



Oracle Spatial and Graph: 高级数据管理

ORACLE 白皮书 | 2014年9月



ORACLE®

目录

引言	1
空间特性概述	3
矢量性能加速	3
参数曲线支持	3
Locator 运算符和函数改进	3
矢量几何函数	3
地球全貌几何模型，以提供大地坐标支持	4
投影和坐标系	4
空间聚合	4
线性参考支持	5
GeoRaster 支持	5
GeoRaster 增强功能	6
3D 数据类型支持	8
3D 增强功能	8
拓扑数据模型	8
空间分析函数	8
地理编码	9
地理编码增强功能	9
路由引擎	9
路由增强功能	10
空间 Web 服务	10

空间 Web 服务增强功能	10
网络数据模型图形特性概述	11
建模特性：	11
网络分析特性：	11
NDM 增强功能	12
特征建模和分析	12
带时间的网络建模；多模传输路由	12
RDF 语义图形特性概述	12
存储、加载和数据操作	12
原生推断	13
在 Oracle 数据库中查询 RDF 图形	13
以 RDF 三元组形式查看关系数据	13
RDF、XML、JXON 和关系互操作性	13
细粒度的安全性	13
图形分析	14
文档的语义索引	14
高级性能和可伸缩性	14
Oracle Exadata 数据库云平台	14
Oracle Database 12c 中支持的企业特性	15
空间索引的分区支持	15
并行创建索引	15
并行加载、查询和推断	15
复制	16



数据库工作区和长事务	16
Oracle Multitenant 支持	16
开放标准	16
Oracle Spatial and Graph 合作伙伴	17
总结	18
附录： Oracle Spatial and Graph 12c 新特性	19
Oracle Database 12c 定位特性	19
空间特性	19
网络数据模型图形 (NDM) 特性	19
RDF 语义图形特性	20

引言

Oracle Spatial and Graph 是 Oracle Database 12c 企业版的一个选件，它包括用于管理和分析地理空间数据、基于位置的数据和图形数据的高级特性。Oracle Spatial and Graph 以前称为 Oracle Spatial 选件，新名称突出了其现有的图形功能，包括业内现有最强健、成熟的数据库图形技术。

地理空间数据特性旨在支持地理信息系统 (GIS)、企业应用程序以及支持定位的业务和 Web 应用程序中最复杂的要求。它使用更高级的空间分析和处理功能扩展了 Oracle 数据库中的 Locator 空间查询和分析特性。这些地理空间数据特性包括对 GeoRaster（用于地理参考图像和网格数据）、拓扑结构、3D（包括不规则三角网 (TIN)）和点云（支持 LIDAR 数据）以及线性参考等高级模型和类型的原生支持。还提供了地理编码、路由引擎和符合开放地理空间联盟 (OGC) 和 ISO 标准的空间 Web 服务。这些高级特性为许多领域的地理空间应用程序提供了完备的平台，包括国防、土地管理、零售、保险和金融等领域。

Oracle Spatial and Graph 提供两种图形数据模型：网络数据模型图形 (NDM) 和 RDF 语义图形。NDM 是一个属性图形模型，用于对交通运输、物流和公用事业等行业中使用的物理和逻辑网络进行建模和分析。NDM 持久管理数据库中的网络连接性，而 Java API 提供快速的内存中图形分析，包括：最短路径、最近邻居、成本限制、可达性。RDF 语义图形支持万维网联盟 (W3C) 资源描述框架 (RDF) 标准。它提供了常用于各种应用程序（从语义数据集成到社交网络分析和链接开放数据应用程序）的 RDF 数据管理、查询和推断。Oracle Spatial and Graph RDF 支持已成为业内领先的开放式、可伸缩的安全 RDF 数据库。

Oracle Spatial and Graph 空间功能是数据库内核的一部分，因此地理空间和图形部署可原生利用 Oracle 数据库特性来实现可伸缩性、安全性、分区和并行性。它们利用 Oracle Exadata 数据库云平台的处理能力和带宽，实现了高出以往最高性能若干数量级的超强性能能力。

Oracle Spatial and Graph 12c 通过矢量性能加速显著提高了空间性能，对于最常用的空间函数和操作，矢量性能加速可以实现 50 倍的性能提升。Oracle Spatial and Graph 的 GeoRaster 特性具有并行栅格功能，可使栅格操作比以前的版本快 3 至 100 倍。

此外，Oracle Spatial and Graph 12c 还增加了适合多种不同领域应用程序的特性，通过将复杂空间和图形逻辑移入数据库，减少应用程序逻辑和支持实际分析。支持参数或自由格式曲线。路由引擎支持高级卡车路由。网络数据模型自动将实际特征与图形元素关联，并支持基于时间的属性和多模最快路径计算。GeoRaster 添加了虚拟拼图、更多分析和图像处理、更全面的 Java 支持和基于 GDAL 的 ETL 向导。RDF 语义图形包括关系数据的 RDF 视图、更广泛的推断功能、最新的 SPARQL 支持、RDF 空间数据支持以及图形分析和统计支持。附录列出了 Oracle Spatial and Graph 中的主要新特性。

本白皮书概述了 Oracle Spatial and Graph 12c 中的各种特性。有关 Oracle 数据库和 Oracle Spatial and Graph 中空间特性的列表，请参阅“Oracle Spatial and Graph 空间开发人员指南”中的“附录 B”。

Oracle Spatial and Graph 完全集成了 Oracle 数据库的性能、可伸缩性和安全性，使其成为市场上最先进的、可用于企业级部署的空间和图形数据库平台。

空间特性概述

矢量性能加速

矢量是二维和三维顶点集，例如描述几何体（如点、线、多边形、面和立体）的纬度、经度和高度。几何体通常表示实际对象。矢量运算评估几何体之间的空间关系，包括距离内、最近邻居和各种几何体交互，如相切、相交、包含、覆盖、相距和围绕几何体生成缓冲区。

Oracle Spatial and Graph 12c 矢量加速功能显著提升了矢量运算的性能。矢量加速不仅增强了计算算法，还对 CPU 和内存进行了增强，从而提高了函数和空间运算符辅助过滤操作中创建空间索引和几何计算的性能。Oracle Spatial and Graph 矢量性能加速基于 Locator 的总体改进（如下节“Locator 运算符和函数改进”所述）而构建。

参数曲线支持

Oracle Spatial and Graph 12c 支持二维和三维参数曲线，也称非均匀有理 B 样条 (NURB)。Oracle 数据库空间类型 SDO_GEOMETRY 现在支持自由形式曲线的精确数学表示，可以精确复制。NURB 用于简化公路、高速公路和铁路的设计和建模。

Locator 运算符和函数改进

Oracle Database 12c Locator 特性在作为 Oracle Spatial and Graph 组成部分的 SDO_GEM 软件包中包含以下函数：RELATE、DIFFERENCE、INTERSECTION、UNION、VOLUME 和 XOR。Locator 还包含空间聚合函数 SDO_AGGR_UNION。

对于大多数常用定位操作，Oracle Database 12c 执行 ANYINTERACT、INSIDE、DISTANCE、WITHINDISTANCE 和 VALIDATEGEOMETRY 运算符的性能比以前版本最多快 40 倍。地理空间函数 relate 和 validate 的算法比先前版本快 4 到 5 倍。

Oracle Spatial and Graph 12c 矢量性能加速构建于 Oracle 数据库在以下领域对所有 SDO_GEOMETRY 运算实现的总体改进上：索引元数据缓存、并发更新机制和优化空间谓词选择性和成本函数。

通过这些优化，可以更高效地使用 CPU、内存和分区，从而大幅提高查询性能。例如，内部测试结果显示，对于非大地点数据和多边形查询窗口，查询性能最多比先前版本快 100 倍。

矢量几何函数

除了 Locator 中的函数，Oracle Spatial and Graph 还提供了 400 多个函数，以执行几何计算，如多边形面积、长度或周长。例如，使用这些函数确定围绕给定某区县的所有区县的总面积、州际高速公路的长度或某省边界的长度。

其他函数生成新的几何体，如缓冲区、合集、交集等。例如，可以使用它们定义销售区域：围绕所有销售处创建一个 5 英里的缓冲区，标识代表两个销售区域合集的新几何体，或找到两个销售区域之间的交集。

其他函数包括内部点、凹壳，以及通过 Delaunay 三角剖分生成不规则三角网。还支持对可传输表空间的跨字节序操作。

地球全貌几何模型，以提供大地坐标支持

地球全貌几何模型在执行大地数据计算时考虑到地球表面的曲度。因此，Oracle Spatial and Graph 函数返回投影和大地数据的准确长度和面积。它支持 30 多种最常用的距离和面积单位，包括英尺/平方英尺、米/平方米、千米/平方千米。

投影和坐标系

Oracle Spatial and Graph 为管理坐标系和投影提供了全面的工具，以便有效、准确地表示和集成空间信息。支持 4000 多个常用映射坐标系；用户还可以定义新的坐标系。Oracle Spatial and Graph 还提供在不同坐标系之间隐式和显式转换数据的支持 — 这使得可以在各坐标系之间对矢量对象进行显式地图投影转换。这些转换可以基于几何级别，也可以一次转换整个层。

坐标系支持基于欧洲石油调查组 (EPSG) 数据模型和数据集。虽然此行业模型是由石油和天然气行业创建的，但它具有标准化、扩展支持、灵活适应所有行业（一般来说，georaster 数据供应商和 GIS 用户）的优点。

Oracle Spatial and Graph 支持 3D 坐标系，这些坐标系包括高度即“z”坐标，还包括经度和纬度即投影 x、y 坐标（根据需要）；还支持栅格的重新投影。

空间聚合

SQL 早就有聚合函数了，用于对 SQL 查询结果进行聚合。Oracle Spatial and Graph 聚合函数对一组输入几何体执行指定的聚合操作，并返回一个几何对象。例如，以下语句返回从田纳西州所有各县生成的田纳西州州边界：

```
select sdo_aggr_union(sdoaggrrtype(geom,0.5)) state  
from geod_counties  
where state_abrv='TN';
```

其他受支持的聚合函数还包括 union、centroid 和 convex hull；用户还可以定义其他聚合函数。使用空间聚合可提高性能、简化编码。

线性参考支持

Oracle Spatial and Graph 可以使用线性几何体上的指定线段存储和关联属性和事件。属性和事件与几何体分开，单独存储在表中，不必在属性表中重复几何体。线性参考经常用于交通运输、公用事业和电信行业。

还包括用于操作线性参考几何体的函数，如沿着线性特征定位点、剪切一段线性特征（动态分段）、给定点贴合线性特征上最近的点，以及标准几何体和线性参考几何体之间的转换。Oracle Spatial and Graph 12c 线性参考系统函数支持 3D 大地数据。

GeoRaster 支持

几何体可以用矢量或栅格表示，也可以同时用两者来表示。图像处理系统通常将栅格数据称为 [图像](#)，例如，卫星图像和航空照片中的数据。GIS 中使用的栅格数据通常称为 [网格数据](#)。Oracle Spatial and Graph GeoRaster 可以存储、检索、查询、分析和提供栅格图像 和 [网格数据](#) 及其相关元数据。GeoRaster 通过将位置值指定给覆盖栅格的单元矩阵并将单元存储为一个数组，将位置与栅格中的几何体相关联。

GeoRaster 存储多维网格层和数字图像，它们以地球表面上的位置（地理参考）或本地坐标系作为参考。如果数据是地理参考的，对于图像中的单元用户可以在地球上找到相应位置，反之亦然。GeoRaster 拥有各种数据类型和一种对象-关系模式，以支持各种行业的栅格处理和分析，包括环境监测和评价、地质工程和勘探、自然资源管理、国防、应急响应、电信、交通运输、城市规划和国土安全等行业。

GeoRaster 的加载和原生存储灵活、经济高效并且性能出色。支持 GeoTiff、JPEG 2000 和 Digital Globe RPC 文件格式以用于加载和导出 GeoRaster 对象。JPEG 文件不必解压即可加载。Oracle SecureFiles 提供透明的无损压缩。此外，还可以使用 JPEG 基准（有损）和 DEFLATE（无损）等 GeoRaster 特定的行业标准图像压缩技术，开放的插件架构还允许使用其他第三方压缩技术。自动块大小优化为 GeoRaster 选择块大小，从而最大程度地减少存储同时优化检索和处理。GeoRaster 通过堆叠支持不同大小和分辨率的栅格图像和栅格数据，通过平铺支持非常大的图像。支持三种交错以优化对栅格中数据的访问。

GeoRaster 具有快速、先进的图像处理。并行处理可加速执行 SQL 和 GeoRaster 过程。GeoRaster 对图像和栅格变换及操作使用行业标准的重新采样和插值方法。支持栅格重新投影到 4,000 多个坐标系。支持 2D 或 3D 地面坐标与 2D 单元坐标之间的变换，反之亦然。可以使用 GeoRaster 灵活的函数拟合多项式地理参考模型来对非校正图像（在几何上未修正，无法实现等比缩放）进行地理参考。基于地面控制点的地理参考根据某个坐标已知的点来在栅格中建立坐标。查询中基于不规则多边形的剪切返回 GeoRaster 对象的精确子集。网格点插值在单元之间或之内的空间位置推断值。可以使用位图遮罩对图像内不规则形状的区域进行定义。

GeoRaster 简化了开发，易于使用并且便于管理。GeoRaster DML 触发器由系统自动创建和监视。用户可以监视对 GeoRaster 系统数据的资源密集型操作。支持部分栅格更新。支持使用 GeoRaster 模板开发 GeoRaster 应用程序，如用于处理 GeoRaster 对象的提取、转换和加载 (ETL) 工具以及图像处理系统。统计分析函数可以动态计算 GeoRaster 对象的全部统计值，也可以动态计算各个统计值。由于能够将多个级别或多个层的不同 GeoRaster 对象合并成一个 GeoRaster 对象，因此支持图像分类、时间序列分析和栅格 GIS 建模。支持使用 Oracle 数据库的工作区管理器特性进行栅格数据版本控制，以及使用 Oracle Label Security 保证栅格数据行级安全性。

Java API 支持查询、操作和栅格管理。它还支持开发 ETL 工具、Web 应用程序和栅格处理应用程序 — 简化了使用、访问和操作 Oracle 数据库存储的栅格和网格数据集的 Java 应用程序的开发。

所有领先的第三方 GIS 和图像处理工具供应商都支持 GeoRaster 数据类型。该数据类型还得到地理空间数据抽象层 (GDAL) 的支持，GDAL 是可用于栅格数据的、行业领先的开源地理空间 ETL 工具和 API。GDAL 原生支持 50 多种栅格格式与 SDO_GEORASTER 之间的导入和导出。GDAL 是支持大文件的高性能 C++ 工具。它包括访问 GeoRaster 的 C/C++、Java 和 Python API；用于转换栅格格式、包装栅格、由 DEM 栅格生成轮廓以及许多其他栅格操作的实用程序。

GeoRaster 增强功能

Oracle Spatial and Graph 12c 的 GeoRaster 功能得到显著增强，其性能、数据可管理性、可用性和安全性特性均有大幅提升。

虚拟拼图支持

Oracle Spatial and Graph 12c 包括虚拟拼图支持。虚拟拼图定义为地理参考 GeoRaster 对象的任何大型集合，无论校正还是未校正，其来自视为单一 GeoRaster 对象的一个或多个 GeoRaster 表或视图。虚拟拼图可以是一个或一系列 GeoRaster 表、带 GeoRaster 列的数据库视图、或生成一个 GeoRaster 对象集合的 SQL 查询语句的 CURSOR。虚拟拼图可以包含无限数量的图像，且整个 GeoRaster 数据库可以视为一个虚拟拼图。用户可以发出一条调用，基于感兴趣的区域（即子集化或裁剪）查询虚拟拼图，并以具有不同分辨率的不同坐标系请求裁剪的图像。空间查询可以动态从可能校正和拼缝在一起或拼接的虚拟拼图的不同表请求不同图像，而不必产生持久保存的物理图像。这种灵活模式使得无需在查询之前对图像进行预处理，简化了可视化的交付，并可节省磁盘空间。

栅格代数和分析

Oracle Spatial and Graph 12c 支持处理单个栅格单元或像素的栅格代数操作，以从两个或更多栅格层生成新的地图。栅格代数操作使应用程序能够实现高级分析算法，如归一化差值植被指数 (NDVI) 和穗帽变换 (TCT)。栅格操作性能也显著加快，并可并行操作以使大型数据集的速度提升 100 多倍。

增强图像处理

Oracle Spatial and Graph 12c 还有其他图像处理功能。这些功能包括图像校正、正交化、图像拉伸、图像分割、图像更新和追加、高级拼图、大型虚拟拼图以及动态空间查询。

现在更多图像处理可以在服务器而不是在客户端中处理，且有些处理是并行的。这使得可以在更大的规模使用大型数据集以提高图像处理的性能，大型数据集随着更多栅格数据变得可用而越来越多地用于政府和商务应用程序。

Java API 增强功能

Oracle Spatial and Graph 12c 的 GeoRaster Java API 支持地面控制点 (GCP) 存储和操作、GCP 地理参考、重新投影、网格插值和 getCellValue 等特性。以前只有 PL/SQL API 支持这些特性。

通过这些增强功能，Java 开发人员可以更多地利用 Oracle Spatial and Graph GeoRaster 数据管理特性。

元数据内容

Oracle Spatial and Graph 12c 支持关系栅格数据表 (RDT) 以允许用户在其元数据中指定默认 alpha 通道和金字塔层。它包括重新采样算法，该算法支持在许多操作中指定分辨率单元和并行处理，它还增加了其他加载和导出功能。

有关 GeoRaster 的更多信息，请参阅 Oracle 技术网上 Oracle Spatial and Graph 页面中的单独白皮书¹。

用于并发批加载和导出的基于 GDAL 的 ETL 向导

Oracle Spatial and Graph 12c 包括随数据库一起安装的 GDAL 库。

提供了一个 ETL 向导式工具，以便使用 GDAL 自动执行和支持对各种图像和栅格文件的并发批加载和导出。该工具可以批量、并发加载和导出大量栅格和图像文件。它定义了一个 XML 模式，并提供图形用户界面以创建 XML 格式的加载和导出描述文件。每个描述文件描述如何将一系列栅格文件批量加载或导出到 GeoRaster，或从 GeoRaster 批量加载或导出。创建 XML 描述文件之后，可以使用该工具调用多个描述文件以批量方式并发加载和导出栅格文件。任何运行时故障都会被捕获和记录，但不会停止批加载或导出过程。此工具支持 GDAL 所支持的所有栅格格式。

3D 数据类型支持

Oracle Spatial and Graph 提供 3 维 (3D) 数据的原生存储、查询和检索，包括点、线、面、不规则三角网 (TIN)、栅格替代和点云。还提供了 3D 数据的空间 R 树检索、SQL 运算符和分析函数。

超大 3D 数据集（如城镇模型、点云和地形模型）可以按开放 Oracle 3D 数据类型存储和管理，具有安全性、可伸缩性和高性能。3D 数据集常用于城镇规划和设计、政府、国土安全、军队、油气勘探、交通运输工程、游戏和模拟、地理工程、医疗应用、业务智能（例如房地产和广告）及基于 LIDAR 的地图制作。

Oracle Spatial and Graph 提供了 3D 数据的建模、可视化和模拟基础架构。一组元数据表描述主题、场景、纹理、视点、光源、非地理数据及用于 3D 内容可视化的其他元素。这种元数据支持允许通过统一方法将所有 3D、栅格、矢量和非几何数据合并到一个统一的可视化框架。可以将信息按逻辑分为各个主题，以简化 3D 应用程序的开发、分析、使用和维护。

3D 增强功能

Oracle Spatial and Graph 12c 拥有更丰富的 3D 和点云分析和可视化。如前所述，支持 3D 参数（自由格式）曲线。Java API 内存中函数支持 3D 投影和大地几何类型。在计算两个 3D 点之间的距离时结合考虑这些点的高度。3D 可视化和分析工具可以利用元数据视图来实现 3D 主题、场景和视图框。支持点云和 TIN 堆叠，以支持在不同粒度级别可视化。轮廓线可以从点云生成。2D 点可以投影到 TIN，以确定点高度。线性参考系统函数支持 3D 大地数据。

拓扑数据模型

Oracle Spatial and Graph 包括将拓扑持久存储在 Oracle 数据库中的数据模型和模式。当存在高度特征编辑和强烈要求跨地图和地图层的数据完整性时，这非常有用。对于相邻、连接和包含等关系，基于拓扑的查询的执行速度通常比替代物更快。土地管理（地籍）系统和空间数据提供程序可受益于这些功能。

应用程序开发人员和 DBA 可以使用 Oracle 数据库的一个特性 — 工作区管理器来控制 Oracle Spatial and Graph 拓扑数据模型中存储的拓扑版本。支持对数据库中的持久性拓扑执行特征级空间事务。特征插入或更新作为单一操作执行，简化了更新和维护拓扑数据集的过程，并简化了应用程序逻辑。

空间分析函数

Oracle Spatial 支持在 Oracle Advanced Analytics 的一个组件 — Oracle Data Mining (ODM) 中执行空间分析和挖掘。ODM 允许从数据库自动发现知识，如发现各种数据属性之间的隐藏关联、基于一些样本对数据进行分类，以及聚类以识别内在模式。

空间数据可以物化以包含在数据挖掘应用程序中。特定位置的数据常常受到相邻位置数据的影响。

Oracle Spatial and Graph 中的空间分析和挖掘特性允许用户通过以下方式利用此类空间关联：

- » 将数据归入区域 — 确定一定年龄或收入类别的美国东南部客户更可能偏好普通汽水还是低糖汽水
- » 物化空间关联（相邻影响）— 评估房屋价值时调查邻近类似房屋的价值
- » 同位挖掘 — 确定如果一家比萨连锁店设址于一家音像店旁，那么是否会获得更高的销售额
- » 空间聚类 — 确定哪些地区犯罪率高，决定增加警力的位置
- » 位置预测 — 基于生活在每个社区的患者人口确定开设新医院的最佳位置

有关空间分析函数的更多信息，请参阅 Oracle 技术网上 Oracle Spatial and Graph 页面中的白皮书。

地理编码

地理编码是关联地理参考（如地址和邮政编码）与位置坐标（经度和纬度）的过程。Oracle Spatial and Graph 提供了全面的地理编码功能。它提供了国际地址标准化、对兴趣点 (POI) 进行地理编码并将其与 Oracle 数据库中存储的地理编码数据相匹配、反向地理编码、地理编码批处理及其他地理编码功能。其独特的非解析地址支持为客户应用程序提供了极大的灵活性和方便。提供适用于地理编码的 SQL、Java 和 XML API，且可将其部署在中间层（Oracle 融合中间件）或数据库服务器层。

示例数据可在线获取。支持 Oracle Spatial and Graph 格式的数据集也可从领先的数据提供商获取。有关更多信息，请访问 Oracle 技术网上的 Oracle Spatial and Graph，然后导航至 Partners 选项卡。

Oracle Spatial and Graph 地理编码支持基于插值的标准地址地理编码和基于点的地理编码，其中数据集包括地址、交叉点和兴趣点的准确位置。基于点的地理编码日益流行，因为它允许获得更精确的结果，并可用于无法插值的情况。

地理编码增强功能

Oracle Spatial and Graph 12c 地理编码包括对没有地址范围的国家/地区的点地址地理编码支持，以及对地址使用多种语言的国家/地区的语言支持。执行反向地理编码时无需指定国家/地区代码。

路由引擎

路由引擎提供预先地理编码的地址之间或位置之间的驾驶距离、时间和方向。Oracle Spatial and Graph 路由引擎以 Java 客户端库的形式提供，它可以轻松部署在 J2EE servlet 容器中。它支持首选最快或最短的路由，并提供汇总和详细的驾驶方向，以及沿街道网络从一个位置到多个目的地的时间和距离。它还提供十多个西欧国家/地区地址之间的驾驶距离、时间和方向，包括德国、英国和法国，以支持物流、交通运输和基于位置的服务应用程序。

示例数据可在线获取。支持 Oracle Spatial and Graph 格式的数据集也可从领先的数据提供商获取。有关更多信息，请访问 Oracle 技术网上的 Oracle Spatial and Graph 页面，然后导航至 Partners 选项卡。

路由引擎以西欧语言提供驾驶方向，包括德语、法语、西班牙语和意大利语。对于要求转向特定的兴趣点数据的定位服务应用程序，可以生成转向特定的几何体。计算路线可以作为各点之间的关系集的形式返回，以便能够用于进一步分析。

路由增强功能

Oracle Spatial and Graph 12c 路由引擎支持高级路由应用程序（如卡车特定的路由）所要求的限制和条件。它可以基于道路、重量、高度、时段和适用于商务和物流应用程序的其他条件和逻辑转向限制，提供卡车特定的路由。它可以基于卡车速度限制（经常不同于轿车时速限制）计算驾驶时间。它还可以提供有关卡车服务的信息，如沿途称重站和卡车停车点。最后，它还可以处理路线几何体中涉及两条以上多叉路点的逻辑转向限制。对于物流和卡车路由应用程序，这些增强功能将产生更精确的结果。

空间 Web 服务

Oracle Spatial and Graph 提供了 Web 服务平台以访问、整合、发布和部署地理空间服务，包括用于地理编码、路由、映射、业务目录、目录、地理空间特性事务的服务。Oracle Spatial and Graph 与 Oracle 数据库和 Oracle 融合中间件紧密集成，为面向事务性服务的架构平台提供企业级安全性。它们提供了安全性，包括授权、身份验证和传输机密性及完整性。

Oracle Spatial and Graph 自若干版本以前就开始支持开放地理空间联盟 (OGC) 和 ISO TC211 标准。它在各种客户端技术和平台上支持以下基于 XML 的地理空间 web 服务标准：OGC OpenLS 1.1、Web Feature Service – Transactional (WFS-T) 1.0、Web Feature Service 1.0 和 Catalogue Service 2.0。

Oracle Spatial and Graph 包括全面支持不加限制地通过 SQL 对 WFS-T 特性表执行数据库事务。它还支持工作区管理器版本控制和 WFS 特性表。提供 Java 和 PL/SQL 客户端 API。

空间 Web 服务增强功能

Oracle Spatial and Graph 12c 提供了适用于 Web Feature Server 1.1 的基于 Web 的管理控制台。这是一个菜单驱动的用户界面，简化了空间层在 Web Feature Server 1.1 中的注册。它允许用户浏览现有空间层，使得 DBA 无需运行 PL/SQL 脚本即可发布空间层。它包括有关配置和使用 WFS 的教程，并包括 WFS 查询的示例请求和响应页面。该用户界面还可以用作其他 WFS 服务器的客户端。

网络数据模型图形特性概述

Oracle Spatial and Graph 网络数据模型 (NDM) 将常规网络或属性图形数据结构持久存储在 Oracle 数据库中。它显式存储和维护网络连接并提供网络分析功能，包括最短路径、最近邻居、成本限制和可达性。需要网络解决方案的应用程序包括交通运输、公用事业以及石油和天然气。

NDM 有一个 PL/SQL API 用于管理数据库中的网络数据，以及一个 Java API 用于执行网络分析及创建和应用网络约束。

Oracle Spatial and Graph NDM 用户可以借助大于可用内存的网络受益于内存中分析的速度。NDM 支持将大型网络分区到可管理子网络，并可根据需要将网络分区自动加载到内存以执行有效的内存中分析。还提供分区实用程序。

NDM 与 Oracle Spatial and Graph 地理编码和路由引擎集成；使用这些特性的应用程序可以使用 NDM 函数执行分析。NDM 支持来自 Nokia (Navteq) 的 Oracle 交付格式 (ODF) 的商用街道网络数据。

NDM 包括一些满足公用事业网络、物流、交通运输和其他基于网络的应用程序要求的建模和分析特性。

建模特性：

- » 对链路上的任意点进行建模和表示以用于所有分析函数，如街道网络中的特定地址，可以使用有关节点和链路的任意数量的属性。
- » 部分链路路径（子路径）建模。
- » 定制链路和节点属性：如成本。
- » 使用多个链路和节点属性（如距离/时间/跳跃成本）执行路径分析。
- » 基于适合应用程序的量度对逻辑网络（例如，社交和生化路径网络）进行分区。

网络分析特性：

- » 计算连接给定节点集的最短路由。
- » 生成一个多边形，代表以特定成本从给定节点可达到的区域。典型应用程序是生成驾驶时间和驾驶距离多边形。
- » 在层级结构网络上生成最短路径，其中链路按属性（如高速公路、本地公路）分配优先级，以支持诸如查找两个地址之间尽可能优先采用高速公路而不是本地公路的路由的查询。
 - » 基于网络成本计算缓冲区；缓冲区表示包含覆盖面积和成本信息。
 - » 计算两个节点之间的 K 条最短路径。

NDM 包括一个使用 JSP 和 Java 文件的示例，以便应用程序开发人员快速、轻松地使用 NDM 中存储的数据部署路由和其他网络分析。用户可以在 web 浏览器中以可视化方式查看分析结果。该示例使用 Nokia ODF 网络数据，并使用 NDM 按需加载 API、Oracle 融合中间件 MapViewer 以及 Oracle Spatial and Graph 地理编码引擎。

请从 oracle.com/technetwork/database/options/spatialandgraph/spatial 上的 Oracle 技术网下载该示例。

NDM 增强功能

Oracle Spatial and Graph 12c NDM 特性和时间建模增强通过将复杂空间逻辑移到数据库而简化了应用程序开发，并支持实际分析。

特征建模和分析

Oracle Spatial and Graph 12c NDM 通过提供将特征表示与网络元素相关联的特征分析函数，简化了特征编辑和分析。特征建模衔接了实际的具体关注对象和抽象的网络元素。

特征建模通过将实际对象与网络元素相关联简化了应用程序开发。例如，如果公用事业网络应用程序需要查找变电站遇到电力故障时受影响的家庭，则有必要将应用程序特征（变电站、输电线和变压器）与网络元素（链路和节点）相关联。特征建模通过特征元数据维护这些关系，简化了应用程序开发和维护。

带时间的网络建模；多模传输路由

Oracle Spatial and Graph 12c 添加了对具有时间维度的网络建模的支持。用户可以将时间属性与节点和链路相关联，并在网络分析查询中指定时间输入。

大多数实际网络都有时间元素。公路段上的行驶时间随时段而变化。根据季节需求和时间段的不同，公用事业网络会遇到不同的需求负载。分析和规划应用程序可以受益于对实际条件更准确的表示。NDM 支持如查找指定时段的最快行程路线等查询。NDM 支持对多模交通网络进行建模，并在多模交通网络上计算最快路径。

有关 Oracle Spatial and Graph 网络数据模型的更多信息，请参阅 Oracle 技术网上 Oracle Spatial and Graph 页面中的白皮书。

RDF 语义图形特性概述

Oracle Spatial and Graph 的 RDF 语义图形特性（以前称为语义技术）提供高级语义数据管理。通过对万维网联盟 (W3C) 标准的原生支持 — RDF 和 OWL 是表示和定义复杂的语义相关数据的标准，SPARQL 是专门针对图形分析设计的查询语言 — 应用程序开发人员将受益于行业领先的开放式、可伸缩的图形数据平台，该平台与 Oracle 数据库相集成，实现了可伸缩性、安全性、高性能和高可用性。对于健康科学、金融、媒体和智能社区中常见的新型社交网络和链接数据应用程序，图形日益成为核心。RDF 语义图形包括：存储和加载 RDF/OWL 数据和本体；使用 OWL 2 和用户定义的规则进行推断；以及 SPARQL 1.1 查询和更新。

存储、加载和数据操作

RDF 语义图形有着久经考验的可伸缩性，其伸缩性可达 540 多亿三元组（LUBM 200K 基准测试），可以扩展到 8 PB 三元组。它支持对 RDF/OWL 模型进行所有标准数据库加载、存储和数据处理操作。

每个 RDF 模型包含一组主体-对象-关系三元组，形成各边有方向、带标签的图形。边是连接主体节点和对象节点的链接（或关系），并以谓词（属性）标记。空间利用高效的存储最高可节省 60% 的磁盘空间，从而实现了可伸缩且高效的加载、查询和推断。

原生推断

RDF 语义图形通过使用 RDF、RDFS 和 OWL 2 RL 和 EL 配置文件的任意组合以及用户定义的规则提供原生、正向链接的持久推断，以实现专业化推断功能。它还提供了插件框架以支持第三方专业推理器。各种优化包括经优化的大型 owl:sameAs 集、对插入三元组后更新工作的增量推断，以及多核或多 CPU 架构上的并行推断。

Oracle Spatial and Graph 12c 支持基于阶梯的推断，确保使用正确的安全性标记新推断的三元组并已添加用户定义的推断。

在 Oracle 数据库中查询 RDF 图形

RDF 语义图形通过开源 Apache Jena / Joseki 和 Sesame 提供 SPARQL 1.1 端点 Web 服务和 Java API。还可以使用 SQL 查询 RDF/OWL 数据；Oracle SQL SEM_MATCH 表函数将 SPARQL 图形模式查询嵌入在 SQL 查询中。虚拟模型功能提供类似视图的特性，将模型组合起来以便查询。

Oracle Spatial and Graph 12c 中的 SEM_MATCH 表函数支持 SPARQL 1.1。支持 OGC GeoSPARQL 标准，以便在 RDF 图形中存储和查询空间数据。

以 RDF 三元组形式查看关系数据

可以基于 Oracle Spatial and Graph 12c 中的关系表、视图和 SQL 查询结果创建 RDF 视图。支持 W3C 规范以进行自动映射（称为直接映射）、自定义映射（使用 W3C R2RML 语言）和物化视图。RDF 视图以 RDF 三元组格式呈现关系数据，因此可以使用 SPARQL 查询，并可与其他链接数据和 RDF 图形连接以关联和促进企业数据集成。

RDF、XML、JXON 和关系互操作性

本体辅助 SQL 查询允许 SQL 查询通过将关系数据与组织数据的领域知识的本体相关联而从表数据提取更多语义完整的结果。

Oracle Spatial and Graph 12c 提供 SPARQL 网关特性，可以为支持 XML 数据源的可视化工具（如 Oracle 业务智能 (OBIEE)）以 XML 格式呈现 SPARQL 查询结果。可以 JXON 互操作性格式返回 RDF 查询结果。

细粒度的安全性

对 RDF 图形数据的默认访问控制是在模型级实现的。此外，支持使用 Oracle Label Security 选件的三元组级安全性，以实现最严格的安全级别。可以对各三元组和用户定义敏感性标签，从而对 RDF 模型中存储的各三元组的用户访问进行条件限制。

图形分析

Oracle Spatial and Graph 12c 支持 SPARQL 1.1 属性路径表达式，以查找任意长度路径中存在的图形模式并支持与网络数据模型属性图形内存中图形分析的集成，包括最短路径、可达性、成本限制和最近邻居。图形查询的结果可以用于 Oracle Advanced Analytics Data Miner 和 Oracle R Enterprise。

文档的语义索引

文档语义索引提供了一种索引类型，可对通过第三方自然语言处理器和批注器提取的非结构化文档、表数据和 URL 中的信息从语义上进行索引。语义索引的文档可以在标准 SQL 查询中使用 SEM_CONTAINS 运算符进行搜索。这些文档的搜索条件使用 SPARQL 查询模式来表达，对从文档提取的信息进行运算。

高级性能和可伸缩性

RDF 语义图形支持并行性、压缩、分区、Oracle Real Applications Clusters (RAC) 和 Oracle Exadata 数据库云平台，以实现企业级性能和可伸缩性。此功能所需许可包括：Oracle 数据库企业版、Oracle Spatial and Graph 选件和 Oracle Partitioning 选件。

Oracle Exadata 数据库云平台

集成系统提供高性能、高带宽和高度并行性以及巨大容量，来应对大量负载面临的挑战。Oracle Exadata 数据库云平台的性能与可伸缩性与 Oracle Spatial and Graph 的高级分析相结合，为最苛刻的应用程序提供了一个理想的平台。

Oracle Spatial and Graph 充分利用 Oracle Exadata 的平衡硬件和高度并行的架构。可实现比其他空间数据库服务器和解决方案快 150 多倍的性能。实际客户用例、测试结果及战略都取得了最高的大规模空间和图形计算以及数据提取性能。

Oracle Spatial and Graph 特性采用了集成设计，旨在原生利用 Oracle Exadata 的并行性、分区、索引和可伸缩性特性，而无需更改应用程序。Oracle Exadata 完全并行化的联接和聚合，以及 Exadata 存储服务器极高的 I/O 带宽和高性能，为 Oracle Spatial and Graph 提供了基于服务器的地理处理和图形应用程序所需的处理能力。OLTP 索引压缩可以压缩和提高空间和图形索引的内存驻留，从而提高了查询性能。Exadata 混合列压缩提高了大型空间和图形数据集以及推断中使用的规则集的内存驻留。

有关更多信息，包括使用 Oracle Exadata 和 Oracle Spatial and Graph 的客户用例、测试结果和战略，请参阅 Oracle 技术网上的 Oracle Spatial and Graph 页面。

Oracle Database 12c 中支持的企业特性

Oracle Database 12c 为组织的任务关键型应用程序提供了强大、可靠的支持。这些企业特性通过灵活的互联网部署架构、对象功能和强健的数据管理实用程序确保数据完整性、数据恢复和数据安全，从而丰富了 Oracle Spatial and Graph 功能。这种支持级别只能存在于企业数据库解决方案的同质环境中，不能在混杂基于外部位置的解决方案与传统企业解决方案的混合解决方案中有效复制，无论这两个组成部分看起来如何紧密集成。

Oracle Spatial and Graph 可充分利用扩展的数据库大小限制、高性能 VLDB 维护、实用程序、复制、地理空间数据的版本控制（工作区管理器）、更快速的备份与恢复以及分区。只有 Oracle 数据库中原生地理空间和图形数据类型的用户可以充分利用分区、复制、并行空间索引构建和查询，以及地理空间和图形驱动的多级安全性等特性。还可以利用所有 Oracle 实用程序（如 SQL*Loader），以简化迁移和帮助升级使用空间特性的应用程序。下面将介绍其中某些重要企业特性。

空间索引的分区支持

Oracle 数据库架构包括分区，即将单一逻辑表及其索引分解成一个或多个物理表，每个表都有自己的索引。与分区表关联的空间索引可以分区；范围分区是为空间索引而支持的分区方案。可以将 Oracle 数据库中的图形细分为模型，这些模型位于单独的分区中。

分区有显著提高性能、可伸缩性和可管理性的优点，包括以下内容：

- » 缩短长时间运行查询的响应时间；分区可以减少磁盘 I/O 操作。
- » 缩短并发查询的响应时间；I/O 操作在每个分区上并发运行。
- » 因为分区级的创建和重构操作，索引维护更轻松。
- » 能够在分区上重构索引，且不会影响其他分区上的查询。
- » 能够独立于其他分区针对每个本地索引更改存储参数。
- » 可以拆分、合并和交换分区。

并行创建索引

空间和图形索引以及索引分区可以并行创建。地理空间 R 树索引和图形 B 树索引创建可以细分为更小的任务，从而利用空闲的硬件（CPU）资源并行执行。对于某些空间数据集和索引类型和参数，并行创建索引可以显著提高索引构建性能并明显节省时间。对于大型非点数据集（常用于许多标准 GIS 应用程序），可表现出大幅性能提高。

并行加载、查询和推断

空间查询可以对分区空间索引并行运行，提高了“距离内”、“最近邻居”和“相关”查询的性能。性能可以通过调整用于执行查询的 CPU 数量进行伸缩。这有助于定位服务和土地管理应用程序，它们需要快速执行大量空间查询。RDF 图形数据加载、图形查询和推断操作也完全并行执行。

复制

Oracle GoldenGate 可以复制原生地理空间数据类型的数据。它支持 SDO_GEOMETRY、SDO_GEOASTER、SDO_TOPO_GEOMETRY。涉及地理上分散而逻辑上重复的网站的分布式系统，可以利用在多个数据库之间同步复制空间数据对象的功能。

注意：在 Oracle Database 12c 第 1 版中支持 Oracle Database Advanced Replication 多主配置，但已弃用，未来在第 2 版中将不支持此功能。仅在 Oracle 数据库企业版中提供。有关高级复制特性的详细信息，请参阅 *Oracle 数据库高级复制* 手册。以后使用 Oracle GoldenGate 替代高级复制的所有特性，包括多主复制、可更新物化视图、多层次物化视图和部署模板。

数据库工作区和长事务

Oracle 数据库的一个特性 — 工作区管理器，提供一个虚拟环境（工作区），允许在同一数据库中管理当前、建议和历史空间数据值。工作区可以共享并用于：隔离生产数据的更改集合，直至批准更改并将其合并到生产中；保留长期数据更改历史记录；以及基于通用数据集为“假设”分析创建多个数据方案。大多数 GIS 供应商都支持工作区管理器。

Oracle Multitenant 支持

Oracle Multitenant 是 Oracle Database 12c 的一个选件，支持在不更改应用程序的情况下对数据库进行整合。该选件专门针对云设计，允许将许多数据库当成一个来管理，同时保持各单独数据库的隔离和资源优化。多租户架构整合多个 Oracle 数据库（每个称为可拔插数据库），以运行在单一 Oracle 数据库软件（称为多租户容器数据库）实例下。在每个可拔插数据库（用户数据和元数据）及其多租户容器数据库（Oracle 元数据）之间强制实施架构分离。可拔插数据库与不在多租户容器数据库中的传统 Oracle 数据库兼容。

Oracle Spatial and Graph 在多租户架构中透明运作；空间和图形应用程序受益于一个多租户容器数据库的高效管理，以及多个可拔插数据库支持的分离与资源优化。

开放标准

Oracle 不懈地努力，以帮助形成、推动、实现和支持空间、定位服务和图形数据库领域的最新开放标准。Oracle 是开放地理空间联盟 (OGC) 的发起人和主要成员。Oracle 不仅是万维网联盟 (W3C) 的成员，还是各种技术工作组的积极投稿者和/或编辑，如 W3C RDF、SPARQL、OWL、RDB2RDF 工作组以及 OGC GeoSPARQL 工作组。

Oracle Spatial and Graph 的多个版本符合 OGC 的 Simple Features Specification for SQL 版本 1.1、Types and Functions Alternative；OGC OpenLS 1.1、Web Feature Service — Transactional 1.0、Web Feature Service 1.0 和 Catalogue Service 2.0。Oracle Spatial and Graph 还支持 SQL/MM 类型和运算符，如在 ISO 13249-3“信息技术 — 数据库语言 — SQL 多媒体和应用程序软件包 — 第 3 部分：空间”中所指定。与该标准中所定义内容相对应的 Oracle Spatial and Graph 运算符，以及 SDO_NN 和 SDO_WITHIN_DISTANCE 运算符，可用于 SQL Multimedia 根类型中所存储的数据。

RDF 语义图形支持 W3C 语义标准和 OGC GeoSPARQL 标准。支持的 W3C 规范包括：用于编写本体的 RDF、RDF Schema (RDFS)、SPARQL 1.1 查询语言、OWL 2 (RL 和 EL 配置文件) 知识表示语言、用于基于关系表创建 RDF 视图的 Simple Knowledge Organization System (SKOS) 和 RDB2RDF 规范 — 直接映射 (DM) 和映射语言 (R2RML)。支持 OGC GeoSPARQL 1.0 — 一种针对 RDF 数据的地理查询语言标准，以查询和分析 RDF 图形中存储的地理空间数据。

针对 Oracle Spatial and Graph 的标准符合性测试在持续进行中，随时可能公布与标准的最新版本或新标准的符合性结果。有关标准符合性的当前信息，请参阅 Oracle 技术网上的 Oracle Spatial and Graph 页面。

Oracle Spatial and Graph 合作伙伴

Oracle 建立并维护与领先的数据提供商、系统集成商，以及地理空间和图形工具、应用程序和服务提供商的积极合作伙伴关系。Oracle 长期致力于发展深入和广泛的合作伙伴关系，为用户提供了灵活性和最广泛的选择。开发人员和 IT 经理可以选择同类最佳的工具和应用程序，以满足其行业和组织特定的要求并快速部署可伸缩、安全的企业地理空间和定位服务解决方案。来自领先的数据提供商和系统集成商（包括地理空间和企业 IT 领域）的支持，为客户快速部署自定义解决方案以满足自身需求提供了多样的选择。

行业内所有使用最广的 GIS 软件技术都支持 Oracle Spatial and Graph。领先的地理空间数据供应商在全球范围提供 Oracle 空间格式的数据产品，世界各地的集成商在交付 Oracle 空间解决方案方面提供专业知识和经验。

RDF 语义图形特性直接与领先的第三方图形工具和应用程序以及 Oracle 业务智能和 Oracle Advanced Analytics 产品相集成。RDF 语义图形还支持领先的开源应用程序开发框架、Apache Jena 和 Seseme、相关的开源工具以及链接开放数据本体。

有关合作伙伴的完整列表，以及示例数据、免费下载及其他资源的链接，请访问 Oracle 技术网上的 Oracle Spatial and Graph 页面。

总结

Oracle Spatial and Graph 为 Oracle Database 12c 企业版提供了高级功能。它满足了传统地理空间领域客户的业务关键需求，如国防与情报、国土安全、土地管理、交通运输，以及其他需要定位和/或图形技术的广泛业务领域，包括金融、零售、生命科学、出版和媒体公司。Oracle Spatial and Graph 用户包括世界上最大的几个使用任务关键型、支持定位的企业系统的组织。客户和合作伙伴依赖 Oracle 为其空间和图形应用程序提供良好的性能、可伸缩性、安全性和易用性。所有领先的地理空间和定位服务供应商和系统集成商都支持 Oracle Spatial and Graph。

对于其地理空间或图形应用程序需要高级服务器端分析和处理的用户，Oracle Spatial and Graph 为他们提供了一个理想的解决方案。Oracle Spatial and Graph 为城市规划、国土安全或基于 LIDAR 的地图制作等领域的城市模型、点云和地形模型提供存储和管理。它还是一个支持地理空间的 web 服务平台，支持主要的基于 XML 的 OGC 标准。开放 GeoRaster 格式支持来自公共部门、国防和能源勘探领域的地理参考图像存储和管理需求。网络和拓扑数据模型可满足交通运输、公用事业、土地管理、生命科学和定位服务中的应用程序需求。服务器端地理编码器和路由引擎支持部署基于位置的服务，而空间分析函数可增强业务应用程序。

对于健康科学、金融、媒体和智能社区中常见的新型社交网络和链接数据应用程序，图形是它们的基础。RDF 语义图形模型为表示和定义元数据集成、社交网络分析以及文本挖掘和实体分析应用程序中常见的复杂的语义相关数据提供了一个开放、可伸缩的图形数据平台。它与 Oracle 数据库的分区、并行性、细粒度安全性和高可用性集成，以实现企业规模的图形应用程序。它支持存储和加载 RDF/OWL 数据和本体；使用 OWL 2、SKOS 和用户定义的规则进行推断；以及在 Oracle 数据库中 SPARQL 图形模式查询和更新。

Oracle Database 12c 包括 Oracle Spatial and Graph 增强，可支持更全面的客户需求，简化应用程序开发和提升性能。Oracle Spatial and Graph 12c 矢量性能加速特性中的突破性性能改进在大多数情况下可将常用空间函数和操作的速度提高 50 倍以上。核心空间函数性能也得到提高。GeoRaster 并行功能可以将栅格操作速度提高 3 至 100 倍。

网络数据模型实际特征建模、参数曲线支持、栅格代数和 3D 及点云分析和可视化增强等 Oracle Spatial and Graph 12c 特性为各种 GIS 应用程序提供了更全面的支持。GeoRaster 虚拟拼图支持为栅格数据集查询和处理提供了灵活的管理。这些功能通过将复杂空间逻辑移到数据库减少了应用程序逻辑并支持实际分析。关系数据的 RDF 视图可跨不同的数据集启用集成和发现。对 W3C OWL 推断语言的额外支持、用户定义的推断以及与网络数据模型、Oracle Data Mining 和 Oracle R Enterprise 的集成成为复杂的相关数据提供无与伦比的发现和先行分析。

自 10 多年前引入以来，Oracle Spatial and Graph 的每一个版本都为数据库管理系统提供了最先进的空间和图形数据管理功能。

Oracle Database 12c 凭借其无与伦比的企业数据管理功能，继续成为世界领先的地理空间和企业空间系统的数据库管理平台。

附录：Oracle Spatial and Graph 12c 新特性

Oracle Database 12c 定位特性

- » **更多运算符：** DIFFERENCE、INTERSECTION、RELATE UNION、VOLUME、XOR
- » **运算符速度提高 40 倍：** ANYINTERACT、INSIDE、DISTANCE、WITHINDISTANCE 和 VALIDATEGEOMETRY
- » **加快函数运行：** RELATE 最高可提速 5 倍、VALIDATE 最高提速 4 倍

空间特性

- » **矢量性能加速：** 显著提高查询速度和 CPU、内存和分区使用效率
- » **参数曲线 (NURB)：** 数学上精确表示自由形状曲线，可为 2D 和 3D 数据精确复制。
- » **GeoRaster 虚拟拼图：** 可将来自一个或多个 GeoRaster 表或视图的大型 GeoRaster 对象集合（无论是否校正）作为单个 GeoRaster 对象进行处理
- » **GeoRaster 棚格代数：** 新分析算法，更快的并行栅格操作
- » **GeoRaster 图像处理：** 更多处理功能，更多服务器端处理和并行处理
- » **GeoRaster Java API：** 更多先前只在 PL/SQL API 中支持的 API
- » **GeoRaster 元数据内容：** 指定默认 alpha 通道和金字塔层，重新采样支持分辨率单元和并行处理，增加加载和导出选项
- » **GeoRaster 基于 GDAL 的 ETL 向导：** ETL 向导工具使用 GDAL 自动执行和支持并发批量加载和导出各种图像和栅格文件
- » **3D：** 计算两个 3D 点之间距离时考虑高度
- » **3D：** 用于可视化和分析的 3D 主题、场景和视图框的元数据视图
- » **3D：** 对于点云和 TIN，支持堆叠
- » **3D：** 可以从点云生成轮廓线
- » **3D：** 线性参考系统函数中支持大地数据
- » **地理编码：** 支持对没有地址范围的国家/地区进行点地址地理编码，以及为地址有多种语言的国家/地区提供语言支持。
- » **路由引擎：** 高级路由限制和条件，如卡车特定的路线
- » **空间 Web 服务：** 基于 Web 的 Web Feature Server 1.1 管理控制台

网络数据模型图形 (NDM) 特性

- » **特征建模：** 自动将应用程序对象映射到网络元素

» **网络时间建模:** 时间属性可以与节点和链路关联，并在网络分析查询中指定

» **多模运输建模:** 可以计算最快的路径

RDF 语义图形特性

» **RDF 视图:** 以 RDF 格式呈现关系数据以用于 SPARQL 查询，并与其他链接数据和 RDF 图形连接，以关联和促进企业数据集成。

» **数据库中的 SPARQL 1.1:** SEM_MATCH 表函数支持 SPARQL 1.1

» **在 RDF 中存储/查询空间数据:** 支持 OGC GeoSPARQL 标准

» **推断安全性:** 基于阶梯的推断可确保使用正确的三元组级安全性标记推断的三元组。

» **更多推断支持:** 用户定义的推断和全面的 OWL 2 EL 配置文件支持

» **图形分析:** SPARQL 1.1 属性路径表达式可找到任意长度路径的图形模式

» **内存中图形分析:** 最短路径、可达性、成本限制、最近邻居。

» **图形挖掘和统计信息:** 支持 Oracle Advanced Analytics Data Mining 和 Oracle R Enterprise

» **SPARQL 网关:** 可以呈现 SPARQL 查询结果，以便在支持 XML 数据源的工具（如 Oracle 业务智能（OBIEE））中实现可视化

甲骨文（中国）软件系统有限公司

北京远洋光华中心办公室

地址：北京市朝阳区景华南街5号远洋光华中心C座21层
邮编：100020
电话：(86.10) 6535-6688
传真：(86.10) 6515-1015

北京汉威办公室

地址：北京市朝阳区光华路7号汉威大厦10层1003-1005单元
邮编：100004
电话：(86.10) 6535-6688
传真：(86.10) 6561-3235

北京甲骨文大厦

地址：北京市海淀区中关村软件园24号楼甲骨文大厦
邮编：100193
电话：(86.10) 6106-6000
传真：(86.10) 6106-5000

北京国际软件大厦办公室

地址：北京市海淀区中关村软件园9号楼国际软件大厦二区308单元
邮编：100193
电话：(86.10) 8279-8400
传真：(86.10) 8279-8686

北京孵化器办公室

地址：北京市海淀区中关村软件园孵化器2号楼A座一层
邮编：100193
电话：(86.10) 8278-6000
传真：(86.10) 8282-6401

上海名人商业大厦办公室

地址：上海市黄浦区天津路155号名人商业大厦12层
邮编：200001
电话：(86.21) 2302-3000
传真：(86.21) 6340-6055

上海腾飞浦江大厦办公室

地址：上海市黄浦区福州路318号腾飞浦江大厦508-509室
邮编：200001
电话：(86.21) 2302-3000
传真：(86.21) 6391-2366

上海创智天地10号楼办公室

地址：上海市杨浦区淞沪路290号创智天地10号楼512-516单元
邮编：200433
电话：(86.21) 6095-2500
传真：(86.21) 6107-5108

上海创智天地11号楼办公室

地址：上海市杨浦区淞沪路303号创智天地科教广场3期11号楼7楼
邮编：200433
电话：(86.21) 6072-6200
传真：(86.21) 6082-1960

上海新思大厦办公室

地址：上海市漕河泾开发区宜山路926号新思大厦11层
邮编：200233
电话：(86.21) 6057-9100
传真：(86.21) 6083-5350

广州国际金融广场办公室

地址：广州市天河区珠江新城华夏路8号合景国际金融广场18楼
邮编：510623
电话：(86.20) 8513-2000
传真：(86.20) 8513-2380

成都中海国际中心办公室

地址：成都市高新区交子大道177号中海国际中心7楼B座02-06单元
邮编：610041
电话：(86.28) 8530-8600
传真：(86.28) 8530-8699

深圳飞亚达科技大厦办公室

地址：深圳市南山区高新南一道飞亚达科技大厦16层
邮编：518057
电话：(86.755) 8396-5000
传真：(86.591) 8601-3837

深圳德赛科技大厦办公室

地址：深圳市南山区高新南一道德赛科技大厦8层0801-0803单元
邮编：518057
电话：(86.755) 8660-7100
传真：(86.755) 2167-1299

大连办公室

地址：大连软件园东路23号大连软件园15号楼502
邮编：116023
电话：(86.411) 8465-6000
传真：(86.755) 8465-6499

苏州办公室

地址：苏州工业园区星湖街328号苏州国际科技园5期11幢1001室
邮编：215123
电话：(86.512) 8666-5000
传真：(86.512) 8187-7838

沈阳办公室

地址：沈阳市和平区青年大街390号皇朝万鑫国际大厦A座39层3901&3911室
邮编：110003
电话：(86.24) 8393-8700
传真：(86.24) 2353-0585

济南办公室

地址：济南市泺源大街150号中信广场11层1113单元
邮编：250011
电话：(86.531) 6861-1900
传真：(86.531) 8518-1133

南京办公室

地址：南京市玄武区洪武北路55号置地广场19层1911室
邮编：210018
电话：(86.25) 8579-7500
传真：(86.25) 8476-5226

西安办公室

地址：西安市高新区科技二路72号西安软件园零壹广场主楼1401室
邮编：710075
电话：(86.29) 8834-3400
传真：(86.25) 8833-9829

重庆办公室

地址：重庆市渝中区邹容路68号大都会商厦1611室
邮编：400010
电话：(86.23) 6037-5600
传真：(86.23) 6370-8700

杭州办公室

地址：杭州市西湖区杭大路15号嘉华国际商务中心810&811室
邮编：310007
电话：(86.571) 8168-3600
传真：(86.571) 8717-5299

福州办公室

地址：福州市五四路158号环球广场1601室
邮编：350003
电话：(86.591) 8621-5050
传真：(86.591) 8801-0330

南昌办公室

地址：江西省南昌市西湖区沿江中大道258号
皇冠商务广场10楼1009室
邮编：330025
电话：(86.791) 8612-1000
传真：(86.791) 8657-7693

呼和浩特办公室

地址：内蒙古自治区呼和浩特市新城区迎宾北路7号
大唐金座19层北侧1902-1904室
邮编：010051
电话：(86.471) 3941-600
传真：(86.471) 5100-535

郑州办公室

地址：河南省郑州市中原区中原中路220号
裕达国际贸易中心A座2015室
邮编：450007
电话：(86.371) 6755-9500
传真：(86.371) 6797-2085

武汉办公室

地址：武汉市江岸区中山大道1628号
武汉天地企业中心5号大厦23层2301单元
邮编：430010
电话：(86.27) 8221-2168
传真：(86.27) 8221-2168

长沙办公室

地址：长沙市芙蓉区韶山北路159号通程国际大酒店1311-1313室
邮编：410011
电话：(86.731) 8977-4100
传真：(86.731) 8425-9601

石家庄办公室

地址：石家庄市中山东路303号石家庄世贸广场酒店14层1402室
邮编：050011
电话：(86.311) 6670-8080
传真：(86.311) 8667-0618

昆明办公室

地址：昆明市三市街六号柏联广场写字楼11层1103A室
邮编：650021
电话：(86.871) 6402-4600
传真：(86.871) 6361-4946

合肥办公室

地址：安徽省合肥市蜀山区政务新区怀宁路1639号平安大厦18层1801室
邮编：230022
电话：(86.551) 6595-8200
传真：(86.551) 6371-3182

广西办公室

地址：广西省南宁市青秀区民族大道136-2号华润大厦B座2302室
邮编：530028
电话：(86.771) 391-8400
传真：(86.771) 577-5500



Oracle Spatial and Graph:
高级数据管理

公司网址: <http://www.oracle.com> (英文)
中文网址: <http://www.oracle.com/cn> (简体中文)
销售中心: 800-810-0161
售后服务热线: 800-810-0366
培训服务热线: 800-810-9931

欢迎访问:
<http://www.oracle.com> (英文)
<http://www.oracle.com/cn> (简体中文)

版权归 Oracle 公司所有。未经允许，不得以任何形式和手段复制和使用。

本文的宗旨只是提供相关信息，其内容如有变动，恕不另行通知。Oracle 公司对本文内容的准确性不提供任何保证，也不做任何口头或法律形式的其他保证或条件，包括关于适销性或符合特定用途的所有默示保证和条件。本公司特别声明对本文档不承担任何义务，而且本文档也不能构成任何直接或间接的合同责任。未经 Oracle 公司事先书面许可，严禁将此文档为了任何目的，以任何形式或手段(无论是电子的还是机械的)进行复制或传播。

Oracle 是 Oracle 公司和/或其分公司的注册商标。其他名字均可能是各相应公司的商标。