

科学合作中的 结构网络与中介行为

汪 丹 ● 著



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

科学合作中的 结构网络与中介行为

汪 丹 ● 著



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

科学合作中的结构网络与中介行为 / 汪丹著. —北京: 科学技术文献出版社, 2016. 4 (2016. 7重印)

ISBN 978-7-5189-1041-0

I. ①科… II. ①汪… III. ①科学技术合作—研究 IV. ① G321.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 031058 号

科学合作中的结构网络与中介行为

策划编辑: 崔灵菲 责任编辑: 安子莹 责任校对: 赵 媛 责任出版: 张志平

出 版 者 科学技术文献出版社

地 址 北京市复兴路15号 邮编 100038

编 务 部 (010) 58882938, 58882087 (传真)

发 行 部 (010) 58882868, 58882874 (传真)

邮 购 部 (010) 58882873

官 方 网 址 www.stdp.com.cn

发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销

印 刷 者 虎彩印艺股份有限公司

版 次 2016年4月第1版 2016年7月第2次印刷

开 本 710×1000 1/16

字 数 172千

印 张 11

书 号 ISBN 978-7-5189-1041-0

定 价 39.80元



版权所有 违法必究

购买本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

感恩有您

本书是一段难忘的研究经历的记录和总结，是细心与耐心的磨炼，是创新发现中反复的自我检视，也是学术新视野的开启。感恩给我学术指导的老师；感恩永远支持与相信我的父母，体谅关心我的公婆，爱我与理解我的先生，以及带给我希望的儿女。

前言

随着科学合作的观察视角日益扩大，探索合作现象的需求也日益增强。如何描述科研合作状态、探索研究者科研合作行为，一直是广受关注的问题。尽管通过研究者的发文数量和合作数量，能够有效地分析各合作者都遵循合作规范条件下的科研合作情况，以及研究单元（研究者、机构或国家）合作论文数量的变化情况。但是仅计算频次，难以准确刻画研究者的合作状态、科研合作行为及合作过程中的知识交流。这就需要更多角度或研究方法进行相关的辅助研究和讨论。

社会网络分析提供关系角度的分析，有助于从关系角度分析研究者科研活动中的知识交流和贡献，有助于理解科学家的科研社会。但是，有必要对社会网络分析指标进行适用性研究，以找寻适合分析科学合作者的指标。

本书从关系角度着手，在社会网络分析的桥联结基础上，研究了科学合作中转接知识的研究者，提出媒介角色。采用质量混合的研究方法，观察科学计量学领域的科学合作现象，并且说明与反证媒介角色对科研合作现象的有效观察。

本书的主要内容如下：

(1) 系统性地梳理了社会网络分析的相关内容，提出并且区分广义和狭义的社会网络分析。

(2) 在系统性梳理社会网络分析指标的基础上，实证分析科学合作者网络，提出社会网络分析指标在科学计量学中的适用性问题。

(3) 探讨桥联结在科学合作者网络中的应用与局限。

(4) 在桥联结研究基础上，提出适用于科学合作计算的5种媒介角色的媒介算法，以拓展科学合作分析的视角。

(5) 基于媒介角色，将研究范围从个体媒介研究拓展到机构媒介研究。进行3个部分的观察：宏观层面上，分析机构具有的主要媒介形式；中观层面上，得出科学计量学的科学中心——欧洲；微观层面上，探索个体媒介对机构媒介的作用。

(6) 使用内容分析方法,就具体两位作者,进行合作状态、个体科研合作行为及合作过程中作者的知识共享和科研贡献进行分析与讨论。研究结果验证了媒介算法的有效性,以及媒介角色的可行性。

综上所述,本书在桥联结基础上,针对科学合作者网络进行的媒介角色研究,丰富了社会网络理论和科学合作研究,有利于加深对科学合作现象的了解,深化科学合作行为的探索。

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 研究动机与目的	1
1.1.2 研究思路	2
1.2 国内外研究现状	3
1.2.1 国外研究现状	4
1.2.2 国内研究现状	4
1.3 研究内容与创新点	4
1.3.1 研究内容	4
1.3.2 创新点	5
第 2 章 文献综述	6
2.1 背景文献之一：科学合作	6
2.1.1 科学合作的理论基础	6
2.1.2 科学合作的重要性及意义	7
2.1.3 知识扩散、知识共享与科学合作	9
2.1.4 署名问题及合作者权责	10
2.2 背景文献之二：社会网络分析	12
2.2.1 社会网络分析概述	12
2.2.2 狭义社会网络分析	13
2.2.3 广义社会网络分析	15
2.3 相关文献：社会网络分析在科学合作者网络中的应用	17
2.3.1 科学合作网络特征描述	17
2.3.2 网络重要位置对行动者影响的研究	18
2.3.3 适合科学合作的测度指标	18
2.4 最相关 / 核心文献：社会网络分析中的桥联结研究	20
2.4.1 桥联结概述	21

2.4.2 特殊桥联结——齐美尔联结	22
2.4.3 桥联结的应用研究	23

第3章 研究定位与研究设计

3.1 研究定位	24
3.2 研究设计	24
3.3 领域选择与数据获取	26
3.3.1 领域选择	26
3.3.2 数据获取	27
3.3.3 数据处理	28
3.4 分析工具	29
3.4.1 德温特分析家	29
3.4.2 Ucinet 软件	29

第4章 科学合作者网络的实证分析

4.1 引言	31
4.2 科学合作网络中研究者的不同作用	31
4.2.1 核心研究者	31
4.2.2 特殊研究者	33
4.3 科学合作网络中的个体网络与整体网络	33
4.3.1 个体网络分析能够测度的合作问题	33
4.3.2 整体网络分析能够测度的合作问题	42
4.4 社会网络分析方法在科学合作网络分析中的适用性探讨	54
4.4.1 个体网络分析的适用性问题	54
4.4.2 整体网络分析的适用性问题	55
4.4.3 适用于科学合作的 SNA 指标	56
4.4.4 不适用于科学合作的 SNA 指标	56
4.4.5 适合分析媒介作用的指标和尚未解决的问题	57
4.5 小结	58

第 5 章 个体媒介角色的观察与提出	59
5.1 引言	59
5.2 桥联结在科学合作中不适用性的分析	59
5.2.1 桥联结的计算特点及其局限	59
5.2.2 用于科学合作分析时存在的问题	64
5.3 科学合作中的媒介角色	65
5.3.1 原有联结类型	66
5.3.2 媒介角色的基本矩阵形式	66
5.3.3 媒介权重的设定	68
5.3.4 科学合作的媒介角色及算法	69
5.3.5 计算媒介数值的步骤	71
5.3.6 媒介角色的代码实现	71
5.4 媒介、桥联结及齐美尔联结的比较分析	75
5.4.1 术语比较	75
5.4.2 算法及计算结果比较	76
5.5 实例验证	79
5.5.1 机构数据的分析与处理	79
5.5.2 媒介作用的深层分析	80
5.6 小结	83
第 6 章 机构媒介角色的观察与提出	85
6.1 引言	85
6.2 机构数据矩阵形式	85
6.3 研究内容	86
6.3.1 较大研究规模的科研机构合作情况	87
6.3.2 较大研究规模的机构媒介作用	87
6.3.3 从机构媒介角色的角度观察科研机构的合作特点	88
6.4 数据分析与解释	90
6.4.1 机构媒介角色	90
6.4.2 科学计量学的科学中心——欧洲	91
6.4.3 机构媒介中的个体媒介	92

6.5 小结.....92

第 7 章 媒介角色的内容分析.....94

7.1 引言.....94

7.2 研究对象的选择94

7.3 数据分析结果与解释.....95

7.3.1 用媒介角色方法观察到的知识交接者95

7.3.2 用媒介角色方法观察到的第三方研究者97

7.4 小结.....102

第 8 章 结 论104

8.1 主要研究贡献.....104

8.2 研究限制.....106

8.3 未来研究.....107

8.4 关于研究的后续问题.....108

8.5 结语.....110

附 表111

附表 1 术语111

附表 2 机构序号、全称、简称对照（153 人）114

附表 3 机构合作矩阵（部分）140

附表 4 作者序号与人名对照153

参考文献155

图表目录

图 2-1	协调者	22
图 2-2	发言人	22
图 2-3	守门人	22
图 2-4	架桥者	22
图 2-5	联络人	22
图 2-6	齐美尔联结	22
图 3-1	文献图	24
图 3-2	论文研究架构	25
图 3-3	SCI 记录格式	27
图 4-1	Glanzel, M 个体网络	35
图 4-2	Schubert, A 个体网络	35
图 4-3	Rousseau, R 个体网络	35
图 4-4	Egghe, L 个体网络	36
图 4-5	Braun, T 个体网络	36
图 4-6	5 合 1 合作网络	42
图 4-7	发文 Top 25 网络	43
图 4-8	合作 Top 25 网络	43
图 4-9	5 合 1 Top 25 可达性度量矩阵	51
图 4-10	合作 Top 25 网络可达性矩阵	52
图 4-11	发文 Top 25 网络可达性矩阵	52
图 5-1	研究者合作网	60
图 5-2	5 种桥联结计算结果	62
图 5-3	桥类型 I	66
图 5-4	桥类型 II	66
图 5-5	桥类型 III	66
图 5-6	桥类型 IV	66
图 5-7	桥类型 V	66
图 5-8	程序流程	72
图 7-1	Garg 与 Kumar、Garg 与 Padhi 相似的写作风格	96
图 7-2	Garg 与 Kumar、Garg 与 Padhi 相同的分析指标	96
图 7-3	与 Gupta 合作	98

图 7-4 与 Kundra 合作.....98

图 7-5 与 Liang 合作.....98

图 7-6 与 Liang 和 Kundra 合作.....99

图 7-7 与 Liang 合作中参考的文献.....99

图 7-8 Beaver 知识贡献.....100

表 4-1 发文量 Top 20 研究者.....32

表 4-2 合作数量 Top 20 研究者.....32

表 4-3 专家基本合作情况.....34

表 4-4 153 位研究者个体合作网络规模分布.....37

表 4-5 5 位专家的个体网络密度.....37

表 4-6 个体网络数值分析结果.....38

表 4-7 Glanzel, W 个体网络结构洞度量.....40

表 4-8 Rousseau, R 个体网络结构洞度量.....40

表 4-9 3 个网络的网络密度.....43

表 4-10 5 合 1 网络的程度中心度计量.....45

表 4-11 合作强度前 25 名的程度中心度计量.....46

表 4-12 发文数量前 25 名的程度中心度计量.....47

表 4-13 Top 25 3 网络群体中介中心度.....48

表 4-14 153 人网络 k -plex.....49

表 4-15 3 个子网络派系分析.....50

表 4-16 153×153 合作关系成分分析（部分）.....53

表 4-17 3 位成员以上的成分列表.....54

表 5-1 19 位研究者合作关系矩阵.....60

表 5-2 19 位研究者机构隶属矩阵.....61

表 5-3 媒介、桥联结、齐美尔联结比较.....76

表 5-4 改进算法后 Top 20 研究者的媒介值.....77

表 5-5 科学合作媒介数值（序号按总合作频次排名）.....80

表 5-6 普赖斯奖（the Derek J. de Solla Price Medal）.....81

表 6-1 矩阵样例.....86

表 6-2 重要研究机构.....87

表 6-3 机构媒介数值.....88

表 6-4 机构媒介数值（按总媒介数值排序）.....89

表 7-1 4 位研究者的基本数值.....95

表 7-2 合作者知识共享一览.....101

第1章 绪论

1.1 研究背景

1.1.1 研究动机与目的

在大科学时代,以大量人力与物力支持的全球性研究很难由单个机构或个人独自承担。近年来大规模、历时性的科技项目,如人类基因组计划、国际人类蛋白质组计划,以及2005年开始的国际热核反应堆计划等,都是众人协力的成果。这种共同分担资金与设备的国际合作,所形成的科学合作网络,因为信息交流频繁,往往促进参与国家本身的科技发展^[1]。尤其是发展中国家如何参与其中,发挥建设力量,并且提升自我创新能力,更是中国、印度、巴西等国所谓的“强国之路”。科学合作现象的深度挖掘,对制订国家科学政策和国际科学合作计划具有一定的参考价值。

随着科学合作范围的日益扩大,科学合作已经成为多数学科的普遍现象^[2],同时探索合作现象的需求也日益增强。科学计量学中通常采用“合著”角度分析国际科学合作的趋势,例如,探索某些科研领域中,高合作数量的国家、机构、个人,为科技政策提供数据支持^[3]。纵观科学史,合作促使科学发展的现象层出不穷,而合著分析也能够解释此类现象。17世纪法国巴黎学院的学术性活动、英国学者间的“无形学院”非正式社团^[4]、20世纪传染病防治、21世纪全球暖化问题等。在从团体合作到国际机构合作的渐变过程中,对科学计量学也产生更多要求。

科学计量学在合著分析的基础上不断拓展其研究范围。研究人员针对科学合作的作用^[5]、科学合作的类型^[6]、作者生产力(衡量合作网络中科学家的科研产出)^[7]、虚拟合作网络^[8]、合作影响力^[9]、比较不同国家在不同学科中的科学合作强度^[10]等多个侧面观察科学合作现象。随着信息技术和计算机技术的发展,以及分析对象的日趋复杂,各种研究方法、指标与技术在科学计量学研究过程中逐渐相互渗透。与时俱进,科学计量学也不断引入、消化与吸收其他学科的研究方式。

社会网络分析(Social Network Analysis, SNA)是以节点和关系角度对结构进行分析的一种社会学研究取向。近年来,物理学、生物学、人类学领

域吸收与反刍了具有独特观测视角的社会网络分析,逐渐成熟的社会网络分析又逐步扩大在其他更多领域的影响力^①。对科学计量学而言,自从 Lange 和 Glanzel 在 1997 年提出一种类似社会网络分析的、适用于文献计量的、具有模型检验性质的跨国科学合作指标后^[1],以社会网络分析的观点或方法来观察科学合作的研究,在科学计量学领域中加以扩展和应用(请参考本书 2.3)。因此,本研究在众多前人研究的经验基础上,首先,考察适合观察知识转移和知识共享的社会网络分析指标;其次,改进桥联结指标以观测科学合作中的媒介角色;最后,对观察和分析的结果进行验证。经过这一研究过程,以达成拓展社会网络分析方法应用的领域;使用关系和结构的角度观察科学合作;挖掘在科学合作中促进知识共享且具有媒介作用的研究者的目的。

1.1.2 研究思路

科学知识的传播在某种程度上是由于部分活跃的科学研究者之间的合作而产生,所以回答不同时间的知识共享与传播等问题,目前相对最好的解决办法是确定在科学研究中处于转接知识的那些研究者。在本研究中,称这种转接信息的研究者为媒介者。正是由于这些将外机构的科研知识和想法带入的研究者,才是知识交流与共享的关键。因此,使用社会网络分析方法来分析特殊贡献的人就成为主要的思考点。借助社会网络分析中某些指标可以对知识起媒介作用的研究者进行测度,在一定程度上,可以成为理解科学合作关键人物的一种补充。

为此,本书拟从社会网络分析的方法和指标开始,直接使用并分析一些观点、方法和指标。这种未经消化的吸收,属于寻找指标的第一步。如果能直接应用,又很好地说明科学合作中的问题与现象,那么它就值得保留;反之,有些指标不能很好地或者全面地反映知识转移或知识共享,那么就需要重新对指标产生的缘由和计算方法进行审视。

以“试错法”(是否被误用、误解、误会其指标、方法、观点)来研究社

^① 从社会网络本身的发展来看,它是引入的;图论的思想为社会网络提供了持久的基础。请参见 Martin Kilduff 和 Wenpin Tsai 所著《Social Networks and Organizations》,2003,中译本《社会网络与组织》,2007,第 43 页。然而从社会网络与其他学科的关系来看,它是交互的;社会网络分析的视角明显地在几个不同国家的不同大学的不同学科中发展,然后被汇集到一起,从而这个研究领域是有系统性的、积累的知识,而这个不断汇集的过程似乎仍在继续。请参见 Linton C. Freeman 所著《The Development of Social Network Analysis》,2004,中译本《社会网络分析发展史》,2008,第 152、153 页。

会网络分析在科学计量学中的实际应用后,就形成一幅可供参考的使用地图,按图索骥掌握 SNA 的代表性指标对科学合作数据进行关系和结构的描述与分析。

消化和吸收 SNA 后,对于具有良好作用却尚未全面揭示科学合作现象的指标,进行观点与方法上的剖析。对于不适用于书目形式的科学合作数据分析的指标,从观点和方法上进行吸收和改进。直观地看,组织的商业合作与机构的科学合作有所不同。吸收社会网络分析后的科学计量学,在考察知识转移和知识共享的时候,需要从除去总体意识形态的知识社会学(卡尔·波普尔)而不是微观经济学的角度思考问题。而指标体系本身的数学系统并不会带来应用和理解上的困难,唯有观念和方法体系这部分的概念系统,是吸收和改进算法的真正挑战。将改进后产生的适合书目数据分析的媒介角色算法,应用在科学计量学领域的科学合作者网络中,在机构、国家的背景下,观察作者、机构分别具有哪些媒介角色;代表性的研究者和机构是哪些;具有媒介作用的作者和机构又是如何进行知识交流和知识共享的。

而后,通过使用文献的内容分析,观察某些媒介者的多篇合著文献。结合文献发表时间先后次序,挖掘个体研究者在合著文献中所反映出的具体媒介行为。从而使研究者的媒介行为通过文献中承载的信息得以客观、实际、清晰的显现。使用这种看似简单(操作容易),但实际并不“简单”(需通过媒介角色的计算,定位要分析的研究者)的方法,能够反证媒介角色的定义、假设及其计算方式。通过对某些媒介角色内容的分析,明确研究者具有的媒介作用、他们在科学合作中具有独特的合作偏好及他们如何实现着各自不同的媒介角色。

借由上述媒介角色的研究思路,以达成使用部分社会网络分析方法分析科学合作数据、相对较为客观中立的社会学解释、形成测度媒介角色的算法、内容分析能够反映出媒介角色新的观察角度的可行性及具备对媒介作用的解释能力等研究成果。

1.2 国内外研究现状

使用社会网络分析方法,分析科学研究者之间由于合著论文而产生的科学合作关系网络,成为研究科学合作的重要途径。科学合作者网络通常以网络节点表示科学研究者,节点之间的连线表示科学合作者的合作关系。随着计算机处理速度的提升及复杂网络对近代科学研究的影响,研究者能够对海

量数据进行运算和处理,在科学合作研究中也出现了更多研究的角度及分析工具。10年来,科学合作网络的研究已经取得一些重要成果。

1.2.1 国外研究现状

早在1999年,Gomez^[12]就对拉丁美洲国家内外合作情况进行了社会网络分析。社会网络分析方法引入科学合作分析初期多以使用指标进行合作者数据的描述性分析为主。表现在研究某一领域的科学合作者网络具有“小世界”^[13]和“无尺度”^[14]等网络特征。Newman^[13]和 Yau-yuen yeung^[15]等人侧重于对不同领域科学合作者网络的特征进行揭示,以及网络动态特征的描述。

此外,其他研究者针对各个类型的合作网络进行研究,如投资团队合作研究^[16]、信息系统领域研究等^[17]。使用到多种社会网络分析角度,如区块模型^[18]、动态网络^[19]等。科学计量学领域的研究者中,Glanzel, W^[11]关注多边合作指标,Kretschmer, H则偏重于加权网络的研究^[20]。但总体来说集中于合作网络形态、合作者之间连接特征及网络集群的描述性研究。

1.2.2 国内研究现状

国内的研究也以描述性研究为主,侧重于探索某一团体的合作网络特征,如刘杰等研究者的物理学科合作网络研究^[14]、尹丽春等的COLLNET研究^[21],以及Xiaoming Liu对于PageRank算法改进从而形成用于测度作者的AuthorRank^[22]指标,更好地适应了科学合作研究等。尽管国内的研究相对较少,但是在科学合作中使用社会网络分析却方兴未艾。

国内外的学者使用社会网络分析方法的科学合作实证性研究成果,大多表现出分析方法引入、消化、吸收和改进等方面。当前在使用社会网络分析方法时,大多数研究主要选取能够描述网络特征和网络结构的指标。个别研究者通过实证研究,探索领域合作网络呈现的结构特点对个体的促进或限制的影响分析。

1.3 研究内容与创新点

1.3.1 研究内容

科学合作者网络是社会网络的一个重要分析类别。科学合作者网络不仅

体现研究者们共同促进科学的发展与交流,也是科学家科研领域人际关系的表现。通过对研究者之间文献合作关系的紧密程度、合作频率和关系类型等研究,可以一目了然地观测到关系结构图中显现出的科研组织、虚拟科研团队及在科学交流中处于主导地位或者重要作用的科研人员。本书以合著论文而形成的科学合作网络作为研究对象,从合作关系的角度研究科学合作中存在的特殊合作现象——知识交流与共享中的媒介角色。

社会网络分析方法是对关系和结构分析较为适合的研究方法。社会学、人类学等学科领域都对社会网络分析方法予以应用并补充。因而,在探索书目形式的科学合作数据时,社会网络分析指标需要最先考察其适用性。具体方法是:综合使用部分网络分析方法和指标,分析科学合作数据,从中归纳出适应书目数据特征的结构分析指标、不适应性指标;然后选择符合本书中探寻重要位置之目的的指标。本书借鉴能够测度网络重要位置的社会网络分析指标,分析这些指标的不适用性及其原因。针对可以完成媒介作用计算的桥联结算法进行改进,产生适用于科学合作数据的媒介角色算法。

在探寻重要网络位置的过程和尝试中,通过对社会网络分析和科学合作的理解,提炼出观察科学合作现象的新的研究角度——媒介角色。科学合作是研究者共同努力的成果,也是研究者科研主动性的体现。通过合著论文的方式,那些积极对内对外拓展合作关系的合作者在不断的合作过程中促进知识共享,实现自身媒介的作用。从媒介的角度理解合作网络的形成、知识扩散与共享及进一步了解合作者的科研贡献。

1.3.2 创新点

本书的创新点表现为以下几方面:从新的研究角度——媒介角色来观察科学合作的知识交流和知识共享;提出5种媒介角色及其计算方式;将定量分析与定性分析相结合,说明与反证通过媒介角色能够对研究者的科学合作现象进行有效观察。