

· 科学论坛 ·

跨领域合作对科研产出的影响：以国家自然科学基金资助的 SCI 论文为例

岳名亮 马廷灿* 王桂芳 何涛

(中国科学院武汉文献情报中心, 武汉 430071)

[摘要] 科学研究的综合性和复杂性促使科研合作,特别是跨领域合作成为科研活动的常态。本文提出利用论文的资助基金所属研究领域来刻画和识别论文的学科领域,并基于2008—2015年受国家自然科学基金项目资助发表的SCI论文,研究科研合作,特别是跨领域合作对论文质量与项目产出的影响。研究表明,科研合作对论文质量与项目产出均存在明显的提升效果,跨领域合作的提升效果显著大于领域内合作。

[关键词] 科研合作;跨领域;国家自然科学基金;科研产出

鉴于现代科学的研究对象日趋复杂,科学研究在学科、机构、国别等不同维度上均呈现出日益增强的合作态势,特别是跨学科领域合作逐渐成为科研活动的常态。因此,研究科研合作特别是跨领域合作对科研产出的影响,为提高我国科研和管理水平提供借鉴,显得尤为重要^[1]。

近年来,学者们基于文献计量学的方法对科研合作的模式与作用进行了探索。董凌轩等从合作人员的角度出发,基于2008—2012年间*iConference*会议论文构建作者合作网,进而根据网络的连接特点,将合作分为不同的合作模式^[2]。朱云霞等从合作机构的角度出发,基于CNKI提供的2005—2009年国家社科基金项目文献数据,对国内高校间的科研合作情况进行了分析研究^[3]。魏瑞斌则以科学计量学领域的权威期刊*Scientometrics* 2000—2011年发文数据为例,研究了科研机构合作网络的变化过程^[4]。Wang等基于IEEE权威期刊T-ITS,考虑合作机构性质(即科研单位或企业),论证了企业在科研产出中日趋重要的地位^[5]。张心悦等关注国际合作,以2000—2012年期间在Web of Science数据库中创新管理领域的科技论文为研究对象,对中国创新管理领域国际合作的核心力量来源,形成的科研团队及其构成进行了分析和研究^[6]。Ivanov等同时

考虑合作人员、机构以及国家,将科研合作作为一个维度对俄罗斯高校与俄罗斯科学院进行比较^[7]。王文平等基于期刊分类考察论文领域,进而讨论了领域合作随时间的变化趋势^[8]。Song等基于项目申请信息对项目申请书进行统计分析,探讨跨学科研究模式^[9]。上述论文较好地分析了科研合作在不同维度上的发展演化过程,却并未刻画科研合作与科研产出间的关系。苏芳荔等则以图情类影响力最大的4种期刊在2000—2009年间的载文量与被引次数为样本,从机构合作模式与合作频率两个方面分析科研合作对期刊论文被引次数的影响^[10]。

上述分析表明,目前科研合作的研究主要集中于合作模式的分析,关于科研合作尤其是跨领域合作与科研产出之间关系的研究尚且较少。此外,目前已有的关于跨领域合作的研究大都是基于文献数据库中提供的期刊学科分类确定论文所涉及的学科领域。而由于大量期刊涉及两个或多个学科,导致论文的学科领域划分效果往往不如人意,同时也很难依据论文所发表的期刊判断论文是否存在跨领域合作。

鉴于国家自然科学基金项目的学科领域分类相对规范、明确,本文提出利用资助论文研究的国家自然科学基金项目的学科领域来刻画和识别论文的跨

领域合作特性,并基于该特性研究科研合作,尤其是跨领域科研合作与科研产出间的关系。具体而言,本文基于近年受国家自然科学基金资助发表的SCI论文,研究(跨领域)科研合作对论文质量与项目产出的影响,以期为提高我国科研(合作)水平提供借鉴。

1 数据来源与分析方法

国家自然科学基金自1986年2月经国务院批准开始实施,旨在推动我国自然科学基础研究的发展,覆盖数理科学、化学科学、生命科学、地球科学、工程与材料科学、信息科学、管理科学以及医学科学等八大基础学科领域。

本文分析所采用的国家自然科学基金立项信息来源于国家自然科学基金ISIS系统(国家自然科学基金项目资助情况在线数据库)。我们从汤森路透Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)数据库检索并下载2008年至2015年间我国发表的所有SCI论文的著录信息(数据检索日期为2016年4月),论文总数约152.86万篇^①。我们将论文的基金资助信息与国家自然科学基金项目批准号进行匹配,筛选出受到国家自然科学基金资助的SCI论文约76.86万篇以及相应的国家自然科学基金项目约16.61万项。76.86万篇论文中,Article类型文章约75.24万篇,占比97.89%;Review类型文章约1.6万篇,占比2.08%。其后,我们依据国家自然科学基金的学科资助体系,将论文映射至八大学科领域,如图1所示。

本文的工作将围绕上述76.86万篇论文数据展开。本文的“科研合作”定义为科研论文受到两项或

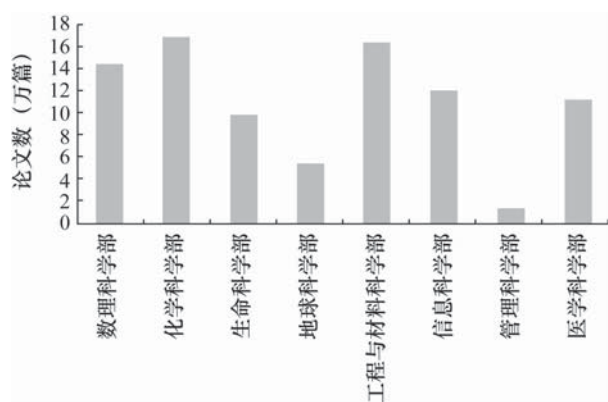


图1 论文领域分布

多项国家自然科学基金项目的资助。因而,我们定义受到不同学科领域的国家自然科学基金项目联合资助的论文为“跨领域合作”论文;定义受到同一个学科领域的两项或多项国家自然科学基金项目联合资助的论文为“领域内合作”论文。需要特别说明的是,我们定义仅受到一项国家自然科学基金项目资助的论文为“未合作”论文。即虽然该论文有可能存在多个作者、机构甚至多个国家/地区之间的合作,但基于本文所关注的领域合作视角,该论文依旧被定义为“未合作”论文。

我们将分别从论文的角度与项目的角度出发,分析科研合作对提升论文与项目质量的影响。论文角度中,基金号将仅用于区分论文的资助模式,即未合作、领域内合作以及跨领域合作,主要考虑论文的平均被引次数;项目角度则以基金项目为考察对象,考虑项目所产出的科研论文的数量与质量(使用项目的H指数进行刻画)两个维度。由于被引次数与论文发表时间相关(因而项目H指数也与项目时间存在一定关系),在本文后续章节中,对不同合作类型(如未合作论文/项目与领域内合作论文/项目)进行比较前,我们均对论文/项目的发表/立项时间分布进行了统计。统计结果表明,各合作类型具有相似的时间分布。如,2013年未合作、领域内合作以及跨领域合作的论文分别占所有未合作、领域内合作以及跨领域合作的论文的13.6%,13.1%以及13.2%。该结果保证了不同合作类型在统计意义上的可比性^②。

2 科研合作与论文质量

我们统计了未合作、存在领域内科研合作以及存在跨领域科研合作的SCI论文数量,分别约为38.6万篇、27.3万篇和10.9万篇,相应的平均被引次数分别为7.32次/篇、8.59次/篇以及9.90次/篇。其后,我们分别统计了资助各论文的国家自然科学基金项目数量以及领域数量及其分布,如图2(a)、(b)所示。其中,横轴代表合作项目数量/合作领域数量,纵轴代表相应的论文数量。图2(b)中横轴“0”表示未合作,“1”表示存在领域内合作,“2—5”分别表示存在2—5个领域间合作。由图2(a)、(b)可知,合作项目数量集中于1—5项,合作项目数为

^① 汤森路透自2007年下半年起才开始提供基金资助信息,因而我们使用2008—2015年间的论文信息。

^② 事实上,本文的所有研究均可从年份上展开。由于本文更加关注从整体上考察跨领域合作对科研产出的影响,我们聚焦至是否合作以及存在多少合作的角度进行分析。鉴于篇幅原因,本文并未给出完整的论文年份分布图表。然而统计结果表明,各合作类型具有相似的时间分布,从而保证了不同合作类型在统计意义上的可比性。

6—21 的论文共 6 711 篇；合作领域数量集中于 0—2 个，合作领域数为 3—5 的论文共 8 333 篇。因而，在考察合作项目数量/领域数量与论文被引次数的关系时，我们将受到 5 项以上的项目资助的论文看作同一个分组进行考察。同理，我们将受到 2 个以上领域资助的论文看作同一个分组进行考察。

进而，我们统计了论文被引次数与合作项目数量、合作领域数量间的关系，如图 3(a)、(b) 所示。由图 3(a) 可知，存在项目合作的论文的平均被引次数高于不存在项目合作的论文的平均被引次数；论文的平均被引次数随合作项目数的增加呈先增后减趋势；在合作项目数为 4 时达到最大。由图 3(b) 可看出，存在领域合作的论文的平均被引次数高于不存在领域合作的论文的平均被引次数，且平均被引次数随着合作领域数量的增加而增加。

由于文章的被引次数与文章类型和学科领域均存在一定关系(如 Review 类型更有可能受到更多引用)，为了尽可能消除其对结果解读的影响，我们统计了具有不同合作项目数/领域数的论文集合中，论文类型和领域的分布。结果表明，各集合中论文的类型和领域分布均与整体相似。例如，合作项目数为 6—21 的 6 711 篇论文中，Article 类型论文占比 97.73%，Review 类型论文占比 0.9%，领域分布分别为数理科学部 14.2%，化学科学部 14.8%，生命科学部 13.6%，地球科学部 8.6%，工程与材料科学

部 13.4%，信息科学部 16.0%，管理科学部 5.9%，医学科学部 13.3%。换言之，各论文集均以 Article 为主，且涉及各个学科。此结论同样适用于第 4 节中，具有不同合作项目数的项目所对应的文章集合。

总结而言，科研合作对论文质量有着明显的提升效果，且跨领域合作对论文质量提升效果强于领域内合作。

3 科研合作与项目产出

我们统计了未合作、存在领域内科研合作以及存在跨领域科研合作的项目数，分别约为 3.3 万项、6.5 万项以及 6.8 万项，相应的项目平均论文数量为 2.74 篇/项、5.98 篇/项、11.18 篇/项，平均项目 H 指数则为 1.26、2.29 以及 3.80，如图 4(a)、(b) 所示。其中，存在领域内科研合作的项目定义为该项目所资助的论文中，至少有 1 篇领域内合作论文；相应地，存在跨领域科研合作的项目定义为该项目所资助的论文中，至少有 1 篇跨领域合作论文。由该图可看出，科研合作对国家自然科学基金项目产出的论文数量与质量有着明显的提升效果。

其后，我们分别统计了各项目的合作项目数与合作领域数，分别定义为与某个项目存在共同论文资助的项目的数量以及所涉及的领域数量，如图 5(a)、(b) 所示。由图 5(a)、(b) 可知，各项目的合作

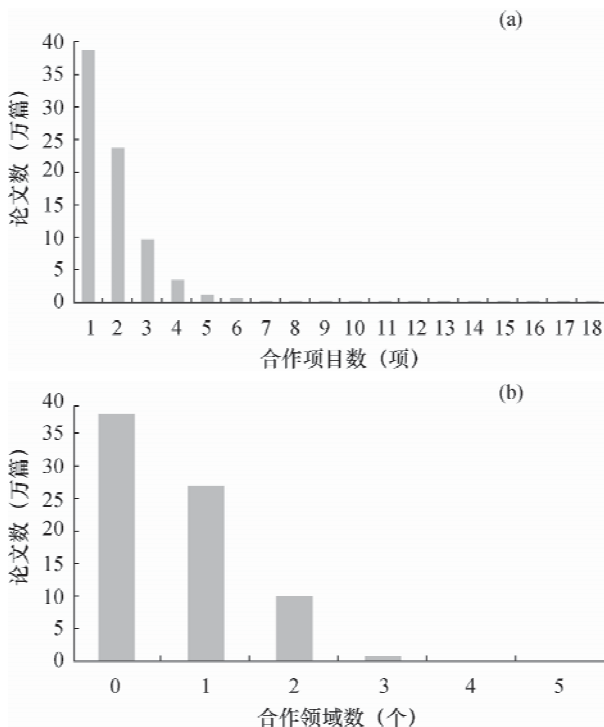


图 2 合作项目数/合作领域数与论文数
(a) 合作项目数与论文数；(b) 合作领域数与论文数

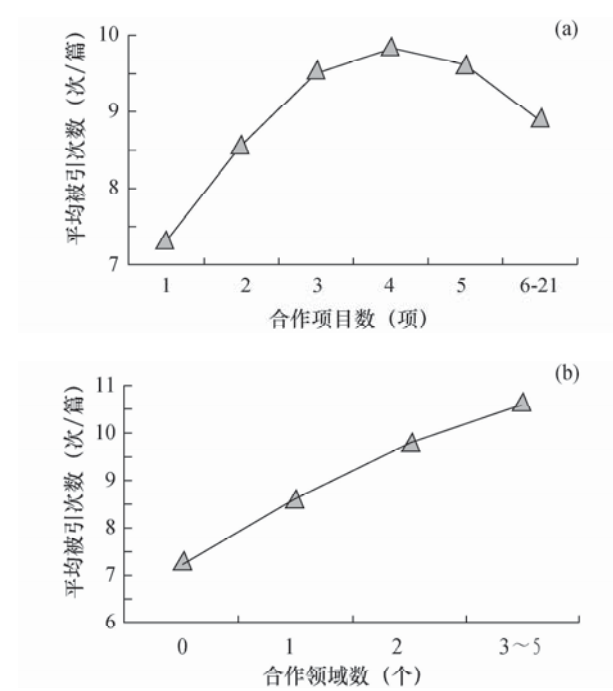


图 3 合作项目数/合作领域数与平均被引次数
(a) 合作项目数与平均被引次数；(b) 合作领域数与平均被引次数

项目数集中于1—14,合作项目数为15—254的项目共5949项;而合作领域数集中于0—4,合作领域数为5—8的项目共1295项。因而,在考察合作项目数/合作领域数与项目平均H-指数/项目平均论文数的关系时,我们将合作项目数大于等于15的项目作为同一个分组进行考察,同理,我们将合作领域数大于等于6的项目看作同一个分组进行考察。

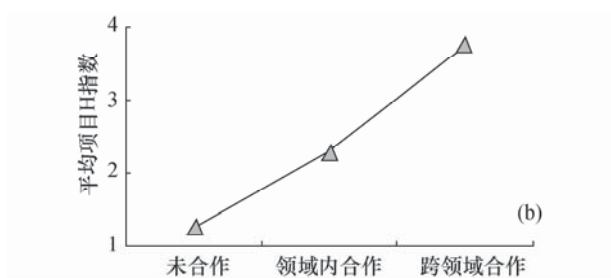
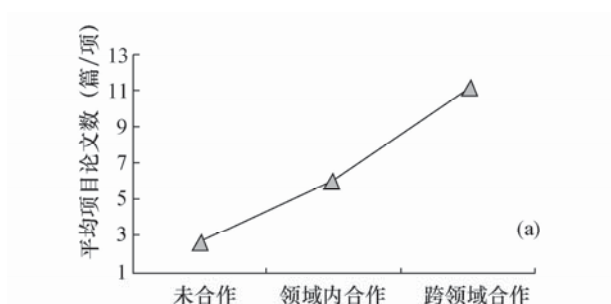


图4 科研合作与项目论文数/H指数

(a) 科研合作与项目论文数; (b) 科研合作与项目H指数

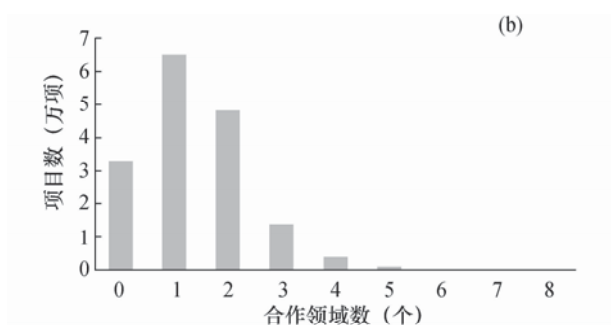


图5 科研项目的项目合作/领域合作情况

(a) 合作项目数分布; (b) 合作领域数分布

进而,我们统计了具有不同合作项目数/合作领域数的项目的产出情况,如图6(a)—(d)所示。由图6(a)—(d)可知,随着合作项目数/合作领域数的增加,各项目产出的论文数量与质量(H-指数)均呈现较大幅度的增长。总结而言,科研合作对项目产出论文的数量与质量有着明显的提升作用,且跨领域合作的提升效果明显强于领域内合作。

4 结语

本文提出利用资助论文研究的国家自然科学基金

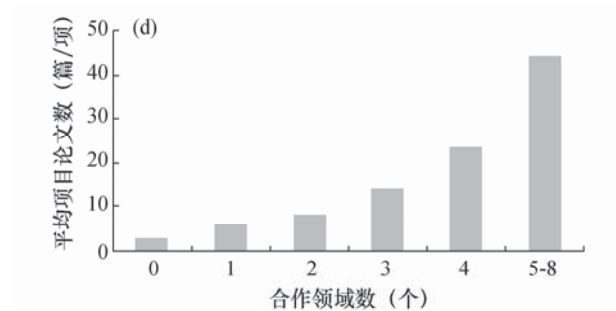
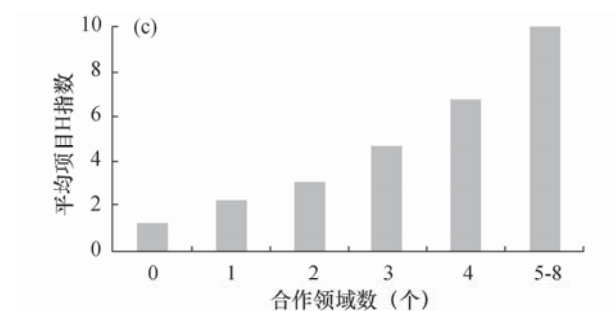
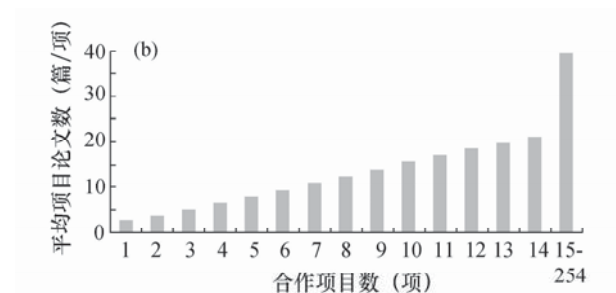
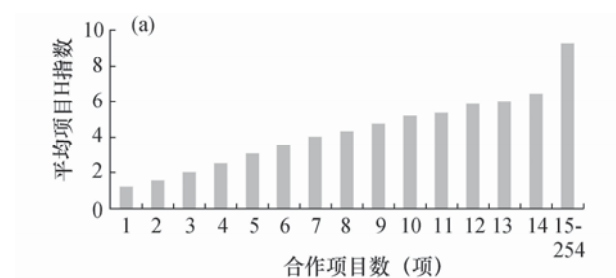


图6 合作项目数/领域数与项目H指数/论文数

(a) 合作项目数与平均项目H指数; (b) 合作项目数与平均项目论文数; (c) 合作领域数与平均项目H指数; (d) 合作领域数与平均项目论文数

金项目的学科领域来刻画和识别论文的学科领域,并将其用于研究科研合作,尤其是跨领域科研合作与科研产出间的关系。基于2008—2015年受国家自然科学基金研究资助发表的SCI论文的研究表明,科研合作对论文质量与项目产出均存在显著的提升效果,特别是跨领域合作的提升效果显著大于领域内合作。后续工作将深入研究合作项目数与论文平均被引次数之间的关系,以探寻过多项目合作反而导致对论文质量提升效果降低的原因。

致谢 本论文的研究工作受到“中国科学院文献情报领域引进优秀人才计划择优支持”项目(2013年12月17日获批,中科院内部人才项目)资助。

参 考 文 献

- [1] 赵君,廖建桥. 科研合作研究综述. 科学管理研究,2013,31(2):117—120.
- [2] 董凌轩,刘友华,朱庆华. 基于SNA的iConference论文作者合作情况研究. 情报杂志,2013,32(10):82—88.
- [3] 朱云霞,魏建香. 我国高校社会科学领域科研合作网络分析. 科学情报,2014,32(3):144—149.
- [4] 魏瑞斌. 科学计量学领域科研机构合作网络演化分析. 情报杂志,2012,32(12):40—44.
- [5] Wang, Tao, Wang, Xiao, Tang, Shaohu, Lin, Yuetong, Liu, Wenli, Liu, Zhong, Xiu, Baoxin, Shen, Dayong, Zhao, Xueliang, Gao, Yanqing. Collaborations Patterns and Productivity Analysis for IEEE T-ITS Between 2010 and 2013. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2014, 15(6):2360—2367.
- [6] 张心悦,宋伟,宋小燕. 从SCI看我国国际科研合作网络——以创新管理领域为例. 中国高校科技,2014(4):26—29.
- [7] Ivanov, V. V., Libkind, A. N., Markusova, V. A. Publication Activity and Research Cooperation between Higher Education Institutions and the Russian Academy of Sciences. Herald of the Russian Academy of Sciences, 2014, 84(1):28—34.
- [8] 王文平,刘云,何颖,谭龙. 国际科技合作对跨学科研究影响的评价研究——基于文献计量学分析的视角. 科研管理,2015,36(3):128—137.
- [9] Song, Choonghan. Interdisciplinarity and Knowledge Inflow/Outflow Structure among Science and Engineering Research in Korea. Scientometrics, 2003, 58(1):129—141.
- [10] 苏芳荔. 科研合作对期刊论文被引次数的影响. 图书情报工作,2011,55(10):144—148.

Influence of interdisciplinary cooperation on research output based on SCI papers supported by NSFC

Yue Mingliang Ma Tingcan Wang Guifang He Tao

(Wuhan Documentation and Information Center, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430071)

Abstract The comprehensiveness and complexity of scientific research have made cooperation, especially interdisciplinary cooperation, normality. Based on the SCI papers sponsored by the National Natural Science Foundation of China (NSFC) programs published during 2008—2015, this paper identifies and characterizes the subject areas of the papers according to the research fields of their sponsoring NSFC programs, and then studies the influence of the research cooperation especially interdisciplinary cooperation on research output using the subject-classified papers. The results show that research cooperation can evidently promote the quality of research paper and program output, and the promotion effect of interdisciplinary cooperation is significantly greater than inner-disciplinary cooperation.

Key words research cooperation; interdisciplinary; National Natural Science Foundation of China; research output