

# Geodatabase 中基于规则的拓扑关系

王宝利

(吉林大学, 吉林 长春 130026)

**摘要:** 论述了 Coverage 数据模型中的拓扑关系中存在的问题, 以及在 ArcGIS 8.3 的 Geodatabase 中基于规则的拓扑关系的一些基本概念和优越性。

**关键词:** ArcGIS 8.3; Geodatabase; 拓扑

**中图分类号:** P 208

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-5867(2004)03-0017-03

## Rules - based Topological Relationships in Geodatabase

WANG Bao - li

(University of Jilin, Changchun 130026, China)

**Abstract:** The paper describes some problems of topological relationships in the coverage data model, and some basic concepts and advantages of rules - based topological relationships in the Geodatabase data model in ArcGIS 8.3.

**Key words:** ArcGIS 8.3; Geodatabase; topology

### 0 引言

空间数据的拓扑关系及其处理方法在高级的空间分析处理和空间数据库数据质量保证方面具有相当重要的作用。在 ArcGIS 8.3 版本发布之前, 拓扑关系一直是 ArcInfo 经典的 Coverage 数据模型的一个主要特征, 在 Coverage 中, 拓扑关系被完整地保存, 并且有一组检查工具(命令和函数)供用户对空间数据进行拓扑关系检查并给出错误定位标识和相应的统计数据。随着 ArcInfo 升级到 8 版本后, 全新的空间数据模型 Geodatabase 被引入, 其中对拓扑关系的管理和处理方法发生了重大的改变。直至 ArcGIS 8.2 版, Geodatabase 对拓扑关系的处理都相对薄弱, ArcGIS Desktop 在处理类似公共点公共边等空间拓扑关系时, 所提供的动态编辑工具相对而言也较为简单。而在 ArcGIS 8.3 中, 由于引入了一套完整的编辑工具来创建和维护用户自定义的拓扑关系使得 Geodatabase 处理拓扑关系的能力产生了本质的飞跃。

### 1 Coverage 模型中拓扑关系存在的问题

尽管 Coverage 数据模型内部的拓扑关系提高了地理分析和精确的数据输入功能, 但是它的问题仍然很突出, 主要表现在以下几个方面: 首先, 在

Coverage 数据模型中, 空间数据的拓扑关系是严格地被存储下来, 当用户对数据进行编辑修改时, 局部的变动将影响全局的拓扑关系, 因此拓扑关系必须被重新建立(使用 BUILD 或者 CLEAN 命令), 当空间数据量很大时, 这是一个十分耗时费力的工作。其次, 在 Coverage 数据模型中, 我们无法指定不同的 Coverage 之间必须遵守的拓扑关系约束, 一些类似“河流与国界”、“建筑物与道路”等需要不同要素类之间满足一定的几何一致性的问题就会十分棘手。另外, Coverage 数据模型中定义的拓扑关系十分严格, 而且是在一种缺省的环境下被预先设定的, 不允许有任何例外的情形存在, 例如, 当增加一条穿过一个多边形的线时, 这条线将多边形自动分成两半, 这种不灵活性在实际工作中有时会让我们感到十分不便。最后, 由于 Coverage 数据模型建立在普通的文件基础之上, 空间数据存储带索引的二进制文件中, 属性数据存储存储在表中, 因此, 基于 Coverage 的空间数据在修改编辑时就不能支持多用户并发操作。现在, 所有这些问题, 在新推出的 ArcGIS 8.3 的 Geodatabase 中都已经迎刃而解。

### 2 Geodatabase 中的数据存储和建模

Geodatabase 是 ESRI 在其新一代 GIS 平台软件



ArcGIS 8 中引入的一种全新的空间数据模型。Geodatabase 采用一种开放的结构将空间数据(包括:矢量、栅格、影像、3 维地形等)及其相关的属性数据统一存放在工业标准的数据库管理系统 DBMS 中。它把空间数据组织成层次型的数据对象,Geodatabase 是空间数据的最上层单元,是对象类(Object class)、要素类(Feature Class)、要素数据集(Feature Datasets)和关系类(Relationship Class)的集合(如图 1 所示)。

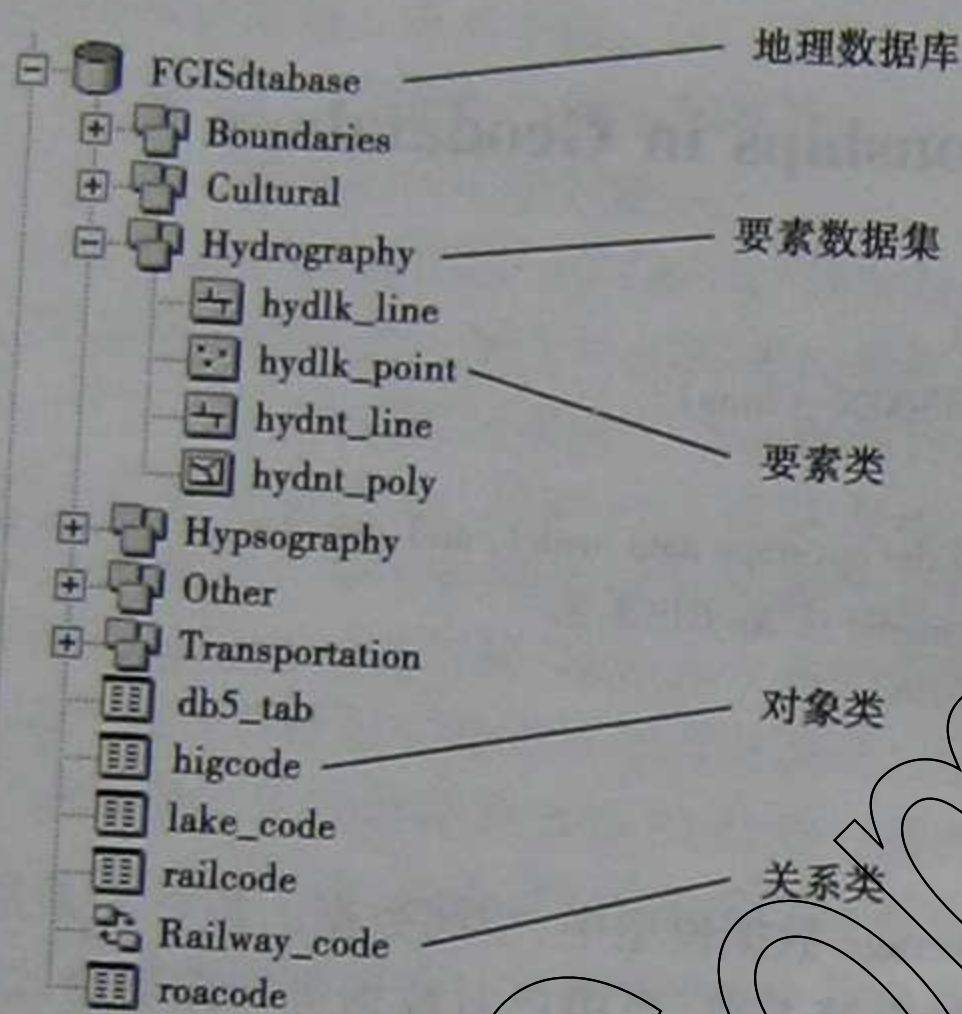


图 1 Geodatabase 空间数据层次结构界面  
Fig. 1 spatial data layer structure of Geodatabase

除了上面提到的各种数据对象外,在 Geodatabase 中还可以建立几何网络、定义要素子类型、值域及规则等。所有的要素类均可以借助通用的 CASE 工具(如,Visio, Rational Rose 等)进行模型定义和扩展。

### 3 Geodatabase 中拓扑关系的实现

在 ArcGIS 8.3 版中,Geodatabase 引入了拓扑关系规则。如前所述,在 Geodatabase 中可以定义拓扑关系规则。拓扑关系规则可作用于同一要素数据集中的不同要素类或者同一要素类中的不同要素。用户可以指定空间数据必须满足的拓扑关系约束,例如,要素之间的相邻关系、连接关系、覆盖关系、相交关系、重叠关系等。所有这些关系都对应相应的规则。在城市规划应用中,两个相邻的地块之间不能有“飞地”,我们可以有一条对应的规则:相邻多边形间不能存在间隙。再如,当以河流作为国界时,河流(线状)与国界线必须一致,可用规则:线必须被多边形边线覆盖。用户通过选择若干规则的组合构成对空间数据必须满足的拓扑关系的灵活

指定。为了检查和维护空间数据的拓扑关系正确性,在 ArcGIS Desktop 中给出了一组(编辑)工具,用于对空间数据根据用户指定的拓扑关系规则进行编辑,并帮助用户及时发现可能存在的拓扑关系错误(如图 2 所示)。

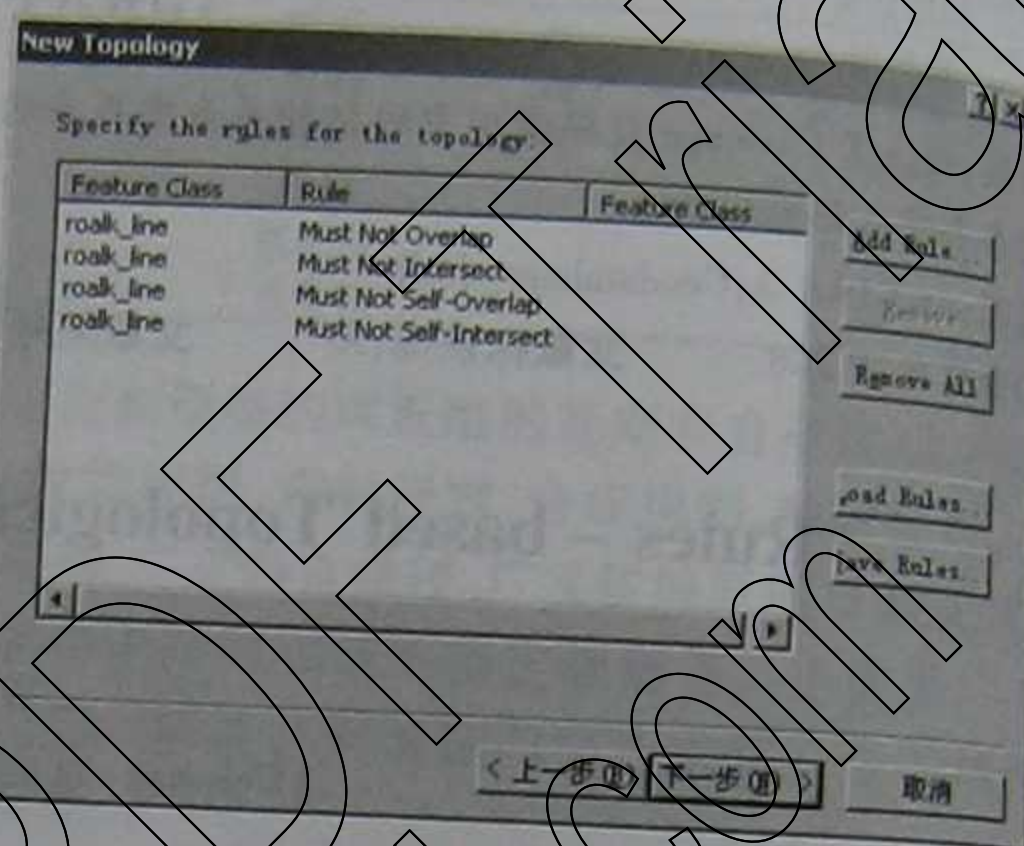


图 2 Geodatabase 实现拓扑关系示例  
Fig. 2 Topologic relations of Geodatabase

Geodatabase 中并不实际保存拓扑关系。不同要素类之间的公共点、公共边等要素是在拓扑编辑过程中动态地检测到的。例如,我们选择一条线并对其进行编辑,此时 Geodatabase 将自动检测到与此线要素具有公共几何元素的所有其它要素,当我们修改该线要素时,系统自动对所有的公共边和公共点进行维护,以保持其应有的拓扑关系。

与传统的拓扑关系管理机制相比,在 Geodatabase 中基于规则的拓扑关系除了能够完全覆盖老的功能以外,在如下几个方面具有明显的优势:

- 1) 用户可自行定义哪些要素类将受拓扑关系规则约束。
- 2) 多个点、线、面要素类(层)可以同时受同一组拓扑关系规则约束。
- 3) 提供了大量的预定义的拓扑关系规则(8.3 版提供 25 个,以后将提供更多)。
- 4) 用户为自己的数据可以自行指定必要的拓扑关系规则。
- 5) 拓扑关系及规则都在工业标准的 DBMS 中进行管理,可支持多用户并发处理。用户可以局部建立或检查拓扑关系以提高效率。

### 4 拓扑规则

拓扑规则可以定义在要素类的不同要素之间,也可以定义在同一个要素数据集的两个或多个要素类之间,但是不能在注记要素类和几何网络类等复杂类中定义拓扑关系规则。比较典型的拓扑规则例子是:多边形不能相互重叠(如两个行政区界

之间不可相互重叠);点设用地界的址点必须落在结点(如等高线);两个区边线和道路中心线不能相交。在 ArcGIS 8.3 版中,给出总规则。在以后发布的版本中,将增加更多的规则。对一个要素数据集,我们可以在拓扑关系类中,指定要应用的拓扑关系规则。通过这种方式,能够方便地改变对拓扑关系的管理空间数据带来了很大的便利。

### 5 拓扑属性

如上所述,通过定义特定的要求规定要素的空间拓扑约束。在拓扑规则外,还要指定:参与拓扑关系的要素的精度值(cluster tolerance),精度(rank)。其中:

容限值:定义了拓扑关系的精度。所有落在以此值为半径的圆内的顶点在拓扑确认(Validate)时,将被捕捉(snap)到一起。

精度级别:为了避免低精度的要素类中的顶点移动,每个参与拓扑约束的要素类必须指定一个精度级别,精度越高,要素类在需要移动时就越稳定,越不容易发生抖动。当不同的要素类参与拓扑关系时,将精度较高者设定为较



图 3 低精度要素  
Fig. 3 Low accuracy elements

### 6 拓扑关系正确性检查

在 ArcGIS 8.3 Desktop 中,对空间数据的拓扑关系检查会作为一个特殊的工具来显示,所有存在拓扑关系错误的要素,将用特定的(可自定义)的颜色来显示。同时,我们还可以打开拓扑



之间不可相互重叠);点必须被多边形边线覆盖(建设用地的界址点必须在用地红线上);不能有悬挂结点(如等高线);两个线状要素类不能相交(如街区边线和道路中心线不能有交叉点)等等。在 ArcGIS 8.3 版中,给出总共 25 条可供选用的拓扑规则。在以后发布的版本中,还会给出更多的规则。对一个要素数据集,我们可以定义一个拓扑关系类,在拓扑关系类中,指定若干我们希望数据满足的拓扑关系规则。通过修改拓扑关系类的定义,能够方便地改变对拓扑关系约束的要求,这给我们管理空间数据带来了很大的灵活性。

### 5 拓扑属性

如上所述,通过定义拓扑关系类,我们就能按特定的要求规定要素本身及其相互之间必须遵守的空间拓扑约束。在拓扑关系类中,除了拓扑关系规则外,还要指定:参与拓扑约束的各要素类,容忍值(cluster tolerance),精度等级(coordinate accuracy rank)。其中:

**容忍值:**定义了拓扑关系中顶点之间的最小距离。所有落在以此值为半径的圆形区域内的所有顶点在拓扑确认(Validate Topology)过程中会被捕捉(snap)到一起。

**精度级别:**为了避免在拓扑确认过程中,高精度的要素类中的顶点向低精度的要素类中的顶点移动,每个参与拓扑约束的要素类都可以人为地赋予一个精度级别,精度级别越高,在容忍值范围内需要移动时就越稳定,即:级别低的要求向级别高的靠拢。当不同的要素类数据精度不一致时,通常应将精度较高者设定为较高级别(如图3所示)。

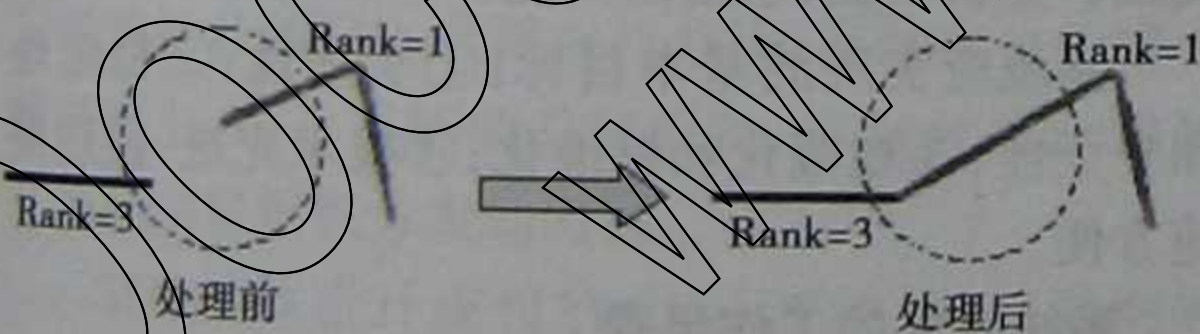


图3 低精度要素向高精度要素靠拢示意

Fig.3 Low accuracy elements closing up high accuracy ones

### 6 拓扑关系正确性检查

在 ArcGIS 8.3 Desktop 中提供了一组工具用于对空间数据的拓扑关系正确性进行检查。检查结果会作为一个特殊的图层加载到地图文档中供显示,所有存在拓扑关系错误的地方都会在该层中以特定(可自定义)的颜色和符号明显地显示出来。同时,我们还可以打开错误查看器(Error Inspector)

以列表方式查看所有拓扑关系出错记录(如图4所示)。

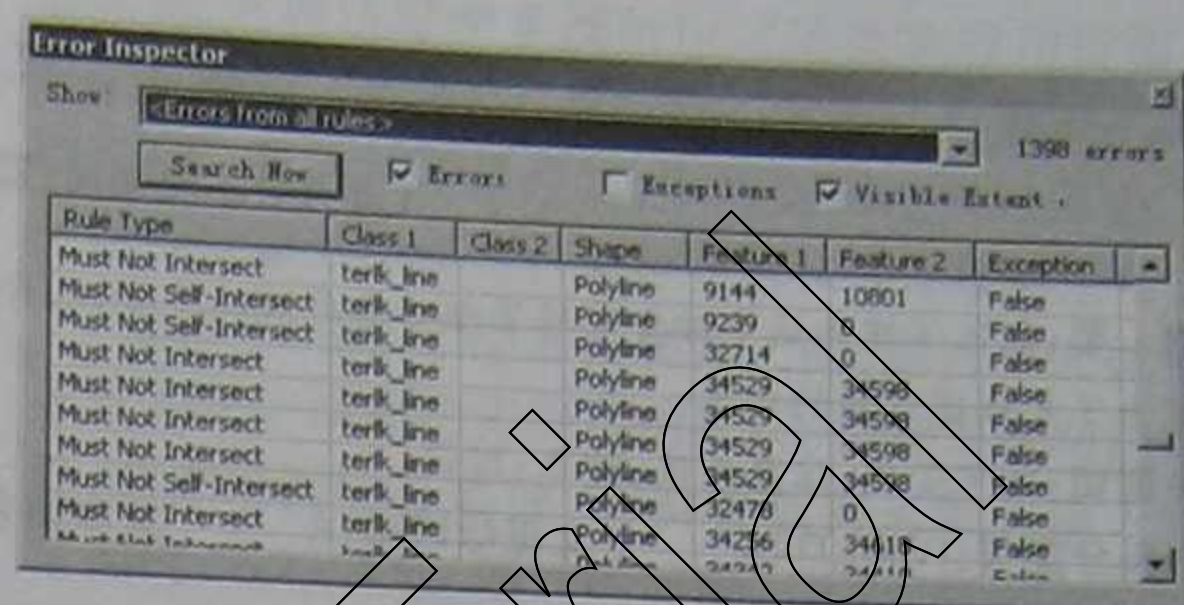


图4 错误查看器

Fig.4 Error Inspector

在 ArcMap 中,错误查看器中的错误记录与地图上的要素是相关联的,点取任一记录都可在地图上看到其所在位置被高亮显示。

### 7 拓扑关系错误处理

对于被检查出来的拓扑关系错误,用户可有 3 种选择:

- 1) 用编辑工具改正这个错误
- 2) 对该错误暂不处理
- 3) 将该错误置为例外

后面两种处理方式是有本质不同的。暂不处理的错误仍然是错误,只要不改正永远都会被记录和标识出来。而当我们把错误置为例外时,就等于指定该处为一个特殊情况,可以不受我们定义的拓扑关系规则的约束,不再将其视为错误。这种处理方式颇具特色。在实际应用中,我们常会遇到需要视为“例外”的情形。我们在整理等高线时,正常的等高线不能存在悬挂点,但是在图幅的边界上,等高线上存在悬挂点也是合理的,无需改正。因此,最好的办法就是将其置为“例外”。

### 8 小结

综上所述,在 ArcGIS 8.3 中,这种全新的基于规则的拓扑关系管理机制,把效率、功能、灵活性和可扩展性结合得恰到好处,提高了地理分析和精确的数据输入能力,非常适合在基础地理信息数据采集及建库中应用。

### 参考文献:

- [1] 蔡晓兵. Geodatabase 中基于规则的拓扑关系管理机制[J]. 中国通讯. 2002, (9).
- [2] ESRI ArcGIS: Working with Geodatabase Topology USA May 2003.

### 作者简介:

王宝利(1972-),男,辽宁锦州人,工学学士,主要从事 GIS 数据、遗传算法、数字图像处理等方面的研究。