

文章编号: 1007-6301 (2001) 增刊-0063-06

电子地图的空间认知研究

陈毓芬

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 电子地图的空间认知研究是地图空间认知理论的重要研究内容。本文首先介绍了电子地图的概念与特点, 分析了电子地图空间认知研究的必要性。在此基础上, 探讨了电子地图空间认知研究的特点及主要内容。认为电子地图的空间认知研究具有内容更广泛、形式更复杂、实验难度更大等特点, 电子地图空间认知的核心内容是从不同的电子地图上建立心象地图的过程及不同空间认知能力的用户在使用电子地图时的思维过程、认知策略的研究。

关键词: 电子地图; 空间认知; 认知实验

中图分类号: P283.1; X144 **文献标识码:** A

1 电子地图的概念与特点

1.1 电子地图的概念

目前, 地图学界对电子地图的概念有几种不同的理解: 一是将电子地图与数字地图视为同义词或混为一谈; 二是把基于计算机技术的屏幕地图称为电子地图; 三是把电子地图理解为以地图数据库为基础, 在屏幕上显示的地图; 四是把电子介质上显示的地图称为电子地图; 五是把计算机屏幕上显示的地图称为电子地图。

上面几种观点的分歧主要有两点: ① 电子地图与数字地图的关系; ② 显示介质。要确定电子地图与数字地图的关系, 首先需要弄清楚什么是数字地图。数字地图是以数字形式储存在磁带、磁盘、光盘等介质上的地图, 具有地图数据可视化的特点。作者认为, 虽然电子地图与数字地图密切相关, 但两者的概念是不可混为一谈的。明确地说, 数字地图是电子地图的基础, 是存储方式。电子地图是地图数据的可视化产品, 是数字地图的可视化, 是表示方式。至于电子地图的显示介质并不局限于计算机屏幕, 也可通过大屏幕投影, 显示在其他介质上。因此, 电子地图是以数字地图为基础, 并以多种媒介显示的地图数据的可视化产品。

1.2 电子地图的特点

(1) 动态性。纸质印刷地图只能以静止的形式反映地理空间中某一时刻或某些时刻的事物状态, 不能自然地显示事物变化的过程, 因此是一种静态地图。静态地图通常只是客

收稿日期: 2001-09; 修订日期: 2001-10

作者简介: 陈毓芬 (1963-), 女, 博士, 副教授, 现为中国科学院地理科学与资源研究所博士后。主要从事理论地图学、电子地图的设计与制作的研究工作, 出版专著、编著多部, 在多种刊物上发表学术论文数十篇。

观世界运动过程中的一个快照,而客观世界无时无刻不在变化,如何用静态的方式表示动态的现象是传统制图条件下地图学者面临的一个难题。

电子地图具有实时、动态表现空间信息的能力。电子地图的动态性表现在两个方面:一是用具有时间维的动画地图来反映事物随时间变化的真实动态过程,并可通过对动态过程的分析来反映事物发展变化的趋势,如城市区域范围的动态沿革变化,河流湖泊水涯线的不断推移等;二是利用闪烁、渐变、动画等虚拟动态显示技术来表示没有时间维的静态现象以吸引用户的注意力,如通过色彩浓度动态渐变产生的云雾状感受描述地物定位的不确定性,通过符号的跳动闪烁突出反映感兴趣地物的空间定位等。

(2) 交互性。纸质地图的信息传输基本上是单向的,即由地图制图者通过地图向地图用户传输空间信息。尽管地图传输论认为,地图信息的传输过程存在反馈,然而,这种反馈更多的是理论层面上的反馈,是极为有限的。因为纸质地图一旦制作出来,其内容就固定了,用户与地图的交互受地图上所表示的信息内容的限制,不可能有超越地图内容的交互,即地图用户不可能对地图内容做任何实质性的更改,所以用户更多的是被动地接受信息。

电子地图具有交互性,可实现查询、分析等功能,以辅助阅读、辅助决策等。在电子地图中,才能真正实现人机交互。由于电子地图的数据存贮与数据显示相分离,地图的存贮是基于一定的数据结构以数字化形式存在的,因此,当数字化数据进行可视化显示时,地图用户可以对显示内容及显示方式,如色彩和符号的选择等进行干预,将制图过程与读图过程在交互中融为一体。不同的用户由于使用电子地图的目的不同及自己对地图内容的理解不同,在同样的电子地图系统中会得到非常不同的结果。也就是说,电子地图的使用更加个性化,更加满足用户个体对空间认知的需求,同时也增加了读图的趣味性。除了用户可以对地图显示进行交互探究外,电子地图提供的数据查询、图面量算等工具也为用户获取地图信息建立了非常灵活的交互式探究手段。

(3) 超媒体集成性。超媒体是超文本的延伸,即将超文本的原则扩充至图形、声音、视频,从而提供了一种浏览不同形式信息的超媒体机制。在超媒体中,由于结点之间采用了键连接,信息的组织采用了非线性结构,可以通过键方便地对分散在不同信息块间的信息进行存贮、检索、浏览,其思维更符合人的思维习惯。电子地图以地图为主体结构,将图像、文字、声音等附加媒体信息作为主体的补充融入电子地图中,通过图、文、声互补,地图图形信息的先天缺陷可得到数据库的弥补,通过人机交互的查询手段,可以获得精确的文字和数字信息。因此,电子地图在提供不同类型信息、满足不同层次需要方面具有传统纸质地图所无法比拟的优点。

多媒体电子地图是集文本、图形、图表、图像、声音、动画和视频于一体的新型地图,是电子地图的进一步发展。它增加了地图表达空间信息的媒体形式,从而以视觉、听觉等感知形式,直观、形象、生动地表达空间信息。人类除了利用视觉来接受空间信息外,听觉也是一个非常重要的感觉道,而这个感觉道的利用在纸质地图条件下无法实现。多媒体电子地图使用户可以充分利用人类的多种感觉通道来获取空间信息,比纸质地图仅仅利用视觉通道来获取信息具有更多的优点,视觉与听觉的配合能给用户一个全新的感受。听觉作为视觉的补充,不仅多了一个信息获取渠道,而且使读图过程更加有趣,不至于太单调。从心理学角度出发,多感觉道的利用有利于信息的获取。

2 电子地图空间认知研究的必要性

电子地图是电子化的地图空间认知工具，它不仅具有信息载体和信息传输功能，还具有将地图使用者的认知结果表现出来的功能。电子地图的使用环境完全不同于纸质地图，电子地图的使用不再是一个被动的信息输入过程，而是一个主动的信息加工过程。地图制图人员为电子地图用户提供的一般不是一个成品地图，而是一个地图可视化环境，地图用户在这样的地图可视化环境中进行地图空间认知。为了向用户提供一个尽可能符合人类空间认知需求的地图可视化环境，地图制图人员需要研究电子地图作为地图空间认知工具的特点以及不同空间认知能力的地图用户在制作和使用电子地图时的思维过程，在设计制作电子地图时加以考虑。因此，电子地图的空间认知研究是地图空间认知理论研究的重要内容。

作为空间认知工具的电子化产品，电子地图具有许多不同于纸质地图的特点。为了有效地设计与使用电子地图，以充分发挥电子地图作为空间认知工具的效能，必须对电子地图进行空间认知研究。首先，以往的地图认知研究是针对纸质地图进行的，因而忽略了人类的听觉、触觉等感觉通道对人类获取、储存和表示空间信息的作用，电子地图的空间认知研究可以弥补这一不足；其次，动态认知是人类空间认知的重要特点，由于纸质地图是一种静态地图，因而纸质地图的认知研究重点在于静态视觉信息的处理，没有也不可能对动态视觉信息的处理进行研究，而动态视觉信息的处理是电子地图空间认知研究的重要内容；再次，纸质地图的使用一般是面向广大用户的，而电子地图的使用更多的是个性化的使用，个体用户由于文化背景、社会经历、知识结构、专业要求等等差异极大，要满足他们的要求，需要了解他们之间的差异，特别是他们在空间认知能力上的差异。由此可知，为了充分有效地发挥电子地图的空间认知功能，有必要进行电子地图的空间认知研究。

3 电子地图空间认知研究的特点

计算机制图技术的发展在许多方面已经改变了地图学，从数据的获取和存贮到地图学产品的生产方式，然而，地图使用的方式并没有很大改变，直到电子地图的出现才导致地图使用方式的重大改变。由于电子地图利用动态图形学将地图的功能从传输工具扩展为一种分析工具，因而，电子地图的使用方式将从面向地图传输的方式向面向地图可视化的方式转变。使用方式的不同，将赋予电子地图——地图空间认知工具的电子化产品一些不同于传统纸质地图空间认知工具的特点，由此也导致了与纸质地图空间认知研究相比，电子地图空间认知研究不同的特点。归纳起来，有以下几点：

(1) 内容更广泛。由于纸质地图是一种视觉认知的工具，其空间认知研究基本上属于视觉认知的范畴；而电子地图，特别是多媒体电子地图与虚拟地形环境充分利用了人类的各种感觉道来传输空间信息，因而电子地图空间认知研究的内容不仅有视觉认知，还有听觉认知与触觉认知，将来可能还会有嗅觉认知（虚拟现实具有嗅觉的潜力）。

(2) 形式更复杂。纸质地图是静态的二维平面地图，其空间认知形式较为简单，是一种静态认知形式；而电子地图的空间认知研究除了二维地图，还要研究二维半和三维、四维地图，除了静态图形的认知外，还有动态图像的认知。对静态视觉认知已有较多研究成

果,而对于人类如何处理动态视觉信息,在心理学界也是一个正在探索的领域。

(3) 实验难度更大。电子地图的空间认知研究探讨的是在数字制图条件下人与地图的关系,因此,要与新技术联系起来研究。探讨地图空间认知理论在 GIS、制图专家系统、虚拟现实、可视化技术等地图学新技术中的应用。实验手段计算机化,实验方案的设计更复杂,编制测试软件是关键。对虚拟地形环境及网络地图进行空间认知实验,还受到实验条件的制约,因而难度更大。当然电子地图的空间认知实验更有实际意义,体现了地图学理论与技术的完美结合。

4 电子地图空间认知研究的主要内容

电子地图空间认知研究的内容很多,从电子地图与纸质地图的空间认知比较到虚拟地形环境与真实地形环境的空间认知比较,从静态电子地图的空间认知到动态电子地图的空间认知,从二维电子地图到三维可进入的虚拟地形环境的空间认知,都是电子地图空间认知研究的内容。而从不同的电子地图上建立心象地图的过程及不同空间认知能力的用户在使用电子地图时的思维过程、认知策略的研究是其核心内容。具体说来,电子地图空间认知研究有以下一些主要内容:

(1) 电子地图与纸质地图作为空间认知工具的不同特点

电子地图具有许多不同于纸质地图的特点,那么,电子地图作为空间认知工具有什么特点?在哪些方面优于纸质地图?如何设计电子地图才能充分利用这些优点?通过电子地图空间认知研究,总结出电子地图作为空间认知工具的优点,在设计制作电子地图时加以利用。

(2) 虚拟地形环境与真实地形环境的空间认知比较

虚拟地形环境是一种三维的可进入地图。既然是一种地图,那么虚拟地形环境也就是真实世界的模型,而不是真实环境本身。虚拟地形环境再逼真,也与真实环境不同。通过实验,比较从虚拟地形环境中产生心象地图的过程与从真实环境中产生心象地图的过程,以及在虚拟地形环境与真实地形环境中完成同样空间任务时的不同思维过程及认知策略,将有助于更好地设计虚拟地形环境。

(3) 虚拟地形环境与一般电子地图的空间认知比较

虚拟地形环境作为地图空间认知工具,与一般的纸质地图、电子地图相比,最大的差异在于其逼真性与可沉浸特性,由此产生了地图定向的不同,并且利用虚拟地形环境进行空间认知不需要象电子地图一样具备地图学知识,用户可以自然方式与虚拟地形环境中的物体进行交互。那么,虚拟地形环境与一般的电子地图相比在空间认知中哪个更有效?习惯于地图使用的地图用户对虚拟地形环境的使用有何感受?怎样来设计虚拟地形环境使之能充分发挥其作为空间认知工具的作用?通过电子地图的空间认知研究有望对上述问题作出回答。

(4) 有关多媒体电子地图的空间认知研究

多媒体电子地图是建立在计算机软、硬件技术基础之上,借助于计算机综合处理多种媒体信息的功能,将文字、图形、图像、色彩、声音、动画及动态技术相结合,使多种信息逻辑地连接并集成一个有机的具有人性化操作界面的空间信息传输系统。多媒体电子地

图比一般电子地图增加了声音认知、动态认知等认知方式，这些认知方式的增加，对地图作为空间认知工具有什么作用？声音认知与动态认知的特点是什么？这些都是地图空间认知研究中所要解决的问题。

(5) 动态电子地图与静态电子地图的空间认知比较

静态电子地图与纸质地图一样，用户不能更改地图的内容及表示方法，用户在获取空间信息时相对较被动，受地图制作者的空间认知能力的限制，获取的信息有限。而动态电子地图，特别是交互式电子地图，用户可以按自己的需要更改地图的内容及选择自己喜爱的色彩、符号。在与地图的交互过程中，用户把自己对制图区域的认识所形成的心象地图，转换为地图上的内容，用户是主动地获取空间信息的。交互式电子地图是未来电子地图发展的方向，但与交互式电子地图相关的空间认知问题，如人机界面的设计，用户在与地图交互过程中的思维策略等问题，需要地图学者给予充分重视，才能设计出满足用户空间认知需求的电子地图制作软件。

(6) GIS 的空间认知研究

GIS 是人们进行空间认知的有效手段，智能化的 GIS 是人的空间认知能力与过程的仿真。在 GIS 中，用户不再是被动的地图信息的接受者，而是信息的主动获取者。在 GIS 用户和由 GIS 表示的地图之间是一个动态的认知过程，那么，GIS 用户在阅读、理解和制作地图中有什么困难？专家和新手怎样概念化和推理地理空间？自然语言怎样表达空间信息？用户界面应当怎样设计才能提高空间数据模式的有效且精确的解译以及 GIS 的操作？对这些问题的研究将有助于设计更加满足人类空间认知需求的地理信息系统。

(7) 赛博地图作为赛博空间认知工具的研究

赛博地图是绘制赛博空间的特殊地图，可以简单地定义为“对赛博空间的诸多方面，如赛博空间的物理位置、通信量状况等等进行可视化的地图”。赛博地图具有导航、赛博空间分析和提供见解等 3 个基本功能。由于赛博地图主要是面向计算机环境的，所以也可视为一种电子地图，赛博地图为我们提供了认知赛博空间的空间认知工具。赛博地图与一般的电子地图不同，对赛博地图所涉及到的空间认知问题进行研究是绘制有效的赛博地图所必需的。

(8) 网络地图的空间认知研究

网络地图 (Webmap)，即在万维网上浏览、制作和使用的地图。基于万维网的网络地图其最大的特点是分布广、更新快。为适应这种特点，网络地图必须对用户具有吸引力，易于浏览、查询、分析和计算，用户能自行决定地图内容与表示方式，并且能够快速下载。网络地图作为一种地图新概念，有许多新的问题需要解决。首先，网络地图的使用是一种全新的方式，网络地图的用户在使用网络地图时有什么困难？什么样的网络地图最受用户欢迎？网络地图上应当表示什么内容？作为其他信息用户界面的网络地图应如何设计？如何充分利用人类的各种感觉道来设计多媒体网络地图？等等，这些问题都是迫切需要解决的。因此，必须从地图学和认知科学的角度，对各种潜在的、不同层次的地图用户进行研究，提出适合各种用户需求的网络地图设计原则与方法。

电子地图空间认知研究的内容和范围都很广，在此不可能一一列出，以上所列举的研究内容只是电子地图空间认知研究内容的一部分。更多的研究内容需要进一步的研究才能确定。

5 结语

计算机技术的应用使电子地图越来越普及,电子地图缩短了地图制作者与地图用户之间的距离,促使地图制作人员向应用领域渗透,因而也促进了地图应用的研究。作为电子化的地图空间认知工具,电子地图充分利用了人类的各种感觉通道,扩展了人类空间认知的渠道。除视觉认知外,电子地图还可以实现听觉认知及触觉认知。动态交互电子地图还可以实时显示空间认知的结果。了解人类阅读地图的认知过程有助于设计个性化的电子地图,充分利用电子地图区别于纸质地图的那些优点。

电子地图的空间认知研究是一个有前途的研究方向,因为电子地图是未来地图的发展方向,而空间认知研究是人工智能在地图学中的应用所必需研究的课题。人们的读图过程到目前为止还是一个黑箱。在现有条件下,我们只能利用输入与输出之间的关系来寻找其规律并加以应用。存在的问题不仅仅是这些规律本身,用什么方法得出结论同样是难点。另一个困难就是如何将理论用于实践。目前,对地图的认知研究主要是基于纸质地图的研究,对电子地图的空间认知研究还刚刚开始,真正要认识其规律和特性,需要做许多努力。

参考文献:

- [1] 艾廷华. 电子新技术条件下的地图设计[J]. 武汉测绘科技大学学报, 1997(2).
- [2] Elzakker P J M. Thinking aloud about exploratory cartography[A]. Proceedings of the 19th International Cartographic Conference, 1999.
- [3] Bidoshi K et al. Multimedia visualization for maps of the future[A]. Proceedings of the 19th International Cartographic Conference, 1999.
- [4] MacEachren A M. Visualization in modern cartography: Setting the agenda[A]. In: Visualization in Modern Cartography (ed.). MacEachren A M, Taylor D R F. Oxford: Pergamon Press, 1994.
- [5] Chen Yufen. Visual cognition experiments on electronic maps[A]. Proceedings of the 19th International Cartographic Conference, 1999.
- [6] 陈毓芬, 陈永华. 地图视觉感受理论在电子地图设计中的应用[J]. 解放军测绘学院学报, 1999(3): 218-221.
- [7] 陈毓芬. 地图空间认知理论的研究[A]. 见: 解放军信息工程大学博士学位论文[C], 2000.

Spatial Cognition Research on Electronic Maps

CHEN Yu-fen

(Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: Spatial cognition research on electronic maps is an important research content of map spatial cognition theory. This paper firstly presents the concepts and the characteristics of electronic maps, then, analyzes the necessity of spatial cognition research on electronic maps. Based on the above, the paper introduces the characteristics and the main contents of spatial cognition research on electronic maps.

Key words: Electronic maps; Spatial cognition; Cognitive experiments