

学术创新的扩散过程研究^{*}

宋 歌

摘 要 知识扩散能促进知识创新,从过程而非结果的视角研究学术创新的扩散,能够还原学术发展的轨迹,为学术研究及科研管理提供可靠依据。本文选取结构洞理论为学术创新实例,采用包含时间维度的扩散理论和分析时间流的主路径分析方法进行创新扩散实证研究。通过建立扩散时序网络,分析扩散曲线、路径与关键节点和学科分布与信息交互模式,定义扩散广度、速度、强度及延时,并进行测度,认为可将创新扩散过程研究归纳为五个步骤,其内容涵盖研究方法与分析维度、分析层次和分析视角的整合。图 6。表 5。参考文献 11。

关键词 学术创新 知识扩散 创新扩散 扩散过程

分类号 G350

The Diffusion Process of Academic Innovation

Song Ge

ABSTRACT

The study on characteristics of knowledge diffusion is becoming an important research topic in bibliometrics. Existing results pay close attention to the knowledge diffusion in one discipline or among different disciplinary fields which belong to static study. The dynamic process research of an academic innovation diffusing is rare. The tracks of academic development could be reduced and refined from the procedures rather than the results of academic innovation. Its study results will be valuable references not only for colleges and universities to constructing disciplines, organizing interdisciplinary research, tackling key problems, selecting project topics, grasping subject frontier and trend, but also for scientific research management departments to plan strategy and policy, evaluate projects and research.

Taking structural holes as example, this study carries out an empirical research using diffusion theory and main path analysis. Firstly, we establish sequential network of diffusion, draw diffusion curve, measure speed and acceleration. An S type curve has been found. The diffusion on its takeoff stage reached second-order inflection point in 2010. So the diffusion of structural holes will be successful. Secondly, we analyze subject distribution, delay and diffusion curves in different subjects. The result showed structural holes originated from Sociology but further developed by the strong push of Business & Economics. Current diffusion span is 38. Although their reaching to LIS was late, related research is active. According to the diffusion stages, we forecasted the development trend of structural holes in various disciplines. Thirdly, we identified main path, main path component and key nodes. There was only one main path with simple structures which led by Burt from 1992 to 2004, then extended to the area of Business & Economics since 2004. The key nodes and their relationship in main path component revealed that the process of re-innovation and re-diffusion had occurred one after another. Fourthly, we calculated diffusion strength and analyzed information interactive mode. The diffusion network had dual center composed by Sociology and Business & Economics. There were two modes between center disciplines and the others: doub-

^{*} 本文系中央高校基本科研业务费专项资金资助项目“基于引文网络的我国社会科学领域知识扩散研究”(编号:SKCX20130037)的研究成果之一。

通信作者:宋歌,Email:songge. 2000@163. com

le diffusion and unidirectional diffusion. Finally, five steps have been concluded for the study on diffusion of academic innovation.

Originality of this research is that we have defined span, speed, acceleration, strength and delay of diffusion, and made the basic indicators internally consistency; and by combining network theory, diffusion theory and citation analysis, we integrated methods and analysis dimensions, and thus the general method and steps of analyzing diffusion process have been concluded. 6 figs. 5 tabs. 11 refs.

KEY WORDS

Academic innovation. Knowledge diffusion. Innovation diffusion. Diffusion process.

0 引言

扩散是创新产生之后,经过一段时间,经由特定渠道,在某一社会团体的成员中传播的过程。它是特殊类型的传播,所含信息与新观念有关^[1]。而学术创新的扩散就是学术领域新知识的扩散,知识扩散对于知识创新有重要影响。国家哲学社会科学“十二五”规划中明确提出“大力促进基础学科之间、基础学科和应用学科、哲学社会科学和自然科学的渗透融合,在推动各学科互为借鉴、共同发展中培育新的学科增长点”^[2]。当前,知识扩散的特征与规律已经成为文献计量学领域重要的研究问题^[3]。其中,研究某一学科领域或不同学科领域之间知识扩散现象的成果已逐渐出现^[4-7],但是针对某项学术创新在不同学科领域中的知识扩散研究还非常少。这一研究对我国高等学校的学科建设,跨学科研究的组织,科技攻关,项目选题,把握学科前沿及发展趋势,对科研管理部门进行战略规划、政策制定、项目评审、科研评价等具有参考价值。

国内外对于知识扩散现象的定量研究持续升温,从方法上来看,越来越多地利用网络理论与方法,测度对象一般为期刊、论文、专利的引文网络。引文网络不仅体现了科学知识纵向的连续性和继承性,而且记录着学科之间横向的交叉与渗透,是研究知识扩散的天然入口。网络理论与方法为知识扩散的测度与可视化提供了有力工具,但目前此方面的研究还存在不足。

①利用复杂网络理论对知识扩散的演化过程进

行仿真和建模,虽然可从宏观上模拟和解释其网络结构与动力学特征,但是只能提供知识扩散的整体性描述,并不能深入到微观层面揭示个体的知识扩散行为。因为该方法将网络中的个体看作是同质的,然而个体的异质性正是扩散发生的前提,并且不同的个体在知识扩散中起到的作用也大不相同,忽略个体的异质性无法揭示知识扩散的本质。②在利用社会网络分析的常规指标与方法对知识扩散进行的实证研究中,网络节点虽然被看作是异质的,但是其仅能刻画知识扩散的静态特征^[8],如核心节点、网络分群、凝聚程度等,既不能直接反映知识扩散与知识增长的动态过程,也不能提示哪些节点和路径对知识扩散起到关键作用。因此,从结果而非过程的角度进行测度,会丢失知识扩散中的重要信息,从而无法准确揭示知识扩散现象。③已有成果一般仅从某一角度揭示知识扩散的某一特征,处于知识扩散测度指标与方法的探索阶段,对于知识扩散现象无法整体把握和全面测度,缺乏系统的研究范式与步骤。

针对以上不足,本文从知识扩散的过程角度,采用包含时间维度的扩散理论和分析时间流的主路径分析方法,兼顾宏观和微观两个层面,选取发端于社会学并广布于各社会学科的结构洞理论为学术创新实例,进行知识扩散实证研究。绘制扩散曲线,得出扩散拐点,确定扩散阶段;识别扩散主路径、主路径成分及关键节点;测度扩散广度及在不同学科扩散的延时、速度及强度。在实证分析的基础上,总结研究学术创新扩散过程的一般方法与步骤,试图为学术创新的扩散过程研究提供一个相对清晰的研究

究思路。

1 研究方法 with 指标

1.1 扩散理论

创新扩散的研究是在一系列相互独立的领域同时进行的,如社会学、人类学、教育学、传播学、心理学、行政管理、市场营销和流行病学。尽管这些扩散研究各具特色,但是每个研究领域都得出了相似的结论:一项创新的扩散遵循以时间为横轴的 S 型曲线。

创新扩散的整个过程之所以呈现出 S 型曲线,是因为系统内不同成员的采纳时间呈正态分布,而钟形曲线的累积曲线即为 S 型曲线。采纳时间正态分布的形成过程可简述为:一项创新首先被少数人接受,随着扩散过程中信息的有效传播以及不确定性逐渐减少,随后的采纳人数迅速增加,等到有大量人员接受创新时,由于对创新毫不知情的人越来越少,创新采纳人数增长速度反而放缓,最后新增加人员的数量迅速下降,传播过程逐渐停止。由此,可以将 S 型曲线分为四个对应的阶段:起步阶段、起飞阶段、成熟阶段、衰退阶段。然而,并不是所有的创新扩散都会呈现 S 型曲线,S 型曲线只能说明创新成功扩散的情况,不成功的扩散在扩散曲线上表现为水平状态。

扩散理论的主要概念与指标如下:

(1) 采纳速度(adoption rate):在特定时间点上新增采纳者的数量或百分比。

(2) 采纳加速度(adoption acceleration):采纳速度的变化量。

(3) 临界量(critical mass):用以维持扩散过程的最少采纳者数量。一旦达到临界量,就会触发系统的连锁反应,从而出现大范围快速扩散,此时,扩散过程自动自发进行,不需要外界刺激来维持。临界量一般在 S 型扩散曲线的二阶拐点处达到。

(4) 二阶拐点(second-order inflection point):采纳加速度最高的点。此后,采纳加速

度放缓,但是采纳速度仍然不断增加。

(5) 一阶拐点(first-order inflection point):采纳速度最高的点。此时,新增采纳者的绝对量达到最大。通常情况下,一阶拐点出现在已采纳者人数占到最终总采纳人数约 50% 的时候。

1.2 主路径分析

由新发现所带来的科学革命,即突发的范式变革,可以由引文网络结构的急剧变化反映出来。利用主路径分析,可以发现隐藏在引文网络中的科学发展脉络,并找到那些在一定时间段内影响特定研究领域的文献。

主路径分析的理论前提是将引文网络看作一个输送知识信息的渠道系统。如果一篇论文能够把之前一些论文的知识整合到一起,并且为新知识的增长做出实质性贡献,那么这篇论文就有可能被大量引用,而且有可能使此后再引用此前的论文变得有点多余。因此,这种论文就成了渠道系统中的重要枢纽,大量知识信息从此处流过。显然,参与许多论文之间路径的引文关系就要比很少参与论文之间路径的引文关系更重要。那些重要的引文关系构成了一条或多条主路径,这就是一个研究领域的框架结构^[9]。

主路径分析的主要概念与指标如下:

(1) 源点(source vertex):在非循环网络中,入度为 0 的节点。

(2) 宿点(sink vertex):在非循环网络中,出度为 0 的节点。

(3) 遍历权值(traversal weight):对一条弧或一个节点来说,它的遍历权值是指,在源点与宿点之间的所有路径中,含有这条弧或这个节点的路径所占的比例。此处,节点即文献,弧即引文关系。

(4) 主路径(main path):从源点指向宿点的路径,要求该路径所含的弧的遍历权值最高。

(5) 主路径成分(main path component):从源点指向宿点的路径,要求该路径所含的弧的遍历权值大于等于设定的阈值。阈值的设定一

般等于或略小于主路径中最低的遍历权值。

主路径分析的计算原理是:如果要把其他文献连接到一起,要计算在多大程度上需要某条引文关系或某篇文献,所得结果称为某条引文关系或某篇文献的遍历权值。计算过程分两步:首先,找出从每个源点指向每个宿点的所有路径,并且算出含有某条指定引文关系的路径数量;接着,用含指定引文关系的路径数量,除以网络中源点与宿点之间路径的总数量,由此得到的比值就是指定引文关系的遍历权值。同理,可以算出每篇文献的遍历权值。

根据得到的遍历权值提取主路径和主路径成分。提取主路径的方法有多种,本文采用最常用的方法,具体如下:选取与权值最高的弧相连的源点,然后选定弧及其头端,重复上述过程,最终到达宿点。提取主路径成分,需要设定一个大于0小于1的阈值,然后从网络中删除所有遍历权值低于该值的节点,在提取出来的网络中所含的大规模成分就是主路径成分。通常要使最终得到的成分至少含有一个源点和一个宿点,因此取值实际上等于各条主路径上的最低遍历权值。

1.3 基础测度指标

对创新扩散的广度、速度、强度及延时等进行测度可以描述扩散的基本特征,根据扩散理论、社会网络分析和引文分析,提出相应指标的定义及计算公式。

(1) 扩散速度 (diffusion rate, dr): 在扩散理论中,创新的扩散速度用采纳速度来衡量,即,某时刻新增采纳者的数量。计算公式为:

$$dr_t = ca_t - ca_{t-1}$$

其中, dr_t 为 t 时刻的扩散速度, ca_t 为 t 时刻的累计采纳量(cumulative adopters)。

(2) 扩散加速度 (diffusion acceleration, da): 某时刻扩散速度的变化量。计算公式为:

$$da_t = dr_t - dr_{t-1}$$

其中, da_t 为 t 时刻的扩散加速度。

(3) 扩散广度 (diffusion breadth, db): 采纳某

创新的研究领域数量。

(4) 扩散强度 (diffusion strength, ds): 是矢量,即关于某创新的知识信息从一个研究领域到另一个研究领域的流量,可以用后者对前者的引用次数来衡量。

(5) 扩散延时 (diffusion delay, dd): 某研究领域采纳某创新的时间与该创新出现在源发领域的时间差。计算公式为:

$$dd = t_a - t_o$$

其中, t_a 为某研究领域的采纳时间(adoption time), t_o 为某创新的出现时间(occurrence time)。

2 数据来源

Ronald Burt 于 1992 年在《结构洞:竞争的社会结构》一书中提出了著名的结构洞概念,当前,结构洞理论已经广布于社会科学的许多学科,相关研究非常活跃。因此,以结构洞理论为例,研究学术创新的扩散过程具有典型意义。

数据来源方面,本文尽量全面采集有关结构洞理论的高水平研究成果。除了《结构洞:竞争的社会结构》一书,其他数据来自国际权威引文索引数据库《社会科学引文索引》(Social Science Citation Index, SSCI)。在“Topic”字段输入检索词“structur* hole*”以保证检全率和检准率,文献类型设定为“ARTICLE”,时间跨度为1992—2013,命中文献数 397 篇,建立这 398 篇论著的引文网络。

3 实证与结果

3.1 结构洞理论扩散时序网络

结构洞理论引文网络包括 398 个节点和 2 241 条弧。从于只能是后发表的文献引用先发表的文献,因此该网络为单向非循环网络。据此特点,将网络节点按发表年代分列,得到结构洞理论的扩散时序网络,如图 1 所示。图中箭头由被引文献指向引用文献,箭头方向表示创新扩散的方向。

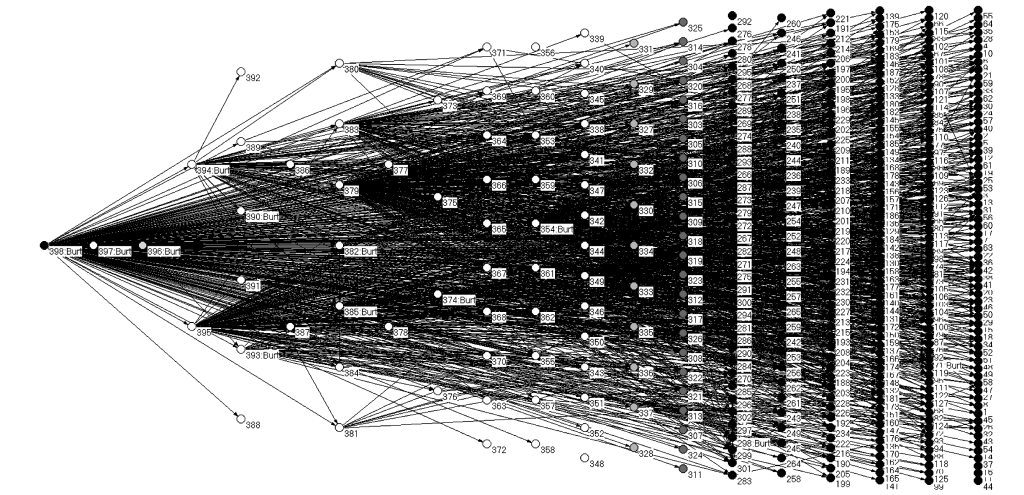


图 1 结构洞理论扩散时序网络

从图 1 可以看出结构洞理论扩散的总体趋势。从 1992 年结构洞概念提出开始,时间越近,文献节点越密集。Burt 在此期间发表的 12 篇相关论著已在图中标注。可见,在提出结构洞理论之后的 5 年中,该理论并没有得到迅速传播,相关论文仅有 2 篇(节点 397、396),是 Burt 自己在 1993 年和 1995 年发表的。直到 1997 年, Walker(节点 395)将该理论引入到商业与经济学研究领域,结构洞理论才开始其传播历程。显然,扩散时序网络无法反映更多的扩散特征与细节,需要利用原始数据做进一步分析。

3.2 结构洞理论扩散曲线

结构洞理论是一项重要的学术创新,其知识扩散过程毫无例外地显示为一条 S 型扩散曲线,如图 2 中的累积曲线所示。其中,X 轴表示时间,Y 轴表示采纳该创新的文献数。结构洞理论的扩散速度和加速度如表 1 所示。2010 年的扩散加速度最高,为 16,是 S 型曲线上的二阶拐点。扩散在此时达到了临界值,由此可以预见结构洞理论将成功扩散,完成整个 S 型扩散过程。但是,由于扩散速度还在不断增长,无法判断何时到达 S 型曲线的一阶拐点。从扩散阶段上看,成熟阶段和衰退阶段还未显现。由于 2007

年加速度明显增加,因此,1992 年至 2006 年为扩散的起步阶段,从 2007 年开始为起飞阶段。

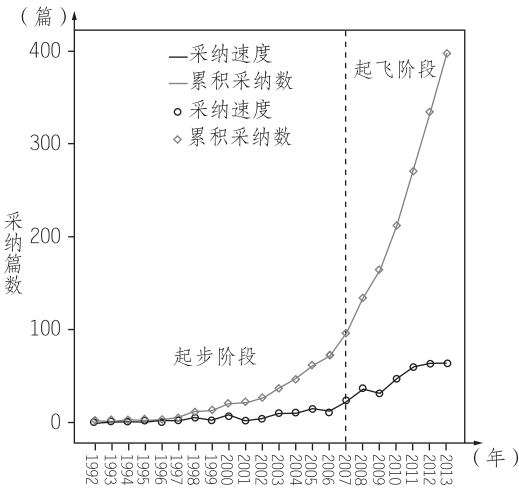


图 2 结构洞理论扩散曲线

3.3 结构洞理论学科领域分布

Web of Science 对其收录的每篇论文都标注了“研究领域”(research areas),相当于学科或学科中的特定领域。如果是跨学科的研究论文,则会注明所涉及的每个研究领域。根据引文网络中每篇论文所属研究领域的详细分类,结构洞的有关研究分布在 38 个学科领域,即扩散广

表 1 结构洞理论的扩散速度和加速度

年代	扩散速度	累积采纳数	扩散加速度	累积采纳(%)
1992	1	1	0	0
1993	1	2	0	1
1994	0	2	-1	1
1995	1	3	1	1
1996	0	3	-1	1
1997	2	5	2	1
1998	6	11	4	3
1999	2	13	-4	3
2000	7	20	5	5
2001	2	22	-5	6
2002	4	26	2	7
2003	10	36	6	9
2004	10	46	0	12
2005	15	61	5	15
2006	11	72	-4	18
2007	24	96	13	24
2008	37	133	13	33
2009	31	164	-6	41
2010	47	211	16	53
2011	60	271	13	68
2012	63	334	3	84
2013	64	398	1	100

度为 38(见表 2)。其中,个别学科领域拥有大量相关成果,而大多学科领域仅有少量相关文章,是一种长尾分布,说明其学科扩散符合幂率分布特征。

结构洞理论发端于社会学,而在商业与经济学得到深入研究与应用。这两个领域的累积采纳百分比超过了 80%。主要的扩散领域还有公共管理、心理学和图情学。此外,有些研究已不局限于社会科学,还涉及理工、农医和人文学科,如工程学、地理学、环境科学与生态学、计算机科学、通信、数学、农业、交通运输、电信、物理学、能源和燃料、生物技术与应用微生物学、老年病学、研究与实验医学、康复、护理学、科学史与科技哲学、历史学等。

由表 2 还可以看出采纳时间与发文量的关

系。文献数大于 5 的学科领域,采纳结构洞理论的时间基本都在总扩散曲线的起步阶段,即 2007 年以前;而文献数小于 5 的学科领域,采纳时间大多在起飞阶段之后,是在扩散处于快速增长时期时加入的。其中,文献数为 1 的学科领域,绝大部分是在近 3 年才引入结构洞理论的。

观察结构洞理论在 5 个主要学科领域的扩散曲线,如图 3 所示,其形态与图 2 相似,但是曲线的起始时间和显示的扩散阶段不同。采纳时间方面,结构洞理论在 1997 年至 1999 年扩散至商业与经济学、公共管理和心理学,而在图情学中的扩散起步较晚,是在 2005 年。但是图情学与其他 2000 年以后才进入扩散起步阶段的学科领域相比,其发文量是最大的,可见该学科对结构洞理论的研究与应用相对活跃。

表 2 结构洞理论学科领域分布及采纳时间

序号	研究领域(简写)	文献数	占总文献数的比例(%)	采纳时间
1	BUSINESS & ECONOMICS(BE)	279	70.10	1997
2	SOCIOLOGY(SO)	47	11.81	1992
3	PUBLIC ADMINISTRATION(PA)	33	8.29	1998
4	PSYCHOLOGY(PS)	30	7.54	1999
5	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE(LIS)	21	5.28	2005
6	ENGINEERING(EN)	19	4.77	2005
7	SOCIAL SCIENCES OTHER TOPICS(SOT)	18	4.52	2000
8	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE(OM)	17	4.27	2005
9	GEOGRAPHY(GE)	16	4.02	2002
10	ENVIRONMENTAL SCIENCES & ECOLOGY(EE)	16	4.02	2002
11	COMPUTER SCIENCE(CS)	15	3.77	2005
12	ANTHROPOLOGY(AN)	15	3.77	1993
13	COMMUNICATION(CO)	8	2.01	1998
14	URBAN STUDIES(US)	6	1.51	2002
15	MATHEMATICS(MA)	6	1.51	2007
16	SCIENCE TECHNOLOGY OTHER TOPICS(TOT)	5	1.26	2007
17	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH(ED)	5	1.26	2005
18	CRIMINOLOGY & PENOLOGY(CP)	4	1.01	2003
19	MATHEMATICAL METHODS IN SOCIAL SCIENCES(MM)	3	0.75	2007
20	GOVERNMENT & LAW(GL)	3	0.75	2007
21	AGRICULTURE(AG)	3	0.75	2011
22	GERIATRICS & GERONTOLOGY(GG)	2	0.50	2009
23	TRANSPORTATION(TR)	1	0.25	2006
24	TELECOMMUNICATIONS(TE)	1	0.25	2012
25	SOCIAL WORK(SW)	1	0.25	1998
26	RESEARCH & EXPERIMENTAL MEDICINE(RM)	1	0.25	2012
27	REHABILITATION(RE)	1	0.25	2013
28	PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH(PO)	1	0.25	2011
29	PHYSICS(PH)	1	0.25	2013
30	INTERNATIONAL RELATIONS(IR)	1	0.25	2013
31	HISTORY & PHILOSOPHY OF SCIENCE(HP)	1	0.25	2010
32	HISTORY(HI)	1	0.25	2011
33	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES(HC)	1	0.25	2009
34	FAMILY STUDIES(FS)	1	0.25	2013
35	ENERGY & FUELS(EF)	1	0.25	2013
36	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY(BA)	1	0.25	2013
37	BIOMEDICAL SOCIAL SCIENCES(BS)	1	0.25	2011
38	AREA STUDIES(AS)	1	0.25	2011

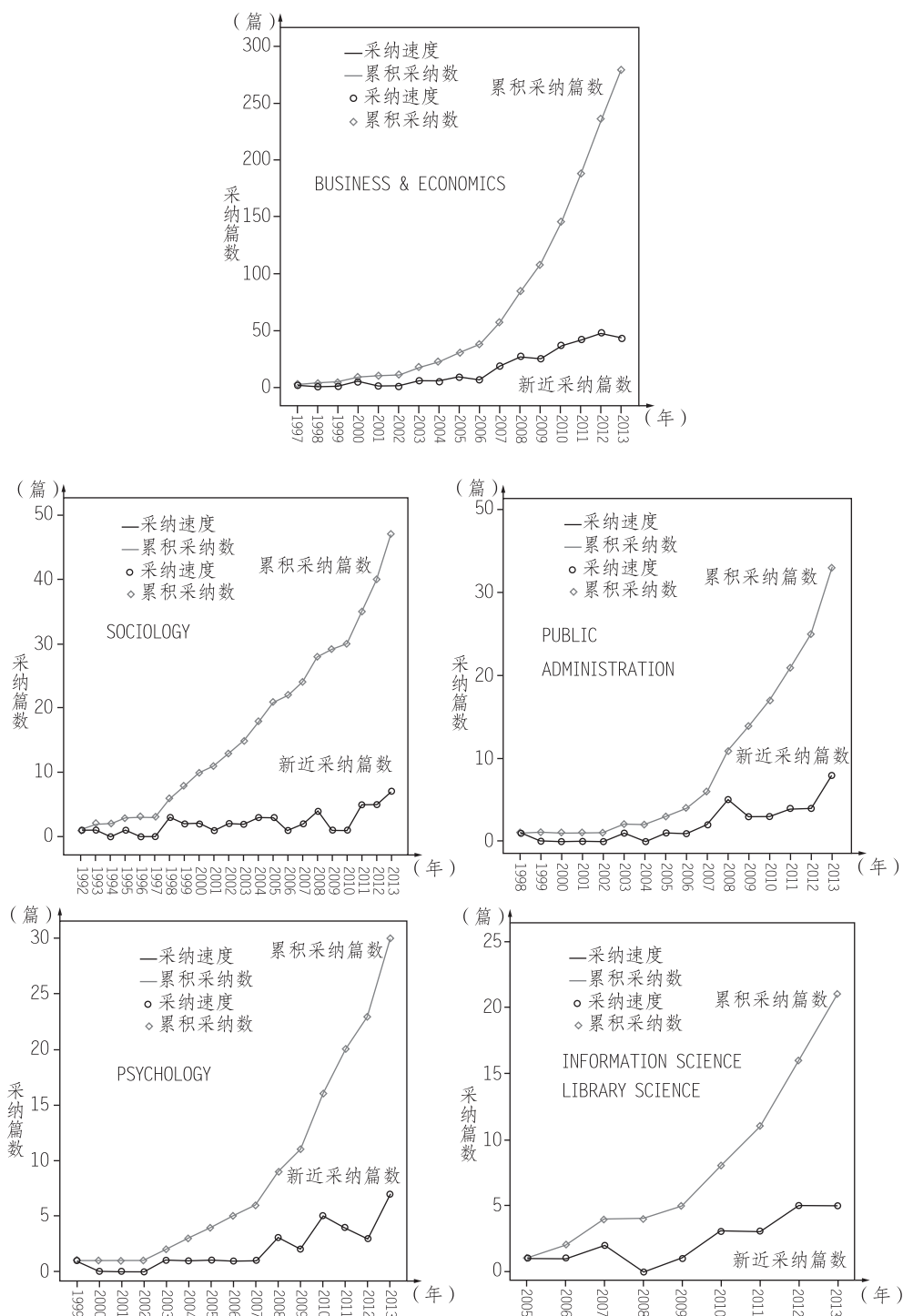


图3 结构洞理论在主要学科领域的扩散曲线

扩散阶段方面,商业与经济学与总扩散曲线阶段相同,于 2007 年进入起飞阶段,社会学进入起飞阶段是在 2011 年,而公共管理、心理学和图情学还需要根据后续数据才能判断它们目前是处于起步阶段的末尾还是起飞阶段的初期。另外,商业与经济学、社会学均于 2010 年达到二阶拐点,与总扩散曲线相同。由于达到了临界值,可以推断结构洞理论在这两个领域将实现成功扩散,而后 3 个学科的扩散曲线还未出现二阶拐点。

根据扩散曲线,可以对结构洞理论在各学科领域的扩散做一些预测:①未来几年,处于起飞阶段的社会学、商业与经济学这两个领域仍然会有大量相关研究成果问世;②对于处于起步阶段末尾的学科领域来说,将面临一次研究

成果数量上的激增,比如图情学;③对于刚刚迈入起步阶段的学科领域,比如理工农医以及一些人文学科,可以预见以后几年的相关研究成果仍然会比较少,但同时意味着这些领域可能会出现高创新性的研究成果,因为一项学术创新的大部分创新工作是在起步阶段完成的。

3.4 结构洞理论扩散主路径与主路径成分

扩散时序网络和扩散曲线,共同反映了结构洞理论扩散过程的概况与趋势。而扩散的脉络、关键路径和关键文献,则需要利用主路径分析进行提取^[10]。引文关系和文献的遍历权值计算结果如表 3、表 4 所示。据此析出的扩散主路径只有一条,且结构比较单一,主路径上没有分支(见图 4)。

表 3 结构洞理论扩散引文关系遍历权值分布区间

引文关系遍历权值区间	频数	频数百分比	累积频数	累积频数百分比
(0.000 0 ... 0.000 0]	0	0.000 0	0	0.000 0
(0.000 0 ... 0.035 6]	1 799	97.984 7	1 799	97.984 7
(0.035 6 ... 0.071 1]	21	1.143 8	1 820	99.128 5
(0.071 1 ... 0.106 6]	9	0.490 2	1 829	99.618 7
(0.106 6 ... 0.142 1]	2	0.108 9	1 831	99.727 7
(0.142 1 ... 0.177 7]	2	0.108 9	1 833	99.836 6
(0.177 7 ... 0.213 2]	0	0.000 0	1 833	99.836 6
(0.213 2 ... 0.248 7]	1	0.054 5	1 834	99.891 1
(0.248 7 ... 0.284 2]	2	0.108 9	1 836	100.000 0

表 4 结构洞理论扩散论文节点遍历权值分布区间

节点遍历权值区间	频数	频数百分比	累积频数	累积频数百分比
(0.000 ... 0.000]	0	0.000 0	0	0.000 0
(0.000 ... 0.125]	386	97.229 2	386	97.229 2
(0.125 ... 0.250]	6	1.511 3	392	98.740 6
(0.250 ... 0.375]	3	0.755 7	395	99.496 2
(0.375 ... 0.500]	0	0.000 0	395	99.496 2
(0.500 ... 0.625]	0	0.000 0	395	99.496 2
(0.625 ... 0.750]	1	0.251 9	396	99.748 1
(0.750 ... 0.875]	0	0.000 0	396	99.748 1
(0.875 ... 1.000]	1	0.251 9	397	100.000 0

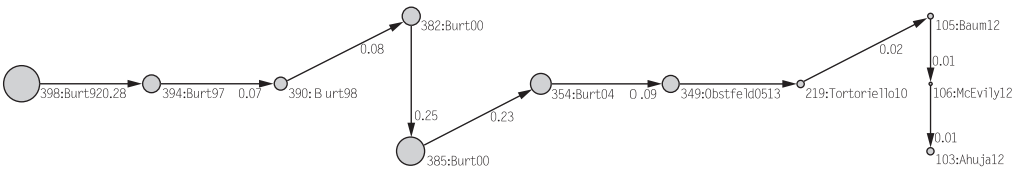


图 4 结构洞理论扩散主路径

主路径以 2004 年为界,前半段主要在社会学领域,后半段全部在商业与经济学领域。主路径中的 11 篇文献(见表 5),有 6 篇为 Burt 所发表,且集中在主路径的前半段,后半段的 5 篇

文献由不同作者发表,但都属于商业与经济学领域。这一结果与上文结构洞理论发端于社会学、发展于商业与经济学的描述相吻合。

表 5 结构洞理论扩散主路径论著列表

编号	篇名	作者	发表年代	研究领域
398	Structural holes;the social structure of competition	Burt R S	1992	SO
394	The contingent value of social capital	Burt R S	1997	BE
390	The gender of social capital	Burt R S	1998	SO
382	The social capital of French and American managers	Burt R S	2000	BE
385	The network structure of social capital	Burt R S	2000	SOT
354	Structural holes and good ideas	Burt R S	2004	SO
349	Social networks, the Tertius lungens and orientation involvement in innovation	Obstfeld D	2005	BE
219	Activating cross-boundary knowledge;the role of simmelian ties in the generation of innovations	Tortoriello M	2010	BE
105	Better with age? Tie longevity and the performance implications of bridging and closure	Baum J A C	2012	BE
106	Not all bridging ties are equal;network imprinting and firm growth in the nashville legal industry, 1933-1978	McEvily B	2012	BE
103	Introduction to the special Issue;the genesis and dynamics of organizational networks	Ahuja G	2012	BE

由此还可以看到,Burt 不仅创立了结构洞理论,而且对该理论的扩散起到重要作用。他在该领域持续研究,共发表相关论著 12 篇,其中 6 篇主导了 1992 年至 2004 年的知识扩散研究。这 6 篇文献是对结构洞理论在社会学、商业与经济学以及社会科学其他领域中的应用进行的研究。其中有两条引文关系非常重要,分别是 Burt 在 2000 年发表的文献 385 对自己同年发表文献 382 的引用,以及 2004 年发表的文献 354 对 385 的引用,它们的遍历权值仅次于 398 发出的引文关系,远高于其他引文关系,分别为 0.25

和 0.23。而文献 385 正是扩散网络中遍历权值仅次于 398 的节点,为 0.647,该文对于结构洞理论在商业与经济学领域的迅速扩散起到重要作用。2004 年以后,扩散主路径在商业与经济学领域延伸,研究主题愈加深入、多样。

主路径只是创新扩散过程的主干,而主路径成分可在扩散主干上增加重要枝叶,呈现扩散的完整脉络,相当于主干的发展有了背景和参照物。因此,主路径成分展示了比主路径更丰富多彩的精细演化结构,更翔实地刻画了创新扩散的过程。而且,近期涌现的研究主题可

能成为引领特定领域未来发展的核心,是非常值得关注的对象^[11]。

主路径上引文关系的最低遍历权值为 0.01,以此为阈值获得主路径成分。结果只有一个主路径成分,它将主路径完整地包含其中,是主路径的扩展网络,如图 5 所示。主路径成分由 55 个节点和不少于 0.01 遍历权值的引文关

系构成。其中,拥有较高遍历权值的节点是关键文献,对知识扩散的走向及进程起主导作用。图示中,节点越大表示其遍历权值越高;黑色节点为主路径中的节点,共 11 个,其余 44 个为灰色节点;节点标签的格式为“编号:作者—发表年—领域”。

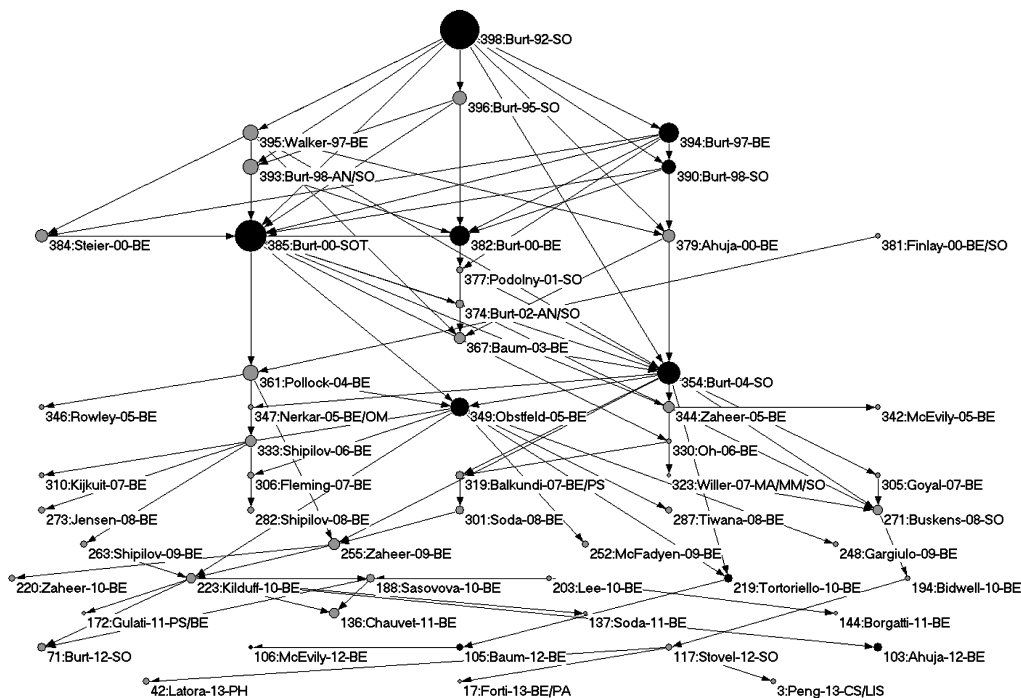


图 5 结构洞理论扩散主路径成分

从学科领域来看,主路径成分主要是社会学、商业与经济学的阵地,除此之外,人类学、心理学各有 2 篇文献,运筹与管理学、公共管理、数学、物理学、计算机科学和图情学也各有 1 篇文献。以下简述其中的关键文献和传播关系,揭示结构洞理论在扩散过程中发生的再创新与再扩散的过程与规律。

(1) Burt 于 1992 年发表的《结构洞:竞争的社会结构》为主路径成分的源点,该节点拥有最高遍历权值 1,属于社会学研究领域。

(2) Walker 于 1997 年将结构洞理论引入商业与经济学(文献 395),同年 Burt 也涉及了该

领域,发表文献 394,遍历权值排名第四,为 0.284 2。这两篇文献使得结构洞理论在扩散的最初阶段就与商业与经济学紧密相连,为结构洞理论提供了广阔的发展空间。

(3) Burt 于 1998 年发表的文献 393 是结构洞理论与人类学的融合,其后续研究为 2002 年的文献 374。此外,结构洞理论在人类学的研究并不活跃,参考这 2 篇文献的内容,可以认为,是 Burt 利用社会人类学中的相关理论扩充、丰富了结构洞理论。

(4) 拥有第二大遍历权值的节点文献 385 是 Burt 于 2000 年发表的,该文献对 Burt 以往的

(7)将结构洞理论运用于心理学和商业与经济学的跨学科研究始于2007年(文献319),

(8)2013 年,文献 42 将结构洞理论引入物理学,它和同一年的公共管理学文献 17、计算机科学与图情学文献 3 都引用了主路径成分中的同一篇文献 117。该文献属于社会学领域,研究的是结构洞理论中的重要议题——代理行为。文献 42 针对社会资本研究中遇到的问题提出了新的分析方法;文献 17 研究发明家的社交网络;文献 3 利用期刊引文网络研究期刊影响力。可见,结构洞的理论研究为方法和应用研究提供了理论支撑。

为了清晰展现结构洞理论在主要学科领域间的扩散关系,将相互之间引用或被引次数大于 10 的学科提取出来,建立它们之间的知识扩散交互网络(见图 6)。网络规模为 11,箭头表示扩散方向,连线粗细代表扩散强度,连线上的数字为引用次数。

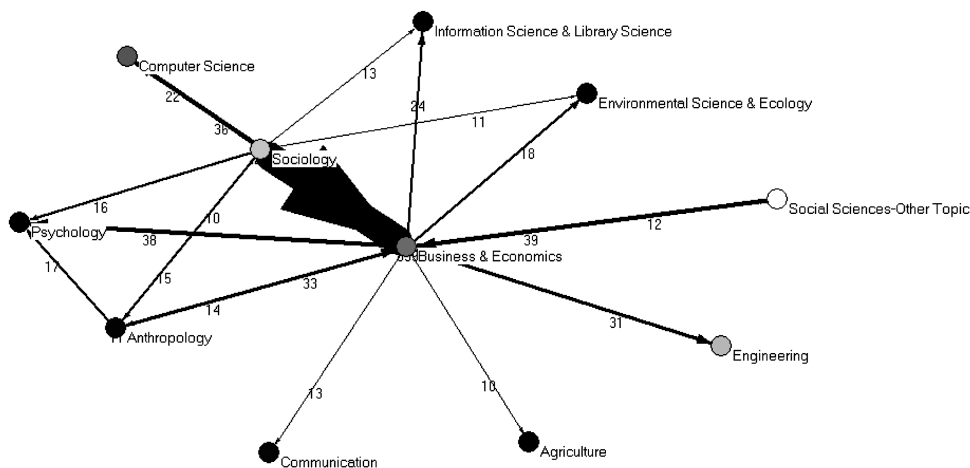


图 6 结构洞理论学科领域扩散网络

学科领域扩散网络是双中心网络,社会学和商业与经济学共同组成结构洞理论扩散的中心。中心的网络动力结构是:结构洞理论从社会学强力扩散至商业与经济学。其他学科领域与中心的扩散模式有两种。一种是其他学科领域与中心的双向扩散,有人类学、社科其他主题、计算机科学,这些学科不仅将结构洞理论纳入其研究领域,而且利用自身的某些理论与方法进一步完善了结构洞理论。另一种是中心向其他应用型学科的单向扩散,在这种扩散模式中,有以双中心为知识源的图情学、环境科学与生态学、心理学,也有仅以商业与经济学为知识源的工程、农业、通信等学科。

综合主路径成分的分析结果,结构洞理论扩散过程可以概述为:结构洞理论在社会学和商业与经济学中融合发展,相互促进,并激发其他领域采纳结构洞理论,同时也利用其他领域的专业知识进一步完善结构洞理论。在各学科领域知识信息的交互过程中,结构洞理论相关研究逐渐发展壮大,该项学术创新的扩散过程进展顺利。

4 研究结论

全面研究学术创新的扩散过程,需要从多角度进行分析。具体来说,分析维度包括时间维度和学科维度。分析层次包括:宏观层次,创新扩散全貌与概况;中观层次,分学科领域或分时段、分阶段分析;微观层次,创新扩散的关键路径与关键节点。分析视角包括:整体视角,全学科或某学科领域的创新扩散过程,创新扩散学科领域分布,及学科领域间知识扩散模式研究;局部视角,提取部分创新扩散网络进行分析;个体视角,提取某个节点或弧进行自我中心网络分析。

学术创新的扩散过程研究需要从上述角度全面考虑,而且不同角度的分析往往是融合在一起的。以主路径分析为例,这种分析知识扩散框架结构的方法,从宏观层面深入到微观层

面,在整体视角、局部视角和个体视角中变换,分析既包括时间维度,也包括学科维度。鉴于研究的复杂性,本文通过实证研究,厘清研究方法和研究角度的关系,总结出学术创新扩散过程研究的一般步骤。

(1)建立创新扩散时序网络。网络节点可以是文献、作者、期刊等,可以研究学术创新在不同主体中的扩散过程。

(2)创新扩散曲线研究。测度扩散速度与加速度,根据曲线类型判断扩散成败,确定扩散阶段和扩散拐点,预测扩散趋势。研究层次包括宏观和中观,后者如学术创新在单学科领域的扩散曲线研究。

(3)创新扩散学科领域分布研究。测度扩散广度和在不同学科领域的扩散延时。

(4)创新扩散脉络分析。提取扩散主路径和主路径成分,识别关键节点和关键路径,并揭示扩散过程中再创新与再扩散的交替过程,同时可根据近期涌现的节点推测未来发展方向。

(5)创新扩散信息交互模式研究。截取某时刻创新成果在学科领域间的信息交互网络,测度扩散强度与方向,确定扩散中心与边缘,分析中心内部以及中心与边缘之间的信息交互模式。结合步骤(4)的时间流分析,总结学术创新扩散的信息交互过程。

5 研究展望

本文仅对学术创新扩散过程研究的一般方法与步骤进行了探索及归纳,实际上,围绕扩散过程的研究主题有很多具体工作有待展开。比如,学术创新的扩散是由创新和扩散引起的,二者通常是相继发生的,因此,对扩散过程中再创新与再扩散的深入研究,可以探寻学术创新扩散的发生与发展机制。再如,首批采纳者在网络中所处的位置,以及网络中意见领袖的采纳时间等都会对扩散速度产生影响,对此进行深入研究将会对扩散进程与扩散阶段的演进有更清楚的认识。又如,个体的创新性可以通过其

在创新扩散过程中的表现加以衡量。总之,从 的历程,为学术研究及科研管理提供可靠依据。
过程的角度研究知识扩散,能够还原学术发展

参考文献

- [1] 埃弗雷特·M. 罗杰斯. 创新的扩散[M]. 辛欣, 译. 北京: 中央编译出版社, 2002: 5. (Rogers E M. Diffusion of innovations[M]. Xin Xin, trans. Beijing: Central Compilation & Translation Press, 2002: 5.)
- [2] 国家哲学社会科学“十二五”规划[N]. 光明日报, 2011-06-03(006). (National Philosophy and Social Science Research “Twelfth Five Year Plan”[N]. Guangming Daily, 2011-06-03(006).)
- [3] 李江. 基于引文的知识扩散研究评述[J]. 情报资料工作, 2013(4) : 36-40. (Li Jiang. Review of research of citation-based knowledge diffusion[J]. Information and Documentation Services, 2013(4) : 36-40.)
- [4] Chang Y W, Huang M H. A study of the evolution of interdisciplinarity in library and information science; using three bibliometric methods[J]. Journal of the Association for Information Science and Technology, 2012, 63(1) : 22-33.
- [5] 赵星, 谭旻, 余小萍, 等. 我国文科领域知识扩散之引文网络探析[J]. 中国图书馆学报, 2012(5) : 59-67. (Zhao Xing, Tan Min, Yu Xiaoping, et al. Exploring the citation networks for knowledge diffusion of humanities and social sciences in china[J]. Journal of Library Science in China, 2012(5) : 59-67.)
- [6] 邱均平, 曹洁. 不同学科间知识扩散规律研究——以图书情报学为例[J]. 情报理论与实践, 2012(10) : 1-5. (Qiu Junping, Cao Jie. Research on the characteristics of knowledge diffusion among disciplines; taking library and information science for example[J]. Information Studies: Theory & Application, 2012(10) : 1-5.)
- [7] Leydesdorff L, Carley S, Rafols I. Global maps of science based on the new Web-of-Science categories[J]. Scientometrics, 2013, 94(2) : 589-593.
- [8] 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(2) : 45-54. (Gao Xia, Chen Kaihua, Guan Jiancheng. Network model of scientific knowledge diffusion[J]. R&D Management, 2013(2) : 45-54.)
- [9] de Nooy W, Mrvar A, Batagelj V. Exploratory social network analysis with Pajek; revised and expanded[M]. 2nd Edition. New York: Cambridge University Press, 2011: 244-246.
- [10] 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(4) : 106-114. (Song Ge. Integration research of network analysis methods in citation analysis[J]. Journal of Library Science in China, 2011(4) : 106-114.)
- [11] 韩毅, 周畅, 刘佳. 以主路径为种子文献的领域演化脉络及凝聚子群识别[J]. 图书情报工作, 2013(3) : 22-26, 55. (Han Yi, Zhou Chang, Liu Jia. To identify domain evolving structure and converged subgroups based on main path as seeds literature[J]. Library and Information Service, 2013(3) : 22-26, 55.)

宋 歌 东南大学情报科学技术研究所, 东南大学图书馆, 副研究馆员。

通信地址: 江苏省南京市四牌楼 2 号东南大学图书馆 208 室。邮编: 210096。

(收稿日期: 2014-09-09; 修回日期: 2014-10-13)