

指数创新的扩散与再创新研究

李云飞¹ 宋歌^{1,2}

(1.东南大学经济管理学院 南京 211189; 2.东南大学图书馆 南京 210096)

摘要 [目的/意义]学术创新包括理论创新、方法创新等多种类型,本文旨在研究指数创新这一类型,总结指数创新的扩散与再创新特征。[方法/过程]以h指数为研究案例,采用创新扩散理论、主路径分析和引文网络分析等方法,从h指数的扩散阶段、扩散主路径及脉络、衍生指数再创新、学科领域及扩散网络等方面分析了h指数的扩散与再创新过程的主要特征。[结果/结论]h指数再创新阶段历时短,且不同阶段存在不同的再创新驱动力;扩散广度大;学科之间的扩散结构为以多学科为中心的辐射状,中心学科分为创新源头学科、创新输入-输出型学科和创新输出型学科,中心与边缘学科之间存在单向或双向扩散;衍生指数为主要再创新形式;医学相关学科为最主要应用创新领域。

关键词: 创新扩散; 再创新; 知识扩散; h指数; 扩散过程

中图分类号: G350

文献标识码: A

文章编号: 1002-1965(2019)09-0158-08

引用格式: 李云飞, 宋歌. 指数创新的扩散与再创新研究[J]. 情报杂志, 2019, 38(9): 158-165.

DOI: 10.3969/j.issn.1002-1965.2019.09.024

The Diffusion and Re-innovation of Index

Li Yunfei¹ Song Ge^{1,2}

(1.School of Economics & Management, Southeast University, Nanjing 211189;

2. Southeast University Library, Nanjing 210096)

Abstract [Purpose/Significance]The academic innovation included theoretical innovation, method innovation, etc. This paper aimed to study the type of index innovation and summarized the characteristics of the diffusion and re-innovation of index innovation. [Method/Process]Taking h index as example, this paper carried out an empirical research using diffusion theory, main path analysis and citation network analysis. This study analyzed the diffusion and re-innovation of h index from the spread of h index, main path analysis, the re-innovation of derivative indexes and the diffusion network of subjects. [Result/Conclusion]The process of h index re-innovation was short period and different stages had diverse re-innovation driving force. The current diffusion span was wider than structural holes. The diffusion structure between disciplines was typical multi-disciplinary radiation, and the central disciplines were divided into innovation source disciplines, innovation input-output disciplines and innovation output disciplines. The mode of diffusion between the center and the edge disciplines was single diffusion or bidirectional diffusion. The derivative index was the main form of re-innovation. And in the field of applied science, medicine was special and active.

Key words: innovation diffusion; re-innovation; knowledge diffusion; h index; diffusion process

0 引言

知识创新是通过科学研究,获得新的基础科学和技术科学的过程,其目的是追求新发展、探索新学说、积累新知识并应用到产品和服务中去,以促进企业获

得成功,社会取得进步^[1]。知识扩散在整个知识创新的构思—研发—扩散—评价—构思过程中起关键作用。然而知识扩散不是简单的知识传播过程,而是该项创新在理论、方法和应用等不同层面不断迭代形成的再创新过程。对于某项创新的扩散及再创新过程进

收稿日期: 2019-02-26

修回日期: 2019-04-11

基金项目: 国家社会科学基金项目“学术创新扩散过程及创新力测度研究”(编号: 15CTQ027)研究成果之一。

作者简介: 李云飞(ORCID: 0000-0002-6447-3742),女,1994年生,硕士研究生,研究方向: 科学计量学; 宋歌(ORCID: 0000-0001-8064-4583),女,1980年生,副研究馆员,硕士生导师,研究方向: 科学计量与学术评价、知识扩散。

通信作者: 宋歌

行研究,有利于探知知识创新的规律与机制。

h 指数由美国加州大学圣迭哥分校的物理学家 Hirsch 教授于 2005 年提出^[2]。该指标是根据文献数量和文献的被引频次设计的一项评价科学家个人业绩的指标,其定义为:如果一位科学家的 N 篇论文中有 h 篇论文被引次数至少为 h,其他(N-h)篇论文中每篇的被引次数都 < h,那么这位科学家的 h 指数就为 h。h 指数提出后,不仅掀起了学界的研究热潮,各大数据库和著名搜索引擎也陆续引入 h 指数。美国科技信息研究所 h 指数问世后很快看准了该指数的评价潜力和应用价值,及时投入人力为 SCI-Expanded 的网络版 Web of Science 数据库开发并提供了适时更新的 h 指数评价指标。荷兰 Elsevier 设计开发的 Scopus 数据库 2007 年开始便能在检索结果中直接提供 h 指数链接,免去了排序、浏览和比对之劳^[3]。谷歌学术和百度学术也引入了 h 指数,便捷、直观地反映学者的科研绩效。

本文以 h 指数为案例,研究指数创新扩散与再创新过程的原因有二:a.目前对于指数创新扩散的研究很少^[4-5],而再创新的研究更为鲜见。本文希望提供这种较为特殊的创新类型的实证案例,以初步探索指标创新与理论创新^[6]、方法创新或技术创新^[7]在扩散和再创新特点上的不同;b.h 指数是继期刊影响因子之后,科研评价领域的重要创新指标,并且产生了大量的衍生指标^[8-9],对该项创新进行研究有其典型意义。

1 方法与数据

对于知识扩散过程中再创新的宏观涌现采用创新扩散理论^[10]来揭示,并利用知识创新扩散的“基础测度指标”^[6]划分扩散阶段。对于知识扩散与再创新的过程与细节,采用引文网络分析方法获得。该方法利用复杂网络理论和社会网络分析对传统引文分析方法进行了重构,便于对引文网络节点和节点间的关系进行研究。对于再创新脉络的提取采用 Search Path Count 算法^[11],该算法将计算扩散网络中所有源点和收点之间的路径权重。而对于再创新路径的展开与演化借助基于时间流的主路径分析方法。

选择 Web of Science 核心合集获取国际相关成果,在保证样本数据质量的同时兼顾对国家和地区的覆盖。在该检索平台的“Topic”字段中检索“h index” or “h-index” or “Hirsch index” or “Hirsch-type index” or “h indice*”,时间跨度为 2005 年 1 月至 2019 年 3 月,文献类型为“article” or “review”,检出文献 2 389 篇。进行数据清洗,删除 114 篇非相关文献,共得到 2 275 篇有关 h 指数的研究文献,建立这 2 275 篇文献的引文网络。该网络为有向无环网络,其

中文献为节点,节点间的弧表示知识扩散路径及方向。

2 实证与结果

2.1 h 指数扩散阶段 h 指数的扩散速度和扩散加速度见表 1,据其绘制 h 指数的扩散曲线见图 1。其中 2015 年的扩散加速度最高,为 76。根据创新扩散理论对扩散阈值的界定,h 指数的扩散在该年到达临界值,此后 h 指数将成功扩散,完成 S 型扩散过程。从扩散阶段上看,由于 2009 年扩散加速度明显增加,因此 2005 至 2009 年为创新扩散的起步阶段,从 2010 年开始为起飞阶段,扩散的成熟阶段和衰退阶段还未出现。

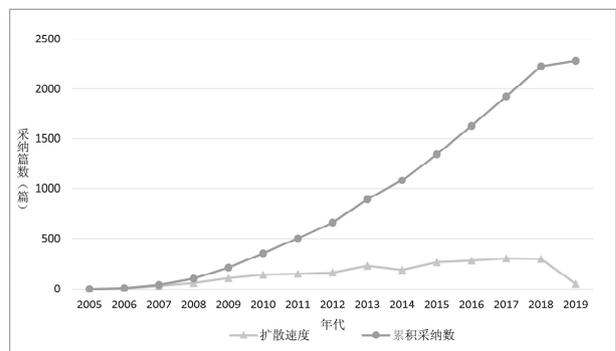


图 1 h 指数扩散曲线

表 1 h 指数相关研究扩散速度和加速度

年代	扩散速度	累积采纳数	扩散加速度
2005	2	2	0
2006	8	10	6
2007	32	42	24
2008	61	103	29
2009	108	211	47
2010	141	352	33
2011	150	502	9
2012	162	664	12
2013	229	893	67
2014	188	1081	-41
2015	264	1345	76
2016	280	1625	16
2017	301	1926	21
2018	296	2222	-5
2019	53	2275	-243

2.2 h 指数扩散主路径及脉络 为提取 h 指数扩散脉络,显示在扩散过程中起到关键作用的文献和路径,采用主路径分析方法从微观角度分析 h 指数的扩散状况。该方法的核心是对“遍历权值”的计算。遍历权值是指,在有向无环网络中,对于一条弧或一个顶点,计算它在该网络的源点和收点之间的所有路径中所占的比例。在本文 h 指数的引文网络中,计算的便是某条引文关系或文献的遍历权值,h 指数引文网络遍历权值的计算结果见表 2、表 3。图 2 为 h 指数扩散主路径,节点标签的格式为“文献号,作者,发表年,研究领域”。

表 2 h 指数扩散引文关系遍历权重分布区间

Line Values	Frequency	Freq%	CumFreq	Cumreq%
(0... 0.0000]	0	0	0	0
(0.0000 ... 0.2313]	12788	99.9922	12788	99.9922
(0.2313 ... 0.4626]	0	0.0000	12788	99.9922
(0.4626 ... 0.6938]	1	0.0078	12789	100

表 3 h 指数扩散文献节点遍历权重分布区间

Vector Values	Frequency	Freq%	CumFreq	Cumreq%
(0...0.0000]	0	0	0	0
(0.000...0.253]	2256	99.3833	2256	99.3833
(0.253...0.507]	12	0.5286	2268	99.9119
(0.507 ... 0.760]	2	0.0881	2270	100

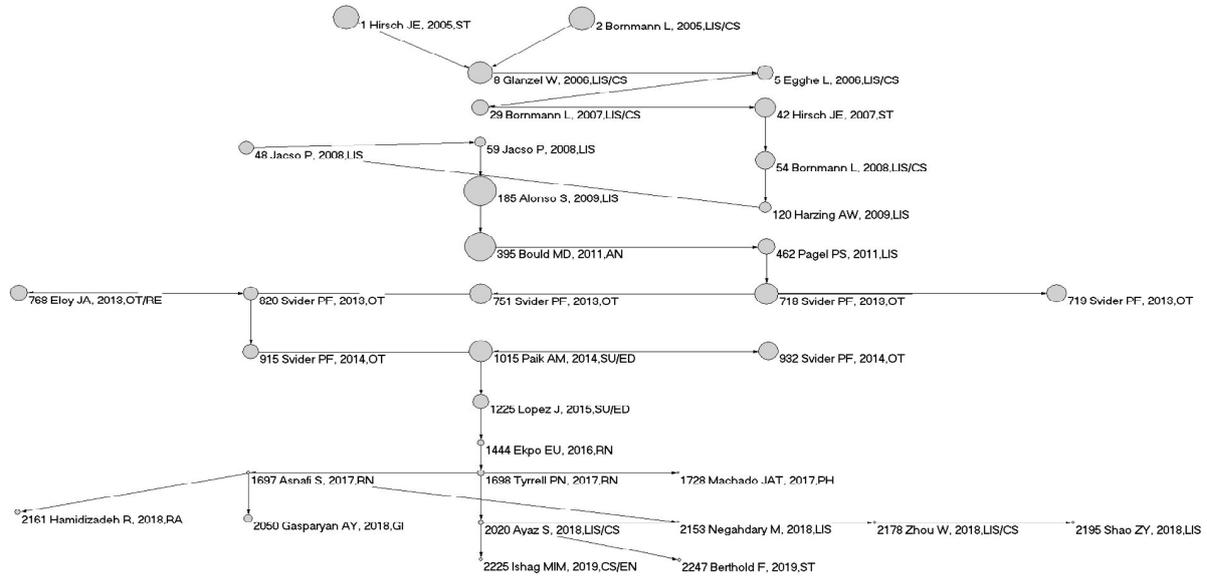


图 2 h 指数研究扩散主路径

2005 年至 2009 年,主路径中的文献主要集中在图书情报学(LIS)、计算机科学(CS)和科学技术(ST)3大领域。2011 年以后,主路径出现多学科扩散趋势,以医学各相关领域为主,其他领域有教育学与教育研究、经济发展研究、社会工作、商业与经济等学科。因此,h 指数起源于科学技术领域,发展于图书情报学和计算机科学领域,后扩散至医学及其他学科领域。

为展示 h 指数扩散过程中的详细信息,在原始引

文网络中提取 h 指数扩散脉络,见图 3。绘制方法为,以主路径上引文关系的最低遍历权重值 0.02 为阈值,删除引文网络中低于该阈值的路径,由此获得 h 指数扩散脉络。扩散脉络由 101 个节点和遍历权重不小于 0.02 的引文关系构成。直径越大的节点表示其遍历权重越高,对知识扩散的走向及再创新进程起主导作用,黑色节点为主路径中的节点。节点标签的格式为“文献号,作者,发表年,研究领域”。

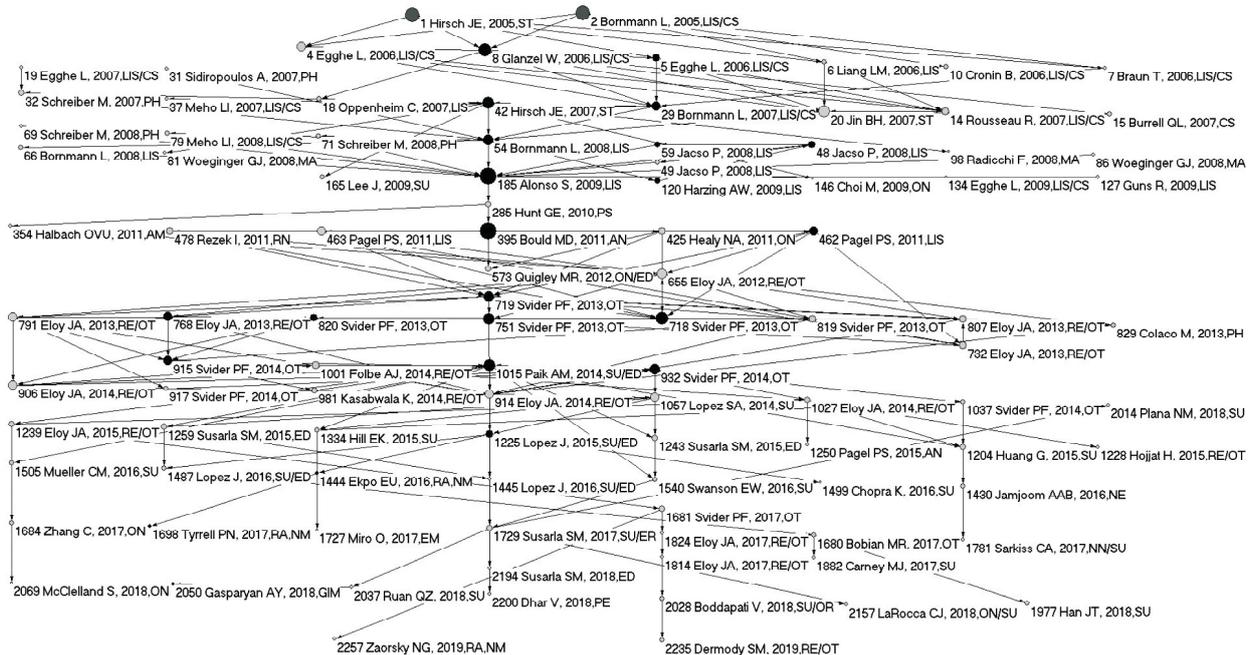


图 3 h 指数扩散脉络

根据扩散脉络,分析 h 指数的扩散及再创新的主要过程如下:

a.2005 年,Hirsch 发表的 An index to quantify an individual's scientific research output 一文为 h 指数的发端,属于科学技术领域。就在同一年,Bormann L 对 h 指数的引用将 h 指数从科学技术领域引入图书情报学领域和计算机科学领域,为 h 指数的发展提供了广阔空间。

b.2006 年以后 h 指数的衍生指数相继产生,在不同方面弥补了 h 指数的缺陷。例如,2006 年,Egghe,Leo(文献 4)在 h 指数的基础上提出 g 指数^[12];2007 年,Jin BiHui,Liang LiMing,Rousseau Ronald,Egghe Leo(文献 20)等人提出 R 指数和 AR 指数^[13];2008 年,Bormann L(文献 54)提出 m 指数^[14]。在扩散脉络中,g 指数、R 指数、AR 指数以及 m 指数等衍生指数是 h 指数在扩散过程中主要的指数再创新,它们丰富和完善了 h 指数。

c.2009 年,Alonso 发表的 h-Index: A review focused in its variants, computation and standardization for different scientific fields^[15](文献 185)一文遍历权值最高,为 0.7725,该文对 h 指数及其衍生指数,如 g 指数等进行详细分析,总结 h 类指数的优缺点、应用领域及应用标准。该成果提高了 h 指数在其他领域应用的可能性,进一步扩大了 h指数的应用领域范围,为 h 指数在其他领域的扩散起到了指导作用。

d.2011 年,在 h 指数扩散主路径中出现了医学领域,Bould 发表的文献 395 将 h 指数引入麻醉学领域,且遍历权值较大,为 0.6853。Bould 等人通过对 268 位麻醉学科研究人员进行教师、助理教授、副教授、全职教授等不同学术等级划分研究,其结果表明,h 指数能作为评价麻醉学科研究人员科研产出的指标^[16]。而在 h 指数的整个扩散脉络中首次出现医学领域是于 2009 年发表的文献 146,该文献利用 h 指数评估 1996-2007 年之间美国学术机构放射肿瘤学专业的研究效率,研究结果表明 h 指数可作为评价研究效率的指标,且与学者学术排名相关。这两篇文献对 h 指数的应用,为 h 指数在医学领域的扩散奠定了基础。

e.2013 年,Svider 在耳鼻喉学科引用了 h 指数(文献 751),其遍历权值为 0.3654,该文献研究耳鼻喉科医生的 h 指数与学术排名之间的关系,结果表明 h-index 是一种可靠的工具,可用于定量分析耳鼻喉科医生的学术生产力,但不同领域的医生之间 h 指数比较并不可靠^[17]。同年,学者 Eloy 也引用了 h 指数,该研究利用 h 指数来审查医疗事故中代表原告和被告的专家证人的相对资格,对医疗事故中专家证人的选择提供了参考和帮助,研究表明 h 指数相对高的人会获

得专家证人的资格。两位学者都认为 h 指数可以作为学术水平的一项评价指标,进一步提高了 h 指数在医学学术评价领域的认同。

f.2014-2017 年,医学领域仍然为 h 指数主要扩散领域,尤其是外科学,耳鼻喉科学,麻醉学,研究实验医学等学科。此外,h 指数还扩散到关于医学领域的教育教学研究方面,这为 h 指数扩散到其他领域的教育教学研究方面提供了借鉴。

g.2018-2019 年,扩散脉络的主要领域除医学相关学科外还涉及教育学与教育研究。同时,研究内容呈多样化,涉及 h 指数与学者学术地位、薪资、性别、毕业年限等的讨论。如,Boddapati,Venkat^[18](文献 2028)等人采用非参数检验对 h 指数与作者总发文量进行比较,发现当学者按照学术职位进行分层时,那些获得更多行业报酬的学者比那些获得较低报酬的学者的 h 指数和总发文量都更高;Zaorsky,Nicholas G.^[19](文献 2257)等人主要研究并描述放射肿瘤学领域的行业支付,利用 h 指数探讨行业薪酬与学术生产率之间的潜在相关性。研究发现,研究经费与研究者的 h 指数呈正相关,行业报酬与个人研究生产率指标的提高之间存在关联;Dermody,Sarah M.^[20](文献 2235)等人将医生的 h 指数,性别、毕业年限作为变量,来研究职位退伍军人健康管理局(VHA)雇用的耳鼻喉科医生之间是否存在性别薪酬差异。结果显示,毕业年限和 h 指数是影响薪酬的独立因子,而性别、职位则不影响医生薪酬。

2.3 h 指数衍生指数再创新路径 随着学术人员对 h 指数的深入研究,h 指数的局限性也逐渐显现出来,如 h 指数对绩效核外的低被引文章和绩效核内的高被引文章均不敏感等局限性^[21]。为了解决这些问题,研究人员在 h 指数的基础上提出了一系列衍生指数作为修正与改进。因此,衍生指数是 h 指数再创新的主要形式,研究它们之间的关系能更清晰的了解 h 指数的再创新过程。为揭示该过程,从原始网络中提取 h 指数和衍生指数之间的扩散关系,见图 4。节点标签的格式为“作者,发表年,研究领域”。其中,主要的衍生指标有 g 指数,R 指数和 AR 指数, H_w 指数^[22],m 指数, H_t 指数^[23],e 指数^[24],F 指数和 t 指数^[25],w 指数^[26]。

由图 4 可知,2005 年 Hirsch JE 提出了 h 指数,该节点向外发出 8 条弧指向其他衍生指数文献,是其他指数再创新的原型。以下从内容角度揭示 h 指数和衍生指数之间的传承与再创新关系。

a.2006 年 Egghe,Leo 提出 g 指数,属于图书情报学和计算机科学的跨学科研究领域。其定义为:论文按被引次数排序后相对排前的累积被引至少 g^2 次的

最大论文序次 g ,亦即第 $(g+1)$ 序次论文对应的累积引文数将小于 $(g+1)^2$ 。 g 指数弥补了 h 指数不能很好的反映高被引论文的缺陷。

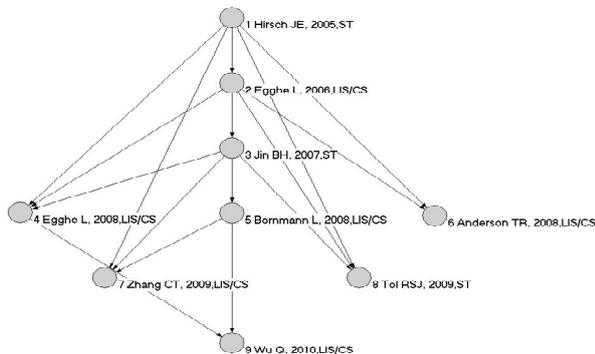


图 4 h 指数及其衍生指数创新扩散关系图

b.R 指数和 AR 指数是在 g 指数和 h 指数的基础上发展而来,2007 年由 Jin BiHui 和 Rousseau Ronald 提出,属于科学技术领域。该指数试图解决 h 指数功能扩展后在科学家个人科研绩效评价中的三个缺陷,即缺乏灵敏度,缺乏区分度,缺乏波动性。其中,R 指数是指 h 指数划定的绩效核内总被引频次的平方根,为绩效核内论文被引用的量,用于解决 h 指数的灵敏度和区分度的问题。AR 指数是指 h 核内每篇论文的年均被引频次总和的平方根,即为绩效核内论文被引用量的平均值,用于解决 h 指数只升不降的问题。实测数据证明 R 指数和 AR 指数是 h 指数功能扩展的补充指标。

c. H_w 是加权 h 指数,成果引用了 h 指数, g 指数,R 指数和 AR 指数,而后又对 w 指数产生影响。2008 年 H_w 指数由 Egghe L, Rousseau R 提出,属于图书情报学和计算机科学交叉领域。 H_w 指数的计算依赖于文章的引用次数。 H_w 中的连续设置和离散设置是参考函数中的离散型变量和连续型变量,相对于离散设置条件,在连续设置情况下可以使用微分学和积分学等工具对 H_w 进行数学计算,使得指数计算结果更加精确。实证结果表明,在连续的设置过程中,新指标具有许多良好的性能。在离散设置中,可能会出现一些与理想值稍有偏差的情况。

d. m 指数受 h 指数, g 指数,R 指数和 AR 指数的影响,而后又对 e 指数产生影响,主要弥补 h 指数对文献质量描述的不足,2008 年由 Bornmann L 提出,属于图书情报学和计算机科学交叉领域。 m 指的是在 h 核心中,被引数的中位数,描述的是文献的影响力,反映的是文献的质量维度,将 h 核心的所有被引数按降序排列,选择最中间的一个即为 m 值。

e. H_i 指数是在 h 指数和 g 指数的基础上的再创新,2008 年由 Anderson TR, Hankin RKS, Killworth PD 提出,属于图书情报学和计算机科学交叉领域。 H_i

是 h 指数的一个补充,当两个学者 h 指数相同的时候,可以利用 H_i 进行区分。 H_i 指数的原理是在传统的 h 指数被引次数和高被引论文数的两个维度基础上增加时间维度,将高被引论文的距今年数考虑在内,从而实现三个维度对学者学术成就的科学评价。

f.e 指数在 h 指数,R 指数和 AR 指数, m 指数的基础上进行创新,2009 年由 Zhang, Chunting 提出,属于科学技术领域,主要弥补 h 指数对高被引论文不敏感的问题,适合对论文少而单篇论文被引频次高的作者的评价。

g.f 指数和 t 指数是对 h 指数, g 指数,R 指数和 AR 指数的传承,2009 年由 Tol,RSJ 提出,属于图书情报学和计算机科学交叉领域。二者是 h 指数的简单变形,采用了几何平均值和调和平均值,修正了 g 指数受出版论文数量限制的局限,较好的弥补了 h 指数不能很好的评价低发文量作者的缺陷。

h.w 指数由 Wu, Qiang 于 2010 年提出,在 h 指数的基础上,综合了 g 指数,R 指数、AR 指数、 m 指数和 H_w 指数的成果,属于图书情报学和计算机科学交叉领域。 w 指数的含义为如果一个科学家的 w 篇论文每篇都至少被引用了 $10w$ 次,且其它论文每篇引用次数都低于 $10(w+1)$ 次,该指数试图突出有影响力的高被引的论文,来弥补 h 指数不能很好的反映高被引论文的缺陷。

2.4 h 指数再创新学科领域分布 根据 Web of Science 对每篇论文“研究方向”的分类, h 指数有关研究分布在 123 个领域,因而 2005-2019 年, h 指数的扩散广度为 123。表 4 为 h 指数所涉及的部分研究领域。 h 指数在研究领域中的扩散呈现明显的集中与分散趋势。

表 4 h 指数学科分布领域及采纳时间

研究领域	文献数	占总文献数的比例(%)	采纳时间
INFORMATION SCIENCE LIBRARY SCIENCE (LIS)	840	36.923	2005
COMPUTER SCIENCE(CS)	757	33.275	2005
SCIENCE TECHNOLOGY OTHER TOPICS (ST)	144	6.330	2005
SURGERY(SU)	115	5.055	2009
ENGINEERING(EN)	98	4.308	2007
EDUCATION EDUCATIONAL RESEARCH (ED)	80	3.516	2009
ENVIRONMENTAL SCIENCES ECOLOGY (ES)	79	3.473	2007
NEUROSCIENCES NEUROLOGY(NE)	69	3.033	2008
BUSINESS ECONOMICS(BE)	68	2.989	2008
GENERAL INTERNAL MEDICINE(GIM)	63	2.769	2008
MATHEMATICS(MA)	53	2.330	2007

续表 4 h 指数学科分布领域及采纳时间

研究领域	文献数	占总文献数的比例(%)	采纳时间
PSYCHOLOGY(PS)	52	2.286	2007
PHYSICS(PH)	50	2.198	2007
PUBLIC ENVIRONMENTAL OCCUPATIONAL HEALTH(PB)	44	1.934	2009
AUTOMATION CONTROL SYSTEMS(AU)	41	1.802	2010
ASTRONOMY ASTROPHYSICS(AS)	38	1.670	2007
RADIOLOGY NUCLEAR MEDICINE MEDICAL IMAGING(RA)	35	1.538	2009
OTORHINOLARYNGOLOGY(OT)	32	1.407	2010
OPERATIONS RESEARCH MANAGEMENT SCIENCE(OP)	26	1.143	2008
RESEARCH EXPERIMENTAL MEDICINE(RE)	26	1.143	2007
SOCIAL WORK(SO)	26	1.143	2011
AGRICULTURE(AG)	25	1.099	2009
HEALTH CARE SCIENCES SERVICES(HE)	25	1.099	2012
PEDIATRICS(PE)	17	0.747	2012
ANESTHESIOLOGY(AN)	14	0.615	2010
EMERGENCY MEDICINE(EM)	12	0.527	2013

图 5 展示的是 h 指数在 4 个主要学科领域的扩散

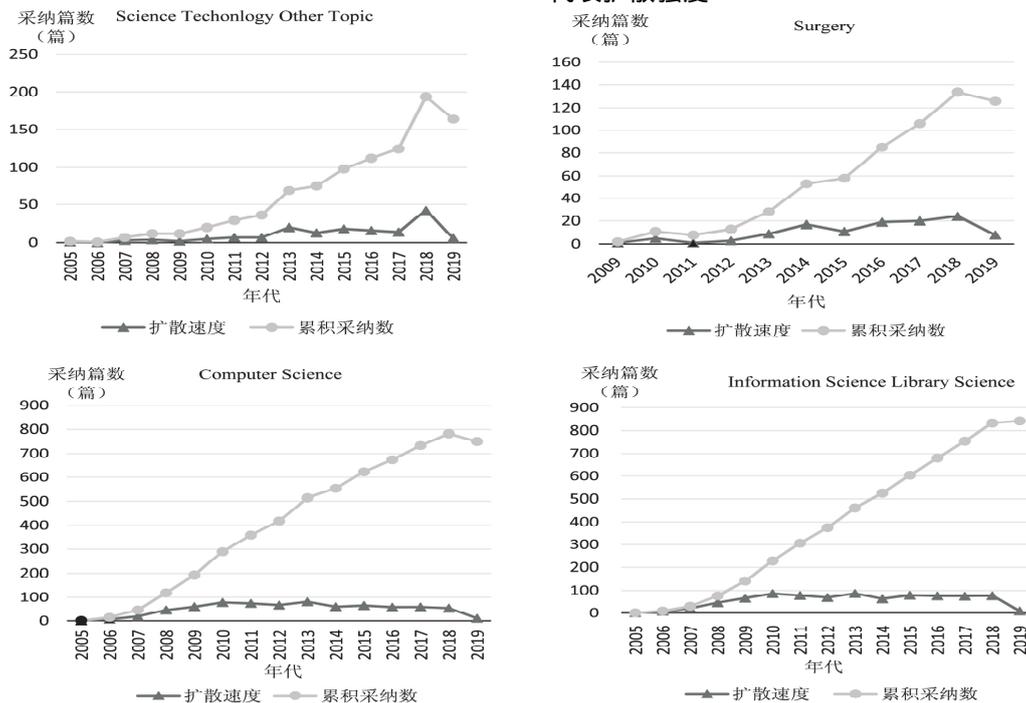


图 5 h 指数在主要学科领域的扩散曲线

h 指数学科领域扩散网络的整体结构是以 3 个学科为中心的扩散模式。扩散中心领域为图情-计科领域、图书情报学领域、科学技术领域; 扩散边缘领域为计算机科学、化学、外科等。以下详细介绍中心领域和边缘领域以及两者之间的扩散关系:

a. 中心领域之间的关系。三个中心领域中, 图情-计科领域和科学技术领域之间相互引用, 扩散方向为双向扩散。图书情报学领域与图情-计科领域、科学

技术领域之间皆为单向扩散, 是图书情报学领域向图情-计科领域和科学技术领域的扩散。因此, 三个中心领域为 h 指数的发展做出了不同贡献。科学技术领域为 h 指数的发展源头, 属于创新源头学科, 提出了 h 指数及部分 h 指数的衍生指数, 如 R 指数, AR 指数和 e 指数等被其他领域采纳, 奠定了 h 指数衍生指数的创新基础。图情-计科领域是图中最大的中心领域, 属于创新输入-输出型学科, 不仅采纳了科学技术领

曲线, 其大致趋势与图 1 相似, 但是曲线的起始时间和显示的扩散阶段不同。在采纳的起始时间方面, 2005 年至 2007 年, h 指数相关研究主要集中在图书情报学、计算机科学和科学技术领域, 发文量相对较大, 而外科领域关于文献 h 指数研究的起始时间则为 2009 年。在扩散阶段方面, 图书情报学与计算机科学在 2008 年进入起飞阶段, 而科学技术领域则在 2010 年进入起飞阶段。可见, 图书情报学与计算机科学在 h 指数再创新的学科领域中始终发挥引领作用。

2.5 h 指数学科领域扩散网络 为考察 h 指数在学科领域间的扩散与再创新, 将引用大于 10 的学科提取出来, 共有 28 个学科领域。建立这些领域之间的知识扩散交互网络, 见图 6。图中有 29 个节点, 增加了一个节点, 是由于单独设立了节点“Information Science & Library Science/Computer Science”(简称“图情-计科领域”)。同属于图书情报学和计算机科学的跨学科研究成果占两学科总文献的一半以上, 有必要单独列类。其他学科的跨学科文献比例较低, 不再单独列类。图 6 中箭头表示扩散方向, 连线上的数字为引用次数, 代表扩散强度。

域关于 h 指数的研究成果,而且也提出了部分衍生指数。图书情报学领域,属于创新输出型学科,向源头学

科科学技术领域输出再创新成果。

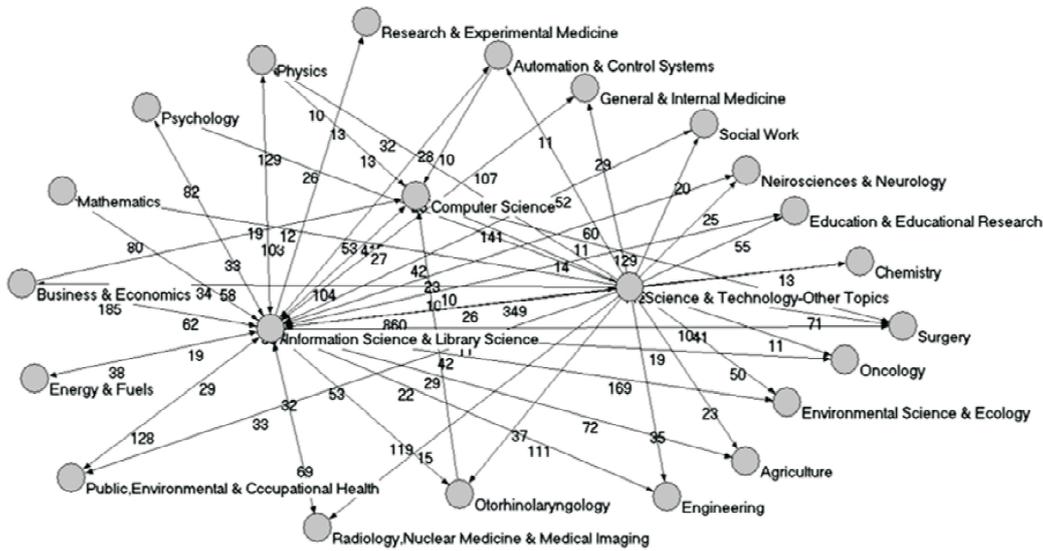


图 6 h 指数学科领域扩散网络

b.中心领域和边缘领域之间的关系。图情-计科领域均被其他 22 个边缘学科引用,其中与 16 个边缘学科存在相互借鉴的关系,其余单向扩散边缘学科主要为教育研究、医疗实验等领域。科学技术领域被 20 个边缘学科引用,与化学、商业与经济、自动控制技术等 12 个边缘学科存在互引关系,其余单向扩散的边缘学科主要为社会工作、教育研究等领域。图书情报学领域向 10 个边缘学科单向扩散,主要为物理、外科、化学等学科。这些边缘学科引入 h 指数时间较短,主要是在应用层面提供了 h 指数的应用案例。综合来看,中心领域和边缘领域之间的单向扩散,主要扩大了 h 指数的影响力,增加 h 指数应用学科领域的多样性;中心领域和边缘领域之间的双向扩散除了能够扩大 h 指数应用范围以外,更有助于完善 h 指数,使其应用到更多的领域。

成功扩散的临界值用了 18 年。扩散阶段历时短的主要原因是创新类型不同。h 指数作为一项直接用于科研评价的指标,容易受到各学科领域的关注。并且 h 指数是一项定义明确,算法易懂的指数创新,相比于内容丰富的理论创新,非常容易理解和应用。因此,无论是应用研究还是再创新研究的周期都比较短。

根据再创新内容,h 指数扩散起步阶段和起飞阶段的扩散动力分别为“衍生指数驱动”和“应用领域驱动”。衍生指数驱动主要发生在 h 指数扩散的起步阶段,此时 h 指数的发展以衍生指数创新为主。应用领域驱动主要发生在 h 指数扩散的起飞阶段。在该阶段,衍生指数创新成果减少,同时,由应用领域推动的学科扩散广度大大增加。

c.边缘领域之间的关系。22 个边缘学科之间无相互引用关系,对于 h 指数的贡献主要在于扩展了应用领域。这些研究增加了 h 指数应用场景的多样性,有助于 h 指数向更多领域扩散,同时也为 h 指数的创新发展提供更多机会。

3.2 扩散广度特征 h 指数的扩散广度远大于结构洞理论的扩散广度。扩散广度是采纳某项创新的研究领域的数量。h 指数在 14 年的发展过程中,扩散广度达到 123,而结构洞理论在 21 年中,扩散广度仅为 38。这与科研评价指数创新的学科属性低有关,不同学科领域均可采用,也便于不同领域根据自身学科的科研特点对该指数进行再创新。

3 研究结论

3.3 学科扩散特征 h 指数学科领域扩散有明显的中心-边缘结构。中心由 3 个学科构成,分别为创新源头学科、创新输入-输出型学科和创新输出型学科。其中,虽然科学技术领域为 h 指数创新发源地,但是图书情报学领域为最大创新输出领域,这与学术评价是图书情报学的一个重要研究领域有关。边缘领域之间缺少交流,均是与中心领域的单向或双向扩散。因此,h 指数学科扩散拓扑结构为以 3 个学科为中心的辐射状扩散。

本文对 h 指数的扩散与再创新过程进行研究,该指数创新扩散的特征如下:

3.1 扩散阶段特征 扩散阶段的主要特征为扩散阶段历时短。h 指数创新扩散的起步阶段很短,仅 4 年即完成初始扩散,到达临界值的时间也很短,为 10 年。而已有研究中,结构洞理论扩散的起步阶段时长为 14 年^[6],且在提出的最初 5 年并无扩散迹象,达到

3.4 主要再创新形式衍生指数是 h 指数再创新的主要形式,且再创新周期短。在 h 指数起步阶段的每一年都会出现新的衍生指数,2006-2010 年共产生了 8 个衍生指数。衍生指数的学科分布主要集中在 h 指数扩散的中心领域,即图情-计科领域、图书情报学领域、科学技术领域。这与 3 个学科的性质有关,图书情报学和计算机领域提供的评价理论、方法与技术能够快速孵化新的衍生指数,而科学技术领域是 h 指数产生的问题域,有改进指数的需求。

3.5 特殊应用领域 医学相关领域对 h 指数的采纳非常积极。在扩散主路径中,2009 年外科学将 h 指数引入了医学领域,2011 年以后医学领域成为 h 指数扩散的主导应用领域。主路径中的文献多数是医学文献,如麻醉学科、耳鼻喉学科和整形外科等。但是 h 指数在医学领域的扩散处于应用层面,并未产生再创新。这从侧面说明医学相关领域本身的活跃,善于吸纳其他领域的研究成果,以及医学相关领域对科研评价的关注与需求。

4 结 语

本文揭示了 h 指数创新扩散与再创新的过程,并总结了该指数扩散与再创新的特征。作为被权威数据库和学术搜索引擎采纳的一项指标创新,其研究结论对于指标创新的研究具有一定启发意义。但是,对于指标创新这一创新类型扩散与再创新规律的探索,还需要更多针对不同指标的研究案例,才能得出一般性、规律性的结论。

参 考 文 献

- [1] Nonaka I. The knowledge-creating company [J]. Harvard Business Review, 1991, 69(9): 95-104.
- [2] 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.
- [3] 赵基明,邱均平,黄凯,等.一种新的科学计量指标——h 指数及其应用述评[J].中国科学基金,2008,22(1): 23-32.
- [4] 高霞,陈凯华,官建成.科学知识扩散的网络模型[J].研究与发展管理,2013,25(2): 45-54.
- [5] 高霞.h 指数研究领域的知识扩散与影响力评价[J].科学与科学技术管理,2013(8): 3-9.
- [6] 宋歌.学术创新的扩散过程研究[J].中国图书馆学报,2015,41(1): 62-75.
- [7] 王展昭,马永红,张帆.基于系统动力学方法的技术创新扩散模型构建及仿真研究[J].科技进步与对策,2015(19): 13-19.
- [8] Tibor Braun, Wolfgang Glanzel, Andras Schubert. A hirsch-type index for journals[J]. Scientometrics, 2006, 69(1): 169-173.
- [9] 魏瑞斌,宋歌.h 指数研究综述与实证统计分析[J].中国科技期刊研究,2008,20(2): 220-224.
- [10] 埃弗雷特·M.罗杰斯(Everett M. Rogers). 创新的扩散[M]. 辛欣,译.北京:中央编译出版社,2002.06.
- [11] 诺伊(斯洛文),姆尔瓦(斯洛文),巴塔盖尔.蜘蛛: 社会网络分析技术[M].林枫,译.北京:世界图书出版公司北京公司,2012.10: 330-334.
- [12] Egghe Leo. Theory and practise of the g-index [J]. Scientometrics, 2006, 69(1): 131-152.
- [13] Jin B H et al. The R- and AR- indices: Complementing the h-index [J]. Chinese Science Bulletin, 2007, 52(6): 855-863.
- [14] Borrmann L. Are there better indices for evaluation purposes than the h index? A comparison of nine different variants of the h index using data from biomedicine [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2008, 59(5): 830-837.
- [15] Alonso S. H-index: A review focused in its variants, computation and standardization for different scientific fields [J]. Journal of Informetrics, 2009, 3(4): 273-289.
- [16] Bould M D, Boet S, Sharma B. H-indices in a university department of anaesthesia: An evaluation of their feasibility, reliability, and validity as an assessment of academic performance [J]. British Journal of Anaesthesia, 2011, 106(3): 325-330.
- [17] Svider P F. The Use of the h-index in academic otolaryngology [J]. Laryngoscope, 2013, 123(1): 103-106.
- [18] Boddapati V, Sachdev R, Fu M C, et al. Increasing industry support is associated with higher research productivity in orthopaedic surgery [J]. The Journal of Bone and Joint Surgery, 2018, 100(6): e36.
- [19] Zaorsky N G, Ahmed A A, Junjia Z, et al. Industry funding is correlated with publication productivity of US academic radiation oncologists [J]. Journal of the American College of Radiology, 2018: S1546144018308974-.
- [20] Dermody S M, Litvack JR, Randall JA, Malekzadeh S, Maxwell JH. Compensation of otolaryngologists in the veterans health administration: Is there a gender gap? [J]. Laryngoscope, PE, 2019, 129(1): 113-118.
- [21] 李燕萍. 基于 h 指数及其衍生指数的高校学术影响力分析研究[J]. 情报杂志, 2012, 31(8): 103-108.
- [22] Egghe L, Rousseau R. An h-index weighted by citation impact [J]. Information Processing & Management, 2008 MAR; 44(2): 770-780.
- [23] Anderson T R, Hankin RKS, Killworth PD. Beyond the durfee square: Enhancing the h-index to score total publication output [J]. Scientometrics, 2008, 76(3): 577-588.
- [24] Zhang Chunting. The e-Index, complementing the h-index for excess citations [J]. PLoS, 2009(4): e5429.
- [25] Tol RSJ. The h-index and its alternatives: An application to the 100 most prolific economists [J]. Scientometrics, 2009, 80(2): 317-324.
- [26] Wu Qiang. The w-index: A measure to assess scientific impact by focusing on widely cited papers [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2010, 61(3): 609-614.

(责编/校对: 贺小利)