

# 基于合作网络的科研合作模式演变与创新度的关系研究

——以中国海洋大学为例

李希, 咎栋, 冯劭华, 徐萍

中国海洋大学图书馆, 山东 青岛

收稿日期: 2024年9月29日; 录用日期: 2025年1月1日; 发布日期: 2025年1月8日

## 摘要

[目的/意义]在科技全球化的背景下, 科研合作模式也趋向多元化的发展, 其模式的演变与科研产出的创新度之间是否存在以及存在怎样的关系值得探讨。[方法/过程]本研究以中国海洋大学2009~2018 ESI农业科学的合作论文为研究对象, 通过社交网络分析方法以及颠覆性指数表征的创新度量化方法, 在十年的时间维度上分析总结其在合作模式与创新程度方面的普遍发展规律以及二者之间的关系。[结果/结论]① 合作网络中合作中心的点度中心度增长会对科研成果创新度产生负面影响; ② 合作网络中合作中心的接近中心度和中介中心度的增长在不同合作网络规模下, 分别对科研成果创新度产生负面影响和正面影响。[创新/价值]以机构为中心, 在时间维度上挖掘单一学科合作模式演变与科研产出创新度之间的关系, 挖掘推动学科发展的潜在因素, 为学科建设和创新发展提供建议。

## 关键词

科研合作, 合作网络, 创新度, 模式演变, 关系研究

# The Research of Relationship between Evolution of Science Research Cooperation Mode and Innovation Based on Collaboration Network

—A Case Study of Ocean University of China

Xi Li, Dong Zan, Shaohua Feng, Ping Xu

Library of Ocean University of China, Qingdao Shandong

Received: Sep. 29<sup>th</sup>, 2024; accepted: Jan. 1<sup>st</sup>, 2025; published: Jan. 8<sup>th</sup>, 2025

文章引用: 李希, 咎栋, 冯劭华, 徐萍. 基于合作网络的科研合作模式演变与创新度的关系研究[J]. 社会科学前沿, 2025, 14(1): 1-7. DOI: 10.12677/ass.2025.141001

## Abstract

**[Purpose/Significance]** Under the background of science and technology of globalization, evolution of science research cooperation tends to be increasingly diversified. It is worth exploring whether there is and what kind of relationship between evolution of science research cooperation mode and innovation of scientific research output. **[Design/Methodology]** Based on 2009~2018 ESI agricultural science collaborative papers of Ocean University of China, this study analyzed and summarized the general development law of cooperation mode and innovation degree and the relationship between them in the time dimension of 10-year through social network analysis and innovation degree quantification method represented by disruption index. **[Findings/Conclusion]** ① The increasing degree centrality of the cooperative center in the cooperative network will have a negative impact on the innovation degree of scientific research; ② The increasing freeman closeness and betweenness of the cooperative center in the cooperative network will have negative and positive effects on the innovation degree of scientific research respectively under different cooperative network scales. **[Originality/Value]** Centered on the institution, this study explores the relationship between the evolution of single-discipline cooperation mode and innovation of scientific research output in the time dimension, explores the potential factors that promote the development of disciplines, and provides suggestions for discipline construction and innovative development.

## Keywords

Science Research Cooperation, Collaborative Network, Innovation, Mode Evolution, Relationship Study

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

科研合作是现代科学研究中的重要行为，在推动科学发展的进程中一直起到有力的推动作用。随着高校在国家与地区间科研合作程度越来越深入、合作频度越来越高、合作形式越来越复杂多元，学科视域下，高校在其合作网络中所处的位置和状态也在不断变化演进。曹仁猛等从复杂网络视角探测疫情前后全球科研合作网络的变化特性[1]。高扬等分析了我国 42 所世界一流大学建设高校 2011~2020 年发表的国际合作论文，使用科学计量、文献计量等方法，从发文量、合作国别、合作学科、资助机构/计划等 4 个方面分析其近 10 年国际科研合作发展态势[2]。

科研成果的评价离不开创新度的测量，在与日俱增的产出论文中找出创新度较高的成果也是当下研究热点之一。早期文献多采用文章被引数、期刊影响因子、作者 H 指数等指标，以及由参考文献、期刊等外在指标组合形成的其他衍生指标等文献计量指标来测量论文新颖性[3]。王凌峰等采用定序尺度，针对文献的 7 个部分(问题现象、概念定义、前提假设、路线框架、数据材料、处理方法、结论观点)进行了分块基准评价将论文分为若干等级，对所有指标进行分级，各指标分级之间再进行组合，最终采用每种组合评价论文创新力[4]。闫晓慧等构建了一种基于作者前期积累(B)、载体影响因子(J)、被认可程度(R)、内容相似度(C)四个方面的 BJRC 学术论文创新度测量模型[5]。复杂网络和科研文献的内容计算等方法也被引入到科研创新度的测量中。魏瑞斌在对论文主题创新和自引网络概念界定的基础上，利用自引用网络的主路径分析完成了论文主体的创新评价[6]。宋哥依托原始引文网络，根据成果创新力指标设计原则

和原理,提出“S指数”作为评价科研成果创新力的一项指标[7]。

以往研究多角度地探讨了科研合作对产出的影响,科研合作“在为论文带来更高的知识融合度的同时也更可能收获较高的学术影响力。”[8]“作者合作、机构间的合作和地区间的合作均与科研成果影响力呈现出显著弱相关性。”[9]“社会邻近能够显著地提高论文质量,创设增加教师首次合作的机会。”[10]孙熊兰等采用社会网络分析方法与作者发文量、总被引频次、篇均被引频次、h指数和p指数等学术表现之间的关系[11]。在科研合作对成果创新度影响的研究中,魏开阳等在前序研究的基础上基于合著网络视角研究了合作科研中明星作者对学术论文的影响机理[12]。

分析以往研究,科研合作对产出的影响研究成果颇丰,但仍存在不足:其一,以往研究从合著人员、地域、机构、明星著者、合著方式等方面深入探讨了科研合作模式,但以机构的单一学科为主体,对时间维度上的合作模式演变分析研究尚不充分;其二,机构合作模式对成果产出能够带来诸多影响,但机构合作模式与科研产出以颠覆性指数为指征的创新度在时间维度上的关系尚不明确。

合作模式的演变对科研成果的创新度带来了更多的不确定性,其对科研创新有着怎样的影响、二者之间又有着怎样的联系,值得深入探讨。本文以机构为主体,分析其单一学科在时间维度上的合作模式演变情况,同时针对合作模式的演变对科研成果创新度的影响进行相关性分析。

## 2. 研究设计

### 2.1. 数据来源

本文以中国海洋大学(以下简称海大)ESI农业科学为样本学科。农业科学是海大最早进入ESI全球排名前1%的学科之一,具有代表性和典型性,因此本文以海大农业科学作为研究对象,分析其科研合作演变与科研成果创新度的关系。

由于以往研究表明论文发表后达到被引频次稳定的时间窗为3年,因此为了兼顾论文被引稳定性和样本量,本文选取海大2009~2018年十年间ESI农业科学的论文作为样本数据。

本文以Incites为数据来源,检索2009~2018年农业科学,类型为Article和Review的文献,经数据清洗,去除非合作论文和无法计算颠覆性指数的零被引论文,获得符合条件的论文共318篇。

### 2.2. 研究方法

本文采用社交网络分析方法分析机构的合作模式,表征研究机构在合作网络中与其他机构的相对关系和状态,指标包括点度中心度、接近中心度以及中介中心度。以年为单位,利用Ucinet软件计算以上指标。

采用绝对颠覆性指数表征论文创新度。首先计算单篇论文的绝对颠覆性指数,再将同一年度内论文的绝对颠覆性指数求和取均值,得到本年度论文的绝对颠覆性指数。

以年为单位将数值化的机构合作模式与创新度(绝对颠覆性指数)顺序排列,通过可视化方式展现二者在时间维度上的变化关系,从而对机构合作模式演变与科研成果创新度的关系进行分析判定。

### 2.3. 科研合作学科服务框架

#### 2.3.1. 点度中心度

中心性是社交网络分析中的常用概念,用于表达一个点在整个网络中的中心程度。其中点中心度是网络中一个点与其他连接的总和,分为入中心度和出中心度。入中心度标志着个体被关注的程度,出中心度标志个体关注他人的程度。本研究利用绝对中心度这一指标揭示合作主体(中国海洋大学,下同)年度合作对象的多样性,点中心度越高,则代表合作主体合作对象的数量越多。

### 2.3.2. 接近中心度

接近中心度是网络中一个点到其他所有点的距离总和的倒数，是一种不受他人控制的测度。一个具有高接近中心度的点，说明这个点距离任何其他点都最近，在空间上不需借助他人也能处在中心位置上，表现为主体与所有合作对象的连接不依赖一个或多个特定合作对象。本研究中，采用标准化的接近中心度(数值介于 0 到 1 之间)揭示合作主体在合作网络中所处中心位置的独立程度。

### 2.3.3. 中介中心度

中介中心度是网络中经过一个点的最短路径的数量，表达的是一个点对整个网络中信息流通的掌控力，即媒介程度，这个数量越多，中介中心度越高。合作网络中一个点的中介中心度越高，其合作对象之间的交错合作越不活跃。本研究中，采用标准化的中介中心度(数值介于 0 到 1 之间)揭示合作主体在合作网络中的媒介程度。

### 2.3.4. 颠覆性指数

创新性作为科研论文在原创维度的一个特征，是评价科学研究成果水平的重要指标。颠覆性指数  $D$  最初由 R. Funk 等[13]提出并应用于专利，来体现专利原创性，之后被拓展于论文等用于评价其科研创新程度。刘小慧等[14]指出颠覆性指数  $D$  的不一致性表现，然后对其改进得到绝对性颠覆性指数  $D_z$ ，方程如下：

$$f(x) = 2NF^2 + 2NF + 2NB + NR, D_z \in [0, NF] \quad (1)$$

式(1)中， $NF$  代表仅引用焦点论文的施引论文数， $NB$  代表既引用焦点论文又引用焦点论文参考文献的施引论文数， $NR$  代表仅引用焦点论文参考文献的施引论文数。

本研究采用绝对性颠覆性指数  $D_z$  来测量科研论文的创新度。

## 3. 实证研究

### 3.1. 合作模式演变分析

对海大 ESI 农业科学 2009~2018 年合作发文的机构数据通过 Ucinet 软件数值化合作模式的结果见表 1。点度中心度的数值大小代表海大每年的合作机构总数，这个数值在十年间呈曲折上升趋势。

**Table 1.** 2009~2018 cooperation mode evolution of agriculture of ocean university of China

**表 1.** 2009~2018 年中国海洋大学农业科学合作模式演变

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
合作论文总数	15	15	21	15	18	31	33	45	62	63
点度中心度	16	13	28	18	18	36	36	53	76	71
接近中心度	0.85	0.773	0.941	0.9	0.793	0.837	0.833	0.833	0.827	0.859
中介中心度	0.971	0.941	0.992	0.987	0.949	0.973	0.989	0.956	0.981	0.983

接近中心度与中介中心度变化趋势大体一致，十年间稍有波动但程度不大。接近中心度保持在 0.7 以上，2012 年才达到了 0.9，说明在合作网络中，接近中心度下降的年份，海大对于合作伙伴具有更多的依赖性(接近中心度数值越低依赖性越高)，即合作网络中其他机构有抱团表现，海大需要特定机构的参与才能与更多合作者产生联系。在均有海大参与的发文中，其他机构同样占有一定的中心位置。

中介中心度保持在 0.9 以上，说明在合作网络中海大作为媒介为机构间合作牵线起到决定性作用，但仍存在某些机构在网络中的桥梁作用，海大在与特定机构的合作中赋予了其联络更多合机构的能力。

### 3.2. 创新度演变分析

对海大 ESI 农业科学 2009~2018 年合作发文的施引和被引数据经绝对性颠覆性指数  $D_z$  计算其创新度的结果见表 2。海大农业科学十年间年度创新度呈曲折下降趋势,其中,2010 年颠覆性指数出现急速增长,与当年一篇高被引且高颠覆性指数的合作论文相关。除 2010 年外,年度的颠覆性指数随时间和合作总论文数的增长的影响较大,2014 年起,合作论文总数增长到 30 篇以上,而颠覆性指数降到 0.1 以下。

**Table 2.** 2009~2018 innovation evolution of agriculture of Ocean University of China

**表 2.** 2009~2018 年中国海洋大学农业科学创新度演变

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
合作论文总数	15	15	21	15	18	31	33	45	62	63
颠覆性指数	0.204	6.3974	0.1856	0.3347	0.1446	0.0886	0.062	0.1607	0.0639	0.0844

### 3.3. 合作模式与创新度的关系分析

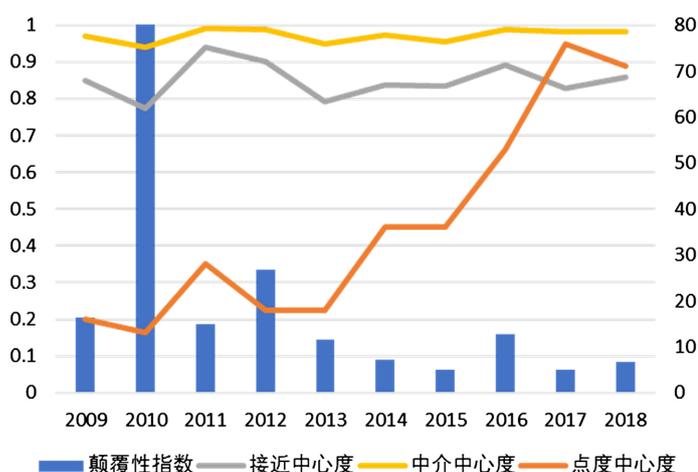
#### 3.3.1. 点度中心度与创新度的关系

由图 1 可知,除 2016 年的点度中心度与颠覆性指数同向变化外,其余年度的点度中心度与颠覆性指数反向变化,说明合作对象数量的增长会对科研成果创新度产生负面影响。

人们普遍认为多样的参与者会为科学研究注入更多灵感、碰撞出创新的火花,科研成果自然应该具有更高的创新程度。但从另一角度分析,促成合作的基本原因是相同研究领域志同道合的吸引(具体分析海大历年合作对象,发现大部分是同领域的研究机构),新合作者的加入带来更多的是同一研究领域知识的补充或者优化,加入新成员的合作模式在增进研究深入程度的同时,削弱了其开辟全新研究课题的可能性。

#### 3.3.2. 接近中心度和中介中心度与创新度的关系

接近中心度与中介中心度的变化趋势一致,二者在 2014 年之前与颠覆性指数同向变化,2014 年之后与颠覆性指数反向变化。2014 年之前,合作对象数量(点度中心度)保持在 36 个以下,说明在本研究框架内,点度中心度达到 36 之前,接近中心度与中介中心度增长会对创新度产生负面影响,而在点度中心度超过 36 之后,接近中心度与中介中心度增长会对创新度产生正面影响。



**Figure 1.** 2009~2018 relationship between evolution of cooperation mode and innovation mode of agriculture of Ocean University of China

**图 1.** 2009~2018 年中国海洋大学农业科学合作模式演变与创新度演变关系

产生这种阶段性相反作用关系的原因可能在于以下两点：① 当合作网络的整体规模相对小时，合作成员相对固定。如果合作中心在合作网络中的中心独立性较强，即与其他合作机构密切且稳固合作的概率较低；或者在合作网络中的媒介性较强，即把控其他合作者间合作行为的能力强，原本受限的信息流通状态会受到合作中心进一步的限制，科研内容及研究方式等在进行创新性发展时也会受到抑制。② 反之，当合作网络的整体规模相对大时，合作成员相对丰富。合作中心的强独立性和强媒介性有利于整合和把握大合作网中流动的科研信息，为捕获新的科研关注点提供了更多有利条件。

#### 4. 研究结论

经以上实证研究分析，得出以下结论：① 合作网络中合作中心的点度中心度增长会对科研成果创新度产生负面影响。同研究领域过多的合作者参与到合作网络中，促进研究深度的同时限制了研究的广度。② 合作网络中合作中心的接近中心度和中介中心度的增长与科研成果创新度的关系以合作网络规模(合作者数量，即点度中心度)为前提，当合作网络规模小于临界值时(本实证研究中临界值为 36)，接近中心度和中介中心度增长会对创新度产生负面影响，反之相反。在不同规模合作网络中，合作中心更高的中心独立性以及媒介作用对科研信息的流通、捕获和整合起到或抑制或促进的作用。

不断丰富的合作网络是当代科研发展的潮流和趋势，但其本身不是科研发展的目的。充盈的合作网络在促进科研深度的同时不能忽略研究的广度，因此科研主体在发展、扩充合作伙伴时，应更多地考察合作伙伴为研究提供创新思维或内容的可能性，汲取跨领域的合作者加入自己的团队。当合作网络未达到一定规模时，研究团队应跳出小圈子的桎梏，确保信息有效流通，以在信息量局限的合作网中寻找创新的可能性；当合作网络达到一定规模后，合作中心应更多关注对网络中相对发散的信息的掌控，提高合作团队组成的稳定性、减少合作成员的变动，避免信息过度分散。

#### 5. 不足与展望

综上所述，本研究以海大农业科学为例探讨了时间维度上合作模式演变和科研成果创新度之间的关系，并且获得了一些有价值的结论，但仍存在一些问题：其一，合作具有方向性，考虑方向的合作网络与创新度之间的关系尚需深入讨论；其二，合作网络规模影响合作模式与创新度间关系的分界线尚不明确；其三，样本量达到 30 以上时相关分析的置信度才会比较理想，本研究样本量小，无法从统计角度进行相关性判断；其四，不同高校的不同学科的学术合作范式不尽相同，本研究所得的结论是否具有普遍性，有待进一步的研究。

#### 基金项目

2024 年度中央高校基本科研业务费中国海洋大学图书情报研究基金项目“基于合作网络的科研合作模式演变与创新度的关系研究——以中国海洋大学为例”，项目编号：202453003；中国高等教育文献保障系统 CALIS 全国农学文献信息中心研究项目“基于学科的科研合作模式演变与创新度的关系研究”，项目编号：2023069。

#### 参考文献

- [1] 曹仁猛, 谢维熙, 耿屿, 等. 新冠疫情爆发前后我国国际科研合作模式的变化——基于 bioRxiv 的分析[J]. 图书情报知识, 2022, 39(3): 41-49.
- [2] 高扬, 李婧, 李蕴. 我国“双一流”建设高校的国际科研合作发展态势: 基于国际合作论文视角[J]. 科技管理研究, 2022, 42(8): 88-95.
- [3] 陆伟, 罗卓然, 李信. 科技创新评价研究进展[J]. 情报学进展, 2022, 14(1): 158-187.

- 
- [4] 王凌峰, 杨小珍. 一种单篇研究论文直接评价新方法[J]. 情报杂志, 2016, 35(12): 145-149, 104.
- [5] 闫晓慧, 邓三鸿, 张艺炜, 等. 基于 BJRC 模型的学术论文创新度测量研究[J]. 信息资源管理学报, 2022, 12(4): 46-55.
- [6] 魏瑞斌. 基于自引网络和主路径分析的论文主题创新实证研究[J]. 图书情报工作, 2018, 62(3): 64-70.
- [7] 宋歌. 科研成果创新力指标 S 指数的设计与实证[J]. 图书情报工作, 2016, 60(5): 77-86, 124.
- [8] 宋宜嘉. 科研协同创新合作模式及其对知识融合的影响研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2023.
- [9] 钱紫微. 作者合著与科研成果影响力相关性分析——以图情档学科为例[J]. 大学图书情报学刊, 2022, 40(4): 121-128.
- [10] 黄雪梅. 科研合作对高等教育领域产出论文被引频次的影响——基于 2016-2018 年 14 种 CSSCI 期刊的文献分析[J]. 高教探索, 2021(8): 36-42.
- [11] 孙熊兰, 滕广青, 王思茗, 等. 科研合作状态与学术表现的相关性及影响研究[J]. 情报资料工作, 2019, 40(4): 6-14.
- [12] 魏开洋, 邱均平, 刘亚飞. 科研合作中明星作者对学术论文的影响机理研究: 基于合著网络的视角[J]. 情报科学, 2024(2): 174-181.
- [13] Funk, R.J. and Owen-Smith, J. (2017) A Dynamic Network Measure of Technological Change. *Management Science*, 63, 791-817. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2015.2366>
- [14] 刘小慧, 沈哲思, 廖宇, 等. 科研论文颠覆性指数的改进及其影响因素研究[J]. 图书情报工作, 2020, 64(24): 84-91.