

空间信息科技引进出版工程

地理空间认知

The Cognition of Geographic Space

罗布·基钦 马克·布莱兹 著

万刚 曲云英 陈晓慧 李淑霞 译



测绘出版社

空间信息科技引进出版工程

地理空间认知

The Cognition of Geographic Space

罗布·基钦 马克·布莱兹 编著
万刚 曲云英 陈晓慧 李淑霞 译

测绘出版社

· 北京 ·

著作权版权登记号:01-2017-8493

©测绘出版社 2018

所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

© 2002, 2018 Rob Kitchin & Mark Blades

Published by arrangement with I. B Tauris & Co. Ltd, London

“与英国伦敦 I. B. Tauris 出版集团协议出版。本书英文原版书名为《The Cognition of Geographic Space》,由 I. B. Tauris 出版集团出版。”

This Chinese version published by Surveying & Mapping Press, Beijing

Under license from I. B Tauris & Co. Ltd

All Right Reserved

图书在版编目(CIP)数据

地理空间认知/(英)罗布·基钦,(英)马克·布莱兹著;

万刚等译. —北京:测绘出版社,2018. 10

书名原文:The Cognition of Geographic Space

空间信息科技引进出版工程

ISBN 978-7-5030-4155-6

I. ①地… II. ①罗…②马…③万… III. ①地理信

息系统—研究 IV. ①P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 175271 号

责任编辑	巩 岩	封面设计	李 伟	责任校对	石书贤
出版发行	测绘出版社	电 话	010-83543965(发行部)		
地 址	北京市西城区三里河路 50 号		010-68531609(门市部)		
邮政编码	100045		010-68531363(编辑部)		
电子信箱	smp@sinomaps.com	网 址	www.chinasmp.com		
印 刷	北京虎彩文化传播有限公司	经 销	新华书店		
成品规格	169mm×239mm				
印 张	13.5	字 数	260 千字		
版 次	2018 年 10 月第 1 版	印 次	2018 年 10 月第 1 次印刷		
印 数	0001-1000	定 价	55.00 元		

书 号 ISBN 978-7-5030-4155-6

本书如有印装质量问题,请与我社门市部联系调换。

译者序

1993年的夏天，笔者正处于本科毕业设计阶段，到当时的测绘学院地图制图系资料室翻看各种文献，第一次见到了“空间认知”一词。7年后，师从高俊院士攻读博士，系统地学习导师的学术思想，对于地图空间认知的相关资料倒也痴迷了一段时间。之后，无论是从事虚拟地理环境研究，还是无人平台研究，地图空间认知理论已成为指导自己和团队工作的基本理论方法。但遗憾的是，在国内无论是地理空间认知研究，还是地图空间认知研究一直是一个极其小众的方向，研究者寥寥，相关资料也较为匮乏，空间认知研究也一直没有很好地融入国内外认知科学研究的大团队。近年来，人工智能、大数据等技术的兴起进一步推动了脑科学理论和技术的发展，使得空间认知的理论指导价值愈发凸显，受到了越来越多人的重视。为更好地共同学习和理解地理（地图）空间认知的相关理论，在老师、同学的支持下，我们完成了本书的翻译工作，供大家参考。

一、原著作者简介

本书是一本综述性质的著作。首先要感谢两位原著者，正是他们的辛勤劳动，使得我们有幸了解地理空间认知的很多成果。

Rob Kitchin是地理学家、教授，先后在兰开斯特大学获得理学学士学位、莱斯特大学获得理学硕士学位、威尔士斯旺西大学获得理学博士学位，1996年就职于贝尔法斯特皇后大学，1998年转至梅努斯大学工作，2002年至2013年在ERC国家区域和空间分析研究所任高级研究员、主任，现就职于英国MUSSI社会科学研究所。

目前，Rob Kitchin是智慧城市项目（由欧洲研究委员会资助）和城市建筑项目（由爱尔兰科学基金会资助）的首席研究员，曾是爱尔兰数字知识库（2009—2017）和全岛天文台建设（2005—2017）的学术带头人。Rob Kitchin研究领域非常广泛，包括大数据与智能城市、互联网与网络空间、地图制图学和可视化、数据基础设施和实践、空间理论与地理方法、地理学发展、社会地理与城市规划、认知映射机制、地理认知与心理学的关系等领域。他共承担了45项科研项目，资助机构包括欧洲研究委员会、爱尔兰人文社会科学研究理事会、爱尔

兰皇家科学院、爱尔兰科学基金会、经济及社会研究理事会、美国国家科学基金会等。

Rob Kitchin 也是英国著名的社会科学家，在社会科学领域发表了非常多的成果，包括 26 本著作、180 多篇学术论文，受邀在会议和大学演讲超过 220 次，他的著作在地理科学领域非常受欢迎。与此同时，Rob Kitchin 作为专家担任国际期刊《人文地理学讨论》《人文地理学进展》和《社会与文化地理学》的主编，是《国家人类地理学百科全书》第 12 卷的总编。其出版的主要专著包括《数据革命：大数据、开放数据、数据基础设施及其影响》（2014）、《人类地理学词典》（2013）、《代码/空间：软件和日常生活》（2011）、《爱尔兰岛地图集》（2008）、《学术出版指南》（2005）、《地理思维：空间、理论和当代人文地理学》（2002）、《地理空间认知》（2002）、《赛博地图集》（2001）、《赛博空间制图》（2000）、《残疾、空间和社会》（2000）、《人文地理学：理论、方法和实践》（1999）、《赛博空间：网线中的世界》（1998）等。他兴趣广泛，除了学术著作之外，他还是 4 部侦探小说和 2 部短篇小说集的作者。

Rob Kitchin 是一名杰出的科学家，在科研领域获得了非常多的荣誉：梅努斯大学研究成果奖（2018）、媒体成就奖（美国地理学家协会，2015）、地域研究与地域科学最佳论文奖（地域研究协会，2015）、社会科学金奖（爱尔兰皇家科学院，2013）、冈代米尔奖（Berendel 基金会，2012）、子午线图书奖（美国地理学家协会，2011）、杰出学者头衔（美国图书馆协会，2009，2011）。

本书的另一名作者 Mark Blades 现就职于设菲尔德大学，是心理学教授。他先后在剑桥大学获得考古学与人类学学士学位，在设菲尔德大学获得心理学硕士学位，在威尔士斯旺西大学获得儿童发展学博士学位。他发表了 10 部专著及 30 部合著的部分章节、110 篇学术论文、50 篇其他研究论文和报告，做了 50 次邀请报告、210 次会议报告。他研究的兴趣点包括儿童对广告营销和经济的认知理解、儿童作为目击证人的证词可靠性、使用虚拟现实迷宫研究儿童对陌生环境的认知路线等。

本书完成于 2002 年。Rob Kitchin 和 Mark Blades 从人文地理、赛博地图、特殊人群心理的角度关注地理空间认知。书中关于地理空间认知的阐述，综合了地理学、规划、制图学、人类学、计算机科学、心理学和认知科学的理论和实证研究结果，回答了人类对于地理空间是如何思考并行动的。他们详细介绍了有关空间认知研究的现状，详细分析了创建、存储、使用和测量空间知识的方法。利用这些结果和实证研究，他们提出了一种新的空间认知概念模型，集中了空间认知地图、行为地理学和环境心理学的理论。本书的最后一章对相关理论和模型进行了综合和概述，并提出了未来发展方向。本书在国外空间认知研究领域被大量引用，是空间认知领域的一部经典之作。虽然本书完成时间较早，但现在细细读

来, 仍然很值得学习和借鉴, 不失为一本较好的关于空间认知研究的参考书。考虑国内相关资料的匮乏, 为推动国内空间认知研究发展, 我们坚持完成了这本书的翻译工作。

二、空间认知发展概况

(一) 认知科学

现代科学认为, 脑与认知科学是以脑为研究对象的多学科汇合的新型研究领域, 是研究动物的认知及智力本质和规律的科学。探索大脑, 揭示认知的生理、心理机制是人类认识自然、认识自我的最大挑战。脑科学的三大任务是: “认识大脑”——揭示人脑的奥秘; “保护脑”——寻求仿真神经和精神疾病之良策; “创造脑”——发展类似人脑功能的神经计算机^①。

关于认知的探索由来已久^②。古希腊时期, 柏拉图和亚里士多德都曾对人的知识起源进行了探索; 唯理论者笛卡儿 (Cartes) 强调思维的作用, 他的名言是“我思, 故我在”; 经验论者 Locker 则强调白板论, 认为一切观念和认识都是由后天的经验得来; 1879 年, 德国 Wundt 建立了第一个心理学实验室, 标志着把认知问题从思辨哲学领域转移到实验室研究, 形成“构造派”的心理学派; 1912 年, 德国的学者们创立了格式塔学派, 强调经验和行为的知觉整体性, 被认为是现代认知心理学的先祖; 1913 年, 美国心理学家华生发表论文《行为主义者眼中的心理学》, 对传统心理学派形成巨大冲击; 在行为主义全盛时期, 具有代表性的理论有 Tolman 的刺激—反应—机体 (S—R—O) 模型、Freud 的精神分析、Piaget 的发生认识论; 1967 年, 美国心理学家 Neisser 正式提出“认知心理学”一词。

Longuet-Higgins 是国际上第一个提出并使用“认知科学”一词的学者, 他在理论化学和认知科学方面有着杰出的贡献, 1967 年出于对人工智能新领域的兴趣, 他在爱丁堡创立了机器智能与感知研究部, 于 1973 年将相关领域首次命名为“认知科学”; 1975 年 Bobrow 和 Collins 在合著的《表达与理解: 认知科学中的学习》中推崇使用“认知科学”, 该词开始逐渐流行; 1975 年纽约的一个私人科研资助机构“斯隆基金会”开始对认知科学的跨学科研究计划给予支持; 1977 年《认知科学》期刊创刊; 1979 年 8 月, 在美国加利福尼亚州, 十多个学科的科学家对认知科学进行了讨论, 决定成立美国认知科学学会, 并正式承认《认知科学》为学会的正式刊物。至此, 认知科学被正式确立为一门学科。1986 年, 美国加利福尼亚大学圣地亚哥分校建立了世界上第一个认知科学系。

① 国家自然科学基金委员会, 2012. 脑与认知科学 [M]. 北京: 科学出版社.

② 史忠植, 2008. 认知科学 [M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社.

心理学家认为,认知是一个人认识和了解他所生活的世界时所经历的各个过程的总称,包括感受、发现、识别、想象、判断、记忆、学习等。认知研究包括知识的表征与结构、知觉信号的检测、模式识别、记忆的结构和模型、学习和记忆的策略、思维与解决问题的方法、概念与规则、语言与认知发展、认知的自我监控等。一般认为,现代认知科学由六个相关学科支撑,即哲学、心理学、语言学、人类学、计算机科学、神经科学。这些支撑学科又分别形成认知科学的六个核心分支学科,即认知哲学、认知心理学、认知语言学、认知人类学、认知计算机科学、认知神经科学。这些核心分支学科相互交叉,又产生许多新兴的分支学科。支撑学科、核心分支学科、交叉分支学科共同构成了认知科学的学科体系。

现代认知科学的兴起标志着对以人类为中心的心智和智能活动研究进入新阶段。认知科学创立之初,就得到了国际科技界的高度关注。20世纪80年代末,认知科学研究成为“国际人类前沿科学计划”的重点内容,认知科学及其信息处理方面的研究被列为整个计划的三大部分之一(其他两部分是“物质与能量的转换”“支撑技术”)。20世纪90年代初,美国等发达国家以“脑的十年”为标志,掀起了脑科学研究的热潮。总部设在巴黎的“国际人类前沿科学计划”、美国的“战略防御计划”、欧洲的“尤里卡计划”是当时世界上的三大科学计划,脑科学研究是“国际人类前沿科学计划”的重点。21世纪初,美国国家科学基金会、美国商务部、美国国家科学技术委员会共同资助了一个雄心勃勃的计划——提高人类素质的聚合技术(NBIC),将纳米技术、生物技术、信息技术和认知科学看作21世纪四大前沿技术,并将认知科学视为最优先发展的领域;美国空军制订了支持认知科学的基础研究乃至应用的长期计划,包括“传感器计划”和“知觉和认知计划”;美国国家航空航天局、美国空军和海军始终认为认知科学研究具有巨大的应用价值,对其支持的研究经费远高于美国国家科学基金会。2013年,欧盟推出由15个欧盟国家参与、预期10年完成的“人类脑计划”,其核心研究目标就是通过超级电脑模拟研究人脑工作机制,为未来的计算系统和机器人研究提供支撑。同年,时任美国总统奥巴马宣布启动“推进创新神经技术脑研究计划”,包括通过对人脑皮层的研究来启发全新的机器智慧,从而变革传统的机器学习。目前,世界上最具影响力的认知研究机构有美国加利福尼亚大学圣地亚哥分校认知科学系、加利福尼亚大学伯克利分校认知科学研究所、麻省理工学院脑与认知科学系、布朗大学认知和语言科学系、英国医学研究理事会认知与脑科学所、法国巴斯德研究所神经科学系等。

我国对认知科学十分重视,已建立了若干与认知科学和智能信息处理密切相关的国家重点实验室和一批省部级重点实验室,认知科学研究的整体实力正在迅速提升。1988年“中国科学技术大学北京认知科学开放研究实验室”在北京率先成立;1996年该实验室与北京医院磁共振室联合成立“中国科学院—北京医

院脑认知成像中心”；2001年我国正式成为国际“人类脑计划”的会员国，国内认知科学界成功举办了第三届国际认知科学大会；2005年中科院生物物理研究所成立脑与认知科学国家重点实验室；同年，北京师范大学成立神经科学与学习国家重点实验室；2013年中国认知科学学会成立；同期，中国科技部和自然科学基金委员会通过组织大量讨论，提出了“中国脑计划”（全称是“脑科学与类脑科学研究”），并设计了“一体两翼”的发展战略，“一体”就是阐释人类认知的神经基础，“两翼”是指脑重大疾病研究和通过计算模拟推进人工智能的研究；2015年，清华大学成立类脑计算研究中心；2018年，北京脑科学中心和上海脑科学中心分别成立。

（二）空间认知

空间认知（spatial cognition）是认知科学的一个重要研究领域，是研究人脑中空间信息处理过程的科学。空间认知是认知科学的一个重要研究领域，也是心理学、地图学、地理学、计算机科学和人工智能等学科都在研究的一个重要问题。

在《中国大百科全书》（第一版）哲学卷中，“空间和时间”是物质固有的存在形式，空间是物质客体的广延性和并存的秩序，时间是物质客体的持续性和接续的秩序。在《中国大百科全书》（第二版）中，“空间和时间”是力学、物理学、天文学和哲学的概念。在力学和物理学中，空间是从测量和描述物体及其运动的位置、形状、方向等性质中抽象出来的，时间是从描述物体运动的持续性及事件发生的顺序中抽象出来的。

对于空间有多种划分方法。Lynch（1960）的空间模型包括空间区域、地区 and 空间节点；Kolars等（1975）的空间模型包括全球空间、国家/区域空间、城市/腹地、社区空间、生活空间等；Canter（1977）的空间模型分为地域空间、对象空间；Sack（1980）认为空间包括主观空间、客观空间和物质空间；Pinxt（1983）的空间模型分为宇宙空间和社会地理空间；Coucleli等（1986）认为空间具有物理空间、感觉运动空间、感知空间、认知空间、符号空间五种形式；Meuhrcke（1992）的空间模型分为全球空间和地域空间；Montello（1993）的空间模型分为自然空间、地理空间、环境空间、远景空间；剑桥大学（2001）的空间模型分为内空间（意识）、建筑空间、虚拟空间、绘图空间、国际空间、探索空间（外太空）等。

1948年，Tolman撰写的论文《鼠脑与人脑中的认知地图》首次提出了“认知地图”一词。另外两个颇具影响力的早期理论是Piaget和Inhelder在1956年出版的著作《儿童的空间概念》和Kevin Lynch在1960年出版的著作《城市意象》。其中，Piaget和Inhelder是心理学家，Lynch则是一位城市规划师和景观设计师。

空间认知能力作为一种能够使人与环境互动的认知技能的集合,是人类智能能力的重要组成。研究人的空间认知能力对于理解人类空间行为具有重要的理论意义。空间能力的因子结构自20世纪40年代中期以来一直作为一个独立的领域被研究,Carroll(1993)总结了五个主要类别,即可视化(VZ)、空间关系(SR)、闭合速度(CS)、闭合灵活性(CF)和感知速度(P)。

心象地图(mental map)是空间认知研究中的一个重要概念。心象地图概念来源于“意象”(mental image)一词,也有译为意境地图、意象地图,是认知科学中的一个重要概念。心象地图是人类意识对于物质世界的主动和积极的形象化反映,表现为象(image)、形(graph)或图式(schema),它以知觉经验为基础,与抽象概念一样能超越知觉经验^①。第一次在地理文献中提到心象地图的是Wunderlich(1965),他用这个术语描述所看到的环境;1966年,Gould对心象地图做出了重要说明,他认为了解空间行为的关键之一是了解人们对围绕人类空间的智能意象;1967年,Downs和Stea将“认知制图”与“心象地图”紧密联系,指出这是两个抽象的概念,是人的一种收集、记录、存储和处理周围空间环境信息的思维能力,并随着年龄和经验而改变。认知心理学的研究已经证实,大脑的空间推理行为是基于心象地图的,心理旋转(mental rotation)实验、心理扫描(scanning visual mental image)实验给出了解释。

1983年,Olson撰写的《空间认知:空间关系心理表征的结构与发展》着重研究了空间信息的心理表征及其之间关系。1988年,Stiles-Davis在《空间认知:大脑基础与发展》中,重点描述了空间认知的两个方面:空间认知是如何发展的,探讨人类对空间中发生事件的感知、解释、记忆和相互作用的方式;空间认知与大脑之间的关系是什么,研究大脑、思维和行为之间关系的生理学基础。1997年,Lloyd从地理空间角度认为,空间认知是指在日常生活中,人类如何逐步理解空间,进行空间分析和决策,包括对空间信息的知觉、编码、存储、记忆和解码等的一系列心理过程。1998年,Freksa认为,空间认知是一种跨学科的空间知识表征与处理方法,涉及空间知识获取、空间记忆、空间信息和行为、空间结构语言、空间关系分类中的典型效应等内容。1998年,Burgess关注支持空间行为的神经基础和机制,指出了空间认知的海马和顶叶的生理学基础。1998年,Olivier强调空间表征的表达与处理,将人工智能与认知理论相结合,进行了语言和空间认知的关联研究。2001年,Devlin在《思维与迷宫:空间认知与环境行为》一文中从多个角度进行研究,探讨了空间认知中的性别差异,以及如何识别特定行为之间的关联及其与实时相关性的关系。2003年,Newcombe指出空间能力是人类的核心能力,为了理解人类认知功能,必须从空间表征与推

① 章士嵘,1992. 认知科学导论[M]. 北京:人民出版社.

理的角度,了解大脑中表现和操控空间行为的方式。2005年,Allen提出认知映射是一种构造,包含人们能够获取、编码、存储、调用和处理有关其空间环境性质的信息过程。2007年,Aurnague从语言与认知空间实体分类的角度,为空间实体研究提供了理论和方法论。2009年,Mix认为空间思维是认知与语言的空间基础,对空间思维在语言使用和学习机制中的作用进行了研究。2010年,Lloyd在《空间认知:地理环境》中进一步明确指出,空间认知是一个地理学与心理学交叉融合的重要研究领域。2012年,Waller出版了《空间认知入门指南》一书,描述了空间认知的一些最基础的问题,如神经学、感知觉、记忆和语言,对心理学和认知学均具有一定的指导价值^①。2014年,Dolins对于空间认知进行跨学科研究,包括哲学、历史、进化、人类学、比较心理学、认知心理学和神经科学等。2016年,Denis讨论了人类在日常生活中使用心理意象的能力,从帮助规划空间行为到辅助创造性思维、从理解和记忆直接环境到在大脑中从场景或人物的口头描述生成图片等。2017年,Denis又撰写了《空间与空间认知:多学科视角》一书,从多学科视角研究视觉意象和空间认知中心理表征的过程^②。

中国的学者在空间认知研究领域做出了突出的贡献,在地图空间认知、地理空间认知研究领域形成了以高俊院士、王家耀院士、鲁学军、陈毓芬、龚建华、艾廷华、刘瑜等教授为代表的研究群体。进入21世纪以后,空间认知研究在我国步入低谷,有关的文章鲜见发表但研究工作并未停止。目前主要有中科院地理所、北京师范大学、北京大学、武汉大学、信息工程大学等单位在进行该领域的研究工作。

(三) 高俊院士的开创性工作

高俊院士是我国地图空间认知研究的开拓者,所提出的地图空间认知理论是对认知科学和测绘科学的重要贡献。他从学科交叉中寻求突破,对认知科学的深入思考使其站在一个哲学的高度,能够准确把握测绘学科的发展趋势,提出了“地图是人类空间认知工具”的著名论断,设计并构建了作战环境学理论体系。他对空间认知研究的贡献可以分为两个阶段来描述。

第一阶段,建立地图空间认知理论。改革开放初期,高俊在荷兰国际航天测量与地球科学学院(ITC)进修(1980—1981),对欧洲的理论制图学进行了深入研究,将先进的地图学理论引入国内,通过十余年的不断探索,建立了地图空间认知理论并开展实践。

(1) 强调人的认识因素在制图学中的作用。20世纪70年代,计算机地图制

① Waller D, Nadel L, 2012. Handbook of Spatial Cognition [M]. Washington: American Psychological Association.

② Denis M, 2017. Space and Spatial Cognition: A Multidisciplinary Perspective [M]. Abingdon: Taylor & Francis Ltd.

图技术的出现,引发欧洲理论制图学的新热潮,信息论、实验心理学、模型论等方法纷纷被引入地图学研究领域。高俊在1982年对欧洲理论制图学进行了系统论述,针对瑞士Imhof提出“理论制图学是一个带有强烈艺术倾向的科学”观点、法国Bertin的图形符号系统、捷克Kolacny的地图信息传输模型等理论进行批判性分析,在我国测绘领域率先引入“认知制图”和“心象地图”概念,认为制图学需要从心理学中寻找突破。

(2) 详细论述地图感受与地图设计的关系。高俊发表在1984年测绘学会组织的新技术讲学班上的《地图感受与地图设计的实验方法》^①堪称地图设计领域的经典之作,指导了以后30多年的地图设计工作。其最大价值在于完成了对国外学术思想的吸收和再突破,首次从生理和心理的角度对地图视觉感受进行论述,将视觉变量与地图感受效果有机结合,设计了基于心理物理学的地图感受系列实验方法。

(3) 明确提出认知地图学理论。1991年,高俊的研究^②奠定了国内地图空间认知研究的理论基础。地图空间认知、认知制图和心象地图是认知地图学的三大基本概念。地图空间认知是人们借助地图,认识自己赖以生存的环境,包括其中的事物和现象的位置、空间分布、相互关系,以及变化和规律;认知制图是指在人脑中将所处环境中的事物与现象的空间位置、相互关系和性质的信息进行获取、编码、存储、提取、译码等一系列变换的过程,是人的一种能力;心象地图即认知地图,具有变化性、可操作性、替代性、不稳定性、可塑性等特点。基于上述概念,提出两个观点:①地图是人类空间认知的重要工具,这个观点对于指导地图学乃至地理科学的建设和发展具有极其重要的意义;②认知制图能力指导人空间行为的进行,该能力是可以通过学习得到加强的,这个观点对于教育和训练具有重要的理论指导意义。

(4) 超前开展地图设计专家系统工作。基于认知地图学理论成果,高俊积极开展人工智能与地图学的结合——地图设计专家系统的研究,认为地图设计专家系统是人工智能在地图学领域的运用,认知科学可以在地图设计自动化中发挥重要作用,指导孙群、华一新、游雄三人分别完成数学基础自动生成专家系统、专题地图设计专家系统、地图色彩管理专家系统的研究。这部分工作直接促成了之后数字地图制图、地理信息系统、战场环境仿真三大方向的突破。高俊认为地理信息系统是典型的空間认知应用,是补充和加强人脑认知活动的工具,智能化的地理信息系统是人的空间认知能力与认知过程的仿真^③。

① 高俊,1984.地图感受与地图设计的实验方法 [C]//《地图制图学新技术》.北京:中国测绘学会.

② 高俊,1991.地图的空间认知与认知地图学 [C]//《中国地图学年鉴》.北京:中国测绘学会.

③ 高俊,1986.地图·地图制图学,理论特征与科学结构 [J].地图 (1): 8—14.

第二阶段,不断丰富完善地图空间认知理论体系。世纪之交,高俊开创性地建立了虚拟环境仿真方向,结合数字地图的深入发展,不断探索多维战场空间感知的理论,强调以知识服务为核心,设计了以空间认知理论为基础的作战环境学新体系。

(1) 建立战场环境仿真新方向。20世纪90年后,高俊基于“地图是人类空间认知的工具”这一核心理念,敏锐地开展虚拟现实(VR)新技术研究,完成了科研方向的一次华丽转身。他认为,对人的感知功能和认知能力的探索,从来没有哪一个技术领域像VR这样有如此强烈的迫切要求,VR技术将成为空间认知的新手段。地图学在VR领域找到了新的生长点,从建立空间模型的地图制图系统转入建立可交互的虚拟环境系统,是人类认知环境技术的发展和深化^①。

(2) 地图空间认知理论不断深化。高俊认为,空间认知可以从人类大脑机能和空间行为的两个角度进行描述,将其界定为一种能力和过程;人类的空间认知能力所支持的功能包括空间关系、态势分析、质与量的视觉分析、空间寻的、空间记忆、立体感、视觉兴奋等;信息技术的发展带来空间认知工具的泛化,传统地图、三维地图、动态地图、虚拟环境、合成视觉等都成为地图空间认知的有效工具,在支持空间认知功能实现上具有不同的特点和局限性;GIS的空间认知价值在于,提供逻辑思维(建模、分析、计算等)和形象思维(可视化、地图、图表等)两大引擎,为启发使用者的创造性思维提供便利条件^②。

(3) 提出战场空间感知理论。面对世界新军事变革浪潮,涵盖陆、海、空、天电网的战场环境已经形成,一系列新的作战理论令人眼花缭乱。高俊坚持认为,人始终是整个战场的核心,战场感知是指挥员的任务,空间认知是指挥员的能力;中国古代的“知己知彼,百战不殆;知天知地,胜乃不穷”,就是现代语言中的“信息化时代的战场感知”,是一个全方位的“作战空间态势感知”;指挥员的空间认知能力和由此派生的分析判断能力,是战场感知的主导因素;从地图空间认知转向战场空间认知,新型理论体系正在加速形成。

(4) 设计作战环境学理论体系。进入21世纪,正是因为站在地图空间认知的理论高地上,高俊深入思考“人—装备—环境”三元世界的复杂关系,提出了作战环境学科的设计思想,这是其科研方向的第二次华丽转身。作战环境学的总目标是提高指挥员的战场空间认知能力,必须以空间认知理论为基础研究指挥员的战场感知增强技术;知识服务是作战环境学建设的核心理念,面对大量涌现的知识化指挥系统、智能化装备,要大力强化知识服务的理论和技术体系研究,搭

① 高俊,游雄,1996.虚拟现实及其在军事测绘与作战模拟中的应用[J].测绘科学技术学报(2),1-7.

② 高俊,2000.地理空间数据的可视化[J].测绘工程,9(3):1-7.

建战场环境信息提供者与用户之间的信息通道。

三、地理空间认知发展过程

过去 30 多年来, 认知科学、地理学和地图学的研究聚焦于地理(地图)空间认知基础理论, 创造了一个较完整的研究领域, 推动了地理信息科学、地图学、地理信息系统及相关学科的发展。本节重点介绍国内外地理(地图)空间认知的理论成果。

(一) 地图空间认知

几千年来虽然人们一直在不断地绘制地图、使用地图, 但是并没有意识到在制作、使用地图的过程中大脑是如何进行思维的, 即人是如何利用地图去认识世界、发现问题、解决问题的。地图为何具有如此长久顽强的生命力? 人的认知在空间信息传输过程中起什么作用? 20 世纪 70 年代, 西方认知科学的研究者把地图作为认知过程的研究工具, 地图学意义下的空间认知过程引起地图学家和地理学家的注意, 开始了地图空间认知的相关研究。苏联地图学家别尔良特提出了地图阅读三个阶段的模型, 即初读阶段、地图具象阶段(清晰化和具体化)、结束阶段(记忆及解释问题)。20 世纪 80 年代, 高俊率先在国内开展地图空间认知研究, 提出了地图空间认知理论。2000 年王家耀在《理论地图学》中, 对于地图空间认知理论的内涵、过程、意义给出了清晰的描述, 是对我国地图空间认知理论研究的系统总结和升华。

1. 地图学基础理论

明确地图学的科学属性、总结现代地图学理论体系是以高俊、廖克、王家耀等一批国内老地图学家的不懈追求。1991 年高俊率先提出认知地图学相关概念。2000 年王家耀探讨了基于地图的地理空间认知过程, 认为地图空间认知过程包括感知过程、表象过程、记忆过程和思维过程^①。2001 年王家耀等在论述地图学的现代科学结构框架时, 把地图学分为理论地图学、地图制图学和地图应用学三个部分, 理论地图学中基础理论的核心是地图空间认知理论和地理信息传输理论。

2008 年王家耀提出信息化地图学, 并指出以空间认知为核心构建信息化地图学理论体系。信息化地图学理论体系包括空间认知理论、视觉感受理论、模型理论、空间数据不确定性理论、空间数据挖掘与知识发现理论、地理本体理论。其中, 空间认知既是认识论又是方法论, 统领整个信息化地图学理论体系; 视觉感受是空间认知的重要方式; 模型本质上属于空间认知的方法论范畴; 空间数据

① 王家耀, 2008. 关于信息化地图学的特征和理论与技术体系的构想 [C] //《信息化测绘论文集》. 北京: 测绘出版社.

不确定性是人类认知的现实世界与客观地理世界的接近程度;空间数据挖掘与知识发现是空间认知理论的深化;地理本体是空间认知认识论和方法论的体现。

2010年王家耀总结后认为,多模式时空综合认知贯穿地理信息传输的全过程,其将成为地图制图学与地理信息工程学科的基础理论^①。地图、地理信息系统和虚拟地理环境成为多模式的认知手段,认知已从地图认知发展到基于思维科学的多模式时空综合认知。以空间认知为基础和以空间信息传递过程为系统充分体现了信息化时代地图制图学与地理信息工程以服务为核心的思想。

2. 地图设计与制图综合

地图设计是国内地图空间认知研究的起点。20世纪70年代,地图工作者首先在地图视觉感受、地图符号设计应用上开展空间认知理论研究。人们认为,大脑的空间认知机制还存在很多“黑箱”,一个地图设计者虽然可以设计出优美的地图,但对这一过程中所运用的知识和思维过程却还不完全清楚。所以,地图设计中人的视觉和视觉感受的问题,与认知科学、认知心理学的理论有密切的联系,需要探讨地图的“图形语言”如何促成大脑的形象思维能力、增强空间认知能力、图形记忆和理解能力等。

地图工作者从心象地图的概念得到了启发。1982年高俊撰文写到,由于研究人的认识因素在制图学中会产生作用,所以产生了一个跨界于制图学与心理学之间的课题,称为“认知制图”或“心象地图”。1991年高俊指出,心象地图作为空间认知的结果,是驻留在记忆中的关于实体世界与空间特征的印象式表达。心象地图指的是人通过多种手段获取空间信息后,在头脑中形成的关于认知环境的“抽象替代物”。心象地图形成的过程,就是环境信息加工的过程,也就是认知制图。1995年陈毓芬在分析心象地图与认知制图基本概念的基础上,探讨心象地图的特性、心象地图在地图设计中所具有的重要作用、心象地图建立的方法等问题。1999年王家耀指出,在制图综合过程中的视觉思维是通过图形被视觉所感知来进行的^②。格式塔心理学指出,任何“形”都是知觉进行积极组织 and 构建的结果。制图综合中运用的视觉思维包括视觉选择性思维、视觉注视性思维、视觉结构联想性思维。这些视觉思维过程就是地图空间认知中的认知制图过程。

基于心象地图理论,2001年,陈毓芬进行了相关的电子地图视觉认知实验,目的是指导电子地图的设计^③。2008年,艾廷华通过对心象地图特点的分析,指出路网构架图、面域拓扑图、赛伯网络图是适宜空间认知结果表达的地图新

① 王家耀,1999.关于数字地图制图综合中的人机协同问题[J].测绘科学技术学报(2):45-49.

② 易小玲,黄婷,向汝佳,2015.地图制图学与地理信息工程学科发展趋势[J].城市地理(8):115-119.

③ 陈毓芬,2001.电子地图的空间认知研究[J].地理科学进展,20(s1):63-68.

形式。

陈毓芬、董卫华等团队在国内开展了多种类型的眼动实验研究。2010年,吴增红、陈毓芬系统总结了地图学认知实验方法,指出行为实验、眼动实验及脑认知成像相结合的组合实验方法可能是今后研究的方向。郑束蕾认为基于眼动实验可以为地图认知过程解释提供一种定性和定量依据,指导个性化的地图设计。董卫华开展了基于视觉注意与眼动跟踪的地图认知计算模型研究。

3. 地理信息系统

地图空间认知理论对于地理信息系统研究具有重要的理论价值。1997王家耀对人的空间认知系统和地理信息系统进行分析比较,认为两者的工作原理是相同的,都是信息加工系统,即输入信息、编码、存储记忆、做出决策、输出结果。地理信息系统能够模拟地理环境信息流在人脑中的处理过程,智能地理信息系统实际上是人的空间认知能力与认知过程的仿真。从面向对象的方法论角度,王家耀进一步认为空间认知理论是地理信息系统方法论的理论依据。2000年王家耀指出,空间认知理论为空间数据挖掘奠定了理论基础和方法论基础^①。

鲁学军2005年分析地理信息系统中空间分析能力薄弱的原因时指出,传统地理信息系统的“点”“线”“面”模型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。因此,把地理信息系统模型与认知机理有机结合,有助于提高地理信息系统的人性化设计水平,将大大提高地理信息的空间模拟与分析能力。

4. 虚拟地理环境

地理学家和地图学家是从不同的视角研究虚拟地理环境。地图学家首先从可视化的角度研究地形环境仿真。1995年徐青在国内率先进行了地形三维可视化技术的研究^②;1996年高俊、游雄提出了虚拟战场环境仿真概念;1996年廖朵朵在SGI工作站上完成了地形建模与实时显示;1999年王全科进行了基于认知的多维动态地图可视化研究;1999年高俊、夏运均、游雄等出版的《虚拟现实在地形环境仿真中的应用》是国内本领域的第一本著作。地理学家从地理表达和地理实验的角度研究虚拟地理环境。2001年龚建华、林琿在《虚拟地理环境》一书中正式提出虚拟地理环境的概念,得到了地图学家和地理学家的共同认可,一致认为虚拟地理环境是从地图和地理信息系统演变而来的新一代地理学语言^③。

2000年高俊认为,可视化的作用是在人机交互的情况下发挥人脑的形象思

① 王家耀,陈毓芬,2000.理论地图学[M].北京:解放军出版社。

② 徐青,1995.地形三维可视化技术的研究与实践[D].郑州:中国人民解放军测绘学院,解放军信息工程大学,解放军测绘学院。

③ 龚建华,林琿,2001.虚拟地理环境——在线虚拟现实的地理学透视[M].北京:高等教育出版社。

维功能,而虚拟地理环境带来了人类思维方式和工作方式的深刻变化。2002年,高俊将虚拟地理环境(地理虚拟空间)看作“空间认知的新窗口”,认为它是作为空间认知工具的地图在数字化时代自然、合理的延伸与扩展,是数字地图支持下的一种新的空间认知工具。基于虚拟地理环境,读者如何完成对地理信息的认知、编码、存储、记忆和解码等一系列心理过程?该过程与以往的地图空间认知有什么区别和联系?这些都是虚拟地理环境基本理论的研究内容。

虚拟地理环境是一种使用户可以身临其境的新型地图,而且可以把超越现实的规划、方案提前“实现”,即虚拟出来,让用户去体验、去评价、去理解。因此,地图空间认知理论是虚拟地理环境研究的基础理论,指导虚拟地理环境的数学基础、设计原则、符号体系、开发平台、服务方式。陈毓芬2000年认为地图学和地理信息系统的语言理论——符号学在虚拟地理环境中已被弱化。2005年高俊、万刚认为虚拟地理环境需要新的认知理论,需要从多感觉通道、人机交互技术、感觉不协调性、性能与评价等多方面进行了探讨。2008年万刚进行了基于纸质地图、电子地图、遥感影像和虚拟地理环境阅读比较的认知实验^①。

相似性、适人化也成为评价虚拟地理环境认知效果的重要标准。2002年,游雄认为系统仿真的相似性理论可用于描述虚拟地理环境与现实环境的一致性问题^②。2006年万刚认为,虚拟地理环境中的三维图像给用户以身临其境般的强烈视觉冲击,往往被人们当作一种新技术的标志和时尚,从而片面地去追求一切图像的三维化。因此,需要澄清这种认识,构建适人化的虚拟地理环境,并给予科学、客观的界定。2007年林琿认为,虚拟地理环境意在构建能够反映现实世界的虚拟环境,能否取得人们的信任取决于它能否“真实”地反映现实。学者一致认为,虚拟地理环境可以尽力使其与现实环境相似,但不应追求与现实在表象上的完全一致。如何才能做到虚拟地理环境与现实环境之间的几何相似、时间相似、性能相似、特征相似?什么程度才算相似?这些都是虚拟地理环境相似性理论研究的范畴,即适人化的问题和相似度的问题。

5. 地图学史与古地图

地图学史方向研究空间认知理论,是将地图看作一种人类空间认知表达的方式并进行社会学研究,从地图的图形表现形式分析人类不同时期对所处空间的认知模式,揭示地图所表示的社会形态、社会力量、政治权力、思维形态等。

许多学者认为,地图是人脑对外界最直接、最接近原形的图形化描绘,应把地图作为人对空间理解的一种工具进行研究。1963年,高俊认为地图在图画、

① 万刚,高俊,刘颖真,2008.基于阅读实验方法的认知地图形成研究[J].遥感学报,12(2):149-156.

② 游雄,2002.基于虚拟现实技术的战场环境仿真[J].测绘学报,31(1):7-11.

文字相混淆的阶段就萌芽了,通过研究史前地图的表现方式,可以分析早期人类对空间的认知模式。1982年,高俊指出心象地图在人类地图设计制作过程中曾起着重要的作用,大量的古代地图(如《马王堆·地形图》《马王堆·驻军图》《华夷图》《皇舆全图》《T-O地图》等)中都包含着明显的心象地图的痕迹。1997年李孝聪在《古代中国地图的启示》中认为,中国地图采用不同的方位表现为中国制图工匠从使用目的出发的方位观,中国地图制作技术的不断进步表明中国古人对空间认知水平的不断提高。2002年葛兆光认为,地图背后往往有观念的影响,即使是看起来相当准确的地图,也并不都是实测的结果,总有观念和想象的内容。不同的文化背景、信仰背景、政治意图反映为地图的范围、位置的安排、比例的大小及色彩的异同,其背后的实质就是不同的空间认知思想。2009年安敏总结后认为,基于空间认知的古地图制作理论研究包括四方面,即古代地图制作理论萌芽期确定、古代地图制作理论的研究、古代地图图例符号的发展、古代地图上方向和维度的确定。2012年王家耀总结后认为,地图有着几乎与世界文明同样悠久的历史,浓缩着人类对世界的认知、想象和信念。不同国家、不同时代的地图反映着这一时期先人空间认知能力的差异。总之,对古地图的深入研究使更多的人看到地图是民族文化的一个典型象征,反映了不同民族空间思维观的不同^①。

(二) 地理空间认知

地理空间认知是认知科学与地理科学的交叉学科,已经成为地理信息科学的核心内容之一。地理空间认知是指在日常生活中,人类如何逐步理解地理空间进行地理分析和决策,包括地理信息的知觉、编码、存储、记忆和解码等一系列心理过程。地理空间认知的发展大体上可以分为两个阶段。第一阶段是20世纪80年代之前,地理空间认知的研究主要包括:地理空间作为一个有关人的“心理空间”或“经验空间”是怎样变化的?人们是怎样获取地理信息的?个体的年龄、文化、性别或特殊的背景等因素是如何影响人们对于地理信息认知的?第二阶段是20世纪80年代中后期,随着地理信息科学的发展,地理信息科学中的认知问题研究逐渐成为热点。

1989年,美国国家地理信息与分析中心(NCGIA)提出地理信息科学应该具有认知基础的想法,其中包含一个将认知和计算联系起来的组成部分,并提出了一项名为“空间关系语言”的研究倡议。1992年, Frank组织了一次关于“地理信息系统——从空间到地域:时空推理的理论和方法”的国际会议,后来被称为COSIT Zero;1993年,首次国际空间信息理论会议(International Conference on Spatial Information Theory, COSIT)在意大利召开,会议主题包括基

① 王家耀,安敏,2012.地图演化论及其启示[J].测绘科学技术学报,29(3):157-161.