

# 空间认知模式及其应用

鲁学军<sup>1</sup>, 秦承志<sup>1</sup>, 张洪岩<sup>2</sup>, 程维明<sup>1</sup>

(1. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101;

2. 东北师范大学 城市与环境科学学院, 吉林长春 130024)

**摘要:** 从对不同空间模型的对比与分析入手, 结合空间认知行为、神经系统科学和认知心理学的有关研究成果, 对空间认知模式进行了研究。研究表明, “空间”的一般表现形式分为感知空间、认知空间和符号空间 3 种, 不同的空间表现形式具有不同的空间认知方式; 根据空间认知方式的差异, 空间认知模式包括空间特征感知、空间对象认知、空间格局认知 3 个层次, 而空间特征、空间对象则是空间认知模式构成的两个基本单位。文章以大华北地区为实验区域, 通过对该区域强震发生空间的格局分析, 进一步阐述了空间认知模式及其应用。

**关键词:** 空间; 空间认知模式; 空间特征; 空间对象; 空间格局

**中图分类号:** P208

**文献标识码:** A

## 1 引言

在地理信息系统(GIS)中, 有关地理空间的分析功能一直占据着重要地位, 能否进行地理空间分析及其实现水平的高低是评价地理信息系统性能优越与否的一个重要标志。但是, 从目前地理信息系统的发展状况来看, 有关地理空间的分析功能在地理信息系统中一直显得比较薄弱, 如果和地理信息系统中的地图制图功能相比, 则更是相差甚远。我们认为其中的一个重要原因, 就是到目前为止, 我们对于自身是如何认识、理解“地理空间”的问题尚缺乏清晰的理解。当然, 由于地理空间的“巨大性”及其人地相互关系的“时空性”, 使得地理空间本身就具有相当的“复杂性”。但是, 地理空间作为“空间”的一种特殊形式, 我们可以通过对于有关“空间”的人类一般认识规律的研究, 来指导我们对于“地理空间”的进一步认识、理解, 以推动有关地理空间分析方法研究的发展。

为了研究人们对于空间的不同认识, Sack 对有关“空间”理解的各种思想模型进行了研究, 这些模

型包括“科学的、社会科学的、综合的、孩子观的、实践的、甚至于神秘—神圣和感情的”, 对这些模型的研究表明, “在不同时代和不同文化背景下, 人们对于空间的认识和评价具有不同的方式”<sup>[1]</sup>。Sack 认为, 这些思想模型都具有不同程度的科学性和主观性, 没有一个模型能够足以表述空间的多种设想, 而这些设想可能提供不同的原因, 以解释通过特征表达的各种空间模式究竟在哪里、如何解释、有什么目的。

迄今为止, 人们已经从许多不同的角度对于自身是如何认识和理解空间的问题进行了研究, 并尝试建立了各种不同的空间模型。Freundschuh 等曾对 1960—1993 年间所提出的 15 种空间模型进行了比较、分析, 并以“空间大小(Size of Space)”和“空间类型(Kinds of Space)”为轴, 进行了 15 种空间模型的对比<sup>[2]</sup>, 见图 1。

在图 1 中, 不同的“空间大小”对应着相同或不同的“空间类型”。有关空间认知的研究表明, 在不同空间尺度上, 人类对于空间有着不同的理解能力和表达方式<sup>[2]</sup>。由此可见, 在图 1 的空间模型中, 人们对于“空间大小”及其“空间类型”的对应划分符合

收稿日期: 2004-01-02; 修订日期: 2004-03-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(40071069, 40341011)资助。

作者简介: 鲁学军(1964—), 男, 研究员。主要从事地理空间认知、建模、科学计算与 3S 教育研究。Email: luxj@lreis.ac.cn

人类有关空间认知的一般规律,即不同空间规模对应着不同空间尺度,并具有不同空间认知方式。

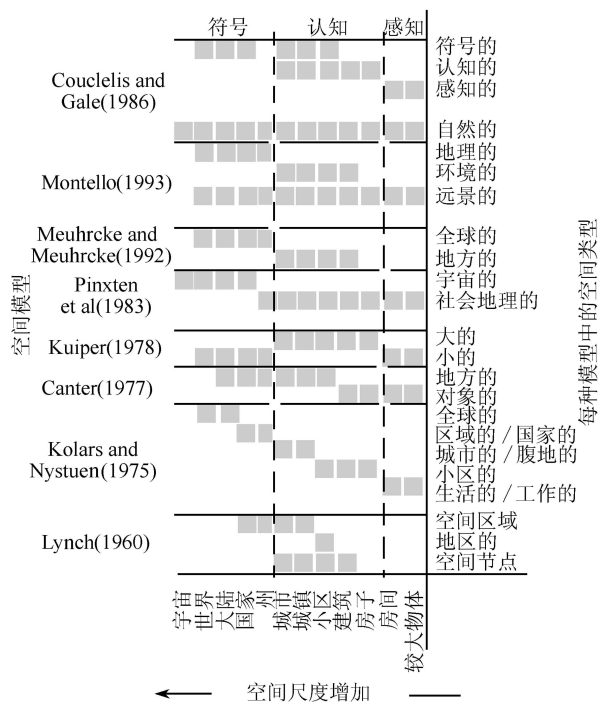


图1 空间模型对比(改自 Freundsuh 等, 1997)

Fig.1 Comparison of spatial models (Revised from Freundsuh et al. 1997)

事实上,人类对于空间的体验及其概念的理解与人类的空间行为能力有着密切的联系<sup>[2]</sup>,而人类的空间行为能力(如导航、探路等)则都是基于经验的、并与空间尺度的大小有关<sup>[3]</sup>。因此,在对空间的理解与认识过程中,有关尺度(Scale)、空间(Space)和经验(Experience)三者之间的关系具有重要意义,特别是“尺度”对于区分“对象”和“环境”尤为重要<sup>[4]</sup>。

本文从对不同空间模型的对比与分析入手,结合有关空间认知行为、神经系统科学和认知心理学的研究成果,对空间认知模式进行了初步研究。文章首先基于不同空间类型的对比、分析,对空间的三种表现形式进行了讨论;对有关空间认知模式构成的三个层次及其两个基本单位进行了分析。文章以大华北地区为实验区域,通过对该区域强震发生的空间格局进行分析,以进一步阐释空间认知模式及其应用。

## 2 空间的3种表现形式

在15种空间模型中,以 Couclelis 和 Gale

(1986)<sup>[5]</sup>模型对于空间的理解最具代表性,该模型基于阿贝尔群(Abelian groups)代数结构的运算规则,认为空间类型具有5种形式:(1)物理空间,(2)感觉运动空间,(3)感知空间,(4)认知空间,(5)符号空间。其中,物理空间实质上就是指现实世界的物质空间,它包括了所有规模大小的空间;而感觉运动空间则是指在人类身体尺度上发生物理作用的空间,由于它很小,因此在有关空间(尤其是地理空间)的研究与应用中一般不予考虑。

如图1,在“空间大小”轴上,以城市(Cities)、房子(Houses)两种规模空间为对比空间,与“空间类型”轴平行画两条直线,以 Couclelis and Gale 模型为参照模型,与其它几个模型进行对比分析可见,这些空间模型的各种空间类型可以划分为如下三种表现形式:

### 2.1 感知空间

感知空间是指人的感觉器官以不同方式与环境的突出刺激发生物理作用后,形成典型特征感知图像的空间,它由与感知方式有关的人的位移(或移动)组成<sup>[5]</sup>。感知空间分布范围从大于人体尺度的较大对象空间(Larger objects)到小于房子尺度(Houses)的房间空间(Rooms)(图1)。对属于感知空间的空间类型,我们对它们的感知行为仅从某一个视点(或角度)就能够完成。

如图1,感知空间与 Kolars 和 Nystuen(1975)模型中“生活/工作”空间类型相对应,是 Canter(1977)模型中“对象”空间类型的一部分,它与 Kuipers(1978)模型的“小”空间类型相对应。由此可见,感知空间属于一种“小”空间类型,是我们在日常生活与工作中所要频繁面对的一种空间表现形式,它与“对象”空间类型具有密切关系。

### 2.2 认知空间

认知空间将典型特征感知图像与信念(Beliefs)、知识(Knowledge)和记忆(Memory)这些认知要素相连<sup>[5]</sup>,以进一步形成有关典型对象认知图像的空间。认知空间是基于认知三要素(信念、知识和记忆)而形成的,其中,“知识”是有关空间实体的部分-整体(Part-whole)关系的知识(或经验),而“记忆”则具有特殊功能,它使得发生在认知空间中的认知行为不再受物理空间约束的影响,而这点正是认知空间和感知空间的重要区别<sup>[5]</sup>。认知空间的分布范围从房子尺度空间(Houses)开始到城市尺度空间

(Cities) (图 1)。对属于认知空间的空间类型,我们对它们的认知行为已经不能单从某一个视点(或角度)来完成,而必须通过多视点(或多角度)认知方式才能够实现。

如图 1, 认知空间涵盖了 Lynch (1960) 模型的几乎所有空间类型, 它包括了 Kolars 和 Nystuen (1975) 模型的“小区”、“城市/腹地”两种空间类型, 它分别与 Canter (1977) 模型中“对象”空间类型的一部分和“地方”空间类型的一部分、与 Kuipers (1978) 模型的“大”空间类型、与 Pinxten 等 (1983) 模型的“社会地理”空间类型的一大部分、与 Meuhrcke 和 Meuhrcke (1992) 模型的“地方”空间类型、与 Montello (1993) 模型的“环境”空间类型相对应。由此可见, 认知空间作为一种包括“对象”空间类型的空间表现形式, 其所包含的内容十分丰富, 几乎涵盖了有关城市空间研究的所有空间类型, 是有关“社会地理”、“环境”与“地方”研究的主要空间形式。

### 2.3 符号空间

符号空间是对空间的符号化表达<sup>[5]</sup>。在符号空间内, 人们基于对空间要素的简化、关联与综合, 对空间的组织、结构、关系进行符号化表达。符号包括有形和无形两种, 有形符号如地图, 无形符号如影像, 因此, 符号空间根据其表达符号的不同, 又分为地图空间与影像空间。符号空间所表现的空间范围可以从小区尺度空间 (Neighborhoods) 直到世界尺度空间 (The world)<sup>[5]</sup> (图 1), 但符号空间本身却属于符号表达的、具有比例意义的“小尺度空间”。与感知空间相类似, 我们同样只需要从某一个视点(或角度), 就能够实现对于符号空间所包含的空间类型的认识。

符号空间分别与 Lynch (1960) 模型中“空间区域”类型的一部分、与 Canter (1973) 模型中“地方”类型的一部分、与 Kolars 和 Nystuen (1975) 模型中“区域/国家”与“全球”两种空间类型、与 Kuipers (1978) 模型中“小\*”空间类型、与 Pinxten 等 (1983) 模型中“宇宙”空间类型、与 Meuhrcke 和 Meuhrcke (1992) 模型中“全球”空间类型、与 Montello (1993) 模型中“地理”空间类型相对应。由此可见, 符号空间主要用以表达区域、国家乃至全球这样的大规模空间, 是有关大规模空间研究的一种重要空间形式。

\* 这里的“小”是在比例意义上的“小”, 它是指有关省、国家、大陆、世界这些“巨”空间类型的符号表达, 它与 Kuipers (1978) 模型中属于感知空间的另一个在规模大小意义上的“小”空间类型不同, 见图 1。

## 3 空间认知模式

### 3.1 空间认知的 3 个层次

如前所述, 空间实际上有 3 种表现形式: 感知空间、认知空间、符号空间, 并且不同的空间表现形式具有不同的认知方式。根据认知方式的差异, 空间认知模式包括 3 个层次:

#### 3.1.1 空间特征感知

空间特征感知发生于感知空间。在感知空间, 人们应用各种有关特征产生的感知手段和方法, 从某一视点(或角度)来观察空间实体的各个组成部分, 以获得有关空间实体各组成部分的属性特征。由于通过感知手段和方法(如曲率最小原则、感知突现等)<sup>[6,7]</sup>所产生的特征具有空间表现性, 因此, 在感知空间中所产生的属性特征是一种空间特征。由于感知是针对“特征”的感知, 因此, 感知空间也被称为特征感知空间。

#### 3.1.2 空间对象认知

空间对象认知发生于认知空间。在认知空间内, 人们在有关空间实体各组成部分的属性特征感知基础上, 基于有关空间实体的部分—整体 (Part — whole) 关系知识(或经验), 通过将空间实体各组成部分之间的属性特征相集成, 来实现对于某个空间实体的对象化认识。由于认知是“对象化”的认知, 因此, 认知空间也被称为对象认知空间。

#### 3.1.3 空间格局认知

空间格局认知发生于符号空间。在符号空间内, 人们在对空间要素属性特征的简化、关联与综合基础上, 以有关空间实体的部分—整体 (Part — whole) 关系知识(或经验)为指导, 对空间实体进行对象化符号表达, 由此, 人们将能够基于实体的对象化符号进一步实现有关空间组织、结构与关系的逻辑判断、归纳与演绎推理分析, 以形成有关空间的格局认识。

### 3.2 空间认知的两个基本单位

如前所述, “空间特征”、“空间对象”与“空间格局”共同构成了空间认知的 3 个层次。由于“空间格

局”是基于“空间对象”的分类和推理,而“空间特征”又是“空间对象”识别与分类的基础,因此,“空间对象”是“空间格局”认知的基本单位,“空间特征”则是“空间对象”认知的基本单位。所以,“空间对象”与“空间特征”是空间认知的两个基本单位,人类正是基于它们实现了空间认知。

### 3.2.1 空间特征

神经系统科学研究认为,“特征”是有关对象识别与分类的基础<sup>[7]</sup>,是在大脑中存在的“感知符号”。大脑是通过神经元的活动排列来表达感知实体或事件的属性,而有关神经活动状态的记录结果就形成了感知符号,因此,感知符号是对于感知实体或事件的属性表达与记录<sup>[8]</sup>。

空间特征就是对空间实体感知的符号记录。根据空间特征在空间对象认知过程中所起作用的不同,空间特征一般分为两种类型:空间原始特征,空间功能特征。如图 2,空间原始特征是空间实体感知的基本单位,它具有最大空间分辨率,是空间功能特征产生的基础;空间功能特征是空间实体感知的高级单位,它具有相对较小空间分辨率,是有关空间对象概念形成的核心。

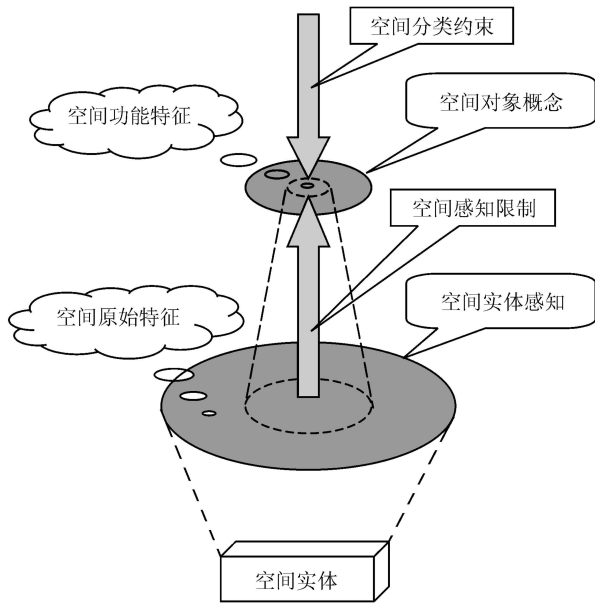


图 2 空间对象概念的产生

Fig. 2 Formation of the concept of spatial object

空间原始特征是空间实体感知的基本单位,它一般发生于空间认知的早期阶段——空间感知阶段,它通过大空间分辨率下对于空间实体的详细观测而产生。心理学实验已经证明,在对物质实体感知的初期,有关对象视觉形状的认识引导着对象的

分类<sup>[7,9]</sup>,因此,视觉形状是有关空间实体感知的一个重要原始特征。

当一个对象的属性成为重要分类的标志时,这些属性就成为这个对象表达的功能特征<sup>[7]</sup>。由于功能特征的分类作用,功能特征也被称为分类特征。如图 2,功能特征的形成要受到“分类约束”和“感知限制”相互作用的影响,其中,“自上而下”的分类约束通过规定空间原始特征组合的规则来影响地理功能特征的产生,但是,在感知过程中,仅仅依靠分类约束来预测感知数据是没有定解的<sup>[7]</sup>,因为,即使分类约束能够列出所有的感知特征,对于某个具体特征能否在某种感知结构中出现是不能完全由分类约束限制的<sup>[10]</sup>,对于感知特征在感知结构中的产生还要受到“自下而上”的感知限制的影响,因此,功能特征的产生是在“分类约束”与“感知限制”的相互作用下共同实现的。

### 3.2.2 空间对象

人类的认知行为是直接与空间对象发生作用的<sup>[11]</sup>,而人类所拥有的空间知识则广泛来源于对空间对象的分类<sup>[12]</sup>。人类也正是通过认识和建立空间对象来模拟和研究地理世界的,如图 3。在对于事物、关系、边界、事件、过程、性质以及所有这方面的数量理解上,“对象”与“实体”被认为具有相同意义<sup>[11]</sup>。但是,在实际应用中,两者之间还是有差异的,尽管这种差异不很明显。“实体”是指现实世界中占据一定空间位置、并具有某种物理形态的物质,它具有客观实在性;而“对象”则强调了人们对现实世界中客观实体的主观描述,它反映人们对现实世界的认知理解,即客观世界的主观反映是一层次结构,而该结构的每一层次的组成单元就是对象。

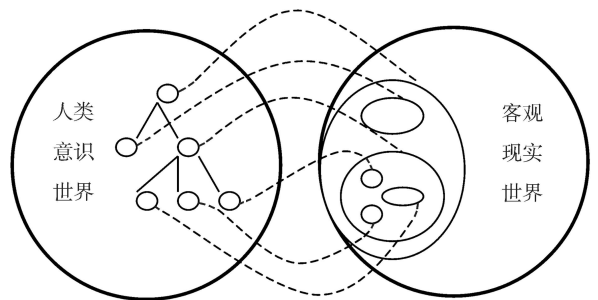


图 3 人类基于空间对象划分来认识现实世界

Fig. 3 People recognize the realistic world based on the division of spatial objects

空间对象按其边界的不同,可分为两大类型:一类是具有真实边界的对象(Bona fide object),如河

道、湖泊、土地利用类型等;另一类是边界需要制定或划分的对象(Fiat object),如行政管辖区、海湾、土壤类型等。而根据边界制定方式的差异,后一种空间对象又可进一步划分为公认对象(如海湾、半岛)、法定对象(如国界、行政区划)、科学计算对象(如土壤类型、植被覆盖)<sup>[11]</sup>。由此可见,空间对象边界的划分容易受到对象存在环境的不同和人们在有关对象认识和处理方式上差异的影响。

基于不变特征的经典分析理论认为,对象表达

产生于一个有限特征集和一个特征组合的规则集,而特征的组合将产生有关对象的层次结构表达<sup>[13]</sup>。如图4,空间功能特征集是由若干个空间原始特征集基于某种组合规则组合而成,它是空间对象概念形成的核心;而将若干个空间对象概念各自的空间功能特征集进行组合,将形成一个高级的空间对象类概念的核心——空间功能特征集组合。由此可见,不同的特征核心形成了有关对象概念表达的层次结构。

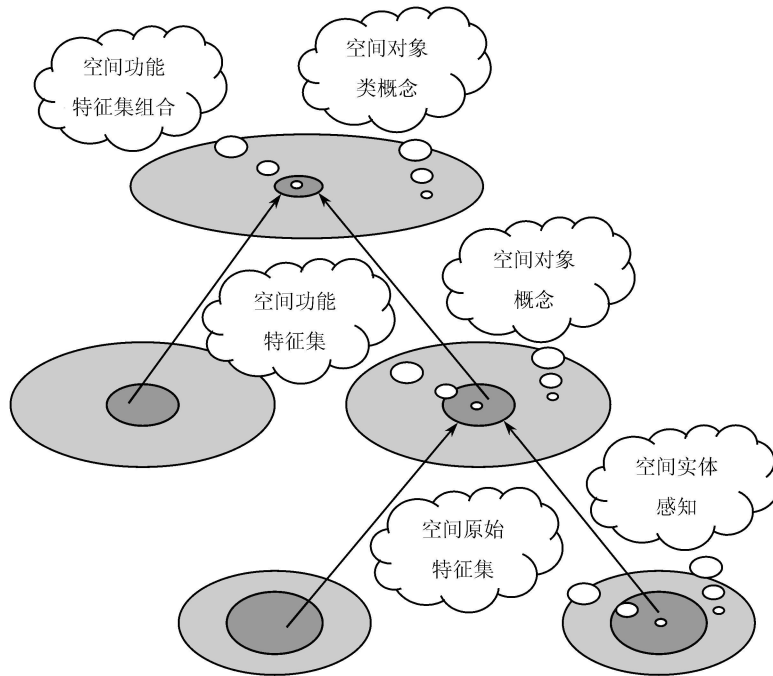


图4 空间对象及其特征组成的层次表达

Fig. 4 Hierarchical representation of spatial object and its compositional feature

在图4中,表示“空间实体感知”、“空间对象概念”和“空间对象类概念”的浅灰色圆自下而上依次变大,表示所产生的对象概念的外延逐渐变大;而表示“空间原始特征集”、“空间功能特征集”和“空间功能特征集组合”的深灰色圆自下而上依次变小,说明特征之间的组合不是简单的相加,相反,经过特征组合所产生的功能特征——对象概念的内涵却逐渐变小。

#### 4 实例应用分析

空间认知模式实质上是以人类有关空间的感知和认知经验为基础,为有关空间的概念理解与结构分析提供了一种思路。下面,我们以大华北地区为实验区域,基于该区域的历史地震数据,从有关强震发生空间的特征、对象分析入手,对大华北地区强震

发生空间的格局进行分析,以进一步阐释空间认知模式及其应用。

大华北地区(34°—42°N, 109°—124°E)是地震活动频繁的区域。由于强震(尤其是6级以上强震)的发生主要受大地构造(如断层、活动边界等)的影响,而大地构造又是有关区域地震格局形成的重要控制性因素,因此,有关强震的数据记录是在较大时空尺度上进行地震发生空间分析、反演地震发生空间格局的重要数据,为此,我们选取1291—2000年的6级以上地震记录作为实验数据集。由于大华北地区自13世纪以来有3个大的地震活跃期,分别称为Ⅱ(1209—1368年)、Ⅲ(1484—1730年)、Ⅳ(1815年以来)活跃期<sup>[14]</sup>,因此,我们依据这3个活跃期对所选地震数据进行了时序划分,其中第Ⅱ活跃期取1291—1368年时段。

#### 4.1 大华北地区地震发生空间的特征——对象分析

地震发生的空间一般分布于地震学中所称的“地震带”。地震带形成的根本原因是地壳的构造断裂带、地球物理变异带、岩石圈的俯冲与构造体的活动边界<sup>[15]</sup>，它一般与地壳构造块体的边界或块体内的构造断裂带具有一致性，其内部所发生的地震在时间、强度和空间分布上都有一些共同的表现形式，并具有相对统一的内在联系<sup>[16]</sup>。因此，在进行区域地震格局分析时，地震带通常是作为地震活动性参数的统计单元与预测单元<sup>[17]</sup>。大华北地区的地震带主要有五条：郟庐带、河北平原带、汾渭带、北京渤海带、河套带<sup>[18]</sup>，我们以这5条地震带为基础，对大华北地区在3个地震活跃期间有关地震发生空间的特征、对象进行了分析。

在第Ⅱ活跃期内，大华北地区共发生了5次6级以上强震，其中有4次强震分布在汾渭带中(图5(a))。如前所述，在同一地震带上所发生的地震都会有一些共同的表现形式，并具有相对统一的内在联系，因此，我们视分布在汾渭带中的4次强震为第Ⅱ活跃期地震发生空间的特征级地震。从4次特征级地震发生的时序来看，它们自南开始，沿东北方向依次发生，形成了一个有关第Ⅱ活跃期地震发生空间的“单向式”空间迁移特征。在图5(a)中，以红色三角形表示特征级地震，以红色箭头表示地震发生的空间迁移特征。

基于特征级地震和空间迁移特征，考虑到在第Ⅱ活跃期地震发生空间受汾渭带的控制，我们在大华北地区可以划分出一个地震发生空间具有相对一致性的条带区(见图5(a)中的蓝色条带，以Ⅱ-1表示)。由于特征级地震对于条带区的形状分布具有影响作用，因此它们可被看作是有关条带区形成的一种“原始特征”——形状特征；而“单向式”空间迁移特征决定了条带区的空间展布方向，因此它属于一种功能特征。基于形状特征——特征级地震之间的某种组合关系进一步产生了功能特征——“单向式”空间迁移，而由于有了功能特征，我们称所划分的条带区为一种属于“单向式”类型的“地震空间对象”

同样应用上面有关地震发生空间的特征——对象分析思想对第Ⅲ、Ⅳ活跃期的地震发生空间进行分析，发现大华北地区在第Ⅲ、Ⅳ活跃期都有4个地震发生空间具有相对一致性的地震空间对象，它们分别是Ⅲ-1、Ⅲ-2、Ⅲ-3、Ⅲ-4(图5(b))和Ⅳ-1、Ⅳ-2、

Ⅳ-3、Ⅳ-4(图5(c))。在图5(b)、5(c)中，以红色正方形、红色圆圈分别表示两期地震空间对象的形状特征，以红色箭头表示各地震空间对象的空间迁移功能特征。

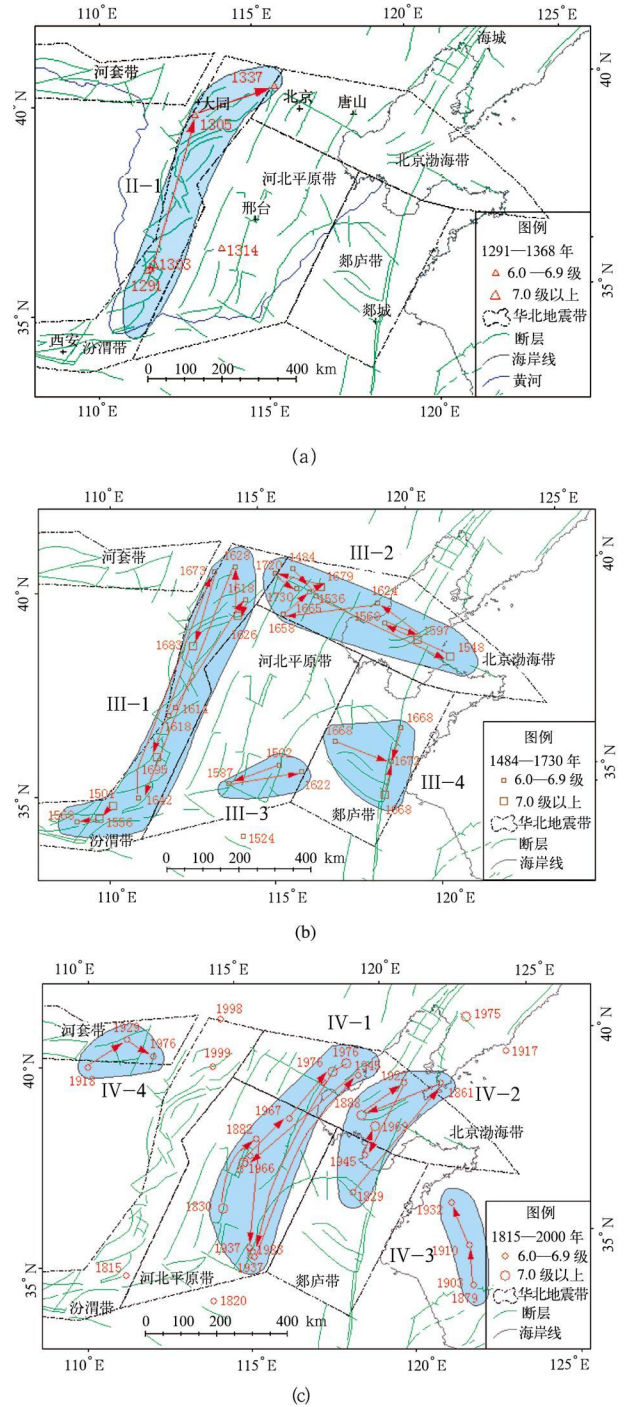


图5 地震发生空间的特征—对象分析(a)第Ⅱ活跃期；(b)第Ⅲ活跃期；(c)第Ⅳ活跃期

Fig.5 The feature-object analysis of earthquake-occurring space (a) II active period; (b) III active period; (c) IV active period

在第Ⅲ、Ⅳ活跃期的各个地震空间对象分别属

于不同的对象类型,如图 5(b)、5(c)所示,Ⅲ-1 属于一种“混合型”类型(具有“单向式”和“折返式”两种迁移功能特征),Ⅲ-2、Ⅲ-3、Ⅳ-1、Ⅳ-2 都属于一种“折返式”类型,Ⅲ-4 属于一种“汇聚式”类型,Ⅳ-3、Ⅳ-4 同属于“单向式”类型。

#### 4.2 大华北地区地震发生空间的格局分析

由上述分析可见,不同活跃期的地震空间对象具有不同的空间位置分布,并具有不同的地震强度表现,表明大华北地区在各活跃期间地震发生空间具有明显的空间迁移性。我们基于不同活跃期地震空间对象的分析,进一步对大华北地区地震发生空间的格局进行了分析。

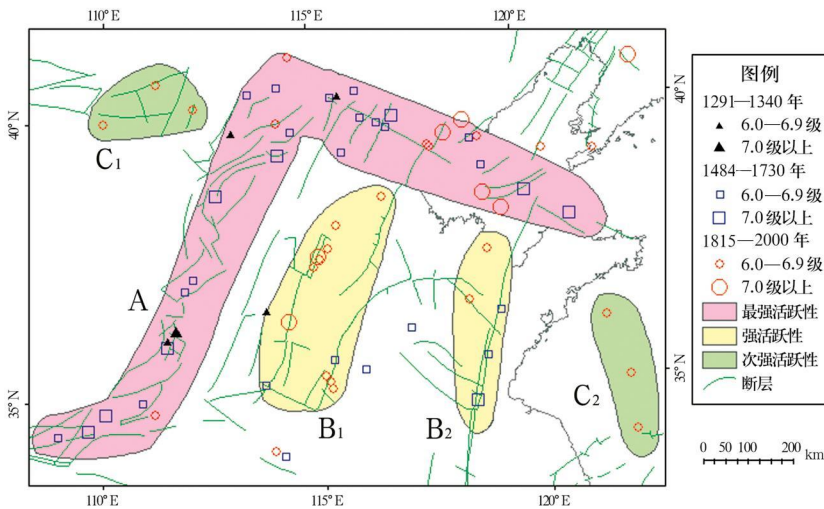


图 6 大华北地区地震格局分析图

Fig. 6 Pattern analysis of earthquakes in the Great North China

分析大华北地区地震发生空间格局形成的成因,显然,五大地震区域与大华北地区构造断层的空间分布密切相关,其中, A 的空间位置中近南北向的部分对应着鄂尔多斯周缘断裂系,而其近东西向的部分则是华北亚板块和东北亚板块的界线, B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 分别对应着河北平原断裂系和郟庐断裂系, C<sub>1</sub> 的空间位置也属于鄂尔多斯周缘断裂系的一部分。

## 5 结语

在对有关空间理解的各种思想模式进行研究后, Sack(1980)认为空间包括 3 种类型:主观空间、客观空间、物质空间<sup>[1]</sup>。我们认为,认知空间是一种主观空间,在认知空间中,人们基于有关对象的部

根据不同活跃期地震空间对象发生的时间序列、空间分布以及地震强度分级,大华北地区的地震发生空间格局可分为三个等级、五大区域:(1)不同活跃期强震活动主体区域的重合区域,6 级以上强震多发,且有 7 级以上强震发生,称为地震超强活跃区域(图 6 中 A 区域);(2)属于某次活跃期的强震活动主体区域,6 级以上强震多发,且有 1-2 次 7 级以上强震发生,称为强活跃区域(图 6 中 B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 区域);(3)属于某次活跃期的强震活跃区域,但非主体区域,有少量 6 级以上强震发生,但无 7 级以上强震发生,称为次强活跃区域(图 6 中 C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub> 区域)。

分-整体关系知识(或经验),从不同视点(或角度)来考察空间实体结构的不同组成部分,以形成有关空间实体的对象描述,而有关实体的部分——整体关系知识(或经验)则将随着人们的主观认知能力的变化而发生变化,同时,对于考察实体结构不同组成部分的视点(或角度)选择又带有很大的经验性,因此,以对象认知为目的认知空间具有相当的主观性和经验性;地图空间则是一种客观空间,在地图空间中,人们主要通过点、线、面等有形符号来实现对于物质空间的逼真与近似的表达,虽“近似”,但不“主观”,更不“臆测”,而是科学地再现物质空间的真实面貌,因此,地图空间是对物质空间的客观表达;地理空间是一种物质空间,在地理空间中,既不存在着“特征”、“对象”和“格局”,也不存在着几何意义上的“点”、“线”和“面”,只有具有真实存在的地理实体及

其类型。

“点”、“线”、“面”只存在于地图空间中,它们是地图对物质空间表达的3个基本单位,传统地理信息系统正是基于地图“点”、“线”、“面”这种表达机制实现的。显然,传统地理信息系统的“点”、“线”、“面”实现机制距离人类主观空间的“特征”、“对象”、“格局”认知机理相差甚远,这就是为什么传统地理信息系统虽具备强大的空间制图功能,但其空间分析能力却显得十分薄弱的的一个重要原因!

有关人类对空间的概念化理解方式是地理信息系统研究的一项重要内容,所设计的地理信息系统越是符合人类的思维方式,其应用起来就越是简单易行<sup>[19,20]</sup>。因此,将传统地理信息系统的基于地图空间的“点”、“线”、“面”实现机制与人类面向“特征”、“对象”、“格局”的空间认知机理相结合,不但有助于提高地理信息系统的人性化设计水平,而且,将大大提高地理信息系统的空间模拟与分析能力。

## 参考文献 (References)

[1] Sack R D. Conceptions of Space in Social Thought: A Geographic Perspective[M]. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1980.

[2] Freundschuh S M, Egenhofer M J. Human Conceptions of Spaces: Implications for Geographic Information Systems[J]. *Transactions in GIS*, 1997, 2(4): 361—375.

[3] Montello D. Scale and Multiple Psychologies of Space[A]. Frank A U, Campari I. Proceedings of the European Conference on Spatial Information Theory (COSIT) [C]. Elba, Italy, September 1993. Springer-Verlag, 312—321.

[4] Ittelson W H. Environment Perception and Contemporary Perceptual Theory[A]. Ittelson W H. Environment and Cognition [C]. New York: Seminar, 1973. 1—19.

[5] Couclelis H, Gale N. Space and Spaces[J]. *Geografiska Annaler*. 1986, 68: 1—12.

[6] Hoffman D D, Richards W A. Parts of Recognition[J]. *Cognition*, 1984, 18: 65—96.

[7] Schyns P G, Goldstone R L, Thibaut J P. The Development of Features in Object Concepts[J]. *Behavioral and Brain Sciences*, 1998, 21: 1—54.

[8] Barsalou L E. Perceptual Symbol Systems[J]. *Behavioral and Brain Science*, 1999, 22(4): 577—660.

[9] Jones S S, Smith L B. The Place of Perception in Children's Concepts[J]. *Cognitive Development*, 1993, 8: 113—139.

[10] Thibaut J P, Schyns P G. The Development of Feature Spaces for Similarity and Categorization[J]. *Psychologica Belgica*, 1995, 35: 167—185.

[11] Smith B, Mark D M. Ontology and Geographic Kinds[A]. Proceedings, Eighth International Symposium on Spatial Data Handling[C]. 1998, 308—320.

[12] Mark D, Smith B, Tversky B. Ontology and Geographic Objects: An Empirical Study of Cognitive Categorization[A]. Freksa C, Mark D M. Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS [C]. Berlin: Springer-Verlag, Lecture Notes in Computer Sciences, 1999, 283—298.

[13] Palmer S. Hierarchical Structure in Perceptual Representation[J]. *Cognitive Psychology*, 1977, 9: 441—474.

[14] Jiang M, Ma Z J. A Comparison between the Third and Fourth Seismic Periods in North China[J]. *Earthquake*, 1985, 6: 5—11. [蒋铭, 马宗晋. 华北第三、第四地震活跃期的对比[J]. 地震, 1985, 6: 5—11.]

[15] Ma Z J, Li X Z. Directional Migration of Earthquakes with  $M_s \geq 7.3/4$  around the World[J]. *Seismology and Geology*, 1994, 16(2): 127—136. [马宗晋, 李献智. 全球  $M_s \geq 7.3/4$  级地震的定向迁移[J]. 地震地质, 1994, 16(2): 127—136.]

[16] China Seismological Bureau. Compendium of Seismic Intensity Zoning Map of China (1990) [M]. Beijing: Seismological Press, 1996. [国家地震局. 中国地震烈度区划图(1990)概论[M]. 北京:地震出版社, 1996.]

[17] Department of Prediction and Prevention of China Seismological Bureau. Methods of Analysis and Prediction in Seismometry [M]. Beijing: Seismological Press, 1997. [国家地震局预测预防司. 测震学分析预报方法[M]. 北京:地震出版社, 1997.]

[18] Shi Z L, Wang L M, Fu Z X, et al. Research of Prediction Methods for Risk of Middle- and Long-term Strong Earthquakes in Mainland China [M]. Beijing: Ocean Press, 1997. [时振梁, 汪良谋, 傅征祥等. 中国大陆中长期强震危险性预测方法研究[M]. 北京:海洋出版社, 1997.]

[19] Frank A. The Use of Geographical Information Systems: the User Interface is the System [A]. D Medyckyj-Scott, H Hearnshaw, eds. Human Factors in Geographical Information Systems [C]. London: Belhaven Press, 1993, 3—14.

[20] Mark D. Human Spatial Cognition [A]. D Medyckyj-Scott, H Hearnshaw, eds. Human Factors in Geographical Information Systems [C]. London: Belhaven Press, 1993, 51—60.

# Spatial Cognitive Mode and Its Application

LU Xue-jun<sup>1</sup>, QING Cheng-zhi<sup>1</sup>, ZHANG Hong-yan<sup>2</sup>, CHEN Wei-ming<sup>1</sup>

(1. LREIS, Institute of Geography Science and Resource Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. College of Urban and Environmental Science, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

**Abstract:** Beginning with analysis and comparison of different models of space, and in combination with the relative results researched by spatial cognitive behaviors, neuroscience, and cognitive psychology, the spatial cognitive mode is studied in this paper. The research shows that the forms of presentation of "space" generally include three kinds, i. e., perceptual space, cognitive space, and symbolic space. Each of representing forms has individual spatial cognitive mode. According to the difference of spatial cognitive modes, the spatial cognitive model includes three levels, i. e., spatial feature perception, spatial object cognition, and spatial pattern cognition, and spatial feature and spatial object are two basic units of spatial cognitive model. Using the Great North China as an application region, by the analysis of the strong earthquakes patterns in this region, the spatial cognitive model and its application are illustrated further.

**Key words:** space; spatial cognitive mode; spatial feature; spatial object; spatial pattern