

引用格式: 卢瑞, 贾奋励, 宋国民, 等. 意象图式在地图符号结构生成中的应用研究[J]. 地球信息科学学报, 2016, 18(6): 758-766. [Lu R, Jia F L, Song G M, *et al.* 2016. The application of image schema in the generation of map symbols. Journal of Geo-information Science, 18(6): 758-766.] DOI:10.3724/SP.J.1047.2016.00758

意象图式在地图符号结构生成中的应用研究

卢 瑞, 贾奋励, 田江鹏, 宋国民

信息工程大学地理信息空间学院, 郑州 450052

The Application of Image Schema in the Generation of Map Symbols

LU Rui*, JIA Fenli, TIAN Jiangpeng and SONG Guomin

Institute of Geography Spatial Information, Information Engineering University, Zhengzhou 450052, China

Abstract: With the continuous development of computer technology, the purpose of map is more and more diverse, and the demand of map automation is increasingly high. As an important part of map, the automatic generation of symbols is also improved. Many researchers, including Jia Fenli, Tian Jiangpeng, and Peng Keman, have connected the symbol design with the semantic analysis based on the analogy between map symbols and natural language; proposed the concept of symbol-morpheme and associated it with the symbolic structures; and then realized the automatic generation of symbols on computer. However, the creation of symbol-morpheme combination and the reason behind this combination is still lack of good theoretical support and explanation. In order to solidify the theoretical basis of map symbol structure, this paper introduces the concept of image schema, and puts forward the theory of map symbol structure generation based on image schema. Through analyzing the cognitive mechanism of geographical entities, this paper illustrates the basic function of the image schema in forming the concepts of geographical entities and mental space. Secondly, the types of image schema used to represent the geographical entities are summarized and seven most basic image schema types are obtained. Finally, we summarize the graphic structure expression and the parametric description of each image schema by studying the relationship between the topological relationship and the image schema. In order to verify the correctness and the scientific nature of the theory for map symbol structure generation based on image schema, we conducted two experiments in this paper. The results of the experiments prove that the image schema plays a decisive role in the generation of map symbols and gives a good cognitive effect for the generated map symbols based on image schema.

Key words: map symbol structure; image schema; expression of image schema; metaphor perspective; cognitive experiment

***Corresponding author:** LU Rui, E-mail: lrperfect@163.com

摘要 地图符号结构是指生成地图符号的各符素间的组合关系,它具有图形结构和意义上的双重含义。为了解决地图符号结构的理论依据问题,本文引入了意象图式的概念,提出了基于意象图式的地图符号结构生成理论。对地理实体的认知机理进行分析,说明了意象图式在形成地理实体概念和生成地图符号所起到的基础作用;对地图符号表征地理实体所选用的意象图式类型进行归纳,可得到7种最基本的意象图式类型;对图形间拓扑关系和意象图式的关系总结,得出了每种意象图式的图形结构表达与参数化描述。最后,通过符素组合实验和符号认知实验,验证了基于意象图式来生成地图符号的正确性和科学性。
关键词: 地图符号结构;意象图式;意象图式表达;隐喻视角;认知实验

1 引言

随着计算机技术的不断进步,地图的表现形式

越来越多样,移动地图^[1]、室内地图^[2]、全息位置地图^[3]等概念和产品层出不穷,对地图的自动化程度要求也越来越高。地图符号是地图的重要组成部分

收稿日期 2015-07-20;修回日期:2015-11-17.

基金项目 :国家“863”课题“互联网全息位置地图迭加协议与建模制图技术”(2013AA12A202);国家自然科学基金项目(41371382,41271393)。

作者简介 :卢 瑞(1987-),男,江苏徐州人,硕士生,研究方向为地图制图学与地理信息工程。E-mail: lrperfect@163.com

分,它在本质上是用一种物质的对象来代替一个抽象的概念。地图符号不仅是一种视觉上的表征,还具有艺术性、文化性和语义性等特点,是表达空间地理信息所用的极其特殊的语言符号系统^[4-6]。随着认知语言学、形式语义学等认知与语言学方面的进步,近年来借鉴语言学理论和方法研究地图符号自动构建理论与技术的成果纷纷涌现。赵飞提出了专题地图符号的句法结构及其自动构建机制,将微观语言学思想引入到专题制图领域,提出基于句法结构的专题符号自动构建模型^[7]。该方法虽针对专题地图符号开展研究,但其思路也可扩展到其他地图符号。贾奋励、田江鹏等通过地图符号与自然语言的类比,提出符素的概念,将其作为三维符号的设计与表达的基本元素^[8-10]。彭克曼在上述研究基础上,通过对现有点状军标符号的符素和结构的归纳总结,将符素和符号结构进行关联,进而实现符号在计算机上的自动生成^[11]。上述方法将符号设计与语义分析相关联,更易于运用语言学相关方法实现符号的自动构建。然而,符号的意义不仅体现在构成符号的符素上,还体现在符素的组合方式上,特别是对符素的组合方式及选择该组合的原因仍缺乏良好的理论支持与解释。针对上述研究存在的不足,本文引入意象图式理论,旨在研究解决符素之间的组合形式——地图符号结构的理论依据问题。

2 基于意象图式的地图符号结构生成原理

2.1 地图符号结构的概念

本文以前人所提符素概念为基础提了地图符号结构的概念。“符素”概念是借鉴语言学中的“语素”提出的,定义为“一定图形形式和语义概念的最小结合单位,是组成符号的基本元素,也是分析符号语义构成和图形结构的最小单位”^[11]。

地图符号结构是指生成特定地图符号的各符素间的组合关系,其通过符素间的拓扑关系表达其语义上的组合关系。

为了更好地说明地图符号结构的问题,本文以烟囱符号为例,进行具体说明。如图1所示,通过对烟囱进行语义分析可以得到“烟”和“囱”2个语义概念,进而得到“烟”和“囱”2个符素。那么烟囱符号的结构便是由符素“烟”和符素“囱”组成的上下结

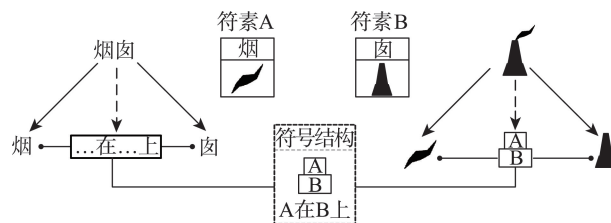


图1 烟囱符号结构分析图

Fig. 1 Analysis of the structure of a chimney symbol

构,其意义为“烟”在“囱”上,其图形结构为由 \blacktriangle 和 \blacktriangle 组成的上下结构。

地图符号结构是通过图形之间的拓扑组合关系来表达概念之间的意义,存在视觉认知传输方面的误差。下面将引入意象图式理论,解释符素之间如何组合才能产生最好的认知效果(即信息传输误差最小),以及地图符号结构生成的理论依据。

2.2 基于意象图式的地图符号结构生成原理

2.2.1 意象图式的概念

“意象图式”概念由早期的认知语言学者 Lakoff 和 Johnson 在 1980 年《我们赖以生存的隐喻》一书中首次提出^[13-14]。之后,Turner、Ungerer、Gärdenfors、Langacker、Oakley 分别对意象图式提出了自己的看法和理论。所谓“意象”,是指人在某物不在场时但在心智中还能想象出该物的形象,这是在没有外界具体实物刺激输入的情况下,人们在心智中依旧能够获得其印象的一种认知能力^[12]。所谓“图式”,是基于事物原型,对范畴内成员进行归纳提炼,从不同结构中抽象出来的共性。“意象”源于人们对客观世界的认知,“图式”来自于对具有相同性质的多种“意象”的提炼。意象图式兼具“意象”和“图式”的双层含义,其形成过程如图2所示。尽管不同的学者对意象图式有不同的理解和定义,但其核心和本质一致,其概念可归纳为以下2部分:

(1) 意象图式是人们对具有相似关系的多个个例反复感知体验、不断进行概括而逐步形成的

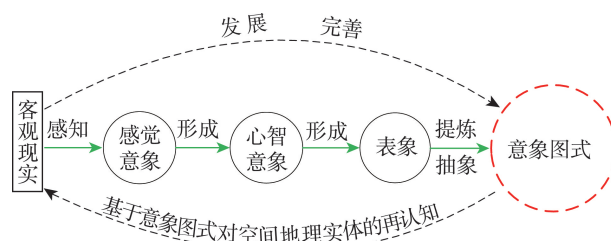


图2 意象图式的形成过程

Fig. 2 Formation process of image schema

一种抽象的框架结构^[12];是运用了完型、动觉、意象3种互动方式认识外界事物间关系而获得的一种认知模型(Cognitive Model, CM),它在人类与客观事物互动体验的过程中不断发展完善。

(2)意象图式有基本和复杂之分。基本的意象图式主要包括:容器、路径、连接、力量、运动、平衡、对称、上下、前后、部分-整体、中央-边缘等,它们可结合构成更为复杂的意象图式^[12]。

2.2.2 基于意象图式的地图符号结构生成原理

制图者和读者的心智空间可以划分为3个层

次,由高到低分别为心智空间层、概念意义层和意象图式层(图3)。制图者在制作符号时,首先激活地理实体在头脑中形成的心智空间,之后选择合适的表达视角,最后结合意象图式进行图形表达。符号的图形结构与选择的意象图式应具有认知上的一致性,从而使读者对图形符号的解译转化为与自己头脑中的意象图式的匹配融合,这是快速建立意象图式(读者自身)-图形结构-意象图式(制图者)的一致性、确保地图符号具有良好认知效果的关键。

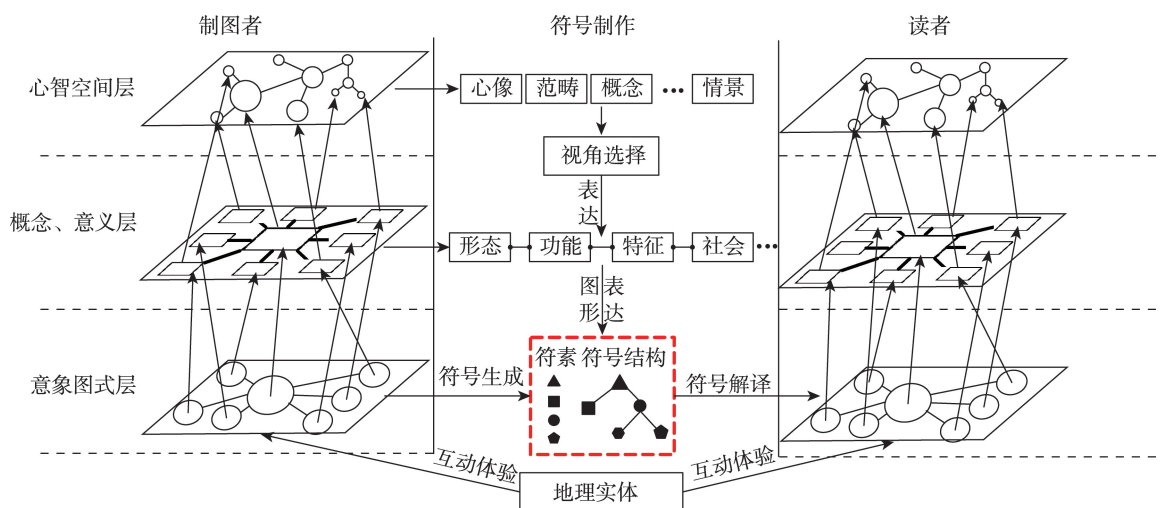


图3 基于意象图式的地图符号结构生成原理

Fig. 3 The generation principle of map symbol structure based on image schema

由图3可看出,基于意象图式来生成地图符号结构包含2个重要的方面:(1)通过图形符号来表征地理实体所选择的视角;(2)基于意象图式的图形结构表达。下面将针对这2个方面展开讨论。

3 基于意象图式的地图符号结构表达

3.1 地图符号表征地理实体的隐喻视角分析

地图符号是通过图形表征概念,在视觉传输的过程中不可避免地会产生“误差”。因此,选择合适的视角并通过地图符号对意象图式进行呈现才能减小“误差”,确保地图符号具有良好的认知效果。杜清运将空间信息的语义特征归纳为5个方面:物质(水、土、泥、石、沙、植物、人造材料等);形态(流动、静态、自然弯曲、规则形态、维度等);大小(大、中、小等);功能(交通、阻隔、居住、蓄积、旅游、养殖等);等级(社会层次)(政治、经济、文化等^[17])。借鉴以上内容,本文认为通过地图符号对意象图式表

达描述时所选择的视角主要有形态、功能、社会(文化)和特征4类,下面将对这4种视角进行分别阐述。

3.1.1 形态

地图符号从形态的角度可以分为点状符号、线状符号和面状符号。通过对现有的地图符号进行研究发现,大部分的地图符号都是象似性符号。从视觉呈现的角度来说,象似性地图符号是在选择合适视点的基础上对地理实体形态的抽象;从认知的角度来说,象似性符号也满足从视觉(物质形态)到视觉(图形符号)的认知规律,保证了其良好的认知效果。通过选择适当的视点,对地理实体的各组成部分去粗取精,便得到了地图符号的雏形(图4)。

3.1.2 功能

部分地理实体的重要性体现在其对人类生产生活的重要作用,为了在地图中表现这一特点,往往从功能的视角对其进行描述。例如,学校(教育)、发电站(发电)、医院(医疗)、超市(购物)、加油

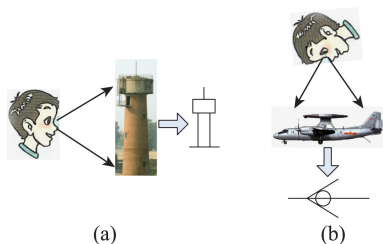


图4 视点选择分析图

Fig. 4 Analysis of viewpoint selection

站(加油)等,这类地理实体在人脑中形成的意象图式主要是容器图式,由2部分组成:建筑物本身;人类在建筑物里所从事的活动,即某建筑物具有多种功能。

3.1.3 社会

对于首都、省(市)级行政中心、少年宫、社会救济中心等具有社会属性的地理实体应该从社会的视角来描述它们,体现出它们在政治(文化)中所处的地位。这类地理实体在人脑中形成的意象图式主要是中心-边缘图式,体现出它们某一社会职能方面所处的中心地位。

3.1.4 特征

特征视角用来描述地理实体与众不同的突出

特征。例如,对动物园、公园等进行描述时,常常采用动物和植物来作为它们的标志,以此来体现它们的特征。此外,也可用来区分同一类型里不同的地理实体,如旅游地图上对不同景点的表示,可以用最具代表性的场景作为它们的特征来描述。

3.2 表征地理实体时选用的意象图式类型

地图符号是人们认识地面状况,抓住各个物体和各种现象的主要特征之后将它们分类分级,并设计出的相应表示模型^[15]。地图符号在本质上是以视觉形象指代抽象的概念,是对客观地理实体的隐喻。虽然意象图式内涵丰富,种类繁多,是一个抽象而复杂的概念,但地图符号所表征的地理实体(主要是静态地物)在人脑中形成的意象图式却相对简单。意象图式是空间关系经过高度抽象而获得的,因而绝大多数意象图式可用线条等简单图形表示^[16]。

通过对不同种类和层次的地理实体进行总结,地理实体在人脑中形成的意象图式可归纳为容器图式、上下图式、对称图式、连接图式、中心-边缘图式、线状图式和面状容器图式7种,具体如表1所示。

地理实体在人脑中形成的意象图式不是唯一

表1 表征地理实体时选用的意象图式类型

Tab. 1 The types of image schema used in the characterization of geographical entities

地物实例	意象图式类型	图形模拟	备注
医院、加油站、学校、商场、敬老院、少年宫等	容器图式		主要指地面上的建筑物以及建筑物里所进行的活动
建筑物下的通道、土堆上的三角点、地下管道等	上下图式		既可指空间上的上下位置关系,也可指抽象层次上的上下关系
桥下的两个石墩、两扇门、公路两侧的绿化带等	对称图式		具有同等地位的左右2个对称地理实体
牵引车、火车站与铁路、公路、河流、国界线等	连接图式		相互连接在一起的2个地理实体或多个地理实体
行政中心(首都、省会、市中心等)、客运站、信号塔、放射性物质等	中心-边缘图式		突出了中心的重要作用以及由中心向四周辐射的特征
公路、铁路、河流、管道、线路、国界线、省界线等	线性图式		具有相同特征的线性单元循环连接而成的线状地物
果园、湖泊、沼泽、草地、森林、沙地、田地等	面状容器图式		地面上某部分区域所具有的特征或所包含的内容

的,对于同一个地理实体,从不同的角度进行理解可以形成不同的意象图式。例如,对于水塔而言,从空间形态的角度考虑,其意象图式是由避雷针、蓄水柜、支柱和基础依次构成的上下图式。如果从其功能的角度考虑,水塔具有蓄水功能,构成容器图式。

3.3 意向图式与地图符号结构间的映射

意象图式是一种抽象的框架结构,具有抽象图形的特征。因此,可以用不同的图形拓扑关系来表达,地图符号正是基于此来表征地理实体。Randell等^[18-20]运用区域连接演算(Region Connection Calculus, RCC)理论来表达空间区域A与B的拓扑特性和拓扑关系,得到描述空间对象的RCC模型。基本的空间拓扑关系主要有相离、部分交叠、包含、被包含、外部连接、内部正切、内部反正切和相等8种(图5)。为此,对每一种意象图式可以使用的图形拓扑结构归纳如表2所示。

从表2中可看出,每一个意象图式到图形结构的映射包含3个要素:意象图式类型、符素及符素图形间的拓扑关系、映射法则。每种映射都有对应的参数化描述,把给定的符素和各个映射的参数进行融合便可生成相应的地图符号结构。

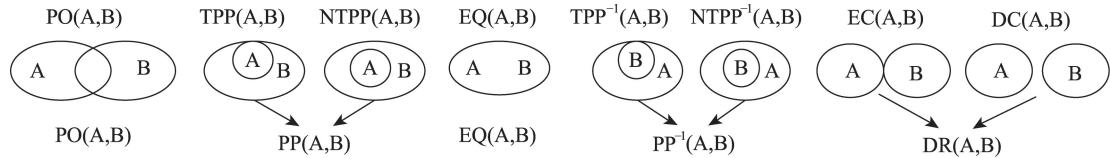


图5 空间对象间的RCC-8和RCC-5关系

Fig. 5 RCC-8 and RCC-5 relations between spatial objects

表2 意象图式的符号图形结构表达与参数化描述

Tab. 2 The structure expression and parameter description of the image schema

意象图式	图形结构表达	参数化描述
容器图式		$F = f(A, B)$, B在容器A内
上下图式		$F_1 = f_1(A, B)$, A在B上且连接 $F_2 = f_2(A, B)$, A在B上且交叉 $F_3 = f_3(A, B)$, A在B上且相离 $F_4 = f_4(A, B)$, A压盖B
对称图式		$F_1 = f_1(A, B)$, A、B左右对称 $F_2 = f_2(A, B)$, A、B上下对称 $F_3 = f_3(A, B)$, A、B斜对称
连接图式		$F_1 = f_1(A, B, C)$, A、B上下连接, C为连接体 $F_2 = f_2(A, B, C)$, A、B左右连接, C为连接体
中心-边缘图式		$F = \phi \left(\begin{matrix} A, f_1(a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1m_1}), \\ f_2(a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2m_2}), \dots \\ f_n(a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{nm_n}) \end{matrix} \right)$, A为中心, $a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{nm_n}$ ($n=1, 2, \dots, N$)为第n圈的 m_n 个元素
线性图式		$F = \phi[f(a, b, \dots, n)]$, a, b, \dots, n 为线性循环单元的组成元素, ϕ 是使循环单元相互连接形成线性图形结构
面状容器图式		$F = f(A, B)$, A代表面状区域, B代表面状区域里的内容或特征

4 实验验证与分析

本文通过认知实验验证基于意象图式生成地图符号结构理论的正确性和科学性,通过实验结果来研究意象图式在地图符号结构设计、生成和理解过程中所发挥的作用。

4.1 实验设计

实验采用问卷调查的方式进行,所选取的素材为军标符号,素材(1)为从军标符号系统中选取的几种典型符号的符素;素材(2)为从现有的地图符号或军标符号系统中选取的同一地理实体不同的2种符号设计方案,或基于地理实体的意象图式而设计出来有别于现有地图符号或军标符号的设计方案。

实验对象主要为测绘学院士官大队学员(现役军人,共计75人)。实验对象主要来自于基层作战部队,对军队装备和设施有一定的了解,具备本次试验所需要的知识基础。实验过程中要求实验对象独立思考,按照问卷的要求认真作答,时间不限,写出自己的真实想法和思维脉络。

实验1:符素图形组合实验

为了验证意象图式对地图符号结构的影响和作用,本文从现有的军标符号系统中选取电力公交车、救护车、轮式装甲指挥车、两栖扫雷坦克和维修用两栖轮式装甲指挥车5种典型符号的案例,对它们进行分解得到符素。让学员根据给定的符素图形和意义,对符素图形进行组合完成符号的设计,同时写明这样组合的理由。问卷调查的样式如表3所示。

实验2:符号认知效果实验

为了验证基于意象图式所生成得地图符号结构的科学性,本文从同一地理实体但具有不同图形结构的地图符号的认知效果出发,对现有的地图符号和军标符号系统进行研究,并筛选出牵引坦克、

表3 符素图形组合实验样式
Tab. 3 Experimental style for the combinations of symbol-morphemes

(轮式装甲指挥车)符素	符素图形组合	理由
装甲车车轮○○○		
装甲车车身□		
指挥旗▴		

机场、水塔、预警机、灯塔、两栖指挥坦克和通信车7组典型的案例,每组都有2个不同的设计方案,如表4所示,左侧“电力公交车”、“救护车”的符号图形和意象图式是一致的,右侧“两栖扫雷坦克”、“维修用两栖轮式装甲车的”符号图形和意象图式部分一致或不一致。让试验者选出每组符号中具有较好认知效果的一个,并结合自身对地理实体的认识了解说明选择的理由。问卷调查的样式如表5所示。

4.2 实验结果及分析

本次实验共发出调查问卷75份,有效70份,其余5份因信息不全、空处较多等原因不纳入研究范围,因此本次实验结果是在对70份有效问卷分析的基础上获得的。

4.2.1 实验1结果

实验1的结果很好地验证了实验人员基于头脑中的意象图式来进行图形结构设计并完成符素的组合。通过对填写的理由进行归纳总结,实验人员主要从以下5个方面进行思考并形成最终的地图符号结构:

- (1)形态:空间关系、和实物的相似度、形态特征(基于特定视点对事物的观察);
- (2)功能:突出要素的功能、要素所具有的作用;
- (3)特征:突出要素的主要特征、要素具有的主要特征;
- (4)美观:美观、结构合理、简洁明了、辨识度高;
- (5)其他:符号占用空间、呈现效果。

实验结果如图6所示,为了更好地表现意象图

表4 其他符素图形组合案例
Tab. 4 Other examples on the combinations of symbol-morphemes












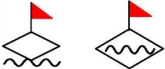


符号名称	符素	符号名称	符素
电力公交车	 电线  公交车	两栖扫雷坦克	 扫雷  水波浪  坦克
救护车	 救护、医疗  机动车	维修用两栖轮式装甲车	 维修  水波浪  车轮  装甲车身

表5 符号认知效果实验样式
Tab. 5 Experimental patterns for the cognitive effects of symbols

符号名称	符号图形	理由
两栖指挥坦克		

式对地图符号结构的影响和作用,分别用红、蓝、黄、绿和灰5种颜色来代表形态、功能、特征、美观和其他5种影响因子。通过图表可清晰地看出,每种符号结构方案所占总数的百分比以及其影响因子的类别和强弱对比。以救护车符号为例,70份调查问卷中有98.57%(69人)的人设计的结果为,理由有形态(和实物较像)、功能(放在中间更能突出其医疗、救护的功能)、特征(车厢里有医疗设备和救护人员)和美观(结构协调,简洁明了),其中功能占主要原因。只有1人(1.43%)的设计结果为.

4.2.2 实验1结果分析与结论

实验1的结果充分验证了意象图式在地图符号结构的形成过程中所发挥的决定性作用,通过对实验数据的分析以及对理由的总结,可以得出如下几点结论:

(1)视觉形态是基于意象图式进行符号结构设计所要考虑的首要因素

通过对每个符号的设计方案的百分比进行比较研究发现,具有像似性的符号结构设计方案的高有率最高,分别为90%、98.57%、77.14%、38.57%和71.43%。通过视觉获取地理实体的空间形态,也通过视觉来解译地图符号所传达的信息,因此建立符号结构与空间形态结构的一致性才能确保良好的认知效果。

(2)意象图式的选择直接决定了地图符号的结构

以两栖扫雷坦克为例,可以认为水波浪与坦克构成上下图式,排雷装置与坦克车身构成连接图式,也可以认为坦克具有两栖和扫雷的功能从而构成容器图式,于是可以生成上下、左右和包含3种图形结构。从实验中可以看出,第1种方案的占有率最高,这说明大部分人员还是从视觉形态的角度来考虑符号结构的生成,这与结论一是一致的。第2、3种方案既有视觉形态的因素,也有功能的因素,也都占有较大比重。第4、5种方案是从俯视的角度来研究符号结构的,这不符合一般人的认知规律,因此占有率较低。

4.2.3 实验2结果

实验2主要是通过比较同一地理实体的2种不同地图符号来验证基于意象图式来生成地图符号结构的科学性和良好的认知效果。通过对实验数

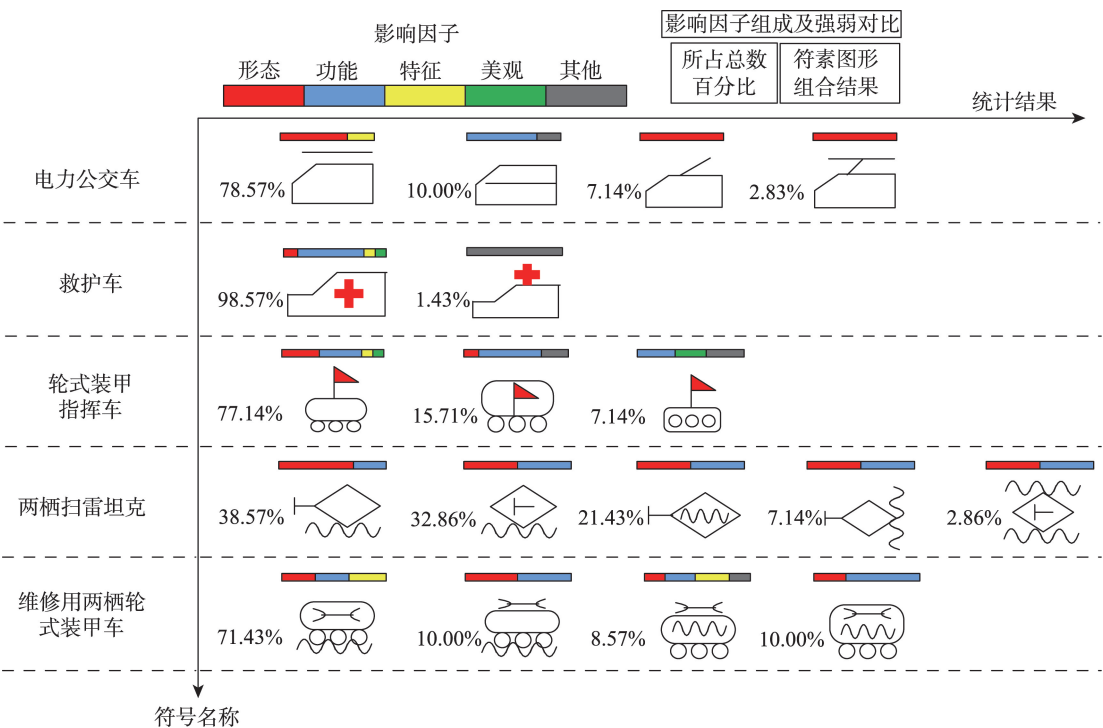


图6 实验1统计结果
Fig. 6 Statistical results of Experiment 1

据进行分析可得到如图7所示的统计图,其中符号Ⅰ代表左侧符号,符号Ⅱ代表右侧符号。

从7图中可看出,符号Ⅰ组的选择率要普遍高

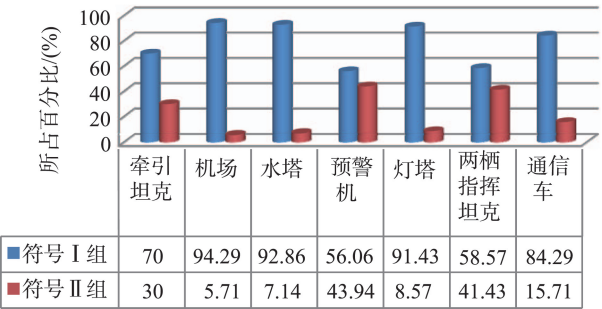


图7 实验2统计结果

Fig. 7 Statistical results of Experiment 2

于符号Ⅱ组的选择率,其中对比较为强烈的符号组有牵引坦克(70%~30%)、机场(94.29%~5.71%)、水塔(92.86%~7.14%)、灯塔(91.43%~8.57%)和通信车(84.29%~15.71%)。预警机和两栖指挥坦克两组符号的选择率相对接近,分别为56.06%~43.94%和58.57%~41.43%。通过对实验人员给出的理由进行总结可知,实验人员在评价符号的认知效果时,主要从符号像似性、功能、突出特征或标志、辨识度和美观等方面进行考虑。

4.2.4 实验2结果分析与结论

通过对实验2的结果进行分析可以发现,符号图形结构的合理与否主要取决于其能否与人脑中

的意象图式快速建立起一致性,这也从侧面印证了基于意象图式生成地图符号结构的科学性。通过对实验数据、实验人员给出的理由以及具体符号的选择率进行分析还可以得出以下2点结论:

(1)相似性符号的图形结构具有更佳的认识效果

从水塔和灯塔的认知实验可以看出,和地理实体的空间形态结构较一致的符号结构具有更好的认知效果。从牵引坦克、两栖指挥坦克和通信车符号的认知实验可以看出,当某种符素既可以从空间形态的角度,也可以从功能或突出特征的角度来组合生成符号时,从空间形态的角度生成的像似性符号结构具有更好的认知效果。

(2)符号图形结构对读者能否正确理解符号内涵具有重要影响

以预警机符号(表6)为例,如 \leftarrow 为美军军标符号, $\leftarrow\circ$ 为我军军标符号。认知实验结果可知,2种符号方案的支持率较接近(56.06%~43.94%)。但通过对实验人员给出的理由进行研究发现,2类人员对该符号各组成部分的理解大相径庭。选择 \leftarrow 的人员主要通过俯视的角度来考虑预警机符号的图形结构,认为 \circ 代表预警盘(或称机载雷达),选择它的主要原因是认为预警盘应该在飞机的中部正上方而不是在尾部(与事实相符)。选择 $\leftarrow\circ$ 的有些人员则认为预警盘应该在尾部而不是在中央,还有些人员甚至认为 \circ 代表预警机尾部的预警灯,这完全没有理解符号设计者的初衷。

表6 其他符号认知效果比较案例

Tab. 6 Other examples on the comparison of cognitive effects

符号名称	符号图形	符号名称	符号图形	符号名称	符号图形
牵引坦克		灯塔		预警机	
机场		水塔		通信车	

5 结语

为了解决生成地图符号的各符素间组合关系的理论依据问题,本文引入了意象图式的概念,研究了基于意象图式的地图符号结构的生成原理,结合图形拓扑结构研究了每种意象图式的图形结构表达,最后通过实验验证了本文所提出理论的正确性与科学性。本文只研究了地图符号结构的理论问题,而地图符号结构语义的提取以及如何与符素

语义进行关联、基于符素和符号结构如何实现地图符号的自动生成等关键问题有待在下一步工作中进行重点研究。

参考文献(References):

[1] 杨艳梅,王泽根.移动地图理论基础研究[J].四川测绘, 2007,30(4):159-163. [Yang Y M, Wang Z G. Research on the basic theory of mobile map[J]. Surveying and Mapping of Sichuan, 2007,30(4):159-163.]
[2] 王富强,薛志伟,齐晓飞,等.室内地图研究综述[J].地矿测

- 绘,2012,28(2):1-3. [Wang F Q, Xue Z W, Qi X F, *et al.* Research review of the indoor map[J]. *Surveying and Mapping of Geology and Mineral Resources*, 2012,28(2): 1-3.]
- [3] 周成虎,朱欣焰,王蒙,等.全息位置地图研究[J].地理科学进展,2011,30(11):1331-1335. [Zhou C H, Zhu X Y, Wang M, *et al.* Research on the holographic location map[J]. *Progress in Geography*, 2011,30(11):1331-1335.]
- [4] 张振辉,谢超.智能化电子地图设计系统研究[J].北京测绘,2012(2):1-5. [Zhang Z H, Xie C. Research on the design system of intelligent electronic map[J]. *Beijing Surveying and Mapping*, 2012,2:1-5.]
- [5] Wang Y G, Wang X Z. An introduction to linguistics[M]. Kunming: Yunnan University Press, 2005.
- [6] 胡最,闫浩文.地图符号的语言学机制及其应用研究[J].地理与地理信息科学,2008,24(1):17-20. [Hu Z, Yan H W. Analysis on linguistics mechanism for cartographic symbols and its application[J]. *Geography and Geo-Information Science*, 2008,24(1):17-20.]
- [7] 赵飞.专题地图的自动构建机制及在线交互制图模型研究[J].测绘学报,2013,42(6):17-20. [Zhao F. Research on smart visualization and online interactive mapping model of thematic cartography[J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 2013,42(6):17-20.]
- [8] 田江鹏.基于语言学的三维符号设计与表达研究[D].郑州:信息工程大学,2012. [Tian J P. Research on design and expression of 3D symbology based on linguistics[D]. Zhengzhou: Information Engineering University, 2012.]
- [9] 田江鹏,贾奋励,夏青,等.语义驱动的层次化地图符号设计方法[J].地球信息科学学报,2012,14(6):736-742. [Tian J P, Jia F L, Xia Q, *et al.* Design method of the semantic-driven hierarchical map symbols[J]. *Journal of Geo-information Science*, 2012,14(6):736-742.]
- [10] 田江鹏,贾奋励,夏青.依托语言学方法的三维符号设计[J].测绘学报,2013,42(1):131-137. [Tian J P, Jia F L, Xia Q. Research on 3D symbol design based on linguistic methodology[J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 2013,42(1):131-137.]
- [11] 彭克曼.语义驱动的符号自动生成方法研究[D].郑州:信息工程大学,2014. [Peng K M. Research on method of symbols' automatic generation driven by semantic[D]. Zhengzhou: Information Engineering University, 2014.]
- [12] 王寅.认知语言学[M].上海:上海外语教育出版社,2007. [Wang Y. Cognitive linguistics[M]. Shanghai: Shanghai Foreign Language Education Press, 2007.]
- [13] Freeman M H. Momentary stays, exploding forces[J]. *Journal of English Linguistics*, 2002,30:73-90.
- [14] Gibbs Raymond W, Colston H L. The cognitive psychological reality of image schemas and their transformations [J]. *Cognitive Linguistics*, 1995,64:347-348.
- [15] 李福印.意象图式理论[J].四川外语学院学报,2007,23(1):80-85. [Li F Y. Cognitive linguistics[J]. *Journal of Sichuan International Studies University*, 2007,23(1):80-85.]
- [16] 高俊.地图学寻迹[M].北京:测绘出版社,2012. [Gao J. Tracing cartography[M]. Beijing: Surveying and Mapping Press, 2012.]
- [17] 杜清运.空间信息的语言学概念模型[J].地理空间信息,2004,2(1):1-4. [Du Q Y. Linguistic conceptual model of spatial information[J]. *Geospatial Information*, 2004,2(1): 1-4.]
- [18] Randell D A, Cui Z, Cohn A G. A spatial logic based on regions and connection[A]. Nebel B, Rich C, Swartout W R (eds.). *Proceedings of the 3rd International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning*[M]. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 1992:165-176.
- [19] Randell D A, Cohn A G. Modelling topological and metrical properties in physical processes[A]. Brachman R, Levesque H, Reiter R (eds.). *Proceedings of Knowledge Representation and Reasoning*[M]. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 1989:55-56.
- [20] Cohn A G. A hierarchical representation of qualitative shape based on connection and convexity[A]. Frank A U, Kuhn W (eds.). *Spatial Information Theory: A Theoretical Basis for GIS, LNCS988*[M]. Berlin: Springer-Verlag, 1995:311-326.