组类型	271
10.4.1 异常的基本概念	229	11.5.1 定义变长数组	272
10.4.2 系统异常处理	233	11.5.2 使用变长数组类型	272
10.4.3 自定义异常处理	236	11.6 集合操作	275
10.4.4 使用异常函数	237	11.6.1 使用集合属性与方法	276
10.5 游标	238	11.6.2 使用集合操作符	283
10.5.1 游标应用基础	239	第 12 章 应用程序结构	290
10.5.2 游标应用	241	12.1 子程序	290
10.5.3 游标 FOR 循环	244	12.1.1 过程	290
10.5.4 游标的复杂应用	246	12.1.2 函数	301
第 11 章 复合数据类型	252	12.2 包	310
11.1 记录类型	252	12.2.1 定义包	310
11.1.1 定义记录	252	12.2.2 包的管理	312
11.1.2 在 SELECT 语句中使用 记录	254	12.2.3 调用包	315
11.1.3 在 DML 中使用记录	257	12.2.4 包中子程序的重载	316
11.2 记录表类型	261	12.3 触发器	318
11.2.1 定义记录表	261	12.3.1 概述	319
11.2.2 使用记录表	262	12.3.2 DML 触发器	323
11.3 联合数组类型	264	12.3.3 INSTEAD OF 触发器	325
11.3.1 定义联合数组	265	12.3.4 系统事件触发器	328
		附录 SQL*Plus 常用命令	330



第 I 部分

Oracle 10g 概述

第 I 部分共 3 章。主要内容包括：数据库及 Oracle 10g 的产生与发展，数据库分类，SQL 和 PL/SQL 简介，SQL 和 PL/SQL 开发环境简介，本书中使用的数据库——范例数据库 jiaoxue(教学)。第 I 部分为全书做了必要的铺垫，建立了本书中使用的数据库，详细地介绍了 SQL 语句和 PL/SQL 编程调试开发环境。

- ▶ 第 1 章 Oracle 简介
- ▶ 第 2 章 数据库的建立
- ▶ 第 3 章 SQL 与 PL/SQL 概述



第 1 章 Oracle 简介

Oracle 公司是目前世界第二大独立软件公司和世界领先的信息管理软件供应商。Oracle 数据库是著名的关系数据库产品，其市场占有率名列前茅。在介绍 Oracle 公司及其数据库产品之前，先介绍数据库的产生与发展。

1.1 数据库的产生与发展

数据是人们对其活动的一种符号记录。数据管理是指人们对数据进行收集、组织、存储、加工、传播和利用的一系列活动的总和。随着社会的发展，数据量增大，数据的管理便成为人们日常生活的一种需求。在计算机产生以前，人们利用纸笔来记录数据，利用常规的计算工具来进行数据计算，并主要是利用大脑来管理这些数据。研制计算机的最初目的是利用它进行数值计算，但随着计算技术的进步与发展，计算机的应用已远远超出了数值计算的范围。在计算机硬件、软件发展的基础上，在应用需求的推动下，人们借助计算机进行大规模的数据管理，使数据管理技术得到迅速发展。

1.1.1 数据管理技术的产生与发展

1946 年，第一台电子计算机问世。问世后的前十年，主要用于解决数值计算问题。到 20 世纪 50 年代后期，计算机开始应用于事务管理，用来解决非数值计算问题，如人事管理、工资管理、库存管理、辅助教学等。20 世纪 70 年代以后，计算机一方面朝着高速(数亿次/秒)、大容量和智能化的巨型计算机方向发展，另一方面又朝着品种繁多、功能不断增强的微型计算机系统方向发展。

随着科学技术的发展，计算机技术作为信息管理的先进技术，其优越性越来越明显。计算机能存储大量数据并能长期保存，这是任何其他工具所无法比拟的，它处理数据的速度快，能够及时地为人们提供大量他们所关心的信息。

计算机数据管理技术的发展大致可分为人工管理、文件系统、数据库系统三个阶段。

1. 人工管理阶段

20 世纪 50 年代，计算机主要用于数值计算。当时的计算机硬件功能较弱，输入/输出设备简单。计算机的外存只有纸带、卡片、磁带，没有直接存取设备，尚不能支持大量数据的联机存取。在软件方面，还没有操作系统，也没有文件管理功能的软件，只能处理简单输入/输出操作。数据无结构，并且数据缺乏独立性，需要依赖于特定的应用程序。数据处理的性质只是使用计算机代替手工劳动，如计算工资等数值运算。数据和程序完全结合在一起成为一个整体，它的传输和使用由程序控制完成。数据不保存，使用时随程序一起全部调入内存，使用完以后就全部撤出计算机。数据面向应用，一组数据对应一个程序。数据之间是相互独立、无关，程

序之间也相互独立。数据不能共享，存在着大量的数据冗余。

2. 文件系统阶段

20 世纪 50 年代后期到 20 世纪 60 年代中期，计算机不仅用于数值计算而且开始大量用于数据管理。在硬件方面，外存装置有了很大发展，磁鼓、磁盘、大容量的磁盘组等直接存取的存储设备，成为主要的辅助存储装置。输入/输出功能大大增强。软件方面出现了操作系统，其中包含有文件管理系统。具有了文件管理和一定的数据管理功能。

1954 年出现了第一台商业数据处理的电子计算机 UNIVAC I，标志着计算机开始应用于以非数值计算为主的事务处理。人们得益于计算机惊人的处理速度和大容量的存储能力，从而摆脱了从大量传统纸张文件中寻找数据的困难，这种基于计算机的数据处理系统也就从此迅速发展起来。

这种数据处理系统是把计算机中的数据组织成相互独立的，被命名的数据文件。数据文件可以按文件的名字来进行访问。对文件中的记录进行存取的数据管理技术，可以实现对文件的修改、插入和删除，这就是文件系统。文件系统实现了记录内的结构化，即给出了记录内各种数据间的关系。但从文件的整体来看却是无结构的。其数据面向特定的应用程序，因此数据共享性和独立性差，并且数据冗余度大，管理和维护的代价也很大。

这一阶段的基本特征是数据不再是程序的组成部分。数据有结构、有组织地构成文件形式，由操作系统自动存放在磁带或磁盘上，并为各个文件起一个名字加以标识。文件管理系统是应用程序和数据之间的一个接口，应用程序必须通过文件管理系统才能建立和存储文件；反之，应用程序也只有在文件管理系统的支持下才能使用数据文件中的数据。

在数据管理上，通过文件管理系统对数据文件实行统一管理，是数据管理技术的一个重大进步，但是数据文件还是面向应用的。它基本上对应于一个或几个特定的应用程序。文件与应用程序之间存在着密切的相互依赖关系。文件一旦离开了它所依附的程序便会失去存在的价值。数据文件之间彼此独立存在，即文件只能反映现实世界中客观存在的事物及其特征，却不能反映出各种事物之间的客观存在的本质联系。因而各数据文件中同一数据的重复出现就不可避免，浪费存储空间，并且文件之间还会存在不相容性。此外，由于每次输入/输出的存取只是文件记录，因此文件系统的操作不能用到记录中的字段，也不能使不同数据文件之间的记录产生联系，必须在数据处理应用程序中对此做出安排。

文件存取的方式，既可以是顺序方式，也可以是随机方式。数据的逻辑结构不同于物理结构，它们之间有了变换，但关系相当简单。

3. 数据库系统阶段

文件系统数据管理方式存在着一系列缺点，如各数据文件之间存在着重复数据，应用程序仍依赖于数据，增加了程序的维护工作；由于更新重复数据而产生数据的不一致性，不但需要使用专用程序来检查数据，增加了工作量，而且各数据文件集中成一个数据整体时，还存在着如何保持各数据文件的匹配及保密性，在要求信息的及时性方面有一定的限制等。

20 世纪 60 年代后期，数据库技术得到了迅速发展和广泛的应用。数据库系统的出现，一方面是由于社会对于数据管理技术发展的需要，另一方面也是因为计算机硬件与软件的迅速发展，为数据库技术提供了充分的条件。在这一阶段，已完全使用大容量和快速存取的磁盘作为存储装置。这样的存储装置有很强的输入/输出能力。在软件方面出现了面向数据管理的数据

库管理系统。

数据库管理系统克服文件系统管理数据时的不足,解决了实际应用中多个用户、多个应用程序共享数据的要求,从而使数据能为尽可能多的应用程序服务。数据库的特点是数据不再只针对某一特定应用,而是面向全组织,具有整体的结构性,共享性高,因此冗余度小,具有一定的程序与数据间的独立性,并且实现了对数据进行统一的控制。数据库技术的应用使数据存储量猛增,用户增加,而且数据库技术的出现使数据处理系统的研制从围绕加工数据的程序为中心转向围绕共享的数据来进行。这样,既便于数据的集中管理,又有利于应用程序的研制和维护,从而提高了数据的利用率和相容性,并且有可能从企业或组织的全局来利用数据,从而提高了决策的可靠性。

从文件系统到数据库系统,标志着数据管理技术质的飞跃。目前不仅在大、中型计算机上实现并应用了数据管理的数据库技术,即使在微型计算机上也配置了功能较强的数据管理软件,如常见的 Visual FoxPro、Access 等数据库管理系统等,像 Oracle 这样的大型数据库也开发出基于微机的版本,因此,促使数据库技术得到广泛的应用和普及。数据管理发展阶段及特点如表 1.1 所列。

表 1.1 数据管理发展阶段及特点

	人工管理	文件管理	数据库管理
数据的管理者	用户(程序员)	文件系统	数据库系统
数据的针对者	特定应用程序	面向某一应用	面向整体应用
数据的共享性	无共享	共享性差,冗余度大	共享性好,冗余度小
数据的独立性	无独立性	独立性差	独立性好
数据的结构化	无结构	记录有结构,整体无结构	整体结构化

1.1.2 数据库技术的发展

数据库技术最初产生于 20 世纪 60 年代中期,四十多年来,数据库技术已成为计算机科学技术中发展最快的重要分支之一,是现代计算机信息系统和计算机应用系统的基础和核心。它从第一代的网状、层次数据库技术和第二代的关系数据库技术,发展到第三代的面向新一代应用的数据库技术。数据库技术与网络通信技术、人工智能技术、面向对象程序设计技术、并行计算技术等互相渗透、有机地结合,成为当代数据库技术发展的重要特征。

根据数据模型的发展,数据库技术的发展可以划分为三代:第一代的网状、层次数据库系统,第二代的关系数据库系统,第三代的以面向对象模型为主要特征的数据库系统。

1. 第一代数据库系统

第一代数据库系统是 20 世纪 60~70 年代研制的层次和网状数据库系统。1964 年,美国通用电气公司开发成功了世界上的第一个数据库系统 IDS(Integrated Data Store)。IDS 奠定了网状数据库的基础,并且得到了广泛的应用,成为数据库系统发展史上的一座丰碑。1969 年,IBM 公司研制的基于层次模型的数据库管理系统 IMS(Information Management System)问世。这是最早的一个典型数据库系统,具有代表性。1969 年美国数据库系统语言协会

(Conference On DAta SYstem Language, CODASYL)的数据库任务组(DataBase Task Group, DBTG)提出了网络数据模型的数据库规范,并于 1971 年 4 月公布了它的研究成果 DBTG 报告。该报告是一个重要文献,它以文件形式确定了数据库设计的 DBTG 方法,即网络方法。在该报告中,真正地把数据库和文件区别开来。同年 5 月 CODASYL 成立了“数据库语言任务组”(DBLTG)接替 DBTG 的工作,进一步开发 DBTG 规范。在 DBTG 方法和思想的指引下,网络数据库系统的实现技术不断成熟,出现了许多商品化的网络数据库管理系统。

IBM 公司的层次模型的数据库管理系统 IMS(Information Management System)和美国数据库系统语言协会 CODASYL 的数据库任务组 DBTG,提出了层次数据库的数据模型与网络数据模型的数据库规范,确定并建立了层次数据库和网络数据库系统的许多概念、方法和技术。它们是层次数据库和网状数据库的典型代表。

层次数据库的数据模型是有根节点的定向有序树,网状模型对应的是有向图。这两种数据库奠定了现代数据库发展的基础。这两种数据库具有以下共同点:支持外模式、模式、内模式 3 级模式,保证数据库系统具有数据与程序的物理独立性和一定的逻辑独立性;用存取路径来表示数据之间的联系;具有独立的数据定义语言,包括模式数据定义语言、子模式数据定义语言及导航式的数据操纵语言。

2. 第二代数据库系统

第二代数据库系统是关系数据库系统。1970 年 6 月 IBM 公司 SANJOSE 实验室软件研究所的高级研究员 E.F.Codd 发表了题为“大型共享数据库数据的关系模型”的论文,文中提出了关系数据模型,定义了某些关系代数运算,开创了关系数据库方法和关系数据库理论,为关系数据库技术奠定了理论基础。

20 世纪 70 年代是关系数据库理论研究和原型系统开发的时代。IBM 公司 SANJOSE 实验室,在 IBM370 系列计算机上研制的 System R 是成功的关系数据库系统的代表作。另外,加利福尼亚大学伯克利分校研制出关系数据库系统 INGRES。经过大量的高层次研究和开发,关系数据库系统的研究取得了一系列的成果,主要包括以下内容。

(1) 奠定了关系模型的理论基础,确立了完整的关系模型理论、数据依赖理论和关系数据库的设计理论。

(2) 关系模型的概念单一,实体的描述和实体之间的联系均用关系来表示;而网状、层次数据模型用节点描述实体,用存取路径来表示实体之间的联系。

(3) 提出了关系数据语言,关系数据库语言是非过程化的,如关系代数、关系演算、SQL 语言、QBE 语言等。这些描述性语言一改以往程序设计语言和网状、层次数据库语言的面向过程的风格,以其易学易懂的优点得到了最终用户的欢迎,为 20 世纪 80 年代数据库语言标准化打下了基础。

(4) 研制了大量的关系数据库系统原型,攻克了系统实现中查询优化、并发控制、故障恢复等一系列关键技术。这不仅大大丰富了数据库管理系统实现技术和数据库理论,更重要的是促进了关系数据库系统产品的蓬勃发展和广泛应用。

20 世纪 70 年代后期,关系数据库系统从实验室走向了社会。因此,计算机领域中很多人把 20 世纪 70 年代称为关系数据库时代,20 世纪 80 年代几乎所有新开发的数据库系统均是关系型的。这些数据库系统的运行,使数据库技术日益广泛地应用到企业管理、情报检索、辅助

决策等各个方面,成为信息系统和计算机应用系统的重要基础。

3. 第三代数据库系统

第三代数据库产生于 20 世纪 80 年代。数据库技术在商业领域的巨大成就,各个行业对数据库技术提出了更多的需求,第二代数据库系统已经不能完全满足需求,于是产生了第三代数据库系统。第三代数据库支持多种数据模型,如关系模型和面向对象的模型;并和许多新技术相结合,如分布处理技术、并行计算技术、人工智能技术、多媒体技术、模糊技术;广泛应用于多个领域,如商业管理、GIS、计划统计等,由此也衍生出多种新的数据库技术,如计算机辅助设计与制造系统、计算机集成制造系统、计算机辅助软件工程、地理信息系统、办公自动化和面向对象程序设计环境等。

分布式数据库允许用户开发的应用程序把多个物理分开的、通过网络互联的数据库当作一个完整的数据库看待。并行数据库通过 cluster 技术把一个大的事务分散到 cluster 中的多个节点去执行,提高了数据库的吞吐和容错性。多媒体数据库提供了一系列用来存储图像、音频和视频的对象类型,更好地对多媒体数据进行存储、管理、查询。模糊数据库是存储、组织、管理和操纵模糊数据库的数据库,可以用于模糊知识处理。

以上这些领域需要的数据管理功能有相当一部分是传统数据库所不能满足的,它们主要有以下特征。

- (1) 复杂对象的存储和处理。复杂对象不仅内部结构复杂,相互之间的联系也很复杂。
- (2) 复杂数据类型的支持。复杂数据类型包括抽象数据类型、无结构的超长数据、时间、图形、图像、声音和版本数据等。
- (3) 数据、对象、知识的统一管理。
- (4) 长事务和嵌套事务的处理。
- (5) 程序设计语言和数据库语言无间隙的集成。
- (6) 巨型数据库(数据量可超过 10TB)的管理。

4. 未来数据库技术的发展

进入 20 世纪 90 年代以来,数据库应用环境发生了巨大的变化,Internet/Web 向数据库领域提出了前所未有的挑战,一大批新一代数据库应用应运而生,如支持高层决策的数据仓库、OLAP 分析、数据挖掘、数字图书馆、电子出版物、电子商务、Web 医院、远程教育、基于 AdHoc 无线网的移动数据库、Web 上的数据管理与信息检索、数据流管理等。新一代应用提出的挑战极大地激发了数据库技术的研究和开发者,使数据库技术的研究和开发出现了一个新的高潮,出现了一大批具有 Internet 时代特征的数据库技术和相应的数据库管理系统,如 Web 信息检索技术与系统、Web 数据集成与共享技术与系统、数据流技术与系统、电子商务和电子政务技术与系统、数字图书馆技术与系统、安全数据库技术与系统等。

1.1.3 关系数据库产品简介

在数据库发展的历史上,有层次数据库、网状数据库和关系数据库 3 种主要类型的数据库。但到目前为止,在世界范围内得到主流应用的还是关系数据库系统,比较知名的如 Microsoft

公司的 Access、Visual FoxPro、SQL Server, Oracle 公司的 Oracle, Sybase 公司的 Sybase 数据库产品, Informix 公司的 Informix 数据库产品, IBM 公司的 DB2 以及完全免费的 MySQL 数据库等。这些数据库产品可以分为桌面关系型数据库系统和网络关系型数据库系统两类。

Access、Visual FoxPro 等小型数据库产品被称为桌面关系型数据库系统, 其主要特点是广泛应用在单机环境, 不提供或仅提供有限的网络应用功能。计算机操作系统为 Windows 98、Windows XP 等。基于桌面关系型数据库开发的数据库应用系统, 主要目的是为了满足不同小型办公的需要。桌面关系型数据库安全措施较弱, 开发工具与数据库集成在一起, 既是数据库管理工具, 又是数据库应用开发的前端工具。这种内嵌式开发工具所提供的数据库管理功能较弱。如在 Visual FoxPro 6.0 里就集成了应用开发工具、在 Access 97/2000 里集成了脚本语言等。桌面关系型数据库侧重于可操作性、易开发和简单管理等方面。

SQL Server、Oracle、Informix、DB2、MySQL 等为网络关系型数据库系统, 与传统意义上的桌面关系型数据库系统相比较, 具有以下主要特点。

它们一般需要网络操作系统支持, 如 Windows NT Server、Windows 2000 Server、Linux Server、UNIX 等。数据库系统管理工具、前端开发工具和后台数据库是可以分离的, 通常所说的网络数据库管理系统指的是管理工具和后台数据库。同时, 它们具有强大的网络功能和分布式功能, 可以根据软、硬件和网络环境的不同, 组织各种技术先进、支持超大规模数据库技术、并行查询和多线程的服务器; 它们还提供完备的数据安全性方案, 完善的数据库备份和恢复手段。

网络关系型数据库在大、中型计算机上开发、使用的历史较长, 功能日臻完善。这类数据库移植到微机上以后, 仍然保留了它们在大、中型系统中的特点, 即具有数据库管理工具功能强大, 用户操作灵活方便, 完整的安全性、一致性和可靠性保障措施, 运行效率高, 速度快, 系统功能完善等特点。

下面分别介绍这些典型的数据库产品。

1. Access 数据库

Microsoft Office Access(原名 Microsoft Access)是 Microsoft 公司推出的基于 Windows 的桌面关系数据库管理系统(RDBMS), 它结合了 Microsoft Jet Database Engine 和图形用户界面两种特点, 是 Microsoft Office 的成员之一。Microsoft Access 1.0 版本在 1992 年 11 月发布。目前, 最新版本的 Access 数据库为 Microsoft Office Access 2007。

Access 数据库具有界面友好、易学易用、开发简单、接口灵活等特点, 是典型的新一代桌面数据库管理系统。其主要特点如下。

(1) 具有完善的各种数据库对象管理、数据组织、用户管理、安全检查等功能。

(2) 强大的数据处理功能。在一个工作组级别的网络环境中, 使用 Access 数据库开发的多用户数据库管理系统具有传统的 XBASE(DBASE、FoxBASE 的统称)数据库系统所无法实现的客户/服务器(Client/Server)结构和相应的数据库安全机制, Access 数据库具备了许多先进的大型数据库管理系统所具备的特征, 如事务处理、错误恢复能力等。

(3) 可以方便地生成各种数据对象, 利用存储的数据建立窗体和报表, 可视性好。

(4) 作为 Office 套件的一部分, 可以与 Office 集成, 实现无缝连接。

(5) 能够利用 Web 检索和发布数据, 实现与 Internet 的连接。

Access 数据库主要适用于中、小型应用系统，或作为客户机/服务器系统中的客户端数据库。

2. Visual FoxPro 数据库

自 1989 年 Microsoft 公司推出 FoxPro 1.0 以来，由于 FoxPro 具有简单易学、功能强大、界面友好等特点，一直受到我国广大数据库用户的关注，也是中、小型数据库应用系统开发的首选编程语言。1995 年推出的 Visual FoxPro 3.0 更是 FoxPro 系列产品的一次历史性突破，因为它首次在 XBASE 语言中引入了面向对象编程技术，采用了可视化的概念，首次明确提出支持客户机/服务器体系结构，并且彻底更新了“数据库”的概念，Visual FoxPro 3.0 无疑是 FoxPro 系列产品发展的一个重要里程碑。目前，最新版本的 Visual FoxPro 数据库为 Visual FoxPro 10.0。

Visual FoxPro 具有良好的兼容性，这意味着使用以往版本开发的应用程序在 Visual FoxPro 新版本中仍然可以正确地运行。但仅仅运行以往版本开发的应用程序并不能真正地体现 Visual FoxPro 新版本的优越性和强大功能。所以在使用 Visual FoxPro 新版本时，了解它所包含的新功能是很有必要的。Visual FoxPro 具有以下特点。

(1) 面向对象编程技术

Visual FoxPro 的最大特点是使用面向对象编程技术(Object Oriented Programming, OOP)，用户可以首先构造类，通过继承可以产生子类。每一个类都包含一系列属性、事件和方法。由类创建的对象几乎可以完成用户所有要实现的任务。通过封装可以把对象内部的复杂性隐藏起来。使用 OOP 方法，通过继承使得代码的重用性大大提高，最大限度地减少了代码出错的可能性。Visual FoxPro 提倡使用面向对象编程技术的同时，也支持以往版本所使用的结构化程序设计。

(2) 可视化(Visual)编程技术

在使用 Windows 时，“所见即所得”是用户体会非常深刻的。在使用 Visual FoxPro 设计一个用户界面时，无须运行程序，就可看到用户的最终界面，这也是 FoxPro 前面冠以“Visual”的缘故。

(3) 重新定义数据库的概念

在 FoxPro 最初的版本中，数据库就是一个二维表，表中的每一行数据表示一条记录，每一列表示一个字段。数据库仅仅是数据的集合。而在 Visual FoxPro 新版本里，数据库的概念被彻底更新了。数据库是由若干个表及表与表之间的关系、视图、连接、存储过程等组成的一个集合。以往版本的数据库在这里被称为自由表。自由表是独立于数据库之外而存在的表，而属于某一数据库的表被称为数据库表。数据库表有着与自由表不同的许多属性。比如，数据库表可以定义长表名、可以包含有效性规则等。

数据库概念的重新定义，使得采用面向对象编程技术奠定了重要的理论基础，也使得采用面向对象编程技术成为可能。因为在面向对象编程技术中，对象必须有自己的属性和方法，而 Visual FoxPro 所定义的数据库既有自己的属性(如记录)，又有自己的方法(如有效性规则)，所以 Visual FoxPro 所定义的数据库也成为可处理的对象。

(4) 有效性规则

Visual FoxPro 数据库表的有效性规则(Validation Rule)有两种类型：字段级规则和记录级规则。当为某一个数据库表的某一字段定义了字段级规则时，如果输入或修改该字段值，对应