第 33 卷　第 12 期
2010 年 12 月
计　算　机　学　报
CHINESE JOURNAL OF COMPUTERS
Vol. 33　No. 12
Dec. 2010

# 空间网络间的空间关系的表示和推理

郝忠孝[1),2)]　李　松[1)]

[1)](哈尔滨理工大学计算机科学与技术学院　哈尔滨　150080)

[2)](哈尔滨工业大学计算机科学与技术学院　哈尔滨　150001)

**摘　要**　空间网络间的空间关系的表示和推理在空间数据库领域具有重要的意义.为了对复杂的空间网络间的空间关系进行定义和区分,首先提出了空间网络间的空间关系的谓词表示和交集模型表示方法,给出了空间网络间的空间关系模型的特征条件式和蕴涵条件式,进一步给出了空间网络间的空间关系的划分定理和推论;系统研究了空间网络间的空间关系的推理方法,针对空间网络间的空间关系推理特点,提出了推理相斥规则和推理蕴涵规则.研究成果为空间网络间的空间关系在空间数据库中的应用奠定了基础,极大地增强了空间数据库处理复杂对象的空间关系的能力.

**关键词**　空间网络;空间关系;交集模型;谓词表示;空间推理

**中图法分类号**　TP311　　　**DOI 号**:10.3724/SP.J.1016.2010.02248

# Representation and Reasoning of the Spatial Relations of the Spatial Networks

HAO Zhong-Xiao[1),2)]　LI Song[1)]

[1)](*School of Computer Science and Technology*, *Harbin University of Science and Technology*, *Harbin*　150080)

[2)](*School of Computer Science and Technology*, *Harbin Institute of Technology*, *Harbin*　150001)

**Abstract**　Representation and reasoning of the spatial network relations are of great significance in the spatial database. To define and distinguish the complex spatial network relations, the representation of the predication and the intersection model for the spatial network relations are studied systemically. The characteristic -condition-formulas and the implication-condition-formulas are also presented, furthermore, the theorem and the corollary to distinguish the spatial network relations are given. The methods of the reasoning for the spatial network relations are studied systemically. According to the characteristics of the spatial network reasoning, the reasoning excluded rules and the implication rules are presented in detail. The production in this paper lay the foundation for the applications and research of the spatial network relations in the spatial database and improve the ability of the spatial database greatly.

**Keywords**　spatial network; spatial relations; intersection model; representation of the predication; spatial reasoning

## 1　引　言

空间网络是空间数据库研究的一个重要方面,它是许多重要应用的核心,可被广泛应用于地理信息系统、城市规划、道路运输、交通管制、通信网络、水利建设、电网管理和电子电路等多种领域.随着科学技术的发展和实际应用的需要,空间网络日益变

收稿日期:2008-03-26;最终修改稿收到日期:2009-11-17.本课题得到国家自然科学基金(60673136)、黑龙江省自然科学基金(F200601)资助.**郝忠孝**,男,1940 年生,教授,博士生导师,主要研究领域为数据库理论及应用、空间数据库、时态数据库、XML 数据库等.E-mail:haozx@hrbust.edu.cn.**李　松**,男,1977 年生,博士,讲师,主要研究方向为空间数据库理论及应用.

得复杂和多样，空间网络间的空间关系的表示和推理成为空间数据库的研究重点和难点.

空间网络间的空间关系是空间关系的一个重要方面.实际应用中，对空间网络间的空间关系的表示、分类和推理提出了越来越高的要求.已有的针对空间网络的研究成果主要集中在空间网络的结构、特性和数学计算等方面；空间网络在空间数据库中的研究主要集中在空间网络的连通性，空间网络信息的存储，空间网络中对象的定位、聚类和查询等领域，不适合解决复杂空间网络间的空间关系表示和推理问题.为了增强空间数据库处理复杂的空间网络的能力，本文对空间网络间的空间关系进行了详细研究.

目前，对空间关系的研究主要集中在空间关系的表示、推理和查询等方面.文献[1]论述了定性空间表示和空间推理的主要研究内容，但没有提及空间网络间的空间关系的研究.文献[2]讨论了时空拓扑的表示和推理问题，用定性的方法来描述动态空间对象的关系变化，但没有对空间网络间的空间关系进行分析.文献[3]提出了一种利用 Voronoi 图的九交模型(V9I)来处理空间对象的空间关系.文献[4]基于区域连接理论利用分级的方法来处理定性的空间表示和推理等问题.文献[5]基于九交模型研究了复杂点、复杂线和复杂区域间的空间关系问题.文献[6]将粗糙集应用于蛋黄模型、九交模型和 RCC 等以表示连续空间中的模糊对象间的拓扑关系.文献[7-8]基于能处理更丰富的不确定信息的 Vague 集定义了 Vague 区域等基本概念，对动态的 Vague 区域关系和复杂的含洞不规则 Vague 区域关系进行了系统的研究.文献[1-8]主要对空间区域关系进行了研究分析，没有涉及到复杂的空间网络间的空间关系.

针对复杂和多样的空间网络，已有的方法[9-13]主要集中在空间网络的结构性质、空间网络中移动对象的空间关系研究及空间网络上移动对象的查询等方面.文献[9]对复杂网络结构、性质和应用进行了详细的分析和讨论，但没有对空间网络之间的空间关系表示和空间关系推理等内容进行研究.文献[10]研究了空间网络中的移动对象建模方法和查询语言，定义了相关的数据类型，给出了查询操作方法.文献[11]基于最短距离，将空间网络映射到一维直线上，利用区间代数处理空间网络中的动态对象间的空间关系表示和推理问题.文献[12]提出了一种网络定性轨迹计算(QTCN)的方法来处理空间网络中动态对象点的空间关系问题.文献[11-12]主要针对空间网络中移动对象间的动态关系进行了分析和研究，但没有涉及到复杂的空间网络之间的空间关系.文献[13]提出了一种 SILC 方法来解决空间网络中的查询问题，该方法可适用于空间网络中的近邻查询和空间连接查询等方面，但无法处理复杂的空间网络间的空间关系表示和推理问题.

已有的工作[1-13]没有进一步对复杂的空间网络间的空间关系进行系统的研究，研究成果无法处理空间网络间的空间关系的表示、分析和推理等问题.为了弥补已有方法的不足和空白，本文详细研究了空间网络间的空间关系表示和空间关系推理等内容，为复杂的空间网络间的空间关系在空间数据库中的应用和研究奠定了基础.

## 2 空间网络间的空间关系表示

为了对复杂的空间网络间的空间关系进行定性表示和分类，本文用谓词表示和交集模型表示两种方法来定义空间网络间的空间关系.谓词表示方法可严格地对空间网络间的空间关系进行定义和类别划分；交集模型表示方法可进一步定性区分出大量的复杂的空间网络间的空间关系.

**定义 1**(空间网络划分). 设有一空间网络 $SN$，$SN$ 由网络边界边 $SNL_b$、网络边界结点 $SNV_b$、网络内边 $SNL_c$ 和网络内结点 $SNV_c$ 组成；$SNL_b$、$SNV_b$、$SNL_c$ 和 $SNV_c$ 构成空间网络 $SN$ 的一个划分；$SNL_b$、$SNV_b$、$SNL_c$ 和 $SNV_c$ 称为 $SN$ 的子区域.空间网络区域 $SNR$ 由 $SNL_b$、$SNV_b$、$SNL_c$、$SNV_c$ 和空间网络洞 $SNH$ 组成；$SNL_b$、$SNV_b$、$SNL_c$、$SNV_c$ 和 $SNH$ 构成 $SNR$ 的一个划分；$SNL_b$、$SNV_b$、$SNL_c$、$SNV_c$ 和 $SNH$ 称为 $SNR$ 的子区域.如无特殊说明，本文将空间网络区域 $SNR$ 中的点统一记为 $rp$.

本文中，如无特殊说明，空间网络 $SN$ 具有以下特性：$SN$ 的边界具有凸壳性；网络结点三点不共线；网络边仅交于网络结点；过任意一个网络结点 $SNV_i$ 均有一个回路，即存在网络路径 $\langle SNV_i, \cdots, SNV_j, \cdots, SNV_i \rangle$，$SNV_i \neq SNV_j$；网络结点无自环.

**定义 2**(空间网络点集和空间网络元素集). 空间网络边 $SNL$ 上的数据点和空间网络结点 $SNV$ 的集合称为空间网络点集，记为 $SNP$，无区分时，本文将 $SNP$ 集中的对象点统一记为 $np$；将空间网络 $SN$ 中的空间网络边 $SNL$ 和空间网络结点 $SNV$ 作

为空间网络 $SN$ 的基本组成元素，由 $SNL$ 和 $SNV$ 组成的集合称为空间网络元素集，记为 $SNG$. $SNG$ 中的元素统一表示为 $ng$. 同样，可将空间网络边 $SNL$、空间网络结点 $SNV$ 和空间网络洞 $SNH$ 定义为空间网络区域 $SNR$ 的基本组成元素.

**定义 3**(空间同质元素和异质元素). 针对两个空间网络 $SN_x$，$SN_y$ 和其对应的空间网络区域 $SNR_x$，$SNR_y$. 本文将空间网络边 $SNL_x$ 和 $SNL_y$、空间网络结点 $SNV_x$ 和 $SNV_y$、空间网络洞 $SNH_x$ 和 $SNH_y$ 称为两个空间网络 $SN_x$ 和 $SN_y$ 中互为同质的空间元素；将空间网络边 $SNL_x$ 与网络结点 $SNV_y$、空间网络结点 $SNV_x$ 与空间网络洞 $SNH_y$、空间网络洞 $SNH_x$ 与空间网络边 $SNL_y$ 称为两个空间网络 $SN_x$ 和 $SN_y$ 中互为异质的空间元素.

### 2.1 空间网络间的空间关系的谓词表示

和空间区域关系[1-8]相比较，空间网络间的空间关系更具有复杂性和多样性. 本文中，空间网络间的空间关系的谓词表示可将复杂的空间网络间的空间关系划分为 18 类空间网络间的空间关系. 设 $SN_x$ 和 $SN_y$ 表示两个空间网络，空间网络间的空间关系 NSR($SN_x$，$SN_y$)简记为 NSR，则 18 类空间网络间的空间关系集为

{SNDR(相离)，SONJ(相接)，N_SNOP(网络交叠)，R_SNOP(区域交叠)，R_N_SNOP(区域网络交叠)，N_ SINTP(网络内接)，R_ SINTP(区域内接)，R_ N_ SINTP(区域网络内接)，N_ SAITP(网络内包含)，R_ SAITP(区域内包含)，R_ N_ SAITP(区域网络内包含)，N_ SINTP$^{-1}$(网络反内接)，R_ SINTP$^{-1}$(区域反内接)，R_ N_ SINTP$^{-1}$(区域网络反内接)，N_ SAITP$^{-1}$(网络反内包含)，R_ SAITP$^{-1}$(区域反内包含)，R_ N_ SAITP$^{-1}$(区域网络反内包含)，SEQ(网络等同)}.

本节详细定义了复杂的空间网络间的空间关系，将复杂的空间网络间的空间关系归为 18 类. 其中，"∃"表示存在；"∀"表示任意一个；"¬"表示非；"$\equiv_{\mathrm{def}}$"表示定义为.

**定义 4**(网络原子空间关系).

$\mathrm{SNC}(SN_x,SN_y)\equiv_{\mathrm{def}}\exists np[np\in SNP_x\wedge np\in SNP_y]$.

网络原子空间关系 SNC($SN_x$，$SN_y$)具有 3 大性质：

(1) $\forall SN_x[\mathrm{SNC}(SN_x,SN_x)]$；

(2) $\forall SN_x\,\forall SN_y[\mathrm{SNC}(SN_x,SN_y)\rightarrow\mathrm{SNC}(SN_y,SN_x)]$；

(3) $\forall SN_z[\mathrm{SNC}(SN_z SN_x)\leftrightarrow\mathrm{SNC}(SN_z SN_y)]\rightarrow SN_x=SN_y$.

其中，性质(1)说明网络原子空间关系具有反身性；性质(2)说明网络原子空间关系具有对称性，即空间网络 $SN_x$ 和 $SN_y$ 之间具有网络原子空间关系 SNC，则 $SN_y$ 和 $SN_x$ 之间必也具有网络原子空间关系 SNC.

**定义 5**(网络区域原子空间关系).

$$\mathrm{SRC}(SNR_x,SNR_y)\equiv_{\mathrm{def}}\exists rp[rp\in SNR_x\wedge rp\in SNR_y].$$

基于定义 4 和定义 5，本节对复杂的空间网络间的空间关系进行严格的谓词表示并对部分重要的空间网络间的空间关系进行详细说明和分析.

(1) SNP($SN_x$，$SN_y$).

① $\mathrm{N\_SNP}(SN_x,SN_y)\equiv_{\mathrm{def}}\forall SN_z[\mathrm{SNC}(SN_z,SN_x)\rightarrow\mathrm{SNC}(SN_z,SN_y)]$；

② $\mathrm{R\_SNP}(SN_x,SN_y)\equiv_{\mathrm{def}}\forall SNR_z[\mathrm{SRC}(SNR_z,SNR_x)\rightarrow\mathrm{SRC}(SNR_z,SNR_y)]\wedge\forall ng_x\,\forall ng_y(ng_x\notin SNG_y\wedge ng_y\notin SNG_x)$；

③ $\mathrm{R\_N\_SNP}(SN_x,SN_y)\equiv_{\mathrm{def}}\forall SNR_z[\mathrm{SRC}(SNR_z,SNR_x)\rightarrow\mathrm{SRC}(SNR_z,SNR_y)]\wedge\exists ng_x\,\exists ng_y(ng_x\lhd ng_y\vee ng_y\lhd ng_x]\wedge\exists SN_z[\mathrm{SNC}(SN_z,SN_x)\nrightarrow\mathrm{SNC}(SN_z,SN_y)]$，

其中，"◁"表示区域局部包含.

由①、②和③可知，SNP($SN_x$，$SN_y$)细分为 3 类关系：N_SNP($SN_x$，$SN_y$)、R_SNP($SN_x$，$SN_y$)和 R_N_SNP($SN_x$，$SN_y$).

(2) SNPP($SN_x$，$SN_y$).

① $\mathrm{N\_SNPP}(SN_x,SN_y)\equiv_{\mathrm{def}}\mathrm{N\_SNP}(SN_x,SN_y)\wedge\neg\mathrm{N\_SNP}(SN_y,SN_x)$；

② $\mathrm{R\_SNPP}(SN_x,SN_y)\equiv_{\mathrm{def}}\mathrm{R\_SNP}(SN_x,SN_y)\wedge\neg\mathrm{R\_SNP}(SN_y,SN_x)$；

③ $\mathrm{R\_N\_SNPP}(SN_x,SN_y)\equiv_{\mathrm{def}}\mathrm{R\_N\_SNP}(SN_x,SN_y)\wedge\neg\mathrm{R\_N\_SNP}(SN_y,SN_x)$.

(3) SEQ($SN_x$，$SN_y$).

① $\mathrm{SEQ}(SN_x,SN_y)\equiv_{\mathrm{def}}\mathrm{N\_SNP}(SN_x,SN_y)\wedge\mathrm{N\_SNP}(SN_y,SN_x)$.

(4) SNO($SN_x$，$SN_y$).

① $\mathrm{N\_SNO}(SN_x,SN_y)\equiv_{\mathrm{def}}\exists SN_z[\mathrm{N\_SNP}(SN_z,SN_x)\wedge\mathrm{N\_SNP}(SN_z,SN_y)]\wedge\neg\exists SN_e\{[\mathrm{N\_SNP}(SN_e,SN_x)\wedge\neg\mathrm{N\_SNP}(SN_e,SN_y)]\vee[\neg\mathrm{N\_SNP}(SN_e,SN_x)\wedge\mathrm{N\_SNP}(SN_e,SN_y)]\}$；

② $\mathrm{R\_SNO}(SN_x,SN_y)\equiv_{\mathrm{def}}\exists SN_z[\mathrm{R\_SNP}(SN_z,SN_x)\wedge\mathrm{R\_SNP}(SN_z,SN_y)]\wedge\forall SN_e[\mathrm{N\_SNP}(SN_e,SN_x)\wedge\neg\mathrm{N\_SNP}(SN_e,SN_y)\wedge\neg\mathrm{R\_N\_SNP}(SN_e,$

$SN_y)]\forall SN_d[$N_SNP$(SN_d, SN_y)\wedge\neg$N_SNP$(SN_d, SN_x)\wedge\neg$R_N_SNP$(SN_d, SN_x)]$；

③ R_N_SNO$(SN_x, SN_y)\equiv_{def}\exists SN_z[$R_N_SNP$(SN_z, SN_x)\wedge$R_N_SNP$(SN_z, SN_y)]\wedge\neg$N_SNO$(SN_x, SN_y)\wedge\neg$R_SNO$(SN_x, SN_y)$.

(5) SNOP$(SN_x, SN_y)$.

① N_SNOP$(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$N_SNO$(SN_x, SN_y)\wedge\neg$N_SNP$(SN_x, SN_y)\wedge\neg$N_SNP$(SN_y, SN_x)$；

② R_SNOP$(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$R_SNO$(SN_x, SN_y)\wedge\neg$R_SNP$(SN_x, SN_y)\wedge\neg$R_SNP$(SN_y, SN_x)$；

③ R_N_SNOP$(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$R_N_SNO$(SN_x, SN_y)\wedge\neg$R_N_SNP$(SN_x, SN_y)\wedge\neg$R_N_SNP$(SN_y, SN_x)$.

由 SNOP$(SN_x, SN_y)$细分的三类空间网络间的空间关系可知，N_SNOP$(SN_x, SN_y)$，R_SNOP$(SN_x, SN_y)$和 R_N_SNOP$(SN_x, SN_y)$是基于 SNO$(SN_x, SN_y)$和 SNP$(SN_x, SN_y)$细分的空间关系进行定义的，显然，SNOP$(SN_x, SN_y)$的三类空间网络间的空间关系比 SNO$(SN_x, SN_y)$的三类细分的空间网络间的空间关系具有更强的空间约束能力.

(6) SNDC$(SN_x, SN_y)$.

① SNDC$(SN_x, SN_y)\equiv_{def}\neg$N_SNOP$(SN_x, SN_y)\wedge\neg$R_SNOP$(SN_x, SN_y)\wedge\neg$R_N_SNOP$(SN_x, SN_y)$.

(7) SONJ$(SN_x, SN_y)$.

① SONJ$(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$SNC$(SN_x, SN_y)\wedge\neg$N_SNO$(SN_x, SN_y)\wedge\neg$R_SNO$(SN_x, SN_y)\wedge\neg$R_N_SNO$(SN_x, SN_y)$.

(8) SINTP$(SN_x, SN_y)$.

① N_SINTP$(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$N_SNPP$(SN_x, SN_y)\wedge\exists SN_z[$SONJ$(SN_z, SN_x)\wedge$SONJ$(SN_z, SN_y)]$；

② R_SINTP$(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$R_SNPP$(SN_x, SN_y)\wedge\exists SN_z[$SONJ$(SN_z, SN_x)\wedge$SONJ$(SN_z, SN_y)]$；

③ R_N_SINTP$(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$R_N_SNPP$(SN_x, SN_y)\wedge\exists SN_z[$SONJ$(SN_z, SN_x)\wedge$SONJ$(SN_z, SN_y)]$.

(9) SAITP$(SN_x, SN_y)$.

① N_SAITP$(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$N_SNPP$(SN_x, SN_y)\wedge\neg\exists SN_z[$SONJ$(SN_z, SN_x)\wedge$SONJ$(SN_z, SN_y)]$；

② R_SAITP$(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$R_SNPP$(SN_x, SN_y)\wedge\neg\exists SN_z[$SONJ$(SN_z, SN_x)\wedge$SONJ$(SN_z, SN_y)]$；

③ R_N_SAITP$(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$R_N_SNPP$(SN_x, SN_y)\wedge\neg\exists SN_z[$SONJ$(SN_z, SN_x)\wedge$SONJ$(SN_z, SN_y)]$.

N_SNP$^{-1}$、R_SNP$^{-1}$、R_N_SNP$^{-1}$等空间关系可由 N_SNP、R_SNP$^{-1}$、R_N_SNP$^{-1}$等空间关系进行定义，关系定义如以下所示.

(10) N_SNP$^{-1}(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$ N_SNP$(SN_y, SN_x)$.

(11) R_SNP$^{-1}(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$ R_SNP$(SN_y, SN_x)$.

(12) R_N_SNP$^{-1}(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$ R_N_SNP$(SN_y, SN_x)$.

(13) N_SNPP$^{-1}(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$ N_SNPP$(SN_y, SN_x)$.

(14) R_SNPP$^{-1}(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$ R_SNPP$(SN_y, SN_x)$.

(15) R_N_SNPP$^{-1}(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$ R_N_SNPP$(SN_y, SN_x)$.

(16) N_SINTP$^{-1}(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$ N_SINTP$(SN_y, SN_x)$.

(17) R_SINTP$^{-1}(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$ R_SINTP$(SN_y, SN_x)$.

(18) R_N_SINTP$^{-1}(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$ R_N_SINTP$(SN_y, SN_x)$.

(19) N_SAITP$^{-1}(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$ N_SAITP$(SN_y, SN_x)$.

(20) R_SAITP$^{-1}(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$ R_SAITP$(SN_y, SN_x)$.

(21) R_N_SAITP$^{-1}(SN_x, SN_y)\equiv_{def}$ R_N_SAITP$(SN_y, SN_x)$

由以上空间网络间的空间关系谓词表示可知，在对空间网络间的空间关系进行定义和表示时，充分考虑了空间网络 $SN_x$ 和 $SN_y$ 的网络子区域空间关系如边和边、顶点和顶点、洞和洞、顶点和边、顶点和洞、边和洞等方面. 基于网络原子空间关系 SNC、网络区域原子空间关系 SRC、中间关系 SNPP 和 SNO 等，本节利用空间网络间的空间关系的谓词表示将复杂的空间网络间的空间关系定义为具有完全的互斥性和关系独立性的 18 类空间网络间的空间

关系，从而对复杂的空间网络间的空间关系具有更强大的分类和表示能力.

## 2.2 空间网络间的空间关系的交集模型

### 2.2.1 空间网络间的空间关系的交集模型表示

由于空间网络的网络边和网络结点具有多样性和复杂性，空间网络间的空间关系的谓词表示虽然可较为严格地表示和划分出 18 类空间网络间的空间关系，但不能对各类空间网络间的空间关系所包含的子关系进一步详细区分，为了进一步处理更为复杂的空间网络间的空间关系，本节给出空间网络间的空间关系的交集模型来定性表示空间网络间的空间关系.

设空间网络 $SN_x$ 的空间网络区域 $SNR_x$ 由空间网络边界边 $SNL_{bx}$、空间网络边界结点 $SNV_{bx}$、空间网络内边 $SNL_{cx}$、空间网络内结点 $SNV_{cx}$ 和空间网络洞 $SNH_x$ 组成；$SN_y$ 的空间网络区域 $SNR_y$ 由空间网络边界边 $SNL_{by}$、空间网络边界结点 $SNV_{by}$、空间网络内边 $SNL_{cy}$、空间网络内结点 $SNV_{cy}$ 和空间网络洞 $SNH_y$ 组成. 考虑两个空间网络区域各个子区域的相互关系，则空间网络 $SN_x$ 和 $SN_y$ 的空间网络间的空间关系 NSR 可由 $SNR_x$ 和 $SNR_y$ 的各子区域的交集矩阵 $\boldsymbol{T}$ 表示(如图 1 所示).

$\boldsymbol{T}$ 中的各项 $RC_1, RC_2, RC_3, \cdots, RC_{25}$ 分别表示

$$
\boldsymbol{T} \overset{NR}{=}
\begin{array}{c}
\\ SNV_{by} \\ SNV_{cy} \\ SNL_{by} \\ SNL_{cy} \\ SNH_y
\end{array}
\begin{array}{c}
\begin{array}{ccccc} SNV_{bx} & SNV_{cx} & SNL_{bx} & SNL_{cx} & SNH_x \end{array} \\
\begin{bmatrix}
RC_1 & RC_2 & RC_3 & RC_4 & RC_5 \\
RC_6 & RC_7 & RC_8 & RC_9 & RC_{10} \\
RC_{11} & RC_{12} & RC_{13} & RC_{14} & RC_{15} \\
RC_{16} & RC_{17} & RC_{18} & RC_{19} & RC_{20} \\
RC_{21} & RC_{22} & RC_{23} & RC_{24} & RC_{25}
\end{bmatrix}
\end{array}
$$

图 1 交集模型矩阵

$SNV_{bx} \cap SNV_{by}$, $SNV_{bx} \cap SNV_{by}$, $\cdots$, $SNH_x \cap SNH_y$. 若 $\boldsymbol{T}$ 中的某项为空值，则表明该项相对应的两个子区域没有公共点；若该项非空，则表明相对应的两个子区域有公共点.

根据 $\boldsymbol{T}$ 中各项的取值情况可进一步表示空间网络 $SN_x$ 和 $SN_y$ 间的具体空间关系(如图 2 所示). 图 2 中每一列都对应一类空间网络间的空间关系，行表示子区域的交集. 各行交集的每一项的值都和所在的列表示的空间网络间的空间关系相对应. 各列对应的空间网络间的空间关系是由该列对应的 25 个子区域交集值的组合表示的. 由各列子区域交集值的组合可得出相应的网络区域关系. 图 2 中，SNDC，SONJ，N_SNOP，R_SNOP，…，SEQ 分别是空间网络间的空间关系名 SNDC($SN_x$, $SN_y$)，SONJ($SN_x$, $SN_y$)，N_SNOP($SN_x$, $SN_y$)，R_SNOP($SN_x$, $SN_y$)，…，

| | | | SNOP | | | SINTP | | | SAITP | | | $SINTP^{-1}$ | | | $SAITP^{-1}$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SNDC | SONJ | N_SNOP | R_SNOP | R_N_SNOP | N_SINTP | R_SINTP | R_N_SINTP | N_SAITP | R_SAITP | R_N_SAITP | N_$SINTP^{-1}$ | R_$SINTP^{-1}$ | R_N $SINTP^{-1}$ | N_$SAITP^{-1}$ | R_$SAITP^{-1}$ | R_N_$SAITP^{-1}$ | SEQ |
| | $NR_1$ | $NR_2$ | $NR_3$ | $NR_4$ | $NR_5$ | $NR_6$ | $NR_7$ | $NR_8$ | $NR_9$ | $NR_{10}$ | $NR_{11}$ | $NR_{12}$ | $NR_{13}$ | $NR_{14}$ | $NR_{15}$ | $NR_{16}$ | $NR_{17}$ | $NR_{18}$ |
| $RC_1$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{*}$ |
| $RC_2$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ |
| $RC_3$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ |
| $RC_4$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ |
| $RC_5$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ |
| $RC_6$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ |
| $RC_7$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ |
| $RC_8$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ |
| $RC_9$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ |
| $RC_{10}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ |
| $RC_{11}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ |
| $RC_{12}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ |
| $RC_{13}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{*}$ |
| $RC_{14}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ |
| $RC_{15}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ |
| $RC_{16}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ |
| $RC_{17}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ |
| $RC_{18}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ |
| $RC_{19}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ |
| $RC_{20}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ |
| $RC_{21}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ |
| $RC_{22}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ |
| $RC_{23}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ |
| $RC_{24}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\neg\varnothing^{+}$ | $\varnothing$ |
| $RC_{25}$ | $\varnothing$ | $\varnothing$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{*}$ | $\neg\varnothing^{*}$ |

图 2 交集模型表示

SEQ($SN_x$,$SN_y$)的简写."∅"表示空间网络 $SN_x$ 和 $SN_y$ 相对应的子区域没有公共点;"¬∅"表示 $SNR_x$ 和 $SNR_y$ 相对应的子区域有公共点.由于空间网络的复杂性和多样性,"*"表示在相对应的空间网络间的空间关系中,该交集项的值是必须的;"+"表示在相对应的空间网络关系中,该交集项的值是可选的,即由于空间网络的结点和边等结构信息的不同,其子区域空间关系亦有所不同,故标志有"+"的项的取值相应的也有所差别.由图 2 可知,空间网络间的空间关系的交集模型既可将复杂的空间网络间的空间关系区分为 18 类,同时又能较好地区分各类空间网络间的空间关系所包含的子关系.

### 2.2.2　空间网络间的空间关系的特征条件式和蕴涵条件式

18 类空间网络间的空间关系模型的每一种模型均须满足某些必要的条件,根据空间网络 SN 的特点及空间网络之间的空间关系情况,每种关系模型又可进一步细分.模型所满足的必要条件称为特征条件式,模型细分所遵循的条件称为蕴涵条件式.特征条件式和蕴涵条件式的组合运用可区分大量复杂的空间网络间的空间关系,即两个复杂的空间网络 $SN_x$ 和 $SN_y$ 的空间关系可由交集矩阵的各项取值组合、特征条件式和蕴涵条件式所表征.先根据空间网络 $SN_x$ 和 $SN_y$ 的数据信息,得出空间关系交集矩阵的取值情况,继而判断满足 18 类中哪一类空间网络间的空间关系所对应的特征条件式和蕴涵条件式,从而对 $SN_x$ 和 $SN_y$ 所具有的空间关系进行判断和归类.

以下给出 SNDC、SONJ、N_SNOP、R_SNOP、R_N_SNOP、N_SINTP、R_SINTP 和 R_N_SINTP 模型所对应的特征条件式和蕴涵条件式,其它关系模型的条件式可类似得出.其中,符号"∨"表示或,"∧"表示且,符号"→"表示蕴涵推出,"↔"表示相互蕴涵.本文特殊约定,若 $RC_i \vee RC_j=\varnothing$,则有 $RC_i=\varnothing$ 且 $RC_j=\varnothing$;若 $RC_i \wedge RC_j=\varnothing$,则有($RC_i=\varnothing$ 或 $RC_j=\varnothing$)或($RC_i=\varnothing$ 且 $RC_j=\varnothing$);若 $RC_i \vee RC_j\neq\varnothing$,则有 $RC_i\neq\varnothing$ 或 $RC_j\neq\varnothing$;若 $RC_i \wedge RC_j\neq\varnothing$,则有 $RC_i\neq\varnothing$ 且 $RC_j\neq\varnothing$.

(1)SNDC($SN_x$,$SN_y$)模型条件式

① 特征条件式

$T^1_{\varnothing}$:$RC_1 \vee RC_2 \vee RC_3 \vee RC_4 \vee RC_5 \vee RC_6 \vee RC_7 \vee RC_8 \vee RC_9 \vee RC_{10} \vee RC_{11} \vee RC_{12} \vee RC_{13} \vee RC_{14} \vee RC_{15} \vee RC_{16} \vee RC_{17} \vee RC_{18} \vee RC_{19} \vee RC_{20} \vee RC_{21} \vee RC_{22} \vee RC_{23} \vee RC_{24} \vee RC_{25}=\varnothing$;

② 蕴涵条件式:无.

SNDC($SN_x$,$SN_y$)的特征条件式表明,其 25 个交集项全为空,即空间网络 $SN_x$ 和 $SN_y$ 的网络子区域空间关系如边和边、顶点和顶点、洞和洞、顶点和边、顶点和洞、边和洞均无公共元素,故 $SN_x$ 和 $SN_y$ 必具有相离关系.由此可见,SNDC($SN_x$,$SN_y$)的交集模型表示和 2.1 节的谓词表示是相容的.

(2)SONJ($SN_x$,$SN_y$)模型条件式

① 特征条件式

$T^2_{\varnothing}$:$RC_2 \vee RC_4 \vee RC_5 \vee RC_6 \vee RC_7 \vee RC_8 \vee RC_9 \vee RC_{10} \vee RC_{12} \vee RC_{14} \vee RC_{15} \vee RC_{16} \vee RC_{17} \vee RC_{18} \vee RC_{19} \vee RC_{20} \vee RC_{21} \vee RC_{22} \vee RC_{23} \vee RC_{24} \vee RC_{25}=\varnothing$;

$T^{2\vee}_{\neg\varnothing}$:$RC_1 \vee RC_3 \vee RC_{11} \vee RC_{13}\neq\varnothing$;

② 蕴涵条件式

$X^2_1$:$RC_{13}\rightarrow RC_1 \vee RC_3 \vee RC_{11}$.

由交集矩阵和图 2 可知,若两个空间网络具有 SONJ(相接)的空间关系,其关系矩阵的交集项必满足 $T^2_{\varnothing}$ 和 $T^{2\vee}_{\neg\varnothing}$ 两个特征条件式和蕴涵条件式 $X^2_1$.

(3)N_SNOP($SN_x$,$SN_y$)模型条件式

① 特征条件式

$T^3_{\varnothing}$:$RC_3 \vee RC_4 \vee RC_5 \vee RC_8 \vee RC_9 \vee RC_{10} \vee RC_{11} \vee RC_{12} \vee RC_{15} \vee RC_{16} \vee RC_{17} \vee RC_{20} \vee RC_{21} \vee RC_{22} \vee RC_{23} \vee RC_{24}=\varnothing$;

$T^{3\vee}_{\neg\varnothing}$:$RC_1 \vee RC_2 \vee RC_6 \vee RC_7 \vee RC_{13} \vee RC_{14} \vee RC_{18} \vee RC_{19} \vee RC_{25}\neq\varnothing$;

$T^{3\wedge}_{\neg\varnothing}$:$RC_1 \wedge RC_{25}\neq\varnothing$;

② 蕴涵条件式

$X^3_1$:$RC_{13}\rightarrow RC_1$;

$X^3_2$:$RC_{13} \vee RC_{14} \vee RC_{18} \vee RC_{19}\neq\varnothing$;

$X^3_3$:$RC_{19}\leftrightarrow RC_7$;

$X^3_4$:$RC_{14}\leftrightarrow RC_2$;

$X^3_5$:$RC_{18}\leftrightarrow RC_6$.

(4)R_SNOP($SN_x$,$SN_y$)模型条件式

① 特征条件式

$T^4_{\varnothing}$:$RC_1 \vee RC_2 \vee RC_3 \vee RC_4 \vee RC_6 \vee RC_7 \vee RC_8 \vee RC_9 \vee RC_{11} \vee RC_{12} \vee RC_{16} \vee RC_{17}=\varnothing$;

$T^{4\wedge}_{\neg\varnothing}$:$RC_{13} \wedge RC_{15} \wedge RC_{23} \wedge RC_{25}\neq\varnothing$;

$T^{4\vee}_{\neg\varnothing}$:$RC_5 \vee RC_{10} \vee RC_{14} \vee RC_{18} \vee RC_{19} \vee RC_{20} \vee RC_{21} \vee RC_{22}\neq\varnothing$;

② 蕴涵条件式

$X^4_1$:$RC_{18}\rightarrow RC_{13}$;

$X^4_2$:$RC_{22}\rightarrow RC_{24}$;

$X^4_3$:$RC_{10}\rightarrow RC_{23}$.

(5) R_N_SNOP($SN_x$, $SN_y$)模型条件式

① 特征条件式

$T^5_\varnothing$: $RC_1 \vee RC_2 \vee RC_3 \vee RC_4 \vee RC_5 \vee RC_6 \vee RC_7 \vee RC_8 \vee RC_9 \vee RC_{10} \vee RC_{11} \vee RC_{12} \vee RC_{13} \vee RC_{14} \vee RC_{15} \vee RC_{16} \vee RC_{17} \vee RC_{18} \vee RC_{19} \vee RC_{20} \vee RC_{21} \vee RC_{22} \vee RC_{23} \vee RC_{24} \neq \varnothing$;

$T^{5\wedge}_{\neg\varnothing}$: $RC_{25} \neq \varnothing$;

② 蕴涵条件式

$X^5_1$: $RC_{15} \vee RC_{20} \vee RC_{23} \vee RC_{24} \neq \varnothing$;

$X^5_2$: $RC_{15} \vee RC_{20} \vee RC_{23} \vee RC_{24} \rightarrow RC_1 \vee RC_2 \vee RC_3 \vee RC_4 \vee RC_6 \vee RC_7 \vee RC_8 \vee RC_9 \vee RC_{11} \vee RC_{12} \vee RC_{16} \vee RC_{17}$.

根据 N_SNOP、R_SNOP 和 R_N_SNOP 的谓词表示和各自的特征条件式及蕴涵条件式可知，这三类空间关系虽然同属空间网络的交叠覆盖范畴，但 N_SNOP 成立的约束条件最强，必须是两个空间网络 $SN_x$ 和 $SN_y$ 的部分同质元素间的完全重合和覆盖；R_SNOP 成立的约束条件次之；R_N_SNOP 成立的约束条件最弱. 在表征两个空间网络间的空间关系时，三者具有相互独立和互斥性，即针对两个空间网络 $SN_x$ 和 $SN_y$，N_SNOP、R_SNOP 和 R_N_SNOP 中的任意两个不能同时成立.

(6) N_SINTP($SN_x$, $SN_y$)模型条件式

① 特征条件式

$T^6_\varnothing$: $RC_2 \vee RC_3 \vee RC_4 \vee RC_5 \vee RC_8 \vee RC_9 \vee RC_{10} \vee RC_{11} \vee RC_{12} \vee RC_{14} \vee RC_{15} \vee RC_{16} \vee RC_{17} \vee RC_{20} \vee RC_{21} \vee RC_{22} \vee RC_{23} \vee RC_{24} = \varnothing$;

$T^{6\wedge}_{\neg\varnothing}$: $RC_1 \wedge RC_{13} \wedge RC_{25} \neq \varnothing$;

$T^{6\vee}_{\neg\varnothing}$: $RC_6 \vee RC_7 \vee RC_{18} \vee RC_{19} \neq \varnothing$;

② 蕴涵条件式

$X^6_1$: $RC_6 \leftrightarrow RC_{18}$;

$X^6_2$: $RC_7 \leftrightarrow RC_{19}$.

(7) R_SINTP($SN_x$, $SN_y$)模型条件式

① 特征条件式

$T^7_\varnothing$: $RC_2 \vee RC_3 \vee RC_4 \vee RC_5 \vee RC_6 \vee RC_7 \vee RC_8 \vee RC_9 \vee RC_{12} \vee RC_{14} \vee RC_{15} \vee RC_{16} \vee RC_{17} = \varnothing$;

$T^{7\wedge}_{\neg\varnothing}$: $RC_{23} \wedge RC_{25} \neq \varnothing$;

$T^{7\vee}_{\neg\varnothing}$: $RC_1 \vee RC_{10} \vee RC_{11} \vee RC_{13} \vee RC_{18} \vee RC_{19} \vee RC_{20} \vee RC_{21} \vee RC_{22} \vee RC_{24} \neq \varnothing$;

② 蕴涵条件式

$X^7_1$: $RC_{22} \leftrightarrow RC_{24}$;

$X^7_2$: $RC_{10} \rightarrow RC_{20}$;

$X^7_3$: $RC_{18} \rightarrow RC_1 \vee RC_{11} \vee RC_{21}$;

$X^7_4$: $RC_{19} \rightarrow RC_{22}$.

(8) R_N_SINTP($SN_x$, $SN_y$)模型条件式

① 特征条件式

$T^8_\varnothing$: $RC_2 \vee RC_3 \vee RC_4 \vee RC_5 \vee RC_{12} \vee RC_{14} \vee RC_{15} = \varnothing$;

$T^{8\wedge}_{\neg\varnothing}$: $RC_{25} \neq \varnothing$;

$T^{8\wedge}_{\neg\varnothing}$: $RC_1 \vee RC_6 \vee RC_7 \vee RC_8 \vee RC_9 \vee RC_{10} \vee RC_{11} \vee RC_{13} \vee RC_{16} \vee RC_{17} \vee RC_{18} \vee RC_{19} \vee RC_{20} \vee RC_{21} \vee RC_{22} \vee RC_{23} \vee RC_{24} \neq \varnothing$;

$T^{8\vee}_{\neg\varnothing 1}$: $RC_8 \vee RC_9 \vee RC_{10} \vee RC_{11} \vee RC_{16} \vee RC_{17} \vee RC_{22} \vee RC_{23} \vee RC_{24} \neq \varnothing$;

$T^{8\vee}_{\neg\varnothing 2}$: $RC_{18} \vee RC_{13} \neq \varnothing$;

$T^{8\vee}_{\neg\varnothing 3}$: $RC_1 \vee RC_{11} \neq \varnothing$;

$T^{8\vee}_{\neg\varnothing 4}$: $RC_6 \vee RC_7 \vee RC_8 \vee RC_9 \vee RC_{16} \vee RC_{17} \neq \varnothing$;

② 蕴涵条件式

$X^8_1$: $RC_{11} \vee RC_{16} \vee RC_{21} \vee RC_8 \vee RC_{18} \rightarrow RC_{23}$;

$X^8_2$: $RC_{17} \vee RC_9 \vee RC_{19} \rightarrow RC_{24}$;

$X^8_3$: $RC_{19} \rightarrow RC_{20}$;

$X^8_4$: $\neg(RC_{21} \vee RC_{22} \vee RC_{23} \vee RC_{24}) \rightarrow RC_{18} \vee RC_{13}$.

由 N_SINTP、R_SINTP 和 R_N_SINTP 的谓词表示和各自的特征条件式及蕴涵条件式可知，这三类关系虽然同属空间网络的内接范畴，但 N_SINTP成立的约束条件最强，空间网络 $SN_x$ 的所有网络元素必须和 $SN_y$ 部分网络元素完全重合和覆盖；R_SINTP 成立的约束条件次之；R_N_SINTP 成立的约束条件最弱. 针对两个空间网络 $SN_x$ 和 $SN_y$，空间网络间的空间关系 N_SINTP、R_SINTP 和 R_N_SINTP 中的任意两个不能同时成立.

由 18 类空间网络间的空间关系的特征条件式可知，特征条件式主要表征交集模型中必为$\varnothing$的项，可能为$\neg\varnothing$的项与必为$\neg\varnothing$的项. 为简便描述，本文中，用$\{T^k_\varnothing\}$表示第 $k$ 类空间网络间的空间关系的相应子区域交集必为$\varnothing$的项的集合；$\{T^{k\vee}_{\neg\varnothing}\}$表示第 $k$ 类空间网络间的空间关系的相应子区域交集可能为$\neg\varnothing$的项的集合；$\{T^{k\vee}_{\neg\varnothing i}\}$是$\{T^{k\vee}_{\neg\varnothing}\}$的子集；$\{T^{k\wedge}_{\neg\varnothing}\}$表示第 $k$ 类空间网络间的空间关系的相应子区域交集必为$\neg\varnothing$的项的集合. 基于交集模型、特征条件式和蕴涵条件式，可对具体的已知空间网络间的空间关系进行分类和判定. 本节给出了区分空间网络间的空间关系的定理及其推论.

**定理 1.** 设空间网络间的空间关系的特征条件式统一记为 $T^n_i$ ($n=1,2,\cdots,18$; $i=1,2\cdots$)，$T^n_i$ 的集合记为 $T^n$；蕴涵条件式统一记为 $X^n_j$ ($n=1,2,\cdots,18$; $j=1,2,\cdots$)，$X^n_j$ 的集合记为 $X^n$. 则 18 类空间网络间的空间关系可由 $T^n$ 和 $X^n$ 进行区分.

证明．　设任意两类空间网络间的空间关系的特征条件式的集合为 $T^p$ 和 $T^g$，蕴涵条件式的集合为 $X^p$ 和 $X^g$，符号“$\models$”表示满足条件式，“$\not\models$”表示不满足条件式．任意构造的一个空间网络间的空间关系的特征条件式集为 $T^r$，蕴涵条件式集为 $X^r$．比较 18 类空间网络间的空间关系模型的特征条件式和蕴涵条件式可知，$T^p\neq T^g$，$X^p\neq X^g$．若 $T^r\models T^p$，$X^r\models X^p$，则必有 $T^r\not\models T^g$ 且 $X^r\not\models X^g$；反之，若 $T^r\models T^g$，$X^r\models X^g$，则必有 $T^r\not\models T^p$ 且 $X^r\not\models X^p$．即 $T^p$ 和 $T^g$，$X^p$ 和 $X^g$ 具有相斥性，故 18 类空间网络间的空间关系可由 $T^n$ 和 $X^n$ 进行区分．　证毕．

**推论 1**．　设一空间网络间的空间关系的模型特征条件式为 $T'$，$\{T'_{\varnothing}\}$ 和 $\{T'_{\neg\varnothing}\}$ 分别表示其子区域交集为 $\varnothing$ 的项的集合和不为 $\varnothing$ 的项的集合；$\{T^k_{\varnothing}\}$，$\{T^{k\vee}_{\neg\varnothing}\}$ 和 $\{T^{k\wedge}_{\neg\varnothing}\}$ 分别表示第 $k$ 类空间网络间的空间关系的相应子区域交集必为 $\varnothing$ 的项的集合、可能为 $\neg\varnothing$ 的项的集合和必为 $\neg\varnothing$ 的项的集合，$k=1,2,\cdots,18$；若 $\{T'_{\varnothing}\}\supseteq\{T^k_{\varnothing}\}$，$\{T'_{\neg\varnothing}\}\supseteq\{T^{k\wedge}_{\neg\varnothing}\}$，则有 $|T'_{\neg\varnothing}|\leq|T^{k\vee}_{\neg\varnothing}|$，$\{T'_{\neg\varnothing}-T^{k\wedge}_{\neg\varnothing}\}\subseteq\{T^{k\vee}_{\neg\varnothing}\}$．

**推论 2**．　设一空间网络间的空间关系模型特征条件式为 $T'$，$k=1,2,\cdots,18$；若 $\{T'_{\varnothing}\}\supseteq\{T^k_{\varnothing}\}$，$\{T'_{\neg\varnothing}\}\supseteq\{T^{k\wedge}_{\neg\varnothing}\}$，又若 $\{T^{k\wedge}_{\neg\varnothing i}\}\neq\varnothing$，$i=1,2,\cdots$，$\{T'_{\neg\varnothing}\}\cap\{T^{kv}_{\neg\varnothing i}\}\neq\varnothing$，则有 $T'\in T^k$．

定理 1 及其推论表示 18 类空间网络间的空间关系在区分复杂的空间网络间的空间关系时具有完备性和互斥独立性．即复杂的空间网络间的空间关系可进行有效完备的归类和区分；根据交集模型、特征条件式和蕴涵条件式，大量的空间网络间的空间关系可进一步细分．

# 3　空间网络间的空间关系推理规则

空间关系的定性推理是空间关系研究领域的一个重要方面．空间网络间的空间关系的推理就是给出 3 个空间网络 $SN_x$、$SN_y$ 和 $SN_z$，若已知 $SN_x$ 和 $SN_y$ 的空间网络间的空间关系为 $\mathrm{NSR}_1(SN_x, SN_y)$，$SN_y$ 和 $SN_z$ 的空间网络间的空间关系为 $\mathrm{NSR}_2(SN_y, SN_z)$，根据 $\mathrm{NSR}_1(SN_x, SN_y)$ 和 $\mathrm{NSR}_2(SN_y,SN_z)$ 定性推导出 $SN_x$ 和 $SN_z$ 可能存在的空间网络间的空间关系 $\mathrm{NSR}_3(SN_x,SN_z)$．本节对空间网络间的空间关系推理的相斥规则和蕴涵规则进行了研究．

基于空间网络间的空间关系表示和网络关系的特点，可得出 324 个推理组合单元．推理组合单元共包含 3954 条推理相斥规则和 1878 条推理蕴涵规则．本节给出 R_SNOP($SN_x$,$SN_y$) 和 R_N_SINTP$^{-1}$($SN_y$,$SN_z$) 的推理组合单元所包含的推理相斥规则和推理蕴涵规则的详细分析，其它 323 个推理组合单元包含的推理规则可根据类似方法进行证明．

(1) R_SNOP($SN_x$,$SN_y$)+R_N_SINTP($SN_y$,$SN_z$)$\not\Rightarrow$SNDC($SN_x$,$SN_z$)．

证明(反证法)．　设 SNDC($SN_x$,$SN_z$) 成立，则由 SNDC($SN_x$,$SN_z$) 的定义可知 $\neg\exists rp[rp\in SN_x\wedge rp\in SN_z]\wedge\neg\exists np[np\in SN_x\wedge np\in SN_z]\wedge\neg\exists ng[ng\in SN_x\wedge ng\in SN_z]$；因为 R_N_SINTP($SN_y$,$SN_z$) 成立，则 $\forall rp[rp\in SN_y\rightarrow rp\in SN_z]\wedge\exists np[np\in SN_y\wedge np\in SN_z]\wedge\exists ng[ng\in SN_y\wedge ng\in SN_z]$；又因为 R_SNOP($SN_x$,$SN_y$) 成立，则 $\exists rp[rp\in SN_x\wedge rp\in SN_y]\wedge\neg\exists np[np\in SN_x\wedge np\in SN_y]\wedge\neg\exists ng[ng\in SN_x\wedge ng\in SN_y]$；所以，可得出 $\exists rp[rp\in SN_x\wedge rp\in SN_z]$，与假设成立时所推出的 $\neg\exists rp[rp\in SN_x\wedge rp\in SN_z]$ 相矛盾，故假设不成立，所以 R_SNOP($SN_x$,$SN_y$)+R_N_SINTP($SN_y$,$SN_z$)$\not\Rightarrow$SNDC($SN_x$,$SN_z$)．　证毕．

(2) R_SNOP($SN_x$,$SN_y$)+R_N_SINTP($SN_y$,$SN_z$)$\not\Rightarrow$SONJ($SN_x$,$SN_z$)．

证明(反证法)．　设 SONJ($SN_x$,$SN_z$) 成立，则由交集模型可知，$SN_x\cap SN_z=\varnothing\wedge SNH_x\cap SNL_{bz}=\varnothing\wedge SNL_{bx}\cap SNH_z=\varnothing$．又因为 R_SNOP($SN_x$,$SN_y$) 成立，则由交集模型可知，$SN_x\cap SN_y\neq\varnothing\wedge SNH_x\cap SNL_{by}\neq\varnothing\cap SNL_{bx}\wedge SNH_y\neq\varnothing$；又因为 R_N_SINTP($SN_y$,$SN_z$) 成立，由其定义可知，$SNR_y\subseteq SNR_z$，所以有 $SNH_x\cap SNH_z\neq\varnothing$，这与 $SNH_x\cap SNH_z=\varnothing$ 相矛盾，故假设不成立，所以 R_SNOP($SN_x$,$SN_y$)+R_N_SINTP($SN_y$,$SN_z$)$\not\Rightarrow$SONJ($SN_x$,$SN_z$)．　证毕．

(3) R_SNOP($SN_x$,$SN_y$)+R_N_SINTP($SN_y$,$SN_z$)$\not\Rightarrow$SEQ($SN_x$,$SN_z$)．

证明(反证法)．　假设 SEQ($SN_x$,$SN_z$) 成立，由 SEQ($SN_x$,$SN_z$) 的定义可将 $SN_z$ 全部替换为 $SN_x$，即得出 R_SNOP($SN_x$,$SN_y$) 和 R_N_SINTP($SN_y$,$SN_x$) 同时成立，由 18 类空间网络间的空间关系的定义和定理 1 及其推论可知 R_SNOP($SN_x$,$SN_y$) 和 R_N_SINTP($SN_y$,$SN_x$) 具有互斥性，即不能同时成立，故假设不成立，即 R_SNOP($SN_x$,$SN_y$)+R_N_SINTP($SN_y$,$SN_z$)$\not\Rightarrow$SEQ($SN_x$,$SN_z$)．　证毕．

(4) $R\_SNOP(SN_x, SN_y) + R\_N\_SINTP(SN_y, SN_z) \nRightarrow \{N\_SINTP^{-1}(SN_x, SN_z), R\_SINTP^{-1}(SN_x, SN_z), R\_N\_SINTP^{-1}(SN_x, SN_z), N\_SAITP^{-1}(SN_x, SN_z), R\_SAITP^{-1}(SN_x, SN_z), R\_N\_SAITP^{-1}(SN_x, SN_z)\}$.

证明(反证法). 假设 $N\_SINTP^{-1}(SN_x, SN_z)$ 不成立,则由 $N\_SINTP^{-1}(SN_x, SN_z)$ 定义可知,$\forall rp[rp \in SN_z \rightarrow rp \in SN_x] \wedge \forall ng[ng \in SN_y \rightarrow ng \in SN_z]$ 成立;因为 $R\_N\_SINTP(SN_y, SN_z)$ 成立,则有 $\forall rp[rp \in SN_y \rightarrow rp \in SN_z]$,故可得出 $\forall rp[rp \in SN_y \rightarrow rp \in SN_x]$. 又因为 $R\_SNOP(SN_x, SN_y)$ 成立,由 $R\_SNOP(SN_x, SN_y)$ 的定义可知,$\exists rp[rp \in SN_y \wedge rp \notin SN_x] \wedge \exists rp[rp \in SN_x \wedge rp \notin SN_y]$,即 $\exists rp[rp \in SN_y \nrightarrow rp \in SN_x]$,所以有 $\exists rp[rp \in SN_y \nrightarrow rp \in SN_x] \wedge \exists rp[rp \in SN_x \nrightarrow rp \in SN_y]$,与 $\forall rp[rp \in SN_y \rightarrow rp \in SN_x]$ 相矛盾,故假设不成立,所以 $R\_SNOP(SN_x, SN_y) + R\_N\_SINTP(SN_y, SN_z) \nRightarrow N\_SINTP^{-1}(SN_x, SN_z)$. 同理可证空间网络间的空间关系 $R\_SINTP^{-1}(SN_x, SN_z)$、$R\_N\_SINTP^{-1}(SN_x, SN_z)$、$N\_SAITP^{-1}(SN_x, SN_z)$、$R\_SAITP^{-1}(SN_x, SN_z)$ 和 $R\_N\_SAITP^{-1}(SN_x, SN_z)$ 均不能由 $R\_SNOP(SN_x, SN_y)$ 和 $R\_N\_SINTP(SN_y, SN_z)$ 的组合关系推理出. 证毕.

(5) $R\_SNOP(SN_x, SN_y) + R\_N\_SINTP(SN_y, SN_z) \Rightarrow \{N\_SNOP(SN_x, SN_z), R\_SNOP(SN_x, SN_z), R\_N\_SNOP(SN_x, SN_z), N\_SINTP(SN_x, SN_z), R\_SINTP(SN_x, SN_z), R\_N\_SINTP(SN_x, SN_z), N\_SAITP(SN_x, SN_z), R\_SAITP(SN_x, SN_z), R\_N\_SAITP(SN_x, SN_z)\}$.

证明. 设 $RT = \{N\_SNOP(SN_x, SN_z), R\_SNOP(SN_x, SN_z), R\_N\_SNOP(SN_x, SN_z), N\_SINTP(SN_x, SN_z), R\_SINTP(SN_x, SN_z), R\_N\_SINTP(SN_x, SN_z), N\_SAITP(SN_x, SN_z), R\_SAITP(SN_x, SN_z), R\_N\_SAITP(SN_x, SN_z)\}$. 根据空间网络 $SN_x$,和 $SN_y$ 的不同结构特点,基于 $R\_SNOP(SN_x, SN_y)$ 和 $R\_N\_SINTP(SN_y, SN_z)$ 的谓词表示和交集模型表示,由不同实例验证可知,$R\_SNOP(SN_x, SN_y)$ 和 $R\_N\_SINTP(SN_y, SN_z)$ 同时成立,必能推出 $RT$ 中的一空间网络间的空间关系成立,且 $RT$ 中的每一个空间网络间的空间关系都能构造出相应的实例模型进行验证. 故推理蕴涵规则成立. 证毕.

基于空间网络间的空间关系推理的相斥规则和蕴涵规则,可进一步得出空间网络间的空间关系推理组合表. 利用推理组合表可较好地解决空间网络间的空间关系的定性推理问题,即根据已知的空间网络 $SN_x$ 和 $SN_y$,$SN_y$ 和 $SN_z$ 之间的空间网络间的空间关系可推导出 $SN_x$ 和 $SN_z$ 之间可能存在的空间网络间的空间关系. 从而可对多个空间网络之间的复杂的空间网络间的空间关系进行预测和分析.

## 4 结束语

由于空间网络在城市规划、道路运输、交通管制、通信网络、地理信息系统、水利建设、电网管理和电子电路等多种领域的应用越来越广泛,对空间网络的研究成为空间数据库研究领域的热点和难点. 目前,大量的工作主要集中在对空间网络的性质和网络中移动对象的定位、查询和分析等方面,对复杂多样的空间网络间的空间关系的研究尚有很多的空白. 本文主要针对复杂的空间网络间的空间关系进行了系统的研究. 为了对复杂的空间网络间的空间关系进行定义和区分,本文给出了18类空间网络间的空间关系的谓词关系表示和交集模型表示方法,详细研究了空间网络间的空间关系模型的特征条件式和蕴涵条件式. 对空间网络间的空间关系推理进行了详细研究,给出了空间网络间的空间关系的推理相斥规则和推理蕴涵规则. 本文的理论和方法较适合处理与分析复杂的空间网络间的空间关系表示和推理等问题. 未来的研究重点主要集中在以下两个方面:

(1) 由于空间网络间的空间关系具有相当的复杂性和多样性,对空间网络间的空间关系进行简化和分类,使之表达更符合人类的认知习惯.

(2) 当空间网络边和网络结点具有大量的不确定信息时,对不确定性的空间网络间的空间关系的表示、分类和推理.

## 参 考 文 献

[1] Cohn A G, Hazarika S M. Qualitative spatial representation and reasoning: An overview. Fundamenta Informaticae, 2001, 46(1-2): 1-29

[2] Muller P. Topological spatio-temporal reasoning and representation. Computational Intelligence, 2002, 18(3): 420-450

[3] Chen Jun, Li Cheng-Ming, Li Zhi-Lin, Gold C. A Voronoi-based 9-intersection model for spatial relations. International Journal of Geographical Information Science, 2001, 15(3): 201-220

[4] Li San-Jiang, Bernhard Nebel. Qualitative spatial representation and reasoning: A hierarchical approach. The Computer Journal, 2007, 50(4): 391-402

[5] Schneider Markus, Behr Thomas. Topological relationships between complex Sspatial objects. ACM Transactions on Database Systems, 2006, 31(1): 39-81

[6] Beaubouef T, Petry F, Ladner R. Spatial data methods and vague regions: A rough set approach. Applied Soft Computing, 2007, 7(1): 425-440

[7] Hao Zhong-Xiao, Li Song. Dynamic Vague region relations based on Vague sets. Journal of Software, 2009, 20(4): 878-889(in Chinese)
(郝忠孝，李松. 基于 Vague 集的动态 Vague 区域关系. 软件学报，2009，20(4)：878-889)

[8] Li Song, Hao Zhong-Xiao. Region relations of the irregular vagular Vague regions with holes based on Vague sets. Journal of Computer Research and Development, 2009, 46(5): 823-831(in Chinese)
(李松，郝忠孝. 基于 Vague 集的含洞不规则 Vague 区域关系. 计算机研究与发展，2009，46(5)：823-831)

[9] Boccaletti Stefano, Latora Vito, Moreno Yamir et al. Complex networks: Structure and dynamics. Physics Reports, 2006, 424(4-5): 175-308

[10] Ralf Hartmut Guting, Victor Teixeira de Almeida, Ding Zhi-Ming. Modeling and querying moving objects in networks. The VLDB Journal—The International Journal on Very Large Data Bases, 2006, 15(2): 165-190

[11] Wang Sheng-Sheng, Liu Da-You, Liu Jie. A new spatial algebra for road network moving objects. International Journal of Information Technology, 2005, 11(12): 47-58

[12] Van de Weghe Nico, Cohn Anthony G, Bogaert Peter et al. Representation of moving objects along road network//Proceedings of the 12th International Conference on Geoinformatics—Geospatial Information Research: Bridging the Pacific and Atlantic University of Gavle. Sweden, 2004: 187-194

[13] Sankaranarayanan Jagan, Alborzi Houman, Samet Hanan. Efficient query processing on spatial networks//Proceedings of the 13th Annual ACM International Workshop on Geographic Information Systems. Bremen, Germany, 2005: 200-209



**HAO Zhong-Xiao**, born in 1940, professor, Ph. D. supervisor. His research interests include relational database, null database, acyclic database, active database, spatial database and temporal database.

**LI Song**, born in 1977, Ph. D., lecturer. His research interests include the spatial and spatio-temporal database.


**Background**

This work is supported by the National Natural Science Foundation of China under grant No. 60673136 and the National Science Foundation of Heilongjiang Province of China under grant No. F200601.

Representing and handling the spatial information and relations of the spatial networks are now active research area within spatial database, artificial intelligence, computer vision and robotics. With the development of science and technology and the requirements of the practical applications, the spatial network has become more important and complex. The research of the spatial network is significant and has important value in practical application. The existing research on the spatial relations of the spatial objects and the spatial network can not hand the representation and reasoning of the spatial network relations. In order to tackle the problem, this paper discusses systemically the representation of the predication and the intersection model for the spatial network relations.