

Oracle Spatial 空间数据在 ArcSDE 中的图层注册^①

李家, 曹威

(辽宁师范大学 城市与环境学院, 大连 116029)

摘要: 将 Oracle Spatial 空间数据注册成为 ArcSDE 图层, 是在 Oracle 数据库中完成 Oracle Spatial 空间数据向 ArcGIS 格式转换, 实现 Oracle Spatial 空间数据与其它格式空间数据互操作的可行方法. 分析了采用 ArcSDE API 和 sdelayer 命令进行图层注册的过程, 提出一种基于 SQL 语句的适用于海量空间数据的图层注册方法. 与传统的图层注册方法相比, 新的图层注册方法的易用性、安全性和运行效率得到了很大提高.

关键词: ArcGIS; ArcSDE; Oracle Spatial; 空间数据; 图层注册

Layer Register of Oracle Spatial Data in ArcSDE

LI Jia, CAO Wei

(School of City and Environment, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China)

Abstract: Registering the Oracle Spatial data as a layer of ArcSDE is a feasible way of converting data from Oracle Spatial to ArcGIS. It realizes the interoperation with Oracle Spatial data from the spatial data in other format. This paper analysis the register process using ArcSDE API or using sdelayer command and proposes an effective layer register method using SQL language for mass spatial data. Compared with the traditional layer register method, this new layer register method was improved in aspects of usability, security and efficiency.

Key words: ArcGIS; ArcSDE; Oracle Spatial; spatial data; layer register

Oracle Spatial 是 Oracle 公司推出的空间数据库组件, 很多空间数据管理系统(如 CARIS HPD 海道产品数据库)就是基于 Oracle Spatial 开发^[1-3]. 在实际工作中为实现 Oracle Spatial 空间数据与异构空间数据(如 ArcGIS、MapInfo、AutoCAD 等)的互操作, 比较可行的方法是将 Oracle Spatial 空间数据在 Oracle 数据库中直接转换为 ArcGIS 格式. 这是因为 ArcGIS 平台是常用 GIS 软件平台, 提供了可以直接读取或转换其它格式的空间数据的相关接口. 为在 ArcGIS 平台显示 Oracle Spatial 空间数据, 一种方法是利用 ArcGIS10 提供的 Query layer 特征^[4], 直接连接 Oracle 数据库, 以发送 SQL 语句的方式建立只读图层. 另一种方法是利用 ArcSDE 空间数据引擎将 Oracle 数据库中满足一定条件的数据表注册成为 ArcGIS 的图层. ESRI 提供了两种图层注册方式^[5], 一是使用 ArcSDE API 注册图层; 二是使用 ArcSDE 自带的 sdelayer 命令行工具注册图层.

前者的易用性不高, 需要每台客户端都安装 ArcSDE API 环境. 后者执行时有一定的延迟, 在批量注册图层时无论是异步还是同步调用, sdelayer 命令运行结束时, 数据库中并没有完成图层注册或删除, 经过一段延时后才能完成. 针对这些问题, 本文提出一种基于数据库连接、直接使用 SQL 语句、适用于网络环境的图层注册方法.

1 ArcSDE中的图层注册

1.1 注册原理

ArcSDE 支持 OGC 的 OpenGIS 简单要素规范^[6]. 使用 ArcSDE 注册一个包含空间数据字段的表(以下称空间表)就是遵循 OpenGIS 简单要素规范, 将有关对象的信息添加到 ArcSDE 的系统表中, 从而 ArcSDE 可以根据注册对象的类型高效地访问和操作存储在 Oracle 数据库中的空间对象信息, 使其成为一个图层.

^① 收稿时间:2014-04-24;收到修改稿时间:2014-06-03

1.2 ArcSDE 中的系统表

ArcSDE 系统表控制着数据库的存储, 分配数据库资源并记录数据库中所有的对象、锁、修改、版本规则和关系. 在进行 Postinstallation 配置时, ArcSDE 自动完成了所有系统表的创建^[5].

在 ArcSDE 中注册一个空间表需在 LAYERS 表中创建一个要素类, 在 TABLE_REGISTRY 表中添加一条记录, 在 GEOMETRY_COLUMNS 表中添加一个空间列的记录, 并且为空间表的每一列在 COLUMN_REGISTRY 表中添加一条记录.

其中 LAYERS 表保存数据库中有关每一个要素类的数据, 包括每一个要素类的空间参考坐标. 这些数据有助于 ArcSDE 建立和维护空间索引, 确保正确的几何形状, 维护数据的完整性. TABLE_REGISTRY 表用于管理所有已经注册的空间表, 包括 ID 号、空间表名、所有者和表的描述. GEOMETRY_COLUMNS 表由 OpenGIS 规范定义^[7], 保存已注册的空间表中的空间数据列, 每个空间数据列都与一个空间参考系相关联, ArcSDE 将有关各空间参考系统的信息存储在另一个系统表 SPATIAL_REFERENCES 中. COLUMN_REGISTRY 表管理所有注册列, 空间表中的每一列对应 COLUMN_REGISTRY 表中的一条记录.

2 ArcSDE 中的图层注册

2.1 使用 LogMiner 跟踪记录 sdelayer 命令

LogMiner 是 Oracle 数据库系统自带的日志分析工具^[8], 由一些动态视图和一组 PL/SQL 包组成, 可以用于分析归档日志、在线日志和重做日志. 下面是使用 LogMiner 跟踪注册图层过程的一般步骤:

- ① 安装 LogMiner;
- ② 创建数据字典文件;
- ③ 使用 sdelayer 命令进行图层注册, 这里以 RAILWY_L 表为例进行注册, 使用的命令: `sdelayer -o register -l RAILWY_L,geom -e 1 -C fid,sde -u username -p password -t sdo_geometry -P HIGH -G 4326 -E 117.6,38.7,122.2,39.2;`
- ④ 创建所需要分析的日志文件(在线日志或归档日志)的列表;
- ⑤ 使用 LogMiner 分析日志并得到分析结果;
- ⑥ 结束日志分析过程;

2.2 分析注册参数

对跟踪记录进行观察, 可以发现 sdelayer 命令对数据库的操作主要是以下几条 SQL 语句:

```
(1) INSERT INTO SDE.LAYERS
(LAYER_ID, DESCRIPTION,
DATABASE_NAME, OWNER,
TABLE_NAME, SPATIAL_COLUMN,
EFLAGS, LAYER_MASK,
G_SIZE1, G_SIZE2, G_SIZE3,
MINX, MINY, MAXX, MAXY, CDATE,
LAYER_CONFIG, OPTIMAL_ARRAY_SIZE,
STATS_DATE, MINIMUM_ID,
SRID, BASE_LAYER_ID,
MINZ, MINM, MAXZ, MAXM,
SECONDARY_SRID)
VALUES ('1115', NULL, NULL, 'SDE', 'RAILWY_L',
'GEOM', '134217864', '0', '-2', '0', '0', '117.6', '38.7',
'122.2', '39.2', '1383789157', 'SDO_GEOMETRY', NULL,
NULL, '1', '3', '0', NULL, NULL, NULL, NULL,
NULL);
```

LAYER_ID 列是 ArcSDE 中图层的唯一标识符, 其他系统表通过该列与 LAYERS 表相关联. EFLAGS 列保存的是与图层的存储属性和存储内容相关的二进制掩码. 在 ArcSDE API 的头文件中可以看出 EFLAGS 列的二进制掩码和存储类型与几何类型的对应关系. ArcSDE 系统表中有关 EFLAGS 存储的二进制掩码的意义可以参考 sdtype.h 文件中的说明, 如表 1 所示.

表 1 LAYERS 表中几何类型与存储类型的掩码

	名称	掩码
允许的几何类型	空(SE_NIL_TYPE_MASK)	(1L)
	点(SE_POINT_TYPE_MASK)	(1L<<1)
	线(SE_LINE_TYPE_MASK)	(1L<<2)
	简单线 (SE_SIMPLE_LINE_TYPE_MASK)	(1L<<3)
面	(SE_AREA_TYPE_MASK)	(1L<<4)
	多部分 (SE_MULTIPART_TYPE_MASK)	(1L<<18)
允许的数据库存储类型	标准 (SE_STORAGE_NORMALIZED_TYP E)	(0)
	二进制类型 (SE_STORAGE_SDEBINARARY_TYPE)	(1L<<24)
	WKB 类型 (SE_STORAGE_WKB_TYPE)	(1L<<25)
	SQL 类型(SE_STORAGE_SQL_TYPE)	(1L<<26)
	空间数据类型 (SE_STORAGE_SPATIAL_TYPE)	(1L<<27)
	LOB 类型 (SE_STORAGE_LOB_TYPE)	(1L<<28)

拓扑类型 (SE_STORAGE_SDO_TOPO_TYPE)	(1L<<23)
地理图形类型 (SE_STORAGE_GEOGRAPHY_TYPE)	(1L<<15)
几何类型 (SE_STORAGE_GEOMETRY_TYPE)	SE_STORAGE_SPATIAL_TYPE
SQL 服务类型 (SE_STORAGE_SQL_SERVER_TYPES)	(SE_STORAGE_GEOMETRY_TYPE SE_STORAGE_GEOGRAPHY_TYPE)

EFLAGS 列的掩码值是通过图层的几何类型属性、存储类型属性和其他图层属性进行位运算得到的。通过分析表 2 中可以发现, EFLAGS 二进制掩码值的第 28 位为“1”代表数据库中存储的数据类型是空间数据类型; EFLAGS 二进制掩码值的第 8 位为“1”代表的图层属性是双精度坐标。存储的几何类型的掩码可以参考表 1。通过这些图层属性的掩码进行位运算即可得到 EFLAGS 值。

表 2 EFLAGS 值与空间数据表存储的几何类型的关系

空间数据表的名称	几何类型	坐标精度	数据库中的存储类型 (SE_STORAGE_SPATIAL_TYPE)	EFLAGS 值(二进制掩码值)
RAILWAY_L	简单线	双精度	空间数据类型 (SE_STORAGE_SPATIAL_TYPE)	134217864(1000 0000 0000 1000)
RCTLPT_P	点	双精度	空间数据类型 (SE_STORAGE_SPATIAL_TYPE)	134217858(1000 0000 0000 0010)
GATCON_P	点	单精度	空间数据类型 (SE_STORAGE_SPATIAL_TYPE)	134217730(1000 0000 0000 0010)
RESARE_A	面	双精度	空间数据类型 (SE_STORAGE_SPATIAL_TYPE)	134217872(1000 0000 0000 1001 0000)

SRID 列存储的是空间参考标识号。这里 SRID 的值为“3”，可以根据这个外键值在 SPATIAL_REFERENCES 表中找到该空间参考的具体参数。

```

(2) INSERT INTO SDE.GEOMETRY_COLUMNS
(F_TABLE_CATALOG, F_TABLE_SCHEMA,
F_TABLE_NAME, F_GEOMETRY_COLUMN,
G_TABLE_CATALOG, G_TABLE_SCHEMA,
G_TABLE_NAME, STORAGE_TYPE,
GEOMETRY_TYPE, COORD_DIMENSION,
MAX_PPR, SRID)
VALUES (NULL, 'SDE', 'RAILWAY_L', 'GEOM', NULL,
'SDE', 'RAILWAY_L', '2', '3', '2', NULL, '3');
    
```

其中 STORAGE_TYPE 的值为 2 代表 SDO_GEOMETRY, GEOMETRY_TYPE 的值为 3 代表 LINESTRING[9], MAX_PPR 在 ArcSDE 中不使用。

```

(3) INSERT INTO SDE.TABLE_REGISTRY
(REGISTRATION_ID, TABLE_NAME,
OWNER, ROWID_COLUMN,
DESCRIPTION, OBJECT_FLAGS,
REGISTRATION_DATE, CONFIG_KEYWORD,
MINIMUM_ID, IMV_VIEW_NAME)
VALUES ('256', 'RAILWAY_L', 'SDE', 'FID', NULL, '4',
'1383789157', 'SDO_GEOMETRY', NULL, NULL);
    
```

其中 REGISTRATION_DATE 存储的是注册该空间表的时间, 是从 1970 年 1 月 1 日开始的以秒为单位计数的数值。如果将该图层删除, 表中该空间表的记录依然存在, 但是用于存储空间表的注册属性 OBJECT_FLAGS 的值会发生变化。其中二进制掩码的第三位保存的就是空间数据表是否经过注册。如果该数据表已经注册, 该二进制位为“1”; 如果删除注册, 该二进制位为“0”。

```

(4) INSERT INTO SDE.COLUMN_REGISTRY
(TABLE_NAME, OWNER,
COLUMN_NAME, SDE_TYPE,
COLUMN_SIZE, DECIMAL_DIGITS,
DESCRIPTION, OBJECT_FLAGS,
OBJECT_ID)
VALUES ('RAILWAY_L', 'SDE', 'FID', '2', '10', NULL,
NULL, '0', NULL);
    
```

```

INSERT INTO SDE.COLUMN_REGISTRY
(TABLE_NAME, OWNER, COLUMN_NAME,
SDE_TYPE, COLUMN_SIZE, DECIMAL_DIGITS,
DESCRIPTION, OBJECT_FLAGS, OBJECT_ID)
VALUES ('RAILWAY_L', 'SDE', 'GEOM', '8', NULL,
NULL, NULL, '131076', '1115'); .....
UPDATE SDE.COLUMN_REGISTRY
SET SDE_TYPE = '2',
COLUMN_SIZE = '10',
DECIMAL_DIGITS = NULL,
DESCRIPTION = NULL,
OBJECT_FLAGS = '3'
WHERE TABLE_NAME = 'RAILWAY_L'
and OWNER = 'SDE' and COLUMN_NAME = 'FID'
and SDE_TYPE = '2' and COLUMN_SIZE = '10'
and DECIMAL_DIGITS IS NULL
and DESCRIPTION IS NULL
    
```

```
and OBJECT_FLAGS = '0'  
and ROWID = 'AAARVCAAGAAAACOAAD';
```

前面几条 INSERT 语句向 COLUMN_REGISTRY 表中插入空间表中各列的信息, 最后一条是使用 UPDATE 语句修改主键列 FID 所在记录的 OBJECT_FLAGS 字段的值. OBJECT_FLAGS 字段存储的是列的属性值, 是否具有行 ID 对应二进制值掩码第 1 位; 是否是由 ArcSDE 控制的行 ID 列对应第 2 位; 是否允许空值对应第 3 位. 从第 4 位开始则表示该列存储的数据的类型. 其可以表示的数据类型包括 Oracle LONG RAW 数据、BLOB 数据、CLOB 数据、ST_Geometry 几何数据、二进制几何数据和存储用户定义类型几何数据等.

2.3 使用 SQL 语句注册图层

综合以上分析, 用 sdelayer 命令对空间表进行注册, 主要是在 LAYERS 表、COLUMN_REGISTRY 表、GEOMETRY_COLUMNS 表和 TABLE_REGISTRY 表这 4 个 ArcSDE 系统表中插入记录. 由于 sdelayer 命令本身就是使用 ArcSDE API 实现的, 而 ArcSDE API 底层的操作就是使用的 SQL 语句^[10]. 所以可以使用 SQL 语句代替 sdelayer 命令对空间表进行注册. 基于上述研究成果在 Oracle 数据库服务器上建立了用于注册和删除注册的存储过程, 在客户端实现了对 ArcSDE 图层的注册.

3 结论

本文使用 LogMiner 工具对 sdelayer 的图层注册命令进行了跟踪记录, 并对得到的 SQL 记录进行了分析, 提出了一种新的基于 SQL 语句的图层注册方法. 与传统的图层注册方法比较, 这种注册方式容错性、安全性、效率得到了很大提高. 在实际使用中, 使用基于

SQL 语句的图层注册方法能够很好的适应网络环境下 Oracle Spatial 中海量空间数据向 ArcSDE 的图层注册, 实现了 Oracle Spatial 空间数据向 ArcGIS 平台的快速转换.

参考文献

- 1 李颖,徐进,李家,张安民,卫国兵,杨龙.利用 ArcGIS 转换 HPD 源数据库中航海物标空间数据.测绘科学,2013,38(5): 141-142
- 2 梁鸿,丁仁伟,郑红霞.Oracle Spatial 空间数据库的设计及应用.测绘科学,2005,30(3):91-93
- 3 丁明雷.基于 GIS 的长江航道测绘成果数据管理与应用系统的研究和实现.长沙:中南大学,2012.
- 4 ESRI. What is a query layer? <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//00s50000000n000000>. [2014-01-22].
- 5 ESRI. Administering ArcSDE for Oracle. <http://resources.esri.com/help/9.3/geodatabase/pdf/oracle.pdf>. [2014-01-22].
- 6 ESRI. Esri-Supported Open Geospatial Consortium? and ISO/TC211Standards.<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/supported-ogc-iso-standards.pdf>. [2014-01-22].
- 7 Open GIS Consortium. OpenGIS Simple Feature Specification for SQL. 1999. 20-21.
- 8 梁为,凌怀新,张晓刚,潘久辉.基于 Oracle 的日志分析器.计算机应用,2003(7):121-126.
- 9 ESRI. ArcSDE SDK 10 C and Java API. <http://help.arcgis.com/en/geodatabase/10.0/sdk/arcscde/concepts/geometry/dbschema/dbschema.htm>. [2014-01-22].
- 10 芮小平,杨建宇,梁艳萍.基于 ArcSDE C API 的 ArcSDE 客户端实现方法.物探化探计算技术,2005,27(4):338-342.