

# 基于共词分析方法的中外信息可视化研究热点变迁研究

岳晓旭 袁军鹏

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

**摘要:** 对2004-2013年CNKI和EBSCO期刊全文数据库收录的信息可视化领域的论文的高频关键词进行共词分析,并按2004-2008年、2009-2013年两个时间段,从空间和时间两个维度对比其频次变化特点,进而构建关键词共现矩阵。利用SPSS进行聚类分析和使用NETDRAW软件绘制可视化图谱,直观地反映出近年来国内外信息可视化研究的热点及国内外的研究差距。结果表明,信息可视化研究选题具有多样性的特点,并由传统的技术研究正逐渐转向内容的可视化分析,我国较早开展地理信息可视化的研究,信息可视化应用到自然界仿真的研究中有待扩展、国外学者以此为借鉴,将信息可视化技术应用到了动物、人类和决策研究,而我国在这些方面的研究尚属鲜见,有待加强。

**关键词:** 信息可视化; 研究热点; 共词分析; 聚类分析; 社会网络分析

中图分类号: G350

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2015.04.010

## Analysis of Information Visualization Research Hotspot Changes Based on Co-word Clustering

Yue Xiaoxu, Yuan Junpeng

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

**Abstract:** Based on Co-word clustering method, high frequency keywords of information visualization in 2004-2013 CNKI Journal Full-text Database and EBSCO Journal Full-text Database revenue journal papers, statistical analysis was carried out in 2004-2008, 2009-2013 two time periods, from the two dimensions of space and time compared the frequency changes, and then construct keywords co-occurrence matrix. On this basis, using SPSS converted to a correlation matrix for clustering analysis, and visualization of map was drawn using the NETDRAW software, directly reflect the change and the gap between domestic and foreign research in information visualization. Research shows that, features, information visualization research has the diversity of our country by the technology of traditional is gradually turning to visual analysis based on the content research and information visualization is applied to the study of simulation of nature to be extended, the foreign research field of application to decision making research is turning to.

**Keywords:** information visualization, research hotspot, Co-word analysis, Cluster analysis, social network analysis

**作者简介:** 岳晓旭\*(1990-),女,中国科学技术信息研究所硕士研究生,研究方向:科学计量学;袁军鹏(1973-),男,中国科学技术信息研究所研究员,研究方向:科学计量学、科技政策。

**收稿日期:** 2014年11月20日。

## 1 引言

信息可视化是国内外学者们研究的热点与前沿之一<sup>[1]</sup>。信息可视化的概念最早是由 G.Robertson、S.Card 与 J.Mackinlay 在 1989 年发表的论文《用于交互性用户界面的认知协处理器》中提出来的，他们将信息可视化定义为：“使用计算机支撑的、交互性的、对抽象数据的可视化表示方法，以增强人们对抽象信息的认知<sup>[2]</sup>。20 世纪中期召开的 IEEE InfoVis 和 IEEE IV 两大国际会议推动了信息可视化的迅速发展。

共词分析法主要是对同一篇文献中词汇或名词短语同时出现的次数进行统计，并以此为基础，对这些词进行聚类，揭示这些词之间亲疏关系及它们所代表的学科和主题结构的变化一种内容分析方法<sup>[3]</sup>。共词分析法在 20 世纪 70 年代中后期提出，经过 Callon (1991)<sup>[5]</sup>、Whitaker、Courtial (1993)<sup>[6]</sup>、Turner、Noyons (1998)<sup>[7]</sup> 等学者的反复研究、修正与补充，共词分析理论已日趋完善<sup>[4]</sup>。至 20 世纪 90 年代中后期，共词分析法已被广泛应用于各学科领域结构的研究。2000 年，Irene 将共词分析法引入到社会科学领域的研究中，对现代福利国家的实践工作进行了研究<sup>[8]</sup>；2003 年，Segmann 等利用主题词聚类分析的方法研究了 Swanson 等所发现的非相关文献之间的隐含关系<sup>[9]</sup>；2004 年，Schneider 等将共词分析应用到叙词表的构建与维护中<sup>[10]</sup>。在国内，崔雷<sup>[11]</sup>、朱东华<sup>[12]</sup>、张晗<sup>[13]</sup>、闫雷<sup>[14]</sup> 等利用共词分析方法，追踪监测了学科、主题领域的研究热点。从应用领域方面可以将基于共词分析的研究成果归纳为以下 4 类：一是某一领域内的研究主题及其研究方向之间关系的揭示，研究子领域的确定及研究结构划分；二是某一研究领域内主题之间及同其他主题关系的揭示；三是某一研究领域内研究主题的发展历史脉络及演进态势；四是挖掘学科主题知识发现。

近年来，中外学者都在信息可视化领域开展了一些研究。本文则从 CNKI 全文数据库和 EBSCO 学术期刊全文数据库收录的关于信息可视

化的期刊论文，通过对 2004—2008 年和 2009—2013 年中英文文献集合进行共词分析和社会网络分析，以揭示国内外信息可视化研究热点的变迁、差异和今后的研究方向。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

#### (1) 数据库的选取

本文以 CNKI 全文数据库和 EBSCO 学术期刊全文数据库为数据源。CNKI 收录了几乎所有领域的中文期刊<sup>[15]</sup>；EBSCO 外文数据库是目前世界上最大的多学科学术期刊全文数据库和综合性商业资源全文数据库，其中 Academic Search Premier 是目前世界上最大的多学科学术期刊全文数据库，这个数据库几乎覆盖了所有的学术研究领域<sup>[16]</sup>。本研究重在对比信息可视化学术研究热点的变化情况，因此选用收录情况类似且较全的中文数据库 CNKI 和外文数据库 EBSCO。

#### (2) 检索策略

选定的时间分别为 2004—2008 年和 2009—2013 年（检索日期为 2014 年 1 月 7 日）。因本文重在研究分析信息可视化领域主题的变化情况，为保证数据质量，在 CNKI 中将检索字段定为“主题”=“信息可视化”（精确匹配），去除没有关键词的文献，最后分别获得 185 条记录和 385 条记录；在 EBSCO 中将检索字段定为“SU”=“Information Visualization”并将检索范围确定为学术理论期刊，获得 129 条记录和 162 条记录，删除重复和未提供关键词的数据后，分别确定为 73 条和 102 条记录，

### 2.2 研究方法

首先，对采集到的数据进行清洗，在此基础上进行了词频统计。然后结合共词聚类与社会网络分析方法识别中外信息可视化领域的研究热点。最后进行热点变迁的分析。

#### (1) 数据清洗

对收集的数据进行清洗，清洗规则主要包括：同义词的合并（如地理信息系统和 GIS、CiteSpace 和 CiteSpaceII 等），英文关键词单复数、大小写的合并（如 Humans 和 Human 等），去

掉特殊符号(如“-”、“’”)等。

### (2) 高频词的选取

对清洗后的数据,分别统计关键词频次。根据关键词频次分布,中文关键词的阈值设定为3,得到两组高频关键词,分别为21个和27个;英文关键词的阈值设定为4,得到两组高频关键词,分别为21个和20个。

本文采用Excel统计软件,对关键词进行预处理,统计关键词出现的频次,并对关键词集合去重后,2004—2008年中文关键词325个,选择频次大于等于3的共21个,外文关键词219个,选择词频大于等于4的21个;2009—2013年中文关键词506个,选择词频大于等于3的27个,外文关键词527个,选择词频大于等于4的20个(表1)。2004—2008年中文关键词275个(占全部的总数的84.6%)、外文关键词162个(占全部的总数的74.0%),2009—2013年中文关键词437个(占全部的总数的86.3%),外文关键词438个(占全部的总数的83.1%)仅出现一次,大量低频词

的存在可以反映出这一新兴领域中研究人员选题多样性的特点。具体如表1—表4所示。

## 3 高频关键词统计分析

### 3.1 高频关键词

在我国的信息可视化研究中,“信息可视化”“可视化”“地理信息系统”“数字图书馆”“可视化技术”“信息”“人机交互”“数据挖掘”始终作为这一领域的核心词成为学者们关注的焦点。但随着“虚拟现实”“空间信息”“科学计算可视化”“科学可视化”“数据可视化”“管理系统”等词的出现,出现了“CiteSpace”“知识图谱”“研究热点”“研究前沿”“用户界面”“竞争情报”“本体”“聚类”“知识发现”等词的出现,反映了我国信息可视化领域的研究由传统的技术研究和可视化系统转向可视化分析,并更加强调用户的体验。伴随着“CiteSpace”软件的诞生,越来越多的学者倾向于用一些可视化软件对研究内容进行分析,绘制知识图谱,揭示其研究热点和研究前

表1 2004—2008年我国信息可视化研究高频词列表

高频词	频次	高频词	频次	高频词	频次
信息可视化	63	空间信息	4	数据库	3
可视化	45	数字图书馆	4	人机交互	3
地理信息系统(GIS)	22	科学计算可视化	4	电子商务	3
信息	6	WebGIS	4	管理系统	3
信息管理	6	科学可视化	4	可视化技术	3
虚拟现实	6	地理信息可视化	3	专题地图	3
数据挖掘	5	数据可视化	3	可视化系统	3

表2 2009—2013年我国信息可视化研究高频词列表

高频词	频次	高频词	频次	高频词	频次
信息可视化	108	研究热点	6	文本挖掘	3
可视化	52	模型	5	三维可视化	3
地理信息系统(GIS)	21	研究前沿	5	竞争情报	3
CiteSpace	12	装备保障	4	本体	3
知识图谱	11	可视化结构	4	知识发现	3
数字图书馆	8	用户界面	3	聚类	3
可视化技术	8	可视化模型	3	管理信息	3
信息	7	数据挖掘	3	图表	3
人机交互	6	视觉设计	3	信息检索	3

表3 2004—2008年国外信息可视化研究高频词列表

高频词	频次	高频词	频次
Information visualization (信息可视化)	17	Information retrieval (信息检索)	6
Computer Graphics (计算机图形学)	15	Imaging (映像)	6
User-Computer Interface (人机接口)	14	Computer-Assisted (计算机辅助)	6
Information Storage and Retrieval methods (信息存储和检索方法)	13	User interfaces (用户界面)	6
Humans (人类)	10	Factual (现实)	5
Information science (情报学)	9	Model (模型)	5
Database (数据库)	8	Internet (网络)	5
Visual perception (视觉设计)	8	Digital libraries (数字图书馆)	5
Visualization (可视化)	7	Algorithms (计算程序)	4
Software (软件)	7	Information storage & retrieval systems (信息检索系统)	4
Database Management Systems (数据库管理系统)	7		

表4 2009—2013年国外信息可视化研究高频词列表

高频词	频次	高频词	频次
Visualization (可视化)	28	Models (模型)	6
Information visualization (信息可视化)	15	Animals (动物)	5
Geographic Information Systems (GIS) (地理信息系统)	12	Visual Perception (视觉设计)	5
Humans (人类)	11	Information resources management (信息资源管理)	5
Software (软件)	11	Female (雌性)	4
Information Science (情报学)	10	Information storage & retrieval systems (信息检索系统)	4
Information Retrieval (信息检索)	8	Information Storage and Retrieval methods (信息存储与检索方法)	4
Algorithms (计算程序)	8	Data analysis (数据分析)	4
User-Computer Interface (人机接口)	7	Human-computer interaction (人机交互)	4
Decision Making (决策)	7	Data mining (数据挖掘)	4

沿。

在国外学者的研究中,“信息可视化”“可视化”“人类”“软件”“情报学”“信息检索”“信息检索方法”“计算程序”“人机接口”“视觉设计”“数据挖掘”等词一直作为研究热点被国际众多学者所关注。但随着“数据库”“数据库管理系统”“计算机辅助”等词的消失,出现了“动物”“决策”“雌性”“人机交互”等新词,反映了国际上信息可视化的研究向纵深方向发展,突出了通过信息可视化进行决策的特点。

2004—2008年,我国和国外众多学者都比较关注“信息可视化”“可视化”“数字图书馆”

的研究。此时我国主要侧重于对“科学计算可视化”“空间信息”“科学可视化”“数据可视化”等信息可视化的基础研究,而国际上已经开始侧重于计算方法和可视化系统用户界面视觉设计的研究,并将信息检索与可视化联系在一起;但在地理信息可视化的研究上,我国学者早于国外学者。“地理信息系统”等核心词始终是我国学者们关注的焦点。

2009—2013年国内外的研究都开始侧重可视化软件的研究,我国比较突出的是众多学者开始利用像CiteSpace这样的可视化软件进行数据分析。“CiteSpace”和“知识图谱”等热点词反映了



我国除了传统的的信息可视化技术研究外，在跟进可视化系统、可视化分析和知识图谱等国际研究热点和研究前沿。而国际上在借鉴我国对地理信息可视化研究的基础上将该技术应用到动物领域，并且在信息检索可视化领域研究方面仍有较大优势。

### 3.2 高频关键词共现矩阵

将高频关键词两两配对，统计他们在数据集中出现的次数，两种语种基于两个时间段形成了 $21 \times 21$ 、 $27 \times 27$ 、 $21 \times 21$ 、 $20 \times 20$ 四个关键词共现矩阵，由于篇幅限制，此处舍去相关矩阵。

本文的处理方法是将共词矩阵导入到SPSS20.0中进行相关分析，生成相关矩阵。以此为基础进行层次聚类分析，选择“组间平均连锁距离（Between-group linkage）”，即个体与小单位类中每个个体的距离平均值。SPSS自动将个类间的距离映射到0~25，聚类结果可以反映出

词与词之间的密切程度（图1-图4）。

2004—2008年我国信息可视化研究的高频关键词构成的词团组包括5类：（1）信息可视化的基础理论研究：包括的热点关键词有数据可视化、科学计算可视化。（2）信息可视化系统设计及信息可视化技术研究：包括的热点关键词有可视化技术、可视化系统、专题地图、地理信息可视化、WebGIS、管理系统。（3）信息可视化在数字图书馆中应用的人机交互研究：包括的热点关键词有数字图书馆、人机交互、科学可视化。（4）信息可视化在电子商务的信息管理和数据挖掘中的应用研究：包括的热点关键词有数据挖掘、信息管理、电子商务、数据库、空间信息。（5）地理信息系统中信息可视化虚拟现实技术的研究：包括的热点关键词有虚拟现实、信息、地理信息系统。

2009—2013年我国信息可视化研究的高频

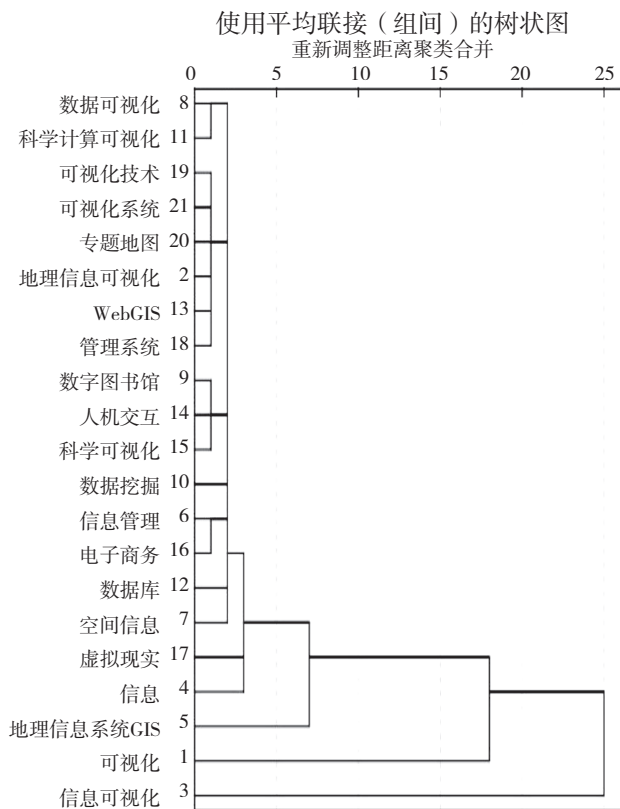


图1 2004—2008年我国信息可视化研究高频关键词层次聚类分析树状图

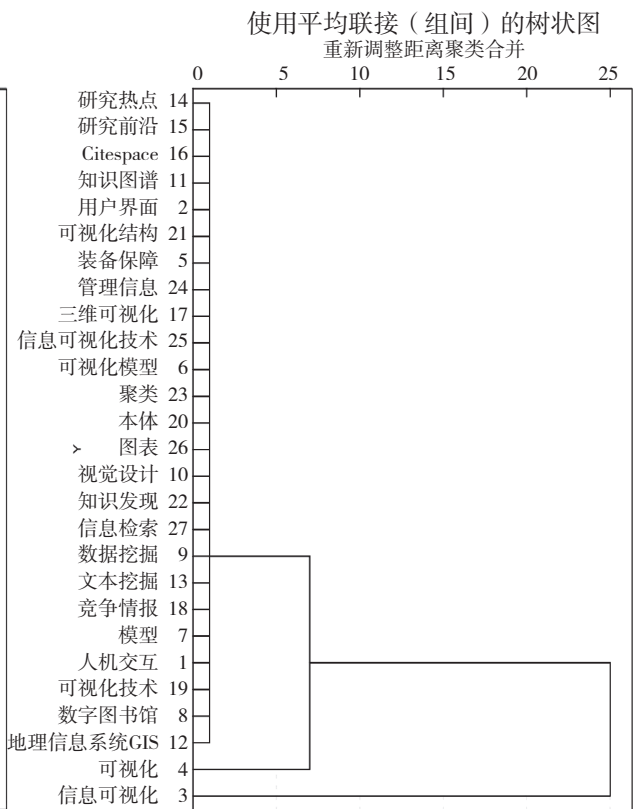


图2 2009—2013年我国信息可视化研究高频关键词层次聚类分析树状图

关键词构成的词团组包括4类：(1)基于信息可视化软件而进行可视化分析、绘制知识图谱的研究：包括的热点关键词有研究热点、研究前沿、CiteSpace、知识图谱。(2)信息可视化系统模型的设备保障和人机交互的研究：包括的热点关键词有用户界面、可视化结构、装备保障、管理信息、模型、人机交互。(3)信息可视化在信息检索结果集的组织、展示及知识发现方面的研究：数字图书馆中应用的人机交互研究：包括的热点关键词有三维可视化、信息可视化技术、可视化模型、聚类、本体、图表、视觉设计、知识发现、信息检索、数据挖掘、文本挖掘、竞争情报。(4)信息可视化仿真技术的研究：包括的热点关键词有可视化技术、数字图书馆、地理信息系统。

2004—2008年国外信息可视化研究的高频关键词构成的词团组包括4类：(1)信息可视化要素和及实现过程的研究：包括的热点关键词有计算机辅助、映像、人类。(2)信息可视化在数据库管理中的应用研究：包括的热点关键词有数据库、软件、现实、模型、数据库管理系统、计

算程序。(3)网络和数字图书馆中信息检索可视化的研究：包括的热点关键词有视觉设计、情报学、数字图书馆、信息检索系统、信息检索、网络。(4)信息检索结果可视化的研究：包括的热点关键词有人机接口、信息检索方法、计算机图形学。

2009—2013年国外信息可视化研究的高频关键词构成的词团组包括4类：(1)信息检索系统信息资源的管理研究：包括的热点关键词有信息检索系统、信息资源管理、信息检索、情报学。(2)信息可视化系统提供的一些具体功能的研究：包括的热点关键词有雌性、动物、视觉设计、数据挖掘、人机交互、数据分析、决策。(3)信息可视化模型的人机交互研究：包括的热点关键词模型、计算程序、人机接口、信息检索方法、软件。(4)地理信息可视化研究：包括的热点关键词有人类、地理信息系统、可视化、信息可视化。

2004—2008年我国与国际信息可视化研究领域的主要差别：一是信息可视化的基础理论研究方面，国内外都比较关注信息可视化的基础理论

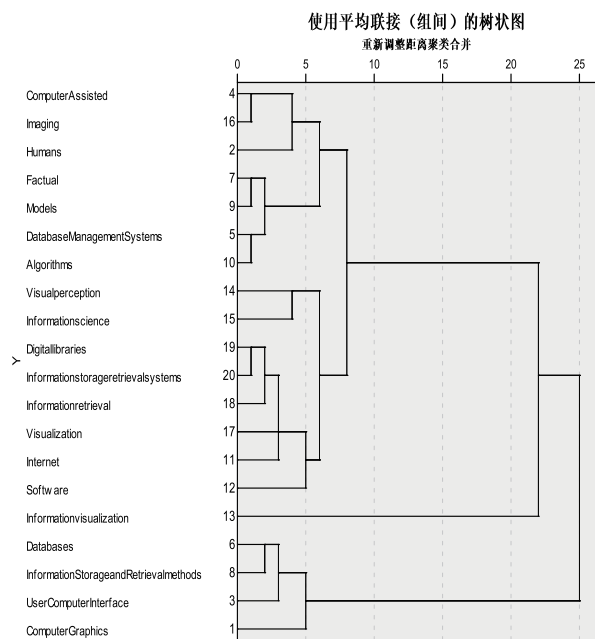


图3 2004—2008年国外信息可视化研究高频关键词层次聚类分析树状图

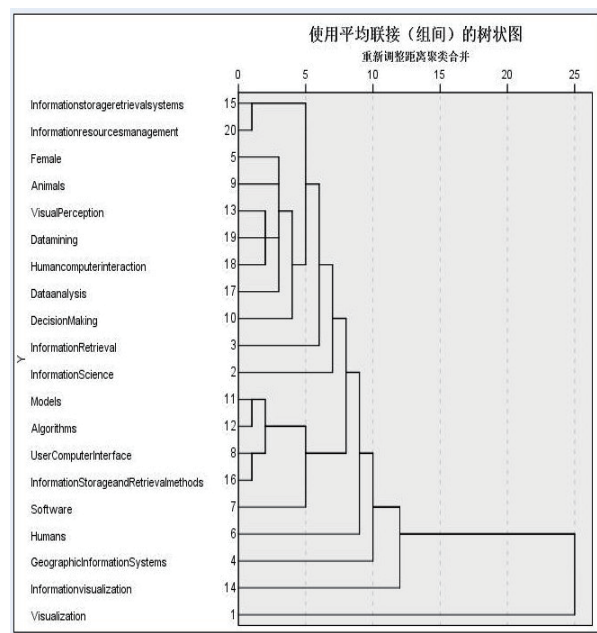


图4 2009—2013国外信息可视化研究高频关键词层次聚类分析树状图

及其实现过程的研究，而国外的热点关键词主要偏向信息可视化要素、计算机辅助、映像、人类等；二是信息可视化系统设计方面，国内偏向可视化技术、可视化系统、专题地图、地理信息可视化、WebGIS、管理系统，而国外的热点关键词则主要集中于数据库、软件、现实、模型、数据库管理系统、计算程序等；三是信息可视化的应用方面，国内外都比较关注信息可视化在网络和数字图书馆中的应用，国内偏向人机交互、数据挖掘、信息管理等，国外则注重视觉设计、人机接口、信息检索方法等。

2009—2013年我国与国际信息可视化研究领域的差别主要体现在：一是信息可视化系统模型方面，国内注重可视化结构、装备保障、人机交

互等，国外则偏重模型、计算程序、人机接口、信息检索方法、软件；二是地理信息可视化研究方面国内外都比较关注地理信息系统的可视化；三是信息检索系统方面，国外的热点关键词主要包含信息检索系统、信息资源管理、信息检索、情报学，而国内的研究则主要集中在信息检索结果集的组织、展示及知识发现方面。

#### 4 高频关键词共现社会网络分析

词频与聚类分析的结果可以采用社会网络分析的方法加以验证。本文研究的社会行动者是信息可视化研究的高频关键词，进行共词网络分析的主要目的是采用Ucinet软件中的Netdraw插件绘制关键词之间的网络知识图谱，进而描述出某

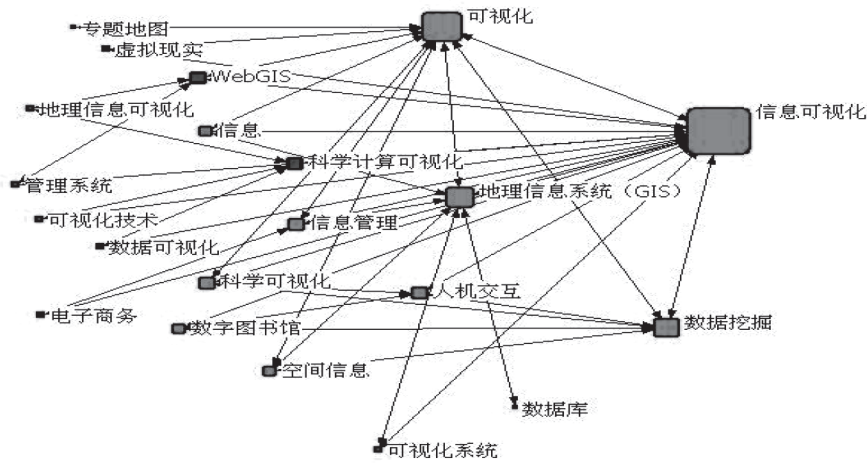


图5 2004—2008年我国信息可视化研究高频关键词网络结构图

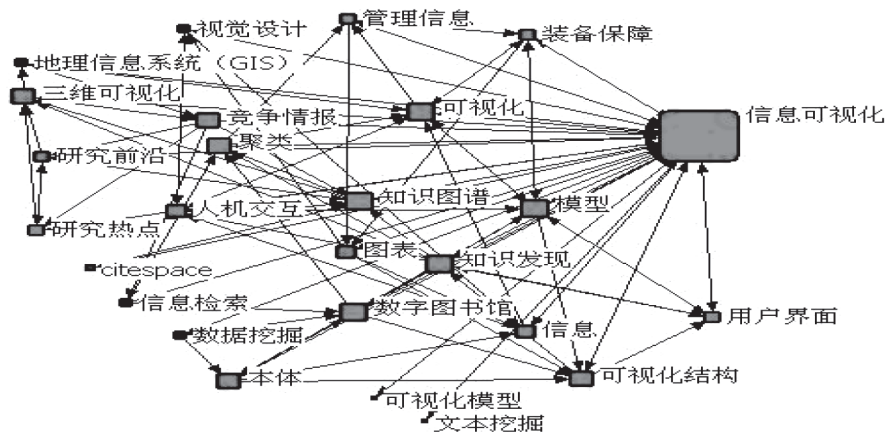


图6 2009—2013年我国信息可视化研究高频关键词网络结构图

一领域的研究主题<sup>[17]</sup>。将关键词共现矩阵导入 Netdraw，绘制知识图谱（图5—图8），可以直观地了解文献关键词的共现情况，并且通过每个关键词的连线数量，可以分析推测出该领域的研究热点。一个关键词的被连线数量越多，说明和它关联的研究主题越丰富，该关键词就是这个网络的中心点之一，该分析可以直观地体现出主题研究的集中性和丰富性。

在 Netdraw 中进行 K-核分析，图5中“信息可视化”“可视化”“地理信息系统”“数据挖掘”成为2004—2008年我国信息可视化研究的核心词群，以这几个核心词汇为中心，我国学者从不同方面开展研究，如人机交互、信息管理、空间信息等；图6中可以看出知识图谱、知识发现、本体，聚类、模型、三维可视化等成为新的研究热点。图7中“人机接口”“信息检索方法”“计算机图形学”“数据库”“软件”等成为2004—2008年国外信息可视化研究的核心词群，以这几个核心词汇为中心，国际学者从不同方面开展研究，如计算程序、计算机辅助、视觉设计等；图8中可以看出决策、地理信息系统、动物、数据分析等成为新的研究热点。

## 5 结论

本文数据库的选取仅局限于CNKI和EBSCO收录的期刊论文，没有考虑学位论文及会议论

文，然后阈值的设定使得一些新出现的特征词失去了作用，在两个数据库中都采用主题检索，数据不够全面。另外，选用EBSCO英文数据库，英文关键词存在大量的同义词或一次多义的现象，由于能力有限，只能将同一词定为一种中文表述来处理，分析不够全面。尽管数据来源和分析研究存在这些不足之处，从本文的分析仍可以得出如下结论。

(1) 信息可视化研究领域学者选题具有多样性的特点。本文选取的信息可视化研究领域中，2004—2008年中文关键词275个（占全部的总数的84.6%）、外文关键词162个（占全部的总数的74.0%），2009—2013年中文关键词437个（占全部的总数的86.3%），外文关键词438个（占全部的总数的83.1%）仅出现一次，大量低频词的存在可以反映出这一新兴领域中研究人员选题多样性的特点。

(2) 我国信息可视化研究由传统技术研究逐渐转向基于内容的可视化分析研究。在两个时间段内，“信息可视化”“可视化”“地理信息系统”“数字图书馆”“可视化技术”“信息”“人机交互”“数据挖掘”始终作为这一领域的核心词成为我国学者们关注的焦点，但伴随着“虚拟现实”“空间信息”“科学计算可视化”“科学可视化”“数据可视化”“管理系统”等词的出现，出现了“CiteSpace”“知识图谱”“研究热点”“研究前

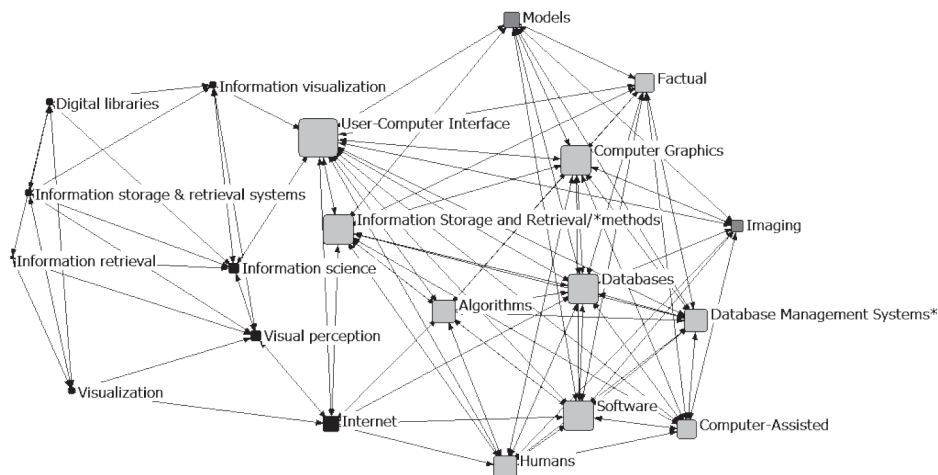


图7 2004—2008年国外信息可视化研究高频关键词网络结构图



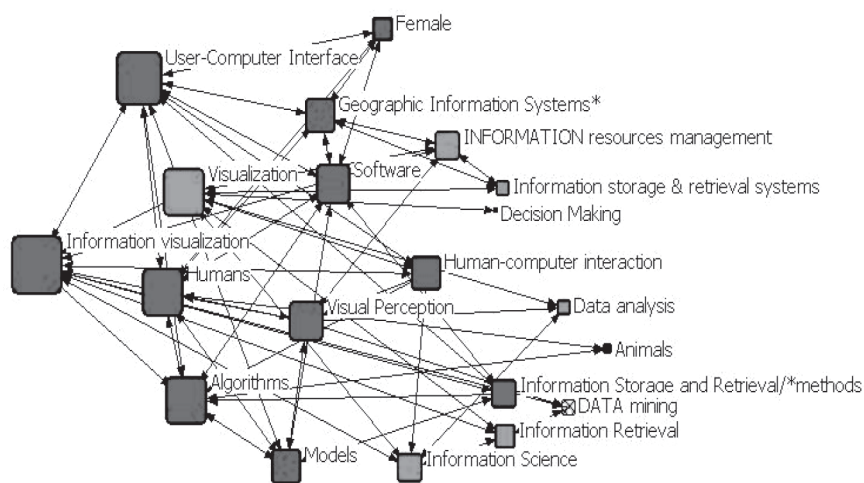


图8 2009—2013年国外信息可视化研究高频关键词网络结构图

沿”“用户界面”“竞争情报”“本体”“聚类”“知识发现”等词。这反映了我国对信息可视化领域的研究有传统的技术研究、可视化系统研究转向可视化分析，更加强调的是用户体验。伴随着“CiteSpace”软件的诞生，越来越多的学者倾向于用一些可视化软件对研究内容进行分析，绘制知识图谱，揭示其研究热点和研究前沿。

(3)我国在信息可视化应用到自然界中的研究方面有待扩展。在地理信息可视化的研究上，我国学者虽早于国外学者，但在近阶段的研究中还只是停留在原来地理信息可视化的层面上，而国际上在借鉴我国对地理信息可视化研究的基础上并将该技术应用到动物和人类领域，而我国尚未出现该方面的研究。

(4)国际信息可视化研究领域转向信息可视化在决策中的应用研究。在2004—2008年和2009—2013年，“信息可视化”“可视化”“人类”“软件”“情报学”“信息检索”“信息检索方法”“计算程序”“人机接口”“视觉设计”“数据挖掘”等词一直作为研究热点被国际众多学者所关注，但随着“数据库”“数据库管理系统”“计算机辅助”等词的出现，出现了“动物”“决策”“雌性”“人机交互”等新词，反映了国际信息可视化研究领域向纵深

此外，笔者还认为，我国学者在信息可视化

研究中应注意：(1)注重可视化系统工具的开发与可视化分析的研究。(2)借鉴国外学者将信息可视化应用到决策中的研究，并进行创新。(3)尝试将可视化技术应用到自然界仿真的研究中。(4)加强与外部的交流及合作。

#### 参考文献

- [1] 靖培栋. 信息可视化——情报学研究的新领域[J]. 情报科学, 2003(7):685-687.
- [2] 陈少强. 走近信息可视化[J]. 中国计算机用户, 2003(23): 5-8.
- [3] 冯璐, 冷伏海. 共词分析方法理论进展[J]. 中国图书馆学报, 2006(2):88-92.
- [4] 张勤, 徐绪松. 定性定量结合的分析方法——共词分析法[J]. 技术经济, 2010(6):20-24.
- [5] Callon M, Courtial J P, Laville F. Co-word Analysis as a Tool for Describing the Network of Interactions between Basic and Technological Research: The Case of Polymer Chemistry[J]. Scientometrics, 1991(1):153-203.
- [6] Courtial J P, Callon M, Sigogneau A. The Use of Patent Titles for Identifying the Topics of Invention and Forecasting Trends [J]. Scientometrics, 1993(2):231-242.
- [7] Noyons ECM, Van Raan AFJ. Monitoring Scientific Developments from a Dynamic Perspective: Self-organized Structuring to Map Neural Network Research[J]. Journal of the American Society for Information Science, 1998(1):68-81.

- [8] Irene W. Bibliometric Analysis of the Welfare Topic [J]. *Scientometrics*, 2000(2):203-236.
- [9] Stegmann J, Grohmann G. Hypothesis Generation by Co-Word Clustering[J]. *Scientometrics*, 2003(1): 111-135.
- [10] Schneider J W, Borlund P. Introduction to Bibliometrics for Construction and Maintenance of Thesauri: Methodical Considerations [J]. *Journal of Documentation*, 2004 (5):524 -549.
- [11] 崔雷. 专题文献高频主题词的共词聚类分析[J]. *情报理论与实践*, 1996(4):49-51.
- [12] 朱东华, 袁军鹏. 基于数据挖掘的科技监测方法研究[J]. *管理工程学报*, 2004(4):135-139.
- [13] 张晗, 崔雷. 生物信息学的共词分析研究[J]. *情报学报*. 2003(5):613-617.
- [14] 闫雷. 急性白血病相关基因的文本挖掘分析[D]. 沈阳: 中国医科大学, 2006.
- [15] CNKI[EB/OL]. [2014-04-25]. <http://www.cnki.net/>.
- [16] EBSCO[EB/OL]. [2014-04-25]. <http://lib.gznu.edu.cn/data/eb/jj.htm>.
- [17] 汤汇道. 社会网络分析法述评[J]. *学术界*, 2009(3): 205-208.
- [18] 钱峰. 基于SPSS知识地图的国内数据挖掘研究现状分析[J]. *情报科学*, 2008 (6):924-928.
- [19] 姜春林, 李江波, 杜维滨. 期刊文献计量与知识图谱对《情报科学》的解读[J]. *情报科学*, 2009(2):166-174.
- [20] 曹福勇, 詹佳佳. 基于共词聚类的国外图书馆学博士学位论文研究热点分析[J]. *图书情报工作网刊*, 2010 (10):12-17.

(上接第59页)

机构来看,大都属于这3个国家。加拿大多伦多大学、英国诺丁汉大学和美国哈佛大学在科技商业化方面的研究实力最强。

中国大陆在科技商业化研究方面起步较晚,但进步非常快。1995年中国大陆才发表第一篇文章,但到2013年,论文数量已经赶上并超过加拿大和德国,位居世界第三。然而,从高被引论文来看,中国大陆的研究水平与世界还有很大差距。固然,中国大陆在科技商业化方面出台了很多政策,也取得了很大的成效,但关于科技商业化研究的基础薄弱,这大大影响了科技政策制定的科学性和有效性。为此,我国应该鼓励学术界加大对科技商业化的研究,大力提升研究水平,以便为有效的科技决策提供参考和依据。

科技商业化的研究热点随时间推移在不断深化,在较早的研究阶段,研究热点仅包括技术转移,之后增加了知识转移和创新,又增加了知识管理、技术扩散、吸收能力等,这说明关于科技商业化的研究不断深入,从宏观层面逐渐向中观甚至微观层面推进。

## 参考文献

- [1] 龙镇辉, 杨华波. 科技成果商业化运作模式研究[J]. *科技管理研究*, 2014(13): 136-140.
- [2] 程如烟, 崔圣君. 主要国家未来科技发展规划评析和启示[J]. *中国科技论坛*, 2014(3): 5-10.
- [3] 方华梁. 科技成果转化与技术转移: 两个术语的辨析[J]. *科技管理研究*, 2010(10): 229-230.
- [4] 秦涛. 发达国家基础研究投入分析及借鉴[J]. *中国基础科学*, 2004(3): 49-51.
- [5] John P Walsh, 洪伟. 美国大学技术转移体系概述[J]. *科学学研究*, 2011(5): 641-649.
- [6] 刘民义. 英国促进技术转移和产学研的分析及启示[J]. *科技成果管理与研究*, 2010(5): 21-24, 36.
- [7] Nature Publishing Index 2012[R/OL]. [2014-12-01] <http://www.natureasia.com/en/publishing-index/china/>. 30. May.
- [8] National Science Foundation. Science and Engineering Indicators 2014[R]. 2014.
- [9] OECD. Science Technology and Industry Outlook 2014[R]. 2014.
- [10] 王谋勇. 美国大学技术许可办公室高效运行的关键因素分析及对我国的政策启示[J]. *科技进步与对策*, 2010(12): 35-40.