

地理信息可视化中的二元方法论

韩雪培¹, 李满春², 徐建刚³

(1. 华东师范大学地理系, 上海 200062; 2. 南京大学地理信息科学系, 南京 210093;

3. 南京大学城市与区域规划系, 南京 210093)

摘要: 作为一种方法论的探索, 以二元分析为基本方法, 初步探讨和形成了地理信息可视化二元概念模型, 力求构建一个简单的、易于被人们理解和接受的地理信息可视化理论框架。文章首先从地理学、语言学、哲学等方面阐述了二元方法论的理论基础, 然后以符号语言学为范式, 从地理信息可视化的所指与能指两个方面展开, 阐述地理信息可视化二元方法论的主要内容; 最后得出结论。研究表明: ①地理信息具有二元性, 它包括时间与空间二元、瞬时与历时二元、空间几何与空间属性二元、定性与定量二元; ②地图设计也具有二元性, 它们是地图整体样式与个体符号二元、符号外观与内在二元、形状与尺寸二元、色彩与纹理二元。

关键词: 可视化; 地理信息系统; 地图设计; 二元论; 方法论

文章编号: 1000-0585(2008)05-1087-10

1 引言

可视化的字面含义可以解释为“使之可见”, 地理信息可视化则可以解释为“使地理信息可见”。从这个层面上来说, 可视化这个概念在地理学和地图学领域并不新鲜^[1,2], 因为“使这个世界形象化是几个世纪以来地图学所一直关注的问题”^[3]。所有的制图都可以被认为是一种可视化, 地图制图也必然是地理信息可视化的主体。但是, 现代可视化显然不等于图解化、符号化, 地理信息可视化中的地图制作也不能等同于一般的地图制图。传统意义上的地图制图(包括手工的、机助的)以地理信息传递为目的, 其成果地图作为信息的载体成为关注的焦点, 在这里地图的使用者与制图者往往是分离的。现代信息可视化的主要目的是支持信息的访问和探索活动, 探索活动伴随可视化过程一起进行, 在这里地图被看成关于地理空间数据的界面, 同时也保留它作为表达形式的传统角色^[4], 而制图者与用图者则合二为一。而且, 随着计算机应用的普及, GIS 也逐步进入面向大众发展的行列, 人们不再依赖于地图专业人员生产地图。不仅是整个地学领域, 社会上许多涉及地理空间参考信息的领域均存在着大量已有的和潜在的地图作者。地图学背景的缺失使他们对制图软件具有强烈的依赖。

就目前状况来看, 常用于制图的软件, 包括 GIS 软件, 它们的辅助设计功能都很强。人们甚至认为 GIS 中的地图制图功能大大强过其主要功能——空间分析^[5]。在熟悉地图知识的用户的操纵下, 都能够设计出很好的地图作品。问题是对于那些没有地图专业背景的用户来说, 由于他们不理解地图设计和地图表达的基本原理, 往往不知道如何选择表示

收稿日期: 2008-02-12; 修订日期: 2008-06-23

基金项目: 博士点基金(20070284001)

作者简介: 韩雪培(1962-), 女, 江苏扬中人, 博士, 副教授。主要研究方向: GIS 数据集成、地理信息可视化理论与方法。E-mail: xphan@geo.ecnu.edu.cn

方法、如何选择地图投影、如何选择地图符号,因而大量的拙劣地图作品令许多地图学家都哀叹不已^[6-9]。问题显然是严重的,错误的视觉产品必然对视觉思维产生误导作用,从而导致错误的判断和无意义的创新。问题的解决则应该从两个方面着手:一方面“应该使地图创造者和用户了解到,只掌握新技术的使用是远远不够的。地图制作和生产还必须具有地图学本身的理论知识和方法的武装,当然不是陈旧的和过时的”^[9]。另一方面,可视化的理论、方法与技术的研究应该立足于大众,使那些没有地图背景的用户能够“易知”“易从”。这正是本文研究的一个出发点。

2 地理信息可视化二元方法论的理论背景

“易则易知,简则易从”,这是中国最经典的哲学思想之一。意思就是:越简单的道理越容易被人们知晓和认同,越简单的规则越容易使人遵从。世界是复杂的,人们需要了解它、认识它,就需要将复杂的具象实体表达为抽象的模型,而且这个模型越简单越容易被人们理解和接受,而最简单的理解是二元性的^[10]。也许正因为如此,在哲学、科学,以及人们一般性的认知领域,二元论都具有广泛的应用基础,地理学也不例外。

2.1 地理学中的二元论

追溯地理学的发展,我们看到:在地理学思想史上并不缺少二元论,甚至在它的发展初期就有^[11],这是由地理学的特性所决定的。理论地理学家牛文元^[12]这样描述地理学的科学地位:其一,在各学科当中,地理学是唯一既联系着自然、又联系着社会的独特学科,它具备着沟通自然条件与人文行为之间的桥梁作用;其二,在地理学的体系中,总是显现出二元性的特征。不仅在内容上广泛地包含了自然因素与人文因素这两个不同的范畴,而且在对地理学本质的探讨中,任何纯自然的或纯人文的观点,都无法圆满地解决地表环境内所遇到的问题;其三,地理学是空间分布研究和时间过程研究的统一体。

长期以来,地理学二元论在本领域受到很多的争议,人们反对使用二元论机械地割裂地理学^[13]。用二元论割裂、甚至对立地理学的分支显然是不可取的,地理学的综合性、系统性必须在研究中得到重视。随着科学研究的深入,学科的分化也是必须的。当然分化并不等于对立、也不意味着抹杀彼此的联系。事实上,作为一种方法论,二元分析在地理研究、地理描述中也是很普遍的。就学科分类来说,地理学被称为自然科学与社会科学之间的桥梁科学^[14],自然地理学和人文地理学相辅相成,共同成为现代地理学的两大分支学科。与此同时,无论是自然地理学还是人文地理学,其研究重点都可以概括为两个方面:空间分布和时间演变。地理学中类似的二元划分还包括:空间几何与空间属性、瞬时状态与历时变化、定性测度与定量测度,等等。

作者无意评论地理学二元论的是非,也不赞成二元对立的观点。而是基于地理学的二元性特征,针对地理信息可视化的“大众化”趋势,用二元性分析方法研究地理信息可视化,力求构建一个简单的、易于被人们理解和接受的地理信息可视化理论框架。

2.2 语言学中的二元论

可视化从形式上讲,它以计算机为工具,采用视觉方式将已知数据表达和显示出来。从功能上讲,这个过程中所采用的表达方式实质上是一种视觉语言。对于地理信息可视化而言,它的视觉语言的主体是地图。地图历来有“地理学第二语言”之称,语言学模型就自然地成为地图理论研究的一种范式,也同样可以作为地理信息可视化研究的参考模式。

瑞士语言学家索绪尔被称为“现代语言学之父”,他最杰出的贡献是提出了关于普通

语言学的理论。人们在谈到索绪尔时, 往往都会论及他所提出的能指和所指、语言和言语、共时和历时、组合和聚合等 4 对概念在普通语言学发展上的贡献。这 4 对概念统称为索绪尔的语言二元论, 亦称二重性或二分法。本文重点引用并讨论能指与所指二元。

索绪尔认为语言是一种符号系统, 符号由能指和所指两部分组成。“能指”指语言的音响形象, 即语言的语音形式, 而“所指”则是指形式所指代的内容, 即语言要表达的概念。根据徐德江^[15]的观点: 语言的能指不只是音响形象, 语言的所指不只是概念。自然语言包括口语和书写语, 口语的能指是语音形式, 书写语的能指则是字形, 其所指即它们所表达的内容及其隐喻的意义。

作为广义的语言, 地理信息可视化的能指即视觉符号, 所指便是地理信息。地理信息的特征及其分类研究是视觉符号设计的基础, 视觉符号的样式设计则直接影响可视化的效果。因此, 它们将作为地理信息可视化的基本二元在本文第 3 和第 4 部分重点讨论。

2.3 认识论中的二元论

可视化的目的是以视觉化方式激发形象思维的创造性, 帮助人们解决认知上的问题, 因此可视化可以被当作一种认知活动。世界是复杂的, 人们需要了解它、认识它, 就需要将复杂的具象实体表达为抽象的模型, 而且这个模型越简单越容易被人所理解和接受。二元论作为一种思维模式一直被人们有意或无意地应用于认识的各种场合, 二元性的理解形式成为一种应用最广泛的认知模型。

关于世界的二元论模式由来已久。在学术方面, 哲学有精神与物质二元; 经济学有价格与价值二元; 社会学有城市与乡村二元; 法学有主体与客体二元; 语言学有能指与所指二元; 物理学有物质与能量二元; 地理学有自然与人文二元; 等等。另一方面, 二元论作为一种关于对象的叙事方式也广泛地渗入人们的日常观念、日常思维之中, 甚至可以说常人都是二元论者^[16]。长期以来, 在我们头脑中的某些概念总是成对而出的, 如: 主观与客观、精神与物质、具象与抽象、善与恶、美与丑等等, 甚至有许多常用词汇也是二元组成的: 阴阳、乾坤、动静、事物、是非、曲直、昼夜、东西……

以上的分析表明: 在人类认识世界的过程中, 二元方法是具有普适意义的。本文试图通过以下的分析证明它同样适用于地理信息可视化, 并可达“易知”“易从”之效。

3 地理信息的二元特征分析

从语言符号学的角度, 地理信息可视化作为一种语言过程, 其所指就是地理信息——可视化对象。只有正确地认识和分析所要表达的对象, 才能选择科学的表示方法、设计恰当的视觉符号, 使语言符号的能指功能得到充分发挥。在地理信息可视化研究中, 不同的要素、不同的特征, 以及不同的研究目的需要采用不同的可视化手段, 而可视化方法及其视觉样式则取决于被表达的地理要素所隐含的信息特征。既然地理学是空间分布研究和时间过程研究的统一体^[12], 那么时间信息和空间信息就是地理信息可视化对象的基本二元。从时间上讲, 我们研究一切物体都需要从它的瞬时性和历时性两个方面来考虑, 分析研究对象的静止态和运动态; 从空间上讲, 我们同时关注地理要素的空间几何特征和属性特征。因此, 时间信息与空间信息本身又分别具有二元性, 如图 1 所示。

3.1 地理信息的时间二元性

地理信息包括一切关于地理空间的信息, 它是可视化的对象, 它的最大特征就是空间性。当然, 与世界上其他的一切客观物质一样, 地理事物也具有时间性。从时间上讲, 我

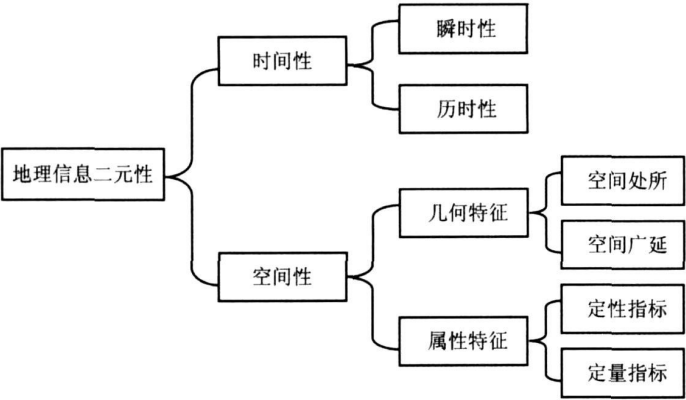


图 1 地理信息二元性

Fig. 1 The duality of geo-information

们研究一切物体都需要从它的瞬时性和历时性两个方面来考虑，即分析研究对象的静止态和运动态。

地理信息的时间性不是虚无的年、月、日、时，它反映的是地理要素在历时过程中的变化，而这种历时变化是由地理要素的若干瞬时状态构成的。在时间的长河中，一些事物变化迅速，另一些事物变化缓慢；一些事物的变化不为人们所关注，另一些事物的变化则会对人类产生重要的影响。对于不同的研究对象或者不同的研究目的，人们对地理信息的瞬时性和历时性的关注程度是不同的。因而其可视化的手段也是不同的。

3 2 地理信息的空间二元性

现实意义上的空间是非空的，它是关于客观存在的空间，若干地理要素构成了地理空间。我们把一切关于地理空间的描述信息定义为空间信息，包括空间几何信息和空间属性信息。一方面，每一个地理要素都占据一定的位置，并具有一定的广延性；另一方面，人们需要根据客观对象在空间体现出来的不同颜色、不同质感等属性特征区分不同物体、了解它们在空间的分布状况。我们之所以能够感知地理空间，是因为不同的地理要素具有不同的属性特征，同质区域的突变勾勒出物体的空间形态。因此有了蜿蜒的河流、起伏的山峦、几何的建筑、广阔的草原……。从这个意义上说，关于空间对象的几何信息和属性信息共同构成了空间信息的基本二元。

一切信息都是客观存在被人类认知的结果。一方面，信息是不以人的意志为转移而客观存在的，它不会因为没有人领会而消失；另一方面，信息依赖于人的感知和必要的观测技术。

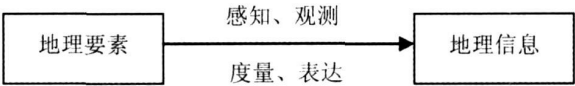


图 2 从地理要素到地理信息

Fig. 2 From geographic elements to geographic information

信息对于人们来说是具有目的性和选择性的，人们预先为假想的信息制定一套规则 and 标准，并以此为准绳将它们度量并表达出来。如图 2 所示。

为了获得地理要素的空间几何信息，科学家们为地球构建数学模型——地球坐标系，在坐标系的框架体系下观测、度量、描述、表达地理要素。于是，人们通过数学语言获得了关于地理要素的空间位置或空间延展信息。单个的 (x, y) 坐标对或 (x, y, z) 坐标对表示二维平面的或三维空间的点状要素；一系列首尾不同的 (x, y) 坐标对或 (x, y, z)

坐标对表示线状要素; 面状要素则可以用一系列首尾相同的坐标对来表达。在从地理空间到符号空间的可视化过程中, 地理要素几何信息的表达是通过地图投影来实现的。

属性信息是空间划分的基础, 只有获得足够的属性信息才能确定空间对象的存在、识别不同的物体、确定某类要素的空间延展情况。习惯上, 我们对地理要素的属性描述有定性与定量之分。当然定量并不是定性的反面, 而是定性的一种高级形式。属性信息的定性或定量取决于属性观测中所采用的度量标准。传统上采用 4 种度量标准, 即: 名称标度、顺序标度、区间标度、比率标度^[17], 或称定名量表、顺序量表、间距量表和比率量表。这 4 种度量模型分别适用于不同的属性数据, 标度等级和功能则按照上述顺序越来越高。其中, 名称标度只是定性地考虑地理对象的差别, 用于表达要素的分类; 顺序标度是在分类的基础上, 对具有同一性特征的要素根据其定量特征进行排序或分等, 表达它们之间的顺序关系; 区间标度不仅包含了数据的顺序关系, 而且可以清楚地表明彼此数量指标间距的大小, 用于表达没有绝对零值的定量信息 (如温度, 0°并不代表没有温度, 这个零点具有一定的人为性); 比率标度是间距量表的高级形式, 它处理的数据包含绝对的零点 (0 代表要素的缺失), 因而在表达数量指标间距大小的同时也表达了它们之间的倍率关系。

属性信息符号化是可视化的重点, 不同度量标准下的属性数据, 不仅需要采用不同的分析处理方法, 并且它们在符号化表达方式上也各不相同。

4 现代地图设计中的二元方法论

使地理信息可视化的过程是一种从地理空间到符号空间的抽象过程, 也是一种以地图设计为主的视觉造型过程。地理信息的二元特征必然在地图中表现出来, 甚至影响地图设计的整个过程。从视觉造型设计角度分析, 地图设计同样具有二元性。

4.1 地图设计中的二元模式

地图学既是科学又是艺术^[18], 科学性是地图应该具有的本质特征, 艺术性则是地图的形式特质。从这个意义上说, 地图兼具科学与艺术的二重身份。从科学性出发, 地图是有关空间问题研究的重要分析工具, 应该强调地理信息表达的精度; 作为一种视觉形式, 地图的设计要符合人们公认的审美标准, 遵循形式美法则。

作为可视化语言的地图是一种视觉语言, 具有造型艺术的特征。它可以像其他造型艺术一样, 通过其形象及色彩所构成的视觉样式传达地理事物的信息、情感和理念^[19]。而任何一个视觉样式都可以分别从整体和局部两个方面去造型、去观看。对于地图来说, 整体与局部的关系等同于系统与元素, 地图作为一个符号系统, 其功能实现的程度取决于每一个符号元素的设计效果。因此, 我们可以将地图设计过程分解为整体样式设计和个体符号设计两个阶段, 其中整体样式设计是指为地图主题要素类确定表达模式, 个体符号则是指地图上具体的点、线、面符号。

进一步考虑造型艺术中的视觉设计, 它的实质是用形象与色彩将某种意义的内容表达出来的造型活动^[20]。日常生活中, 我们也常常用“形形色色”来形容我们所看到的纷繁世界, “形”与“色”构成一切视觉对象的二个基本元素。由此延伸, 包括地图设计在内的视觉设计具有二元性。当然, 这里的“形”与“色”不能简单地理解为狭义的“形状”和“色彩”, 而应该具有更广泛的含义, 故本文将之定义为“外观”与“内在”。作者对符号的外观和内在进一步剖析认为, 它们彼此也具有二元结构特征。图 3 表达了地图符号化过程中的二元结构模式。

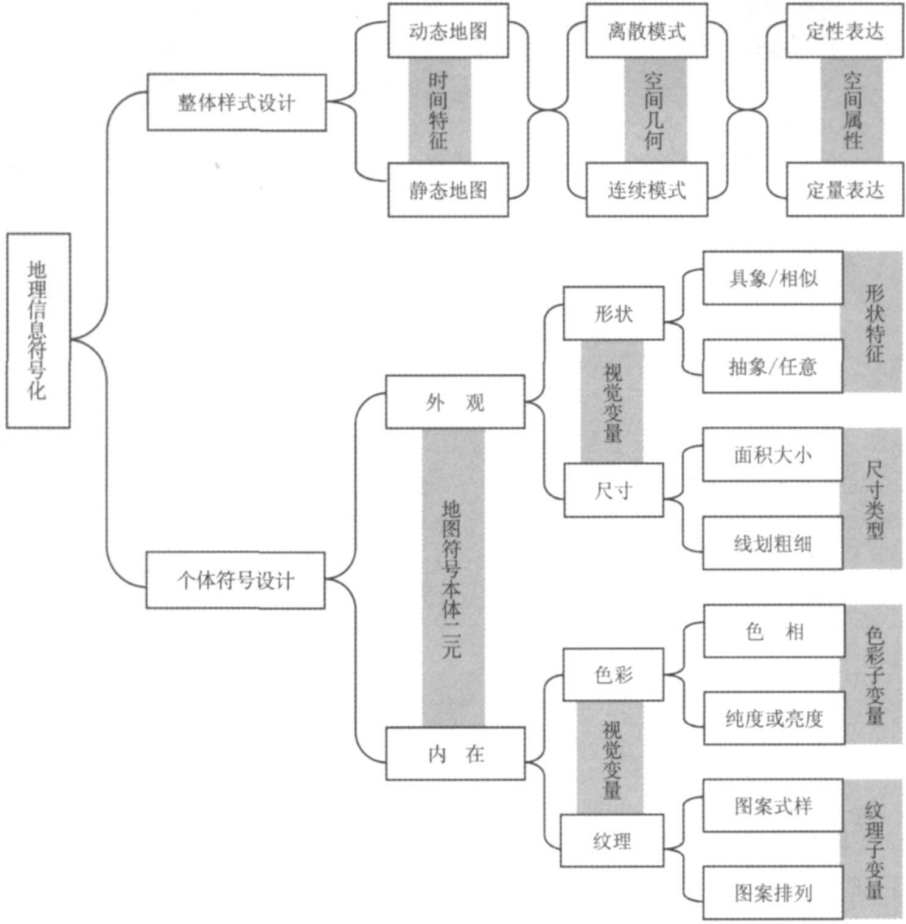


图 3 地图符号化二元模型

Fig. 3 The model of dualistic structure in map symbolization

4 2 地图整体样式设计二元论

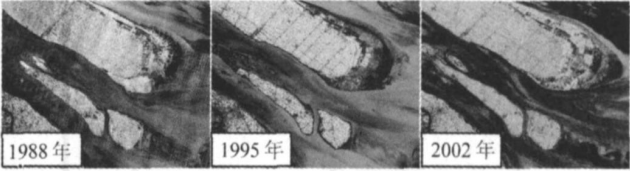
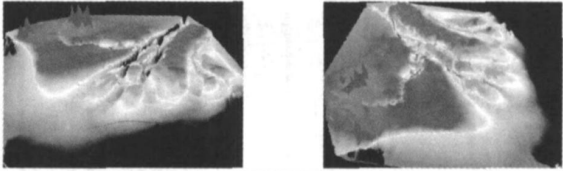

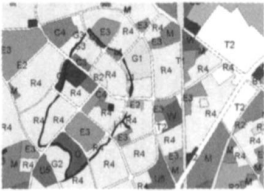
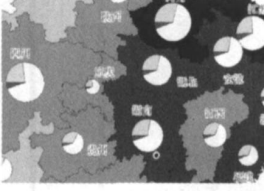
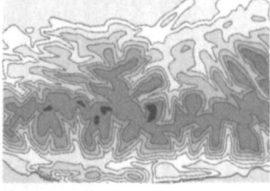
地图整体样式往往成为视觉主体的第一印象，甚至是最终记忆。地图的整体样式主要取决于所采用的地图表达模式，即习惯上所讲的地图表示法。采用何种表示法则取决于地图所要表达的主题及其信息特征。

如果把地理信息可视化比作写文章，地图表示法好比文学体裁。不同的文学体裁在内容选材、结构安排、语言运用等方面，具有各自相对稳定的特点和规律。同样，不同的地图表示法在专题选择、符号设计、视觉样式等方面也具有彼此相对不变的规则。如：定位符号法用点状符号表示离散点状要素的空间分布，及其定性、定量特征；质量底色法以不同的色彩或纹理表达不同均质区域的定性特征，形式上表现为不同的色块、图斑；分层设色法重点表示连续分布要素的定量特征，并以色彩的渐变反映其数量上的渐变性；视点动态法强调要素在第三维的起伏变化；组合动态法是专题要素不同时期快照的顺序播放；时间动态法则可以表现地理事件的连续变化过程。见表 1。

总体来说，地图模式可以分为静态模式和动态模式两大类。其中静态地图主要应用于表达相对静止的地理形态特征或某些地理事件的瞬时信息，而动态地图则用以模拟地理事

表 1 不同时空特征的地理信息可视化样式列表

Tab 1 List of spatio-temporal characteristics of the different visual styles about geo-information

地理信息 时空特征			可 视 化 样 式	
时	历时变化		动态信息静态表达	
				
间	瞬时形态		静态信息动态表达	
				
空	几何分类	离散对象	离散对象的定性表达	连续对象的定性表达
		连续对象		
	属性分类	定性信息	离散对象的定量表达	连续对象的定量表达
		定量信息		

件的发生、发展过程。当然，也可以通过使用动感符号或者合理布局时间系列图来使静态模式达到动态效果。同样动态模式亦可以通过动画模拟从不同的观察视角展现静态地理要素的特征。从设计的角度考虑，动态地图实质上是在静态设计的基础上增加若干动态视觉变量的结果。因此，现代可视化中地图设计的重点仍然是静态地图设计。

空间性是地理信息区别于其他信息的主要特征，也是地图符号化的重点。地图的符号空间本质上是地理空间的缩影，因此地理要素的空间几何状况可以通过各种点、线、面符号的空间分布表示出来，而地理要素属性信息则通过符号形与色的变化来表达。

4 3 地图个体符号设计二元论

地图是一个符号系统。符号是地图的语言，符号设计犹如设词造句，通过构造不同样相的符号区别表达不同的地理要素。在造型设计中，那些在视觉上能感受到变化的因子被称为视觉变量，它们是形状、大小、颜色、纹理等。因此，各种点、线、面符号都是视觉

变量的函数。在符号设计中,不同视觉变量的作用是不同的,每一个符号函数所包含的视觉变量数量也不相同。根据各种视觉变量的作用与特点,我们把这些视觉变量归纳为外观变量和内在变量,并将外观与内在定义为地图符号的本体二元。

4 3 1 地图符号的形状与尺寸 地图符号的形状与尺寸同属于外观变量,它们中任何一个的变化都将影响符号在地图空间的延展情况或空间格局,决定符号图形的外观特征。对于任何一个视觉符号,其形状和尺寸都是相互依存、不可彼此独立,它们共同构成地图符号的一组次级二元——外观二元。

在地图设计中,地图符号的形状又可以从形象特征上划分为具象与抽象两大类。具象符号是指其外观由地理实体按比例缩小而成的符号,它们在比例尺允许的精度范围内真实地反映地理要素的实际空间分布状况,因而对于这一类符号不需要进行形状和尺寸的外观设计。具象符号包括依比例的面状符号和半依比例的线状符号。

抽象符号与所表达地理实体的空间几何特征间的关系是任意的,它们可以是简单的几何图形,也可以是能够使人产生联想的象形符号。抽象符号通常用以表达那些小而重要的或完全人为定义的点状地理要素。由于这类要素的空间形状已不能如实表达或者已不重要,因此需要设计不同形状的符号区分不同的类型。并通过一定的尺寸大小反映它们的等级特征或定量指标。抽象符号设计的另一个重点是尺寸,包括符号面积大小和符号图形线划的粗细。尺寸的设计主要应用在表达地理要素的等级特征或定量指标,如:行政驻地的等级、港口吞吐量、人口统计总量、航线运输量级等等。

4 3 2 地图符号的色彩与纹理 地图符号的色彩和纹理共同构成地图符号的另一组次级二元——内在二元。符号的色彩和纹理具有内在性,它们依附于外在的形状和尺寸而存在,并用以表达地理要素的属性特征。色彩和纹理都具有很强的表现力,在地图系统中它们共同表达地理要素的定性或定量特征。当然,色彩可以使得地图阅读更加精确,并且彩色地图比黑白地图更加受到读者的喜爱,因此在地图色彩设计上投入更多的精力是值得的^[21]。相比之下,纹理常常被作为色彩的一种补充变量。

在地图设计中,色彩也是二元性的。根据色彩学原理,色相、亮度和纯度是色彩三个基本属性,也称为三要素或三变量。然而这三个变量又总是相互牵连,在实际应用中,很难使某一量值恒定而得到色立体中的一个切面。尤其是亮度与纯度,无论是手工设计还是计算机设定,人们都不可能在保持色彩纯度的情况下使亮度发生变化,反之亦然。阿恩海姆^[20]指出:一切视觉表象都是由色彩和亮度产生的,那界定形状的轮廓线,是眼睛区分几个在亮度和色彩方面绝然不同的区域时推导出来的。作者以为,阿恩海姆一定不是忘记了色彩的第三要素——纯度,而是亮度和纯度已经形成了一个事实上的共同体,两者可以相互代表,有时并列提出反而显得重复。因此,我们可以把色相和亮度(或纯度)定义为色彩二元。

色相和亮度在地图设计中的作用是不同的。色相是用来区分要素的不同类型或不同的定性等级的最适当的视觉变量,这是因为色相的差异给人的感觉只是“不一样”,而不带有“数量信息”^[22]。在地图上,我们常常选择使用一个亮度渐变的色阶来表达某种现象在数量上的分布特征,并通常利用色阶由浅至深的变化表达数量从小到大的变化,如高程、温度、人口密度等。这是因为根据人的视知觉特征,亮度低的深色给人以量多或密集的感受,而亮度高的浅色则给人以量少或稀疏的感受。

纹理亦称网纹,它是具有一定形状和大小的点、线及点线组合而成的图案按照一定的

方式循环排列的结果。这里应该特别指出的是, 大多数文献^[23~25]都将线状符号的线型作为形状变量看待, 但作者认为线型是纹理变量(形状应该是指它的路径), 它是点、线图案沿一定路径循环排列而成的。例如, 境界线通常由点、线交替排列而成; 铁路符号是相等长度的黑条、白条相间构成。

纹理主要应用于面状符号的填充, 起着与色彩同样的作用, 并常常与色彩互为补充。在地图设计中, 纹理也是二元性的, 图案样式和图案排列方式是构成纹理二个基本因素。通常以不同的图案或不同的排列方式表示不同的定性特征, 也可以通过图案排列的密度变化表达要素定量指标的变化。

5 结语

现代信息采集技术为科学研究提供了大量甚至海量的数据源, 但有时原始数据并不是研究者所真正关心和需要的, 可视化将支持研究者完成“视觉—心象—形象思维—创新”的认知过程, 成为时空数据挖掘的一种手段^[26]。地理信息可视化的性质决定了其执行过程中的人—图交互特性。地理研究人员通过制作地图使信息直观可见, 并针对表达对象的基本特征进行地图模式的选择和视觉变量的调整, 从而在视觉变化中激发视觉思维的创造、获得知识发现。制作地图不是地理信息可视化的根本目的, 但科学的可视化制图过程则是实现有效探索的前提。针对地理信息可视化中广大地图作者的非专业制图背景, “易则易知, 简则易从”应该成为相关理论研究、方法和技术发展的指导思想。本文提出的二元方法论便是这种指导思想下的一个尝试。作者认为这种二元模型不仅有助于地理研究者理解地图制图原理, 也可以使他们在人—图交互过程中从繁复的制图步骤中解脱出来, 在科学的视觉环境中探索、创造。地理信息可视化二元方法论是作者在该领域探索性研究的结果, 还很成熟。作者希望在未来的研究中逐步完善, 并将致力于基于二元分析模式的应用开发实践。

致谢: 华东师范大学地理信息科学国家重点实验室李响副教授在论文写作中给予了很大帮助, 在此表示真诚的感谢!

参考文献:

- [1] 龚建华, 林琚, 等. 地学可视化探讨. 遥感学报, 1999, 3(3): 236~244
- [2] 秦建新, 张青年, 王全科, 等. 地图可视化研究. 地理研究, 2000, 19(1): 15~21
- [3] MacEachren A M, Kraak M J. Research challenges in geovisualization. Cartography and Geographic Information Science, 2001, 28(1): 3~12
- [4] Kraak M J. Geovisualization illustrated. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 2003, 57: 390~399
- [5] 鲁学军, 秦承志, 张洪岩, 等. 空间认知模式及其应用. 遥感学报, 2005, 9(3): 277~285
- [6] 高俊. 数字地图, 21世纪测绘业的支柱. 测绘通报, 1999, (10): 2~6
- [7] 齐清文. 现代地图学的前沿问题. 地球信息科学, 2000, (1): 80~86
- [8] Forrest David. Developing rules for map design: A functional specification for a cartographie-design expert system. Cartographica, 1999, 36(3): 31~52
- [9] 刘岳. 现代地图学发展的主要特征和今后方向. 中国测绘, 2002, (1): 39~42
- [10] 赵汀阳. 二元性和二元论. 社会科学战线, 2000, (1): 66~73
- [11] 理查德·哈特向, 叶光庭译. 地理学的性质. 北京: 商务印书馆, 1996
- [12] 牛文元. 理论地理学. 北京: 商务印书馆, 1992

- [13] B. A. 阿努钦. 地理学的理论问题. 李美德, 包森铭译. 北京: 商务印书馆, 1994
- [14] 马蔼乃. 地理科学导论——自然科学与社会科学的“桥梁科学”. 北京: 高等教育出版社, 2005
- [15] 徐德江. 索绪尔语言理论新探. 北京: 海潮出版社, 1999
- [16] 高新民, 吴胜锋. 解释理论: 解构二元论的有价值的尝试. 广西社会科学, 2004, (2): 28~ 32
- [17] 大卫· 哈维. 地理学中的解释. 高泳源 等译. 北京: 商务印书馆, 1996
- [18] 陈述彭. 地图科学的几点前瞻性思考. 测绘科学, 2001, 26(1): 1~ 6
- [19] 李砚祖 主编, 芦影 著. 平面设计艺术. 北京: 中国人民大学出版社, 2005
- [20] 潜铁宇, 熊兴福. 视觉传达设计. 武汉: 武汉理工大学出版社, 2005
- [21] Brewer C A, MacEachren A M, Pickle L W, *et al.* Mapping mortality: Evaluating color schemes for choropleth maps. *Annals of the Association of American Geographers*, 1997, 87(3): 411~ 438
- [22] 鲁道夫· 阿恩海姆. 艺术与视知觉. 滕守尧 译. 北京: 中国社会科学出版社, 1984
- [23] Robinson A H, Morrison J L, *et al.* *Elements of Cartography* (6th edn) . New York: John Wiley & Sons, Inc, 1995
- [24] 蔡孟裔, 毛赞猷, 田德森. 等. 新编地图学教程. 北京: 高等教育出版社, 2000
- [25] 祝国瑞. 地图学. 武汉: 武汉大学出版社, 2004
- [26] 苏奋振, 周成虎. 过程地理信息系统框架基础与原型构建. 地理研究, 2006, 25(3): 477~ 484

Dualism in geographic information visualization

HAN Xue-pei¹, LI Man-chun², XU Jian-gang³

(1 Department of Geography, East China Normal University, Shanghai 200062, China

2 Department of Geographic Information Science, Nanjing University, Nanjing 210093, China

3. Department of Urban and Regional Planning, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: As a significant approach to geographic information visualization, map making is practiced by not only professional cartographers but also more and more general public. However, the latter is often rarely equipped with knowledge of cartography. Instead of comprehensive theories and methods of cartography, simplified mapping skill might be suitable for them to make maps with respect to their special purpose. As a preliminary study, this paper aims to explore and build a conceptual model of duality for geographic information visualization. Dualistic analysis is employed to establish an easy-to-be-understood framework which could be followed as a "map-making guide". First, the paper introduces the theories of dualism in terms of other disciplines, such as geography, linguistics and philosophy. Then, with semiotic linguistics as a normal form, the methodology of dualism for geographic information visualization is elaborated from the perspectives of the signifier and signified of geographic information visualization. Our analyses demonstrate that: (1) geographic information is of duality, such as the duality of time and space, the duality of instant and interval, the duality of geometry and attributes, the duality of qualitative and quantitative approaches, etc.; and (2) map design is also full of various dualities such as the duality of the entire format of a map and individual symbols, the duality of outline and fill of a symbol, the duality of shape and size, the duality of color and texture, and so on.

Key words: geo-visualization; GIS; map design; dualism; methodology