

全球重要信息计量学家的可视化分析

——以作者共被引为视角

刘艳华¹ 华薇娜¹ 袁顺波^{1,2}

(1. 南京大学信息管理系 南京 210093; 2. 嘉兴学院商学院 嘉兴 314001)

摘要 以 Web of Science (SCI-E, SSCI, A&HCI, CPIC-S, CPIC-SSH) 为数据源,借助可视化分析软件 CiteSpace 2.2.R11,对所搜集的信息计量学领域 1955-2010 年的 3567 篇文献进行可视化分析,构建作者共被引分析的可视化图谱。界定出被引频次或者中心度较高的 48 位信息计量学家,将其分为三个区,并结合文献信息统计第一区作者加菲尔德、穆德、格伦采尔、埃格赫、普赖斯、舒伯特、布劳恩、斯莫尔、鲁索、怀特、默顿等 11 位信息计量学家的学术成就,为了解信息计量学的重要学者及学科结构提供了独特的视角。

关键词 信息计量学 作者共被引分析 可视化分析 CiteSpace II

中图分类号 G316

文献标识码 A

文章编号 1002-1965(2012)01-0076-05

Visualization Analysis of the World Important Informetric Scientists: An Author Co-citation Perspective

LIU Yanhua¹ HUA Weina¹ YUAN Shunbo^{1,2}

(1 Department of Information Management, Nanjing University, Nanjing 210093;
2. School of Business, Jiaxing University, Jiaxing 314001)

Abstract Based on the ISI Web of Science, we collected 3 567 informetric documents from 1955 to 2010. Using the visualization tool CiteSpace 2.2. R11, we analyzed the informetric documents, and then constructed the visualization mapping of author co-citation. 48 informetric scientists with high frequency or centrality have been distinguished and divided into three parts. Then combined with the analysis of scientists' published documents in the area of informetrics, we analyzed 11 scientists' academic achievements in the first part which includes GARFIELD E, MOED HF, GLANZEL W, EGGHE L, PRICE DJD, SCHUBERT A, BRAUN T, SMALL H, ROUSSEAU R, WHITE HD, and MERTON RK in detail. The authors hope that the study can provide a unique perspective to understand the important informetric scholars and the subject structure.

Key words informetrics author co-citation analysis visualization analysis CiteSpace II

0 引言

比利时科学家奥特勒 (Otlet P) 于 1934 年最先提出“文献计量学 (bibliometrics)”一词,随后,德国学者纳克 (Nacke O) 于 1979 年在其著作中首次使用“信息计量学 (informetrics)”这一词汇,自此,信息计量学的研究开始受到学者们的关注。根据布鲁克斯 (Brookes BC)、埃格赫 (EGGHE L) 和鲁索 (ROUSSEAU R) 等计量学家的定义,信息计量学发展至今其含义范围覆盖了文献计量学、科学计量学 (scientometrics) 和网络计量学 (webometrics) 等方面^[1]。信息计量学在世界范

围内的蓬勃发展得益于学者们所做出的贡献,他们的研究成果推动了信息计量学不同分支学科的产生和发展。界定在该领域内做出突出贡献并且最受关注的重要学者,以可视化的方式展示重要学者以及该学科领域内的突出成就,有助于对信息计量学领域重要学者的整体把握。

引文分析作为信息计量学领域的一个重要分支,是研究学术流派和学科结构不可或缺的有效手段。其中共被引分析自 1973 年被提出用于研究文献之间的动态联系以来,已在学术界产生了极大的影响,尤其是 1981 年被怀特 (White HD) 和格里菲斯 (Griffith BC)

收稿日期: 2011-07-22

修回日期: 2011-09-21

作者简介: 刘艳华 (1985-), 女, 博士研究生, 研究方向: 社会科学研究评价; 华薇娜 (1956-), 女, 教授, 研究方向: 社会科学研究评价; 袁顺波 (1982-), 男, 博士研究生, 讲师, 研究方向: 人文社会科学研究评价。

引入作者分析^[2],进行作者共被引分析,开创了学科结构分析的新视角。之后,学者们采用不同的算法和可视化软件对作者共被引实现可视化,以图形的方式展示学科领域内的重要作者,揭示出潜在的学科结构^[3-5]。

1 数据来源与研究方法

本文数据全部来源于美国 ISI 的 Web of Science (SCI-E, SSCI, A&HCI, CPIC-S, CPIC-SSH) 数据库,检索策略为“主题=(informetric* OR bibliometric* OR scientometric* OR webmetric*)”检索自数据库回溯最早年份至 2010 年间的几乎全部相关文献,并限定文献类型为“论文”、“综述”和“会议论文”,得到原始文献 3511 篇。将文献集导入 HistCite 软件,对原始文献集的参考文献进行分析,利用 HistCite 帮助查找遗漏的重要文献的功能,检索被所下载文献集引用频次在 33 次之上(即原始下载文献集中的被引频次排名前 30 的最低被引频次),并且被 WoS 数据库所收录的论文、综述、会议论文 56 篇,将其补充到 HistCite 的原始数据中,再次检查是否遗漏重要文献^[6],循环直至被文献集引用频次高于文献集中被引频次前 30 的参考文献均在此文献集中。最终获得被遗漏的重要文献 56 篇,将其补充到原始检索数据中,即本研究的数据样本从 1955-2010 年共计 3 567 篇。

本文采用国际先进的可视化分析软件 CiteSpace2.2.R11^[7],对所收集的信息计量学领域文献进行作者共被引分析的可视化呈现。CiteSpace 信息可视化软件是由美国德雷赛尔大学的陈超美教授于 2004 年开发,该软件基于引文分析理论,利用寻径网络算法(Pathfinder)和最小生成树(Minimum Spanning Tree)修剪节点间的连线,简化分析对象之间的复杂性,突出重点关系。CiteSpace 可以对共被引作者进行分析,发现该学科的重要核心人物;通过引文网络分析,找出学科领域发展的关键节点文献^[8]。本文采用定量与定性分析相结合的研究方法,通过使用 CiteSpace2.2.R11 绘制作者共被引图谱,并结合对共被引作者知识图谱中重要作

者的关键节点文献的分析,寻找信息计量学领域内的重要人物并展示其学术成就。

2 结果分析

本文以共被引作者为分析对象,各参数的设置如下:时间跨度选择从数据检索的最早年代 1955-2010 年,时间划分标准设置为 2 年;图谱修剪选择以 Pathfinder 算法修剪,并且选择修剪切片网和修剪合并网;显示方式选择静态显示并勾选显示合并网络;设置阈值部分 c、cc、cev 分别为(3,3,15)、(6,4,20)和(6,4,20)。生成作者共被引可视化图谱,获得 342 个节点和 714 条作者之间的连线。

分别以中心度(见图 1)和被引频次(见图 2)为显示方式展示信息计量学领域作者的共被引图谱,图中的圆圈代表信息计量学领域设定阈值范围内入选的作者。在图 1 中,中心度超过 0.15 的节点有 42 个,这些作者的中心度较高,表明他们在信息计量学领域起到了重要的链接作用。在本文中被定义为关键节点作者,由带紫色标识的圆圈表示;图 2 显示了共被引作者的频次高低,图谱中圆圈越大,被引频次越高,受同行学者关注越多,被引频次不低于 200 的节点有 17 个,这些作者受到较多的关注,在领域内具有较高的影响力,在本文中被定义为高影响力作者。根据图 1 和图 2 本文对中心度高于 0.15,或者被引频次不低于 200 的作者节点统计作者信息表(见表 1),详细统计作者名称、所在国家



图 1 信息计量学科重要作者图谱——中心度显示
注:为使图清晰易懂,仅显示中心度>0.27 的 15 个节点

机构) (以各作者最近文献标注国家机构为准)、被引频次(本文中为作者在所检索的文献集合范围内的被引频次)、中心度、文献量(本文中为所检索数据集中各作者发表的文献)和作者活跃期(有文献出现的最早年份至最晚年份)等信息。

从图 1、2 和表 1 中的数据可以看出,依据数据的分布特征,可将阈值范围内入选的 342 位作者分为四个区:第一区,被引频次不低于 200,中心度大于 0.15,共有作者 11 位,该区作者同时是关键节点作者和高影响力作者;第二区,被引频次不低于 200,中心度不大

于 0.15,该区共有作者 6 位;第三区,被引频次低于 200,中心度大于 0.15,共有作者 31 位;第四区,被引频次低于 200,中心度不大于 0.15,共有作者 294 位(表 1 中不显示)。

第一区作者是在小同行内受关注程度较高,而且中心度较高的重要人物。该区作者被引频次均较高,人均被引 472.73 次;在小同行的网络内中心度较高,往往是连接不同分支的核心节点;发文量相对较多,11 位作者在信息计量学领域内共发表文献 319 篇,人均 29 篇;该区作者发表文献的年份从 1955-2010 年不等,各作者的首篇文献均

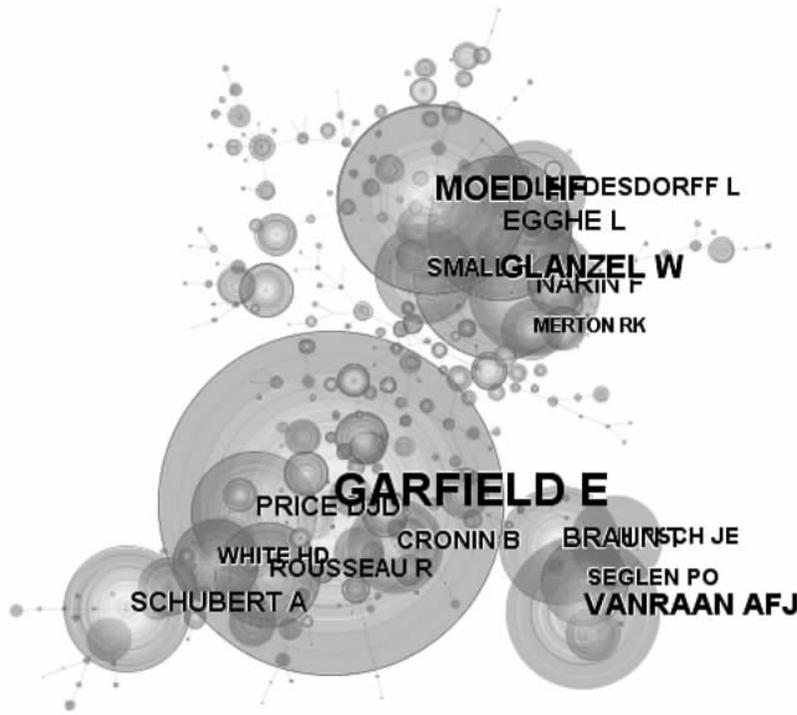


图 2 信息计量学科重要作者图谱——被引频次显示
注:为使图清晰易懂,显示被引频次 ≥ 250 的 16 个节点

表 1 作者统计表(被引频次 ≥ 200 ,或者中心度 >0.15)

被引频	作者	所在国家(机构)	中心度	被引频次	文献量	活跃期
次 ≥ 200 中心度 >0.15	GARFIELD E	美国(科学信息研究所)	0.27	975	19	55-09
	MOED HF	荷兰(莱顿大学)	0.43	535	41	85-09
	GLANZEL W	比利时(天主教鲁汶大学)	0.27	472	81	84-09
	EGGHE L	比利时(阿赛尔特大学)	0.37	412	49	87-10
	PRICE DJD	美国(耶鲁大学)	0.23	375	2	65; 76
	SCHUBERT A	匈牙利(匈牙利科学院)	0.17	370	43	81-09
	BRAUN T	匈牙利(匈牙利科学院)	0.18	352	29	81-06
	SMALL H	美国(科学信息研究所)	0.18	300	10	73-09
	ROUSSEAU R	比利时(安特卫普大学)	0.21	298	30	89-09
	WHITE HD	美国(德雷赛尔大学)	0.37	250	14	81-10
	MERTON RK	美国	0.2	201	1	68
被引频次 ≥ 200 中心度 ≤ 0.15	VANRAAN AFJ	荷兰(莱顿大学)	0.02	439	20	85-97
	NARIN F	美国(CHI RES INC)	0.08	395	8	76-96
	LEYDESORFF L	荷兰(阿姆斯特丹大学)	0.07	316	35	91-10
	CRONIN B	美国(印第安那大学)	0.03	290	16	91-09
	HIRSCH JE	美国(加州大学圣迭戈大学)	0.02	258	2	05-07
	SEGLEN PO	美国(印第安那大学)	0.11	251	6	92-00

	BRADFORD SC	英国	0.24	199	0	—
	LOTKA AJ	美国	0.2	197	0	—
	VINKLER P	匈牙利(匈牙利国家科学院)	0.26	167	22	91-10
	MCCAIN KW	美国(德雷塞尔大学)	0.33	162	8	86-10
	NEDERHOF AJ	荷兰(莱顿大学)	0.33	150	16	87-08
	MACROBERTS MH	美国	0.17	140	2	89-96
	BORGMAN CL	美国(加利福尼亚大学洛杉矶分校)	0.23	136	5	83-02
	FRAME JD	美国(乔治华盛顿大学)	0.27	128	0	—
	LUUKKONEN T	芬兰(芬兰科学院)	0.21	119	5	90-97
	NOYONS ECM	荷兰(莱顿大学)	0.79	105	22	92-10
	LAWRENCE S	美国(NEC 研究所)	0.25	89	0	—
	GOMEZ I	西班牙(高等科学研究委员会)	0.16	87	19	90-10
	OPPENHEIM C	英国(拉夫堡大学)	0.24	84	8	80-10
	KING J	英国(农业和食品研究委员会(AFRC))	0.27	66	2	87-88
	CHEN CM	美国(德雷塞尔大学)	0.39	65	4	02-10
被引频次<200 中心度>0.15	BARABASIAL	美国(圣母大学)	0.18	64	0	—
	BUTLER L	澳大利亚(澳大利亚国立大学)	0.22	63	12	96-09
	PETERS HPF	荷兰(莱顿大学)	0.19	62	4	91-94
	EUR COMM	欧洲	0.28	62	0	—
	GUPTA BM	印度(Natl Inst Sci Technol & Dev Studies)	0.23	54	12	95-10
	COSTAS R	荷兰(莱顿大学)	0.22	52	13	05-10
	BORNER K	美国(印第安那大学)	0.23	51	9	03-10
	BATAGELJ V	斯洛文尼亚(卢布尔雅那大学)	0.26	46	0	—
	AMIN M	英国(爱思唯尔公司)	0.27	42	1	02
	BHATTACHARYA S	印度(Natl Inst Sci Technol & Dev Studies)	0.24	41	9	97-07
	SWANSON DR	美国(芝加哥大学)	0.19	40	0	—
	TANG R	美国(西蒙斯学院/天主教大学)	0.31	38	5	03-08
	VANRAAN A	荷兰(莱顿大学)	0.28	36	0	—
	KAMADA T	日本(东京大学)	0.24	30	0	—
	BARJAK F	瑞士(Univ Appl Sci Solothurn NW Switzerland)	0.19	22	3	07-08
	WÖEGINGER GJ	荷兰(埃因霍温科技大学)	0.22	16	0	—

在 1990 年之前发表,对信息计量学领域问题的研究较早,属于信息计量学领域相关问题研究的奠基者。表 2 对第一区作者的主要研究领域、学术贡献、获普赖斯奖时间等信息进行了统计。

第二区作者在小同行内受关注程度较高,但是中心度相对较低。该区作者被引频次均较高,人均被引 324.83 次;发文量较第一区作者少,6 位作者共发表文献 67 篇,人均 14.5 篇;活跃年份整体来看要晚于第一区作者,从 1976 年至 2010 年不等,甚至部分作者的首篇文献始自 2005 年。该区作者既不是连接信息计量学不同分支学科的关键节点,也不是在该领域研究较早的人物,但是亦在各自的分支领域做出了突出贡献,推动了所在分支学科的发展。如纳林(NARIN F)是美国著名的专利统计分析家,他通过对文献计量与专

利计量进行对比分析研究,证明专利计量与文献计量有着类似的统计规律^[9]。美国加州大学圣地亚哥分校物理系教授赫希(HIRSCH JE)提出 h 指数,用于衡量科研人员的个人科研成就^[10],有效地推动了科研评价的发展。

第三区作者属于阈值范围内网络中的关键节点,但是其在小同行内的被关注程度要稍低于前两区作者。该区作者被引频次较低,人均被引 84.29 次,远远低于前两区作者;发文量也较少,人均发文 5.84 篇,其中有 11 位作者没有以信息计量学为主题的文献发表,这些作者为非本领域作者或者其文献并非以信息计量学为主题;活跃年份整体来看要晚于第二区作者,从 1983 年到 2010 年不等,有 5 位作者的首篇文献在 2000 年之后发表。这些作者的被引频次和发文量虽

然比较低,但是往往是连接某两个分支学科的关键节点,对学科的扩展做出了较大的贡献。如美国德雷赛尔大学信息科学与技术学院的陈超美(CHEN CM)博士,是信息可视化新领域的最早开拓者之一,他在信息

可视化领域中引入 Pathfinder 算法,开发了引文网络分析的 CiteSpace 软件,扩展和提高了文献引文共被引网络分析的效率和应用范围,对科学知识图谱理论与方法做出了奠基性贡献。

表 2 第一区作者学术成就表

作者	主要研究领域	学术贡献	获普赖斯奖时间
加菲尔德(GARFIELD E)	引文分析及其应用研究等	科学引文索引、影响因子和引文编年可视化软件的创立	1984
穆德(MOED HF)	文献计量学指标、引文分析、行为科学等	期刊评价新指标 SNIP	1999
格伦采尔(GLANZEL W)	科研指标与评价、科学地图绘制、引文分析方法、引文影响等	推动了期刊评价指标的发展	1999
埃格赫(EGGHE L)	h 指数、g 指数作为测评科学家、期刊影响力的指标研究、科学研究产出、作者共被引分析等	创建 g 指数	2001
普赖斯(PRICE DJD)	指数增长率、逻辑增长率、普赖斯指数、普赖斯定律以及最大引文年限等	提出科学知识指数增长率	据其设立普莱斯奖
舒伯特(SCHUBERT A)	科研指标、出版物产出、引文影响、相对引文影响等	推动了期刊 h 指数的发展	1993
布劳温(BRAUN T)	引文影响力、科研指标、相对引文影响力等	创立期刊 h 指数	1986
斯莫尔(SMALL H)	共被引分析、科学发现、图谱绘制等	首次提出了论文“共引”的概念和共被引分析方法	1987
鲁索(ROUSSEAU R)	期刊影响力评价、引文评价指标、国际科学合作等	提出网络链接行为的幂指数规律	2001
怀特(WHITE HD)	信息检索、模型构建、作者共被引分析、知识结构分析等	作者共被引分析的开创	2005
莫顿(MERTON RK)	科学社会学	科学的马太效应的提出	1995

3 结 论

本文利用 CiteSpace 软件对信息计量学领域作者同被引分析的可视化,展示了该领域关键节点学者及高影响力学者,并依据指标数据的分布特征分为四个区。第一区作者 11 位,在小同行内的受关注程度较高,亦是信息计量学网络内的关键节点作者。这些学者是信息计量学领域某一支的奠基者或拓展者,在引文分析、文献计量学指标、知识地图的绘制、科研评价等分支领域做出了卓越的贡献。如论证了科学知识指数增长率的科学计量学之父普赖斯;证实了信息的产生和分布中具有“马太效应”的莫顿;开创了科学引文索引的加菲尔德;为改进影响因子而提出了期刊评价新指标 SNIP 的穆德;首次提出论文“共引”概念和共被引分析方法的斯莫尔;将共被引引入作者分析,成功地开创了作者共被引分析新视角的怀特;为改进 h 指数而提出 g 指数的埃格赫。除此之外,格伦采尔、舒伯特、布劳温、鲁索等学者亦推动了期刊评价指标、引文评价指标、网络计量学等分支领域的纵深发展。第二区作者 6 位,在小同行内具有较高的受关注程度,但

不是连接信息计量学领域不同网络的关键节点;第三区作者 31 位,在小同行内的受关注程度较低,不过具有较高的中心度,往往是连接某两个分支学科的关键节点,对学科的扩展做出了较大的贡献。

通过以上研究可以看出,CiteSpace 软件可视化较传统的信息计量方法的优点是原始数据不需要转换为矩阵的形式,可以将 Web of Science 中的原始数据格式直接导入 CiteSpace 进行运算及作图;并且对于同一数据样本,可以从不同角度展现数据特征;该软件为高中心度或高被引频次的节点标记颜色,清晰地展现出网络中的关键节点。当然,CiteSpace 软件的可视化分析也存在一些不尽如人意的地方,比如,阈值的设置没有一个客观的标准,基本依据研究者对研究领域的主观理解来设置,阈值设置的太高或者太低都会影响到知识图谱的生成效果,从而影响到分析结果。另外,由于共被引分析的数据为引文数据,对于新发表的优秀论文来说不能及时呈现,需经过时间的积淀,因此一些新崛起的优秀学者无法在图谱中展示出来,这些问题都有待我们进一步研究。

(下转第 101 页)

- Web Communities[M]. Ohio: Ideal Group Inc, 2003: 57-84
- [3] Vaughan L, Gao Y, Kipp M. Why Are Hyperlinks to Business Websites Created? A Content Analysis [J]. *Scientometrics*, 2006, 67(2): 291-300
- [4] Vaughan L, You J. Comparing Business Competition Positions Based on Web Co-link Data: The Global Market vs. the Chinese Market [J]. *Scientometrics*, 2006, 68(3): 611-628
- [5] Vaughan L, You J. Keyword Enhanced Web Structure Mining for Business Intelligence [J]. *Advanced Internet Based Systems and Applications*, 2009: 161-168
- [6] Esteban R, Vaughan L. Patterns of Web Linking to Heterogeneous Groups of Companies-The Case of Stock Exchange Indexes [J]. *Aslib Proceedings: New Information Perspectives*, 2010 (2): 144-164
- [7] 周秋菊, 周在峰. 基于共链分析图形化描述纸业企业竞争地位[J]. *图书情报工作* 2008(8): 62-65
- [8] 金保昕. 共链分析用于管理咨询业竞争态势研究[J]. *情报杂志*, 2009(11): 23-26
- [9] 贾彦龙, 谭宗颖. 共链方法在识别竞争对手中的应用[J]. *图书馆理论与实践* 2011(1): 26-31
- [10] 王 皓, 杨思洛. 链接分析在中国知名企业评价中的应用初探[J]. *情报杂志* 2010(3): 48-52
- [11] 邱均平, 李晔君, 李 江, 等. 实质性共链分析的实证研究-对全共链分析的修正[J]. *情报学报* 2007(4): 488-495
- [12] 邱均平, 李晔君, 李 江. 链接分析的缺陷及其解决方案[J]. *情报理论与实践* 2008(2): 170-174
- [13] Vaughan L, Yang R, Chen C, Liang W, Li B. Extending Web Co-link Analysis to Web Co-word Analysis for Competitive Intelligence [EB/OL]. [2010-12-28]. http://www.caais-caisi.ca/proceedings/2010/CAIS007_Vaughan_Final.pdf
- [14] Vaughan Liwen, Justin You. Word Co-occurrences on Webpages as a Measure of the Relatedness of Organizations: A New Webometrics Concept [J]. *Journal of Informetrics*, 2010(4): 483-491
- [15] 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
- [16] 张 洋. 网络信息计量学理论与实证研究 [M]. 北京: 科学出版社 2009: 26-28
- [17] 英国银行家杂志, 世界银行品牌排行榜 [EB/OL]. [2011-01-16]. <http://www.thebanker.com/Regulation-Policy/Management-Strategy/Top-500-Banking-Brands>. 2010
- [18] 美国 Bankersalmanac.com 网站, 世界银行排行榜 [EB/OL]. [2011-001-16] <http://www.bankersalmanac.com/addcon/in-fobank/bank-rankings.aspx>. 2010
- [19] Glance N, Hurst M, Tomokiyo T. Blogpulse: Automated Trend Discovery for Weblogs [C]// WWW workshop on the weblog-ging ecosystem aggregation, Analysis and Dynamics, 2004
- [20] 中国互联网实验室. 中国博客市场份额调查报告 [EB/OL]. [2011-01-18]. http://www.chinalabs.com/html/shichang-pinggu_wenzhang/2010/0709/37056.html
- [21] Small H. Co-citation in the Scientific Literature: A new Measure of the Relationship Between Two Documents [J]. *Journal of the American Society for Information Science*, 1973, 24(4): 269
- [22] Leydesdorff L, Vaughan L. Co-occurrence matrices and their applications in information science: Extending ACA to the Web environment [J]. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2006, 57(12): 1616-1628
- [23] Vaughan L, Romero-Frias E. Web Hyperlink Patterns and the Financial Variables of Global Banking Industry [J]. *Journal of information Science*, 2010(4): 530-541
- [24] Vaughan L, You J. Word Co-occurrences on Webpages as a Measure of the Relatedness of Organizations: A New Webometrics Concept [J]. *Journal of Informetrics*, 2010(4): 483-491

(责编:白燕琼)

(上接第 80 页)

参 考 文 献

- [1] Ronald Rousseau. Informetrics [J]. *图书情报工作*, 2009, 53(12): 5-7
- [2] White H D, Griffith B C. Author Co-citation: A literature Measure of Intellectual Structure [J]. *Journal of the American Society for Information Science*, 1981, 32(3): 163-171
- [3] White HD. Pathfinder Networks and Author Co-citation Analysis: Are-mapping of Paradigmatic Information Scientists [J]. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2003, 54(5): 423-434
- [4] 侯海燕. 科学知识图谱: 最有影响的 50 位科学计量学家 [J]. *科学学研究* 2007 25(3): 404-406
- [5] 侯剑华, 陈 悦. 战略管理学前沿演进可视化研究 [J]. *科学学* 研究 2007 25(增刊): 15-21
- [6] 李运景, 侯汉清, 裴新涌. 引文编年可视化软件 HistCite 介绍与评价 [J]. *图书情报工作*, 2006, 50(12): 135-138
- [7] 陈 悦, 侯剑华, 梁永霞译; CiteSpace II. 科学文献中新趋势与最新动态的识别与可视化 [J]. *情报学报* 2009 28(3): 401-420
- [8] 侯剑华. 工商管理学科演进与前沿热点的可视化分析 [D]. 大连: 大连理工大学, 2009
- [9] 方 曙, 张 勤, 高利丹. 窝工省(市)自治区专利产出与其 GDP 之间关系的实证研究 [J]. *科研管理* 2006 27(2): 40-44
- [10] 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): 16569-16572

(责编:刘影梅)