 地理信息技术实训系列教程

空间数据库实验教程

张宏 乔延春 罗政东 编著



科学出版社

地理信息技术实训系列教程

空间数据库实验教程

张 宏 乔延春 罗政东 编著

地理科学国家级实验教学示范中心建设项目
地理信息系统国家级教学团队建设项目

科学出版社

北 京

内 容 简 介

空间数据库技术是地理信息技术的基础之一,是地理信息系统专业的核心课程。本书是空间数据库课程的实验教材,通过一系列的实验课程练习,有助于学生进一步理解课程中所学知识,强化其运用空间数据库技术解决实际问题的能力。本书包括六方面的实验内容:空间数据库基础及软件安装,空间数据库查询基础,空间数据库建库,空间数据库高级查询与分析,空间数据库编程,空间数据库管理。相关实验已经在地图学与地理信息系统专业的本科教学中使用多年。

本书可以作为高等学校地理信息系统专业、测绘专业、计算机及相关专业“空间数据库”课程的实验教材,也可供从事信息化建设、信息系统开发等有关科研、企事业单位的科技工作者阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

空间数据库实验教程/张宏,乔延春,罗政东编著.—北京:科学出版社,2013
地理信息技术实训系列教程

ISBN 978-7-03-037193-5

I. ①空... II. ①张... ②乔... ③罗... III. ①地理信息系统-高等学校-教材
IV. ①P208

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第 054186 号

责任编辑:杨 红 / 责任校对:钟 洋
责任印制:阎 磊 / 封面设计:迷底书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013年4月第 一 版 开本:720×1000 B5

2013年4月第一次印刷 印张:17

字数:327 000

定价:38.00元(含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

空间数据库技术首先是解决地理空间数据的存储和管理。随着对地观测能力的不断提高以及地理信息技术应用的普及,空间数据库技术已经在地理空间统计分析、空间数据挖掘和知识发现、地理空间建模等方面得到广泛应用。空间数据库技术已经成为地理信息技术发展的重要支撑。

在多年教学的基础上,我们编写了这本实验教程,供本科生在实验中使用。编写过程中注重理论联系实际,强调对学生实际操作数据库能力的提高,强化学生运用数据库解决地理空间问题的能力。通过任务和问题设计,将空间数据库的一般理论与数据库操作、应用技术和方法相结合,有助于学生对课程知识的掌握,提高实际的应用能力。

本书内容分为6个部分18个实验,实验涵盖空间数据库基础及软件安装、查询基础、空间数据库建库、高级查询与分析、数据库编程、空间数据库管理等;课程实验软件平台涉及Oracle Spatial、ArcGIS Server等主流商业空间数据库系统,建议实验课时为36学时。

本实验教材第1章由张宏、罗政东编写;第2章由张宏、乔延春编写;第3章由张宏编写;第4章由张宏、乔延春、罗政东编写;第5章由乔延春编写;第6章由张宏、乔延春、罗政东编写。黄建勋、王婷整理了全书的文字、插图、图表以及实验数据,最后由张宏、乔延春、罗政东统稿,张宏定稿。

本书中的相关实验已经在近10年的地图学与地理信息系统专业的本科教学实验中使用和完善。编写完初稿后,黄建勋对书中的实验进行了重复性练习,并生成和制作了相关结果图片。南京师范大学地图学与地理信息系统专业本科生使用了本书并进行了实验练习和检查。

本书配有光盘,书中提到的实验所需数据请参阅光盘中的相应内容。

空间数据库相关技术的发展日新月异,受知识面和材料的限制,本书尚存在许多不足之处。我们期待您的指导和批评,以便进一步完善相关内容。

张 宏

2013年2月于南京师范大学仙林

目 录

前言

| | |
|---------------------------------|----|
| 第 1 章 空间数据库基础及软件安装 | 1 |
| 实验 1.1 空间信息管理的技术和体系 | 1 |
| 一、实验目的 | 1 |
| 二、实验平台 | 1 |
| 三、实验内容和要求 | 1 |
| 四、Oracle 和 ArcSDE 的工作环境 | 1 |
| 五、实验流程 | 16 |
| 实验 1.2 数据库系统的安装 | 20 |
| 一、实验目的 | 20 |
| 二、实验平台 | 20 |
| 三、实验内容和要求 | 20 |
| 四、实验前置 | 20 |
| 五、实验流程 | 23 |
| 实验 1.3 工具软件的安装和使用 | 37 |
| 一、实验目的 | 37 |
| 二、实验平台 | 37 |
| 三、实验内容和要求 | 37 |
| 四、实验前置 | 37 |
| 五、实验流程 | 38 |
| 第 2 章 空间数据库查询基础 | 62 |
| 实验 2.1 数据库查询语言 | 62 |
| 一、实验目的 | 62 |
| 二、实验平台 | 62 |
| 三、实验内容和要求 | 62 |
| 四、Imp 与 Exp 的介绍和使用 | 62 |
| 五、实验前置 | 63 |

| | |
|---------------------------|------------|
| 六、实验流程····· | 65 |
| 实验 2.2 空间概念和数据模型····· | 70 |
| 一、实验目的····· | 70 |
| 二、实验平台····· | 71 |
| 三、实验内容和要求····· | 71 |
| 四、SDE 元数据表及系统表功能····· | 71 |
| 五、SDE 几何类型及存储方式介绍····· | 78 |
| 六、ArcSDE 包简介····· | 83 |
| 七、Oracle Spatial 介绍····· | 87 |
| 八、Oracle Spatial 元数据····· | 89 |
| 实验 2.3 空间数据库查询方法····· | 96 |
| 一、实验目的····· | 96 |
| 二、实验平台····· | 96 |
| 三、实验内容和要求····· | 96 |
| 四、空间查询方式介绍····· | 97 |
| 五、实验前置····· | 98 |
| 六、实验流程····· | 101 |
| 第 3 章 空间数据库建库····· | 109 |
| 实验 3.1 数据库建库基础····· | 109 |
| 一、实验目的····· | 109 |
| 二、实验平台····· | 109 |
| 三、实验内容和要求····· | 109 |
| 四、DML 语言及 DDL 语言简介····· | 109 |
| 五、实验准备····· | 112 |
| 六、实验流程····· | 113 |
| 实验 3.2 空间数据库建库····· | 119 |
| 一、实验目的····· | 119 |
| 二、实验平台····· | 119 |
| 三、实验内容和要求····· | 119 |
| 四、实验准备····· | 119 |
| 五、实验流程····· | 120 |

| | |
|---------------------------------|------------|
| 实验 3.3 数据库索引 | 130 |
| 一、实验目的 | 130 |
| 二、实验平台 | 130 |
| 三、实验内容和要求 | 130 |
| 四、空间索引介绍 | 130 |
| 五、实验准备 | 133 |
| 六、实验流程 | 135 |
| 实验 3.4 空间数据加载 | 141 |
| 一、实验目的 | 141 |
| 二、实验平台 | 141 |
| 三、实验内容和要求 | 141 |
| 四、Oracle Loader 介绍 | 141 |
| 五、实验准备 | 147 |
| 六、实验流程 | 148 |
| 第 4 章 空间数据库高级查询与分析 | 154 |
| 实验 4.1 几何处理函数 | 154 |
| 一、实验目的 | 154 |
| 二、实验平台 | 154 |
| 三、实验内容和要求 | 154 |
| 四、几何处理函数介绍 | 154 |
| 五、实验准备 | 158 |
| 六、实验流程 | 158 |
| 实验 4.2 网络建模 | 170 |
| 一、实验目的 | 170 |
| 二、实验平台 | 170 |
| 三、实验内容和要求 | 170 |
| 四、网络建模 | 170 |
| 五、实验前置 | 172 |
| 六、实验流程 | 172 |
| 实验 4.3 地理编码 | 181 |
| 一、实验目的 | 181 |

| | |
|-----------------------|------------|
| 二、实验平台 | 181 |
| 三、实验内容和要求 | 181 |
| 四、Oracle Spatial 地理编码 | 181 |
| 五、实验前置 | 189 |
| 六、实验流程 | 189 |
| 第 5 章 空间数据库编程 | 199 |
| 实验 5.1 函数和存储过程 | 199 |
| 一、实验目的 | 199 |
| 二、实验平台 | 199 |
| 三、实验内容和要求 | 199 |
| 四、过程、函数、程序包与匿名块 | 199 |
| 五、实验前置 | 201 |
| 六、实验流程 | 203 |
| 实验 5.2 触发器 | 208 |
| 一、实验目的 | 208 |
| 二、实验平台 | 208 |
| 三、实验内容和要求 | 208 |
| 四、触发器的类型 | 208 |
| 五、实验前置 | 211 |
| 六、创建触发器 | 212 |
| 七、启用与禁用触发器 | 217 |
| 八、替换及删除触发器 | 218 |
| 第 6 章 空间数据库管理 | 219 |
| 实验 6.1 数据库事务处理 | 219 |
| 一、实验目的 | 219 |
| 二、实验平台 | 219 |
| 三、实验内容和要求 | 219 |
| 四、数据库事务与锁 | 219 |
| 五、实验前置 | 224 |
| 六、实验流程 | 226 |
| 实验 6.2 数据库备份与恢复 | 233 |

| | |
|--------------------|-----|
| 一、实验目的 | 233 |
| 二、实验平台 | 233 |
| 三、实验内容和要求 | 233 |
| 四、Oracle 数据库备份与恢复 | 234 |
| 五、ArcSDE 空间数据备份与恢复 | 236 |
| 六、实验前置 | 238 |
| 七、实验流程 | 240 |
| 实验 6.3 数据库安全 | 243 |
| 一、实验目的 | 243 |
| 二、实验平台 | 243 |
| 三、实验内容和要求 | 243 |
| 四、Oracle 数据库的安全性 | 243 |
| 五、实验前置 | 251 |
| 六、实验流程 | 253 |
| 主要参考文献 | 259 |

第 1 章 空间数据库基础及软件安装

实验 1.1 空间信息管理的技术和体系

一、实验目的

- (1) 初步了解 Oracle 数据库的系统架构和工作环境；
- (2) 初步了解 ESRI ArcSDE 的体系架构和工作环境；
- (3) 初步了解 Oracle Spatial 的技术架构和运行环境；
- (4) 熟悉 Oracle 数据库的启动和基本操作；
- (5) 熟悉 ESRI ArcSDE 的启动和基本操作。

二、实验平台

- (1) 操作系统：Windows Server 2003；
- (2) 数据库管理系统：Oracle 11g R2；
- (3) 地理信息系统：ESRI ArcSDE 10。

三、实验内容和要求

- (1) 了解 Oracle 和 ESRI ArcSDE 的工作环境；
- (2) 了解 Oracle 的系统架构和系统组成；
- (3) 了解 Oracle Spatial 的技术架构和组成；
- (4) 了解 Oracle 管理工具；
- (5) 了解 ESRI ArcSDE 的系统架构和系统组成；
- (6) 了解 ESRI ArcSDE 管理工具；
- (7) 学习 Oracle 数据库服务的停止和启动；
- (8) 学习 ESRI ArcSDE 服务的停止和启动。

四、Oracle 和 ArcSDE 的工作环境

1. Oracle 简介及工作环境

1) Oracle 11g

Oracle 11g 是甲骨文公司在 2007 年 7 月 12 日推出的数据库软件。与以前的版本相比, Oracle 11g 对数据库管理、PLSQL、UNIX 平台支持等部分做了修正及更新,

同时也加入了较多的新功能与新特性。在后面的学习中，Oracle 11g 将作为主要的数据库平台进行实验及演示。安装 Oracle 11g 所需最低硬件配置及建议配置见表 1-1。

表 1-1 安装 Oracle 11g 所需最低硬件配置及建议配置

| 硬件名称 | 最低配置 | 建议配置 |
|------|---------------------|------------------------------|
| 操作系统 | Windows Server 2003 | Windows Server 2003 SP2 以上版本 |
| CPU | Intel Pentium4 2G | Inter Core2 2.8G 以上 |
| RAM | 1G | 2G 以上 |
| 硬盘空间 | 5G | 10G 以上 |

2) Oracle 数据库的系统架构和系统组成

Oracle 数据库包含三大组成部分：实例(Instance)、数据库(Database)及外部文件(External File) (图 1-1)。

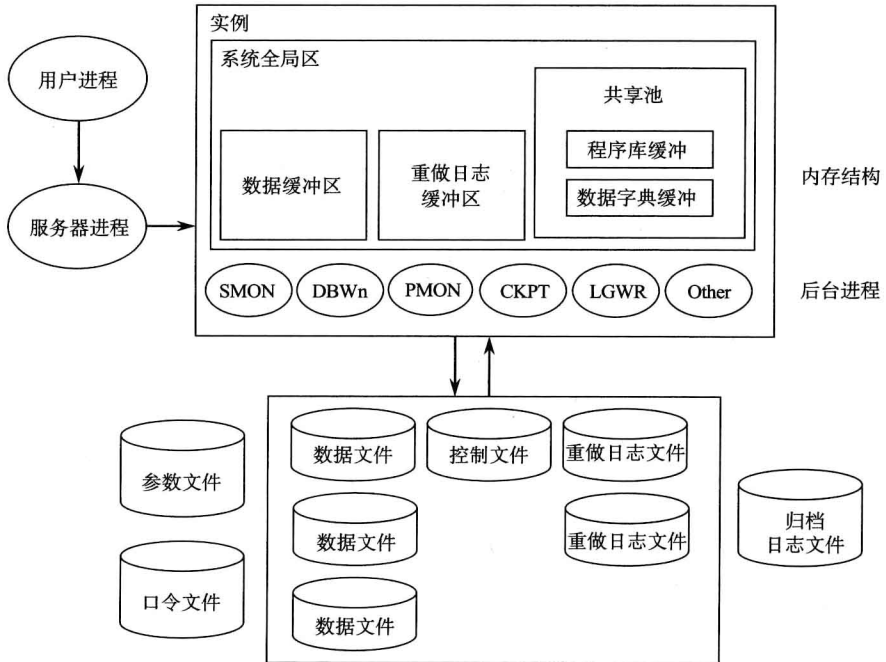


图 1-1 Oracle 数据库系统组成

实例中包括一个系统全局区(System Global Area, SGA)和一系列涉及 Oracle 系统运行的相关后台进程。其中，SGA 包含三大部分：数据缓冲区(Database Buffer)、重做日志缓冲区(Redo Log Buffer)、共享池(Shared Pool)(图 1-2)。

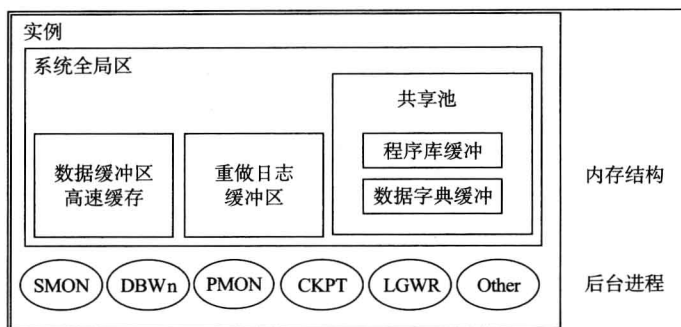


图 1-2 Oracle 数据库实例的组成

数据缓冲区：数据缓冲区的作用主要是在内存中缓存从数据库中读取的数据块。数据缓冲区越大，在内存里可供共享的内存就越大，这样可以减少所需要的磁盘物理读取时间。

重做日志缓冲区：数据库的任何修改都按顺序被记录在该缓冲区，然后由LGWR进程将它写入磁盘。LGWR的写入条件是用户提交、有1/3重做日志缓冲区未被写入磁盘、有大于1M重做日志缓冲区未被写入磁盘、超时、DBWR需要写入的数据的SCN号大于LGWR记录的SCN号、DBWR触发LGWR写入。

共享池：共享池主要包含两部分，分别是 Dictionary cache(包括数据字典的定义，如表结构、权限等)，Library cache(包括共享的 SQL 游标，SQL 源代码以及执行计划、存储过程和会话信息)。共享池的大小由初始化参数 shared_pool_size 控制，它的作用是缓存已经被解析过的 SQL，使其能被重用，不用再解析。

实例中创建的后台进程则包括：CKPT、PMON、SMON、DBWn、LGWR 及其他相关类。

CKPT：当一个检查点(checkpoint)事件发生时，Oracle 需要更新所有数据文件的文件头来记录检查点事件的详细信息。这个工作是由 CKPT 进程完成的。但是将数据块写入数据文件的不是 CKPT 进程，而是 DBWn 进程。

PMON：当一个用户进程(user process)失败后，进程监控进程(process monitor, PMON)将对其进行恢复。PMON进程将清除相关的数据缓存区(database buffer cache)并释放被此用户进程使用的资源。例如，PMON进程将重置活动事务表(active transaction table)，释放锁，并从活动进程列表(list of active process)中删除出错进程的ID。

SMON：实例启动时如有需要，系统监控进程(system monitor process, SMON)将负责进行恢复(recovery)工作。此外，SMON还负责清除系统中不再使用的临时段(temporary segment)，以及为数据字典管理的表空间(dictionary managed tablespace)合并相邻的可用数据扩展(extent)。在实例恢复过程中，如果由于文件读取错误或所

需文件处于脱机状态而导致某些异常终止的事务未被恢复，SMON将在表空间或文件恢复联机状态后再次恢复这些事务。SMON将定期地检查系统中是否存在问题。系统内的其他进程需要服务时也能够调用 SMON进程。

DBWn: 数据写入进程(Database Writer Process, DBWn)的功能是将数据缓冲区的内容写入数据文件。DBWn 进程负责将数据缓存区内修改过的缓冲区(即 dirty buffer)写入磁盘。对于大多数数据库系统来说,使用一个数据写入进程(DBW0)就足够了。当系统中数据修改操作较频繁时, DBA 可以配置额外的数据写入进程(DBW1~DBW9 及 DBWa~DBWj)来提高数据写入的性能。

LGWR: 日志写入进程(Log Writer Process, LGWR)负责对重做日志进行管理,将重做日志缓冲区内的数据写入磁盘上的重做日志文件中。LGWR 进程将上次写入之后进入缓冲区的所有重做条目(redo entry)写入磁盘中。

通过 SGA 与实例后台进程之间的互动,当前实例从数据库中获得数据信息。数据库包含三个部分:数据文件(Data files)、控制文件(Control files)、重做日志文件(Redo log files)(图 1-3)。

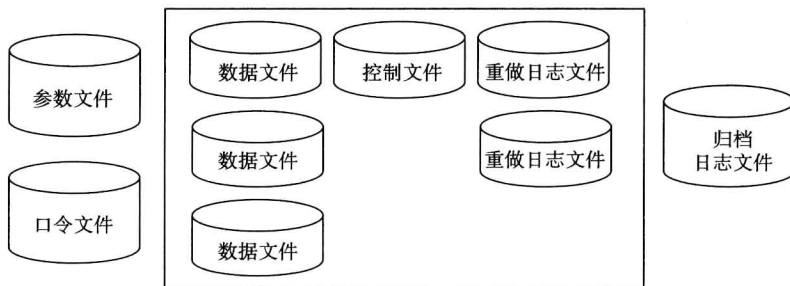


图 1-3 Oracle 数据库组成

数据文件: 包含数据库中的实际数据。数据存储在用户定义的表中,但是数据文件也包含数据字典、成映像前的修改数据、索引以及其他类型的结构。一个数据库至少有一个数据文件。

控制文件: 包含维护和验证数据库完整性的必要信息。例如,控制文件用于识别数据文件和重做日志文件。一个数据库至少需要一个控制文件。

重做日志文件: 包含对数据库所做的更改记录,这样万一出现故障可以启用数据恢复。一个数据库至少需要两个重做日志文件。

此外, Oracle 还包含几个外部重要文件: 参数文件(Parameter files)、口令/密码文件>Password files)、归档日志文件(Archived log files)(图 1-3)。

参数文件: 定义 Oracle 实例的特性。例如,它包含调整 SGA 中一些内存结构大小的参数。

口令/密码文件: 认证哪些用户有权限启动和关闭 Oracle 实例。

归档日志文件：是指对处于非活动状态的重做日志文件的备份，默认情况下存储在快速恢复区中。

使用者进行数据查询或相关的数据库操作时，Oracle 将创建一个用户进程(user process)，这个进程中包含有用户操作的所有具体参数。随后，这个进程中的所有信息将被服务器进程(server process)划分到进程全局区(Process Global Area, PGA)之中。此时服务器进程与 Oracle 实例建立连接，实例启动并连接至数据库，数据库根据获得的参数提取数据存放入实例创建的 SGA 中。此时服务器进程再根据用户操作信息对 SGA 里缓冲区中的数据进行操作，并生成重做日志放入缓冲区。当使用者完成操作后，数据库实例再把 SGA 中的数据和重做日志通过实例的后台进程写回数据库中。

3) Oracle Spatial 的技术架构和组成

Oracle Spatial 技术架构分为两部分：数据库端和应用程序端。在图 1-4 中描述了组成 Oracle 空间技术的各个组件，通过结构图可以很清楚地了解各组件如何在数据库端和应用程序端之间分配及调度。作为 Oracle 数据库服务器 11g 一部分的基础组件包括存储模式、查询、分析工具和空间功能/加载实用工具。

模型数据：Oracle Spatial 使用一个 SQL 数据类型 SDO_GEOMETRY 在 Oracle 数据库中存储空间数据。

空间功能：用户可以添加 SDO_GEOMETRY 列到应用程序的表中。

空间查询和分析：用户可以使用查询和分析组件，包括索引引擎和几何引擎查询和操作 SDO_GEOMETRY 数据。

高级空间引擎：这个组件由若干个满足复杂空间应用的组件组成，如地理信息系统(Geographic Information System, GIS)和生物信息学(Bioinformatics)等。

可视化：Oracle Spatial 技术的应用程序服务器组件，包括通过 Map Viewer 工具使空间数据可视化的手段。

4) SQL*Plus 简介

提供 Oracle 管理的工具很多，在 Oracle 11g 中就包含有 SQL*Plus、Enterprise Manage、SQL Developer 等。其中，SQL*Plus 是使用最为广泛的一种。

SQL*Plus 是 Oracle 服务器端和客户端都可以使用的管理工具，是 Oracle 的核心产品。SQL*Plus 中的 SQL 是指 Structured Query Language，即结构化查询语言；而 Plus 是指 Oracle 将标准 SQL 语言进行扩展，它提供了另外一些 Oracle 服务器能够接受和处理的命令。同时，SQL*Plus 命令可以与 SQL 语言和其过程化语言扩展 PL/SQL 在一起联合使用。SQL 语言允许用户保存和检索 Oracle 中的数据，PL/SQL 允许用户通过过程化逻辑将多个 SQL 的会话连接起来。

SQL*Plus 允许用户可以操作 SQL 命令和 PL/SQL 块以及执行许多额外的任务。使用 SQL*Plus 主要可以完成以下任务：

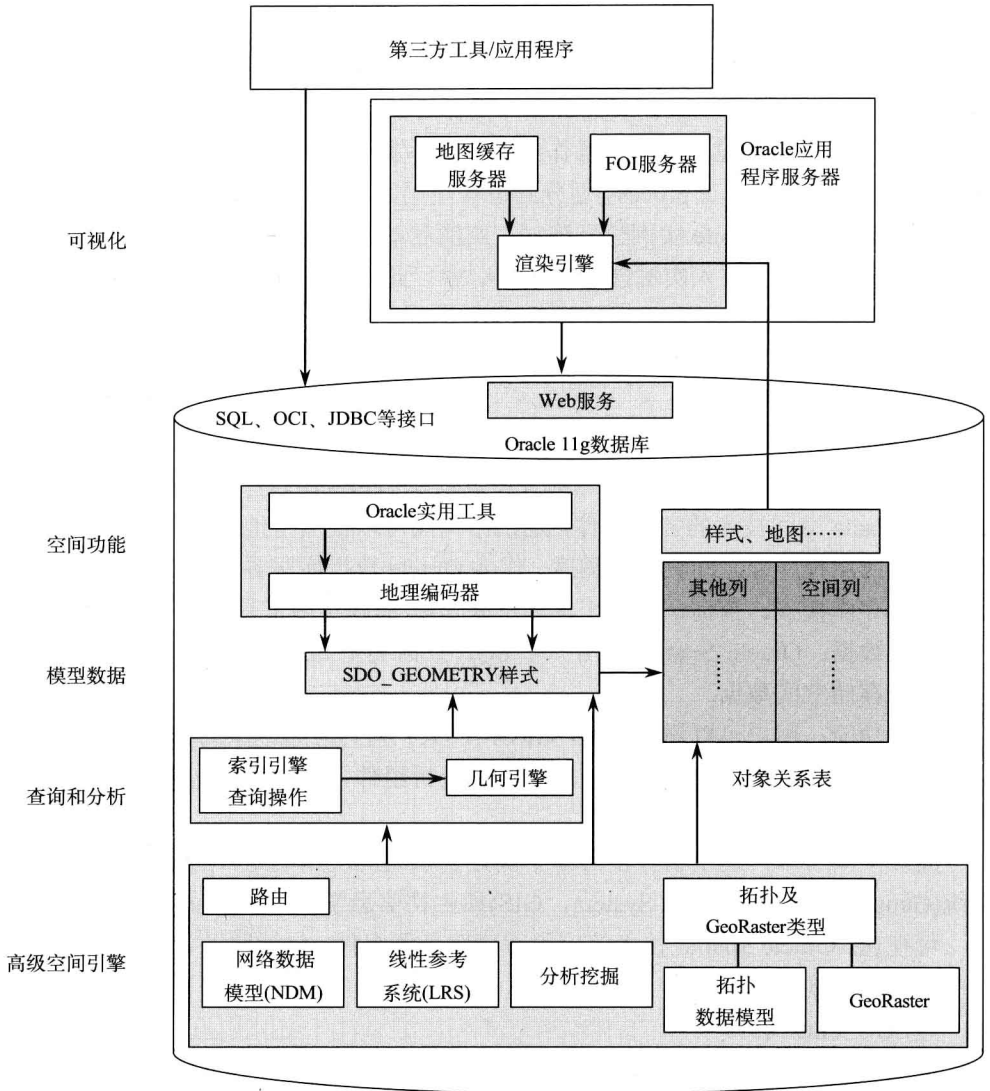


图 1-4 Oracle Spatial 的技术架构和组成

- (1) 输入、编辑、存储、检索和运行 SQL 命令和 PL/SQL 块。
 - (2) 格式化执行计算、保存和按报表格式打印查询结果。
 - (3) 列出表的列定义。
 - (4) 在 SQL 数据库间提取和拷贝数据。
 - (5) 向最终用户传送信息，接收他们的消息。
- 5) Oracle 数据库服务

在 Oracle 11g 安装完成后，在“开始”→“运行”中输入 services.msc，打开服

务对话框。服务对话框中是 Windows 的后台服务列表，在这里可以找到 Windows 所有开启并关系系统运行的服务，包括 Oracle 服务在内(图 1-5)。



图 1-5 Oracle 在 Windows 中生成的服务

(1) Oracle ORCL VSS Writer Service: Oracle 对卷影 (VSS)的支持服务。Windows Server 2003 网络操作系统,它提供的卷影副本服务功能可以对共享文件夹定期备份,一旦文件遭受损坏,在客户端就能将共享文件恢复到原来的某一时刻状态。

(2) OracleDBConsoleorcl: 控制台服务,即 Oracle 的企业管理器。服务负责 Windows 平台下启动 Oracle 企业管理器,从 Oracle 10g 开始引入这个服务,也是从 Oracle 10g 开始 Oracle 的企业管理器从客户端形式变为浏览器操作模式,这里的[SID]即 Oracle SID,如果是默认安装就是 orcl,故这个服务在用户的机器上可能就是 OracleDBConsoleorcl。

(3) OracleJobSchedulerORCL: 定时器服务,用于数据库工作日程调度。这个服务默认状态是不启用,有些时候是禁用,因为启动后会占用大量系统资源。

(4) OracleMTSRecoveryService: 该服务允许数据库充当一个微软事务服务器、COM/COM+对象和分布式环境下事务的资源管理器。

(5) OracleOraDb11g_home1ClrAgent: 当执行 .NET 存储过程调用时,Oracle 将与这个外部进程通信,传入参数并检索结果。这种通信将由 Oracle 多线程代理体系结构来处理。对于最终用户而言,.NET 存储过程调用看起来与任何其他类型的存储过程调用没有什么区别。实际上,用户可以从能够调用 PL/SQL 或 Java 存储过程的任何环境中调用 .NET 存储过程。

(6) OracleOraDb11g_home1TNSListener: 监听器服务,此服务只有在数据库需要远程访问时才需要。

(7) OracleServiceORCL: 数据库服务,这个服务会自动地启动和停止数据库。

如果安装了一个数据库，它的缺省启动类型为自动。

在 Windows 操作系统下安装 Oracle 11g 时会安装多个服务，并且其中一些配置会在 Windows 启动时启动。当 Oracle 运行在 Windows 下时，它会消耗很多资源，并且有些服务可能并不总是需要。

在 Windows 中，可以通过在控制面板的服务中改变想要禁用的服务(Oracle OraHome...)的启动类型(Startup Type)参数，双击某个服务查看其属性，然后将启动类型属性从自动改为手动。

使数据库在本地工作唯一需要运行的服务是 OracleServiceORCL 服务(其中 ORCL 是 SID)。这个服务会自动地启动和停止数据库。如果安装了一个数据库，它的缺省启动类型为自动。如果主要是访问一个远程数据库，那么可以把启动类型由自动改为手动。

2. ESRI ArcSDE 简介及工作环境

1) ArcSDE 的主要功能

ArcSDE 是 ArcGIS 的空间数据引擎，它是在关系数据库管理系统(RDBMS)中存储和管理多用户空间数据库的通路。在空间数据管理中 ArcSDE 是一个连续的空间数据模型，借助这一空间数据模型，可以实现用 RDBMS 管理空间数据库。在 RDBMS 中融入空间数据后，ArcSDE 可以提供空间和非空间数据进行高效率操作的数据库服务。ESRI ArcSDE 安装所需最低硬件配置及建议配置见表 1-2。

具体功能，有以下七点。

(1) 高性能的 DBMS 通道。ArcSDE 是多种 DBMS 的通道，它本身并非一个关系数据库或数据存储模型，它是一个能在多种 DBMS 平台上提供高级的、高性能的 GIS 数据管理的接口。

(2) 开放的 DBMS 支持。ArcSDE 允许你在多种 DBMS 中管理地理信息：Oracle、Oracle with Spatial or Locator、Microsoft SQL Server、Informix 以及 IBM DB2。

(3) 多用户。ArcSDE 为用户提供大型空间数据库支持，并且支持多用户编辑。

(4) 连续、可伸缩的数据库。ArcSDE 可以支持海量的空间数据库和任意数量的用户，直至 DBMS 的上限。

(5) GIS 工作流和长事务处理。GIS 中的数据管理工作流，例如多用户编辑、历史数据管理、check-out/check-in 以及松散耦合的数据复制等都依赖于长事务处理和版本管理。ArcSDE 为 DBMS 提供了这种支持。

(6) 丰富的地理信息数据模型。ArcSDE 保证了存储于 DBMS 中的矢量和栅格几何数据的高度完整性。这些数据包括矢量和栅格几何图形、支持(x, y, z)和(x, y, z, m)的坐标、曲线、立体、多行栅格、拓扑、网络、注记、元数据、空间处理模型、地图、图层等。

(7) 灵活的配置。ArcSDE 通道可以让用户在客户端应用程序内跨网络、跨计算