



第一次

全国地理国情普查培训教材之

地理国情普查

数据库建库技术方法

DILI GUOQING PUCHA SHUJUKU JIANKU JISHU FANGFA

国务院第一次全国地理国情普查领导小组办公室 编著



测绘出版社

地理国情普查培训教材之五

地理国情普查数据库建库技术方法

国务院第一次全国地理国情普查领导小组办公室 编著

测绘出版社

· 北京 ·

© 国务院第一次全国地理国情普查领导小组办公室 2015
所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

图书在版编目(CIP)数据
地理国情普查数据库建库技术方法 / 国务院第一次
全国地理国情普查领导小组办公室编著. —北京: 测绘
出版社, 2015.6
第一次全国地理国情普查培训教材
ISBN 978-7-5030-3696-5
I. ①地… II. ①国… III. ①地理—普查—数据库管
理系统—技术培训—教材 IV. ①K92-39
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 066836 号

责任编辑	李 静	封面设计	李 伟	责任校对	董玉珍	责任印制	喻 迅
出版发行	测绘出版社			电 话	010—83543956(发行部)		
地 址	北京市西城区三里河路 50 号				010—68531609(门市部)		
邮政编码	100045				010—68531363(编辑部)		
电子信箱	smp@sinomaps.com			网 址	www.chinasmp.com		
印 刷	北京京华虎彩印刷有限公司			经 销	新华书店		
成品规格	169mm×239mm						
印 张	15			字 数	208 千字		
版 次	2015 年 6 月第 1 版			印 次	2015 年 6 月第 1 次印刷		
印 数	001—800			定 价	35.00 元		

书 号 ISBN 978-7-5030-3696-5/P·794
本书如有印装质量问题,请与我社门市部联系调换。

内 容 简 介

国务院第一次全国地理国情普查领导小组办公室所编著的第一次全国地理国情普查的培训教材共六册。本书为该培训教材之五,是地理国情普查工作的基础性教材。全书分别对地理国情普查数据库内容、地理国情普查数据库设计、地理国情普查数据入库主要步骤、数据库管理与分析系统、数据库运行环境建设、数据库成果及应用等进行了详细说明。

本书是地理国情普查数据库建库工作的工具书,是各级普查人员的重要参考资料,亦适合从事地理国情学习和研究的人员参考使用。

第一次全国地理国情普查培训教材编委会

主 任: 库热西·买合苏提 徐德明

副主任: 李维森 李志刚 白贵霞 冯先光

委 员: 张继贤 程鹏飞 翟义青 孔金辉 肖 平

郝科铭 杨 升 蔺 赞 杨 洪 刘若梅

刘纪平 燕 琴 唐新明 陈新湖 张 莉

王瑞么

《地理国情普查数据库建库技术方法》编辑部

主 编: 李维森

副主编: 冯先光 刘若梅 白贵霞 周 旭

编写人: (以姓氏笔画为序)

王发良 王安琪 付文辉 刘 津 刘 磊

杜 娟 李广泳 张元杰 张浩然 陈 杰

武 昊 周 琦 郑 义 赵 慧 袁卫平

贾云鹏 陶 舒 康风光 董 春 程 滔

翟 永

前 言

地理国情普查是一项具有开创性的工作,涉及内容多,专业性强。为加强第一次全国地理国情普查的组织和实施,保障按期、顺利完成各项普查工作,并取得高质量的普查成果,国家测绘地理信息局制订了培训工作计划,按照“分级负责、分期举办、分类培训、统一教材、持续培训”的原则组织培训工作,计划开展全面、系统的组织管理和业务技术培训,培训对象包括普查组织管理负责人、技术负责人、生产技术人员及质量管理人员,以建立认识统一、步调一致、操作规范的地理国情普查队伍。采用统一培训教材是保证培训质量和效果的前提。为此,国务院第一次全国地理国情普查领导小组办公室在组织制定《第一次全国地理国情普查总体方案》《第一次全国地理国情普查实施方案》及有关技术规定的同时,组织有关技术单位专家和相关大学教师,编纂了培训教材。

第一次全国地理国情普查培训教材共计六册,分别是《地理国情普查基础知识》、《地理国情普查内容与指标》、《地理国情普查数据采集技术方法》、《地理国情普查基本统计》、《地理国情普查数据库建库技术方法》和《地理国情普查质量控制与检验》。

本书《地理国情普查数据库建库技术方法》为第一次全国地理国情普查培训教材之五,是在《第一次全国地理国情普查总体方案》、《第一次全国地理国情普查实施方案》、《第一次全国地理国情普查数据库建设技术设计》、《第一次全国地理国情普查数据库建设实施方案》及《地理国情普查内容与指标》(GDPJ 01—2013)、《地理国情普查数据规定与采集要求》(GDPJ 03—2013)、《地理国情普查数据生产元数据规定》(GDPJ 04—2013)、《数字正射影像生产技术规定》(GDPJ 05—2013)、《遥感影像解译样本数据技术规定》(GDPJ 06—2013)、《地理国情普查

成果资料汇交与归档基本要求》(GDPJ 07—2014)、《多尺度数字高程模型生产技术规定》(GDPJ 08—2013)等方案、技术规定的基础上编写的。本教材主要内容包括:空间数据库基本概述、地理国情普查数据库概述、地理国情普查数据库设计、地理国情普查数据入库主要步骤、数据库管理与分析系统、数据库运行环境建设、数据库成果及应用等。本教材内容与普查数据库建库技术文件保持一致,是地理国情普查数据建库的工具书,也是各级普查建库人员的重要参考资料。

本教材编写单位为国家基础地理信息中心。

本教材为满足普查培训而编制,考虑到培训对象的专业基础和阅读习惯,在概念、定义和体系结构上与其他标准或教科书有所不同,存在一些差异或不完整的地方,因此仅适用于本次普查。

由于编写人员水平所限,教材中的一些不足之处,要在普查实施过程中不断修改和完善。书中疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

编辑部

2015年4月

目 录

第 1 章 空间数据库概述	1
1.1 空间数据库基本概念	1
1.2 空间数据库实例	8
1.3 空间大数据新发展	11
第 2 章 地理国情普查数据库概述	15
2.1 数据库内容	15
2.2 数据库建库目标	16
2.3 数据库建库主要任务	17
2.4 数据库总体结构	19
2.5 数据库空间参考	20
2.6 技术路线与技术流程	21
第 3 章 地理国情普查数据库设计	24
3.1 数据库概念设计	24
3.2 数据库逻辑设计	38
3.3 数据库物理设计	133
3.4 数据库安全与接口设计	138
第 4 章 地理国情普查数据入库主要步骤	144
4.1 数据预处理	144
4.2 数据入库检查	153
4.3 数据入库	157
4.4 数据建库处理	160

4.5	数据库检查与测试	162
第 5 章	数据库管理与应用服务系统	163
5.1	系统架构	163
5.2	系统开发技术路线	165
5.3	系统功能设计	166
第 6 章	数据库运行环境建设	176
6.1	地理国情普查数据库运行云平台	176
6.2	国家级数据库运行环境建设	183
6.3	省级数据库运行环境建议	187
6.4	数据库系统运行维护	191
第 7 章	数据库成果及应用	194
7.1	主要数据库成果	194
7.2	地理国情普查数据库应用	195
附录 A	地理国情普查数据库逻辑构成	197
附录 B	实体数据对象化编码规则	202
附录 C	数据入库检查技术要求	207
附录 D	入库前数据预处理技术要求	220
英文缩略词表		228

第 1 章 空间数据库概述

空间数据库是一类特殊且重要的数据库,在其内部存储了地图和遥感影像等大量与空间有关的数据。空间数据库具备将空间数据与属性数据无缝链接和一体化存储管理的能力,较之关系型数据库和事务型数据库,空间数据库在数据存储机制、数据组织结构和数据访问方式等方面有诸多不同之处,且更为复杂。采用空间数据库技术存储数据是当前 GIS 应用和发展的要求。怎样有效地存储、管理和挖掘海量数据,已经成为 GIS 所面临的最紧迫的问题之一。

1.1 空间数据库基本概念

1.1.1 空间数据

空间数据是某个空间框架中对象的位置信息,是地理实体的空间排列方式和相互关系的抽象描述。一般来说,空间数据是指与二维、三维或更高维空间的空间坐标及空间范围相关的数据,常用于表示空间物体的位置、形状、大小和分布特征等诸多方面的信息。一个空间数据对象占据着空间的一个特定区域,称为空间区域或空间范围,它是用其位置和边界来刻画的。

1.1.2 空间数据结构

1. 栅格

栅格数据结构是将地理实体以像元的形式表示和存储,实际上就是像元阵列,每个像元由行列号确定其具体位置。由于栅格数据结构是按照一定的规则排列的,所表示的实体位置很容易隐含在网络文件的存储结构中。在栅格数据中,点实体可表示为一个像元,线实体可表示为在一定方向上连接成串的相邻像元集合,面实体表示成片聚集在一起的相邻像元的组合。

栅格数据结构具有“属性明显、位置隐含”的特点,它易于实现且操作简单,有利于栅格的空间信息模型分析;但栅格数据表达精度不高,数据存储量大,工作效率较低。如果提高一倍的表达精度,即栅格单元减小一半,数据量就需要增加三倍,同时也增加了数据的冗余。因此,对于基于栅格数据结构的应用来说,需要根据应用项目的自身特点及其精度要求恰当地平衡栅格数据的表达精度和工作效率之间的关系。另外,由于栅格数据格式的简单性,其数据格式容易为大多数程序设计人员和用户所理解,基于栅格数据基础上的信息共享也比矢量数据容易。对于遥感影像,其本身就是以像元为单位的栅格结构,所以可直接把遥感影像应用于栅格结构的地理信息系统中,也就是说栅格数据结构比较容易与遥感相结合。

2. 矢量

矢量数据结构是通过记录坐标的方式将点、线、面等地理空间实体进行表示和存储。坐标空间假定为连续空间。点实体的矢量数据结构可表示为多元组(唯一标识符, x 、 y 坐标,相关属性);线实体的矢量数据结构可表示为多元组(唯一标识符,线唯一标识符,起始点,终止点,坐标对序列,显示信息,非几何属性);面实体即多边形的矢量数据结构可表示为多元组(唯一标识符,面唯一标识符,位置信息,形状、面积等属性,拓扑关系属性,非几何属性等),对于面实体的表示相对要复杂一些。

矢量数据结构具有“位置明显、属性隐含”的特点,操作起来比较复杂,许多分析操作(如叠置分析等)用矢量数据结构难以实现;但它的数据表达精度较高,数据存储量小,输出图形美观且工作效率较高。

3. 对象

矢量数据结构和栅格数据结构在处理空间数据时,其优缺点常常可互补。为了能更有效地利用各种空间数据,实现各种空间分析处理功能,能否同时使用两种数据机构将两者统一起来建立矢量栅格一体化数据结构是目前 GIS 界研究的方向之一。

(1) 矢量栅格数据的混合数据结构。

矢量栅格数据的混合数据结构是指为解决某一问题同时用矢量和

栅格两种数据结构,使其中的每种数据结构发挥各自的特长。在这种混合数据结构中,矢量数据结构和栅格数据结构分别保持各自的特点,各自进行存储,但可进行统一的显示、查询和某些分析。这种混合数据结构在资源环境领域中已被使用。

(2) 矢量栅格数据的一体化结构。

目前,采用的矢量栅格一体化数据结构的典型方法是将矢量方法表示的线性实体,在记录原始采样点的同时还记录其包含的栅格。这样,既保存矢量特性,又具有栅格性质。由于栅格数据结构的精度低,通常采用细分格网的方法来提高点、线、面状目标边界数据的表达精度。显然,这种矢量栅格一体化数据结构表示一幅图,其存储的数据量大大超过原始矢量数据结构数据量,其优点是方便运算和分析。以空间数据处理和分析中常用的弧段求交运算来说,在矢量数据结构中弧段求交运算涉及大量直线求交和判断问题。如用矢量栅格一体化数据结构可以将弧段求交运算变成对网格的搜索问题,其过程是逐一对栅格弧段数据中的格网的编号查矢量栅格一体化数据结构中是否存在改编号的数据。如存在,则该编号的数据为弧段的交点。同理,矢量栅格一体化数据结构也大大方便节点拟合。

1.1.3 空间数据管理模式

1. 全文件数据管理模式

20 世纪 60—70 年代,地理信息系统最初脱胎于计算机制图。由于 CAD 软件在制图方面的优势,部分 GIS 工作人员选用 CAD 软件作为制图系统。大量的 GIS 数据存储于 CAD 文件中,CAD 数据模型用二进制文件存储地理数据,用点、线、面描述空间实体,几何要素与相关的颜色、形状等属性存放在一起,而图层和注记号则是其对属性的主要表达方式。可见,CAD 存储格式不能完全表达空间要素的属性信息,空间数据之间当然也不可能建立拓扑关系或实现空间分析。

2. 文件-关系数据库混合管理模式

文件与关系数据库混合管理系统的出现使 GIS 空间数据库技术的发展进入了第二阶段。20 世纪 80 年代的大部分 GIS 软件采用混合管

理的模式。即用文件系统管理几何图形数据,用商用关系数据库管理系统管理属性数据,它们之间通过目标标识或者内部连接码进行连接。在此管理模式中,几何图形数据与属性数据除其 OID 作为连接关键字段以外,两者几乎为独立的组织、管理与检索。就几何图形而言,由于 GIS 采用高级语言编程,可以直接操纵数据文件,所以图形用户界面与图形文件处理是一体的,中间没有裂缝。但对属性数据来说,则因系统和历史发展而异。直到开放性数据库连接协议(ODBC)推出之后,GIS 软件商只要开发 GIS 与 ODBC 的接口软件,就可以将属性数据与任何一个支持 ODBC 的关系数据库管理系统连接。无论是通过 C,还是通过 ODBC 与关系数据库连接,GIS 用户都是在一个界面下处理图形和属性数据。1981 年,Esri 公司推出了它的第一个商用 GIS 软件 ArcInfo 实现了第二代地理数据模型——Coverage,它就是使用文件与关系数据库混合的数据管理模式,得到了业界的认可,直到目前仍被广泛采用。

3. 完全关系数据库管理模式

(1) 全关系型 GIS 数据库管理系统。

全关系型空间数据库管理系统是指图形与属性数据都使用现有关系数据库管理系统进行管理。关系数据库管理系统的软件厂商不做任何扩展,由 GIS 软件商在此基础上进行开发,使之不仅能管理结构化的属性数据且能管理非结构化的图形数据。使用关系数据库管理系统管理图形数据有两种模式。一种模式是基于关系模型的方式,图形数据按照关系数据模型组织。该组织方式由于涉及一系列关系连接运算,相当费时。另一种模式是将图形数据的变长部分处理成 Binary 二进制块 Block 字段。目前,大部分关系数据库管理系统都提供了二进制块的字段域,以适应管理多媒体数据或可变长文本字符。GIS 利用这种功能,通常把图形的坐标数据当作一个二进制块,交由关系数据库管理系统进行存储和管理。

(2) 对象-关系数据库管理系统。

由于直接采用通用的关系数据库管理系统的效率不高,而非结构化的空间数据又十分重要,所以许多数据库管理系统的软件商纷纷在

关系数据库管理系统中进行扩展,推出了空间数据管理的专用模块,使之能直接存储和管理非结构化的空间数据,如 Oracle 的 Oracle Spatial、IBM DB2 的 Spatial Extender、IBM Informix 的 DataBlade、MySQL 的 Geometry 及 MS SQLserver 2005 的 MsSQL Spatial 等。定义了操纵点、线、面、圆、长方形等空间对象的 API 函数。这些函数将各种空间对象的数据结构进行了预先定义,用户使用时必须满足其数据结构要求,用户不能根据 GIS 要求(即使是 GIS 软件商)再定义。这种扩展的空间对象管理模块主要解决了空间数据变长记录的管理。由数据库软件商进行扩展,效率要比前面所述的二进制块的管理高得多。但是,它仍然没有解决对象的嵌套问题,空间数据结构也不能由用户任意定义,使用上仍然受到一定限制。

(3) 面向对象 GIS 数据库管理系统。

面向对象模型最适应于空间数据的表达和管理,它不仅支持变长记录,而且支持对象的嵌套、信息的继承与聚集。面向对象的空间数据库管理系统允许用户定义对象和对象的数据结构及其操作。我们可以将空间对象根据 GIS 的需要,定义出合适的数据结构及一组操作。这种空间数据结构可以是不带拓扑关系的面状数据结构,也可以是拓扑数据结构,当采用拓扑数据结构时,往往涉及对象的嵌套、对象的连接和对象与信息聚集。当前已经推出了若干个面向对象数据库管理系统,如 Gemstone、Objectivity、Objectstore、Ontos、O2、Peot、Versant 及 CA 公司的 Jasmine 等,也出现了一些基于面向对象的数据库管理系统的地理信息系统,如 GDE 等。然而,面向对象数据库管理系统(OODBMS)自身仍存在许多缺陷而不被看好。首先,由于 OODBMS 缺乏标准,尽管已提出一个标准草案 ODMG93,但没有得到普遍遵循;其次,OODBMS 产品在安全性、完整性、坚固性、可伸缩性、视图机制、模式演化等许多方面还不完善;另外,OODBMS 的开发工具很少,对 C/S 计算环境的支持也不够。因此,目前 OODBMS 在 GIS 领域还不太通用。

(4) 面向对象的矢量-栅格一体化 GIS 数据库管理系统。

以往的空间数据库管理系统主要是针对图形矢量空间数据的管理

而采取的方案。当前除图形矢量数据以外,还存在大量栅格数据,主要包括影像数据和数字高程模型数据。如何将矢量数据、影像数据、数字高程模型数据和属性数据进行统一管理,已成为空间数据库的一个重要研究方向。一种有效的实现方案是采用面向对象矢栅一体化空间数据模型。面向对象的矢栅一体化数据模型是面向对象技术与空间数据库技术相结合的产物。面向对象技术已成为现代计算机技术的主流技术。在众多领域,面向对象技术已成为新一代软件体系结构的基石。面向对象数据模型和面向对象的空间数据管理一直是地理信息系统领域所追求的目标。自 20 世纪 80 年代末、90 年代初,人们就相当重视面向对象技术在 GIS 领域中的应用,软件技术也在不断发生变革,较早推出的面向对象 GIS 软件 System9,对面向对象方法在 GIS 中的应用起了较大的推动作用,之后的 Smallworld 和 ArcInfo 8.3,已使面向对象 GIS 达到了普及应用阶段。ESRI 在 ArcInfo 8.3 引入了第三代空间数据模型 Geodatabase,它是一种新的面向对象的数据模型。Geodatabase 对空间数据管理以关系数据库为基础,利用商用关系数据成熟的数据处理能力对空间数据和非空间数据进行统一管理。它将地理数据组织成一个数据对象的结构体系。在 Geodatabase 模型中,实体被表示为具有属性、行为、关系的对象。Geodatabase 还允许用户定义对象之间的关系,以及保持对象之间参照完整性的规则。Geodatabase 定义了简单的对象、地理要素、几何网络、注记要素等多种对象类型,提供了对地理信息建模的有力支持,能够满足各种不同的用户和应用需要。Geodatabase 核心模型结构有以下几个基本要素:对象类、要素类、要素数据集、关系类、几何网络类、Domains、Validation Rules、Raster Dataset、TIN Dataset。

在物理级别上,它有两种数据存储形式。

企业级别地理数据库(Enterprise Geodatabase),使用大型关系数据库(如 Oracle)加上空间数据引擎(ArcSDE)。这种地理数据库可以方便地对海量数据进行松散存储,可以实现多用户并发操作、事物管理、数据库恢复和空间数据无缝管理等。

个人级别地理数据库(Personal Geodatabase),主要适用于在单机

环境下工作的 GIS 最适合小型数据库。Personal Geodatabase 实际上是采用 Access 数据库作为其数据存储介质的 MDB 数据库,当用户在安装 ArcGIS 的时候,系统就自动安装了 Microsoft Jet(微软数据引擎)。它与 SDE 数据库最大的差别在于它最大数据容量为 2GB,并且不能实现多用户并发操作等复杂应用。

Geodatabase 模型如同 Coverage 模型一样,它支持要素间的拓扑关系,并且扩展了基于要素和其他面向对象类型数据的复杂网络和关系功能。使用 Geodatabase 数据模型操作保存在数据库中的地理数据和操作 Shape 文件与 Coverage 文件使用的是几乎一样的方式。实际上,由于 Geodatabase 模型使用了一般性数据框架描述,从这个框架的视角上看,同类型的不同格式数据之间除了存储的物理文件有所不同外,在操作上使用的代码是没有什么差别的。两种存储模型均为要素类 (Featureclass) 建立了网格空间索引,可进行快速空间查询。

Geodatabase 相对于以前的数据模型而言有许多优势。

第一,所有图形数据和属性数据统一存储在商业 DBMS 中,其中,个人 Geodatabase 存储在 Microsoft Jet 引擎中;多用户 Geodatabase 通过 ArcSDE 存储在 IBM DB2、Informix、Oracle,或者 Microsoft SQL Server 中。这极大地提高了系统集成化水平,简化了数据的管理和维护。

第二,便于使用 DBMS 支持的多用户并发访问、事务管理、失败事务恢复、用户权限策略等机制,有利于空间信息共享、数据安全,提高了数据性能。在取得许可的前提下,Geodatabase 允许多用户通过版本控制和长事务处理等手段连续存取同一个数据库。

第三,支持智能化的要素、规则和关系。Geodatabase 内建立多种对象模型,提供对各种非空间对象和空间对象(要素)的多种标准化支持,而且还支持许多高级对象模型。

第四,完善的用户支持。用户可以使用 ArcCatalog、ArcMap、ArcToolBox 方便地存取 Geodatabase。程序员可以使用 ArcObjects, OLE DB,以及 SQL APIs 存取 Geodatabase。

综上所述可以看出现代空间数据库技术将面向对象设计思想与空间数据库技术结合起来,采用面向对象的矢栅一体化空间数据模型,实现了矢量数据、影像数据、数字高程模型数据和属性数据的统一管理。存储方式的转变,促进了空间数据存储技术的发展。将全部的数据存储在功能强大的关系数据库(如 Oracle、Microsoft SQL server、IBM DB2 等)中,从而使空间数据库系统能够实现高效的数据检索、完善的数据备份与恢复机制、高度的数据安全性,为网络数据共享以及分布式空间数据库提供了良好的支持。

1.2 空间数据库实例

1.2.1 商用地理空间数据库

1. Oracle 数据库与 Oracle Spatial

Oracle 数据库系统是美国 Oracle 公司提供的以分布式数据库为核心的一组软件产品,是目前世界上使用最为广泛的数据库管理系统之一。

Oracle Spatial 用来存储、管理、查询空间数据。提供了一套 SQL 方案和函数,用来存储、检索、更新和查询数据库中的空间要素集合。主要由几何数据类型、空间索引机制、一套操作函数、管理工具组成。

(1) SDO_GEOMETRY 数据模型。

SDO_GEOMETRY 类型能够存储不同类型的空间数据,主要包括点、线串、多边形以及复杂几何体。Oracle Spatial 中定义的 SDO_GEOMETRY 类型为:

```
CREATE TYPE sdo_geometry AS OBJECT (  
    SDO_GTYPE    NUMBER,  
    SDO_SRID     NUMBER,  
    SDO_POINT    SDO_POINT_TYPE,  
    SDO_ELEM_INFO SDO_ELEM_INFO_ARRAY,  
    SDO_ORDINATES SDO_ORDINATE_ARRAY);
```

其中各参数表示内容如下。

SDO_GTYPE:表示要存储的几何类型,如点、线、面。

SDO_SRID:空间参考坐标系。

SDO_POINT:如果几何类型是点,则存储点坐标,否则为空。

SDO_ELEM_INFO:规定 SDO_ORDINATES 数组中,一个新的元素从什么地方开始,如何连接等信息。

SDO_ORDINATES:存储所有几何体元素的坐标。

(2) SDO_GEORASTER 数据模型。

SDO_GEORASTER 类型用于存储栅格格式的空间数据,从概念上来说,一个 SDO_GEORASTER 对象就是一个 N 维的单元矩阵。维数包括行、列及其他可选维,可选维可以是表示多波段或高光谱影像的波段,也可以是时间维。每个 SDO_GEORASTER 对象可细分为多个块,每块中的单元值在栅格数据表中存储为一个二进制大对象(BLOB)。

(3) 拓扑数据模型。

Oracle Spatial 包含一个数据模型和模式,它们在 Oracle 数据库中持久存储拓扑结构。当进行大量特征编辑且对地图和地图图层间的数据完整性有高度需求时,这非常有用。另一个好处是基于拓扑结构的查询一般比涉及关系(如邻接性、连通性和包容性)的查询执行速度更快。

(4) NDM 网络数据模型。

NDM 网络数据模型是 Oracle Spatial 面向网络的一类数据模型,NDM 网络模型是基于结点一边的通用网络模型,所有信息对外开放,且容易扩展,同时具备多种常用的网络分析能力。这种模型将应用信息与网络连通信息分离,提供一套深层次的、完整的网络约束机制,利用约束规则和网络属性实现复杂的网络分析。

2. SQL Server 数据库与 SQL Server Spatial

Microsoft SQL Server 是一个关系型数据库管理系统,其范围涵盖膝上型计算机和台式机直至企业服务器。SQL Server 最初是在 20 世纪 80 年代由 Sybase 为 Unix 系统开发的,后来被微软移植到 Windows NT 系统。从 1994 年开始,微软发布独立于 Sybase 开发的 SQL Server 版本。

SQL Server 提供 SQL Server 多个拷贝之间及与其他数据库系统