

我国文科领域知识扩散之引文网络探析^{*}

赵 星 谭 旻 余小萍 闫现洋 叶 鹰

摘 要 以 CNKI 收录的 2001—2010 年人文社会科学论文的 8,805,762 条引文记录为基础数据,构建 82 个文科领域的引文网络,用于定量刻画我国文科领域的知识扩散,并将其结果可视化。研究结果显示:经济学、教育学、政治学和管理学等学科中的部分领域是重要的知识源;在知识扩散的核心—边缘结构中,2/3 的核心节点来源于经济管理学科;图书情报学是 15 个核心文科领域之一,在 21 世纪初展现出良好的学术活力。图 3。表 2。参考文献 50。

关键词 引文分析 引文网络 知识扩散 h 度

分类号 G350

Exploring the Citation Networks for Knowledge Diffusion of Humanities and Social Sciences in China

Zhao Xing, Tan Min, Yu Xiaoping, Yan Xianyang & Ye Ying

ABSTRACT On the basis of 8,805,762 citations from CNKI database during 2001 to 2010, a citation network is constructed and divided into 82 fields of humanities and social sciences, for characterizing the knowledge diffusion of those fields in China. Results show that economics, education, politics and management are important sources of scientific knowledge while two thirds of core nodes come from the fields of economics and management as well as finance. In addition, library and information science becomes one of the 15 core fields, and shows good academic vitality in early 21st century. 3 figs. 2 tabs. 50 refs.

KEY WORDS Citation analysis. Citation network. Knowledge diffusion. H-degree.

1 引言

科学创新产生的知识常由文献记载并传承,科学知识在文献之间的扩散在一定程度上可用文献之间的相互引用来表征^[1-3]。引文分析方法的创立和演进,使得文献计量学可以反映科学的发展。将文献按不同属性汇集,能构成分别属于学者、期刊、机构、国家和研究领域等不同层次的文献集合。对各文献集合进行引文分析,可呈现不同层次主体的影响力和知识扩散状况。其中,研究领域既包含相关学科知

识的聚集,又体现对各领域知识的学科划分,故成为近年颇受关注的引文分析对象^[4-5]。

我国人文社会科学(以下简称文科)经历改革开放后三十年的发展,门类已相对齐全;包括引文分析在内的文献计量方法也成为文科进行评价和分析的重要选择之一^[6-8]。然而,传统的引文分析方法(如总被引次数、平均被引次数和近年广为流行的 h 指数^[9-10]等)局限于表层属性统计,对于描述引证关系的关系数据复杂多样的深层结构不能很好地测度。

近十余年来,由物理学主导的复杂网络和社会学主导的社会网络共同推进形成的网络分

^{*} 本文系国家自然科学基金项目(项目编号:71173187)及浙江省研究生创新科研项目“权重信息网络节点测度新方法研究”的研究成果之一。

通讯作者:叶鹰,Email:yye@zju.edu.cn

析方法取得重要突破^[11-13]。网络分析方法从系统论角度^[14]提供了能更明晰地描述现实世界中关系数据和复杂结构的精巧工具。采用网络分析方法对具体网络进行定量研究,有望更深刻地描述和解释网络表征对象的现状与性质。

Price^[15]最早以网络形式描述论文的相互引证,形成了引文网络的雏形,构成了最典型的信息网络形式之一^[16-17]。随着近年来复杂网络和社会网络研究的深入,网络分析软件的开发和计算机运算能力的提高,引文网络分析的重要价值引起普遍关注^[18-22]。引文网络不仅可从网络分析的角度测评被引对象的学术影响力^[23-26],还可由网络结构映射出知识扩散状况。Marion等指出,网络分析方法与引文网络的结合有望更全面地揭示科学结构和科学知识的扩散^[27]。Calero-Medina和Noyons认为通过可视化表示科学论文引文网络,可表征知识的创造和传递过程^[28]。以引文网络探析信息在学术期刊间的扩散模式和结构已成为常见的研究模式^[29-32]。将研究领域作为节点,研究领域之间的文献引证作为联系,可建立研究领域的引文网络^[33-34],并以此为基础,探索研究领域之间以引证关系所映射的知识扩散状况和结构。

本文结合引文网络、网络分析和可视化方法,以2001—2010年的大样本数据为基础,通过引文网络结构探析我国文科领域中的知识扩散现状。在介绍原始数据的收集、处理中所使用的分析方法之后,从网络中重要知识源节点、结构视图及核心节点子网等方面,对数据结果进行分析与讨论。

2 数据与方法

2.1 数据

本文以CNKI引文数据库中82个文科领域于2001—2010年十年间产生的8,805,762条引文记录为基础,构建我国文科领域的引文网络。

CNKI数据库涵盖范围和引文数据较全面,包含人文、社会和自然科学的论文及引文,已成为中文文献计量研究的重要基础数据源之一^[35-37]。CNKI的论文根据研究主题的相似性

按专题进行归类,更接近研究领域的概念。因此本文的讨论部分未使用“学科”一词,而是采用范畴更宽泛的“领域”概念。我们在专题统计项中,限定2001—2010年进行检索统计,采集全部168个自然和人文社会领域的30,613,872条引文记录。从中抽取出全部82个文科领域及相互引证联系(含8,805,762条引文记录),构成 82×82 引文矩阵,由此矩阵转化为文科领域引文网络。

2.2 专用方法

本文引文网络研究,使用有向h度和核心—边缘模型两种专用方法探索节点特性和网络整体特性。

由于研究领域引文网络中的联系带有明确的强度特征(引用次数),并且强度特征具有重要的测度意义,因此节点测度使用权重网络的h度(h-degree)方法^[38]。h度方法认为,权重网络中的重要节点,应同时具备两个特征:第一,与较多的节点存在联系;第二,与其他节点的联系应具有一定的强度。该方法还具有平衡联系数量和联系强度、符合网络中幂律特性和易于计算等特点,具有较广阔的研究和应用前景。h度提出后,很快在学界引起反响,普赖斯奖得主Schubert随即在此框架下发展出合作能力指数(Partnership ability index)用于测度合作网络中的节点^[39],而另一位普赖斯奖得主Rousseau则指出合作能力指数可视为h度的一种特例^[40]。

引文网络不仅是权重网络,同时也是有向网络,即联系存在方向(被引和施引)的差别。对引文网络的节点而言,当节点是联系中的“被指向”端时(即节点被引),此关系为该节点的入联系。当节点是关系中的“指出”端时(即节点施引),此关系为节点的出联系。在这样带权且有向的引文网络中,可使用h度的补充方法——有向h度(Directed h-degree)^[41]。有向h度作为节点测度,分为入h度和出h度。相关定义为:

入h度:节点n的入h度 $h_1(n)$ 指此节点与其他至多 $h_1(n)$ 个节点保持了大于或等于 $h_1(n)$ 的入联系。

出 h 度:节点 n 的出 h 度 $h_o(n)$ 指此节点与至多其他 $h_o(n)$ 个节点保持了大于或等于 $h_o(n)$ 的出联系。

引文网络中,入 h 度和出 h 度可分别测度某一节点扩散和吸收其他节点知识的广度与强度。研究领域在引文网络中具有较高的入 h 度,说明此节点以较高的强度向其他领域扩散了知识,即可被视为重要的知识源领域。节点数量为 N 的网络中,将入 h 度和出 h 度根据节点规模进行标准化(除以 $N - 1$)可得到入 h 中心度和出 h 中心度。

网络整体的分析采用核心—边缘模型(Core/Periphery model)^[42]探索整体网结构。现实的网络,特别是网络中的联系带有社会性的社会网络,普遍都具有核心—边缘结构^[32,43-44]。核心与边缘的二分法说明网络中存在着高影响力的重要节点(群)和相对边缘的次要节点(群),这与复杂网络中广泛存在的幂律度分布^[11,14,45]具有一致性。这一方法根据节点的重要性和亲疏程度,把网络中的节点分为核心节点和边缘节点,从而达到简化复杂网络和聚焦

于网络关键结构的目的。在研究领域引文网络中使用核心—边缘模型,有望探测出整个网络中的核心领域群。

本文所用的分析软件包括网络分析软件 UCINET 6.301^[46]和文献信息可视化软件 VOSviewer 1.3.2^[47]。

3 结果与讨论

根据前述的数据和方法,可构建出我国文科领域的引文网络,并计算出节点 h 度数值。该网络中的节点平均入 h 度为 43.098,平均出 h 度为 43.073。如表 1 所示,“社会学及统计学”的入 h 度等于 72,说明此领域在 2001—2010 年刊发的论文被其余 82 个文科领域中的 72 个引用了不少于 72 次,知识扩散能力显著。表 1 也显示,具有最高入 h 度的节点大部分来自于经济、教育、政治和管理等领域。通过引征关系所揭示的知识扩散现状揭示,这些领域为过去十年我国人文社会研究提供了相对更多的参考信息。

表 1 我国人文社会研究中入 h 度前 20 的领域(根据入 h 度降序排列)

序号	研究领域	入 h 度	出 h 度	入 h 中心度	出 h 中心度
1	社会学及统计学	72	67	0.889	0.827
2	中国政治与国际政治	71	64	0.877	0.790
3	高等教育	70	72	0.864	0.889
4	教育理论与教育管理	65	63	0.802	0.778
5	行政学及国家行政管理	65	65	0.802	0.802
6	宏观经济管理与可持续发展	63	67	0.778	0.827
7	经济体制改革	63	60	0.778	0.741
8	文化	62	63	0.765	0.778
9	企业经济	61	63	0.753	0.778
10	农业经济	59	64	0.728	0.790
11	经济理论及经济思想史	59	52	0.728	0.642
12	哲学	59	42	0.728	0.519

续表

序号	研究领域	入 h 度	出 h 度	入 h 中心度	出 h 中心度
13	图书情报与数字图书馆	57	66	0.704	0.815
14	旅游	57	64	0.704	0.790
15	新闻与传媒	55	60	0.679	0.741
16	政治学	55	41	0.679	0.506
17	贸易经济	54	57	0.667	0.704
18	金融	54	56	0.667	0.691
19	工业经济	51	56	0.630	0.691
20	中国语言文字	52	51	0.642	0.630

与入 h 度表征研究领域向其他领域扩散信息的广度和强度相对应,出 h 度可表示研究领域从其余领域吸收信息的广度和强度。82 个研究领域中,出 h 度最高的是“高等教育”(出 h 度 =72)和“体育”(出 h 度 =68)。将出 h 度与入 h 度进行比较可揭示研究领域在接收知识和吸收与创造知识及扩散之间的结构性差异(见图 1)。由图 1 可见,我国文科领域的入 h 度与出 h 度之间具有拟合优度并不高的经验线性关系,较多领域的入 h 度和出 h 度之间存在一定差异。相比于吸收知识的广度和强度,“中国政治与国际政治”、“哲学”、“社会科学理论与方法”等向其他领域扩散的知识更多。而相比于扩散知识的广度和强度,“体育”、“法理、法史”和“戏剧电影与电视艺术”则更多地从其他领域吸收知识。

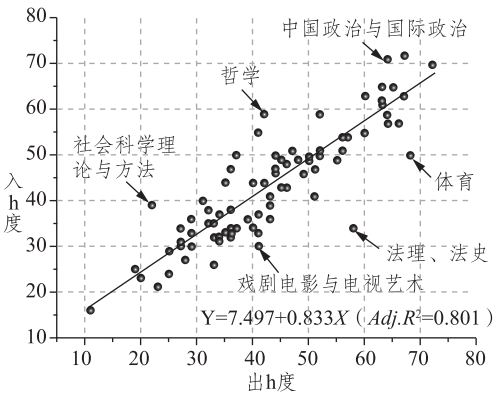


图 1 我国文科领域的入 h 度与出 h 度比较

图 1 还揭示,我国文科领域的 h 度分布并不具有之前研究中出现的幂律特点。对学者共引网络的数据分析^[38]显示,共引网络中的学者 h 度符合近似幂律分布。但我国文科领域的 h 度取值趋于集中。Kolmogorov-Smirnov 检验显示,无论是入 h 度还是出 h 度,都满足近似的正态分布(入 h 度正态性检验:双尾 Asymp. Sig. = 0.730 > 0.05; 出 h 度正态性检验:双尾 Asymp. Sig. = 0.503 > 0.05)。这一分布说明,我国大部分文科领域的知识扩散活跃程度处于相似的量级。另外也表明 h 度在不同类型的网络中,可能显示各自的特点。两类网络的节点 h 度出现不同分布的部分原因是“马太效应”或“优先粘贴”等导致“富者愈富”的机制对学者的网络作用明显^[11,45],但未必对研究领域产生基础性影响,研究领域的演化和知识扩散主要依据领域特点和历史传承,具有相对稳定性。

网络分析的突出优点之一是可根据相互联系的疏密程度差异对节点在系统中的实际关系结构进行定量抽取。借助可视化^[48-49]的科学地图^[50],能较直观地揭示出隐性的结构信息。图 2 是对文科领域引文网络的科学地图展现。

由图 2 可见,“宏观经济管理与可持续发展”是网络的重要中心,并引领经济学相关领域成为网络中的活跃领域。该图也显示我国文科领域的知识扩散过程中存在群组分块的特征。总体上,居中区块以经济学为主亦涵盖法学领

域,右部区块主要是金融投资领域。左部区块包括其他主要文科领域,其中教育学和政治学

领域相对凸显,而图书情报学亦具有显示度。



图2 引证关系映射的我国文科主要领域结果视图*

* 图中领域名文字由小到大表示该领域与其他领域之间知识或信息扩散的频繁程度由低到高。各领域的具体分布位置表示领域间的联系相对亲疏程度,位置越近,相互引证更多,相互知识扩散越密切。为避免领域名的相互遮盖,图中只显示具有较强代表性的主要领域。

研究领域的整体引文网络中,可运用核心—边缘方法析出核心节点群体,组合构成网

络中知识扩散的核心子网(见图3)。

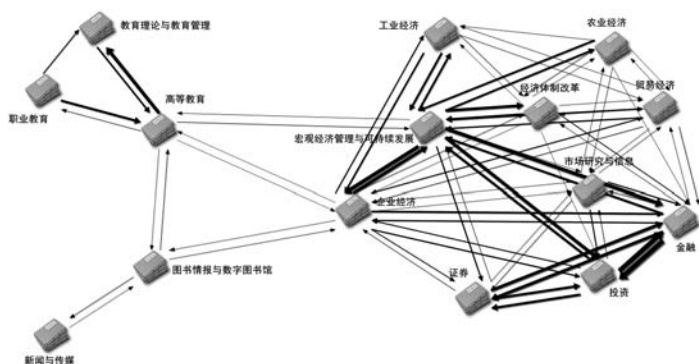


图3 文科领域引文网络中的核心区*

* 节点是由核心—边缘分析方法析出的15个核心节点,并由此构成整体网络中的核心子网。由于联系数量繁多且紧密,为避免相互遮盖,仅展示强度(即引用次数)达到5000次的联系。

图3中的领域数量仅为领域总数的18.3%,但相互间引用次数约占整体网络中引用次数的一半(4,391,190条,占49.9%),可见,核心研究领域之间的知识扩散频繁且关系密切。图3也显示经济管理与金融投资在核心节点中占据了2/3的比例,是我国21世纪前十年人文社会研究中较受关注的活跃领域。此外,教育学的三个领域也形成小型核心领域群。

而图书情报学连同研究对象也与广义信息相关的新闻与传媒领域构成第三个核心领域群,其中,图书情报学不仅是网络核心节点,还同经济管理与金融投资和教育学两个核心领域中的中心节点保持了较强(超过5000次的引用和被引)的知识扩散联系。此结果说明图书情报学已在文科领域之间的知识扩散中扮演着重要角色,成为较活跃的研究领域。与图书情报学相

互知识扩散最为密切的领域见表 2。由表 2 可见,一些传统的相关领域,如新闻、出版和档案等涉及广义信息中不同处理环节的领域也与图书情报学之间交流密切。此外,教育学成为网

络中与图书情报学知识扩散最为频繁的领域之一,2001—2010 年间图书情报学研究引用最多的领域和引用图书情报学研究最多的领域皆为高等教育。

表 2 与图书情报学相互知识扩散最为密切的文科领域*

图书情报学扩散到其他领域		其他领域扩散到图书情报学	
领域名	引用次数**	领域名	施引次数***
高等教育	8,507	高等教育	10,808
新闻与传媒	5,411	新闻与传媒	8,365
出版	4,877	出版	5,731
民商法	3,572	企业经济	5,132
企业经济	2,485	教育理论与教育管理	3,666
档案及博物馆	1,959	民商法	3,634
教育理论与教育管理	1,759	科学研究管理	2,435
科学研究管理	1,587	成人教育与特殊教育	1,593
成人教育与特殊教育	1,186	行政法及地方法制	1,385
行政法及地方法制	1,155	档案及博物馆	1,348

* 不含图书情报学自身; ** “引用次数”指相关领域引用图书情报学研究的次数; *** “施引次数”指图书情报学对相关领域研究的施引次数。

4 小结与展望

本文以 2001—2010 年我国 82 个文科领域的引证关系为基础数据,探析了相关引文网络的结构及其映射的知识扩散状况。结果显示,有关经济、教育、政治和管理学等的研究领域在系统中处于引用源地位,具有基础性;“宏观经济管理与可持续发展”等 15 个领域构成引文网络的核心节点。其中,经济管理和金融投资的相关领域占主要部分,构成重要的热点研究领域集。而图书情报学亦成为我国文科领域中的核心节点,在 21 世纪初展现出良好的学术活力。

本文仅是以引文网络和网络分析方法探索研究领域知识扩散的基础性工作,原始数据也受制于数据库的固定分类。学科或领域的划分一直是计量学研究中的难点,研究者的分类常

难得到公认和实际应用,而数据库的划分又主要是为检索而非理论研究服务。另外,科学知识在文献和研究领域之间的扩散存在复杂的情境和多种形式,引文及引文网络分析虽可能是目前最佳研究方法之一,但也并非尽善尽美,更深刻的研究方法仍有待于语义技术的突破。总体而言,引文网络方法在微观层次(如单篇论文或学者个人)的运用应加倍小心谨慎,而用于大样本的宏观层次(如机构、国家和研究领域)时,其数据随机性带来的系统误差可望相对减少,本文仅提供一种研究视角。由多个学科共同发展出的网络分析方法虽已有一定成果的积累,但仍处于研究起步阶段,以图书情报学研究对象为主要内容的信息网络已被物理学界总结为四种主要复杂网络类型之一^[16-17],有望构成本学科在新世纪寻求突破的重要方向之一。

致谢 浙江大学李江先生和吉林大学贺天 Rousseau 先生与作者的通信也启发了“小结与伟先生对全文提出了宝贵的修改意见; Ronald 展望”中的讨论,特致谢意!

参考文献:

- [1] Lewison G., Rippon I., Wooding S. Tracking knowledge diffusion through citations[J]. Research Evaluation, 2005, 14(1).
- [2] MacGarvie M. The determinants of international knowledge diffusion as measured by patent citations[J]. Economics Letters, 2005, 87(1).
- [3] 邱均平. 专题·基于作者合作、引证、链接关系的知识交流研究[J]. 图书情报知识, 2011(6). (Qiu Junping. Study on knowledge communication based on three academic relations between authors: Collaboration, citation and links[J]. Document, Information & Knowledge, 2011(6).)
- [4] Leydesdorff L., Rafols I. A global map of science based on the ISI subject categories[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2009, 60(2).
- [5] Liu Y X., Rousseau R. Knowledge diffusion through publications and citations: A case study using ESI-fields as unit of diffusion[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2010, 61(2).
- [6] Zhang J., Su X N., Deng S H. The academic impact of Chinese humanities and social sciences research[J]. Aslib Proceedings, 2008, 60.
- [7] 叶继元. 人文社会科学评价体系探讨[J]. 南京大学学报: 哲学. 人文科学. 社会科学版, 2010, 47(1). (Ye Jiyuan. Approaching evaluation system in humanities and social sciences [J]. Journal of Nanjing University: Philosophy, Humanities and Social Sciences, 2010, 47(1).)
- [8] 任全娥, 龚雪媚. 中国人文社会科学论文评价指标体系实证研究[J]. 社会科学管理与评论, 2011(2). (Ren Quan'e, Gong Xuemei. Study on evaluation system of academic papers of humanities and social sciences in China[J]. Management and Review of Social Sciences, 2011(2).)
- [9] Hirsch J E. An index to quantify an individual's scientific research output[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2005, 102(46).
- [10] 叶鹰, 唐健辉, 赵星. h 指数与 h 型指数研究[M]. 北京: 科学出版社, 2011. (Ye Ying, Tang Jianhui, Zhao Xing. Studies on the h-index and h-type indices [M]. Beijing: Science Press, 2011.)
- [11] Barabasi A L., Bonabeau E. Scale-free networks[J]. Scientific American, 2003, 288(5).
- [12] Watts D J. The "new" science of networks[J]. Annual Review of Sociology, 2004, 30.
- [13] Borgatti S P., Mehra A., Brass D J., et al. Network analysis in the social sciences[J]. Science, 2009, 323(5916).
- [14] Barabasi A L. Scale-free networks: A decade and beyond[J]. Science, 2009, 325(5939).
- [15] Price D J D. Networks of scientific papers[J]. Science, 1965, 149(3683).
- [16] Newman M E J. The structure and function of complex networks[J]. Siam Review, 2003, 45(2).
- [17] Newman M E J. Networks: An introduction[M]. Oxford: Oxford University Press, 2010.
- [18] Egghe L., Rousseau R. Co-citation, bibliographic coupling and a characterization of lattice citation networks[J]. Scientometrics, 2002, 55(3).
- [19] Otte E., Rousseau R. Social network analysis: A powerful strategy, also for the information sciences[J]. Journal of Information Science, 2002, 28(6).
- [20] 徐媛媛, 朱庆华. 社会网络分析法在引文分析中的实证研究[J]. 情报理论与实践, 2008, 31(2). (Xu Yuanyuan, Zhu Qinghua. Demonstration study of social network analysis method in citation analysis [J]. Information Studies: Theory & Application, 2008, 31(2).)
- [21] 韩毅, 张克菊, 金碧辉. 引文网络分析的方法整合研究进展[J]. 中国图书馆学报, 2010, 36(188): 83-89. (Han Yi, Zhang Keju, Jin Bihui. Research progress on methodology integration of citation network analysis[J]. Journal of Library Science in China, 2010, 36(188): 83-89.)
- [22] 宋歌. 网络分析方法在引文分析中的整合研究[J]. 中国图书馆学报, 2011, 37(4). (Song Ge. Integration of network analysis methods in citation analysis [J]. Journal of Library Science in China, 2011, 37(4).)
- [23] Li J., Willett P. Article rank: A pagerank-based alternative to numbers of citations for analysing citation networks[J]. Aslib Proceedings, 2009, 61(6).

- [24] 高小强,赵星,陶乃航. 网络中心度用于期刊引文评价的有效性研究[J]. 大学图书馆学报,2009(5). (Gao Xiaoqiang,Zhao Xing,Tao Naihang. Validity of journals citation evaluation with centrality indexes of networks [J]. Journal of Academic Libraries,2009(5).)
- [25] West J D,Bergstrom T C,Bergstrom C T. The eigenfactor metrics (TM):A network approach to assessing scholarly journals[J]. College & Research Libraries,2010,71(3).
- [26] 马丽,赵星,彭晓东. 新型期刊引文评价方法比较研究[J]. 情报理论与实践,2010,33(5). (Ma Li,Zhao Xing,Peng Xiaodong. Comparative study of new methods for journal citation evaluation [J]. Information Studies: Theory & Application,2010,33(5).)
- [27] Marion L S,Garfield E,Hargens L L,et al. Social network analysis and citation network analysis:Complementary approaches to the study of scientific communication (SIG MET)[C]//J B Bryans. Proceedings of the 66th Asist Annual Meeting,2003,40:486-487.
- [28] Calero-Medina C,Noyons E C M. Combining mapping and citation network analysis for a better understanding of the scientific development:The case of the absorptive capacity field[J]. Journal of Informetrics,2008,2(4).
- [29] Lucio-Arias D,Leydesdorff L. Knowledge emergence in scientific communication:From “fullerenes” to “nanotubes”[J]. Scientometrics,2007,70(3).
- [30] Zhang L,Glanzel W,Liang L M. Tracing the role of individual journals in a cross-citation network based on different indicators[J]. Scientometrics,2009,81(3).
- [31] Park H W,Leydesdorff L. Knowledge linkage structures in communication studies using citation analysis among communication journals[J]. Scientometrics,2009,81(1).
- [32] 陈亦佳,赵星. 基于期刊引文网络视角研究国际图书馆学情报学知识交流[J]. 现代图书情报技术,2009,25(6). (Chen Yijia,Zhao Xing. Study on knowledge exchange of international information & library science based on the perspective of journal citation networks[J]. New Technology of Library and Information Service, 2009,25(6).)
- [33] 刘臣,张庆普,单伟,等. 学科知识流动网络的构建与分析[J]. 情报学报,2009,28(2). (Liu Chen,Zhang Qingpu,Shan Wei,et al. Construction and analysis disciplinary knowledge flow network [J]. Journal of the China Society for Scientific and Technical Information,2009,28(2).)
- [34] Leydesdorff L,Rafols I. A global map of science based on the ISI subject categories[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology,2009,60(2).
- [35] Wan J K,Hua P H,Rousseau R,et al. The journal download immediacy index (DII):Experiences using a Chinese full-text database[J]. Scientometrics,2010,82(3).
- [36] 王迎春,郑建明. 一种基于 CNKI 平台的人文社会科学论文评价体系[J]. 图书馆理论与实践,2011(3). (Wang Yingchun,Zheng Jianming. An evaluation system for humanities and social sciences thesis based on CNKI platform [J]. Library Theory and Practice,2011(3).)
- [37] Hu C P,Hu J M,Gao Y,et al. A journal co-citation analysis of library and information science in China[J]. Scientometrics,2011,86(3).
- [38] Zhao S X,Rousseau R,Ye F Y. H-degree as a basic measure in weighted networks[J]. Journal of Informetrics, 2011,5(4).
- [39] Schubert A. A hirsch-type index of co-author partnership ability[J]. Scientometrics,2012,DOI 10.1007/s11192-011-0559-7 (Published online).
- [40] Rousseau R. Comments on “A Hirsch-type index of co-author partnership ability” [J]. Scientometrics,2012 (In press).
- [41] Zhao S X,Ye F Y. Exploring the directed h-degree in directed weighted networks[J]. Journal of Informetrics, 2012,6(4).
- [42] Borgatti S P,Everett M. Models of core-periphery structures[J]. Social Networks,1999,21.
- [43] Lee S,Monge P,Bar F,et al. The emergence of clusters in the global telecommunications network[J]. Journal of Communication,2007,57(3).
- [44] Amrit C, Van Hillegersberg J. Exploring the impact of socio-technical core-periphery structures in open source software development[J]. Journal of Information Technology,2010,25(2).
- [45] Barabasi A L,Albert R. Emergence of scaling in random networks[J]. Science,1999,286(5439).

- [46] Borgatti S P, Everett M G, Freeman L C. Ucinet for windows: Software for social network analysis[M]. Harvard, MA: Analytic Technologies, 2002.
- [47] Van Eck N J, Waltman L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping[J]. Scientometrics, 2010, 84(2).
- [48] Van Eck N J, Waltman L, Dekker R, et al. A comparison of two techniques for bibliometric mapping: Multidimensional scaling and VOS[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2010, 61(12).
- [49] Waltman L, Van Eck N J, Noyons E C M. A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks[J]. Journal of Informetrics, 2010, 4(4).
- [50] Klavans R, Boyack K W. Toward a consensus map of science[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2009, 60(3).

赵星 谭旻 浙江大学信息资源管理系、信息资源管理研究所博士生。

通讯地址: 杭州市浙大路 38 号。邮编: 310027。

余小萍 西南大学图书馆馆员。

通讯地址: 重庆市北碚区天生路 2 号。邮编: 400715。

闫现洋 西南大学教育学院实验师。通讯地址同上。

叶鹰 博士, 南京大学、浙江大学教授、博士生导师。

通讯地址: 南京市汉口路 22 号南京大学信息管理学院。邮编: 210093。

(收稿日期: 2012-01-04)