

# ORACLE 空间数据库的对象—关系模式初探 ——兼议关系数据库和面向对象数据库在 GIS 中的应用

李振华, 刘修国

(中国地质大学信息工程学院, 湖北武汉 430074)

**摘要:**传统的关系数据库在 GIS 的应用中主要存在以下问题:除数据类型简单,不能很好地表达非结构化数据外,也难以表示 GIS 中具有复杂结构的数据;关系模型简单,不能表达数据之间的层次、继承、聚合、泛化或特化等在 GIS 广泛使用的关系;与数据操纵语言如 SQL 和通用程序设计语言,特别是目前流行的面向对象设计语言之间失配。采用面向对象技术可以较好地解决上述问题。ORACLE 的空间数据库在传统的关系数据库上进行了面向对象的扩展,即所谓对象—关系模式,其核心在于增加了名为 SDO-GEOMETRY 的对象数据类型,用于存储几何实体。ORACLE 的空间数据库的应用示例表明:以面向对象的形式表示空间数据比之于关系数据库中存放大量无意义的坐标有着很大的优势。同时,它在复合对象的表达方面,在对于空间关系的处理方面都非常有效。

**关键词:**面向对象数据库;空间数据库;关系数据库;地理信息系统;ORACLE;对象—关系模型。

中图分类号:TP311.13

文献标识码:A

文章编号:1000-238X(2002)03-0337-05

**作者简介:**李振华(1969-),男,讲师,1994年毕业于中国地质大学(武汉),获硕士学位,主要从事计算机及地学应用的教学与科研工作。E-mail:zhli@cug.edu.cn

目前的 GIS 的底层数据库大都是关系数据库,但关系数据库并不能适应目前飞速发展的 GIS 应用需求,尤其不能适应“数字地球”和“数字国土”、“数字区域”建设中对复杂类型数据和海量数据的管理和处理<sup>[1]</sup>。因此,寻求新的数据库模型,或者对原有数据库进行改造,已成为当务之急。

## 1 关系数据库的局限性

(1)数据类型简单。目前商用数据库系统只支持有限的几种数据类型,如整数、浮点数、字符串、日期、货币等;只能表达结构化的数据,但随着应用的日益发展,非结构化或半结构化的数据占有越来越重要的地位。在 GIS 实际应用中,大部分数据都是半结构化甚至非结构化的,例如属性、文献资料、图纸、合同、传真、E-mail 等都是 GIS 常用的数据。另外关

系数据库对 GIS 中具有复杂结构的数据也难以表达。如几何实体数据,无论是用基本的原始几何实体组合来描述还是用几何实体边界来描述,其结构都将是复杂的、层次化的<sup>[5]</sup>。总之,由于关系数据库所固有的结构化的特点,使其不能灵活地表达现实生活中的各种数据,为弥补这一点,在新版本的关系数据库中,一般只增加一个“二进制”类型(如 blob 或 image 等)来包办用户所需要的其他所有数据类型。这显然不是一个很好的数据表达办法。

(2)关系模型简单。在关系模型,实体间的关联无非是一对一、一对多和多对一。然而,在 GIS 的数据中,数据之间的关系远非如此简单,数据之间更多地表示为层次、继承、聚合、泛化或特化等特点。例如,一个复合对象由多个子对象组成,如果硬要将这种情况用关系表达,其结果常常是带有许多冗余数据的不自然的复杂查询。进一步讲,重构复杂对象还带来另一个问题,那就是,由连接构造的视图一般是不可更新的<sup>[5]</sup>。

(3)阻抗匹配问题。自关系模型产生以来,阻抗

匹配就一直存在.这一经典的问题原意是指数据操纵语言如 SQL 和通用程序设计语言之间的失配.这种不匹配表现在 2 个方面:一是编程模式不同,描述性的 SQL 语言与指令式的编程语言如 C 语言不同;二是类型系统不匹配,编程语言不能直接表示诸如关系这样的数据库结构,在其界面就会丢失信息.进一步说,由于是 2 个类型系统,自动的类型检查也成了问题<sup>[5]</sup>.此外,还须考虑这样的—个现实:面向对象技术已成为主流技术的今天,面向对象的程序设计语言已成为编写数据库应用的主流语言,这就严重存在着关系范式和面向对象范式之间的失配问题.而实现程序设计语言和数据库语言的无缝集成一直是数据工作者所追求的目标.

## 2 面向对象数据库在 GIS 中的应用

从关系数据库的局限性可以看出,传统的关系数据库已不能适应 GIS 发展的需要,必须引入面向对象的技术来解决上述问题.目前,面向对象数据库的设计有 2 种形式:一种是纯面向对象的、与传统关系数据库毫无联系的数据库,在这方面,对象数据库管理小组(ODMG:object data management group)一直在从事对 C++ 和 SMALLTALK 语言的持久化扩展进行标准化的工作;另一种是在传统关系库中加入面向对象的特征,来对其进行扩展,这种形式目前在实际应用中占主导地位,可称之为对象-关系数据库.

目前的数据库中,ORACLE 的空间数据库是第 1 个可商用的产品,下面以其流行的版本 ORACLE8i 为例来进行说明.

### 2.1 ORACLE 的对象-关系模式

ORACLE 的空间数据库在传统的关系数据库上进行了面向对象的扩展,即所谓的对象-关系模式,其核心在于增加了名为 SDO-GEOMETRY 的对象数据类型,用于存储几何实体.一个几何实体在表中存为—行,用列 SDO-GEOMETRY 表示,同时,沿用关系数据库中基本的语句 DLL(CREATE, ALTER, DROP)和 DML(INSERT, UPDATE, DELETE)来产生和管理空间索引.

SDO-GEOMETRY 这一对象类型是这样定义的:  
CREATE TYPE SDO-GEOMETRY AS OBJECT(  
SDO-GTYPE NUMBER,  
SDO-SRID NUMBER,

SDO-POINT SDO-POINT-TYPE,  
SDO-ELEM-INFO MDSYS.SDO-ELEM-INFO-ARRAY,  
SDO-ORDINATES MDSYS.SDO-ORDINATE-ARRAY);

其中:SDO-GTYPE 表示几何实体的类型,以 4 位数( $d00x$ )形式表示, $d$  表示维数,取值为 2、3 或 4;后面的位数表示几何实体类型. $d000$  表示未知, $d001$  表示点, $d002$  表示线, $d003$  表示多边形, $d004$  表示集合, $d005$  表示复合点, $d006$  表示复合线, $d007$  表示复合多边形.例如:2003 表示一个 2 维的多边形.另外, $d008—d099$  为预留值.SDO-SRID 为预留值,在空间数据引用系统定义表中,预备作外关键字使用.SDO-POINT $n$  为一个具有属性  $x$ 、 $y$  和  $z$  的对象类型, $x$ 、 $y$  和  $z$  均为数值型.SDO-ELEM-INFO 是一个变长的数值型数组,用于解释存储于 SDO-ORDINATES 中的坐标.它以三元组的形式在数组中存放数据,其形式为(SDO-STARTING-OFFSET, SDO-ETYPE, SDO-INTERPRETATION),其中:SDO-STARTING-OFFSET 存放这个元素第一个坐标在 SDO-ORDINATES 中的偏移量.偏移量的取值从 1 开始,第 1 个元素的第 1 个坐标将在 SDO-GEOMETRY.SDO-ORDINATES(1)中,如果存在第 2 个元素,它的第 1 个坐标将在 SDO-GEOMETRY.SDO-ORDINATES( $n$ )中,这里  $n$  表示在 SDO-ORDINATE-ARRAY 中定义的位置.SDO-ETYPE 表示元素的类型,可用 1 位或 4 位数字表示,若不知道元素是否是内部或外部,用 1 位数字表示,否则用 4 位数字表示.1 位数字取值 15,其中 13 表示是简单元素 4 和 5 表示是复合元素.4 位数字在 1 位数字取值前加上了“内外标识”,外部标识取值 1 或 2,1 表示外部 0 表示内部,如 1003 表示外多边形环 2005 表示内复合多边形环.SDO-INTERPRETATION 如果 SDO-ETYPE 的值表示的是复合元素(4 或 5),那么它的值表示后面有多少个后继的三元组;如果 SDO-ETYPE 的值表示的是简单元素(13),那么它的值表示对这个元素的坐标序列进行解释.SDO-ORDINATES 是一个变长的数值型数组(1048576),用于存储空间对象的边界坐标,它通常和 SDO-ELEM-INFO 一起使用.

### 2.2 实例 插入、索引和查询空间数据

图 1 显示了 1 个可乐(colas)厂商感兴趣的 4 个区域,分别标记为 cola-a、cola-b、cola-c、cola-d,以代表不同的兴趣区域.

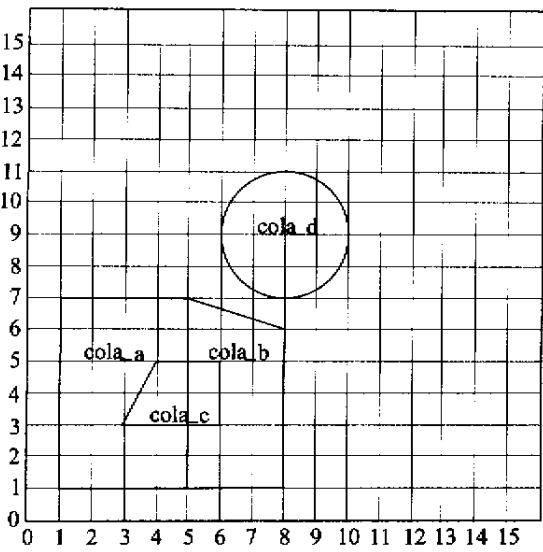


图 1 Four areas of interest for the example  
Fig.1 4 个感兴趣的区域

(1)建立表 cola-markets.

```
CREATE TABLE cola-markets (  
  mkt-id NUMBER PRIMARY KEY ,  
  name VARCHAR2 ( 32 ) ,  
  shape MDSYS. SDO-GEOMETRY ) ;
```

此表存储可乐厂商感兴趣的区域. 其中 SDO-GEOMETRY 是一个对象类型.

(2)将 4 个区域数据插入表中.

①插入区域 a a 正好是 1 个长方形.

```
INSERT INTO cola-markets VALUES (  
  1 ,  
  'cola-a ' ,  
  MDSYS. SDO-GEOMETRY (  
    2003 , -- 表示是 2 维的多边形  
    NULL ,  
    NULL ,  
    MDSYS. SDO-ELEM-INFO-ARRAY ( 1 , 1003 , 4 ) , -- 圆  
    3 ) , -- 1 个长方形 1003 中的首位数字  
    -- 1 表示是外部 )  
  MDSYS. SDO-ORDINATE-ARRAY ( 1 , 1 , 5 , 7 ) --  
  -- 只需两个坐标即可定义 1 个长方形  
  )  
  );
```

②插入区域 b 和 c ,它们是简单的多边形.

```
INSERT INTO cola-markets VALUES (  
  2 ,
```

```
  'cola-b ' ,  
  MDSYS. SDO-GEOMETRY (  
    2003 , -- 表示是 2 维的多边形  
    NULL ,  
    NULL ,  
    MDSYS. SDO-ELEM-INFO-ARRAY ( 1 , 1003 , 1 ) , -- 1 个多边形  
    MDSYS. SDO-ORDINATE-ARRAY ( 5 , 1 , 8 , 1 , 8 ,  
    6 , 5 , 7 , 5 , 1 )  
  )  
  );  
INSERT INTO cola-markets VALUES (  
  3 ,  
  'cola-c ' ,  
  MDSYS. SDO-GEOMETRY (  
    2003 ,  
    NULL ,  
    NULL ,  
    MDSYS. SDO-ELEM-INFO-ARRAY ( 1 , 1003 , 1 ) ,  
    MDSYS. SDO-ORDINATE-ARRAY ( 3 , 3 , 6 , 3 , 6 ,  
    5 , 4 , 5 , 3 , 3 )  
  )  
  );
```

③插入区域 d d 是一个半径为 2 的圆形.

```
INSERT INTO cola-markets VALUES (  
  4 ,  
  'cola-d ' ,  
  MDSYS. SDO-GEOMETRY (  
    2003 ,  
    NULL ,  
    NULL ,  
    MDSYS. SDO-ELEM-INFO-ARRAY ( 1 , 1003 , 1 ) ,  
    mdsys. sdo-ordinate-array ( 8 , 7 , 10 , 9 , 8 , 11 )  
  )  
  );
```

(3)更新元数据视图.建立空间索引前必须更新系统的元数据视图 user-sdo-geom-metadata ,每个图层只需做一次.

```
INSERT INTO USER-SDO-GEOM-METADATA  
VALUES (  
  'cola-markets ' ,
```

```
'shape',
MDSYS. SDO-DIM-ARRAY( -- 20x20 网格,容忍度为 0
MDSYS. SDO-DIM-ELEMENT( 'x', 0, 20, 0.005),
MDSYS. SDO-DIM-ELEMENT( 'y', 0, 20, 0.005)
),
NULL -- SRID 作预留用
);
```

(4)产生空间索引.

```
CREATE INDEX cola-spatial-idx
On cola-markets( shape )
INDEXTYPE IS MDSYS. SPATIAL-INDEX
PARAMETERS( 'SDO-LEVEL = 8 ');
```

(5)执行某些空间查询.

①返回 2 个几何实体的拓扑交：

```
SELECT SDO-GEOM. SDO-INTERSECTION( c-a.
shape, m. diminfo, c-c. shape, m. diminfo )
FROM cola-markets c-a, cola-markets c-c, user-
sdo-geom-metadata m
WHERE m. table-name = 'COLA-MARKETS'
AND m. column-name = 'SHAPE'
AND c-a. name = 'cola-a' AND c-c. name = 'cola-
c';
```

②查询 2 个几何实体的空间关系：

```
SELECT SDO-GEOM. RELATE( c-b. shape, m.
diminfo, 'anyinteract',
c-d. shape, m. diminfo )
FROM cola-markets c-b, cola-markets c-d, user-
sdo-geom-metadata m
WHERE m. table-name = 'COLA-MARKETS'
AND m. column-name = 'SHAPE'
AND c-b. name = 'cola-b' AND c-d. name = 'cola-
d';
```

③返回所有的区域：

```
SELECT c. name, SDO-GEOM. SDO-AREA( c.
shape, m. diminfo )
FROM cola-markets c, user-sdo-geom-metadata m
WHERE m. table-name = 'COLA-MARKETS'
AND m. column-name = 'SHAPE';
```

④返回两个几何实体之间的距离：

```
SELECT SDO-GEOM. SDO-DISTANCE( c-b.
```

```
shape, m. diminfo, c-d. shape, m. diminfo )
```

```
FROM cola-markets c-b, cola-markets c-d, user-
sdo-geom-metadata m
WHERE m. table-name = 'COLA-MARKETS'
AND m. column-name = 'SHAPE'
AND c-b. name = 'cola-b' AND c-d. name = 'co-
la-d';
```

⑤查询某个几何实体是否有效：

```
SELECT c. name, SDO-GEOM. VALIDATE-GE-
OMETRY( c. shape, m. diminfo )
FROM cola-markets c, user-sdo-geom-metadata m
WHERE m. table-name = 'COLA-MARKETS'
AND m. column-name = 'shape'
AND c. name = 'cola-c';
```

综上可以看出,以面向对象的形式表示空间数据比之于关系数据库中存放大量无意义的坐标有很大的优势,同时,它对复合对象的表达,对于空间关系的处理也非常有效.

### 3 面向对象数据库应解决的一些问题

(1)从面向对象数据库的发展来看,主要有 2 个方向:一种是以面向对象技术为基础,而引入数据库技术,即所谓“纯”面向对象数据库;另一种是以现有关系数据库为基础,加入面向对象的特征,即所谓对象-关系数据库.(2)关系模型与面向对象模型毕竟是 2 个不同的数据模型,鉴于目前大部分商用数据库都是关系数据库这一现实,不管是“纯”面向对象数据库,还是对象-关系数据库,暂时都回避不了这 2 种模型的转换或兼容问题.(3)面向对象的数据模型目前还不像关系数据模型一样有完美的数学基础,其数据库语言还缺乏形式化基础<sup>[5]</sup>.(4)如何将成熟的关系数据库技术,如事务控制、完整性检查、数据复制等应用到面向对象数据库中,也是一个值得研究的方向.

参考文献：

- [1] 李超岭, 张克信. 基于 GIS 技术的区域性多源地学空间信息集成若干问题探讨[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2001, 25(6): 545-550.
- LI C L, ZHANG K X. Study on regional multi-source geological spatial information system based on techniques of GIS[J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2001, 25(6): 545-550.

[ 2 ] 周成虎 ,李军. 地球空间元数据研究[ J ]. 地球科学——中国地质大学学报 ,2000 ,25( 6 ):579 – 585.  
ZHOU C H , LI J . Research into geo-spatial metadata [ J ]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences , 2000 ,25( 6 ):579 – 585.

[ 3 ] 袁艳斌 ,吴冲龙 ,李伟忠. 面向野外地质填图的空间实体对象表达[ J ]. 地球科学——中国地质大学学报 ,2001 ,26( 2 ):192 – 196.  
YUAN Y B , WU C L , LI W Z . Object styles of spatial entity for field geological mapping based on object-oriented method [ J ]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences , 2001 ,26( 2 ):192 – 196.

[ 4 ] 张夏林 ,汪新庆 ,吴冲龙. 计算机辅助地质填图属性数据采集子系统的动态数据模型[ J ]. 地球科学——中国地质大学学报 ,2001 ,26( 2 ):201 – 204.  
ZHANG X L , WANG X Q , WU C L . Dynamic data model applied in regional geological mapping computer-aided mapping system [ J ]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences , 2001 ,26( 2 ):201 – 204.

[ 5 ] 李昭原. 数据库技术最新进展[ M ]. 北京 :清华大学出版社 ,1997.  
LI Z Y . Proceeding of database technology [ M ]. Beijing : Tsinghua University Press , 1997.

Object-Relation Model of ORACLE Spatial Database :  
with Discussion of RDB and OODB Application in GIS

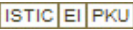
LI Zhen-hua , LIU Xiu-guo

( Faculty of Information Engineering , China University of Geosciences , Wuhan 430074 , China )

**Abstract :** There are some problems of RDB in GIS application . Sometimes the data type is too simple to describe non-structured or complex-structured data in GIS and the simple model can't express the relation of hierarchy , inheritance , aggregation , generalization or specialization , or there is impedance mismatch between SQL and programming language , especially the current popular object-oriented language . While object-oriented( OO ) technology may be useful to solve these problems . ORACLE spatial database extends the traditional relation database with the technology , the so-called object-relation model , which features adding to RDB an object data type named SDO-GEOMETRY to store geometry . An application example of ORACLE spatial database demonstrated the advantages of OODB in describing spatial data and the efficiency in expressing compound object and processing spatial data compared to RDB which only stores meaningless data . Certainly , there are still some issues that need further research in OODB : which direction OODB will develop : pure OODB or object-relation DB , the data model match between RDB and OODB , the mathematic basis and formalization for OODB and how to take advantages of existing mature technologies of RDB such as transaction control , integrity check , data reproduction in the development of OODB .

**Key words :** OODB( object-oriented database ) ; spatial database ; RDB( relational database ) ; GIS( geographic information system ) ; ORACLE ; object-relation model .

# ORACLE空间数据库的对象-关系模式初探——兼议关系数据库和面向对象数据库在GIS中的应用

作者: [李振华](#)  
作者单位: [中国地质大学信息工程学院, 湖北武汉, 430074](#)  
刊名: [地球科学-中国地质大学学报](#)   
英文刊名: [EARTH SCIENCE-JOURNAL OF CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES](#)  
年, 卷(期): 2002, 27 (3)  
被引用次数: 53次

## 参考文献(5条)

1. [李超岭, 张克信](#) [基于GIS技术的区域性多源地学空间信息集成若干问题探讨](#)[期刊论文]-[地球科学-中国地质大学学报](#) 2001 (5)
2. [周成虎, 李军](#) [地球空间元数据研究](#)[期刊论文]-[地球科学](#) 2000 (6)
3. [袁艳斌, 吴冲龙, 李伟忠](#) [面向野外地质填图的空间实体对象表达](#)[期刊论文]-[地球科学-中国地质大学学报](#) 2001 (2)
4. [张夏林, 汪新庆, 吴冲龙](#) [计算机辅助地质填图属性数据采集子系统的 动态数据模型](#)[期刊论文]-[地球科学-中国地质大学学报](#) 2001 (2)
5. [李昭原](#) [数据库技术最新进展](#) 1997

## 本文读者也读过(5条)

1. [黄嵘, 同淑荣](#). [HUANG Rong, TONG Shu-rong](#) [使用Oracle Spatial进行空间数据建模研究](#)[期刊论文]-[计算机工程与应用](#)2010, 46 (7)
2. [潘农菲](#) [基于Oracle Spatial的GIS空间数据处理及应用系统开发](#)[期刊论文]-[计算机工程](#)2002, 28 (2)
3. [梁鸿, 丁仁伟, 郑红霞](#). [LIANG Hong, DING Ren-wei, ZHENG Hong-xia](#) [Oracle Spatial空间数据库的设计及应用](#)[期刊论文]-[测绘科学](#)2005, 30 (3)
4. [王军庄, 常鲜戎, 顾卫国](#). [WANG Jun-zhuang, CHANG Xian-rong, GU Wei-guo](#) [基于OCL技术的Oracle数据库数据快速存取研究](#)[期刊论文]-[电力系统保护与控制](#)2009, 37 (9)
5. [聂独, 李晓明, 田雪, 夏俊峰](#). [NIE Du, LI Xiao-ming, TIAN Xue, XIA Jun-feng](#) [基于Oracle Spatial的配电网GIS数据存储方法](#)[期刊论文]-[电力自动化设备](#)2006, 26 (5)

## 引证文献(37条)

1. [黄浩, 叶利波](#) [对象-关系型数据库及其应用](#)[期刊论文]-[重庆工业高等专科学校学报](#) 2004 (05)
2. [管中柱](#) [遥感影像金字塔式存储的Oracle GeoRaster实现](#)[期刊论文]-[计算机与现代化](#) 2009 (08)
3. [莫澜, 郑贵洲](#) [从GIS角度考察DBMS/CAD中空间数据处理功能](#)[期刊论文]-[地矿测绘](#) 2003 (04)
4. [赵村民, 宋利好, 赵晓民](#) [基于WEB GIS的网上地图发布系统](#)[期刊论文]-[吉林大学学报\(信息科学版\)](#) 2004 (05)
5. [SU Tianyun, ZHAI Shikui, LIU Baohua, LIANG Ruicai, ZHENG Yanpeng, WANG Yong](#) [A Case Study for a Digital Seabed Database: Bohai Sea Engineering Geology Database](#)[期刊论文]-[中国海洋大学学报 \(英文版\)](#) 2006 (03)
6. [连剑波, 王成锡, 张明华](#) [Oracle Spatial在地质数据发布中的应用](#)[期刊论文]-[现代计算机 \(专业版\)](#) 2010 (01)
7. [韩志刚, 秦奋, 崔彩辉](#) [基于J2EE的分布式地籍变更系统设计与实现](#)[期刊论文]-[测绘科学](#) 2008 (01)
8. [程燕妮, ZHAO Yuan, 赵院](#) [基于Oracle Spatial的水土保持监测空间数据管理方法](#)[期刊论文]-[河北林果研究](#)

2007(03)

9. [张勇](#) [面向对象的空间数据模型及数据服务器的研究](#)[学位论文]硕士 2004

10. [苏天赞](#), [刘保华](#), [梁瑞才](#), [郑彦鹏](#), [王勇](#), [孙剑](#) [基于ORACLE的渤海工程地质数据库结构的分析和设计](#)[期刊论文]-[海洋科学进展](#) 2003(01)

11. [熊华](#), [姜武汉](#), [詹长根](#), [何建华](#) [土地整理规划辅助设计系统关键技术的探讨](#)[期刊论文]-[国土资源科技管理](#) 2003(05)

12. [郑斌](#), [吕毅](#), [杨鹏](#), [庞前聪](#) [基于面向对象的GIS数据库的构建技术](#)[期刊论文]-[武汉大学学报\(工学版\)](#) 2003(z2)

13. [卢苇](#), [周成祖](#), [陈旭东](#) [基于Java语言的GIS系统在电信网管系统中的开发应用](#)[期刊论文]-[航空计算技术](#) 2007(03)

14. [周芹](#), [李绍俊](#), [宋关福](#), [曾志明](#) [基于Oracle Spatial的空间数据库缓存的关键技术](#)[期刊论文]-[地球信息科学](#) 2007(03)

15. [梁瑞才](#), [郑彦鹏](#), [周文生](#), [苏天赞](#), [王勇](#), [张政民](#) [渤海油田示范区地理信息系统\(GIS\)的规划设计](#)[期刊论文]-[海洋科学进展](#) 2006(02)

16. [朱广堂](#), [王乘](#), [李利军](#), [罗时朋](#) [地理管理信息系统在水布垭工程中的应用和实现](#)[期刊论文]-[计算机工程与应用](#) 2004(34)

17. [陈继宁](#), [张晓东](#) [Oracle Spatial 和 ArcSDE的应用比较研究](#)[期刊论文]-[遥感信息](#) 2005(05)

18. [陈治国](#) [基于WebGIS的水土保持公众信息发布系统的研究](#)[学位论文]硕士 2005

19. [王燕云](#) [基于Oracle Spatial的测绘大地成果管理GIS系统的研究](#)[学位论文]硕士 2004

20. [薛娟](#) [基于CORBA的空间数据服务器的研究与实现](#)[学位论文]硕士 2005

21. [张喜旺](#), [刘剑锋](#) [基于GIS的农村公共卫生管理信息系统框架设计](#)[期刊论文]-[测绘科学](#) 2009(01)

22. [程身科](#) [CIS空间数据的研究与应用](#)[学位论文]硕士 2004

23. [余江峰](#), [冯学智](#), [都金康](#) [时空数据模型的研究进展评述](#)[期刊论文]-[南京大学学报\(自然科学版\)](#) 2005(03)

24. [刘春影](#) [小城镇网络地理信息系统研究及应用](#)[学位论文]硕士 2009

25. [韩易霖](#) [贵州省县级农业资源信息管理系统的构建与设计](#)[学位论文]硕士 2008

26. [朱鹏飞](#) [基于网络环境的国土资源管理系统研究与开发](#)[学位论文]硕士 2005

27. [张喜旺](#) [基于GIS的农村公共卫生管理信息系统研究](#)[学位论文]硕士 2006

28. [肖海](#) [基于ArcGIS Engine的农业资源管理信息系统研究——以重庆江津市为例](#)[学位论文]硕士 2006

29. [银迎](#) [地理栅格数据的空间数据库存储管理研究与实现](#)[学位论文]硕士 2006

30. [彭华榕](#) [空间数据全关系化存储的实现及其集成管理技术的研究](#)[学位论文]硕士 2005

31. [陈军响](#) [基于GIS的温州农业资源管理信息系统的构建](#)[学位论文]硕士 2011

32. [余江峰](#) [多版本时空对象进化数据模型研究](#)[学位论文]博士 2005

33. [朱强](#) [时空扩展对象模型及其在自动导航中的应用](#)[学位论文]博士 2006

34. [朱定局](#) [数字城市中并行时空模型研究](#)[学位论文]博士 2009

35. [刘品高](#) [面向气象应用的位形分离时空数据建模研究](#)[学位论文]博士 2006

36. [郑国平](#) [城市地下空间信息系统设计及关键技术研究](#)[学位论文]博士 2004

37. [刘品高](#) [面向气象应用的位形分离时空数据建模研究](#)[学位论文]博士 2006

引用本文格式：[李振华](#) [ORACLE空间数据库的对象-关系模式初探——兼议关系数据库和面向对象数据库在GIS中的应用](#) [期刊论文] - [地球科学-中国地质大学学报](#) 2002 (3)