

分类号 _____

U D C _____

密级 _____

编号 _____

華中師範大學

博士学位论文

学术网络对女性科技人才科研产出 的影响研究

学位申请人姓名: 梁远亮

申请学位学生类别: 全日制博士

申请学位学科专业: 图书情报与档案管理

指导教师姓名: 谭春辉 教授



博士学位论文
DOCTORAL DISSERTATION

博士学位论文

学术网络对女性科技人才科研产出的影响研究

论文作者：梁远亮

指导教师：谭春辉 教授

学科专业：图书情报与档案管理

研究方向：信息计量与科学评价

华中师范大学信息管理学院

2023 年 6 月



博士学位论文
DOCTORAL DISSERTATION

Dissertation

Research on the Influence of Academic Network on the Scientific Output of Female Science Technology Professionals

By

Liang Yuanliang

Supervisor: Tan Chunhui

Specialty: Library information and Archives Management

Research Area: Scientometrics and Scientific Evaluation

School of Information Management

Central China Normal University

June, 2023



摘 要

自从 1979 年 Cole 在其著作《公平的科学：科学共同体中的女性》首次揭示科研产出存在性别差异的现象以来，该“科研产出之谜”仍在不同领域、不同国家和地区存在。事实上，全球各地女性在科学、技术、工程和数学（STEM）领域代表性都不足，女性科技人才漏管现象、科研产出之谜成为科研界关注的焦点之一。在我国，近些年国家、地方层面陆续出台了支持女性科技人才发展的相关政策法规，支持女性参与科技创新活动的力度在不断加强，科研领域的性别差异正在逐步改善，但也应该看到，由于社会长久以来存在的性别刻板印象等因素或惯性思维，女性科技人才在学术网络构建方面规模相对较小、资源相对不足，在回报方面有欠缺，整体相对处于弱势，给科研产出带来一定阻力，学术网络对其科研产出的支持仍有待加强和完善。此外，当前针对女性科技人才的学术网络与科研产出的研究尚较少。因此，研究学术网络对女性科技人才科研产出的影响，有助于厘清学术网络影响女性科技人才科研产出的因素及机理，亦可为科技人才管理部门和用人单位进一步加强和完善女性科技人才的学术网络支持提供参考。本文主要研究内容如下：

（1）相关概念内涵及界定。分析并厘清了学术网络、女性科技人才、科研产出的概念及内涵，界定了学术网络的类型，并将学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络作为影响女性科技人才科研产出的研究范畴。

（2）学术网络影响科研产出的效应与量化分析模型。分析了学术网络影响科研产出中存在的积累效应、中介效应、调节效应、组态效应，阐述和构建了学术网络对科研产出影响的统计分析、组态分析和 SBM 产出效率分析等模型，为后续研究指标和模型的选取做了整体铺垫。

（3）学术论文网络对女性科技人才学术论文产出的影响分析。基于高校、科研院所物理学、地理学、生态学、计算机学四个学科 485 名女性科技人才的履历信息和所发表的 CSCD 中文论文和 SCI 英文论文数据，分别构建了女性科技人才的学术背景、学术论文网络。女性科技人才学术论文产出以低产低质群体为主，群体分布基本呈现“二八定律”现象；较为细粒度地分析了人口特征、学术背景、学术论文网络对学术论文产出的影响，同时构建了一个具有中介作用的调节影响模型，揭示了基金资助、合作机构、学术论文网络影响女性科技人才不同学术论文产出的中介与调节作用机制；此外，不同学术论文网络指标在不同职称等分组中的积累效应各不同；CSCD、SCI 学术论文网络中的发表年、作者规模、机构规模、基金资助的动态变化总体上会正向影响 CSCD、SCI 论文产出的动态变化；网络位置、网络多元合作、网络支持是高论文产出组态的核心因素；SCI 学术论文网络总体 SBM 产出效率高于 CSCD 学术论文网络，SCI 学术论文网络的网络位置、网络关系、网络支持是影响 SCI 论文 SBM 产出效率的重要因素；CSCD 学术论文网络的网络位置、网络特征向量、网络结构、网络支持是影响 CSCD 论文 SBM 产出效率的重要因素。



(4) 学术社交网络对女性科技人才学术博文产出的影响分析。基于科学网 8 个学科 24353 名博主名录数据,经过性别识别、博文筛选,选出科学网 1381 名发表过学术博文的女性博主,分别构建了她们的学术背景、学术社交网络。参考 RFM 模型 3 个特征指标与女性科技人才发表学术博文行为的映射,采用 K-Means 聚类算法对女性科技人才学术博文发文进行了分类;从学科、学历、职称、博客访问量、在线时间、注册时长、活跃度等方面分析了学术背景与女性科技人才学术博文产出的关系;从好友网络、推荐网络、跨学科交流网络等方面探讨了学术社交网络与女性科技人才学术博文产出的关系;构建了好友网络和推荐网络在跨学科交流网络与学术博文产出之间的中介和调节作用影响模型,揭示了不同学术社交网络指标在跨学科交流对学术博文产出影响中的中介与调节作用机制;基于 ECM-IS 信息系统持续使用理论利用 Cox 半参数回归模型分析了女性科技人才在学术社交网络中的生存时间和影响因素,大部分女性约 37 个月后较早地离开了学术社交网络;此外,还发现推荐网点度中心性、推荐网特征向量中心性在学历的分组中显示出较强的积累效应;推荐网点度中心性在职称分组中有显著的积累效应;网络活跃度、推荐网络位置、好友网特征向量是高学术博文产出组态的核心因素;跨学科交流、好友网特征向量、推荐网络位置对学术社交网络的 SBM 产出效率影响显著。

(5) 学术奖励网络对女性科技人才学术奖励产出的影响分析。以 2000-2020 年的 3460 个国家科技进步奖获奖项目为分析对象,经性别识别、机构分类,分别构建每个获奖项目的人员合作网络、机构合作网络。科技进步奖中女性科技人才的人数总体占比、第一完成人占比比较低;科技进步奖获奖项目的性别参与度、性别异质性、团队署名性别贡献在不同性别组之间存在显著差异;基于 Logistics 回归模型显示性别异质性、单位数量、合作宽度、点度中心性和中介中心性对项目获奖等级有显著影响;性别异质性在机构合作网络与项目获奖等级之间具有显著的中介作用,但无调节作用。同时,机构网络规模在第一完成人为女性的院士与非院士分组中有显著的积累效应;机构网络规模、机构网络中介是产生高获奖等级组态的核心因素;机构网络宽度、性别异质性是影响学术奖励网络 SBM 产出效率的重要因素。

(6) 学术网络视角下女性科技人才科研产出提升策略分析。基于三类学术网络对女性科技人才科研产出的独特影响和共性影响,提出四个方面提升策略:加强学术论文网络方面,可构建稳定的合著人员网络、多元的合著机构网络和积极拓展基金支持;活跃学术社交网络方面,可主动构建好友网络,积极构建推荐网络,注重构建跨学科交流网络;融入学术奖励网络方面,可促进科研团队的性别多样性,拓宽科研合作团队合作宽度,鼓励女性参与学术奖励申报;发展多元化学术网络方面,可从单一化向多元化发展,稳定多元化学术网络,提升学术网络活跃度,注重多元学术网络组合;完善科技政策方面,可促进科技政策的人本化改革、性别平等保障、长效激励机制并建立数据监测体系和配套政策。

本文可能的创新点主要体现在:(1)基于学术论文网络视角,从 CSCD 中文论文、SCI 英文论文两个发文倾向分别较为细粒度地分析了学术背景、学术论文网络对女性科技人才学术



论文产出的影响,构建了一个具有中介作用的调节影响模型,揭示基金资助、合作机构、学术论文网络之间对女性科技人才不同学术论文产出的中介与调节作用机制。(2)基于学术社交网络视角,分析学术背景、学术社交网络对女性科技人才学术博文产出的影响,并构建跨学科交流与学术社交网络的中介作用、调节作用影响模型,揭示了好友网络、推荐网络不同学术社交网络指标在跨学科交流对学术博文产出影响中的中介与调节作用机制;基于 ECM-IS 信息系统持续使用理论分析了女性科技人才在学术社交网络中的生存时间和影响因素。(3)基于学术奖励网络视角,分析了科技进步奖中女性占比情况,探讨了科技进步奖人员合作网络、机构合作网络的性别差异及其对科技进步奖获奖等级的影响,构建并检验了性别异质性在学术奖励网络对学术奖励影响中的中介作用模型。同时,基于积累优势理论、组态理论、学术网络投入视角分别分析了不同学术网络指标对学术论产出、学术博文产出、学术奖励产出的积累效应、组态效应、SBM 产出效率及其影响因素。

关键词: 女性科技人才;学术网络;科研产出



Abstract

Since Cole first revealed the gender gap in scientific output in his book "Fair Science: Women in the Scientific Community" in 1979, the productivity puzzle still exists in different fields, countries and regions. In fact, women around the world are underrepresented in the fields of science, technology, engineering and mathematics (STEM). The phenomenon of female science technology professionals leaky pipeline and the productivity puzzle has become one of the focuses of the scientific research community. China has successively promulgated national and provincial policies and regulations to support the development of female science technology professionals. Efforts to support women's participation in scientific and technological innovation activities have been strengthened, and the gender gap in scientific research is gradually narrowing. However, it should also be noted that due to the influence of gender stereotypes in the society for a long time, the academic network of female science technology professionals is relatively small, relatively insufficient resources, and insufficient returns. The overall situation is relatively weak, which brings certain resistance to scientific research output. The academic network's support for female science technology professionals' scientific output still needs to be strengthened and improved. In addition, there are few researches on the academic network and scientific output of female science technology professionals. Therefore, studying the impact of academic network on the scientific research output of female science technology professionals is helpful to identify the influencing factors and mechanisms of academic network on the scientific output of female science technology professionals, and can also provide reference for science and technology administrative departments and employers to strengthen the support of female science technology professionals' academic network. The main research contents of this paper are as follows:

(1) Connotation and definition of related concepts. The concept and connotation of academic network, female science technology professionals and scientific output are analyzed. This paper defines the types of academic network, and takes academic paper network, academic social network and academic reward network as the categories that affect the scientific output of female science technology professionals.

(2) The effect of academic network on scientific output and the quantitative analysis model. The cumulative effect mediating effect, moderating effect and configuration effect of academic network on scientific output are analyzed, and the models of statistical analysis, configuration analysis and SBM output efficiency analysis of academic network's influence on scientific output are constructed.

(3) Analysis of the influence of academic paper network on the output of female science



technology professionals' academic papers. Based on the curriculum vitae, CSCD papers and SCI paper data of 485 female science technology professionals in four disciplines of physics, geography, ecology and computer science in universities and research institutes, the academic background and academic paper network of female science technology professionals are constructed respectively. The output of academic papers by female science technology professionals is mainly low-yield and low-quality group, and the group distribution presents the phenomenon of 80/20 rule. The influences of population characteristics, academic background and academic paper network on the output of academic papers are analyzed in a fine-grained manner. A mediated moderation model was established to reveal the mediating and moderating effects of funding, cooperative institutions and academic paper network on the output of female science technology professionals' academic papers. In addition, the cumulative effect of different academic paper network indicators in different groups such as professional titles is different. The dynamic changes of publication year, author size, institution size and funding in CSCD, SCI paper network positively affect the dynamic changes of CSCD and SCI paper output. Network location, multi-network cooperation, and network support are the core factors of high paper output configuration. The SBM output efficiency of SCI academic paper network is higher than that of CSCD academic paper network. The network location, network relationship and network support of SCI academic papers network are important factors affecting the output efficiency of SCI papers. The network location, network feature vector, network structure and network support of CSCD academic paper network are important factors affecting the output efficiency of CSCD papers.

(4) Analysis of the influence of academic social network on the output of female science technology professionals' academic blog posts. Based on the data of 24353 bloggers directory in 8 disciplines of Sciencenet, 1381 female science technology professionals who had published academic blogs were selected through gender identification and post screening, and their academic backgrounds and academic social networks were constructed respectively. Mapping the three characteristic indicators of the RFM model with the behavior of female science technology professionals publishing academic blog posts, the K-Means clustering algorithm was used to classify the academic blog posts published by female science technology professionals. The relationship between academic background and academic blog post output of female science technology professionals is analyzed from the aspects of discipline, education, professional title, blog visits, online time, registration time, and activity. The relationship between academic social network and academic blog post output is discussed from friendship network, recommendation network and interdisciplinary network. The influence model of friendship network and recommendation network on the interdisciplinary network



and the output of academic blog post is constructed, and the mediating and moderating effects of different academic social network indicators on the influence of interdisciplinary network on the output of academic blog post are revealed. Based on the ECM-IS model, the Cox proportional-hazards mode was used to analyze the survival time and influencing factors of female science technology professionals in the academic social network. Most female science technology professionals left the academic social network early after about 37 months. In addition, it is also found that the degree centrality and eigenvector centrality of recommendation network show strong cumulative effect in the grouping of educational background. The degree centrality of recommendation network has a significant cumulative effect on professional title grouping. Network activity, location of recommendation network and eigenvector centrality of friendship network are the core factors of configuration of high academic blog post output. The interdisciplinary network, the eigenvector centrality of friendship network and the location of recommendation network have significant influence on the SBM output efficiency of academic social network.

(5) Analysis of the influence of academic reward network on the output of academic reward for female science technology professionals. Taking the 3460 National Science and Technology Progress Award-winning projects from 2000 to 2020 as the analysis object, the personnel cooperation network and institutional cooperation network of each award-winning project were constructed through gender identification and institutional classification. The proportion of female science technology professionals in the total number of award-winning projects and the proportion of the first author are relatively low. There are significant differences in the gender participation, gender heterogeneity, and team signature gender contribution of award-winning projects among different gender groups. The analysis based on logistics model shows that gender heterogeneity, cooperation width, degree centrality and betweenness centrality have significant effects on the award level. Gender heterogeneity has a significant mediating effect on the relationship between institutional cooperation network and award level, but has no moderating effect. Meanwhile, the size of institutional network has a significant cumulative effect on the group of academicians whose first author is female. The institutional network size and institutional network intermediary are the core factors that produce the configuration of high award level. Institutional network width and gender heterogeneity are important factors affecting the SBM output efficiency of academic reward network.

(6) An analysis of strategies for improving female science technology professionals' scientific output from the perspective of academic network. Based on the unique influence and common influence of the three types of academic networks on the scientific output of female science technology professionals, this paper puts forward four improvement strategies. In terms of



strengthening the academic paper network, it is possible to build a stable network of co-authors, a network of diverse co-author institutions, and expand fund support. In terms of active academic social networks, we can actively build a friendship network, actively build a recommendation network, and focus on building an interdisciplinary network. In terms of integrating into the academic award network, gender diversity of the team can be promoted, cooperation width of the team can be broadened, and women can be encouraged to participate in the application of academic award. In terms of developing diversified academic networks, it is necessary to develop from simplification to diversification, stabilize and diversify academic networks, enhance the activity of academic networks, and pay attention the combination of multiple academic networks. In terms of improving science and technology policy, it can promote human-oriented reform of science and technology policy, gender equality, long-term incentive mechanism, and establish a data monitoring system and supporting policies.

The possible innovations of this paper are mainly reflected in: (1) Based on the perspective of academic paper network, this paper analyzes the influence of academic background and academic paper network on the output of female science technology professionals' academic papers in a relatively fine-grained manner from the perspective of CSCD papers and SCI papers. A mediated moderation model is constructed, which reveals the mediating and moderating effects of funding, cooperative institutions, and academic paper network on the output of academic papers.(2) Based on the perspective of academic social network, the influence of academic background and academic social network on the output of female science technology professionals' academic blogs is analyzed, and a mediating and moderating effect model of interdisciplinary communication and academic social network is constructed. It reveals the intermediary and moderating effects of friendship network and recommendation network in the influence of interdisciplinary communication on the output of academic blog posts.The survival time and influencing factors of female science technology professionals in academic social network were analyzed based on ECM-IS model.(3) Based on the perspective of academic award network, this paper analyzes the proportion of women in science and technology progress awards, discusses the gender differences of personnel cooperation network and institutional cooperation network and their effects on award level, and constructs and tests the mediating effect model of gender heterogeneity in the influence of academic award network on award level.At the same time, based on the cumulative advantage theory, configuration theory and academic network input, the cumulative effect, configuration effect, SBM output efficiency and its influencing factors of different academic network indicators on the output of academic theory, academic blog post and academic reward are analyzed respectively.



Keywords: female science technology professionals; academic network; scientific output

目 录

1 绪论.....	1
1.1 研究背景与意义.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究意义.....	3
1.2 国内外研究现状.....	5
1.2.1 科研产出的性别差异相关研究.....	5
1.2.2 女性科技人才相关研究.....	7
1.2.3 学术网络与科研产出相关研究.....	10
1.2.4 国内外研究述评.....	16
1.3 研究思路与方法.....	17
1.3.1 研究思路.....	17
1.3.2 研究方法.....	18
1.4 研究内容与创新点.....	19
1.4.1 研究内容.....	19
1.4.2 研究创新点.....	20
2 相关概念与理论基础	22
2.1 女性科技人才.....	22
2.1.1 科技人才相关界定.....	22
2.1.2 女性科技人才相关界定.....	23
2.2 科研产出.....	24
2.2.1 科研产出的形式.....	24
2.2.2 科研产出的测度.....	25
2.3 学术网络.....	25
2.3.1 学术网络概念.....	25
2.3.2 学术网络类型.....	26
2.3.3 学术网络的构建.....	31
2.4 相关理论基础.....	32
2.4.1 社会网络分析理论.....	32
2.4.2 科学计量理论.....	33
2.4.3 社会资本理论.....	34
2.5 本章小结.....	35
3 学术网络影响科研产出的效应与量化分析模型	37
3.1 学术网络影响科研产出的效应	37
3.1.1 积累效应.....	37

3.1.2 中介效应.....	39
3.1.3 调节效应.....	39
3.1.4 组态效应.....	40
3.2 学术网络影响科研产出的量化分析模型	41
3.2.1 统计分析方法与模型.....	41
3.2.2 组态效应分析模型.....	44
3.2.3 SBM 产出效率分析模型	45
3.3 本章小结.....	47
4 学术论文网络对女性科技人才学术论文产出的影响	48
4.1 研究假设.....	48
4.1.1 学术论文网络对论文产出的影响.....	48
4.1.2 基金资助对论文产出的中介作用.....	51
4.1.3 合作机构对论文产出的中介作用.....	51
4.1.4 学术论文网络的调节作用.....	52
4.2 数据采集及预处理.....	54
4.2.1 履历信息.....	54
4.2.2 学术论文信息.....	57
4.3 学术论文网络构建及指标选取	59
4.3.1 学术背景指标.....	59
4.3.2 学术论文网络指标.....	60
4.3.3 学术论文产出指标.....	62
4.3.4 指标变量汇总.....	64
4.4 学术论文网络对学术论文产出的影响作用分析	66
4.4.1 学术论文产出的理想模式.....	66
4.4.2 人口特征与学术论文产出.....	69
4.4.3 学术背景与学术论文产出.....	70
4.4.4 学术论文网络与学术论文产出.....	74
4.4.5 学术论文网络的中介与调节作用.....	78
4.4.6 学术论文网络的积累效应分析.....	86
4.4.7 学术论文网络的动态影响分析.....	90
4.5 学术论文网络对学术论文产出的影响组态分析	93
4.5.1 学术论文网络的组态模型.....	93
4.5.2 变量及数据选取.....	95
4.5.3 学术论文网络的组态效应分析.....	96
4.6 学术论文网络对学术论文产出效率的影响分析	104
4.6.1 学术论文网络的投入与产出指标.....	105
4.6.2 学术论文网络产出效率测度与比较.....	105
4.7 本章小结.....	109

5 学术社交网络对女性科技人才学术博文产出的影响	111
5.1 研究假设.....	112
5.1.1 学术社交网络与学术博文产出.....	112
5.1.2 学术社交网络的互动关系.....	114
5.2 数据采集及预处理.....	116
5.2.1 学术背景信息.....	116
5.2.2 学术博文信息.....	120
5.3 学术社交网络构建及指标选取	120
5.3.1 学术社交网络指标.....	120
5.3.2 学术博文产出指标.....	121
5.3.3 指标变量汇总.....	122
5.4 学术社交网络对学术博文产出的影响作用分析	123
5.4.1 基于 RFM 模型的学术博文发文分类	124
5.4.2 学术背景与学术博文产出.....	125
5.4.3 学术社交网络与学术博文产出.....	127
5.4.4 学术社交网络的中介与调节作用.....	130
5.4.5 学术社交网络的积累效应分析.....	140
5.4.6 学术社交网络的生存分析.....	141
5.5 学术社交网络对学术博文产出的影响组态分析	145
5.5.1 学术社交网络的组态模型.....	145
5.5.2 变量及数据选取.....	146
5.5.3 学术社交网络的组态效应分析.....	147
5.6 学术社交网络对学术博文产出效率的影响分析	149
5.6.1 学术社交网络的投入与产出指标.....	150
5.6.2 学术社交网络产出效率测度与比较.....	150
5.7 本章小结.....	152
6 学术奖励网络对女性科技人才学术奖励产出的影响	154
6.1 研究假设.....	154
6.1.1 科研合作和学术奖励的性别差异.....	154
6.1.2 合作机构对学术奖励的影响.....	156
6.1.3 性别异质性的中介作用.....	157
6.2 数据采集及预处理.....	158
6.2.1 数据来源.....	158
6.2.2 数据清洗.....	159
6.3 学术奖励网络构建及指标选取	163
6.3.1 科技进步奖人员合作网络.....	163
6.3.2 科技进步奖机构合作网络.....	164
6.3.3 指标变量和分析方法.....	165

6.4 学术奖励网络对获奖等级的影响作用分析	166
6.4.1 整体情况分析	166
6.4.2 科技进步奖合作网络的性别差异	170
6.4.3 合作网络对获奖等级的影响分析	171
6.4.4 性别异质性的中介作用检验	173
6.4.5 学术奖励网络的积累效应分析	175
6.5 学术奖励网络对获奖等级的影响组态分析	175
6.5.1 学术奖励网络的组态模型	175
6.5.2 变量及数据选取	176
6.5.3 学术奖励网络的组态效应分析	177
6.6 学术奖励网络对学术奖励产出效率的影响分析	181
6.6.1 学术奖励网络的投入与产出指标	181
6.6.2 学术奖励网络产出效率测度与比较	181
6.7 本章小结	184
7 学术网络视角下女性科技人才科研产出提升策略	186
7.1 加强学术论文网络	188
7.1.1 稳定拓宽合著人员网络	188
7.1.2 构建多元合作机构网络	189
7.1.3 积极拓展基金资助网络	189
7.2 活跃学术社交网络	190
7.2.1 主动构建好友网络	190
7.2.2 积极构建推荐网络	191
7.2.3 注重跨学科交流网络	192
7.3 融入学术奖励网络	193
7.3.1 促进科研团队的性别多样性	193
7.3.2 拓宽科研合作团队合作宽度	193
7.3.3 鼓励女性参与学术奖励申报	194
7.4 发展多元化学术网络	194
7.4.1 从单一化向多元化发展	194
7.4.2 稳定多元化学术网络	195
7.4.3 提升学术网络活跃度	195
7.4.4 注重多元学术网络组合	195
7.4.5 提升个人及团队创新活力	196
7.5 完善科技政策支持	196
7.5.1 科技政策的人本化改革	196
7.5.2 科技政策的性别平等保障	198
7.5.3 科技政策的长效激励机制	198
7.5.4 建立数据监测体系及配套政策	199

7.6 本章小结.....	199
8 研究总结与展望	201
8.1 研究总结.....	201
8.2 研究展望.....	203
参考文献.....	205
附录.....	218
附录 1 根据四个学科评估情况选定的高校	218
附录 2 是否参与学术社交网络对学术论文产出的处理效应 PSM 分 析结果	220



致谢	226
----------	-----

图目录

图 1-1 研究技术路线图	18
图 4-1 女性科技人才学术论产出影响分析框架	48
图 4-2 学术论文网络具有中介作用的调节影响模型	53
图 4-3 CSCD 论文构建的个体合著网络示例	61
图 4-4 女性科技人才 CSCD 学术论文产出的四象限分布图	68
图 4-5 女性科技人才 SCI 学术论文产出的四象限分布图	68
图 4-6 CSCD 论文产出指标与年龄分组	70
图 4-7 SCI 论文产出指标与年龄分组	70
图 4-8 学术论文网络对论文产出影响的组态模型	95
图 4-9Ha 路径所解释的个体案例分布情况	100
图 4-10Hb 路径所解释的个体案例分布情况	100
图 4-11Hc 路径所解释的个体案例分布情况	101
图 4-12Hd 路径所解释的个体案例分布情况	102
图 4-13NHa 路径所解释的个体案例分布情况	102
图 4-14NHb 路径所解释的个体案例分布情况	103
图 4-15NHc 路径所解释的个体案例分布情况	104
图 5-1 学术博文产出影响分析框架	114
图 5-2 好友网络和推荐网络的中介作用和调节作用模型	116
图 5-3 好友网络的中介作用	139
图 5-4 好友网和推荐网的调节作用	140
图 5-5 不同学历的生存函数曲线图	143
图 5-6 不同职称的生存函数曲线图	144
图 5-7 学术社交网络对学术博文产出影响的组态模型	146
图 6-1 项目完成人总体女性占比、第一完成人女性占比、末位完成人女性占比时间演变	168
图 6-2 合作度数在 50 次以上的节点机构合作网络图	169
图 6-3 性别异质性在合作机构网络与获奖等级之间的中介作用模型图	173
图 6-4 学术奖励网络对学术奖励产出影响的组态模型	176



表目录

表 4-1 学科选择来源表	54
表 4-2 中国科学院各学科选取的研究所	55
表 4-3 影响学术论文产出的变量汇总表	65
表 4-4 科研论文数量与质量的理想化模式分类表	66
表 4-5 CSCD 论文和 SCI 论文的产出类型分布	69
表 4-6 生理年龄与学术论文产出	69
表 4-7 职业年龄与学术论文产出	70
表 4-8 博士后经历与学术论文产出	71
表 4-9 国外学习经历与学术论文产出	71
表 4-10 职称与学术论文产出	72
表 4-11 学科评估等级与学术论文产出	72
表 4-12 工作单位层级与学术论文产出	73
表 4-13 博士高校层级与学术论文产出	73
表 4-14 近亲繁殖与学术论文产出	74
表 4-15 学术论文网络与学术论文产出相关分析	74
表 4-16 CSCD 论文 OLS 回归结果	75
表 4-17 SCI 论文 OLS 回归结果	76
表 4-18 CSCD 论文中基金资助的中介效应检验结果	78
表 4-19 SCI 论文中基金资助的中介效应检验结果	79
表 4-20 CSCD 论文中合作机构的中介效应检验结果	80
表 4-21 SCI 论文中合作机构的中介效应检验结果	80
表 4-22 CSCD 点度中心性的调节效应检验结果	81
表 4-23 SCI 点度中心性的调节效应检验结果	82
表 4-24 CSCD 中介中心性、特征向量中心性、结构洞调节效应检验结果	83
表 4-25 SCI 中介中心性、特征向量中心性、结构洞调节效应检验结果	83
表 4-26 CSCD 合作网络指标对合作机构中介的调节效应	84
表 4-27 SCI 合作网络指标对合作机构中介的调节效应	84
表 4-28 假设检验结果汇总表	85
表 4-29 CSCD 论文按博士后经历分组回归系数差异检验表	87
表 4-30 CSCD 论文按出国经历分组回归系数差异检验表	87
表 4-31 SCI 论文按职称分组回归系数差异检验表	88
表 4-32 SCI 论文按博士后经历分组回归系数差异检验表	88



表 4-33SCI 论文按出国经历分组回归系数差异检验表	89
表 4-34SCI 论文按博士高校层级分组回归系数差异检验表	90
表 4-35CSCD 论文网络动态性指标相关性	91
表 4-36CSCD 论文网络动态性指标 OLS 回归结果	91
表 4-37SCI 论文网络动态性指标相关性	92
表 4-38SCI 论文网络动态性指标 OLS 回归结果	93
表 4-39 学术论文网络各变量的校准值	97
表 4-40 产生高论文产出和非高论文产出的必要条件分析结果	98
表 4-41 产生高论文产出和非高论文产出的条件组态构型	99
表 4-42 不同工作单位层次、博士高校层次的论文 SBM 产出效率值	106
表 4-43 不同学科、学科评估等级的论文 SBM 产出效率值	106
表 4-44 不同地域的论文 SBM 产出效率值	107
表 4-45 不同年龄分组、职业年龄分组的论文 SBM 产出效率值	108
表 4-46 不同博后经历、国外学习经历、职称的论文 SBM 产出效率值	109
表 5-1 性别识别 API 接口代码示例（部分）	117
表 5-2 中文姓名预测性别推断置信度结果（部分）	118
表 5-3 8 个一级学科获取的博主数量	119
表 5-4 影响学术博文产出的变量汇总表	122
表 5-5 博文发表行为与 RFM 模型映射表	124
表 5-6 K-Means 聚类类别方差分析差异对比结果	125
表 5-7 学科与学术博文产出	125
表 5-8 学历与学术博文产出	126
表 5-9 职称与学术博文产出	127
表 5-10 博客属性与学术博文产出	127
表 5-11 学术社交网络与学术博文产出	128
表 5-12 学术社交网络的 OLS 回归分析结果	129
表 5-13 跨学科交流对学术博文产出的回归结果	130
表 5-14 好友网点度中心性的中介效应和调节效应检验结果	131
表 5-15 好友网接近中心性的中介效应和调节效应检验结果	132
表 5-16 好友网聚类系数的中介效应和调节效应检验结果	133
表 5-17 好友网特征向量中心性的中介效应和调节效应检验结果	134
表 5-18 推荐网点度中心性的中介效应和调节效应检验结果	135
表 5-19 推荐网接近中心性的中介效应和调节效应检验结果	136



表 5-20 推荐网聚类系数的中介效应和调节效应检验结果	137
表 5-21 推荐网特征向量中心性的中介效应和调节效应检验结果	138
表 5-22 按学历分组回归系数差异检验表	141
表 5-23 不同学历的生存时间估计（中位数）	143
表 5-24 不同职称的生存时间估计（中位数）	143
表 5-25Cox 半参数回归模型分析结果	145
表 5-26 学术社交网络各变量的校准值	147
表 5-27 产生高学术博文产出和非高学术博文产出的必要条件分析结果	147
表 5-28 产生高学术博文产出和非高学术博文产出的条件组态构型	148
表 5-29 学历职称分组的 SBM 产出效率值	151
表 5-30 学科分组的 SBM 产出效率值	151
表 6-12000-2020 年的国家科技进步奖项目数量	158
表 6-2 中文姓名预测性别推断置信度结果（部分）	159
表 6-3 国家科技进步奖获奖项目主要完成单位分类	160
表 6-4 国家科技进步奖的评审组（学科）分类表	161
表 6-5 获奖项目推荐单位地域划分	162
表 6-6 影响学术奖励产出的变量表	165
表 6-7 完成人性别年度分布情况表	166
表 6-8 第一完成人和末位完成人性别分布	166
表 6-9 项目团队成员为单一性别的分布表	167
表 6-10 科技进步奖项目合作网络的性别组间差异	170
表 6-11Logistics 回归分析结果	172
表 6-12 性别异质对完成机构合作网络与获奖等级的中介作用检验结果	174
表 6-13 学术奖励网络各变量的校准值	178
表 6-14 产生高获奖等级和非高获奖等级的必要条件分析结果	178
表 6-15 产生高获奖等级和非高获奖等级的条件组态构型	179
表 6-16 各评审组的学术奖励网络 SBM 产出效率值	183



1 绪论

1.1 研究背景与意义

1.1.1 研究背景

科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑，在国家发展全局中占据着核心位置。科技人才是科技创新的主体，科技创新离不开全体科技人才的努力与付出，而女性科技人才是科技创新活动中一支不可或缺的重要力量。但当前女性科技人才在自身发展和参与科技创新过程中，既有机遇也面临着众多挑战。

（1）中国科技人才的性别差距正逐步缩小

1979 年，Cole 在其《公平的科学：科学共同体中的女性》一书中最早揭示科研产出存在性别差异的现象，并将其称之为“科研产出之谜”^①。直到如今，该“科研产出之谜”仍在不同领域、不同国家存在。女性科研产出之谜目前仍是学界关注的问题。

2022 年 11 月中国科学院文献情报中心与爱思唯尔共建的科研评价实验室，联合发布的我国第一份以性别视角解读中国科研生态的研究报告——《性别视角下的中国科研人员画像》，报告基于性别视角，从学术影响、领域特征、科研角色、科研合作、科学基金申请等多个维度分析了爱思唯尔 Scopus 数据库中 16 万名中国科研人员 2005-2019 年间的科研产出，结果显示中国女性科研人员在科研参与度、学术影响力等方面正逐步提升；中国科研人员的性别差异在各个学科领域都在逐步弱化，特别是生命科学和医学领域男女比例差异最小^②。总体上，女性科技人才占比在快速上升，但在承担主导工作中，女性的比例却很小，这个现象主要与“泄漏的管道”现象有关，即随专业技术职务提高，女性占比逐级减少，科学研究越往高走，女性退出科研事业的比例越高。“泄漏的管道”现象实际上也是全球性别研究的共识。

（2）女性科技人才“半边天”的作用愈发明显

新中国成立以来，随着我国妇女的地位不断提高，各项权益也得到了保障，女性科技人才参与科技程度不断提高。据《中国人力资源发展报告（2022）》统计显示，我国女性科技人才总数量和占比呈上升趋势，且分布的行业越来越广，2019 年女性科技人才共 3997.5 万人，为科技人力资源总量的 40.1%，相比于 2009 年底的 2160 万人有显著提高；女性研发与试验发展(R&D)人员从 2010 年的 89.44 万人(占总量的 25.3%)上升到 2019 年的 185.35 万人(占总量的 26.0%)

^①Cole J R, Zuckerman H. The Productivity Puzzle: Persistence and Change in Patterns of Publication Among Men and Women Scientists In: Steinkamp, MW, Maehr, M.(Eds.)[J]. Advances in Motivation and Achievement,1984,(2):217-258.

^②李雪婷.中国科研领域的性别差异逐步改善[N].中国妇女报,2022-11-11(005).



①。

此外,中国近 4000 万女性科技工作者对科学技术发展的贡献作用日益凸显^②。这一“她力量”群体活跃在科技工作的各个领域,为我国科技进步与创新做出了重要贡献,成为推动科技进步和经济社会发展的重要力量,她们的成就日益得到社会认可。如荣获诺贝尔生理学或医学奖的屠呦呦,为世界治疗疟疾作出了重大贡献;“人民英雄”国家荣誉称号获得者陈薇院士,带领团队研发的中国本土重组新冠疫苗,保护了千千万万中国人民的健康;在抑郁症方面有重大发现的胡海岚,获得了联合国教科文组织第 24 届杰出女科学家奖。这些都是女性科技人才的杰出代表。

(3) 国家对女性科技人才的关心支持越来越全面

党和国家一直以来都在不同的重要场合和文件政策中强调坚持男女平等基本国策,保障妇女儿童合法权益,促进妇女全面发展,并从各方面支持女性参与科学研究和科技创新。在这一背景下,国家有关部门也相继出台了一系列规章制度鼓励和支持女性科技人才在科技创新活动中发挥更大效用。较早的有科学技术部、全国妇联 2011 年联合发布的《关于印发关于加强女性科技人才队伍建设的意见的通知》等,最近几年的有《中国妇女发展纲要(2021—2030 年)》、2021 年 4 月全国妇联、科技部、国务院国资委、全国总工会、中国科协、中国科学院、中国工程院共同研究制定的《关于实施科技创新巾帼行动的意见》、2021 年 7 月科技部会同全国妇联等 12 家部门印发的《支持女性科技人才在科技创新中发挥更大作用的若干措施》等文件。这些政策无不说明国家对女性科技人才群体的关注与支持,从加强女性专业技术和技能人才队伍建设到完善女性科技人才评价激励机制,再到为女性科技人才发挥作用提供支持和服务等等,国家对女性科技人才的关心支持越来越全面。

此外,我国还在女性科技人才专项奖励和表彰方面给予大力支持,如全国妇联、中国科学技术协会、中国联合国教科文组织全国委员会和欧莱雅(中国)2004 年联合设立的“中国青年女科学家奖”,已有百余名女科学家获此殊荣;中国科协 2015 年设立的“未来女科学家计划”致力于发现和培养处于博士或博士后研究阶段、从事基础科学或生命科学领域研究,具有较强科研能力和发展潜力的女性科技人才。

(4) 女性科技人才发展仍面临较多的挑战

相对而言,女性在科技创新方面,还有较多不足和掣肘,可谓老问题和新问题并存。主要表现在:性别刻板印象、性别偏见仍然会在各方面给女性科技人才科研产出带来阻力;在科学研究领域,性别隔离现象仍普遍存在,性别多样性在某些领域较难实现;女性科技人才主导的创新团队不足,女性科技人才创新团队建设力度有限;高层次女性科技人才结构性短缺,女性科技人才高位缺席现象严重,女性高层次科技人才和高技能人才不足;科技政策存在一定的性

^①余兴安,李志更.人力资源蓝皮书:中国人力资源发展报告(2022)[M].北京:社会科学文献出版社,2022:113.

^②项丹平.回望 2021:科技“她力量”绽放璀璨光芒[N].中国妇女报,2022-01-07(008).



别盲视，专门支持女性科技人才的政策总体数量相对不足；科技政策缺乏明显的性别敏感；在科研学术网络方面，女性科技人才的科研学术网络规模相对较小、资源相对不足。这些种种问题制约着女性科技人才在科技创新中进一步发挥作用，抑制其创新活力的展现，也阻碍着其科研的产出。

同时，目前我国对如何提升女性科技人才科研产出等问题的研究仍显不足，亟需加强该领域的研究，以期培养女性科技人才，支持女性科技人才职业发展，发挥她们的创新作用提供理论参考和实践指导。

1.1.2 研究意义

1.1.2.1 实践意义

(1) 契合政策导向支持女性科技人才创新作用的发挥

近些年，国家出台专门性的女性科技人才政策虽不多，但都体现了国家对女性科技人才的高度重视，部分政策明确提出要支持女性科技人才创新作用的发挥。

2022年1月20日中国共产党第十九届中央委员会第五次全体会议提出“坚持创新是我国现代化建设全局中的核心地位，要强化国家战略科技力量，提升企业技术创新能力，激发人才创新活力，完善科技创新体制机制”。2021年5月28日在中国科学院第二十次院士大会、中国工程院第十五次院士大会和中国科协第十次全国代表大会上，习近平总书记强调要激发各类人才创新活力，建设全球人才高地。2021年4月全国妇联、科技部、国务院国资委、全国总工会、中国科协、中国科学院、中国工程院共同研究制定的《关于实施科技创新巾帼行动的意见》提出要“为女科技人才发挥作用提供支持和服务”。2021年7月科技部会同全国妇联等12家部门印发的《支持女性科技人才在科技创新中发挥更大作用的若干措施》，明确提出在“培养造就高层次女性科技人才”方面，着力解决女性科技人才在科技资源获取、科技决策参与度、国际科技交流合作、科研学术网络、高级职称女性科技人才退休政策执行等方面面临的障碍，畅通女性科技人才职业发展路径，进一步激发女性科技人才创新活力，更好发挥女性科技人才在推动创新驱动发展、实现高水平科技自立自强、建设世界科技强国中的重要作用^①。国务院2021年8月审议通过的《中国妇女发展纲要（2021-2030年）》提出“加强女性学研究和人才培养”、“加强女性专业技术和技能人才队伍建设”、“完善女性科技人才评价激励机制”、“实施科技创新巾帼行动”。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》同样提出了要“激发人才创新活力”。从以上国家政策的总体方向来看，本文研究契合国家政策的导向，在国家政策方向的指引下，将开展具体的女性科技人才科研产出的影响因素研究，旨在为国家相关部门及用人单位落实具体措施，提升女性科技人才

^①中国政府网.科技部等十三部门印发《关于支持女性科技人才在科技创新中发挥更大作用的若干措施》的通知[EB/OL].(2021-06-17)[2022-03-07]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-07/19/content_5625925.htm.



科研产出提供参考。

(2) 保障女性科技人才在科研工作中的权益

一直以来性别刻板印象、性别隔离等社会问题和思想观念，导致女性科技人才在科研工作中，相对男性在科技资源获取、科技决策参与度、国际科技交流合作、学术网络建设并不平等或处于相对弱势地位，研究女性科技人才科研产出的影响因素及如何增强、提升女性科技人才的科研产出能力，实际上就是如何保障女性科技人才在科技资源获取、科技决策参与度、科研合作、学术网络上能获得同等的权益，从科研产出的促进上保障女性科技人才在科研工作中的权益。

(3) 构建提升女科技人才科研产出的路径

女性科技人才科研产出的提升，可从科技政策、科研合作和学术网络等多方面综合进行。本研究主要从学术网络方面探讨女性科技人才科研产出的影响过程和机理，目的是如何从学术网络构建中增强、提升女科技人才的科研产出，使得女性科技人才在科技创新中发挥更大作用。研究最后从构建学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络及多元化学术网络等方面，提出提升女性科技人才科研产出的对策建议。

1.1.2.2 理论意义

(1) 拓展了“科技与性别”研究

新中国成立以来，我国性别议题的理论研究与实证分析较多集中在女性的权益、女性的地位、女性的保护等方面，而“科技与性别”主题尚处于初步探索阶段，很多主题有待进一步深入研究，如科技政策的性别平等评估、科技创新的女性参与、女性科技人才的培养等方面研究尚较为薄弱。本研究从女性科技人才学术网络作为切入点，研究女性科技人才在科研产出方面的影响因素及机理，不仅是对“科技与性别”研究的持续开展，同时亦拓展了中国性别议题的理论研究与实证分析，为进一步健全女性科技人才政策提供参考。

(2) 为国家科技人才统计工作提供实践参考

欧盟自上世纪末就开始制订相关女性科技人才支持政策，并建立了较为完善的数据监测体系，其中较具代表性的数据指标是“*She Figures*”，“*She Figures*”主要测量女性科技人才职业发展的六个维度指标：潜在人才培育、人才求职、人才就业、工作条件、职业晋升、研发产出^①。该数据指标可用于动态追踪欧盟地区的女性科技人才发展质量，并评估相关支持政策的有效性，为欧盟政策制订和修正提供决策依据。科技部等十三部门发布的《关于支持女性科技人才在科技创新中发挥更大作用的若干措施》提出要“研究建立女性科技人才数据指标体系，纳入国家科技统计，动态掌握女性科技人才发展状况”。当前我国国家科技统计、科技人才统计虽然有性别指标的统计，但只是在男女性别比例等表层性别指标的粗浅统计，较为详细、深入的性别

^①European Commission (2021). *SHE Figures 2021—gender in research and innovation statistics and indicators*[EB/OL].(2021-11-24)[2022-03-07].<https://ec.europa.eu/assets/rtd/shefigures2021/index.html>.



指标相对缺乏,特别是针对女性科技人才,由于没有详细、深入的性别指标,较难全面、立体、动态地掌握女性科技人才发展状况,不利于国家科技主管部门、人力资源主管部门、科技人才部门动态了解女性科技人才的培养、成长中存在的问题,不利于制定针对性的支持性政策。本研究将从科学计量、社会网络分析的角度,拟通过利用多源数据、较大规模数据来探讨、揭示女性科技人才科研产出的影响因素及影响机理,挖掘提升女性科技人才科研产出的学术网络要素等,为国家相关部门建立女性科技人才学术网络支持数据指标和开展科技统计工作提供理论和实践参考。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 科研产出的性别差异相关研究

科研产出存在性别差异的现象最早由 Cole (1979) 揭示^①, 后来 Cole 和 Zukerman (1984) 运用科学计量和实证分析法揭示了性别差异违反了科学界所尊崇的“普遍主义”, 但该现象没有被较好地阐释, 所以被称之为“科研产出之谜”, 他们认为, 女性科学家的学术等级、知名度和声誉与男性科学家相比较低, 男性科学家比女性更容易受到重视和获得职位的提升, 其原因不是由于性别歧视, 而是因为男性比女性多产^②。

早期的文献较多是描述性的, 反映了跨时期、区域和专业领域中性别差异的表现和特征。在“科研产出之谜”被科学界关注后, 众多学者开始研究该现象背后所隐含的社会性别机制, 其中的性别差异可归为两类, 第一类是社会心理学或供给取向, 强调个人层面的差异, 包括能力、动机、偏好、家庭中的角色定位等对科技创新的影响, 这种解释模型被称为“差异模型”^③。比如, Larivière (2013) 等人发现女性科技人才明显少于男性^④, 在职位、薪酬、声望等方面也处于弱势地位, 且在自然科学和工程领域特别明显 (Ley, et al., 2008^⑤; Moss-Racusin, et al., 2012^⑥; Shen, 2013^⑦)。Zhang L (2021) 等采用引文分析、替代分析、文本分析的方法, 发现男性科研人员更重视以科学进步为主要目标的研究, 女性科研人员更重视为社会进步作出贡献的研究^⑧。Boekhout 等 (2021) 采用文献计量分析追踪 1996-2018 年近 600 万名男性和女性科研人员的职

^①Cole J R . Fair Science: Women in the Scientific Community[M]. New York: Free Press, 1979.

^②Cole J R, Zuckerman H. The Productivity Puzzle: Persistence and Change in Patterns of Publication Among Men and Women Scientists In: Steinkamp, MW, Maehr, M.(Eds.)(J]. Advances in Motivation and Achievement,1984,(2):217-258.

^③孟羽.科研产出之谜:性别与科研生产力的研究述评[J].复旦公共行政评论,2014(2):47-65.

^④Vincent Larivière, Ni C , Gingras Y , et al. Bibliometrics: Global gender disparities in science[J]. Nature, 2013, 504(7479):211-3.

^⑤Timothy, J, Ley, et al. Sociology. The gender gap in NIH grant applications.[J]. Science, 2008, 322(5907):1472-1474.

^⑥Moss-Racusin C A , Dovidio J F , Brescoll V L , et al. Science faculty's subtle gender biases favor male students[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2012, 109(41):16474-16479.

^⑦Shen, Helen. Inequality quantified: Mind the gender gap[J]. Nature, 2013, 495(7439):22-24.

^⑧Zhang L, Sivertsen G, Du H, et al. Gender differences in the aims and impacts of research[J]. Scientometrics, 2021, 126: 8861-8886.



业生涯,发现男性发表的论文比女性多得多,且男性比女性更有可能晋升到更高的职位^①。相反,Abramo(2009)等人以意大利科学领域中将近一半的科研人员为研究对象,发现女性科研人员的生产力表现并不弱于男性^②。此外,婚姻家庭、人力资本、时间投入、研究资源和机构类型等方面的性别差异同样对科研产出产生影响。究其原因,女性科研人员往往缺乏更优质的教育背景、承担过多家务劳动、缺少足够科研时间、处于较低职位、远离核心学术资源和顶级研究机构等(Rong,etal.,1989^③; Xie and Shauman,1998^④; Maske, etal., 2003^⑤; Fox,etal., 2005^⑥等)。第二类是社会环境或需求取向,强调女性科研产出水平低的主要原因是制度障碍,这种解释模型也被称为“缺陷模型”。男性往往比女性更容易获得基金资助、工作条件等科研资源,并且男性更容易得到知名学者的青睐,更容易与其形成稳健的科研合作关系(Bilimoria and Liang,2011)^⑦。Abramo等(2013)通过文献计量方法对意大利不同性别科研人员产出进行分析,发现除了国际合作外,女性科研人员有较大的合作能力,但与男性科研人员相比还有差距^⑧。Kellnhöfer等(2015)采用了定量分析方法分析了心理学领域科学生产力和影响的性别差异,发现男性的科研产出大于女性,且从事研究的时间更长^⑨。究其原因,可能由于长期以来的社会性别刻板印象以及组织管理不透明等综合因素的影响,进一步造成了女性在学术资源拥有上的欠缺(Liang and Bilimoria, 2007)^⑩。

与西方发达国家相比,国内对于科研产出中性别差异研究较晚,对差异现象存在的解释多为概念性和假设性的讨论,缺乏对成因的深度解析和实证检验¹¹。国内学者的研究表明,女性科研人员数量少于男性,而且女性科研人员在学术论文产出、项目申报、基金申请、学术奖励等方面均显著低于男性。宋林(2009)在研究中国电子显微学领域中性别分层中发现,科学女性的平均产出率要低于男性,而且在高水平期刊论文平均产出率更低¹²。马缨(2012)基于第

^①Boekhout H, van der Weijden I, Waltman L. Gender differences in scientific careers: A large-scale bibliometric analysis[J]. arXiv preprint arXiv:2106. 2021:12624.

^②Abramo G, D'Angelo C A, Caprasecca A J S. Gender differences in research productivity: A bibliometric analysis of the Italian academic system[J], 2009, 79(3): 517-539.

^③Rong, XueLan, Linda Grant, and Kathryn. Productivity of Women Scholars and Gender Researchers: Is Funding a Factor?[J]. American Sociologist, 1989, 20(3):297.

^④Yu X. Sex Differences in Research Productivity: New Evidence about an Old Puzzle[J]. American Sociological Review, 1998, 63(6):847-870.

^⑤Maske K L, Durden G C, Gaynor P E. Determinants of scholarly productivity among male and female economists[J]. Economic Inquiry, 2003, 41(4):555-564.

^⑥Fox, M. F. . Gender, family characteristics, and publication productivity among scientists[J]. Highway Engineering, 2005, 35(1),131-150.

^⑦Bilimoria D, Liang X. Gender equity in science and engineering: Advancing change in higher education[M]. Routledge, 2012.

^⑧Abramo G, CA D'Angelo, Murgia G. Gender differences in research collaboration[J]. Journal of informetrics, 2013, 7(4):811-822.

^⑨König C J, Fell C B, Kellnhöfer L, et al. Are there gender differences among researchers from industrial/organizational psychology?[J]. Scientometrics, 2015, 105(3): 1931-1952.

^⑩Liang X, Bilimoria D. The representation and experience of women faculty in STEM fields[J]. Women & Minorities in Science Technology Engineering & Mathematics, 2007:317.

¹¹孟羽.科研产出之谜:性别与科研生产力的研究述评[J].复旦公共行政评论,2014(2):47-65.

¹²宋琳,刘文霞.中国电子显微学领域分层结构的社会性别研究[J].科学学研究,2009,27(11):1620-1626.



二次全国科技工作者调查数据分析了科研人员参与科研活动、科研产出和职称的性别差异,发现附属性的科研角色、生命周期、退休年龄是导致女性科研产出低于男性的重要影响因素^①。梁文艳(2016)对大学教育学科教师科研产出的性别差异指数研究表明,在高科研生产力分组中,女性在各时间段中的论文产出数量和质量均显著低于男性,但在低科研生产力分组中,女性的论文产出数量和质量均高于男性^②。刘俊婉(2017)以《科研管理》期刊为例研究论文产出力和影响力中的性别差异,发现第一作者中,男性作者是女性作者的 2.3 倍,而且男性作者在学术职业生涯各阶段的发文数量、篇均被引次数均高于女性作者^③。张琳等(2021)从性别视角分析科学基金负责人受到项目资助后的成果产出与影响,发现女性项目负责人的论文合著规模较大、国际化程度较高,而男性项目负责人的研究得到了更多项目的资助^④。王娟与毕于民(2021)以硕士研究生为研究对象,发现女硕士研究生在学习动力、创新能力、科研信念方面显著低于男硕士研究生,男硕士研究生的科研信念在学习力与科研产出之间的调节效应高于女硕士研究生^⑤。从整体看来,已有研究均表明科技人才群体的科研产出存在着显著性别差异。究其原因,一是科技人才男女性别比例整体失衡,女性科技人才人数比例低,数量不足,缺位较为严重;另一方面,传统的家庭及社会观念左右女性科技人才的职业决策,越来越容易受到家庭的影响,深层型科研动机不足、缺乏对未知事物的求知欲,导致其学术网络及科研合作关系弱化,而男性则受其影响较小,有更多的时间用于科研工作。

1.2.2 女性科技人才相关研究

女性科技人才在我国的科技创新和高新技术发展过程中发挥了重要作用,其发展构成了我国人才强国战略的重要组成部分。国外对于女性科技人才的研究缘起于女性主义和社会性别研究,国内对于女性科技人才的研究则开始于 20 世纪 80 年代。近年来,对女性科技人才的相关研究总体数量不多。在国内,不少学者对女性科技人才的成长状况、建设情况、发展规律、问题障碍及制约发展的深层原因进行了分析。如张丽俐等(2010)分析了科技领域女性后备人才的成长情况和问题所在,并在总结国际经验的基础上提出了对应的对策举措^⑥;张丽俐(2010)基于访谈和问卷数据,分析了影响女性高科技人才工作与生活平衡冲突的主要因素,并提出了

^①马纁. 科研人员职业地位的性别差异与年龄——对第二次全国科技工作者状况调查数据的分析[C]//2012 年中国社会学年会“中国女性人才发展规律与政策研究”论坛论文集,2012:43-55.

^②梁文艳,周晔馨. 社会资本、合作与“科研生产力之谜”——基于中国研究型大学教师的经验分析[J]. 北京大学教育评论,2016,14(2):133-156+191-192.

^③刘俊婉,杨波,刘蕊. 管理学领域论文产出力和影响力的性别差异研究——以《科研管理》期刊为例[J]. 科研管理,2017,38(S1):153-158.

^④张琳,杜会英,尚媛媛,黄颖. 性别视角下国家自然科学基金项目负责人的成果产出与影响研究[J]. 信息资源管理学报,2021,11(3):110-120.

^⑤王娟,毕于民. 硕士研究生科研产出的性别差异:学习力与科研信念的内在机理[J]. 扬州大学学报(高教研究版),2021,25(6):67-76.

^⑥张丽俐,侯典牧,高秀娟,李乐旋. 科技领域女性后备人才成长现状及对策研究[J]. 中国人力资源开发,2010(03):73-76.



相应的解决方案^①；全国妇联女性高层次人才成长状况研究与政策推动项目课题组（2011）通过召开相关座谈会和典型个案深度访谈的方式来获取定性数据，分析了科技领域女性高层次人才的成长状况、发展规律、主要障碍以及政策需求等^②；许艳丽等（2014）认为创新性工程科技人才存在性别失衡问题，从性别文化视角探析了工程技术领域性别鸿沟产生的原因，并探讨了工程教育的性别文化建构及其对女性工程创新能力的影响机制^③；贾增科（2017）对我国高端女性科技人才缺失的原因进行了分析，并实证发现女性在数学能力上的天然劣势和传统文化对女性的角色定位等因素负向影响女性科技人才的发展^④。张明妍等（2021）将定性定量方法相结合，通过实证调研数据对企业女工程技术人员的发展现状、问题及制约其发展的深层次原因进行了解构式分析^⑤。

另外，不乏有学者基于科技政策视角或信息计量与科学评价方法对女性科技人才进行研究，如王汇等（2010）透过分析湖北省教育领域女性科技人才的发展现状、问题及原因，为我国教育领域相关女性科技人才政策的制定提供对应性建议^⑥；刘筱红等（2011）全面分析了湖北省女性科技人才队伍的建设现状，并给出了针对性建议^⑦；张明妍等（2016）对科技社团中的女性发展现状进行了解析，并总结了科技社团中女性数量少和地位低的原因，并提出了针对性对策建议^⑧；董丽娟等（2016）通过分析近年来我国女性科技人才在科技奖励、杰青基金获得、两院院士性别比例等现状，对我国女性科技人才政策实施的效果进行了评价，并提出了对应性政策建议^⑨；杨丽（2017）基于相关基础数据，对中国女性高端科技人才的基本情况和现状等进行了计量分析，并借鉴国际女性科技人才管理政策的先进经验，提出了相应的实施对策^⑩。马纛（2017）则梳理了国外支持科研领域女性发展政策的变化历程，分析了中国当下支持科研领域女性发展的政策实施现状，并为中国提出了支持科研领域女性发展的政策建议¹¹。还有部分学者重点从性别差异视角研究了我国科技人才中的男女差异问题。如潘朝晖等（2011）研究了安徽省男女科技人才在生活、教育、工作、政策了解和流动意向方面的差异，并为企业和政府的人才引进工作提供了建议；刘筱红等（2012）基于社会性别视角，运用差异化比较方法，分析了湖北省

^①张丽琍.影响女性高科技人才工作-家庭冲突因素分析及其干预对策[J].中国人力资源开发,2010(12):86-89.

^②全国妇联女性高层次人才成长状况研究与政策推动项目课题组,蒋永萍,马冬玲,贾云竹,杨慧.科技领域女性高层次人才成长状况与发展对策——基于五省市定性调查报告[J].妇女研究论丛,2011(03):31-38.

^③许艳丽,于利丽.创新型工程科技人才性别失衡问题研究[J].天津大学学报(社会科学版),2014,16(04):331-335.

^④贾增科.我国女性科技人才高端缺失原因分析[J].科技管理研究,2017,37(02):121-124.

^⑤张明妍,陈光,孙明杉,吕科伟.企业女工程技术人员发展现状、问题及对策[J/OL].科学学研究:1-13[2022-01-31].DOI:10.16192/j.cnki.1003-2053.20211214.003.

^⑥王汇,施远涛.我国教育领域女性科技人才队伍建设研究——兼以湖北省为例[J].科技进步与对策,2010,27(24):143-146.

^⑦刘筱红,施远涛.事实、数据与思考:湖北省女性科技人才队伍的现状[J].华中科技大学学报(社会科学版),2011,25(05):113-119.

^⑧张明妍,张丽,王国强,韩晋芳.科技社团中女性发展现状与对策研究[J].科学学研究,2016,34(09):1404-1407.

^⑨董丽娟,徐飞.中国女性科技人才政策的若干评价与思考[J].科学学研究,2016,34(02):178-185.

^⑩杨丽.大数据下的中国女性高端科技人才管理计量与对策分析[J].科技管理研究,2017,37(04):38-43+69.

¹¹马纛.支持科研领域女性发展的政策及措施——国际经验与中国现状[J].中国科技论坛,2017(03):180-184.



科技领域中科技人才的性别差异现状,实证揭示了制约女性科技人才发展的关键因素,并给出了相关对策建议^①。史容等(2011)对科技人才性别差异带来的工作满意度进行了比较分析,证明不同性别科技人才满意度的影响因素具有显著不同^②。

国外学者也从不同角度关注女性科技人才群体。在家庭与工作方面,Feeney等(2014)调查了六个科学领域150所研究型大学的家庭假政策与教师生产力之间的关系,研究表明,慷慨的正式产假政策、在岗照顾孩子和配偶雇佣政策对女性和男性学术科学家的生产力有不同的影响;其中,更慷慨的休假政策可增加女性教师的科研产出,但与教学成果无显著相关;对于男性教师,增加的休假政策与科研产出无显著相关,但与教学负荷负相关^③。Liyanaarachchi等(2019)通过结构化问卷调查发现“自我意识和支持系统”和“个人承诺”是影响斯里兰卡女性IT专业人员工作与生活平衡的两类主要因素^④。Mativo等(2019)基于美国工程教育协会(ASEE)工程学部(WIED)的女性成员的调查表明,70%的女性工程专业人员对她们的在工作场所的流动性感到满意,99%的人认为她们在工作中做出了积极的贡献;使用因果循环图预测发现女性工程专业人员数量的增加会带动进入工程学院的女性学生数量的增加,从而形成一个反馈循环,使女性工程专业人员的数量呈指数级增长^⑤。在职业发展方面,Bain等(2000)从社会、专业、组织和制度等方面探讨了学术女性在职业发展中遇到学术玻璃天花板障碍^⑥。Schiavone(2021)对从事STEM职业的女性进行半结构化深入访谈,发现女性专业人员在STEM职业中会遇到玻璃天花板、性别刻板印象等职业障碍,这些障碍可能会阻止女性加入STEM领域^⑦。Eizmendi-Iraola等(2022)对Berria等地区性报纸2014年至2019年期间引用研究人员的内容进行分析,发现性别刻板印象容易使女科学家在媒体中隐形,即女科学家在媒体上影响力和知名度低于男性科学家^⑧。

在女性科技人才创新支持的实践方面,部分国家较早开展了相关资助计划,包括设立女性科技人才发展专项支持计划、产后回归科研计划等,如荷兰研究理事会设立的艾普斯研究计划,日本学术振兴会设立的生育后科研重启基金项目,欧盟第五框架计划中要求研究项目中女性参与比例至少要达到40%的规定等等。

^①刘筱红,陈奕.湖北省女性科技人才差异化发展现状及对策研究[J].科技进步与对策,2012,29(12):146-150.

^②史容,汪波,张保银.基于科技人才性别差异的多层满意度因素影响研究[J].科技进步与对策,2011,28(04):146-150.

^③Feeney M K, Bernal M, Bowman L. Enabling work? Family-friendly policies and academic productivity for men and women scientists[J]. Science and Public Policy, 2014, 41(6): 750-764.

^④Liyanaarachchi I U, Weerakkody W A S. Factors Affecting on Work-life Balance among Female Information Technology Professionals in Sri Lanka[J]. Department of Commerce and Financial Management University of Kelaniya, 2019: 41.

^⑤Mativo J M, George U Z. Influences of female/women engineering professionals at the workplace, home, and community[C]//2019 ASEE Annual Conference & Exposition. 2019.

^⑥Bain O, Cummings W. Academe's glass ceiling: Societal, professional-organizational, and institutional barriers to the career advancement of academic women[J]. Comparative education review, 2000, 44(4): 493-514.

^⑦Schiavone T A. A case study of the barriers experienced and overcome by female professionals in a STEM career[D]. Northcentral University, 2021.

^⑧Eizmendi-Iraola M, Peña-Fernández S. Gender stereotypes make women invisible: The presence of female scientists in the media[J]. Social Sciences, 2022, 12(1): 30.



1.2.3 学术网络与科研产出相关研究

1.2.3.1 学术网络相关研究

(1) 学术网络研究的相关理论

学术网络研究在研究初期主要使用社会网络理论,随着研究的深入,不同学者从不同角度、使用不同的研究方法对学术网络进行研究,并逐渐吸纳了社会学、心理学、管理学、行为学、计量学等学科领域的社会资本理论、用户行为理论、行为心理学理论等多学科的理论,为学术网络的研究和深入提供了坚实的理论基础。与学术网络研究相关理论主要有:

社会网络分析理论。20 世纪 90 年代,社会网络分析理论在西方发展迅速,西方学者提出了系列具有影响的相关理论,早期有 Mark Granovetter 1973 年提出的强关系与弱关系理论^①,后期的有如 Ronald 提出的结构洞理论^②、Nan Lin 运用社会网络方法进行的社会资本研究等,而近些年社会网络分析理论不断得到丰富,学者们利用各种工具、软件开展有关社会网络的中心性、凝聚子群、核心-边缘结构等分析。

复杂网络理论。目前国内普遍认同的复杂网络定义是我国著名科学家钱学森所做的定义:即复杂网络是具有自组织、自相似、吸引子、小世界、无标度特征中部分或全部性质的网络^③。从该定义可以看出,复杂网络遵循小世界、集群、幂律等规律特征,因而使得其具有节点多样性、链接多样性、动力学动态性等复杂性。当前学界对复杂网络理论的研究热点主要集中在关键节点发现、社区发现和链路预测等。

(2) 学术网络的参与者研究

学术网络的参与者研究主要包括两方面。一是学术网络社区的用户研究。学术网络社区的用户包括个人用户和机构用户,个人用户主要是科研人员,机构用户包括高校、科研院所等。国外较多学者对学术网络社区的使用情况进行了调查,不同学科的科研人员由于性别、年龄、职业以及专业领域、研究目标、使用偏爱不同,所以在使用率上也有不同^{④⑤}。不同国家、地区、机构的学术社交网络的使用情况亦存在差异。Thelwall M 和 Kousha K 认为 ResearchGate 的使用和排名统计数据反映了现有的学术层次,即 ResearchGate 统计数据的排名与学术机构排名有较强的相似性^⑥。二是学术网络社区用户行为研究。主要使用访谈、问卷调查、扎根或网络爬虫工具收集大量用户的行为数据,分析用户的使用目的、用户活跃度^⑦、行为模式^⑧、行为影响因素

^①Granovetter, Mark S. The strength of weak ties[J]. American journal of sociology .1973,78(6): 1360-1380.

^②Ronald Burt. Structure Holes: The Social Structure of Compeption[M]. Cambridge, Harvard University Press, 1992: 1-2.

^③胡海波, 王林. 幂律分布研究简史[J]. 物理, 2005, 34(12): 889-896.

^④Mikki S, Zygmuntowska M, Gjesdal Y L, et al. Digital Presence of Norwegian Scholars on Academic Network Sites-Where and Who Are They?[J]. PLoS ONE, 2015, 10(11): e0142709.

^⑤Salahshour M, Dahlan H M, Iahad N A. A Case of Academic Social Networking Sites Usage in Malaysia: Drivers, Benefits, and Barriers[J]. International Journal of Information Technologies & Systems Approach, 2016, 9(2): 88-99.

^⑥Thelwall M, Kousha K. Research Gate: Disseminating, communicating, and measuring Scholarship?[J]. Journal of the Association for information Science and technology, 2015, 66(5): 876-89.

^⑦Hagit M T, Efrat P. Why Do Academics Use Academic Social Networking Sites?[J]. International Review of Research in Open & Distributed Learning, 2017, 18(1): 1-22.



②③等。

(3) 学术网络特性研究

由于构成社会网络的要素包括参与者、群体、关系等,不同的社会网络因其要素不同也使其所具有的特征也不同,当前学界总结归类社会网络特征包括:反映参与者数量的规模特征、反映参与者直接联系程度的密度特征、测量参与者在网络中位置的度中心度特征、反映参与成员的相互关联程度的团聚度特征,还有指征网络多重关系的多重度等,其中中心度又可以细分为点度中心度、中介中心度、接近中心度。此外,在网络整体结构特征方面,学者们主要关注科研合作网络的整体网络拓扑结构和特征,如结构洞、聚类系数以及网络演化特性^⑩,并开发各类社会网络分析工具和可视化软件,如 Citespace、VOSviewer、Ucinet 等等,来测量、分析学术网络特征,生成可视化网络图,使研究更深入并具有可解释性和可读性^⑪。

(4) 学术网络演化态势研究

网络演化的已有研究主要基于宏观和微观两个角度开展。宏观视角,主要关注网络拓扑结构特征、网络演化特征等内容。在网络演化方面,主要针对复杂网络进行描述和研究,其中,理论物理学领域对复杂网络研究甚是活跃,后来社会学等领域学者也逐步开展针对社会中广泛存在的复杂网络系统进行研究,并形成了 20 世纪末期研究实际网络分布的两个重要理论——小世界网络^⑦和无标度网络^⑧。Watts 和 Strogatz 在 1998 年研究并发表的小世界网络模型被称为“WS 模型”,后续学者 Newman^⑨和 Kleinberg^⑩等对该模型进行了深入的研究。Barabási 和 Albert 在 1999 年通过研究因特网而发现了网络节点的幂律分布特征——无标度网络,同时他们还发现增长、优先链接作为动力影响着无标度网络的演化。

微观视角重点关注个人影响力分析、多元合作关系挖掘、社团划分。其中社团结构是生物网络、社交网络、合作网络、引文网络等复杂网络的重要特性,为对社团结构进行鉴别、划分,学者们设计开发了多种方法,如早期的方法有 KL 算法¹¹、谱分解法¹²、分层聚类算法^⑪,使用

^①王曰芬,贾新露,傅柱.学术社交网络用户内容使用行为研究——基于科学网热门博文的实证分析[J].现代图书情报技术,2016(06):63-72.

^②陈明红,漆贤军,刘莹.科研社交网络使用行为的影响因素研究[J].情报理论与实践,2015,38(10):73-79.

^③Salahshour M, Dahlan H M, Iahad N A. A Case of Academic Social Networking Sites Usage in Malaysia: Drivers, Benefits, and Barriers[J]. International Journal of Information Technologies & Systems Approach, 2016, 9(2):88-99.

^④Hou H, Kretschmer H, Liu Z. The Structure of Scientific Collaboration Networks in Scientometrics[J]. Scientometrics, 2008, 75(2):189-202.

^⑤Abbasi A, Hossain L, Uddin S, et al. Evolutionary dynamics of scientific collaboration networks: multi-levels and cross-time analysis[J]. Scientometrics, 2011, 89(2):687-710.

^⑥赵娟,董科军,于建军,南凯.社会网络分析技术在科研信息化中的应用[J].科研信息化技术与应用,2013,4(3):3-15.

^⑦Watts D J, Strogatz S H. Collective dynamics of 'small-world' networks[J]. Nature, 1998,393(6684):440-442.

^⑧AL Barabási, Albert R. Emergence of Scaling in Random Networks[J]. Science, 1999,286:509-512.

^⑨Watts M. Renormalization group analysis of the small-world network model[J]. Physics Letters A, 1999,263(4-6):341-346.

^⑩Kleinberg J M. Navigation in a small world[J]. Nature, 2000, 406(6798):845.

¹¹Kernighan B W, Lin S. An Efficient Heuristic Procedure for Partitioning Graphs[J]. Bell System Technical Journal, 1970,49(2):291-308.

¹²Pothen A, Simon H D, Liou K P. Partitioning Sparse Matrices with Eigenvectors of Graphs[J]. SIAM Journal on



较为广泛的有 GN 算法^②、FN 算法^③，以及适用于大规模网络社团划分的 Louvain 算法^④、SLM 算法^⑤等。

(5) 学术网络评价研究

学术网络由于具有网络特性、多方参与性及互动性，在进行网络互动、网络维护过程中会产生新的数据类型，如学术网络可以形成用户学术成果的影响力数据：浏览量、下载数、引用数、H 指数、G 指数、GR Score 等；用户之间的互动数据：活跃度、关注数、被关注数、提问数、回答数等，这些数据是传统的学术团队、科研组织在日常运转中所没有的，它们为科研人员、学术成果、学术团队等的评价提供了新的、多维的数据，并由此促进了替代计量学 Altmetrics 的产生和发展。学术网络所产生替代计量指标，常用于论文、期刊、机构、学科、科研人员等的科学评价。

国外学者研究替代计量学较早，主要的研究群体有加拿大蒙特利尔大学的 Stefanie Haustein 团队、英国胡弗汉顿大学的 Mike Thelwall 团队等，国内学者有邱均平团队、赵蓉英团队、王贤文团队等^⑥，且主流替代计量数据来源主要是 Twitter、Mendeley、ResearchGate、F1000、ResearchBlogging 等。

1.2.3.2 学术网络对科研产出的影响研究

科技工作者在科研业务活动中常以团队开展科学研究，与同事或同行进行科研合作、学术交流，由此构建了学术网络，学术网络是以学术合作关系为基础而构建的复杂网络，它是社会网络在学术活动中的一种表现形式^⑦。当前，学界关于学术网络对科研产出的影响研究可分为五个方面：一是关注学术网络中社会资本对科研产出的影响，二是重视网络强弱关系对科研产出的影响，三是侧重学术网络结构位置对科研产出的影响，四是关注网络规模对科研产出的影响，五是关注网络的产出效率。

(1) 网络社会资本对科研产出的影响

网络社会资本是网络行动者在合作关系网络中，通过网络中的其他行动者的联系而获得的直接或间接的各类资源总和。网络社会资本对科研产出的影响主要体现在通过网络中学术资源获取与共享，促进知识流动与转移并产生新的知识。可见，新知识的产生主要来源于科研人员

Matrix Analysis and Applications, 1990, 11(3):430-452.

^①Boccaletti S, Latora V, Moreno Y. Complex networks: Structure and dynamics[J]. Physics Reports, 2006, 424(4-5):175-308.

^②Girvan M, Newman M E. Community structure in social and biological networks[J]. Proc Natl Acad, U S A, 2002, 99(12):7821-7826.

^③Newman M E. Fast algorithm for detecting community structure in networks[J]. Phys Rev E Stat Nonlin Soft Matter Phys, 2004, 69(6):066133.

^④Blondel V D, Guillaume J L, Lambiotte R, et al. Fast unfolding of communities in large networks[J]. Journal of Statistical Mechanics Theory & Experiment, 2008,10:10008.

^⑤Waltman L, Eck N J V. A smart local moving algorithm for large-scale modularity-based community detection[J]. European Physical Journal B, 2013, 86(11):471.

^⑥余厚强,替代计量学概念、指标与应用[M].北京:科学技术文献出版社,2019:48.

^⑦吴君.中国内地学者在香港:学术合作网络与科研生产力研究[D].华东师范大学,2018.



的资源共享、知识流动、知识加工和知识互补,因而,以科研人员关系为载体的人际网络、知识网络、学术网络,成为研究科研产出、技术创新的另一个切入点。Håkansson 和 Snehota(1989)认为企业在研发、人力资本和知识积累上的欠缺可以通过合作网络来补足,因为所构建的合作网络作可以共享资源和知识,弥补经验上的不足^①。Eldon 等(2013)采用度中心性等六项社会资本指标对科研产出进行了分析,结果表明社会资本指标对科研产出特别是论文影响力具有促进作用^②。程莉(2014)以社会资本理论视角分析情报学领域合著网络,发现结构维、关系维社会资本可直接影响科研产出,而认知维社会资本则可通过结构维、关系维社会资本间接影响科研产出^③。解峰等(2021)从社会资本理论出发,以清华大学8个工科院系为对象,发现关系性维度和认知性维度对于科研产出的正向影响在部分院系显著,关系性维度和认知性维度在一定程度上对结构性维度有着正向的显著影响,从而帮助科研人员获得有利的网络位置^④。此外,曾明彬(2022)在科研人员的合作网络研究中发现,认知维社会资本、关系维社会资本对科研产出具有显著正向影响^⑤。

(2) 网络强弱关系对科研产出的影响

Mark Granovetter 1973 年发表的《弱组带的强度》论文提出了强关系与弱关系理论^⑥,将社会网络的关系嵌入形式分为强连接和弱连接。强关系一般用于传递复杂信息,但是该连接可能会增加信息或资源的重复、冗余;弱关系是网络行动者中的一种宽广且松散的连接,其可跨越组织边界去获取其他行动者群体的信息或资源。Uzzi(1999)认为强关系有助于网络行动者之间建立互信关系,促进信息的转移传递^⑦。Hansen(1999)在研究多单位组织中弱关系在跨组织子单元共享知识中的作用时,发现知识不复杂时,弱的单位间联系可以加快项目的速度,但当要转移的知识高度复杂时,则会减慢项目的速度^⑧。Levin 和 Cross(2004)提出并测试了一个二元知识交换模型来研究关系对知识创造和转移的重要性,发现弱关系提供了对非冗余信息的访问,在控制信任维度的情况下,弱关系的结构性好处显现更为明显^⑨。Fritsch 和 Kauffeld-Monz(2010)分析了16个德国区域创新网络的信息和知识转移样本,认为在区域创新中,强关系比

^①Håkansson H, Snehota I. No business is an island: The network concept of business strategy[J]. Scandinavian journal of management, 1989, 5(3): 187-200.

^②Li E Y, Liao C H, Yen H R. Co-authorship networks and research impact: A social capital perspective[J]. Research Policy, 2013, 42(9):1515-1530.

^③程莉,吴广印,王鑫.合著网络中的社会资本及其影响分析——以情报学领域为例[J].情报杂志,2014,33(7):86-90+49.

^④解峰,陈轩瑾,窦天芳.学术合作网络与研究影响——基于我国高校科学家的微观证据[J].科学学研究,2021,39(5):777-785.

^⑤曾明彬,韩欣颖,张古鹏等.社会资本对科学家科研绩效的影响研究[J].科学学研究,2022,40(02):288-296.

^⑥Granovetter, Mark S. The strength of weak ties[J]. American journal of sociology .1973,78(6): 1360-1380.

^⑦Uzzi, Brian. Social structure and competition in interim networks: the paradox of embeddedness[J]. Administrative Science Quarterly, 1997, 42(1):37-69.

^⑧Morten T. Hansen. The search-transfer problem: The role of weak ties in sharing knowledge across organization subunits[J]. Administrative science quarterly, 1999,44 (1): 82-111.

^⑨Daniel Z. Levin, Rob Cross. The strength of weak ties you can trust: The mediating role of trust in effective knowledge transfer[J]. Management science,2004,50(11): 1477-1490.



弱关系更有利于知识和信息的交流^①。Salaran (2010) 在对澳大利亚高等教育科研产出与社会资本的关系中发现, 高校教师个人在社会网络关系中的弱关系更有利于促进他们的科研产出^②。梁文艳 (2016) 基于中国 211 高校教育学科教师科研产出数据的分析显示, 女性教师“动用的”社会资本和“拥有的”弱关系对女性教师的科研产出的提升效应比男性更明显, 且在高科研产出水平女性群体表现尤为明显^③。可见, 强关系可以增加行动者之间的联系, 但弱关系可以充当行动者之间的信息纽带, 因此可以给行动者带来其他信息的资源, 补齐其不足, 进而发挥网络资本的优势, 提高科研等方面的产出。

(3) 网络结构位置对科研产出的影响

网络位置是行动者在网络中所处的关系位置或结构嵌入位置, 处于整体网络的不同位置, 其所拥有的网络资本和所能掌控的网络关系往往不同, 因而带来的网络回报也有所不同。如王剑峰 (2007) 基于创新网络的密度、中心性等指标对科研产出绩效的分析, 发现过高或过低的网络密度、聚类系数都会阻碍集群创新产出^④。张鹏程 (2016) 构建了一个网络交互模型用来研究科研团队与知识创造的关系, 发现网络中心性显著正向影响团队的科研产出, 网络密度在网络中心性与科研产出之间起到负向调节作用, 而且网络中心性与网络密度的交互作用也受到关系强度的调节影响; 整体上网络中心性越高, 网络成员关系越强, 网络密度越小, 科研团队的科研产出能力越强^⑤。Scarazzati 等 (2019) 认为科学合作的模式和影响取决于一个国家或地区的发展阶段, 科学实力强大的地区可以从更广泛的合作网络中的中心位置中受益^⑥。

此外, 学者们还引入结构洞理论来研究结构洞对科研绩效的影响。如 wang 等 (2014) 基于美国一家领先微处理器制造商的专利数据, 构建了该公司研究人员的协作网络和知识网络, 探讨了两个网络的结构洞和中心度对研究人员探索性创新的影响^⑦。但对结构洞与科研产出的关系, 总体上存在两类不同的观点。一类观点认为结构洞对科研产出具有正向影响, 即认为结构洞越多或拥有越多桥连接的主体, 网络位置优势越大, 可以接触到的异质性连接点越多, 从而获得更多的信息资源。如 Zaheer 和 Bell (2005) 发现企业的创新能力和网络结构都对企业绩效有促进作用, 而关系伙伴的创新能力和企业绩效没有直接影响, 跨越网络结构洞的企业会有更高的创新绩效提升。钱锡红等 (2010) 认为位于网络中心并占有丰富结构洞的企业, 知识获取

^①Fritsch Michael, and Martina Kauffeld-Monz. The impact of network structure on knowledge transfer: an application of social network analysis in the context of regional innovation networks[J]. The Annals of Regional Science, 2010, 44(1): 21-38.

^②Salaran M. Research productivity and social capital in Australian higher education[J]. Higher Education Quarterly, 2010, 64(2): 133-148.

^③梁文艳, 周晔馨. 社会资本、合作与“科研生产力之谜”——基于中国研究型大学教师的经验分析[J]. 北京大学教育评论, 2016, 14(02): 133-156+191-192.

^④王剑峰. 创新网络的结构特征对集群创新影响的理论与应用研究[D]. 电子科技大学, 2007.

^⑤张鹏程, 李铭泽, 刘文兴, 等. 科研合作与团队知识创造: 一个网络交互模型[J]. 科研管理, 2016, 37(5): 51-59.

^⑥Scarazzati S, Wang L. The effect of collaborations on scientific research output: the case of nanoscience in Chinese regions[J]. Scientometrics, 2019, 121(2): 839-868.

^⑦Wang, Chunlei, et al. Knowledge networks, collaboration networks, and exploratory innovation[J]. Academy of Management Journal, 2014, 57 (2): 484-514.



和知识消化能力更强,更容易获得高创新绩效^①。Gonzalez-Brambila(2013)等研究网络嵌入性对科研产出的影响中发现,科研人员的关系维度对科研产出质量影响显著,但对科研产出数量不显著,但认知维度则相反,其对科研产出数量影响显著,但对科研产出质量影响不显著,但总体上,结构洞为科研人员带新的、非冗余的学术信息,形成信息优势,进而提升论文质量和数量,提高科研人员的科研产出水平^②。

另一类观点认为结构洞对科研产出具有负向作用。Lechner等(2010)认为科研绩效与合作网络的中心性和结构洞位置呈倒U型关系,与认知维度呈线性正相关关系^③。Funk(2014)在研究企业的本地环境构成如何影响其创新能力时,虽然与同行地理位置接近的企业一般创新绩效较高,但组织内部网络结构会负向调节地理位置对企业创新绩效的影响^④。杨勇(2017)在研究获得国家自然科学基金的资助学者特征时发现,结构洞在发表文章的数量与获得基金资助之间起到负向调节作用,即结构洞的增加反而削弱了发表文章对获得基金资助的影响^⑤。

(4) 网络规模对科研产出的影响

网络规模是社会网络构成的整体规模大小和构成的多样性,一般来说,网络规模越大,其所构成的社会网络整体规模越大,其内部所形成的连接关系数量越多,类型也越多样化。网络规模的大小可表征网络参与主体获取创新资源的规模大小和网络关系的多样性^⑥,而多样性的网络关系往往能带来不同类型的丰富网络资源,对参与主体的科研产出、创新活动有积极的促进作用。Biancani等(2013)研究高等教育中社交网络时发现,当把合作网络作为自变量时,合作团队规模和多样性会影响科研产出的数量^⑦。曹玲(2011)基于个体中心网的角度,分析了大气科学领域国家自然科学基金论文,发现科研人员个体中心网的合作网络规模、合作网络成员联系强度与科研产出正相关^⑧。解峰等(2018)研究发现清华大学1981-2015年学术合作网络在地区、机构、学者维度都具有显著的网络规模增长效应,并相应提升了学校整体论文规模和质量^⑨。可见,网络规模对团队和组织机构的科研产出具有显著的促进作用。

^①钱锡红,杨永福,徐万里.企业网络位置、吸收能力与创新绩效——一个交互效应模型[J].管理世界,2010(05):118-129.

^②Gonzalez-Brambila C N, Veloso F M, Krackhardt D. The impact of network embeddedness on research output[J]. Research Policy, 2013, 42(9): 1555-1567.

^③Lechner, Christoph, Karolin Frankenberger, and Steven W. Floyd. Task contingencies in the curvilinear relationships between intergroup networks and initiative performance[J]. Academy of Management Journal, 2010, 53 (4): 865-889.

^④Russell J. Funk. Making the most of where you are: Geography, networks, and innovation in organizations[J]. Academy of Management Journal, 2014, 57 (1): 193-222.

^⑤杨勇,达庆利.谁能获得国家自然科学基金的资助?[J].管理工程学报,2017,31(03):52-58.

^⑥Uzzi, B. Structural Embeddedness and the Persistence of Repeated Ties [R], Academy of Management Annual Meeting, San Diego, 1998: 9-13.

^⑦Biancani S, D Mcfarland. Social Networks Research in Higher Education[J]. Educational Studies, 2013, 28(4):151-215.

^⑧曹玲,魏娟,李敏.科研合作“个体中心网”特征与科研绩效关系研究——基于大气科学领域论文合作的实证分析[C].中国科学学与科技政策研究会.第七届中国科技政策与管理学术年会论文集.2011:11.

^⑨解峰,赖长青,窦天芳,张蓓,武小楠.基于WOS信息检索平台的清华大学学术合作网络演变与产出研究[J].信息系统学报,2018(1):75-86.



(5) 网络对科研产出效率的影响

国内有关网络与科研产出效率的相关研究主要集中在团队创新产出、学科产出、区域创新产出等方面。如王海龙(2016)基于2000-2012年获批国家自然科学基金的高校创新研究群体项目数据,分析了该类项目的产出效率及合作网络,发现受到国家创新群体项目资助的高校创新团队科研产出效率一般较高,且各创新团队的科研产出和合作能力存在异质性^①。黄炜(2016)使用经济效率测度方法和随机前沿模型,将人文社会科学当作生产决策单元,分析了2001-2013年我国人文社会科学领域20门学科的学术论文产出效率,总体呈现课题资助低、学术论文产出效率低模式^②。虽然该文没有讨论到人文社会科学之间的网络结构(如引文网络)对学术论文产出效率的影响,但其可为研究学术网络对论文产出效率的影响提供一定思路。涂静等(2017)对知识源在网络不同中心性位置下的知识扩散进行了仿真实验研究,分析了科研合作网络中知识源中心性对知识扩散效率的影响,并提出了从知识源中心性选择来促进知识扩散效率的新思路^③。杨维光等(2023)研究了技术转移网络、空间溢出与区域经济效率之间的关系,发现基于技术转移网络邻近性下我国区域间经济效率存在的空间溢出效应,核心区域的度中心性等网络影响力与区域经济效率存在显著正向关系^④。刘彦平等(2023)基于孵化及创新数据构建了我国京津冀、长三角及珠三角三大城市群2015-2019年的孵化网络,采用动态空间杜宾模型分析了孵化网络创新系统协同影响区域创新效率的强度和空间溢出效应、调节效应。国外学者也较为关注区域的创新合作网络与创新效率的关系^⑤。如Guan等(2016)基于合作网络中每个国家的研发数据,研究了合作网络结构对国家研发效率的影响,发现各国在合作网络中的聚类系数、结构洞、点度中心性、接近中心性和中介中心性与国家研发效率呈正相关关系^⑥。Min等(2020)使用两阶段数据包络分析来评估韩国技术开发和商业化的区域效率,结果显示创新网络规模越大的地区,商业化效率越高,政府应考虑将公共投资与创新网络建设相结合的政策,以提高区域创新效率^⑦。总体上,现有研究表明,基于合作的学术网络会影响科研产出的效率或创新效率。

1.2.4 国内外研究述评

^①王海龙,王敏昱,谷丽.高校创新团队的产出效率与合作网络分析——以国家自然科学基金创新研究群体项目为例[J].科学管理研究,2016,34(02):33-36.

^②黄炜,程慧平.我国人文社会科学学术论文产出的效率研究[J].情报杂志,2016,35(04):137-140.

^③涂静,杨中华,张志清.科研合作网络中知识源中心性对知识扩散效率的影响[J].情报理论与实践,2017,40(05):76-81.

^④杨维光,古惠冬,陈文捷等.技术转移网络、空间溢出与区域经济效率[J/OL].统计与决策,2023(10):70-75[2023-05-29].<https://doi.org/10.13546/j.cnki.tjyjc.2023.10.013>.

^⑤刘彦平,钱明辉,王玉玺.孵化网络创新协同对区域创新效率的溢出效应——基于我国三大城市群的实证研究[J].中国软科学,2023,No.387(03):32-41.

^⑥Guan J C, Zuo K R, Chen K H, et al. Does country-level R&D efficiency benefit from the collaboration network structure?[J]. Research Policy, 2016, 45(4): 770-784.

^⑦Min S, Kim J, Sawng Y W. The effect of innovation network size and public R&D investment on regional innovation efficiency[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2020, 155: 119998.



(1) 在女性科技人才研究方面,女性科技人才的“科研产出之谜”、科研产出的性别差异已有较多学者进行了针对性的研究,得出了男女科研产出存在差异等较为一致的结论,但造成该现象的原因、或背后的深层次机理仍有待深入研究,因为不同国家地区的国情、社情不同,其所隐含的原因亦不相同,且在不同的群体,不同的场景下,原因和结果也会有不同。

(2) 在学术网络方面,现有文献主要使用社会网络分析方法,对科学家的个人人际网络、学术社交网络、所在机构的组织网络等同质、异构社会网络进行了社会网络规模特征、网络演化特征、网络参与者行为等特征归纳和分析。但基于性别差异的分析总体研究不多。女性科技人才作为科技人才的一个群体,为科学技术的发展作出了重要贡献,其学术网络具有一定的自身特征,有待我们去总结归纳和发现。

(3) 在学术网络对科研产出的影响作用方面,现有研究主要集中于科技人才的科研合作网络在资源获取与共享、知识交流和科研产出中所起的直接或间接作用和效果研究。其中尚缺乏学术网络对科研产出的影响程度或正负关系的研究,也未提及不同学术网络在对科研产出影响中的互动关系,以及学术网络对科研产出的影响机理方面的讨论,相关研究仍有待进一步拓展和深入。

(4) 在提升女性科技人才的科研产出方面,现有文献虽有一些定性的、政策建议性的论述,但角度仍较为单一。如何基于社会网络分析,从学术网络、人才情报学等角度提升女性科技人才的科研产出,有待进一步深入探讨。

1.3 研究思路与方法

1.3.1 研究思路

本文以女性科技人才为研究对象,紧扣学术网络对女性科技人才科研产出的影响研究主题,融合管理学、社会学、计量学等多学科研究理论与研究方法,围绕如何构建女性科技人才学术网络,如何测度女性科技人才科研产出,如何分析学术网络对女性科技人才科研产出的影响与作用机制等问题开展研究,总体研究路径遵循建立理论框架→学术网络对科研产出影响分析→提出保障对策的思路展开。本文整体研究技术路线如图 1-1 所示。

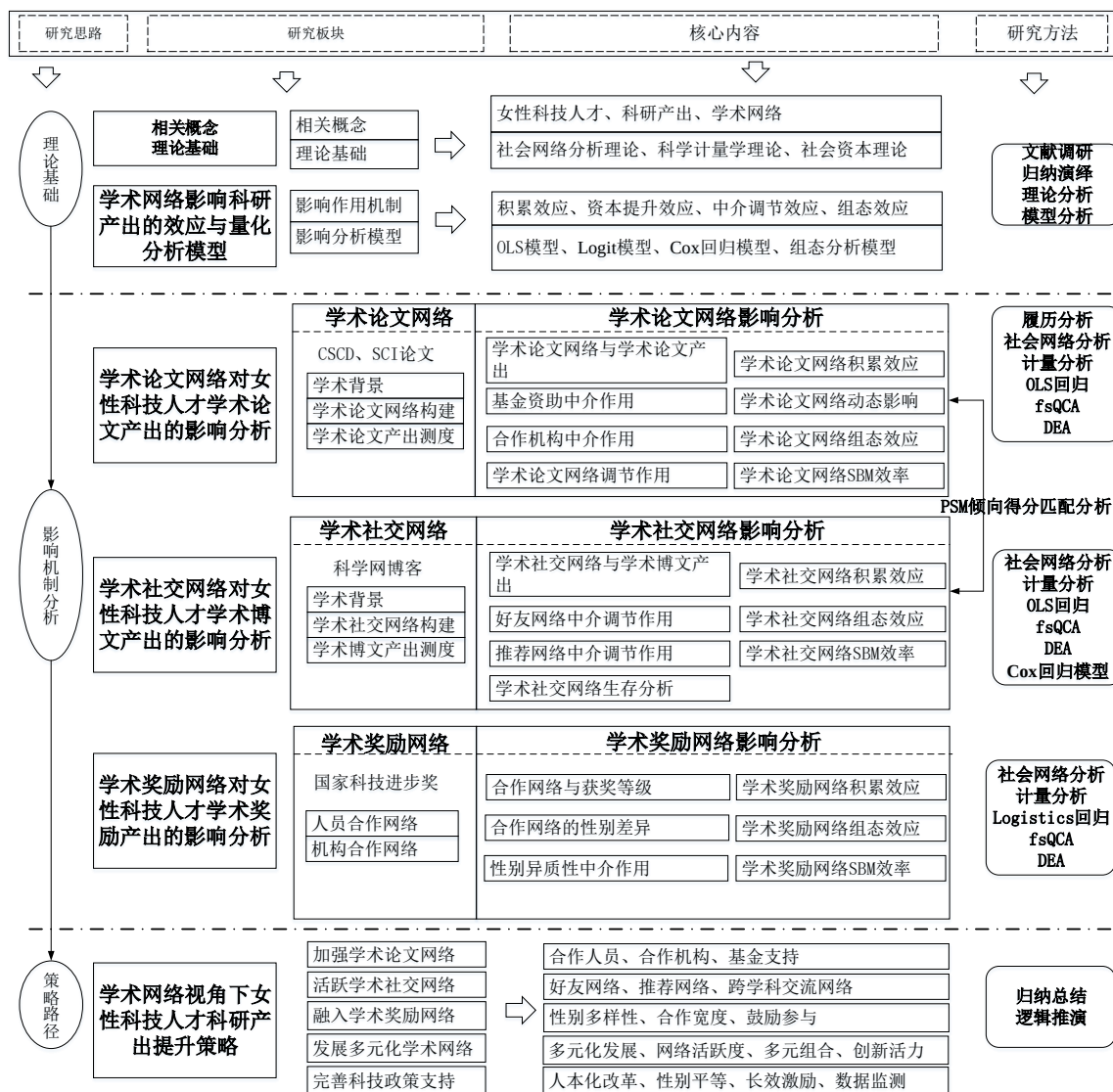


图 1-1 研究技术路线图

1.3.2 研究方法

本文基于研究内容的需要，主要采用了以下研究方法。

(1) 文献调研法。本文主要采用文献调研法开展女性科技人才相关研究、学术网络与科研产出相关研究的国内外研究现状综述，并在大量前人研究的基础上，对女性科技人才、学术网络、科研产出进行内涵界定，为全文研究奠定基础。

(2) 履历分析法。履历 (Curriculum Vitae) 是记录个人成长、经历的信息集合。科技人才的履历一般包含了其教育经历、学位、学术职务、职位变迁、科研成果、基金资助、奖励荣誉等各方面信息，是科技人才求职、申请科研项目、个人推荐的重要“名片”，也是他人了解科技人才个人信息的重要渠道。由于履历包含信息量丰富，履历信息成为研究、评价科技人才的



重要信息来源。近年来,得益于网络信息公开和获取的便利性,以及科研人员公开个人履历的主动性不断增强,以科技人才的履历信息作为数据源,结合描述统计分析法的履历分析法,成为研究科技人才职业发展轨迹、职业生涯发展特点、职业流动模式、学术网络特征和科技人才评价的重要方法,并在各学科得到广泛应用。

(3) 统计分析法。根据研究需要收集实证数据,借助 Stata15.0、SPSS22.0 等统计分析软件对相应影响程度模型进行计算,得到相应的统计结果,实现学术网络对女性科技人才科研产出的影响量化分析。同时基于统计推断原理,对学术网络部分影响因素进行中介效应、调节效应机理的验证分析。

(4) 社会网络分析法。社会网络分析方法是基于图论、数据结构、算法学等数学方法发展起来的定量分析方法。社会网络分析方法可进行探索性分析、网络整体结构的呈现、研究网络结构的形成机制等。本文可根据样本对象收集到的科研合著论文信息、学术社交信息、学术奖励信息等数据,构建学术网络,采用 Ucinet、ITGinsight、Python、Gephi 等软件,基于社会网络分析法,计算学术网络的各项指标数据,为学术网络对女性科技人才科研产出的影响与机理分析奠定数据基础。

(5) 定性比较分析法。定性比较分析方法(Qualitative Comparative Analysis, QCA),是一种以布尔代数的集合论为理论基础的组态分析方法。它通过分析条件变量与结果变量的充分与必要子集关系,进而阐明多重并发因果导致的复杂社会问题是“怎样”发生的。QCA 方法目的在于探寻并解释某一结果发生或不发生的前因条件和组合,这是区别于传统的定量或定性方法的特别之处。本文将用定性比较分析方法分析多种学术网络指标对女性科技人才科研产出影响的多重并发因果关系与多元路径的组态效应。

(6) 倾向得分匹配方法。在观测实验组、对照组两组数据的处理效应时,因为两组的个体存在不同的特点或背景等混杂因素的影响,如果直接对比会产生偏差。因此需要一种方法,使实验组、对照组两组个体的特点或背景尽量相同,再进行处理效应的对比。倾向得分匹配方法就是解决上述问题的一种混杂因素的控制方法,它可减少自选择偏误或内生性问题。本文将利用该方法来处理女性科技人才参与和未参与学术社交网络对论文产出的影响分析。

1.4 研究内容与创新点

1.4.1 研究内容

本文主要研究内容安排如下:

第 1 章为绪论。本章主要介绍本文选题背景、研究意义、研究主题的国内外研究现状,并阐明全文的研究内容、思路、方法及创新之处,为本文研究提供技术路线和方法指导。

第 2 章为相关概念与理论基础。本章主要对本文所涉及的女性科技人才、科研产出、学术



网络等相关概念进行辨析与界定,阐述社会网络分析理论、科学计量理论、社会资本理论等主要基础理论,为本文的后续研究提供理论基础。

第3章为学术网络影响科研产出的效应与量化分析模型。本章主要论述学术网络影响科研产出存在的积累优势效应、中介效应、调节效应以及组态效应等效应,并介绍学术网络影响科研产出的量化分析模型,包括统计分析模型、组态分析模型和SBM产出效率分析模型,为下文的研究提供指标和模型选取。

第4章为学术论文网络对女性科技人才学术论文产出的影响分析。本章主要构建女性科技人才的学术论文网络和影响变量指标,分析学术背景、学术论文网络对学术论文产出的影响,构建了一个具有中介作用的调节影响模型,揭示学术论文网络对女性科技人才学术论文产出的中介与调节效应;同时分析学术论文网络的积累效应、动态影响、组态效应和产出效率。

第5章为学术社交网络对女性科技人才学术博文产出的影响分析。本章主要构建女性科技人才的学术社交网络和影响变量指标,分析学术背景、学术社交网络对学术博文产出的影响,探究学术社交网络对女性科技人才学术博文产出的中介与调节效应;同时,对学术社交网络的积累效应、生存时间、组态效应、产出效率等内容进行了分析。

第6章为学术奖励网络对女性科技人才学术奖励产出的影响分析。本章主要利用国家科技进步奖数据,构建了科技进步奖的人员合作网络、机构合作网络,分析其中的性别差异和学术奖励网络对科技进步奖获奖等级的影响,同时检验了性别异质性在学术奖励网络对学术奖励影响中的中介作用;探究了学术奖励网络的积累效应、组态效应和产出效率。

第7章为学术网络视角下女性科技人才科研产出提升策略分析。探讨如何鼓励、支持女性科技人才构建学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络以及多元化学术网络,以丰富学术资源,为提升科研产出提供助力。

第8章是对本文的研究总体结论、研究不足与局限进行了归纳总结,并对今后的进一步深入研究进行了展望。

1.4.2 研究创新点

本研究以女性科技人才科研产出为研究对象,基于学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络三个视角开展影响女性科技人才科研产出的相关研究,主要创新点概括如下:

(1) 基于学术论文网络视角,从CSCD中文论文、SCI英文论文两个发文倾向分别构建女性科技人才的学术背景、学术论文网络和影响变量指标,较为细粒度地分析了学术背景、学术论文网络对不同学术论文产出的影响,同时构建了一个具有中介作用的调节影响模型,揭示了基金资助、合作机构、学术论文网络之间对女性科技人才不同学术论文产出的中介与调节作用机制;此外,基于积累优势理论、组态理论、学术网络投入视角分析了不同学术论文网络指标对学术论产出的积累效应、组态效应、SBM产出效率及其影响因素。



(2) 基于学术社交网络视角,构建女性科技人才的学术社交网络和影响变量指标,分析学术背景、学术社交网络对学术博文产出的影响,并构建了跨学科交流与学术社交网络的中介作用和调节作用影响模型,揭示了好友网络、推荐网络不同学术社交网络指标在跨学科交流对学术博文产出影响中的中介与调节作用机制;基于 ECM-IS 信息系统持续使用理论分析了女性科技人才在学术社交网络中的生存时间和影响因素;分析了学术社交网络的积累效应、组态效应和 SBM 产出效率及其影响因素。

(3) 基于学术奖励网络视角,分析了学术奖励网络对学术奖励的影响。基于国家科技进步奖数据,分析了科技进步奖中女性占比情况,探讨了科技进步奖人员合作网络、机构合作网络的性别差异及其对科技进步奖获奖等级的影响,构建并检验了性别异质性在学术奖励网络对学术奖励影响中的中介作用模型;此外,还分析了学术奖励网络的积累效应、组态效应和 SBM 产出效率及其影响因素。



2 相关概念与理论基础

2.1 女性科技人才

2.1.1 科技人才相关界定

《人才学辞典》（1987 版）对“科技人才”界定为“科学人才和技术人才的略语。是在社会科学技术劳动中，以自己较高的创造力、科学的探索精神，为科学技术发展和人类进步做出较大贡献的人”^①。该定义对科技人才的界定包含三个含义：一是从事社会科学技术劳动；二是创造力和探索精神都较强；三是为科技和社会进步做出贡献。

我国 2010 年发布的《国家中长期科技人才发展规划（2010-2020）》中明确指出“科技人才是指具有一定的专业知识或专门技能，从事创造性科学技术活动，并对科学技术事业及经济社会发展做出贡献的劳动者；主要包括从事科学研究、工程设计与技术开发、科学技术服务、科学技术管理、科学技术普及等工作的科技活动人员”^②。这一界定包含四层含义：一是从事创造性科学技术活动；二是具有专业知识或专门技能；三是对科学技术事业及经济社会发展做出贡献；四是对科技人才从事的工作类型进行了举例说明。

从以上两个定义来看，《国家中长期科技人才发展规划（2010-2020）》中对科技人才的定义更加明确，范畴更加精准。我国对科技人才的认识是一个动态的过程，认识随着科学技术事业及经济社会的发展也在不断加深，《国家中长期科技人才发展规划（2010-2020）》还特别指出“科技人才是国家人才资源的重要组成部分，是科技创新的关键因素，是推动国家经济社会发展的重要力量”，可见国家对科技人才的高度重视。

此外，与科技人才相关的概念还有：科技人力资源、专业技术人员、科学家、R&D 人员（研究与发展人员）、科学活动人员、科技工作者、科研人员等等。这些概念都与科技人才密切相关，部分概念在概念层次、范畴方面较为相近，在日常书面用语时常交替使用。但这些相近的概念也有一些区别。例如，1995 年，经济合作与发展组织（Organisation for Economic Co-operation and Development，下文简称 OECD）和欧盟统计局（Eurostat）等联合编写的《科技人力资源手册》对科技人力资源的概念和定义界定为：“在理论上，科技人力资源指的是实际从事或有潜力从事系统性科学技术知识的产生、促进、传播和应用活动的人力资源”^③，并从资格（qualification）和职业（occupation）两个方面初步确定了科技人力资源统计的基本框架和方法。从 OECD 对科技人力资源的界定可知，从统计学角度来看，在对科技人才进行定义分析时，也

^①刘茂才.人才学辞典[M].成都:四川社会科学院出版社,1987:10.

^②中华人民共和国科学技术部. 关于印发国家中长期科技人才发展规划（2010-2020 年）的通知[EB/OL].(2011-08-16)[2022-06-07].https://most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgknr/fgzc/gfxwj/gfxwj2011/201108/t20110816_89059.html.

^③OECD.Frascati Manual2002, (2002-12-11)[2022-06-07].<http://www.oecd.org/dataoecd/36/44/38235147.pdf>.



可借助科技人力资源的统计范畴进行。科技人力资源从国家层面上来说,是实施创新驱动发展、建设创新型国家十分重要的战略资源,通过高效开发利用科技人力资源,可将人口红利转化为人才红利,把潜在资源转化为现实力量,成为推进创新型国家建设的重要力量。

另外,全国科技工作者状况调查课题组编写的《第四次全国科技工作者状况调查报告(2017)》将科技工作者定义为:以科技工作为职业的人员,即实际从事系统性科学和技术知识的产生、发展、传播和应用活动的劳动力,涵盖了专业技术人员、科技活动人员、R&D 人员、科学家和工程师等多个层次的人员^①。而 R&D 人员(研究与发展人员)的概念常用于国民经济统计;科学家、科学活动人员、科技工作者、科研人员常用于社会常用语中;科技人力资源常用于人力资源管理、开发、利用的工作中;科技人才一般是科技人力资源开发、利用的结果,常用于政策制定和学术研究中。

综上所述,鉴于本文研究对象和目标的实际情况,本文研究的科技人才主要以《国家中长期科技人才发展规划(2010-2020)》中对科技人才的定义为范畴。

2.1.2 女性科技人才相关界定

女性人才一直以来也是人才学家关注的重要群体,早在“七五”期间,《女性人才学概论》(叶忠海,1987)、《妇女成才论》(梁旭光等,1990)、《妇女人才学论稿》(刘翠长等,1990)、《女性人才论稿》(张相,1990)等女性人才研究专著先后出版,女性人才学在妇女学科和人才学科交叉领域内正式产生^②。女性人才在经济、社会、科技等各方面都发挥着重要作用。现有研究已经从多方面指出,女性人才资源的充分利用可为社会带来“性别红利”,因为女性广泛而深入地参与到社会发展、科技进步和经济活动中,可为社会、经济、科技带来多样性的智慧和劳力支持,产生和谐的氛围和创造稳定的收益。麦肯锡全球研究院 2015 年 9 月发布的《平等的力量——性别平等如何为全球经济创造 12 万亿美元的增长》报告采用 15 项性别平等指标对 95 个国家的性别平等现状做了分析,发现若在男女参与经济活动机会平等的“充分潜力”情景的假设下,2025 年全球 GDP 将增加 26%(28 万亿美元),与当时的美国与中国经济总量之和相当;在各国的性别平等发展速度能够赶上所在区域里表现最优的国家的“地区最佳”假设下,2025 年全球的 GDP 将增加 12 万亿美元^③。

对女性科技人才的界定,不同的学者或研究报告有所不同。比如刘筱红(2011)将女性科技人才分为专业技术人员、R&D 人员(包括 R&D 中的科学家和工程师)、高层次科技人才等

^①全国科技工作者状况调查课题组.第四次全国科技工作者状况调查报告(2017)[M].中国科学技术出版社,2017:563.

^②叶忠海.女性人才学概论[M].北京:高等教育出版社,2009:228.

^③McKinsey&Company.The Power of Parity: How Advancing Women's Equality Can Add \$12 trillion to Global Growth[EB/OL].(2015-09-01)[2022-03-01].https://www.mckinsey.com.cn/wp-content/uploads/2015/10/MGI-Power-of-parity_Full-report_September-2015.pdf.



三个层次，以此来描述湖北省女性科技人才队伍的现状^①。罗瑾琰（2019）在其主持的教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目的成果中将女性高层次人才分为女性经营管理人才、女性科技人才、女性政治人才、女性创业人才四类。其中，其将女性科技人才界定为“受过高等教育、具有专门的技能与知识、有较高的创造力以及钻研精神、在高等院校以及科研院所或企业单位工作、为科学与技术进步做出重大贡献的杰出女性。具体包含科研人才、工程师、科学家等从事科学技术研究的人员，职位定位于副高及以上，副教授、副研究员可等同于工程系列的高级职称；教授、研究员可等同于工程系列的正高级职称”^②。但这一定义有一定局限性，主要是其在职称方面的界定条件较高。

女性科技人才是科技人才队伍中的女性群体，在科技活动中与男性科技人才同样发挥着重要作用，是科技界的“半边天”。中国目前有近 4000 万女性科技工作者，在科技活动中发挥着科技“她力量”，这一群体不仅数量较大，且广泛分布在较大的科技领域。为更好地概括科技界的“半边天”和“她力量”，本文基于《国家中长期科技人才发展规划（2010-2020）》对科技人才的定义，将女性科技人才的范畴界定为：具有一定的专业知识或专门技能，从事创造性科学技术活动，并对科学技术事业及经济社会发展做出贡献的女性劳动者。主要包括从事科学研究、工程设计与技术开发、科学技术服务、科学技术管理、科学技术普及等工作的女性科技活动人员。

2.2 科研产出

2.2.1 科研产出的形式

科学研究是科技人才最主要的工作，通过科学研究，科技人才可厘清科学问题，找出科学问题的主要矛盾，并不断探索尝试不同方法去解决该科学问题，在此过程中将解决问题所形成的阶段性成果或全部成果以文字记录固化下来，并将这些成果公开发布，不仅使得更多同行可对该成果进行修正或改进或为同行的相近研究提供思路和支持，同时，也可以使科学发现的优先权得以确认^③。这一过程，就是科学研究的科研成果发布过程，而这些成果其实就是科学研究的产出。

目前，科学研究的产出形式多种多样，可包含学术论文、学术奖励、专利、著作、软著、标准、会议报告、项目等等，其他还有学术博文等以网络形式发表的学术性的博文、公众号推文等等。

^①刘筱红,施远涛.事实、数据与思考:湖北省女性科技人才队伍的现状[J].华中科技大学学报(社会科学版),2011,25(05):113-119.

^②罗瑾琰.女性高层次人才成长规律与发展对策研究[M].北京:经济科学出版社,2019:12.

^③Mullins,N.C. The Development of Specialties in Social Science:The Case of Ethnomethodology [J]. Social Studies of Science, 1973, 3(3):245-273.



需要说明的是,我们通常所说的科研产出一般仅仅指学术论文、专利、著作、报告等而已,笔者认为这一通常说法是比较狭义的,从广义角度来看,学术博客、学术公众号发布的学术性博文、公众号推文亦可算是一种学术产出或科研产出,这些学术博文、学术推文亦是学者日常科研工作的心得体会、观点思考总结,不乏新颖性和思辨性;此外,在 CNKI 的引文索引数据中,以“sciencenet”(科学网)作为被引来源进行检索,可获得 5853 篇博文被学术论文引用过,总被引次数 7452 次,这也足以说明学术博文在学术交流中的影响力不可忽视。

在本文研究中,因研究的学术网络类型不同,女性科技人才科研产出的形式也有所不同,主要有学术论文产出、学术博文产出、学术奖励产出等。

2.2.2 科研产出的测度

科研产出的测度,不同领域有不同的测度方法和思路。如从经济学角度来看,科研产出需要从科学研究的整个过程投入、产出的角度去测量,即投入产出比,也称投入产出率(ROI),其数量常用“1:N”的形式表达,N 值越大,经济效益越好,说明生产率越高;投入越少,产出越高这是最理想化的状态。这里的投入可以是科学研究投入的时间、财力、物力、人员或学术网络资源等等,不同投入导向其投入的指标也有所不同,而产出可以是科学研究所产生的科研成果数量或质量,也可用整体投入产出效率指标来表征。

从文献计量学的角度来看,文献计量学家通常使用一定观察时间内,被观察对象所产出的科学研究成果数量及其影响力来表征该被观察对象的科研产出情况。文献计量学领域在测度科研产出方面已有较多学者总结出丰富的指标,不同指标可以用于不同的测量需求。比如学术论文,其产出的指标可以有发表论文的绝对数量、发表论文的相对数量、论文被引频次、论文被下载频次等等。

在本文的研究中,主要涉及学术论文、学术博文、学术奖励三种类型科研产出,笔者将根据不同的产出类型选择不同的可测度指标来表征不同的科研产出情况,后文将会详细给出各科研产出的测量指标和方法。

2.3 学术网络

2.3.1 学术网络概念

网络、社会网络是与学术网络定义相关的上位概念。有关网络的定义,国内《辞海》较早的版本将其定义为电路或其一部分的总称^①,后期的《辞海》将网络定义为网状的东西或由许多分支注册交错连接的系统^②。《中国大百科全书》将网络定义为复杂的电路^③。从这些定义可看

^①辞海编辑委员会.辞海[M].上海:上海辞书出版社,1979:455.

^②夏征农.大辞海(词语卷4)[M].上海:上海辞书出版社,2011:3606.



出,早期国内对网络的理解相对比较局限,但随着社会科学、信息技术的发展,人们对网络的理解有了新的认识和拓展,出现了系列有关网络的新术语,如互联网、交际网、服务网、语义网等。这也逐渐加深了人们对复杂网络、社会网络的认识。

有关社会网络的定义,目前尚未有统一的定义,不同学者有不同的理解和定义。如国外学者 Wasserman 将社会网络定义为:一个社会网络是由有限的一组或几组行动者及限定他们的关系所组成的^②。国内学者刘军认为社会网络是由多个节点(社会行动者)和各个节点之间的连线(代表社会行动者之间的关系)所组成的集合^③。从各种有关社会网络的定义,可发现社会网络主要是由社会关系而形成的网络,其基于不同的社会关系而形成不同的社会结构,进而形成了不同的社会网络,如社会交际网络、社会支持网络、个体网络、整体网络等,学术网络就是其中之一。

参考社会网络的定义,我们将学术网络的定义为:学术网络是基于行动者的学术关系而形成的一种社会网络。学术网络中的学术关系因其所涉及的主体和关系不同而不同,是一种多类型的关系。对于作者来说,学术关系就是作者之间的学术关系。如马瑞敏(2015)将“作者学术关系”定义为:从论文的角度出发,作者和作者之间表现出的某种学术联系^④,这其实就是作者在学术论文中所形成的学术论文网络。而对于机构来说,机构之间的学术合作也可以形成学术联系,即由机构之间的学术关系可形成机构学术网络。

本文所研究的女性科技人才学术网络,是指女性科技人才基于不同的学术关系而形成不同的学术结构,进而形成了不同的学术网络,该学术网络是一个广义的概念,不仅仅指狭义的具有网络拓扑结构的拓扑网络,也同时包括网络节点自身多拥有的网络资源(如机构资源、知识资源等)所形成的资本网络。例如一位女性科技人才从其本科到博士或博士后阶段,所就读的不同学校、不同专业方向,可形成一个自己的教育背景网络;而其期间所认识不同的导师、同学又可形成自己的师徒关系网络,同学关系网络等等。

2.3.2 学术网络类型

社会网络根据不同网络属性和特征,可分为社交网络、通信网络、工作网络、合作网络等等。而学术网络类型的划分并没有固定的模式。部分学者对学术网络进行了相应的分类研究,如 Rebiun 将科研社交网络分为研究共享型、资源共享型和成果共享型 3 种类型^⑤。一般来说,学术网络划分有多种方式,可根据实际需要进行相应的划分,便于管理和区分不同的网络即可。

^①中国大百科全书出版社编辑部编.中国大百科全书(第二版)[M].北京:中国大百科全书出版社,1998:23-65.

^②S.Wasserman and K.Faust,Social Network Analysis:Methods and Applications[M].Cambridge,Cambridge University Press,1994:20.

^③刘军.整体网分析讲义——UCINET 软件实用指南[M].上海:上海人民出版社,2009:1-3.

^④马瑞敏.基于作者学术关系的科学交流研究[M].北京:科学出版社,2015:35.

^⑤Grupo de trabajo REBIUN. Science 2.0 : The use of social networking in research[R/OL].[2022-05-13].<http://hdl.handle.net/10609/10261>.



基于个体视角或整体视角,可以将学术网络划分为个体中心网和整体网。个体中心网中,一般只包含与个体有直接连接的人,不包括与该个体连接的人的朋友或是其他人。个体中心网较注重个人网络的简化,从而只关注与个体直接联系的关系。部分学者较早关注我国科研人员科研合作中的个体中心网的差异,发现我国科研人员在网络规模、网络密度、网络趋同性和网络异质性都有一定的不同^①。整体网主要从整体出发,其更关注整个网络的真实运作情况,从整体视角来观察整个网络的特征、结构及相互影响。目前图情档学界的社会网络分析大部分是基于整体网的研究,基于这个视角,能全面地透视研究对象的整体网络分布形态和特征。

此外,根据学术网络的正式与否,可将学术网络可分为两类,一类是正式学术网络,是指科技人才在学术活动中加入的各类学术社会团体组织,如各学科、各研究领域的学会、协会、研究会等,所形成的学术网络。之所以称之为正式学术网络,是因为学会、协会、研究会等学术团体组织在成立时,需要业务主管单位审查同意后,向民政部门依法申请登记。根据《社会团体登记管理条例》该类学术社会团体需要具备以下条件:有 50 个以上的个人会员或者 30 个以上的单位会员,个人会员、单位会员混合组成的,会员总数不得少于 50 个;有规范的名称和相应的组织机构;有固定的办公场所;有与其业务活动相适应的专职工作人员;有合法的资产和经费来源;有独立承担民事责任的能力^②。此外,学术社会团体成立登记需要经过申请登记、注册、拟定组织章程等一系列程序,因此,学术社会团体一般都是较为官方正式的组织,科研人员加入不同级别、不同类型学术社会团体组织所形成的学术网络即可视为正式学术网络。

另一类是非正式学术网络,是指科技人才因科研项目、课题合作需要,进行论文、专利、著作、申报奖励等合作或加入非正式的网络学术社区、学者网络群组等虚拟学术社区所形成的学术网络。之所以称之为非正式学术网络,是因为该类学术网络的参与、组建一般是科技人才根据其个人意愿动机所做出的个体行为,一般不受行政约束,该行为可能是暂时的、短期的,也可能是随机的,所形成的学术网络也可能是暂时的、短期的和随机的。非正式学术网络可根据学术网络内容、学术关系的不同,如学术论文、学术社交、学术奖励的不同学术关系进一步细分,可分为学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络三类非正式学术网络。这三类网络是最常见也是最具代表性的学术网络。

2.3.2.1 学术论文网络

在计量学领域,学者对学术网络的研究,多是以不同合作对象、不同合作内容等合作网络为基础来开展学术网络的研究。如王超(2013)对学术网络研究进展进行综述中发现,学者对学术网络的研究主要从宏观、中观和微观三个层次对由不同类型的边(引用、共引、共词、合

^①赵延东,周婵.我国科研人员的科研合作网络分析——基于个体中心网视角的研究[J].科学学研究,2011,29(07):999-1006.

^②中华人民共和国民政部门户网站.社会团体登记管理条例[EB/OL]. (2016-12-10)[2022-03-09]<https://www.mca.gov.cn/article/gk/fg/shzzgl/201812/20181200013490.shtml>.



著、耦合或混合)和不同类型的节点(词语、文献、专利、作者、期刊、机构、领域或国家)所构成的学术网络进行研究^①。刘萍(2016)基于合作关系、引文关系、共现关系构建了作者合著网络、作者机构网络、作者引文网络、作者共被引网络、作者共词网络、作者耦合网络,来研究图情学作者的多维学术网络相关性^②。周春雷(2018)认为学术关系网络中蕴含着丰富的社会资本,并提出了一个SCAN指数新指标用于测量科研机构学术网络社会资本丰富程度和在学术网络中的相对地位^③。于硕(2019)基于团队合作关系建模、团队合作关系识别、多元合作关系聚类、异常多元关系检测对学术网络中多元合作关系进行了挖掘与分析^④。

学术论文是科研产出的一种成果形式,其以论文为载体基于科学现象提出问题、分析问题、解决问题,并在期刊、会议上公开发表与同行进行知识共享、交流,同行从单篇论文中不仅可以读取科学内容,还可获取该论文内容之外的合著信息、主题信息,如合著作者、合作机构、支持基金、关键词、作者简介等内容信息。将一位学者的多篇或所有学术论文的合著信息组合起来,组合后的合著信息包含多个合作人员、合作机构等实体,这些实体之间可存在多次合作关系,从社会网络分析理论来看,有合作关系即可赋予实体之间一条连线,实体之间的多条连线可形成一个网络拓扑结构,由此即可形成多方面的合作网络,如合著人员网络、合著机构网络、支持基金网络。

总体上,学术论文网络是基于学术论文的丰富题录信息而构建的学术网络,不同学者由于其合著论文数量不同、合作规模不同,其所构建的学术网络各项指标也不同。

2.3.2.2 学术社交网络

学术社交网络也称为科研社交网络,是与学术网络定义相关的下位概念。现有文献中有关学术社交网络的具体定义并不多,分散于各类学术社交网络的论文中。如Oh & Jeng认为学术社交网络允许用户创建具有学术属性的个人资料、上传他们的出版物以及创建在线群组^⑤。Thelwall M和Kousha K认为学术社交网络可为每个成员提供个人资料,并允许他们以某种方式相互联系并分享有关他们的信息出版物,如Academia.edu、CiteULike、Mendeley、Bibsonomy、ResearchGate和Zotero等网站^⑥。Jeng W等将学术社交网络服务作为一个广义术语,指的是一种在线服务、工具或平台,学者借助它建立个体与群体之间的专业网络,并在进行研究时促进学者之间各种活动^⑦。

^①王超,吕俊生,吴新年.学术网络研究进展[J].情报杂志,2013,32(10):93-98.

^②刘萍,邹德安,郑凯伦.多维学术网络相关性分析——以图情学为例[J].情报科学,2016,34(01):71-76.

^③周春雷,周慧芳.学术网络社会资本视角下的学科评价指标探索[J].现代情报,2018,38(09):79-86.

^④于硕.学术网络中多元合作关系挖掘与分析[D].大连理工大学,2019.

^⑤Oh J S, Jeng W. Groups in academic social networking services--an exploration of their potential as a platform for multi-disciplinary collaboration[C]//2011 IEEE third international conference on privacy, security, risk and trust and 2011 IEEE third international conference on social computing. IEEE, 2011: 545-548.

^⑥Thelwall M, Kousha K. Academia. edu: Social network or Academic Network?[J]. Journal of the Association for information Science and technology, 2014, 65(4): 721-31.

^⑦Jeng W, He D, Jiang J. User participation in an academic social networking service: A survey of open group users on Mendeley[J]. Journal of the Association for Information Science and Technology, 2015, 66(5): 890-904.



国内学者贾新露等（2016）将学术社交网络定义为：以促进知识交流和扩散为目的，能够帮助研究者建立和维护他们的人际关系网络，同时能够支持他们在研究过程中从事各项活动的服务或者平台^①。周庆山等（2017）认为学术社交网络是在社会化媒体迅速发展的背景下，以学者为特定用户群体、满足学术交流目的的专门社交网络^②。刘虹等（2018）将学术社交网络界定为：以学者为服务对象、提供个人学术主页、展示个人学术成果、以促进学术交流合作为目的的垂直社交网络^③。胥伟岚（2018）认为学术社交网络定义是依托于互联网，以促进科研用户知识交流、学术创新与共享为目的，协助用户构建、管护自己的社会关系网络，并能为其学习和科研提供各项辅助的在线服务平台^④。

总体上，学术社交网络、科研社交网络是由社交网络、学术网络发展而来的，一般是指科研人员因开展学术资源共享、学术成果交流、学术研究合作等学术交流活动而形成的社交网络，该网络可以是基于线上的各类网络平台，亦可以是基于线下的组织机构内部或之间（如师门之间、同事之间、同行之间、协会研究会内外部等）而形成的网络。在国内，很多学者并未严格区分学术社交网络、科研社交网络，在很多场景下时常互用。

2.3.2.3 学术奖励网络

学术奖励是设奖机构对个人、团队或机构的科研学术成果予以的认可，并给予学术相关的嘉奖。学术奖励有多种不同级别不同层次的奖励，如国家级的学术奖励包括国家自然科学奖、国家科技进步奖、国家技术发明奖，这三个奖是我国科技领域最高的国家级奖励，也是国家对科技工作者科研水平和成果的最权威认定；各省市也设置有地方的自然科学奖、科技进步奖等科技奖项；社会力量设立的科技奖项则更多元化，如何梁何利基金科学与技术奖、求是杰出青年学者奖、科学探索奖等等。

目前学者对学术奖励的研究主要围绕获奖合作机构开展，如褚建勋（2016）使用社会网络分析方法对国家科技进步奖的获奖机构合作网络进行分析，发现随着时间演化，部分获奖机构聚合并形成了“圈子”社群结构，占据了合作网络中的“核心”位置^⑤。谭春辉等（2017）对国家科技进步奖获奖机构之间的合作网络进行分析，并从行业、地域、从属关系三个维度分别对获奖机构合作网络形成的内在机理进行了梳理^⑥。李瑞（2021）构建了基于江苏省科学技术奖励项目合作信息的科技创新合作网络，发现多机构间的合作创新是科技创新合作的主要形式^⑦。少部分学者对学术获奖者进行了研究，如丁奎元等（2021）基于科研人员在科技奖励的署名信息

^①贾新露,王曰芬.学术社交网络的概念、特点及研究热点[J].图书馆学研究,2016(05):7-13.

^②周庆山,杨志维.学术社交网络用户行为研究进展[J].图书情报工作,2017,61(16):38-47.

^③刘虹,李煜,孙建军.我国学术社交网络研究的发展脉络与知识结构分析[J].图书馆学研究,2018(17):7-16.

^④胥伟岚.学术社交网络知识交流绩效研究[D].华中师范大学,2018.

^⑤褚建勋,黄晟鹏,纪娇娇.基于 SNA 的国家科技奖合作网络演化研究[J].科学学研究,2016,34(08):1137-1144.

^⑥谭春辉,曾娟,程凡,李思佳.国家科技进步奖获奖机构合作网络分析[J].科学管理研究,2017,35(01):31-34+42.

^⑦李瑞.地区科技创新合作网络研究——以江苏省 2006-2019 年科技奖励项目的高校数据分析为例[J].中国高校科技,2021,No.392(04):28-32.



和贡献类型,分析了获奖者的顺位差异,并揭示了差序性共同合作和依附性分工合作对科技人员获奖的影响机理^①。

由此可见,学者对学术奖励网络的主要研究对象是学术获奖项目中的合作人员和合作机构。单个学术奖励由于信息有限,无法构建相关的网络拓扑结构,如果将同年多个或历年多个同类型学术奖励的获奖人员、机构信息综合起来,即可借助社会网络分析方法构建该类学术奖励的人员合作网络、机构合作网络,这两个网络组合起来即是学术奖励网络。在学术奖励网络中,有的科研人员、科研机构可能会有多次获奖,或与其他人员或机构存在多次合作,但在高级别的奖项或难度高、评选比例低的奖项中,同一个人或机构多次获奖的几率则较低。

2.3.2.4 本文研究学术网络的范畴

本文在研究女性科技人才的学术网络中,为从不同典型角度剖析女性科技人才的学术网络特征和其对科研产出的影响,主要从学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络三个类型网络来观察分析,以期更全面的观察学术网络对女性科技人才科研产出的影响。之所以只选择学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络三个类型,主要基于两方面的考量。

一是数据可得性。当前的期刊论文数据库如中国知网 CNKI 数据库、Web of Science 数据库对收录的期刊论文的标注数据非常详细,并有完整的题录信息可供下载;而学术社交网络平台是较为开放公开的数据平台,通过数据采集软件工具亦可较容易获取学术社交网络用户的相关数据;学术奖励信息一般在奖项获奖后也会在官方网站进行公示、公布,其获取渠道也比较容易;因此学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络的相关数据可获得性较强,可避免因数据无法获取或获取不全带来的数据缺失问题。

二是网络代表性。学术论文、学术奖励是科技人才科研工作、科研活动的最常见成果体现,大部分科研成果都会以学术论文的形式公开发表,或以学术奖励的形式进行申报,因此学术论文网络、学术奖励网络是学术网络最具代表性的网络类型。此外,科研活动中学术社交活动,也是科技人才在日常科研活动中的不可或缺的一部分,科研人员每天与同事、同行、团队或在线下见面共事或在线上互动交流,这些社交活动所形成的学术社交网络亦是学术网络最具代表性的网络之一。

无论是女性科技人才的正式学术网络还是非正式学术网络,均可利用社会网络分析方法,基于一定的数据来构建相应的网络,并分析网络指标与女性科技人才科研产出之间的关系。本文基于数据可得性和代表性,主要以非正式网络作为研究对象。

此外,事实上,专利合作网络也是较为常见的学术网络,但本文暂不作为单一网络类型讨论。主要原因是,本文选用国家科技进步奖数据来分析学术奖励网络,与国家自然科学奖比较重视科技论文不同,国家科技进步奖的评奖条件和要求,包括授权发明专利(项)等知识产权

^①丁奎元,赵万里.大科学时代科技合作者贡献之争——基于论文署名角色和贡献类型的案例分析[J].科学技术哲学研究,2021,38(02):105-111.



项目,以及科技成果转化应用满三年情况和效益,包括经济效益和社会效益等情况。具体而言,国家科技进步奖的评价指标更重视专利等科技成果转化、应用的社会效益、经济效益以及对科技发展的贡献等,本文所收集的 2000-2020 年 3460 个国家科技进步奖奖项数据集中的人员合作网络和机构合作网络,其实已经包含了专利合作网络在其中。因此本文暂不单独研究专利合作网络这一类型学术网络的影响。

至于为何要分类型来分析,而不从整体上来分析学术网络对科研产出的影响。可解释的原因是,三个网络虽然本质上是科研合作,但科研合作是一个较为宽大的范畴,可包含不同场景、不同科研产出的合作,如果从整体上或作为一个广义的科研合作网络来分析,虽然可能会得出一些共性的合作网络影响特征,但无法具体细化不同学术网络类型的独特特征。本文根据女性科技人才的常规科研产出,具体将学术网络细化为学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络,根据各类学术网络的产出特点、网络特征,分别量化了各自网络产出和网络影响大小和组态路径,还具体分析了各个网络产出效率大小和影响产出效率的主要因素。总体上,分类进行分析和探讨,能更为细粒度地分析不同学术网络对女性科技人才科研产出的影响,分析结果更具有场景化和可解释性。

2.3.3 学术网络的构建

不同学术网络有不同的构建方法。比如特定学科领域(技术主题)的局部合作网络的构建方法有^①:①基于某一数据库自身的分类体系,下载并分析某特定领域的数据库。如 Leydesdorff 和 Rafols 基于 ISI 的学科 172 个类别和 6164 种期刊构建了全球科学地图网络^②。②以特定时期内某个期刊或某类会议为研究对象构建学术网络。例如计量学家或可视化学者以 Scientometrics 期刊、ISSI、ASIS&T 会议来进行作者合著、机构合作、国家分布等学术网络合著研究。③使用关键词检索收集。如 Bar-Ilan 利用计量情报学关键词检索和构建了计量情报学在 21 世纪的合作网络并对其作了综述研究^③。④利用 IPC 或美国专利分类号(USPC)进行检索,用于构建专利数据集。专利分类号因其分类细、覆盖面广可,可通过它构建专利权利人(如高校、企业、科研院所)、发明人、机构、行政地区等的学术合作网络。

以上构建方法主要是通过作者、机构(如高校、企业、科研院所)、行政地区等来构建个人与个人、实体与实体、个人与实体等的学术关系、合作关系,由此描述他们之间所形成的学术网络拓扑结构特性。但除实体之外,一些非实体的学术网络其实也是学者们研究的热点,如学科分类、论文关键词、专利分类号等在实体构建关系的同时,这些非实体也构建了自己的非

^①陈云伟.社会网络分析在情报分析中的应用[M].北京:科学出版社,2017:39.

^②Loet Leydesdorff, Ismael Rafols. A Global Map of Science Based on the ISI Subject Categories[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology. 2009, 60(2):348-362.

^③Bar-Ilan J. Informetrics at the beginning of the 21st century—A review. Journal of Informetrics [J]. Journal of Informetrics, 2008, 2(1):1-52.



实体学术网络,比如知识网络,包括显性知识网络、隐性知识网络等。例如刘嘉明等(2022)基于人工智能领域的全球专利数据,深入分析了企业的合作网络与知识网络特征,并探讨了合作网络与知识网络对提升 AI 领域企业专利创新的作用^①。吴小兰等(2019)以科学网用户的学科领域数据和好友关系数据,构建了学科用户的知识交流网络,并使用 Louvain 社区发现算法挖掘学部内一级学科知识流动中的社区结构^②。

综上,不同类型的学术网络,有不同的构建方式方法,不能一概而论,本文研究的学术论文网络、学术社交网络等也将基于各研究实际从不同角度进行实体网络构建,以便能完整准确地反映女性科技人才的学术网络特征。

此外,在学术网络的构建过程中,对于女性科技人才个人而言,其构建学术网络的方式,大体上有两种方式。一是主动构建,即女性科技人才可出于个人动机,主动构建、参与各类学术网络,如主动寻求科研合作人员、合作机构,形成以自己为主导的科研合作学术网络。第二种方式是受邀参与,即女性科技人才因受到他人或其他组织邀参与了某一学术会议、科研项目、科研论文、学术团队等,从而在其中与其他科研人员、科研机构建立了学术关系,并可能产出相应的科研成果。

2.4 相关理论基础

2.4.1 社会网络分析理论

何为社会网络分析(Social Network Analysis, SNA)?不同学者基于不同研究视角有不同的定义,目前尚无统一的权威定义。国内学者林聚任认为社会网络分析是对社会关系结构及其属性加以分析的一套规范和方法,它主要分析的是不同社会单位(个体、群体或社会)所构成的关系的结构及其属性^③。刘军认为社会网络分析者可通过建立每个行动者与其他行动者之间的关系模型,描述群体关系的结构,研究群体结构对群体功能或在群体内部个体的影响^④。

社会网络分析的起源最早可追溯到 20 世纪 30 年代西方的心理学和人类学的研究,在其早期的发展史中,主要形成了三个学派:研究图论方法的社会计量学学派,研究人际模式和“派系”的哈佛学派,研究部落和乡村社会共同体关系结构的曼切斯特人类学派;20 世纪 70 年代后,在以哈佛大学的哈里森 C 怀特(Harrison C.White)为代表的新哈佛学派的推动下,社会网络分析逐渐成熟并成为具有影响力的结构分析方法;20 世纪 90 年代,社会网络分析方法进入快速发展阶段,在社会学、经济学、传播学、政治学等各个领域被广泛应用。

^①刘嘉明,闵超,严笑然.合作网络和知识网络对 AI 企业专利创新的影响[J].图书馆论坛,2022,42(09):132-141.

^②吴小兰,章成志.学术社交媒体视角下学科知识流动规律研究——以科学网为例[J].数据分析与知识发现,2019,3(04):107-116.

^③林聚任.社会网络分析:理论、方法与应用[M].北京:北京师范大学出版社,2019:41.

^④刘军.社会网络分析导论[M].北京:社会科学文献出版社,2004:4.



在社会网络理论发展历史过程中，众多学者对该理论的发展做出了重要贡献，其中有三个理论影响广泛，分别是 Mark Granovetter 1973 年提出的强关系与弱关系理论，Ronald Burt 提出的结构洞理论、Nan Lin 运用社会网络方法分析社会资本而形成的社会资本理论等。

作为新哈佛学派的代表性研究者，Mark Granovetter 1973 年发表的《弱纽带的强度》论文，提出了强关系与弱关系理论^①，该理论主张微观分析与宏观分析相结合，并强调弱关系的重要性。Granovetter 认为人与人之间、组织与组织之间、个体与社会系统之间的关系有强弱之分，而且这些强关系和弱关系在其中发挥的作用迥异；强关系体现于群体、组织内部的联系，弱关系则将群体、组织之间联系起来，从而建立起社会系统^②。

Ronald Burt 1992 年出版的《结构洞：竞争的社会结构》，是其重要的代表作，该书主要研究竞争在建立联系的竞争者之间是如何进行的。他认为竞争者之间的行为和结果，可通过竞争者对竞争场域的社会结构中的“洞”的接近机会来解释，这些结构洞是竞争场域中竞争者之间的关系间断或非对等^③。Ronald Burt 的结构洞理论指出，在市场竞争中，企业家成功的机会、社会资本和信息对企业家的关系网络具有重要影响；在竞争场域，竞争优势除了资源优势外，资本优势和关系优势更为重要，换言之，不同的竞争者虽拥有各自的资源优势和社会资本优势，但具有结构洞多的竞争者，其关系优势更为明显，获得利益回报的机会更高。

Nan Lin 2001 出版《社会资本：一种关于行动和结构的理论》、《社会资本：理论与研究》是其运用社会网络方法分析社会资本所形成的研究成果，他所构建的社会资本理论认为社会资本是对交易中有预期回报的社会关系的投资^④。Nan Lin 主要侧重于研究社会资本对个体行动者社会地位流动的影响，而非侧重对群体层面的社会资本分析，他通过选择个体行动者所处的网络结构位置、关系强度、资源、行动目的、回报等要素构建了社会资本理论模型，并将该模型用于分析不同个体行动者由于结构性位置等不同而形成的社会资本相对效应，最终使得不同个体行动者具有不同的竞争优势和竞争结果。

近些年，随着社会网络分析的理论不断深化以及社会网络分析技术的日趋成熟，社会网络分析应用范围越来越广，学者们利用 R、Python 等语言开发了用于社会网络分析的各种软件、工具包，为各学科的研究者开展有关社会网络的中心性、凝聚子群、核心-边缘结构等分析提供了便利条件。

2.4.2 科学计量理论

科学计量学（scientometrics）是应用统计学、数理统计和计算技术等数学方法对科学活动的

^①Granovetter, Mark S. The strength of weak ties[J]. American journal of sociology .1973,78(6): 1360-1380.

^②林聚任. 社会网络分析：理论、方法与应用[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2019: 13-14.

^③Ronald Burt. Structure Holes: The Social Structure of Compeption[M]. Cambridge, Harvard University Press, 1992: 1-2.

^④Nan Lin, Social Capital: A Theory of Social Structure and Action[M], Cambrige, Cambrige University Press, 2001: 19.



投入（如科研人员、研究经费）、产出（如论文数量、被引数量）和过程（如信息传播、交流网络的形成）进行定量分析，揭示科学活动规律性和存在问题的分支学科^①。

科学计量学理论的起源和发展与文献计量学密切相关。文献计量学形成于 20 世纪 20-40 年代，1926 年美国人口统计学家洛特卡（A.J.Lotka）研究科学家与其发表论文之间的关系中提出了洛特卡定律，即科学家撰写 N 篇论文的作者人数是撰写 1 篇论文人数的 $1/N^2$ ，洛特卡定律呈现了科学家论文产出率的分布与变化；1934 年英国化学家、文献学家布拉德福（S.C.Bradford）在其论文《专门学科的情报源》（Sources of Information on Specific Subjects）中首次提出了描述专业论文数量按照期刊分布的集中与分散经验定律；1935 年美国语言学家和心理学家齐普夫（G.K.Zipf）在法国速记专家艾斯杜（J.B.Estoup）发现的语言单词的使用同样存在幂律分布规律的基础上，进一步研究并提出了齐普夫定律，该定律刻画了词频的一般变化规律。布拉德福定律、洛特卡定律、齐普夫定律三大定律分别从论文数量分布、科学家论文产出率分布、文献词汇分布三个方面构成了文献计量学的理论基础。

文献计量学的发展和三大定律的提出为科学计量学理论的发展提供了基础。众多学者结合文献计量学理论，开展科学家、科学合作交流、科研投入产出等科学活动规律的研究，并逐步形成了科学计量学的研究体系和理论框架。1969 年纳利莫夫（V.V.Nalimov）和穆利钦科（Z.M.Mulchenko）在合著《科学计量学：把科学作为情报过程来研究科学的发展》中正式提出了“科学计量学”（scientometrics），较为系统地描述了科学计量学的基本框架。1961 年美国文献计量学家尤金·加菲尔德（Eugene Garfield）在美国科学情报研究所创办出版了科学引文索引数据库（SCI），并成为世界上最著名的期刊文献索引工具。SCI 对推动科学计量学的发展发挥了重要作用，通过 SCI 数据库，分析基于论文引证与被引证关系的论文网络，可呈现世界各学科的研究发展前沿、学科结构和相互关系。1962 年美国著名科学史学者普赖斯（D.John de Solla Price）提出并发展了科学知识老化指数增长规律、文献老化指数，以及学科领域文献老化的指标——文献半衰期等科学发展的规律。普赖斯的一系列研究为奠定科学计量学研究的基本方法做出了重要贡献。

后来，计量学家在文献计量学、科学计量学的基础上，不断地将计量学理论和方法用于信息、网络、知识等方面的研究，拓展新的研究领域，并形成了“五计学”即文献计量学（Bibliometrics）、科学计量学（Scientometrics）、信息计量学（Informetrics）、网络计量学（Webmetrics 或 Cybermetrics）和知识计量学（Knowmetrics）。

本文在研究学术网络与女性科技人才科研产出之间的影响关系中，将借助科学计量学、文献计量、信息计量、替代计量学等理论和方法，分析构建女性科技人才的学术网络特征、指标。

2.4.3 社会资本理论

^①刘细文,李宁.科技政策研究之科学计量学方法[M].北京:科学出版社,2017:1.



社会资本概念来源于经济学领域的“资本”一词，经济学家洛瑞（Loury）1977 年在其《种族收入差别的动态理论》文中为了论证社会资源对发展人力资本的重要影响，首次将社会资本的概念引入到经济学之中，并将其用于批评新古典经济学理论在研究种族间收入不平等过于侧重人力资本的作用。

1980 年法国社会学家皮埃尔·布迪厄（Pieer Bourdieu）在《社会科学研究》杂志发表的《社会资本随笔》论文中正式提出了社会资本的概念并将其界定为“实际或潜在资源的集合”。后来美国社会学家科尔曼（James Coleman）和普特南（Putnam）对社会资本进行了较为系统的论述。科尔曼认为社会资本是“个人拥有的社会结构资源”，是一种资本财产，社会资本具有不可转让性，同时也具有公共物品属性。普特南则认为社会资本是指“社会组织的那些可通过促进协调行动而提高社会效能的特征，如信任、规范及网络。它能够通过协调的行动来提高社会效率”^①。其后，众多学者对社会资本进行了深入研究，不断充实社会资本理论，如皮特和戈沙尔（Nahapiet J, Ghoshal S, 1998）将社会资本定义为三个维度：结构维度（包括社会交互和网络关系）、关系维度（包括信任、互惠和认同）、认知维度（包括共同语言和共同愿景）^②。其中社会交互和网络关系所代表的结构维度，与本文所分析的学术网络的同一种结构维度，本文分析的论文合作程度、平均关系强度等也属于关系维度，因此可基于社会资本理论来进行对其进行理解和分析。本文将利用社会资本理论来分析女性科技人才在构建学术网络过程中的社会资本，并将社会资本所形成的资源当作学术网络资源的一部分，来作为学术网络资源的支撑部分，以此分析学术网络对女性科技人才科研产出的影响。

同时，本文在文中分析了学术网络的积累效应，该效应主要来源于罗伯特·默顿（Robert K.Merton）的马太效应和积累优势原则、哈里特·朱克曼（Harriet Zukerman）的积累优势理论，社会资本理论与上述理论实质上有交叉之处，可用于解释个人拥有的社会结构资源所带来的不同效应或结果，如多次获得科学共同体分配的科研资源（包括科研合作、基金资助等科研条件、科技奖励荣誉等）而形成积累优势，社会资本产生提升效应，促进科研人员不断成长和晋升，并慢慢拉大了与未获得科研资源分配科研人员或团队的距离，这更有利于理解积累效应。

2.5 本章小结

本章主要介绍本文的相关概念及研究的理论基础。一是分析了科技人才相关概念，界定了本文的主要研究对象女性科技人才相关范畴；二是从科研产出的形式、科研产出的测度两方面界定了科研产出的形式和测量方法；三是分析界定了学术网络的概念，介绍了学术网络的类型并阐述了学术网络不同的构建方式，并将学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络三个网络

^①Putnam R. The prosperous community: Social capital and public life[J]. The american, 1993, 4.

^②Nahapiet J, Ghoshal S. Social capital, intellectual capital, and the organizational advantage[J]. Academy of management review, 1998, 23(2): 242-266.



类型作为影响女性科技人才科研产出的研究范畴；最后梳理了本文研究的理论基础，包括社会网络分析理论、科学计量理论、社会资本理论等相关理论。



3 学术网络影响科研产出的效应与量化分析模型

3.1 学术网络影响科研产出的效应

学术网络可以看作是看作是一种学术资源,也可作为一种学术工具,在不同场景有不同的属性,发挥着不同的作用,正因为其分类属性的多样性,以及与其他因素多面互动的相关性,使得其在发挥作用时,也往往是多面性的。例如,在学术网络对科研产出影响的过程中,从表面上看,学术网络可直接影响科研产出,但其实在影响过程中,隐藏着一定的隐性作用机制或效应,如积累效应、中介效应、调节效应等(图 3-1),这些作用机制有助于我们分析和理解学术网络对科研产出的影响。

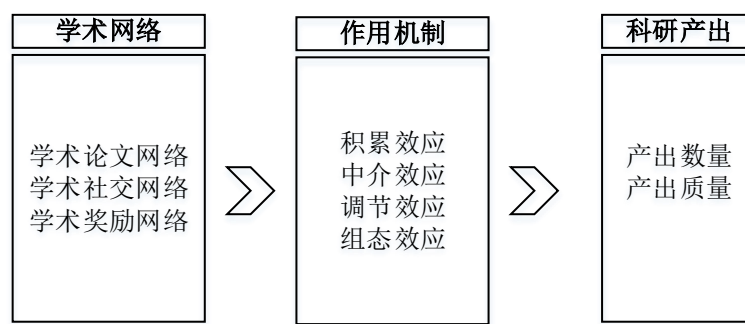


图 3-1 学术网络对科研产出影响的效应机理

3.1.1 积累效应

美国科学史学者罗伯特·默顿(Robert K.Merton)1968 年提出了马太效应(Matthew Effect),用于解释和概括科学界存在的一个现象:声望较高的科学家往往比知名度不高的科学家容易获得更多荣誉,即使两者的科学成就差别不大。此后,经济学界、社会学界常用马太效应来反映这种强者愈强、弱者愈弱的经济和社会现象。在科学界中,由于科学社会分层的存在,在科学家科研产出、职业发展过程中,也存在明显的马太效应,即身居较高职位的科学家往往具有高学历、高职称或高职务,这些后赋优势,往往又能给其带来丰富的学术资源,占据获取学术资源的有利位置。例如相对于一般普通的研究生导师,在优质机构工作的高学历高职称导师可以招收到更优秀的学生,组建规模更大、能力水平更高的科研合作团队,产出更多高水平科研成果,这些科研成果又反过来可以支持该导师团队申请获批更多研究项目,获得更多基金资助,继而又产出另一批优质的科研成果。

此外,1942 年默顿在其一篇关于科学的正规结构的文章中曾提出过“积累优势原则”,后来在马太效应的分析中又论述了该原则在科学社会中的现象。默顿认为,马太效应除了作用在科学奖励和交流系统之外,对科学资源的分配也同样存在,这种作用表现在积累优势原理上,



在诸多社会分层系统中发挥作用的这一原理导致了相同的结果：富者以一定的速率越来越富，而使穷者变得相对更穷^①。这导致一些优秀而出名的科研人员或组织机构比那些尚不知名的科研人员或组织机构容易获得更优质的学术资源。

在默顿的马太效应和积累优势原则的理论基础上，默顿的学生哈里特·朱克曼（Harriet Zuckerman）在论述诺贝尔奖金与科学优势的积累^②、优势和劣势的积累^③等内容中较为系统地阐述了积累优势理论（Cumulative Advantage Theory），其基本内涵是科研人员或团队在科研活动过程中，多次获得科学共同体分配的科研资源（包括科研条件、科技奖励荣誉等）而不断成长和提升，并慢慢拉大了与未获得科研资源分配科研人员或团队的距离，形成累积优势和比较优势。朱克曼认为优势的积累可以通过相加的积累或相乘的积累两种方式来实现，相加方式是指先天具有“与专业无关”某些天赋优势的人，往往会因为先赋优势而持续获得有利条件或奖励；相乘方式是指能有效利用“与专业相关”条件的人，也是最有可能获得与专业相关条件的人^④。这两种方式的积累，不仅给科研人员个人带来了开始的优势，也得到了完成目标所需的条件，而且最终获得了更高的科研产出或成就。积累优势理论产生的作用也称为积累效应。

积累效应在现实的科学研究、科技人才科研产出、职业发展是一种常见现象，特别是在职称晋升、职务晋升、学术产出、人才计划入选、学术奖励、科研项目等方面较为显见。科技人才职业早期因为入职时间不长，科研成果尚较少、科研经验还不足，往往在职称晋升、学术产出、学术奖励等方面没有优势，但当其科研成果、经验积累到一定程度之后，达到了相应职称晋升、学术奖励的条件并获得了相应的晋升和奖励。而后，这些前期积累的提升，又会为后期的职称晋升、学术奖励、科研项目的获取带来助力，这就是积累优势的良性循环。

此外，与积累效应相似的还有资本提升效应，其包括人力资本提升效应和社会资本提升效应。在人力资本方面，若科研人员个人的科研资源禀赋条件优秀，其一般具有丰富的科学理论知识和研究经验，也有较高的专业技术技能水平，有助于其在科学研究中产出较高水平的成果。在社会资本方面，科研人员若拥有或可调用的社会资源丰富，则其自身所在的工作单位一般具有较丰富的科研资源，有优秀的合作同事或科研团队，也有先进的科研设备和实验室，此外，还有单位之外的科研人员和机构可以开展合作，如此丰富的社会资本自然会对科研成果产生提升效应。

马太效应、积累效应、资本提升效应不仅有利于明确女性科技人才科研产出的影响因素，也有利于理解学术网络对科研产出的影响。此外，积累效应与马太效应、资本提升效应在实际分析中常有交叉或是可指代同一现象，为简化分析本文以积累效应来统一分析。

^①R.K.默顿.科学社会学:理论与经验研究[M].鲁旭东,林聚任译.北京:商务印书馆,2017:662.

^②哈里特·朱克曼.科学界的精英——美国的诺贝尔奖获得者[M].周叶谦,冯世则译.北京:商务印书馆,1979:243.

^③Zuckerman, H. Accumulation of advantage and disadvantage: The theory and its intellectual biography. Mongardini C, Tabbin S, eds. Robert K. Merton and Contemporary Sociology[M]. 1998: 139-161.

^④哈里特·朱克曼.科学界的精英——美国的诺贝尔奖获得者[M].周叶谦,冯世则译.北京:商务印书馆,1979:86.



3.1.2 中介效应

中介效应也叫中介作用，是指在分析自变量 X 对因变量 Y 的影响，如果自变量 X 除了对因变量 Y 有直接的影响之外，还通过影响变量 M 来影响 Y ，则可以说在自变量 X 和因变量 Y 之间存在由变量 M 引起的中介效应。在管理学、心理学和社会学等社会科学研究领域，构建中介效应模型，用于解析自变量对因变量的影响路径及作用机制，是大量实证文章常用的范式。

科研人员在开展科学研究、科技创新、科研合作的过程中，会不断地主动构建自己主导的学术网络或受邀参与其他外部学术网络，并积极嵌入到学术网络中的有利位置，如果该位置位于网络中其他任意两个节点对之间的捷径（最短路径）上，则其位置具有一定的中介桥梁的作用，也具有一定的“控制”其他节点的能力，即其可从中获取学术信息和学术资源，此时该位置在获取学术资源过程中可产生一定的中介效应。此外，基金项目在科研活动中，能给科研人员或团队带来物力、财力等大力支持，对创新活动有积极的促进作用。获得基金项目资助的团队或个人往往比未获取基金资助的可开展更多的科研合作并具有更高的科研产出能力。可见基金资助在科研活动中也常扮演中介作用的角色来提升科研产出。

本文在研究学术论文网络、学术社交网络和学术奖励网络过程中，根据理论和前人研究基础分别构建不同的中介效应模型，用于分析各类学术网络自变量对因变量影响过程中的中介效应。

3.1.3 调节效应

调节效应也叫调节作用。若自变量 X 与因变量 Y 的关系是变量 Z 的函数，则称 Z 为调节变量，即 X 与 Y 的关系受到第三个变量 Z 的影响。一般来说，实证研究中的“调节效应”具体表现为变量 Z 在自变量 X 与因变量 Y 两者之间关系中的调节作用。在具体的数据分析过程中，一般会以交互项的形式来表示调节变量，例如，在主效应 X 对 Y 影响下，开展变量交互项 $X*Z$ 对 Y 变量的影响分析，即考察 Z 在 X 和 Y 关系之间的调节效应。调节变量的类型可以是多样的，可以是定性的，也可以是定量的。

本文在研究学术网络对科研产出的影响变量中，各自变量对因变量的影响并非简单的单向或直接的影响关系，其中可能存在某些变量既是自变量又充当着调节变量的角色。例如，一般认为毕业于名校、具有博士学历等优质人力资本，则该科研人员的科研产出一般都会较高，但如果具有同等人力资本条件的另一科研人员，其构建了自身的学术网络，并在学术网络中占据较好位置，与更多同行合作，获得更多学术资源，则其科研产出一般会比前者更高，这时学术网络位置实际上在其中产生了调节效应，其助力该科研人员提升了科研产出。

同样地，本文在研究学术论文网络、学术社交网络和学术奖励网络过程中，根据理论和前人研究基础分别构建不同的调节效应模型，用于分析各类学术网络自变量对因变量影响过程中的调节效应。



3.1.4 组态效应

组态效应的原理源于组态视角分析的理论。组态视角，可以揭示一组潜在条件组合机制之间的复杂关系，而且该组潜在机制不是简单的单一条件因素与其结果的直接关系效应，而是可以反映一组条件因素间的关系与其结果之间的关系。因此，可以将组态视角视为一种理论或视角，该视角可更好解释管理实践中条件因素间相互依赖并发产生结果的组态现象，而且组态视角的研究是一种探索性研究，因为它不假定（通常也不可能预见）某些组态一定是更优的，除非有相关的理论可以提供准确的推论^①。

组态效应的研究，需要借助美国社会学家查尔斯·拉金首创的定性比较分析方法 QCA。QCA 综合了传统的定量研究和定性研究的各自优点，是一种混合方法，其在编码、运算分析过程中使用了量化的方法，分析过程透明，结果亦有可重复性。目前，组态视角与定性比较分析方法在管理学领域应用和研究方兴未艾，部分学者也认为其将成为图书情报学实证研究的新道路^②。定性比较分析方法 QCA 是一种基于布尔代数的集合论组态分析方法，其基于分析前因条件和结果之间的充分与必要子集关系，从全局探索和解释多重并发因果关系导致的复杂社会问题发生的机理和效应。

多重并发因果关系可通过以下例子加以解释。有前因条件 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 ，结果为 Y 。一般地，多个相关条件的组合可以产生结果 Y ，即： $X_1X_2 \rightarrow Y$ ；同样的，多个不同相关条件的组合也可以产生结果 Y ，即： $X_1X_2 + X_3X_4 \rightarrow Y$ （“+”表示布尔逻辑或）；特别的，在不同的场景中，当特定结果 Y 产生时，某一条件可能出现也可能不出现，即： $X_1X_2 \rightarrow Y$ ， $X_2X_3 \rightarrow Y$ ，此时， X_1X_2 组合使得结果 Y 出现，但缺少 X_1 的 X_2X_3 组合也可以使结果 Y 出现。

这里的“多重”是指产生因果关系的路径数量，“并发”是指每条路径是由多个不同相关条件的组合而成，且各条路径不重复。不同因果路径可以产生相同的结果，并不存在传统分析方法中均衡的唯一最佳路径的解，因而多重并发因果关系具有等效性（Equifinality），等效性也可以被理解为“殊途同归”。

同时，组态效应的多重并发因果关系也存在一定的非对称性（Asymmetry），这体现在期望结果（如高产出）的出现与不出现（非高产出或低产出）的原因是不同的，需要区别对待并分别分析。传统的统计分析技术一般是对称性假设，如我们常用的回归分析的结果是对称的，因为变量间存在线性相关是其前提假设。再如，使用传统回归分析得出科研投入与创新绩效产出呈正相关，则我们可以推断高科研投入可以带来高的创新绩效产出，而低科研投入则会导致低的创新绩效。但在定性比较分析的非对称假设下，由于分析案例间的差异性和前因条件的相

^①杜运周,贾良定.组态视角与定性比较分析(QCA):管理学研究的一条新道路[J].管理世界,2017,No.285(06):155-167.

^②池毛毛,杜运周,王伟军.组态视角与定性比较分析方法:图书情报学实证研究的新道路[J].情报学报,2021,40(04):424-434.



互影响的组态效应,即使会产生高科研投入条件导致高创新绩效产出这一结果,但无法由此推断科研投入条件的缺失会导致低创新绩效这一结果的出现。

当前学界研究自变量对因变量的影响关系,经典的方法是采用多重线性回归等数理统计来检验各单一变量与结果变量的单一、线性关系。现有的针对社会网络的研究亦多是基于统计分析方法(如多重线性分析、结构方程模型等)来探究单一自变量与因变量间的影响关系,并仅分析因果关系中线性可加的净效应,来检验影响因素对结果是正向还是反向影响,研究的结论较为单一。但在现实中,影响科研产出的学术网络因素间可能并非独立存在,而可能是相互影响或相互依赖或组合出现的,因此进一步深入的研究应考虑这一视角,比如通过组态视角系统化研究要素组态与结果间的复杂因果关系,基于此,本文拟基于组态视角,运用模糊集定性比较分析(fsQCA)方法探究学术网络因素对女性科技人才科研产出的影响组态效应。

3.2 学术网络影响科研产出的量化分析模型

3.2.1 统计分析与模型

本文根据不同学术网络的特点,需要用不同的统计方法、模型进行分析,主要包括:

(1) OLS 模型

Ordinary Least Squares(简称 OLS)回归模型,也叫普通最小二乘法回归模型,是统计分析常用的模型,该模型的基本原理是要找到一条各点到直线的距离的平方和(残差平方和)最小的最优拟合曲线,换言之就是要实际值和模型估值之差的平方和达到最小。

在使用 OLS 回归模型前,本文根据数据处理需要选择不同的标准化方法,如先前研究发现期刊论文的分布曲线一般是明显的右偏形态分布,为消除这一影响,一般在使用论文产出指标做统计推论前,对论文产出指标进行自然对数转化^①。其他的定量类型数据均为连续数据而且数字全部大于 0,因此可直接取对数(自然对数)处理,取对数可将原始数据的大小进行“压缩”变换,以减少异方差问题。此外,鉴于部分论文产出变量数据中存在 0 值的情况,为避免出现负数,不利于解释,本文对原始数据加 1 处理后再进行对数变换。本文主要利用 OLS 回归模型分析学术网络等指标对科研产出的影响,对模型参数进行估计并分析各自变量对因变量的影响关系等。

(2) Logistics 模型

当研究的因变量 Y 是定类数据,不适用于线性回归模型,此时需要使用 Logistics 回归模型。Logistics 回归模型,是一种广义线性回归,也是离散选择法模型之一,可分为二元 Logistic 回归、多分类 Logistic 回归,有序 Logistic 回归(也称 Ordinal 回归)三种,可根据因变量 Y 的

^①Leahey E. Not by Productivity Alone: How Visibility and Specialization Contribute to Academic Earnings[J]. American Sociological Review, 2007, 72(4):533-561.



定量类型来进行匹配选择。当因变量 Y 是二值的二分类数据时选用二元 Logistic 回归, 当因变量 Y 是三个及以上分类数据时选用多分类 Logistic 回归, 当因变量 Y 是定类且有序的, 即 Y 虽为类别数据, 但类别数据可以有大小顺序之分, 如“不高产、比较高产和十分高产”三种类别可以用数字进行表示, 数值越大代表越高产, 此时要用有序 Logistic 回归。在使用有序 Logistic 回归分析时, 要求数据满足平行线检验, 如果不满足, 一般建议使用多分类 Logistic 回归。Logistics 回归模型在本文中主要用于学术奖励网络对学术获奖等级的影响分析。

(3) Cox 半参数回归模型

Cox 半参数回归模型, 是一种用于研究相关影响因素对研究对象生存时间影响的回归模型, 在医学统计、金融统计和市场分析等领域有广泛应用, 如在医学研究用于分析新药物使用或新的手术方案是否能有效增加病患的预后存活时间; 在信息系统管理和用户分析中, 可以用来对用户平台流失、停留等情况和原因进行生存分析。Cox 比例风险模型以生存时间、生存状态为因变量, 根据相关影响因素为自变量来分析预测研究对象的生存概率。该模型假设在时间 t 时观察对象出现关心事件风险大小可分解为基准风险函数 $h_0(t)$ 和影响因素的风险, 即第 i 个影响因素导致风险从 $h_0(t)$ 增加至 $e^{\beta_i X_{ki}}$ 倍而形成的 $h_0(t)e^{\beta_i X_i}$, 如果存在 k 个风险影响因素, 则时间 t 的风险函数表示为:

$$h(t, X) = h_0(t)e^{\beta_1 X_1} e^{\beta_2 X_2} \dots e^{\beta_k X_k} = h_0(t)e^{\beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k} \quad (\text{公式 3-1})$$

其中 X 、 β 分别是风险因素及其回归系数。在生存分析中, 两个不同的样本的生存风险之比一般不随时间的变化而变化, 所以 Cox 半参数回归模型也常称为 Cox 比例风险模型 (Proportional Hazard Model)。本文将用该模型分析女性科技人才在学术社交网络中的生存时间和影响因素。

(4) 中介与调节效应检验

中介效应、调节效应的检验, 主要参考温忠麟^{①②}等学者的中介调节效应方法学研究成果和检验步骤。

在中介效应检验方面, 根据因变量 (Y), 自变量 (X), 中介变量 (M), 在数据标准化的基础上, 建立模型 1: $Y=cX+e_1$, 模型 2: $Y=cX+bM+e_2$, 模型 3: $M=aX+e_3$ 。通过逐步分层回归后, 进入中介效应检验程序, 进行中介效应验证, 如图 3-2 所示。

^①温忠麟, 侯杰泰, 张雷. 调节效应与中介效应的比较和应用[J]. 心理学报, 2005(02):268-274.

^②温忠麟, 张雷, 侯杰泰, 刘红云. 中介效应检验程序及其应用[J]. 心理学报, 2004(05):614-620.

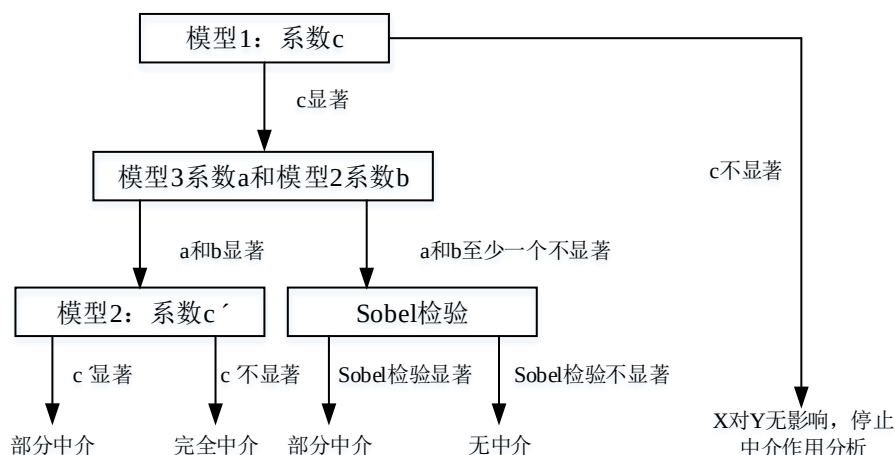


图 3-2 中介效应检验程序

图 3-2 中，当 a 和 b 至少一个不显著时，需要进一步进行 Sobel^①检验，该检验是由 Sobel 提出来的一种中介效应检验方法，其主要原理是使用一阶近似方法，通过计算检验统计量 z 值和 p -value 来综合判断， z 值的计算公式如下。其中， $\hat{a}$ 、 $\hat{b}$ 是通过回归得到 a 、 b 的估计量， s_a 、 s_b 分别是 $\hat{a}$ 、 $\hat{b}$ 的标准误。

$$z = \frac{\hat{a}\hat{b}}{\sqrt{\hat{a}^2 s_b^2 + \hat{b}^2 s_a^2}} \quad (\text{公式 3-2})$$

在调节效应检验方面，数学原理图如图 3-3 所示，根据因变量（Y），自变量（X），调节变量（Z），建立交互项（X*Z），分别建立模型 1: $Y=b_0+b_1*X+e$ ，模型 2: $Y=b_0+b_1*X+b_2*Z+e$ ，模型 3: $Y=b_0+b_1*X+b_2*Z+b_3*X*Z+e$ ，模型 3 在模型 2 的基础上加入交互项，在分层回归的结果中通过 ΔF 值变化、交互项（X*Z）的回归系数显著性，来综合验证变量的调节作用。

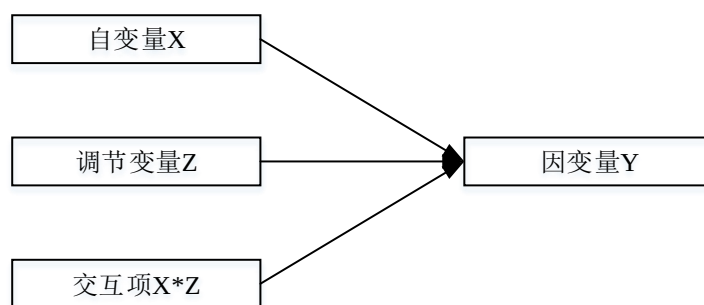


图 3-3 调节效应数学原理图

（5）倾向性得分匹配 PSM

倾向性得分匹配法（Propensity Score Matching, PSM）是以反事实因果推断模型或叫鲁宾因果模型（Rubin Causal Model, RCM）为理论框架的一种通过匹配相似的样本来缓解内生性所带来的影响的统计方法。换言之，倾向得分匹配 PSM 可将研究样本数据转化为“随机对照实验”。

^①Sobel, Michael E. Asymptotic Confidence Intervals for Indirect Effects in Structural Equation Models[J]. Sociological Methodology.1982 (13): 290–312.



数据”，该方法可以减少混杂因素的干扰，降低数据选择偏差的内生性问题。进行倾向性得分匹配法主要有四个步骤。

①倾向性得分估计

倾向性得分的估算一般使用 logistics 回归，也可以使用灵活的 logistics 模型，如协变量的高次项或互动项。

②匹配方法选择

在估计每个样本的倾向性得分后，需要通过相应的方法来为当前的实验组样本匹配到一个特征相同或接近的对照组样本。常用的倾向得分匹配方法有最近邻匹配、卡尺匹配（半径匹配）、核匹配等，其中最近邻匹配有 1 对 1 匹配、K 近邻匹配。在样本量不太大的情况下，可以进行 1 对 1、1 对 k 有放回或无放回的匹配。卡尺匹配是根据两个样本的倾向性得分差值的大小来进行匹配，该差值即卡钳值（caliper），最合适的卡钳值是取两组倾向指数标准差的 20-25%，一般值为 0.01、0.02 或 0.03，因此卡钳值越小，匹配越精确，但能够匹配成功的样本数就越少，卡钳值越大，匹配越模糊，能够匹配的样本数就越多，但样本组间均衡性可能会越差。

③共同支撑假设检验和平衡性假设检验

共同支撑假设检验要求实验组的倾向性得分阈值与对照组的倾向性得分阈值在共同的一个取值范围内，若该假设不能满足，则说明实验组和对照组的倾向性得分差异很大，需要重新选择匹配变量并估算；若满足共同支撑假设检验，可进一步进行平衡性假设检验。平衡性假设检验的是实验组和对照组在匹配后各匹配变量的均值差异情况，如果各匹配变量的均值差异很小，则表示匹配较好；若各匹配变量的均值差异仍很大，则说明匹配不好，需要从第一步重新选择匹配变量或匹配方法。

④计算平均处理效应

倾向得分匹配 PSM 的目标是推断实验组的平均干预效应 ATT（Average Treatment Effect on the Treated），也称为参加者平均处理效应，其估计量的一般表达式为：^①

$$\widehat{ATT} = \frac{1}{N_1} \sum_{i:D_i=1} (y_i - \hat{y}_{0i}) \quad (\text{公式 3-3})$$

其中， $N_1 = \sum_i D_i$ 为处理组样本数， $\sum_{i:D_i=1} (y_i - \hat{y}_{0i})$ 表示仅对实验组样本进行加总。 y_i 表示样本个体 i 的参与实验的结果， $\hat{y}_{0i}$ 表示样本个体 i 的未参与实验的平均结果。此外，还可以类似地计算未参与者的平均处理效应（ATU）以及平均处理效应（ATE）。

本文将在分析参与和不参与学术社交网络对论文产出是否存在影响中，利用 PSM 方法控制或减少非处理因素的干扰，突显“是否参与学术社交”这一处理因素效应情况。

3.2.2 组态效应分析模型

^①陈强.高级计量经济学及 Stata 应用(第二版)[M].高等教育出版社, 2014:544.



QCA 分析方法是基于布尔代数的集合论方法,也是一种“案例导向”的方法。QCA 一般分为清晰集定性比较分析法(csQCA)、多值集定性比较分析法(mvQCA)和模糊集定性比较分析法(fsQCA),其中模糊集定性比较分析法(fsQCA)的模糊集结合了集合隶属的类别(kind)和程度(degree),同时具有定性和定量的属性,有利于分析组织管理实践中的非明确界限实际案例,即能更好解释如组织、环境、行业、技术、战略、结构、文化等多重因素的联动效应所产生的复杂结果^①。QCA 技术不仅可以对“小样本”进行剖析,同时也可以在“大样本”的研究中使用,且目前在管理学、社会学、教育学的宏观学科领域,或在组织层面、社会网络和集体行为者等中观层面,甚至在小团队或个人层面等的微观层面都有使用。

与相关分析、回归分析、判别分析等方法把每个因素看成是结果的前因条件不同,QCA 技术可以揭示多个前因条件间的复杂关系对结果的影响。本文在应用 QCA 技术主要使用模糊集定性比较分析法(fsQCA),根据不同研究场景实例,结合理论和实践层面对研究结果的影响,选取不同类型的学术网络指标作为前因因素与结果构建组态效应影响模型,并进行学术网络指标对女性科技人才科研产出影响的多重并发因果关系与多元路径分析。

3.2.3SBM 产出效率分析模型

科研产出效率也是学界常关注的问题之一,已有部分研究对高校、科研院所的科研产出效率进行了分析。唐崇敏曾使用数据包络分析(Data envelopment analysis, DEA)方法对 33 个国家的论文产出数据进行了效率测度和比较,发现中国的整体论文产出效率偏低,部分国家论文产出效率虽比较高,但论文产出的质量相对较低^②。胡虹以某高校的院系为例,以教授、副教授等专业技术人员及经费作为投入指标,以 CSSCI 和 CSCD 核心版收录论文数量和普通期刊学术论文数量为产出指标,采用超效率数据包络分析模型(SE-DEA)对院系的学术论文产出进行测度,建立可用于科研绩效的横向比较评价模型^③。高春东也采用 BCC 模型、Malmquist 模型,分别从静态、动态两个维度测度了 24 个中国科学院所属研究所的科研产出效率^④。总体上,已有研究较多是基于不同研究视角的需要,设定不同的投入、产出指标来对组织、机构的科研产出效率进行测度和评估,但基于科研人员个体的论文产出效率,特别是基于学术网络投入视角的论文产出效率研究比较少。国外学者 Despotis 等提出了一种网络 DEA 的阶段效率、总体效率两阶段过程的效率评估方法,并将其用于评估希腊大学的 40 名教职员工的学术表现,取得了较好的效果^⑤。这为本文研究科研人员或科研团队的科研产出提供了一定参考,基于此,本文在

^①伯努瓦·里豪克斯,查尔斯 C.拉金. QCA 设计原理与应用:超越定性与定量研究的新方法 [M]. 杜运周,李永发等译.北京:机械工业出版社,2017:7-8.

^②唐崇敏,官建成.基于 DEA 方法的科学论文产出效率分析[J].科学学与科学技术管理,2007,No.309(06):28-34.

^③胡虹.基于超效率 DEA 模型的高校院系科研论文产出绩效改进研究[J].西南民族大学学报(人文社科版),2009,30(10):288-290.

^④高春东. 科研院所科研产出效率及影响因素研究[D].中国矿业大学(北京),2019.

^⑤Despotis D K, Koronakos G, Sotiros D. A multi-objective programming approach to network DEA with an application to the assessment of the academic research activity[J]. Procedia Computer Science, 2015, 55: 370-379.



前人研究的基础上,借鉴 DEA 及其衍生模型尝试从学术网络的投入视角来对科研人员的科研产出进行效率测度,以期总体上观测科研人员的学术网络产出效率水平,并以此为结果分析影响产出效率的学术网络因素。

DEA 是一种测量在相同环境下决策单元 (DUM) 相对效率值的非参数方法^①,其对数据权重无要求,适用于多输入多输出的效率评价,在经济效率评价、风险评估等投入产出效率的测度有广泛应用。传统的 CCR 或 BCC 等 DEA 模型是径向、角度模型,径向模型要求投入或产出需同比例变化,角度模型则要求在基于投入或基于产出中二选一,两者均有一定的局限性,如当遇到非零松弛情况时,径向模型会出现高估 DMU 效率值的情况。为解决这一效率测度的松弛变量问题,Tone (2001) 提出了一个非径向、非角度的 SBM (Slacks-Based Measure) 模型^②。然而,在标准效率模型下,如果出现多个决策单元均有效(效率为 1)的情况下,无法进一步比较它们的大小。为解决这一问题,Tone 在 2002 年将超效率模型和 SBM 模型结合提出了超效率 SBM 模型^③。此外,Pastor 和 Lovell 在 2005 年提出了一种测度不同决策单元在相同生产前沿下效率的全局参比测度方法,该方法可实现决策单元的跨期比较^④,有助于 SBM 模型进行跨期比较。

一般情况下,由于各决策单元的生产规模都有所不同,若以规模报酬不变 (CRS) 假设来测度生产效率,容易造成测量精度下降,因此,本文基于规模报酬可变 (VRS) 假设下,构建全局参比的超效率 SBM 模型测度学术网络产出效率。其基础公式为:

$$PPS = \left\{ (x^t, y^t, b^t) : \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K \lambda_k^t x_{ki}^t \leq x_{oi}^t; \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K \lambda_k^t y_{km}^t \geq y_{om}^t; \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K \lambda_k^t b_{kq}^t \leq b_{oq}^t; \lambda_k^t \geq 0 \right\} \quad (\text{公式 3-4})$$

$$E_{an} = \min_{\lambda, s_i^x, s_m^y, s_q^b} \frac{1 + \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I \frac{s_i^x}{x_{oi}^t}}{1 - \frac{1}{M+Q} \left(\sum_{m=1}^M \frac{s_m^y}{y_{om}^t} + \sum_{q=1}^Q \frac{s_q^b}{b_{oq}^t} \right)} \quad (\text{公式 3-5})$$

$$s.t. \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K \lambda_k^t x_{ki}^t - s_i^x \leq x_{oi}^t, \forall i \quad (\text{公式 3-6})$$

$$\sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K \lambda_k^t y_{km}^t + s_m^y \geq y_{om}^t, \forall m \quad (\text{公式 3-7})$$

^①Charnes A W, Cooper W W, Rhodes E L. Measuring The Efficiency of Decision Making Units[J]. European Journal of Operational Research, 1979, 2(6): 429-444.

^②Tone K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research, 2001, 130(3): 498-509.

^③Tone K. A slack-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research, 2002, 143(1): 32-41.

^④Pastor J T, Lovell C. A global Malmquist productivity index[J]. Economics Letters, 2005, 88(2): 266-271.



$$\sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K \lambda_k^t b_{kq}^t - s_q^b \leq b_{oq}^t, \forall q \quad (\text{公式 3-8})$$

$$s_i^x \geq 0, s_m^y \geq 0, s_q^b \geq 0, \sum \lambda_k^t \geq 0 \quad (\text{公式 3-9})$$

上述公式中,构造了全局参比下的包含投入、期望产出和非期望产出的生产可能性集 PPS ,假设生产系统有 $k(k=1, \dots, K)$ 个决策单元,生产时期为 $t(t=1, \dots, T)$,其中含有 I 种投入要素 $X_i(i=1, \dots, I)$, M 种期望产出 $y_m(m=1, \dots, M)$ 和 Q 种非期望产出 $b_q(q=1, \dots, Q)$ 。 E_{an} 为学术网络产出效率值, s_i^x 为第 i 种要素投入的松弛向量, s_m^y 为第 m 种期望产出的松弛向量, s_q^b 为第 q 种非期望产出的松弛向量; λ_k^t 为权重向量。

需要说明的是,本文将女性科技人才在学术网络构建投入和产出类比为独立的决策单元(DUM),同时重点是观测学术网络的静态产出效率,因此仅以学术网络的投入导向为视角,暂不考虑全要素的投入。本文使用 Matlab2021b 编程构建全局参比的超效率 SBM 模型,并将学术网络投入产出指标输入模型,得出学术网络的 SBM 产出效率值;再以 SBM 产出效率值作为因变量,学术网络指标作为自变量,来分析哪些学术网络投入指标是影响科研产出 SBM 产出效率的重要影响因素。

此外,在使用 DEA 进行效率测度中,若 A、B、C 都同在一个生产前沿面上,效率值都为 1,无法比较它们之间的大小,但其实它们效率处于不同的水平,此时就需要使用超效率值,超效率值可以大于 1,便于比较效率的大小。本文使用超效率 SBM 模型计算学术网络产出超效率值,超效率与效率的区别是超效率模型的效率值可以大于 1,而 SBM 产出效率值最大为 1,小于 1 的部分不变。

3.3 本章小结

本章主要介绍了学术网络对科研产出影响的效应与量化分析模型,学术网络影响科研产出存在的效应包括积累效应、马太效应、资本提升效应、中介效应、调节效应以及组态效应等,不同作用效应可对科研产出产生不同的影响。此外,根据研究需要,介绍了学术网络影响科研产出的量化分析模型,包括统计分析模型、组态分析模型和 SBM 产出效率分析模型,为下文的研究提供指标和模型选取。



4 学术论文网络对女性科技人才学术论文产出的影响

社会认知理论自提出以来,被学者广泛用于解释人的各种社会动机和行为,它认为个体、环境与行为的互动,会影响个体的认知,而认知会直接使个体产生动机并付诸行动。基于以上理论,本文认为,女性科技人才的科研产出是由女性科技人才的科研行为直接产生的,科研行为受女性科技人才的科研动机推动,而科研动机主要受到其人口特征、学术背景和环境的影响。

同时,对于女性科技人才的科研现状,已有部分学者从不同角度进行研究。如有的学者从个体特征中女性科技人才的婚育状况、家庭分工和在工作上投入的时间为分析视角探讨其科研成果现状;部分学者基于社会资本来探析科研人员的社会网络、合作强度与科研产出之间的关系,以讨论科研产出性别差异的影响^①;还有学者以年龄、职称等人口特征和学术兴趣、能力潜质等个体特征,分析女性科研人员的科研产出现状和影响因素。但较少有学者从学术网络的角度来直接探讨分析女性科技人才的科研产出现状。

基于上述的分析,本文认为学术论文中所体现的学术论文网络是由女性科技人才的科研行为直接构建和产生的,因而对学术论文产出有直接或较强的影响。而女性科技人才的人口特征、学术背景和所处环境对学术论文产出没有直接影响或影响较弱,即使它们对学术论文产出有正向影响,也是通过影响女性科技人才在学术研究中的合作行为(如寻求学术论文中的合作人员、合作机构)来间接影响学术论文产出。因此本文提出女性科技人才学术论文产出影响的框架,如图 4-1 所示。基于该总体框架,为下文构建女性科技人才的学术网络和分析提供基础。

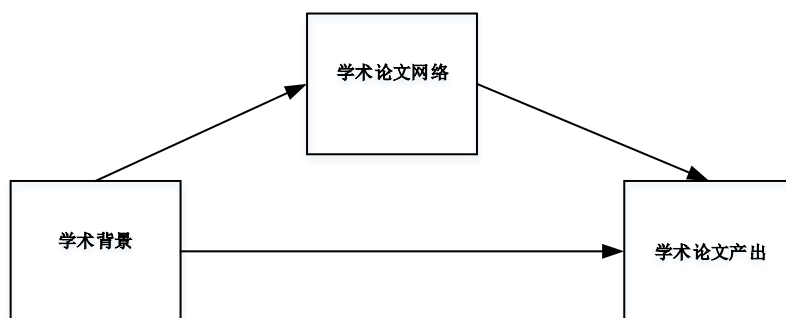


图 4-1 女性科技人才学术论产出影响分析框架

4.1 研究假设

4.1.1 学术论文网络对论文产出的影响

4.1.1.1 合著网络指标与论文产出

点度中心性是作者在合作网络中与其有合作关系数量的总和,在一个社会网络图中,节点

^①朱依娜,何光喜.学术产出的性别差异:一个社会网络分析的视角[J].社会,2016,36(04):76-102.



的点度中心性越大,图中代表它的圆点就越大,它与另外的点合作次数越多,两者之间的连线就越粗。而中介中心性则刻画了另一种形式的个体中心度,即若一个节点处在其他众多节点对之间的捷径(最短路线)上,则该节点发挥较强的桥梁作用,并具有较高中介中心性。在现实科研合作中,点度中心性大的作者,则其与其他作者有较大的合作规模和合作频次,同时具有较大中介中心性的作者,其具有可控制其他两个作者的能力,可掌握一定的科研合作资源,从而对科研产出起到促进作用。已有研究已经证实点度中心性和中介中心对科研产出的促进作用,如栾春娟(2008)对2006年世界数字信息传输技术领域的专利和发明者合作网络结构进行分析发现,高产发明者在其合作网络中的点度中心性越高,其科研产出也越高,呈现显著的正相关关系^①。郝治翰等(2020)在对Science发表的14913篇学术论文的作者节点合作网络和论文节点合作网络进行分析后,发现两种合作网络中,点度中心性和中介中心性均对学术影响力产生显著的正向影响^②。

特征向量中心性表征的是节点的重要性往往来自于其邻居节点的重要性,若邻居节点的度较大,并处于较重要的位置,则节点自身也会变得相对重要。在学术论文合著网络,如果一位作者与很多高产作者进行合作,那么他在合作网络中也会由此受到高产作者光环的影响。结构洞表征的是由至少三个节点之间的关系组成的一种网络特殊关系。处于结构洞位置的节点易于掌控网络中的信息资源并控制资源的流向,从而使得其自身具有较强的竞争优势。由于结构洞可为个人提供非冗余的信息和资源,因而在科研合作中往往能给其带来学术影响力的提高和科研产出的提升。虽然结构洞位置具有较强的竞争优势,但是由于处于结构洞位置,需要投入大量资源维持与其他节点的关系,因而结构洞位置可能也会带来反向的阻碍作用。如有研究表明,处于结构洞位置的企业因需要投入大量的资源维持与上下游企业的关系,而对企业自身的创新投入和创新产出产生了一定的抑制作用^③。

此外,已有部分研究表明,特征向量中心性、结构洞是论文产出重要的影响因素,如涂静(2019)基于WOS数据库2007-2016年中国国际合作论文数据,以度中心性、特征向量中心性、结构洞约束、连接强度来度量合作论文的网络指标,发现特征向量中心性、连接强度对高被引论文产出具有显著的促进作用,而结构洞约束、度中心性则对高被引论文产出具有显著的阻碍作用^④。综上,本文根据学术论文合著网络各指标的特点,提出以下研究假设:

假设 H1-1: 学术论文网络点度中心性与女性科技人才学术论文产出正相关。

假设 H1-2: 学术论文网络中介中心性与女性科技人才学术论文产出正相关。

^①栾春娟,刘则渊,侯海燕.发明者合作网络中心性对科研绩效的影响[J].科学学研究,2008(05):938-941.

^②郝治翰,陈阳,王蒲生.科研合作网络中心性与学术影响力——以 Science(2000-2018)为样本[J].图书馆论坛,2020,40(04):79-88.

^③綦勇,李思晗,石俊国.纵向关系网络中结构洞对企业创新投入与产出的影响[J].科学学与科学技术管理,2017,38(07):53-61.

^④涂静,李永周,张文萍.国际合作网络结构与高被引论文产出的关系研究[J].图书馆杂志,2019,38(07):69-75.



假设 H1-3: 学术论文网络特征向量中心性与女性科技人才学术论文产出正相关。

假设 H1-4: 学术论文网络结构洞约束与女性科技人才学术论文产出负相关。

4.1.1.2 基金资助与论文产出

基金资助是科研活动的经费保障,国内外大多研究成果证实了基金资助对科研产出的正向作用。如 Leydesdorff L 等(2009)在研究科研经费与科研产出关系的宏观指标中发现,虽然各国在将资金投入转化为可通过文献计量的论文等产出的效率方面存在很大差异,但总体上资金对科研产出有良好的促进作用^①。Jaffe 等(2015)分析了新西兰马斯登基金对科研产出的影响,发现基金资助与研究团队的出版物增加 6-15% 和引用加权论文增加 22-26% 显著相关^②。乔锦忠等(2022)发现不同学科的资金资助对科研产出的影响有明显差异,同时基金资助在资助后不同阶段的影响不同,资助期内 1-5 年的学术影响力更大,资助后 1-10 年对科研产出数量提升更明显,资助后 6-10 年对科研产出质量提升更明显^③。因此,本文提出研究假设:

假设 H1-5: 基金资助与女性科技人才学术论文产出正相关。

4.1.1.3 合作机构与论文产出

科研合作在科学界广泛存在,开展科研合作可以基于作者合作,还可以进行机构合作,不管是作者合作,还是机构合作都能为科研合作活动带来科研资源,有利于提升科研产出,已有学者做了相关实证研究,如朱世琴等(2018)基于期望、频率比和相关性的方法对科研合作与论文质量的关系进行了分析,发现论文合作国家、合作机构可正向影响合作论文的质量,而且合作机构的科研实力越强,合作论文的质量也相对较高^④。在科技活动中,科技管理部门也常鼓励科研人员开展多方合作,包括多机构、跨部门等合作,进行资源互补,将资源利用率最大化,以促进科研产出。由此,本文拟提出以下假设:

假设 H1-6: 合作机构与女性科技人才学术论文产出正相关。

4.1.1.4 合作程度与论文产出

邱均平等(2011)对图书情报档案学高产作者的合作程度与科研产出进行了 Spearman 相关性分析,发现高产作者的合作程度与其论文的篇均被引频次、总下载频次、篇均下载频次、h 指数等学术影响力之间存在显著的相关关系^⑤。孙熊兰等(2019)研究了图书情报学科高水平作者的合作模式,发现该类群体的作者合作程度也较高,且他们的科研合作关系也呈现不同特点,

^①Leydesdorff L, Wagner C. Macro-level indicators of the relations between research funding and research output[J]. Journal of informetrics, 2009, 3(4): 353-362.

^②Jaffe A B, Gush J, Larsen V, et al. The effect of public funding on research output: the New Zealand Marsden Fund[J]. New Zealand Economic Papers, 2015,52(2):227-248.

^③乔锦忠,孙娜,沈敬轩等.科学基金对学术产出的长期影响研究[J].中国科技论坛,2022,No.320(12):88-98.

^④朱世琴,沈汉,霍丽萍等.科研合作对产出论文质量的影响——以华东理工大学为例[J].现代情报,2018,38(03):164-170.

^⑤邱均平,温芳芳.作者合作程度与科研产出的相关性分析——基于“图书情报档案学”高产作者的计量分析[J].科技进步与对策,2011,28(05):1-5.



高 h 指数作者的合作关系最为强壮,而高 p 指数作者的合作关系最为脆弱^①。总体来看,一般认为论文合作程度越高,论文作者总体人数就越高,其合作的论文数也会越多。本文所采用的论文合作度指标,是论文作者总体人数除以论文数的一个比值。从计算形式上来看,论文合作度与论文数成反比关系,即在论文作者数一定的情况下,论文数越大,合作度反而越低;再如,一篇论文中,若以分数分配法来计算每位作者的产出,作者数越多,每位作者分配的产出越小。可见论文合作度与论文产出呈现一种负相关关系。因此,本文提出以下假设:

假设 H1-7: 论文合作度与女性科技人才的学术论文产出负相关。

4.1.2 基金资助对论文产出的中介作用

目前有关基金资助对科研产出影响的大部分研究表明,基金资助对科研产出有正向影响,部分学者还对基金资助对科研产出的中介效应进行了深入研究。马荣康(2020)对国内 106 所 211 高校和省部共建高校的技术转移、科研资助、科研产出三者关系进行了分析,发现政府资助、企业资助在高校技术转移与专利产出之间具有明显的中介效应,且企业资助在其中起到了明显的负向调节作用^②。严素梅等(2023)基于上海市 8 所研究型大学的 SCIE 论文研究验证了国家级基金资助在学者国际或国内合作与论文产出之间起到了部分中介作用^③。可见基金资助在科研合作与科研产出之间具有一定的中介作用。在本文中,论文合作程度的指标之一就是论文作者总体人数,作者数量越多,合著作者所能带来的资源就会越多,不仅是智力、知识资源,还包括机构资源和基金资助资源,当合著团队获得基金资助后,基金有助于团队开展更前沿的科学研究,从而又促进了科研论文的产出,因此基金资助在其中起到了一定的桥梁作用。据此,本文提出假设:

假设 H1-8: 基金资助在论文合作程度与学术论文产出之间具有中介作用。

4.1.3 合作机构对论文产出的中介作用

Yan 等(2018)学者对 STEM 学科(科学、技术、工程、数学和医学)的论文研究发现,多作者和多机构论文的被引数量往往比单一作者和单一机构论文被引数量更高,提升速度也更快^④。蔡小静(2021)基于中国国家自然科学基金(NSFC)和美国国家科学基金(NSF)的研究者和论文产出数据,发现科研合作可在基金资助和论文产出之间起到中介作用,因为基金资助有利于丰富学术资源,扩大科研合作范围、合作规模,同时提高国际合作程度,继而提高学

^①孙熊兰,魏玉梅,王思茗等.多视角下高水平作者的合作模式研究[J].情报资料工作,2019,40(04):34-43.

^②马荣康,金鹤.高校技术转移对科研产出的影响效应研究——科研资助的中介作用与调节作用[J].科研管理,2020,41(05):279-288.

^③严素梅,吴易安,陈万思.基于有中介的调节模型的科研合作影响研究[J].科学学研究,2023,41(01):91-102.

^④Yan E, Wu C, Song M. The funding factor: A cross-disciplinary examination of the association between research funding and citation impact[J]. Scientometrics, 2018, 115: 369-384.



术论文的产出^①。可见,科研合作中的人员合作带来的机构合作,在论文产出中可产生一定的中介作用。

合作机构能给学术论文合作提供各方面的资源,包括合著人员、机构实验设备、科研经费等人、财、物等资源。一篇多人合著的学术论文,其署名机构,可能是单一机构也可能是多机构,单一机构表明多个作者都来自同一单位,各位作者的机构资源基本相同,可用的学术资源较为单一,学术资源竞争力相对较弱;多机构的合著则表明多个作者来自不同的机构,各位作者的机构资源不同,可为合作团队带来多种不同的学术资源。一般来说,多机构合作的科研项目要比单一机构的科研项目要拥有更多学术资源,因而其具有较强的学术资源优势 and 竞争力。此外,论文的合作度越高,表明其合著作者越多,而合著作者往往来自不同的合作机构,多合作机构可带来更多合作人员和合作资源,因此,学术论文的合作机构可在论文合作度与论文产出之间起到促进论文产出的中介作用,据此,本文提出假设:

假设 H1-9: 合作机构在论文合作程度与学术论文产出之间具有中介作用。

4.1.4 学术论文网络的调节作用

由现有文献的研究可发现,如果将科研合作、科研产出看作是一个复杂系统,其中的各个子系统可能存在相互影响关系,即科研合作网络与基金支持、机构网络等多个网络可能存在一定的互动关系和影响,比如中介作用、调节作用等。在学术论文合作网络指标中,点度中心性、中介中心性、特征向量中心性、结构洞等指标由于其指征合作网络不同的特点,每个特点对合作网络和合作产出结果都有不同的影响效应。如袁康(2016)分析了 139 名理科博士生及其导师的合作网络,发现在导师合作网络中,博士生的点度中心性对其科研产出有促进作用;而且导师合作网络点度中心势在博士生的点度中心势与科研产出之间具有调节作用;此外,导师合作网络的中介中心性也对博士生的点度中心势与科研产出之间具有调节效应^②。宋志红(2015)对 1990-2013 年竞争情报研究领域的高产作者合著网络的分析表明,高产作者的合著网络规模对论文数量、论文的净被引次数均具有显著正相关关系,中介中心性越高的作者,其论文的净被引次数越高,点度中心性越高的作者,其论文的净被引次数也越高,但中介中心性的影响作用比点度中心性影响作用更大^③。这可能与中介中心性和点度中心性对论文合作程度以及其他影响因素的不同调节作用有关。王卫(2017)对学者的学术合作和科研产出指标进行相关性分析,发现合作指标与产出指标间存在较多相关性,同时其还发现在不同合作或产出水平下,学者科研产出或学术合作结果存在差异^④。这可能亦是不同合作指标在学术合作中的不同调节作用所致。

^①蔡小静.科学基金的资助效益研究[D].浙江大学,2021.

^②袁康,汤超颖,李美智,詹佳硕.导师合著网络对博士生科研产出的影响[J].管理评论,2016,28(09):228-237.

^③宋志红,武天兰,史玉英.明星作者网络位置与科研产出的关系研究——以“竞争情报”领域为例[J].情报理论与实践,2015,38(05):55-59.

^④王卫,史锐涵,潘京华.基于期刊论文的作者学术合作与科研产出关系研究——以图书情报领域为例[J].情报杂志,2017,36(03):191-195.



此外,严素梅等(2022)在分析 SCIE 论文合作范围与科研产出之间的关系中,发现位置嵌入、结构嵌入可以在其中起到调节作用,而且部分调节作用还可以通过基金资助的中介实现^①。可见合作网络在论文合作与论文产出之间存在一定的调节作用,且调节作用并非单一存在。

上文已论述过,论文合作程度对科研产出有负向影响,且论文合作程度是基于论文合作作者总数计算的,因此论文合作人员网络与论文合作程度具有一定相互影响的关系,论文合作人员网络的各项指标特征,在一定程度上可以在女性科技人才论文合作程度与论文产出之间产生影响。此外,基于基金资助、合作机构在论文合作程度与学术论文产出之间具有中介作用的假设,论文合作人员网络同样可以在论文合作程度与基金资助、合作机构之间产生一定的影响关系。综上,本文参考现有文献及上述理论分析拟提出以下假设:

假设 H1-10: 合作人员网络(点度中心性、中介中心性、特征向量中心性、结构洞)在一定程度上可以调节女性科技人才论文合作程度对论文产出的影响。

假设 H1-11: 合作人员网络(点度中心性、中介中心性、特征向量中心性、结构洞)对女性科技人才论文合作程度与论文产出之间的调节作用部分通过基金资助的中介作用路径实现。

假设 H1-12: 合作人员网络(点度中心性、中介中心性、特征向量中心性、结构洞)对女性科技人才论文合作程度与论文产出之间的调节作用部分通过合作机构的中介作用路径实现。

综上,为验证点度中心性、特征向量中心性等指标是否在“论文合作度——基金资助/合作机构——学术论文产出”的中介研究模型起到调节作用,本文尝试在该中介模型,嵌入点度中心性、中介中心性、特征向量中心性等指标的调节作用,以此构成一个具有中介作用的调节影响模型(如图 4-2),并基于现有数据进行验证。

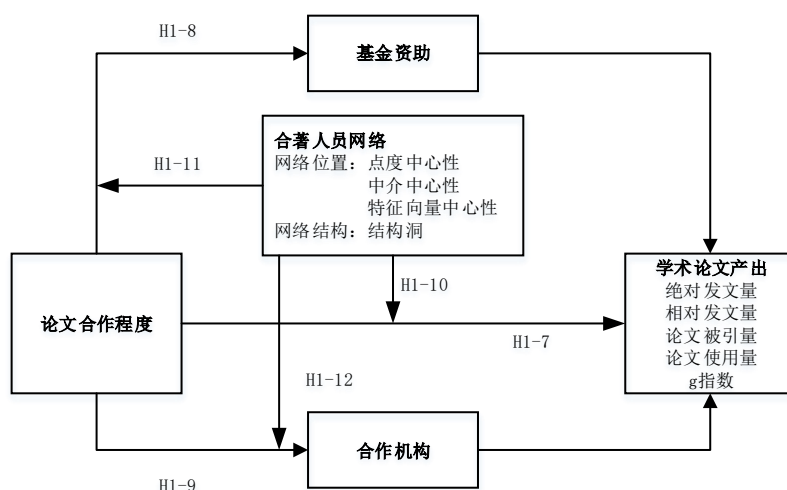


图 4-2 学术论文网络具有中介作用的调节影响模型

^①严素梅,吴易安,陈万思.基于有中介的调节模型的科研合作影响研究[J].科学学研究,2023,41(01):91-102.



4.2 数据采集及预处理

4.2.1 履历信息

4.2.1.1 学科选择

在研究科研人员的科研绩效及创造力中，不同学者根据研究实际情况选择不同的学科作为研究领域，如刘俊婉^①选择分子生物学与遗传学、数学、计算机科学领域、物理学、化学作为研究杰出科学家的创造力特征的典型学科。本文根据科研机构、高校机构数据的可获得性，以及后文学术社交网络研究的需要，选取了地理学、生态学、物理学、计算机科学作为一级学科，作为下一步机构数据、人员数据采集的范畴。主要原因是，一方面已有研究常选择单学科作为研究，学科较为单一，本文选择多学科作为数据更具代表性，且该四个学科是 STEM 学科内的主要学科；另一方面是在选择学科之前笔者对后文需要分析的学术社交网络数据进行了初期采集和分析，发现女性博主人数在其他学科占比较少，数据稀疏，但在地理学、生态学、物理学、计算机 4 个学科的人数较多，数据较为集中，可便于后期进行关联数据分析（如倾向得分匹配分析等）。

但以一级学科来作为机构数据、人员数据采集来源，范围仍然很大，无法聚焦，或不便于筛选确定特定的、具有较为相近特征的女性科技人才群体，因此本文进一步确定地理学、生态学、物理学、计算机科学的二级学科，进一步缩小采集范围。各学科采集的二级学科如下表 4-1。

表 4-1 学科选择来源表

一级学科	二级学科 1	二级学科 2
地理学	地理信息系统	自然地理学
生态学	群落生态学	景观与区域生态学
物理学	凝聚态物性	光学
计算机科学	计算机软件	计算机应用技术

4.2.1.2 机构选择

在选择女性科技人才来源机构方面，主要来源于设置有地理学、生态学、物理学、计算机科学学科并有较为详细的人才履历信息的两类机构，一是科研机构，即中科院的直属科研院所，二是高等院校。由于企业科技人才在个人履历信息等方面公开较少或信息不全，暂不纳入数据来源机构范围。

（1）科研院所选择

中国科学院（简称中科院）是我国自然科学最高学术机构、科学技术最高咨询机构、自然科学与高技术综合研究发展中心。在学科设置方面，中科院具有完整的自然科学学科体系，物

^①刘俊婉.杰出科学家的创造力特征——基于科学计量学的研究[M].北京:科学出版社,2018:24.



理、化学、材料科学、数学、环境与生态学、地球科学等学科水平跻身世界前列。在科研院所设置方面，中科院机构、院所设置体系完善，具有代表性，因此本文选择中国科学院作为科研机构选择来源。笔者在中国科学院网站的 114 所直属科研院所列表中，选取了设置有地理学、生态学、物理学、计算机科学的主要科研院所，如表 4-2 所示。

表 4-2 中国科学院各学科选取的研究所

学科	中科院研究所
物理学	物理研究所
	上海技术物理研究所
	上海应用物理研究所
地理学	地理科学与资源研究所
	南京地理与湖泊研究所
生态学	西北生态环境资源研究院
	新疆生态与地理研究所
	生态环境研究中心
	沈阳应用生态研究所
计算机科学	计算技术研究所
	软件研究所

(2) 高校选择

高等院校选择方面，本文根据教育部学位与研究生教育发展中心 2017 年公布的全国第四轮学科评估结果（第五轮学科评估结果尚未公告）中的地理学、生态学、物理学、计算机科学 4 个学科来选择参评高校。第四轮学科评估中全国高校具有博士学位授予权的学科有 94% 申请参评，因此此次参评高校和评估结果都具有一定的代表性。

地理学、生态学、物理学、计算机科学 4 个学科的参评高校中主要有教育部直属高校、省属重点高校，因此本文主要分教育部直属高校、省属重点高校两类高校进行分别筛选，同时为兼顾各类高校在主管部门、所在省、区域、院校类别等特点，设定了以下四个筛选条件。

a. 根据教育部学位与研究生教育发展中心对各学科的评估等级（A+、A、A-、B+、B、B-、C、C+、C-），教育部直属高校、省属重点高校每类高校每个评估等级选择 1 所高校。

b. 华北、东北、华东、华中、华南、西南、西北 7 个地域尽量覆盖，每个地域至少选择 1 所高校。尽量避免同地域高校过于集中。

b. 学校类型尽量包含有综合类、理工类、师范类、农林类、财经类、语言类（因教师个人信息获取所限，暂不包括军事类院校）

d. 4 个学科的高校尽量不重复。虽然尽量避免，但由于地域、评估等级、院校类型、院校是否省属或教育部直属的非重复选择，仍无法避免个别高校出现 2 次或同地域的高校有 2 所，但



影响不大。

最后获得教育部直属高校 35 所，省属高校 23 所，各名单详见文后附录 1。

4.2.1.3 女性科技人才选择

高校、科研院所女性科技人才的筛选流程主要在前期选定的一级二级学科、高校科研机构基础上开展，分别进入高校的院系、科研院所所在网站，根据教师、科研人员队伍的列表进行筛选，筛选主要遵循以下标准和条件：

(1) 为确保研究对象有足够长的时间作为测量探究其科研产出的时间窗口，本文选取具有博士学位以上的女性群体作为研究对象，并主要选取博士毕业 5-10 年并具有副教授及以上，且目前在职的女性科技人才，部分院系无副教授职称和博士学位的女教师，则选择有博士学位的中级职称女教师。

(2) 选取的女性科技人才博士毕业于该 4 个学科，研究方向基本符合 4 个学科的二级学科方向。

(3) 由于抽取高校样本数量较多，基于时间和工作量的控制需要，每个样本高校选取 5-10 人，每个学科科研院所 30-40 人。高校样本总体数量和科研院所总体数量基本保持在 3:1 的比例水平。每个学校选择 5-10 人的另一个原因是，在收集女性科技人才履历信息的过程中，发现理工科专业高学历女性科技人才较少，特别是博士 10 年以上的女教师更少。满足博士毕业 5-10 年的女性科技人才，在每个学校并不多。在实际筛选过程中，部分学校由于该二级学科女性博士教师较少，无法选取 5 人以上。

调查抽样过程遵循院校类型、院校区域、评估层级和层次分层抽样，数据采集整理时间为 2022 年 1-2 月，经过对 69 个高校科研院所女性科技人才的信息初步收集，发现简历较为全面的共有 495 名，作为初步的履历信息数据库，用于后期数据分析。

4.2.1.4 履历信息采集

由于当前我国尚未有统一的科技人才履历信息数据库，无法从统一数据库中查询下载，只能通过人工查询收集，人工查询收集虽可以查全和查准，但是由于各高校科研机构公布的履历信息全面性、实时性不一，要收集全面准确的履历信息，工作量比较大。各女性科技人才的履历信息主要通过以下途径收集：一是该女性科技人才的就职高校、科研机构的官方网站中的队伍介绍、教师介绍、科研人员简介等网页信息；二是该女性科技人才个人开设的个人主页介绍，如科研之友、学者网、ResearchGate、ORCID 等，以及实验室团队网站主页介绍；三是通过百度、CNKI、Google Scholar 等网络收集补全年龄、论文、职称、教育等信息。

履历信息主要包含姓名、性别、生理年龄、职业年龄（博士毕业后第一年为起点）等人口特征信息，本硕博就读高校、专业、时间，出国留学、访学等学术背景信息，主持参加科研项目、论文数量等科研经历信息。将履历进行收集汇总，以 Excel 表格存储，编码，形成较为完备的履历信息库，用于后期数据分析。



4.2.2 学术论文信息

科技人才的学术论文一般主要分为中文论文和英文论文，要全面研究女性科技人才学术网络对学术论文产出的影响，应对中文论文和英文论文产出都要进行分析，而前人研究中大多数是将中英文论文进行数量合并分析以减少工作量，但本文认为中英文在撰写过程中，其形成的学术网络会各有特点，将中英文论文分开进行分析，可能会得到更细致和深入的结果。

本文主要研究物理、地理、生态、计算机四个自然科学专业的女性科技人才，其中英文论文产出主要发表在自科科学期刊。因此，本文在论文数据来源上，主要选择物理、地理、生态、计算机的期刊，同时为了体现学术论文的水平，本文分别选取中国科学引文数据库（Chinese Science Citation Database，简称 CSCD）数据库、Web of Science（简称 WOS）作为中英文论文来源数据库。

4.2.2.1 论文数据采集时间范围

一般认为，一位科研人员经过博士阶段的学术锻炼毕业后，可具有独立的科研能力，其脱离了师生团队，进行独立科研，是一个独立构建学术网络的过程，这一过程具有可观察性，比较容易观察女性科技人才在独立构建学术网络后的科研产出情况。同时，博士毕业后，论文署名工作单位相对稳定，也较便于论文数据的收集和统计。因此，本文在确定女性科技人才论文数据采集时间范围上以女性科技人才博士毕业后第一年为起点（即职业年龄第一年）到 2022 年 3 月下载论文的时间为止。

4.2.2.2 中文论文采集

中国科学引文数据库是我国第一个科学引文数据库，根据中国科学院文献情报中心的 2021-2022 年度中国科学引文数据库（CSCD）来源期刊列表，CSCD 共收录了中国出版的来源期刊 1314 种，其中英文期刊 297 种，中文期刊 1017 种。中国科学引文数据库的来源期刊，是以中国科学引文数据库的定量指标，结合国内专家定性评估来严格筛选的，来源期刊和刊文具有均较高的质量，是科技评价的重要参考指标。此外，中国科学院文献情报中心 2007 年与美国 Thomson-Reuters Scientific 合作，将中国科学引文数据库嵌入到了 Web of Knowledge 平台，实现与 Web of Science 的跨库检索，成为该平台第一个非英文语种的数据库，可实现 Times Cited in Chinese Science Citation Database 与 Total Times Cited 的跨库引文频次统计，增强了中国科技文献在国内外的学术影响力。因此，本文将 Clarivate Web of Science 平台上的 CSCD 数据作为女性科技人才的中文期刊检索来源，收集中文论文产出相关数据。

为了确保查全率和查准率，在 CSCD 数据库使用“姓名+工作单位名称”，进行组合查询。部分女性科技人才有过工作单位流动的，则将姓名与多个工作单位名称进行组合查询，确保 CSCD 中文论文的查全率。495 名女性科技人才共查询收集到 8735 篇 CSCD 中文论文。

4.2.2.3 英文论文采集



英文论文主要来源 Web of Science 的数据库, Web of Science 的数据库作为国外大型科技文献数据, 其包含多个子库。基于物理、地理、生态、计算机学科发文特点, 比如计算机学科较注重会议论文发文, 因此本文选取了 Web of Science 的核心合集 SCI-EXPANDED、SSCI、CPCI-S、CPCI-SSH、ESCI、CCR-EXPANDED、IC 这 7 个较为全面包含了期刊论文和会议论文的数据库, 其中 SCI-EXPANDED 科学引文索引扩展版, 是覆盖多学科的综合学术数据库, 收录了自然科学等各个研究领域具有影响力的核心学术期刊, CPCI-S (Conference Proceedings Citation Index - Science) 科技会议录索引 (原名叫 ISTP 检索), 可检索科学与技术领域各类国际著名会议、研讨会中发表的会议论文的文献信息。在下载英文论文题录时, 选择论文类型为论文、会议论文。基于以上数据库的检索, 可较为全面的收集各位女性科技人才的英文论文产出。

英文论文采取“姓名+机构”或“姓名+机构地址”(能更精确查找到高校的二级院系, 实现精确匹配作者的姓名)的检索策略从 Web of Science 的核心合集中获取女性科技人才的英文论文。姓名检索式参考《国家标准 GB 28039-2011-T 中国人名汉语拼音字母拼写规则》并在遵循 WOS 平台姓名检索的习惯规则下, 使用“姓氏全拼+名字全拼”、“姓氏全拼+名字首拼音”等全拼、简写、缩写不同形式进行组合(如 huang yongmei OR huang ym OR huang y m OR yongmei huang OR ym huang 等), 确保查全率。部分作者在论文中显示 Web of Science ResearcherID 或 ORCID 号的, 可基于该号进一步查询核对, 确保论文的查准率。机构名称采用机构英文全称或 Web of Science 中的常用缩写, 机构地址先查阅女性科技人才简历所列的论文, 收集 Web of Science 中常用的英文地址全称或简写, 再进行具体的检索。

在检索结果中, 对照女性科技人才个人简历中介绍的发表文章的总体数量, 并根据其研究的学科领域结合检索结果中的 Web of Science 类别对论文进行筛选, 最大限度降低检索式不全导致的漏检和错检。495 名女性科技人才共检索收集到 15736 篇英文论文。

4.2.2.4 论文数据清洗

本文的中英文论文数据都采集于 WOS 平台, 数据来源虽有同一性, 便于检索、下载和统计数量, 但是数据并不能直接用于本文所需各项指标的计算, 大部分需要经清洗和校对才能直接使用。比如 CSCD 中文论文数据下载后, 发现部分作者姓名中的中文姓名和英文姓名列数据位置错位, 需要进行手工对齐, 地址字段 Z6 也有分号逗号使用不统一的情况。

在数据清洗过程中主要使用两个方式进行, 一是使用现有软件 ITGinsight 软件进行清洗。ITGinsight 是国内学者开发的一款科技文本挖掘与可视化分析工具, 其可对国内外主流专利数据、中英文论文数据库等科技文本、互联网文本、标准文本等进行清洗、分析, 并导出分析结果和生成报告, 具有强大的兼容能力和多类型、大规模数据的处理能力, 包含国外主流的 Citespace 等可视化数据分析软件功能, 也有自身的独特数据分析功能^①。本文主要利用

^①刘玉琴,汪雪锋,雷孝平.科研关系构建与可视化系统设计与实现[J].图书情报工作,2015,59(8):103-110,125.



ITGinsight 对 WOS 平台的英文论文地址、机构进行清洗,便于统计论文机构。二是使用自编 Python 小程序进行部分文本的清洗,如 ITGinsight 软件无法自动清洗 WOS 论文基金项目信息,需要使用自编 Python 小程序抽取资金编号,进行去重计算。此外,自编 Python 小程序还可用于女性科技人才合作论文合著共现矩阵的生成和各项指标的计算等。

在数据清洗过程中,发现部分女性科技人才的 CSCD 论文和 SCI 论文数量非常少,部分出现 0 值的情况,为避免异常值对总体分析结果的影响,对此类人员作异常数据删除处理,共删除 10 条数据,最后剩余 485 名女性科技人才的履历信息和论文数据较为完整,以此作为后期分析的样本数据。

4.3 学术论文网络构建及指标选取

4.3.1 学术背景指标

基于履历信息,本文从知识背景和机构背景来选取女性科技人才学术背景指标。知识背景包括有无博士后经历、有无国外学习经历、目前职称,机构背景包括近亲繁殖、博士高校层次、工作单位层次、学科评估等级 4 个指标。

4.3.1.1 近亲繁殖

本文所述的近亲繁殖是指学术近亲繁殖。学术近亲繁殖目前尚无统一的概念界定,目前学界主要有两大类界定,一类是基于学缘策略的界定,其将拥有本校学缘关系的本校教师界定为近亲繁殖者;另一类是基于流动策略的界定,该界定主要基于教师教师“不流动”或“流动程度低”以及是否有外部工作经历等程度来界定近亲繁殖程度和类型^①。目前较多研究主要是基于博士学缘来界定学术近亲繁殖,为了更深入地探究学术近亲繁殖与学术论文产出的关系,本文将本科学缘、硕士学缘和博士学缘一并纳入统计,以本硕博高校与工作单位相同的程度来表征学术近亲繁殖的程度,即本科或硕士或博士就读高校与就职高校相同赋值 1,并进行累加。所得变量 0、1、2、3 表示近亲繁殖的程度由低到高。其中 3 代表近亲繁殖的程度最高。近亲繁殖的程度在统计分析中作为连续变量。

4.3.1.2 博士高校层次

基于分析机构层次差异对科研产出的影响的需要,本文将高校、科研机构分为五类:985 高校、211 高校、科研院所、国外高校、普通高校。一般认为,不同高校因其学科、声誉等优势,学生在该校就读,可以接触不同的学习资源,接受不同层次的学术锻炼,进而会影响该学生的学术知识技能水平。

4.3.1.3 工作单位层次

^①李峰,蒋惠敏.学术“近亲繁殖”概念、起因与影响:一个文献综述[J].科技进步与对策,2020,37(06):154-160.



和博士高校层次类似,就职工作单位作为女性科技人才职业发展、学术产出的重要载体单位,可为女性科技人才的职业发展提供不同层次、不同种类的机构资源,形成不同的机构资源支持。本文将女性科技人才所工作的高校、科研机构分为四类:985 高校、211 高校、科研院所、普通高校。

4.3.1.4 学科评估等级

教育部学位与研究生教育发展中心开展的学科评估,除了可为参评单位掌握自身学科建设现状、研究生培养水平提供公正客观信息外,也可为社会了解参评单位的学科建设情况,为学生选报就读学科和单位提供客观参考。该评估结果同时也反映了女性科技人才所在单位的学科建设发展现状,学科发展作为学术网络的一种学科资源,可体现在图书资料资源、师资队伍、学生生源层次等方面,这些学术资源也会对女性科技人才的科研产出形成一定影响。

4.3.2 学术论文网络指标

学术论文除了具有提出问题、分析问题、解决问题等专业领域的科学内容,还包含丰富的论文合著信息,如作者合著、机构合作、资金支持、关键词、作者简介等内容的,是科技文献计量的主要来源信息。本文基于从数据库下载的题录信息,使用各项常用的文献计量指标和复杂网络指标进行学术论文网络的表征。

4.3.2.1 合著人员网络

合著人员网络指标包括点度中心性、特征向量中心性、中介中心性、结构洞。此外,为了表征作者的合作程度情况,本文还引入了作者合作度。

作者合作度=某一作者所发表的所有论文中的作者总数/某一作者所发表的论文总数

在计算各项网络指标的过程中,主要基于论文的合著者姓名进行构建合著网络,再计算各项中心性指标。CSCD 论文中文姓名没有变体,可以直接进行数据处理,构建合著共现矩阵,导入到 Ucinet 计算各项中心性指标;SCI 论文中,需要事先将姓名不同的英文变体进行替换统一,再构建作者的合著网络。

此外,部分学科,如物理、地理的部分作者的发文中有 1-2 篇论文合作者超过 1000 人,为了不影响整体论文测度,作为异常值处理。如物理学中西南交通大学周勋秀、黄代绘合作人次分别达到了 6513、4707 人,地理学北京师范大学叶瑜有一篇文章 1580 人,作为异常值处理,删除该人或该篇人数多的文章。

以北京师范大学地理学的蒋玲梅为例,以其发表的 CSCD 论文构建其个体合著网络(图 4-3),该网络中除了以蒋玲梅为星型中心节点外,张立新、施建成等也在蒋玲梅的个体网络形成一个较为独立的合著网络。

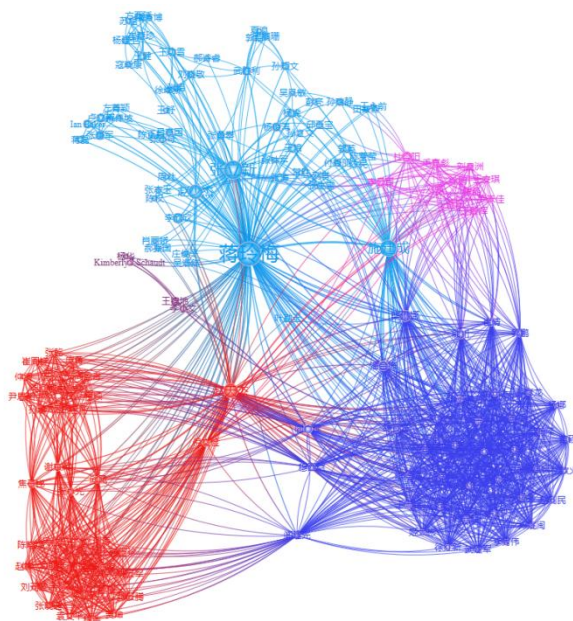


图 4- 3CSCD 论文构建的个体合著网络示例

4.3.2.2 合作机构

在学术论文所形成的学术网络中，作者署名的所属机构，可以形成机构合作网络。机构亦是一种学术资源，论文署名机构越多，表明该论文合著的机构越多，论文在研究过程中所能调配调用的资源越多，有利于论文的产出。本文限于指标的数量的选取，防止研究纳入的指标过于庞杂，故不再对合著机构进行复杂网络指标等的计量。此外，合著机构的层级、类型其实也是一个可用的计量指标，但部分机构无法分层级，同时出于工作量的考量，本文暂时使用以下便于统计获取的指标来表征机构合作网络。

总机构频次：表示每篇论文署名机构数量的总和。

去重机构数量：将所有论文署名的机构名称进行去重后所得的机构数量。

篇均机构数量：篇均机构数量=总机构频次/论文数量

本文利用 ITGinsight 的数据清理机构将 CSCD 和 WOS 论文数据的地址字段进行清洗，统计机构的频次和去重后个数。

4.3.2.3 基金资助

CSCD 数据中的基金支持字段只有“国家自然科学基金项目、国家 973 计划资助项目、国家重点基础研究发展计划”等项目名称，没有标注具体的项目编号，无法识别出该作者所有论文共获得的基金项目的准确数量。只能用篇均基金数量或总基金频次来表征基金资助情况。

WOS 平台从 2008 年开始收录论文支持基金项目信息，因此 SCI 数据的 Funding Orgs 字段中包含有基金支持字段，比如 Strategic Priority Research Program for Space Sciences of the Chinese Academy of Sciences [XDA04061200]; National Basic Research Program of China [2015CB953701]、



[GYHY200706018, GYHY200706044]等。利用自编 Python 小程序对基金文本数据进行处理,将基金编号抽取出来后,进行基金数量的频次计算和去重后类型统计。本文只计算了 2008 年以来的论文基金情况,2008 年之前的基金数量暂不做统计。

基于下载论文的题录数据,可计算以下基金资助指标。

去重基金数量:去重基金数量是指所有论文标注的基金名称进行去重后所得的数量。

总基金频次:可通过数据清洗统计出每篇文章标注的基金支持数量,对每篇文章基金数量进行加和,可获得所有论文中的基金支持频次。

篇均基金数量:篇均基金数量=总基金频次/论文数量

4.3.3 学术论文产出指标

国内外学者在研究科学家论文产出中,根据研究实际问题,分别采用了单个指标、多个指标或是复合指标来作为测度指标。国内学者邱均平在验证科研合作的程度与科研产出及科研水平之间的关系中,使用绝对发文量和相对发文量两个指标反映科研论文产出的“量”,使用被引频次、下载频次两个指标反映科研论文产出的“质”,以验证三者是否存在“量”与“质”的等比关系^①。以此为参考,本文在测度女性科技人才学术论文产出时,分别采用不同指标来测度女性科技人才学术论文产出的“量”与“质”。

4.3.3.1 论文产出的量

(1) 绝对论文数量

绝对论文产出,主要以计数的方式来统计作者的论文数量,该方法不用考虑论文作者的署名顺序,是否第一作者或通讯作者,只要在论文中有署名,即可计入该作者的论文总数 N_p 中。绝对论文产出计数简单,也便于操作,在较多的科研论文产出研究和科研评价中也经常使用。

(2) 相对论文数量

在科研论文的署名中,往往有多个合著作者,不同合作者对论文的贡献不同,因此论文署名也有不同,现有对合著论文贡献的研究有的以第一作者为计量标准,有的以通讯作者为计量标准,各有千秋。本文所获取的 CSCD 论文和 SCI 论文,部分论文并未标注通讯作者,结合不同署名顺序往往代表作者对论文的不同贡献这一实际情况,本文在计量女性科技人才科研论文产出时同时采用了相对论文的计量方式,这一计量方式主要区别于绝对论文产出。相对论文的计量方式也有多种,一类是基于作者数量的学术贡献权重算法,如分数分配法、EC 分配法、FLAE 分配法,另一类是基于作者位置的学术贡献权重算法,如 SDC 分配法、调和分配法、几何分配法、算术分配法等。本文的相对论文产出数量的计量主要参考娄策群的作者贡献率等级

^①邱均平,温芳芳.作者合作程度与科研产出的相关性分析——基于“图书情报档案学”高产作者的计量分析[J].科技进步与对策,2011,28(05):1-5.



分配法^①（公式 4-5）。其中 a_i 为第 i 篇论文合著人数， j_i 为第 i 篇论文的作者排序， S_n 为学者发表的论文数。该方法综合考虑了论文的合著人数和作者排序，可客观全面地根据论文贡献来计量作者的论文产出。

$$W = \sum_{n=1}^{S_n} \frac{a_i - j_i + 1}{\sum_{j_i=1}^{a_i} j_i} \quad (\text{公式 4-1})$$

（3）年均绝对论文数

从本文所采集的各位女性科技人才履历信息来看，每位女性科技人才博士毕业时间不同，即职业年龄大小不一，如果直接使用绝对论文数量、相对论文数量来进行每位女性科技人才的论文产出，职业年龄大的女性因时间积累效应，论文产出数量肯定较多，而职业年龄小的女性因职业时间期较短，没有时间积累优势，论文产出数量处于劣势，简单对比，无法判断出两者之间在论文产出数量的高低上下。因此，为了消除时间累积效应的不良影响，本文使用年均来进一步对绝对论文数量、相对论文数量指标进行处理。

年均绝对论文数，是职业年龄内发表的绝对论文总数除以职业年龄所得的均值。

$$N = \frac{N_p}{Y_o} \quad (\text{公式 4-2})$$

其中 N_p 为作者职业年龄内发表的绝对论文数量， Y_o 为作者的职业年龄。

（4）年均相对论文数

同理，年均相对论文数，是职业年龄内发表的相对论文总数除以职业年龄所得的均值。

$$N_n = \frac{W}{Y_o} \quad (\text{公式 4-3})$$

其中 W 为作者职业年龄内发表的相对论文数量， Y_o 为作者的职业年龄。

4.3.3.2 论文产出的质

（1）年均被引量

CSCD 数据库和 WOS 数据库下载的论文被引频次是统计该论文从发表到论文数据采集日期的总被引总量，没有时间序列数据，无法观察论文的每年被引实际情况，且发表较早论文由于时间累积效应，其总被引频次一般较高，而发表较晚的论文因时间积累不长，其被引频次自然不高。为处理这一差异，本文假设所有论文的被引频次的累积从长期来看是一个较为平稳的过程，即被引频次较高的年份的被引量可以弥补被引频次较低的年份的被引量。由此，可通过均值来观测论文被引量在被引时间窗口的总体情况。国内学者孟瑾（2018）也认为采用“年均被引频次”比“总被引频次”更能减少“时间累积”效应带来的不准确性^②。因此本文采用论文的年均被引来表征论文作者基于引用的科研产出，其计算公式如：

^① 娄策群. 社会科学评价的文献计量理论与方法[M]. 武汉: 华中师范大学出版社, 1999: 149.

^② 孟瑾, 吴培群. 论文学术影响力指标优化的实证分析[J]. 统计与决策, 2018, 34(12): 111-113.



$$C = \frac{\sum_{2022-Y_{pi}+1}^{c_{pi}}}{Y_o} \quad (\text{公式 4-4})$$

C_{pi} 为第 i 篇论文的被引总数, Y_{pi} 为第 i 篇论文的发表年份, Y_o 为作者的职业年龄。

(2) 年均使用量

在 Web of Science 平台中, 每篇论文都有详情页。用户通过检索入口查找到该篇论文后, 首先会在详情页浏览题目、作者、摘要、关键词、参考文献等信息, 如该论文符合用户的搜索主题, 用户会点击论文的全文链接, 前往全文数据库网站获取论文全文。WOS 平台从 2013 年开始通过增加系统功能统计论文 Usage Count 指标, 即自 2013 年 2 月 1 日以来访问全文或保存记录的次数。随着时间的推移, 该计数可以增加或保持不变。

本文使用 Web of Science 平台的 Usage Count 指标来表征每篇论文的使用量, 由于该数据自 2013 年起, 故采用自 2013 年以来的年平均 Usage Count 来作为计量依据, 计算公式如下。

$$U = \frac{\sum_{2013}^{U_{2013i}}}{Y_o} \quad (\text{公式 4-5})$$

4.3.3.3 论文产出的量与质

有关论文的量与质的综合指标, 国内外计量学者根据不同应用场景和计量需求提出了各类复合指标, 常见的有 h 指数、 g 指数、 p 指数、一致性指标、 z 指数等, 由于任一单一参数的评价都有局限性, 部分学者针对常用的复合指标的适用局限和不足, 又提出了修正或改进型的各类复合指标, 如 $hr(y)$ 、 h_{μ} 、 $hp-c$ 指数等, 这些指标各有千秋。本文基于现有数据的可用性, 选择了 g 指数来测度论文产出的量与质这一综合指标。

g 指数是 h 指数的一种衍生指数, 是 Leo Egghe 在 2006 提出的一种基于学者以往贡献的指数, 其是指将一个学者的论文根据引用次数由高自低排序后, 对于前 g 篇论文, 其获得引用不低于 g^2 篇, 同时 $(g+1)$ 篇论文获得的引用次数不高于 $(g+1)^2$; 简单而言, 将学者的论文按被引次数由高自低排序后, 对序号 n 进行平方处理, 并将论文被引次数按序号层层累加, 当序号 n 的平方等于累计被引次数时, 该序号 n 即为 g 指数^①。一般来说, 对于同一个学者, g 指数会大于等于 h 指数, 因为 g 指数的定义特性使其能够在一定程度上把高被引论文的引用次数“平均”给其他文章中, 从而使得该指数变大。

由于 485 名女性科技人才的 CSCD 中文论文人均发文篇数较少, 计算每位作者的 CSCD 中文论文对比意义不大, 因此本文使用人均发文篇数较大的 SCI 英文论文来计算每位作者的 g 指数, 作为论文产出的量与质的综合指标。

4.3.4 指标变量汇总

综合汇总女性科技人才学术背景、合著网络构建的各项指标, 形成统计分析的因变量、自

^① Egghe L. Theory and practise of the g -index[J]. Scientometrics, 2006, 69(1): 131-152.



变量和控制变量，如表 4-3 所示。

表 4-3 影响学术论文产出的变量汇总表

变量类别	变量名称	变量类型及编码取值
因变量		
数量	Y1 年均绝对论文数	连续型
	Y2 年均相对论文数	连续型
质量	Y3 年均被引量	连续型
	Y4 年均使用量	连续型
数量*质量	Y5g 指数	连续型
自变量		
合著人员网络	X1a 作者合作度	连续型
	X1b 点度中心性	连续型
	X1c 特征向量中心性	连续型
	X1d 中介中心性	连续型
	X1e 结构洞	连续型
合作机构	X2a 合作机构数	连续型
	X2b 篇均机构数量	连续型
基金资助	X3a 支持基金数	连续型
	X3b 篇均基金数量	连续型
控制变量		
人口特征	X4a 生理年龄	连续型
	X4b 职业年龄	连续型
知识背景	X5a 有无博士后经历	二分变量（0 无、1 有）
	X5b 有无国外学习经历	二分变量（0 无、1 有）
	X5c 目前职称	定类变量（中级 1，副高 2，正高 3）
机构背景	X6a 近亲繁殖	连续型（3 最强、2 为中、1 为最弱、0 无）
	X6b 博士高校层级	定类变量（5 类）
	X6c 工作单位层级	定类变量（4 类）
	X6d 学科评估等级	连续变量[1-9]
	X7a 学科	定类变量（4 类）
	X7b 地域	定类变量（7 类）（华北、东北、华东、华南、华中、西南、西北 7 个区域）



在对履历信息数据、论文信息原始数据进行汇总处理过程中，由于不同来源的数据量纲不同，数据均值、极值不一，本文在回归分析前，对不同量纲的变量数据进行了预处理。

预处理主要是对数据进行标准化，标准化的方法有多种，常用的有自然对数转化、0-1 标准化和 Z-score 标准化。

0-1 标准化是对原始数据的线性转化，通过使用归一化公式将数据转化为[0,1]区间。

$$X_{norm} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (\text{公式 4-6})$$

其中 X_{max} 、 X_{min} 分别是样本数据的最大、最小值。

Z-score 标准化是使用转化函数：

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (\text{公式 4-7})$$

将数据按比例缩放，使之落入一个特定区间，其转化后的数据均值 $\mu = 0$ ，标准差 $\sigma = 1$ 。

本文对所采集的数据进行了对数正态分布的检验，取对数后，年均绝对论文数、年均相对论文数、年均被引量、年均使用量均、g 指数近似符合正态分布，因此在对数据进行对数变换后采用线性回归模型建立回归方程。

4.4 学术论文网络对学术论文产出的影响作用分析

4.4.1 学术论文产出的理想模式

4.4.1.1 理想分类模式

科尔兄弟 (Cole S, Cole JR) 在研究 120 名高校物理学家科研产出的数量与质量之间的关系时，发现科研产出的数量与质量是高度相关的，一些物理学家发表了许多意义不大的论文，而另一些物理学家则发表了少数意义重大的论文，据此他们提出了一个基于科学产出的数量与质量科学家产出分类表 (表 4-4)，以对物理学家的论文发表模式进行分类，并分析了学术奖励制度和同行认可对产出数量和质量之间的关系^①。

表 4-4 科研论文数量与质量的理想化模式分类表

数量	质量	
	高	低
高	Type I: 多产者	Type II: 无差别的大规模生产者
低	Type III: 完美主义者	Type IV: 沉默者

^①Cole S, Cole JR. Scientific output and recognition: a study in the operation of the reward system in science[J]. American Sociological Review. 1967 Jun;32(3):377-390.



表 4-4 的理想分类模式中,将科研论文的数量与质量的模式分为 Type I、II、III、IV 四种模式^①。Type I 为多产者类型,代表多产的物理学家群体,他们在论文数量和论文质量上产出了大量的论文,并经常被本领域其他学者使用。Type II 为无差别的大规模生产者类型,代表生产了相对大量的没有质量区别的物理学家群体,该类群体似乎准备出版许多论文,而不太考虑它们的科学意义。Type III 为完美主义者,该类物理学家发表的论文相对较少,但他们发表的论文对该领域有相当大的影响。Type IV 为沉默者,代表相对沉默的物理学家,他们发表的论文相对较少,从被引角度来看,他们的论文对物理学领域没有多大影响。

4.4.1.2 女性科技人才学术论文产出的四象限分布

本文参考科尔兄弟关于科学家科研论文的数量与质量的理想化模式分类表和张和平(2019)对教师论文产出的分类^②,对本文所收集的 485 名女性科技人才的学术论文产出进行整理,建立基于学术论文数量和质量二维角度的二维四象限分布图,尝试描述女性科技人才的论文分布情况。

以年均绝对发文量、年均被引量分别表示学术论文的数量和质量,由于这两个变量一个是篇数,一个次数,数据量纲不同,为统一量纲,在此使用 Z-score 标准化将年均绝对发文量、年均被引量进行标准化,转化为无量纲数值,使两类数据值分布在一个特定区域。由此得到 CSCD 论文和 SCI 论文的论文分布图,见图 4-4、4-5。

图 4-4、4-5 是经过 Z-score 标准化后,485 名女性科技人才的 CSCD 论文和 SCI 论文年均绝对发文量、年均被引量构成的二维四象限散点图,横轴为 CSCD 论文和 SCI 论文年均绝对发文量,纵轴为 CSCD 论文和 SCI 论文年均被引次数。因为 Z-score 标准化后的数据均值 $\mu=0$,标准差 $\sigma=1$,有的数据变成负值,这使 CSCD 论文和 SCI 论文年均绝对发文量、年均被引量的均值均为 0,并构成横轴坐标原点(0,0),每位女性科技人才的论文数据都落在了这一坐标轴的正、负区间里面。

此外,从 CSCD 论文和 SCI 论文年均绝对发文量、年均被引量之间的 person 系数来看,(CSCD 论文 $r=0.288$, $p<0.001$; SCI 论文 $r=0.694$, $p<0.001$)两者呈现显著相关。

从 CSCD 论文和 SCI 论文的分布比例图和表 4-5,可得出以下几点小结论:

a.基于理想分类法,可将本文研究的女性科技人才样本分为高产高质、低产高质、低产低质、高产低质四类群体,其中女性科技人才样本以低产低质群体为主。

b.女性科技人才所发表的 CSCD 论文和 SCI 论文在四个象限分布基本一致。高产高质、低产高质、低产低质、高产低质四类女性科技人才群体在 CSCD 论文和 SCI 论文产出的总体分布没有显著的区别。

c.从高产高质论文分布比例来看,CSCD、SCI 高产高质论文群体分布比例分别为 23.1%、

^①J.R.科尔. S.科尔.赵佳苓等译.科学界的社会分层[M].华夏出版社,1989:103.

^②张和平.象牙塔里的知识生产:大学教授的科研产出[M].北京:中国社会科学出版社,2019:80.



26.6%，基本符合“二八定律”现象，即在科学研究中，80%的科研论文大约是由 20%的科学家产出的。与普赖斯早期发现的大部分科学家发表论文很少，大部分论文是由少数优秀的科学家发表的规律也基本一致^①。

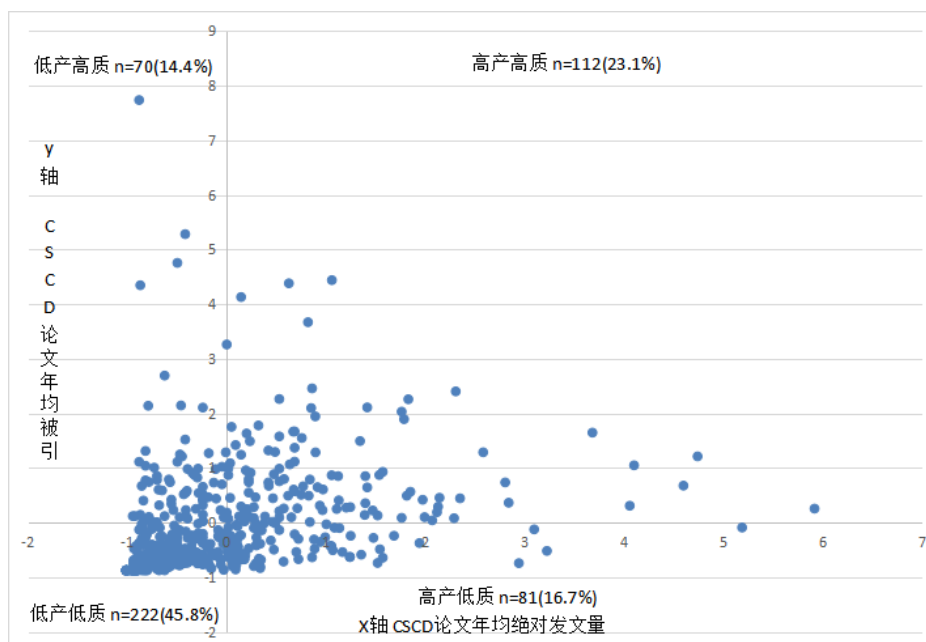


图 4-4 女性科技人才 CSCD 学术论文产出的四象限分布图

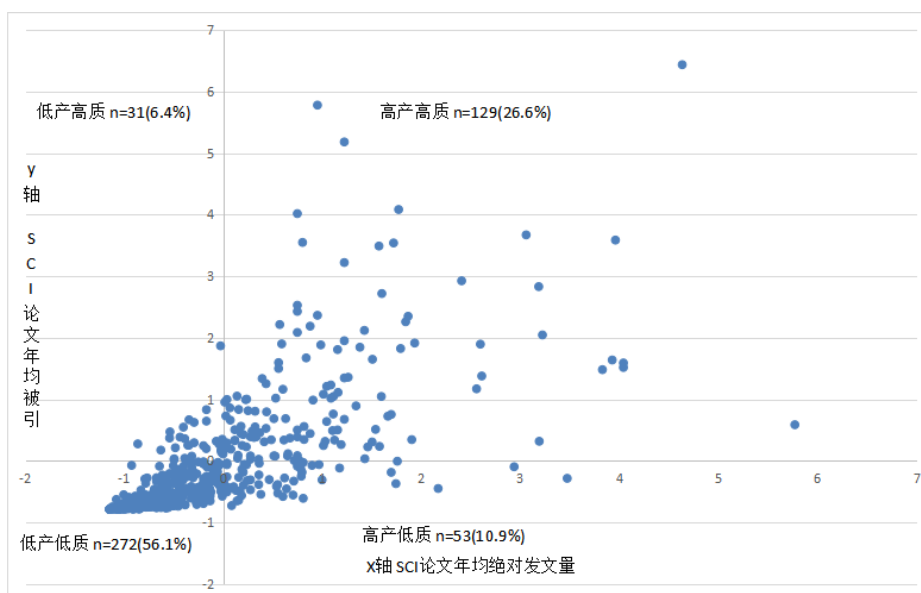


图 4-5 女性科技人才 SCI 学术论文产出的四象限分布图

^① Price D. Little Science, Big Science[M].New York: Columbia University, 1963:46.



表 4- 5CSCD 论文和 SCI 论文的产出类型分布

论文类型	产出分类	数量	占比
CSCD	高产高质	112	23.1%
	低产高质	70	14.4%
	低产低质	222	45.8%
	高产低质	81	16.7%
SCI	高产高质	129	26.6%
	低产高质	31	6.4%
	低产低质	272	56.1%
	高产低质	53	10.9%

4.4.2 人口特征与学术论文产出

从表 4-6、图 4-6、4-7 可看出，女性科技人才的科研产出在不同的生理年龄组中分布有差异。从科研产出偏好（中英文发文偏好）来看，女性科技人才主要倾向于发表 SCI 论文，且 SCI 论文的产出的各项指标的均值都要比 CSCD 要高。方差分析显示，不同年龄组在 CSCD 论文的年均绝对发文量、年均相对发文量、年均被引量和在 SCI 论文的年均被引量、g 指数存在差异。

回归结果分析（表 4-16、4-17）显示，在控制其他变量后，生理年龄对 CSCD 论文的年均绝对发文量、年均相对发文量具有显著的正向影响，对年均被引量、年均使用量有负向影响，但是不具有统计学显著性。生理年龄对 SCI 论文 5 个论文产出指标均没有显著影响。

表 4- 6 生理年龄与学术论文产出

	年均绝对发文量		年均相对发文量		年均被引量		年均使用量		g 指数
	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	SCI
40 岁以下	1.346	2.723	0.305	0.525	0.628	8.636	0.556	13.383	14.704
41-50 岁	1.396	2.311	0.346	0.462	0.436	6.277	0.432	10.772	17.226
51 岁以上	1.956	2.527	0.542	0.5	0.371	5.915	0.354	10.208	21.855
方差检验 F 值	6.83	1.799	14.332	0.955	9.397	4.288	1.418	1.847	7.359
p	0.001***	0.167	0.000***	0.386	0.000***	0.014**	0.243	0.159	0.001***

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

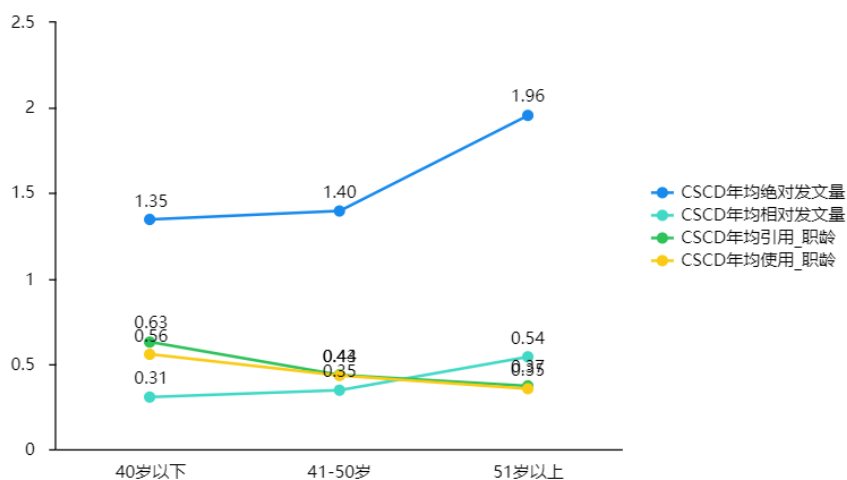


图 4- 6CSCD 论文产出指标与年龄分组

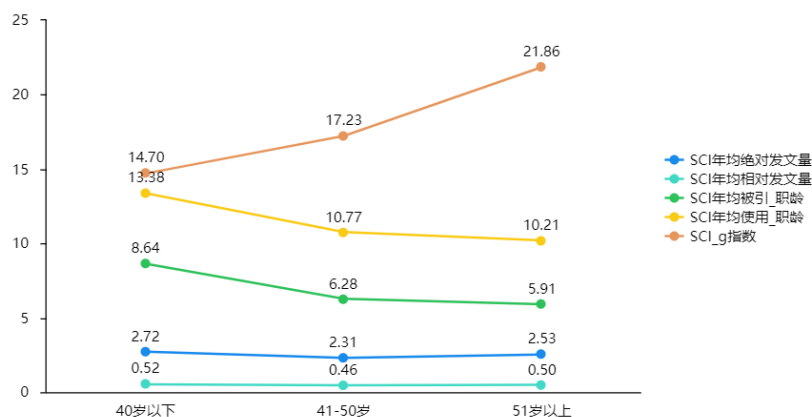


图 4- 7SCI 论文产出指标与年龄分组

从表 4-7 职业年龄与学术论文产出的相关性来看, 仅与 CSCD 论文年均被引量 and SCI 的 g 指数有相关性, 其他指标均无显著相关, 且从回归结果来看, 职业年龄对 CSCD 论文年均绝对发文量、年均相对发文量和 SCI 论文年均绝对发文量、年均相对发文量、年均被引量、年均使用量具有显著的负向作用。

表 4- 7 职业年龄与学术论文产出

	年均绝对发文量		年均相对发文量		年均被引量		年均使用量		g 指数
职业年龄	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	SCI
Pearson	-0.008	-0.033	0.06	0.001	-0.120**	-0.06	-0.047	-0.075	0.301***
p	0.871	0.482	0.216	0.975	0.013	0.196	0.336	0.104	0

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$

4.4.3 学术背景与学术论文产出

4.4.3.1 知识背景与女性科技人才学术论文产出



表 4-8 显示,从均值来看,有博士后(n=130)比无博士后经历(n=355)的女性科技人才在 CSCD 论文年均使用量和 SCI 论文年均绝对发文量、年均被引量、年均使用量、g 指数上要高,并且这种差异具有统计显著性。但从回归结果(表 4-16、4-17)来看,博士后经历对各项论文产出均无显著影响。

表 4-8 博士后经历与学术论文产出

	年均绝对发文量		年均相对发文量		年均被引量		年均使用量		g 指数
	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	SCI
博士后经历									
无	1.553	2.357	0.392	0.481	0.474	6.079	0.365	9.699	15.317
有	1.308	2.844	0.312	0.512	0.499	9.524	0.706	16.553	22.22
方差检验 F 值	2.914	4.977	4.633	0.445	0.223	14.917	12.36	20.295	23.762
p	0.089*	0.026**	0.032**	0.505	0.637	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

表 4-9 显示,从均值来看,有国外学习经历(n=225)比无国外学习经历(n=260)的女性科技人才在 SCI 论文的年均被引量、年均使用量、g 指数和 CSCD 论年均被引量、年均使用量的均值上要高,并具有显著的差异。从回归(表 4-16、4-17)结果来看,国外学习经历对 SCI 年均绝对发文量、年均相对发文量有显著负向影响,对其他论文产出指标没有显著影响。

表 4-9 国外学习经历与学术论文产出

	年均绝对发文量		年均相对发文量		年均被引量		年均使用量		g 指数
	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	SCI
国外学习经历									
无	1.583	2.37	0.397	0.482	0.443	5.937	0.38	9.643	14.538
有	1.383	2.624	0.343	0.498	0.523	8.239	0.538	13.738	20.205
方差检验 F 值	2.504	1.696	2.695	0.15	2.92	8.272	3.39	8.911	20.008
p	0.114	0.194	0.101	0.699	0.088*	0.004***	0.066*	0.003***	0.000***

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

表 4-10 显示,女性科技人才的职称越高,则其大部分论文产出指标越高,这符合一般性规律,高职称的女性科技人才一般产出都较低职称的要高。不同职称在 CSCD 论文年均被引量、年均使用量没有显著差异外,在其他论文产出指标分布都有显著差异。但从回归结果来看,职称仅对 CSCD 年均使用有显著正向的影响,其他指标均无统计学上的显著性。



表 4-10 职称与学术论文产出

	年均绝对发文量		年均相对发文量		年均被引量		年均使用量		g 指数
职称	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	SCI
中级	1.43	2.199	0.304	0.39	0.472	5.541	0.374	10.443	7.192
副高	1.271	2.014	0.31	0.401	0.511	5.626	0.419	9.556	13.366
正高	1.799	3.19	0.465	0.627	0.439	9.15	0.512	14.498	23.908
方差检验 F 值	8.452	18.262	11.224	15.476	1.123	9.542	0.629	6.097	44.874
p	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.326	0.000***	0.533	0.002***	0.000***

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

4.4.3.2 机构背景与女性科技人才学术论文产出

表 4-11 显示,从均值来看,各学术论文产出指标随着学科评估等级下降而下降,即所在单位学科评估等级越高的女性学术论文产出一般较高,且各项的分布差异较明显。从回归分析(表 4-16、4-17)来看,学科评估等级对 CSCD 论文年均被引、CSCD 论文年均使用、SCI 年均绝对发文量、SCI 年均相对发文量、SCI 年均被引量、SCIg 指数有显著影响。

表 4-11 学科评估等级与学术论文产出

	年均绝对发文量		年均相对发文量		年均被引量		年均使用量		g 指数
学科评估等级	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	SCI
A+	0.821	1.221	0.288	0.402	0.445	1.966	0.364	2.233	2.938
A	0.588	1.273	0.211	0.391	0.243	1.821	0.362	2.127	2.772
A-	0.629	1.272	0.249	0.446	0.246	1.852	0.353	2.166	3.008
B+	0.94	1.096	0.357	0.389	0.384	1.614	0.28	1.98	2.665
B+	0.904	1.002	0.352	0.329	0.265	1.391	0.17	1.833	2.206
B-	0.892	1.133	0.32	0.412	0.332	1.424	0.238	1.892	2.512
C+	0.732	0.799	0.24	0.224	0.268	0.953	0.254	1.407	2.064
C+	0.799	0.917	0.3	0.294	0.229	1.193	0.119	1.655	2.185
C-	0.683	0.766	0.242	0.247	0.241	0.976	0.203	1.433	1.964
方差检验 F 值	2.247	5.974	1.819	4.136	6.389	10.035	3.282	4.544	15.618
p	0.023**	0.000***	0.072*	0.000***	0.000***	0.000***	0.001***	0.000***	0.000***

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

在工作单位层级与学术论文产出的均值比较中(表 4-12),985 高校、中科院在论文产出的各项指标整体上要优于 211 高校和普通高校,普通高校除了在 CSCD 论文年均绝对发文量有一定优势外,其他各项指标都较低。回归结果(表 4-16、4-17)显示,各类高校层级对女性科



技人才的论文产出指标均无显著影响。

表 4- 12 工作单位层级与学术论文产出

	年均绝对发文量		年均相对发文量		年均被引量		年均使用量		g 指数
工作单位层级	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	SCI
985 高校	1.289	2.929	0.329	0.553	0.35	7.862	0.503	12.425	19.75
211 高校	1.511	2.366	0.426	0.51	0.373	4.695	0.202	7.643	12.845
中科院	1.495	2.723	0.356	0.517	0.671	9.53	0.615	15.779	22.036
普通高校	1.655	1.776	0.403	0.373	0.379	3.911	0.316	6.936	10.193
方差检验 F 值	1.363	7.064	1.497	3.729	14.681	12.362	4.497	10.442	22.631
p	0.254	0.000***	0.215	0.011**	0.000***	0.000***	0.004***	0.000***	0.000***

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

表 4-13 显示普通高校毕业的博士在大部分论文产出指标都低于其他类型高校，国外高校毕业的博士在发文量上要低于 985 高校毕业的博士，但在 SCI 年均被引量、SCI 年均使用量上高于 985 高校毕业的博士。回归结果（表 4-16、4-17）显示，博士毕业高校层级对女性科技人才的 CSCD 年均被引量、SCI 年均绝对发文量 SCI 年均相对发文量具有显著影响，而对其他论文产出指标均无显著影响。

表 4- 13 博士高校层级与学术论文产出

	年均绝对发文量		年均相对发文量		年均被引量		年均使用量		g 指数
博士高校层级	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	SCI
985 高校	1.264	2.714	0.324	0.538	0.307	7.172	0.435	11.475	17.68
211 高校	1.861	2.328	0.519	0.479	0.326	5.095	0.208	9.02	15.193
中科院	1.649	2.417	0.391	0.464	0.677	7.674	0.508	12.985	18.812
普通高校	1.62	1.793	0.375	0.382	0.386	2.959	0.324	5.808	9.414
国外高校	0.928	2.56	0.221	0.484	0.625	9.207	0.813	13.646	16.675
方差检验 F 值	4.666	1.43	5.512	1.092	16.067	3.218	2.831	2.091	3.246
p	0.001***	0.223	0.000***	0.36	0.000***	0.013**	0.024**	0.081	0.012**

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

表 4-14 显示，从均值大致可以看出，近亲繁殖程度越高，CSCD 和 SCI 论文发表量越高，但在年均被引量上这一优势并不能保持。回归结果（表 4-16、4-17）显示，近亲繁殖程度对女性科技人才的 CSCD 年均被引有显著负向影响，对 SCIIg 指数具有显著的正向影响，对其他论文产出指标均无显著影响。



表 4-14 近亲繁殖与学术论文产出

	年均绝对发文量		年均相对发文量		年均被引量		年均使用量		g 指数
近亲繁殖	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	SCI
0	1.327	2.316	0.325	0.452	0.5	7.027	0.489	11.366	15.975
1	1.565	2.382	0.402	0.472	0.475	6.936	0.402	11.349	17.961
2	1.836	2.859	0.467	0.572	0.497	7.247	0.421	11.845	18.525
3	1.584	3.236	0.378	0.633	0.365	6.849	0.478	12.841	19.674
Pearson	0.114**	0.132***	0.113**	0.128***	-0.059	-0.001	-0.02	0.025	0.091**
p	0.019	0.004	0.02	0.005	0.223	0.987	0.679	0.585	0.05

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$

从总体上来看,学术背景对女性科技人才学术论文产出的影响较弱。

4.4.4 学术论文网络与学术论文产出

4.4.4.1 相关性分析

从表 4-15 各学术论文网络与学术论文产出指标相关性分析可见,各指标相关性都非常显著,证明本文选取的指标较为适用。

表 4-15 学术论文网络与学术论文产出相关分析

	年均绝对发文量		年均相对发文量		年均被引量		年均使用量		g 指数
指标	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	SCI
合作度	-0.033	0.101**	-0.207***	-0.058	0.246***	0.191***	0.408***	0.231***	0.200***
点度中心性	0.829***	0.703***	0.749***	0.466***	0.255***	0.587***	-0.087*	0.667***	0.768***
特征向量中心性	0.207***	0.200***	0.301***	0.334***	-0.185***	0.041	-0.309***	0.02	0.090*
中介中心性	0.282***	0.110**	0.355***	0.181***	-0.01	0.025	-0.193***	0.008	0.136***
结构洞	-0.414***	-0.247***	-0.372***	-0.159***	-0.189***	-0.252***	-0.037	-0.250***	-0.343***
合作机构	0.653***	0.207***	0.591***	0.151***	0.314***	0.188***	-0.048	0.179***	0.263***
基金资助	0.828***	0.735***	0.811***	0.560***	0.209***	0.659***	-0.131***	0.670***	0.822***

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$

4.4.4.2 回归结果分析

从表 4-16、4-17 的回归结果来看,学术论文网络点度中心性对 CSCD 年均绝对发文量、CSCD 年均相对发文量、SCI 年均绝对发文量、SCI 年均相对发文量、SCI 年均被引量、SCI 年均使用量、SCIg 指数均具有正向影响,对 CSCD 年均被引量、CSCD 年均使用量是负向影响,因此假设 H1-1 得到部分验证。

学术论文网络中介中心性对 CSCD、SCI 论文的各项产出指标均无显著正向影响,因此 H1-2 没有得到验证。



学术论文网络特征向量中心性对 CSCD 论文产出指标均无显著正向影响,但对 SCI 年均绝对发文量、SCI 年均被引量、SCI 年均使用量有显著的正向影响,假设 H1-3 仅得到部分验证。

学术论文网络结构洞虽然与 CSCD 年均相对发文量、CSCD 年均使用量、SCIg 指数负相关,但并不显著,假设 H1-4 未得到验证。

基金资助对 CSCD 年均绝对发文量、CSCD 年均相对发文量、CSCD 年均被引量、CSCD 年均使用量、SCI 年均被引量、SCI 年均使用量、SCIg 指数有显著正向影响,但对 SCI 年均绝对发文量、SCI 年均相对发文量无显著影响,因此假设 H1-5 得到部分验证。

合作机构除了对 CSCD 年均相对发文量、CSCD 年均使用量无显著影响之外,对其他各项论文产出指标均具有显著正向影响,因此假设 H1-6 得到部分验证。

论文合作度除了对 CSCD 年均被引量、CSCD 年均使用量、SCI 年均使用量无显著负向影响之外,对其他各项论文产出指标均具有显著负向影响,因此假设 H1-7 得到部分验证。

表 4- 16CSCD 论文 OLS 回归结果

自变量/因变量	CSCD 年均绝对 发文量	CSCD 年均相 对发文量	CSCD 年均被 引量	CSCD 年均使用 量
常数	0.171 (-0.932)	0.436*** (-3.375)	0.850** (-2.281)	0.114 (-0.288)
CSCD 合作度	-0.512*** (-13.634)	-0.396*** (-14.954)	0.063 (-0.828)	0.515*** (-6.32)
CSCD 点度中心性	0.394*** (-18.283)	0.157*** (-10.317)	-0.003 (-0.073)	-0.179*** (-3.817)
CSCD 特征向量中心 性	-0.029 (-1.171)	-0.039** (-2.248)	-0.152*** (-3.060)	0.037 (-0.704)
CSCD 中介中心性	-0.032** (-2.069)	-0.033*** (-3.113)	0.007 (-0.225)	-0.016 (-0.495)
CSCD 结构洞	0.220* (-1.752)	-0.077 (-0.872)	0.046 (-0.18)	-0.352 (-1.292)
CSCD 机构数量	0.048*** (-2.638)	0.016 (-1.285)	0.109*** (-2.961)	-0.008 (-0.208)
CSCD 基金数量	0.064*** (-3.641)	0.038*** (-3.112)	0.071** (-1.992)	0.095** (-2.496)
学科	-0.006 (-0.898)	-0.001 (-0.214)	-0.019 (-1.498)	-0.111*** (-8.034)
学科评估等级	0	-0.001	-0.025***	-0.016***



	(-0.151)	(-0.453)	(-4.517)	(-2.604)
工作单位层次	0.003	-0.001	0.008	0.002
	(-0.452)	(-0.257)	(-0.633)	(-0.13)
生理年龄	0.008***	0.006***	-0.005	-0.002
	(-4.603)	(-4.989)	(-1.504)	(-0.572)
职业年龄	-0.041***	-0.019***	-0.007	0.002
	(-18.430)	(-12.220)	(-1.634)	(-0.494)
近亲繁殖	0.005	0.004	-0.028**	-0.01
	(-0.705)	(-0.748)	(-1.970)	(-0.637)
博士高校层次	-0.007	-0.004	0.049***	0.013
	(-1.349)	(-0.976)	(-4.34)	(-1.118)
博后经历	0.006	0.006	-0.008	0.007
	(-0.418)	(-0.582)	(-0.263)	(-0.224)
国外经历	-0.009	-0.001	0.023	0.007
	(-0.685)	(-0.140)	(-0.821)	(-0.217)
职称	0.004	0.007	-0.037	0.065**
	(-0.329)	(-0.769)	(-1.374)	(-2.252)
区域	-0.001	-0.001	0.01	-0.008
	(-0.218)	(-0.461)	(-1.4)	(-1.094)
样本量	424	424	424	424
R^2	0.915	0.815	0.358	0.385
调整 R^2	0.911	0.807	0.329	0.357
F	241.140***	99.229***	12.521***	14.058***

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$, 括号内为 t 值。

表 4- 17SCI 论文 OLS 回归结果

自变量/因变量	SCI 年均绝 对发文量	SCI 年均相对 发文量	SCI 年均被 引量	SCI 年均使用 量	SCIg 指数
常数	-0.136 (-0.694)	0.249* (-1.696)	-0.109 (-0.174)	-0.885 (-1.280)	0.971** (-2.422)
SCI 合作度	-0.623*** (-16.555)	-0.502*** (-17.839)	-0.416*** (-3.472)	-0.051 (-0.383)	-0.492*** (-6.404)



SCI 点度中心性	0.500*** (-27.615)	0.199*** (-14.737)	0.449*** (-7.801)	0.421*** (-6.607)	0.390*** (-10.561)
SCI 特征向量中心性	0.075*** (-2.879)	0.029 (-1.475)	0.137* (-1.652)	0.314*** (-3.424)	0.036 (-0.674)
SCI 中介中心性	-0.042** (-2.002)	-0.030* (-1.949)	-0.104 (-1.569)	-0.051 (-0.692)	-0.029 (-0.680)
SCI 结构洞	0.545*** (-5.229)	0.315*** (-4.045)	0.2 (-0.605)	0.128 (-0.348)	-0.057 (-0.266)
SCI 机构数量	0.147*** (-8.159)	0.127*** (-9.421)	0.357*** (-6.222)	0.213*** (-3.351)	0.195*** (-5.301)
SCI 基金数量	-0.003 (-0.166)	-0.016 (-1.052)	0.114* (-1.752)	0.202*** (-2.818)	0.139*** (-3.341)
学科	-0.001 (-0.178)	0.005 (-0.934)	-0.083*** (-3.414)	-0.288*** (-10.761)	-0.073*** (-4.732)
学科评估等级	0.011*** (-3.258)	0.008*** (-3.17)	-0.034*** (-3.163)	-0.019 (-1.592)	-0.029*** (-4.161)
工作单位层次	-0.007 (-0.919)	-0.001 (-0.234)	-0.007 (-0.283)	0.017 (-0.644)	-0.021 (-1.415)
生理年龄	0.002 (-1.092)	0.001 (-1.031)	-0.002 (-0.316)	-0.003 (-0.376)	-0.002 (-0.543)
职业年龄	-0.041*** (-15.650)	-0.018*** (-9.382)	-0.061*** (-7.422)	-0.054*** (-5.939)	0 (-0.09)
近亲繁殖	0.003 (-0.314)	0.005 (-0.842)	-0.033 (-1.247)	-0.024 (-0.819)	0.029* (-1.728)
博士高校层次	-0.014** (-2.288)	-0.009* (-1.889)	-0.013 (-0.678)	0.002 (-0.069)	0.005 (-0.427)
博后经历	-0.017 (-0.950)	-0.021 (-1.570)	0.024 (-0.427)	0.02 (-0.32)	0.028 (-0.773)
国外经历	-0.038** (-2.307)	-0.026** (-2.168)	0.029 (-0.558)	0.061 (-1.07)	-0.004 (-0.133)
职称	-0.002 (-0.146)	-0.001 (-0.107)	0.056 (-1.097)	-0.017 (-0.301)	0.03 (-0.903)
区域	-0.004	-0.003	0.008	0.034**	0.01



	(-1.141)	(-0.888)	(-0.613)	(-2.494)	(-1.243)
样本量	468	468	468	468	468
R^2	0.912	0.772	0.734	0.733	0.835
调整 R^2	0.909	0.763	0.723	0.722	0.828
F 值	259.585***	84.319***	68.680***	68.482***	126.060***

* $p<0.1$ ** $p<0.05$ *** $p<0.01$, 括号内为 t 值。

4.4.5 学术论文网络的中介与调节作用

4.4.5.1 中介作用检验

(1) 基金资助的中介效应

表 4-18 中,模型 1 显示,CSCD 合作度对 CSCD 基金数量的影响系数显著($\beta=0.464, p<0.01$),结合模型 3、5、7、9, CSCD 基金数量对 CSCD 年均绝对发文量($\beta=0.398, p<0.01$)、CSCD 年均相对发文量($\beta=0.172, p<0.01$)、CSCD 年均被引量($\beta=0.114, p<0.01$)、CSCD 年均使用量($\beta=-0.043, p<0.01$)影响显著, CSCD 基金数量在 CSCD 合作度与学术论文产出之间起到了中介作用,假设 H1-8 得到验证。此时,在加入 CSCD 基金数量变量后,模型 3 的 CSCD 合作度对 CSCD 年均绝对发文量($\beta=-0.057, p>0.1$)变得不显著,说明 CSCD 基金数量在 CSCD 合作度与学术论文产出之间起到的是完全中介作用;模型 5、7、9 中的 CSCD 合作度对 CSCD 年均相对发文量($\beta=-0.172, p<0.01$)、CSCD 年均被引量($\beta=0.179, p<0.01$)、CSCD 年均使用量($\beta=0.354, p<0.01$)影响仍显著,因此 CSCD 基金数量在 CSCD 合作度与学术论文产出之间起到的是部分中介作用。

表 4-18CSCD 论文中基金资助的中介效应检验结果

模型	1	2	3	4	5	6	7	8	9
自变量/ 因变量	CSCD 基 金数量	CSCD 年均绝对 发文量	CSCD 年均相对 发文量	CSCD 年均被 引量	CSCD 年均使 用量				
CSCD 合作 度	0.464 ***	0.128 *	-0.057	-0.092 ***	-0.172 ***	0.232 ***	0.179 ***	0.334 ***	0.354 ***
CSCD 基金 数量			0.398 ***		0.172 ***		0.114 ***		-0.043 ***
R^2	0.228	0.155	0.819	0.2	0.739	0.221	0.32	0.347	0.359
调整 R^2	0.206	0.13	0.813	0.177	0.731	0.198	0.298	0.328	0.338
F	10.129 ***	6.263 ***	142.346 ***	8.579 ***	89.465 ***	9.702 ***	14.845 ***	18.181 ***	17.634 ***

* $p<0.1$ ** $p<0.05$ *** $p<0.01$, 因排版篇幅所限,略去控制变量等结果展示,数据备查,下同。



表 4-19 显示,模型 1 显示,SCI 合作度对 SCI 基金数量的影响系数显著($\beta=0.652, p<0.01$),结合模型 3、5、7、9、11,SCI 基金数量对 SCI 年均绝对发文量($\beta=0.489, p<0.01$)、SCI 年均相对发文量($\beta=0.212, p<0.01$)、SCI 年均被引量($\beta=0.687, p<0.01$)、SCI 年均使用量($\beta=0.694, p<0.01$)、SCIg 指数($\beta=0.586, p<0.01$)影响显著,SCI 基金数量在 SCI 合作度与学术论文产出之间起到了中介作用,假设 H1-8 得到验证。

其中,模型 2 中,SCI 合作度对 SCI 年均绝对发文量的影响系数为 0.09,且不显著,存在中介检验程序中的 a、b 系数至少一个不显著的情形,因此需要进行 Sobel 检验。经 Sobel test 检验显示 $z=5.482, p=0.000<0.01$,说明 SCI 基金资助的中介效应显著。

此时,模型 3、5、7、9 中的 SCI 合作度对 SCI 年均绝对发文量($\beta=-0.229, p<0.01$)、SCI 年均相对发文量($\beta=-0.276, p<0.01$)、SCI 年均被引量($\beta=0.196, p<0.05$)、SCI 年均使用量($\beta=0.298, p<0.01$)的影响系数仍显著,说明 SCI 基金数量在 SCI 合作度与学术论文产出之间起到的是部分中介作用。而在模型 11 中的 SCI 合作度对 SCIg 指数($\beta=-0.044, p>0.1$)影响不显著,SCI 基金数量在 SCI 合作度与学术论文产出之间起到的是完全中介作用。

表 4-19SCI 论文中基金资助的中介效应检验结果

模型	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
自变量/ 因变量	SCI 基金 数量	SCI 年均绝对发 文量	SCI 年均相对发 文量	SCI 年均被引量	SCI 年均使用量	SCIg 指数					
SCI 合 作度	0.652 ***	0.09	-0.229 ***	-0.138 ***	-0.276 ***	0.644 ***	0.196 **	0.751 ***	0.298 ***	0.338 ***	-0.044
SCI 基 金数量			0.489 ***		0.212 ***		0.687 ***		0.694 ***		0.586 ***
R^2	0.399	0.25	0.747	0.177	0.613	0.376	0.671	0.445	0.691	0.456	0.779
调整 R^2	0.383	0.23	0.739	0.156	0.602	0.36	0.662	0.43	0.683	0.442	0.773
F	25.198 ***	12.642 ***	102.941 ***	8.171 ***	55.289 ***	22.868 ***	71.306 ***	30.383 ***	78.225 ***	31.814 ***	123.320 ***

* $p<0.1$ ** $p<0.05$ *** $p<0.01$

(2) 合作机构的中介效应

与上文类似,经检验 CSCD 机构数量在 CSCD 合作度与 CSCD 论文产出各指标之间都起到了中介作用(表 4-20)。



表 4- 20CSCD 论文中合作机构的中介效应检验结果

模型	1	2	3	4	5	6	7	8	9
自变量/ 因变量	CSCD 机构 数量	CSCD 年均绝对发 文量		CSCD 年均相对 发文量		CSCD 年均被引 量		CSCD 年均使用 量	
CSCD 合作 度	0.787 ***	0.128 *	-0.263 ***	-0.092 ***	-0.262 ***	0.232 ***	0.095 *	0.334 ***	0.386 ***
CSCD 机构 数量			0.497 ***		0.216 ***		0.173 ***		-0.067 ***
R ²	0.245	0.155	0.659	0.2	0.616	0.221	0.332	0.347	0.361
调整 R ²	0.223	0.13	0.648	0.177	0.603	0.198	0.311	0.328	0.34
F	11.106 ***	6.263 ***	60.875 ***	8.579 ***	50.518 ***	9.702 ***	15.690 ***	18.181 ***	17.796 ***

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

表 4-21 模型 2、3 中，SCI 合作度对 SCI 年均绝对发文量的影响系数为 0.09 且不显著，符合中介检验程序中的 a、b 系数至少一个不显著的情形，经过 Sobel test 检验显示 $z=11.987$ ， $p=0.000<0.01$ ，说明 SCI 基金资助的中介效应显著；因此，SCI 机构数量在 SCI 合作度与 SCI 论文产出各指标之间都起到了中介作用，假设 H1-9 得到验证。

表 4- 21SCI 论文中合作机构的中介效应检验结果

模型	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
自变量/ 因变量	SCI 机 构数量	SCI 年均绝对发 文量		SCI 年均相对发 文量		SCI 年均被引量		SCI 年均使用量		SCI_g 指数 Ln	
SCI 合作 度	1.425 ***	0.09	-0.639 ***	-0.138 ***	-0.494 ***	0.644 ***	-0.485 ***	0.751 ***	-0.294 **	0.338 ***	-0.562 ***
SCI 机构 数量			0.511 ***		0.250 ***		0.793 ***		0.733 ***		0.632 ***
R ²	0.565	0.25	0.583	0.177	0.549	0.376	0.617	0.445	0.613	0.456	0.686
调整 R ²	0.554	0.23	0.571	0.156	0.537	0.36	0.606	0.43	0.602	0.442	0.677
F	49.281 ***	12.642 ***	48.747 ***	8.171 ***	42.591 ***	22.868 ***	56.172 ***	30.383 ***	55.379 ***	31.814 ***	76.340 ***

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

4.4.5.2 调节效应检验

(1) 学术论文网络对基金资助中介的调节效应检验



①点度中心性的调节效应检验

表 4-22 中的模型 1 显示, CSCD 合作度*点度中心性交互项对 CSCD 基金数量的影响系数显著 ($\beta=0.105$, $p<0.1$), 表明 CSCD 点度中心性的调节效应可通过论文基金资助的中介作用实现, 再结合模型 3、5、7、9, 其对 CSCD 年均绝对发文量 ($\beta=0.079$, $p<0.01$)、CSCD 年均被引量 ($\beta=0.106$, $p<0.05$) 的调节显著, 而对 CSCD 年均相对发文量、CSCD 年均使用量的调节不显著, 假设 H1-11 能得到部分验证。

此外, 从模型 2、4、6、8 来看, CSCD 合作度*点度中心性交互项仅对 CSCD 年均绝对发文量 ($\beta=0.086$, $p<0.01$)、CSCD 年均被引量 ($\beta=0.114$, $p<0.01$) 的影响系数显著, 对 CSCD 年均相对发文量、CSCD 年均使用量影响不显著, 说明 CSCD 点度中心性仅在 CSCD 合作度和 CSCD 年均绝对发文量、CSCD 年均被引量之间起到了调节效应, 假设 H1-10 得到部分验证。

表 4-22 CSCD 点度中心性的调节效应检验结果

模型	1	2	3	4	5	6	7	8	9
自变量/ 因变量	CSCD 基 金数量	CSCD 年均绝对发 文量	CSCD 年均绝对发 文量	CSCD 年均相对 发文量	CSCD 年均相对 发文量	CSCD 年均被引 量	CSCD 年均被引 量	CSCD 年均使 用量	CSCD 年均使 用量
常数	2.018 ***	0.644 ***	0.498 ***	0.121	0.035	0.959 ***	0.812 ***	0.124	-0.052
CSCD 合作 度	-1.389 ***	-0.869 ***	-0.768 ***	-0.356 ***	-0.297 ***	-0.357 **	-0.256	0.451 **	0.572 ***
CSCD 点度 中心性	0.833 ***	0.334 ***	0.273 ***	0.209 ***	0.174 ***	-0.046	-0.107	-0.064	-0.136 *
CSCD 合作 度*点度中 心性交互 项	0.105 *	0.086 ***	0.079 ***	-0.009	-0.013	0.114 ***	0.106 **	-0.004	-0.013
CSCD 基金 数量			0.073 ***		0.042 ***		0.073 **		0.087 **
R ²	0.214	0.908	0.912	0.799	0.805	0.325	0.332	0.373	0.381
调整 R ²	0.193	0.905	0.908	0.792	0.798	0.302	0.307	0.351	0.358
F	10.196 ***	287.546 ***	280.429 ***	116.236 ***	112.141 ***	14.049 ***	13.500 ***	17.365 ***	16.753 ***

* $p<0.1$ ** $p<0.05$ *** $p<0.01$

表 4-23 中的模型 1 显示, SCI 合作度*点度中心性交互项对 SCI 基金数量的影响系数显著 ($\beta=0.083$, $p<0.1$), 表明 SCI 点度中心性的调节效应可通过论文基金资助的中介作用实现,



再结合模型 3、5、7、9、11，其对 SCI 年均绝对发文量、SCI 年均相对发文量、SCI 年均被引量、SCI 年均使用量、SCI_g 指数的调节效应系数均显著，假设 H1-11 得到验证。

此外，从模型 2、4、6、8、10 来看，SCI 合作度*点度中心性交互项对 SCI 年均绝对发文量、SCI 年均相对发文量、SCI 年均被引量、SCI 年均使用量、SCI_g 指数的调节效应系数均显著，说明 SCI 点度中心性在 SCI 合作度和 SCI5 项产出指标之间均起到了调节效应，假设 H1-10 得到验证。

表 4- 23 SCI 点度中心性的调节效应检验结果

模型	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
自变量/ 因变量	SCI 基 金数量	SCI 年均绝对发文 量	SCI 年均相对发 文量	SCI 年均被引量	SCI 年均使用量	SCI _g 指数					
常数	1.600 ***	1.590 ***	1.495 ***	0.598 ***	0.526 ***	1.623 **	1.165 *	2.733 ***	2.242 ***	1.891 ***	1.517 ***
SCI 合作度	-0.732 ***	-1.301 ***	-1.257 ***	-0.571 ***	-0.538 ***	-1.072 ***	-0.862 ***	-1.285 ***	-1.060 ***	-0.903 ***	-0.732 ***
SCI 点度中 心	0.672 ***	0.262 ***	0.222 ***	0.168 ***	0.138 ***	0.363 ***	0.17 ***	0.244 *	0.037 ***	0.398 ***	0.241 ***
SCI 合作度 * 点度中心 性交互项	0.083 *	0.152 ***	0.147 ***	0.033 **	0.029 *	0.181 ***	0.157 ***	0.246 ***	0.220 ***	0.108 ***	0.089 **
SCI 基金数 量			0.060 ***		0.045 ***		0.287 ***		0.307 ***		0.234 ***
R ²	0.83	0.901	0.904	0.714	0.719	0.699	0.713	0.712	0.726	0.812	0.826
调整 R ²	0.825	0.898	0.9	0.705	0.71	0.689	0.704	0.703	0.717	0.806	0.82
F	157.780 ***	296.059 ***	282.325 ***	80.650 ***	77.237 ***	74.967 ***	74.873 ***	80.133 ***	79.852 ***	139.340 ***	143.135 ***

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

②其他合作网络指标的调节效应检验

同理，中介中心性、特征向量中心性、结构洞调节指标的调节效应检验过程与点度中心性类似，为控制篇幅，本文不再一一赘述，仅列出检验结果的简化表格（见表 4-24、4-25）。



表 4- 24CSCD 中介中心性、特征向量中心性、结构洞调节效应检验结果

模型	1	2	3	4	5	6	7	8	9
自变量/因变量	CSCD 基金数量	CSCD 年均绝对发文量	CSCD 年均相对发文量	CSCD 年均被引量	CSCD 年均使用量				
CSCD 合作度*中介中心交互项	0.231	0.08	-0.011	-0.011	-0.051	0.103	0.077	-0.113	-0.104
					**	*		*	*
CSCD 基金数量			0.396		0.174		0.113		-0.038
			***		***		***		**
CSCD 合作度*特征向量交互项	0.918	0.322	-0.044	-0.024	-0.186	-0.321	-0.441	-0.553	-0.518
	**				***	**	***	***	***
CSCD 基金数量			0.399		0.176		0.130		-0.038
			***		***		***		**
CSCD 合作度*结构洞交互项	-0.077	-0.155	-0.127	-0.006	0.006	-1.479	-1.471	-0.796	-0.799
						***	***	*	*
CSCD 基金数量			0.374		0.159		0.103		-0.039
			***		***		***		**

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

表 4- 25SCI 中介中心性、特征向量中心性、结构洞调节效应检验结果

模型	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
自变量/因变量	SCI 基金数量	SCI 年均绝对发文量	SCI 年均相对发文量	SCI 年均被引量	SCI 年均使用量						SCIg 指数
SCI 合作度*中介中心交互项	0.826	0.162	-0.247	0.002	-0.177	0.389	-0.18	0.689	0.125	0.402	-0.076
	***		***		***			**		**	
SCI 基金数量			0.495		0.217		0.689		0.684		0.579
			***		***		***		***		***
SCI 合作度*特征向量交互项	0.706	0.158	-0.185	-0.039	-0.189	0.394	-0.085	0.772	0.304	0.386	-0.026
	***		**		***			***		**	
SCI 基金数量			0.486		0.213		0.679		0.664		0.583
			***		***		***		***		***
SCI 合作度*结构洞交互项	1.643	0.729	-0.075	0.24	-0.114	0.313	-0.8	0.624	-0.5	0.702	-0.224
SCI 基金数量			0.489		0.215		0.677		0.684		0.564



*** **

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$

(2) 学术论文网络对合作机构中介的调节效应检验

同理,按照上述验证方法,合作网络指标对合作机构中介的调节效应验证结果如表 4-26、4-27 所示。

表 4-26 CSCD 合作网络指标对合作机构中介的调节效应

模型	1	3	5	7	9
自变量/因变量	CSCD 机构数量	CSCD 年均绝对发文量	CSCD 年均相对发文量	CSCD 年均被引量	CSCD 年均使用量
CSCD 合作度*点度中心性交互项	0.224***	0.078***	-0.016	0.088**	-0.007
CSCD 机构数量		0.037**	0.032**	0.117***	0.015
CSCD 合作度*中介中心交互项	0.246*	-0.038	-0.063**	0.061	-0.098
CSCD 机构数量		0.480***	0.213***	0.170***	-0.060**
CSCD 合作度*特征向量交互项	0.113	0.267**	-0.049	-0.342**	-0.545***
CSCD 机构数量		0.490***	0.215***	0.178***	-0.065***
CSCD 合作度*结构洞交互项	-3.011***	1.275***	0.608***	-1.000**	-1.037**
CSCD 机构数量		0.475***	0.204***	0.159***	-0.080***

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$

表 4-27 SCI 合作网络指标对合作机构中介的调节效应

模型	1	2	3	4	5	6
自变量/因变量	SCI 机构数量	SCI 年均绝对发文量	SCI 年均相对发文量	SCI 年均被引量	SCI 年均使用量	SCIg 指数
SCI 合作度*点度中心性交互项	0.101*	0.140***	0.022	0.144**	0.219***	0.084**
SCI 机构数量		0.114***	0.105***	0.367***	0.267***	0.239***
SCI 合作度*中介中心交互项	0.176	0.071	-0.043	0.248	0.562**	0.293*
SCI 机构数量		0.515***	0.258***	0.803***	0.724***	0.621***
SCI 合作度*特征向量交互项	0.108	0.104	-0.065	0.311	0.697***	0.319**
SCI 机构数量		0.497***	0.246***	0.774***	0.700***	0.620***
SCI 合作度*结构洞交互项	-0.007	0.732	0.242	0.318	0.628	0.706
SCI 机构数量		0.495***	0.251***	0.764***	0.695***	0.585***

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$



4.4.5.3 检验结果汇总

将上文所有假设及中介效应、调节效应的检验结果汇总，可得到本章的假设检验结果，如表 4-28 所示。

表 4-28 假设检验结果汇总表

假设/ 是否得到验证	年均绝对发文量		年均相对发文量		年均被引量		年均使用量		g 指数
	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	CSCD	SCI	SCI
假设 H1-1	是	是	是	是	否	是	否	是	是
假设 H1-2	否	否	否	否	否	否	否	否	否
假设 H1-3	否	是	否	否	否	是	否	是	否
假设 H1-4	否	否	否	否	否	否	否	否	否
假设 H1-5	是	否	是	否	是	是	是	是	是
假设 H1-6	是	是	否	是	是	是	否	是	是
假设 H1-7	是	是	是	是	否	是	否	否	是
假设 H1-8	是	是	是	是	是	是	是	是	是
假设 H1-9	是	是	是	是	是	是	是	是	是
假设 H1-10									
点度中心性	是	是	否	是	是	是	否	是	是
中介中心性	否	否	否	否	是	否	是	是	是
特征向量中心性	否	否	否	否	是	否	是	是	是
结构洞	否	否	否	否	是	否	是	否	否
假设 H1-11									
点度中心性	是	是	否	是	是	是	否	是	是
中介中心性	否	是	否	是	否	否	否	否	否
特征向量中心性	否	是	是	是	是	否	是	否	否
结构洞	否	否	否	否	否	否	否	否	否
假设 H1-12									
点度中心性	是	是	否	否	是	是	否	是	是
中介中心性	否	否	是	否	否	否	否	否	否
特征向量中心性	否	否	否	否	否	否	否	否	否
结构洞	是	否	是	否	是	否	是	否	否

从总体上来看，大部分假设都得到了部分验证。

假设 H1-1、假设 H1-3 得到部分验证。学术论文网络点度中心性、特征向量中心性总体上与女性科技人才学术论文产出正相关。



假设 H1-2、H1-4 没有得到验证,即学术论文网络的中介中心性、结构洞与女性科技人才学术论文产出并未呈现显著正、负相关关系。由此可见,学术论文网络的中介中心性、结构洞并没有在学术论文产出中发挥显著作用,换言之,女性科技人才在学术论文网络中的资源中介作用以及资源控制能力和优势并没有发挥出来。

假设 H1-5、H1-6、H1-7 表明,基金资助、合作机构整体上与女性科技人才学术论文产出呈现正相关关系;论文合作度对女性科技人才的学术论文产出呈现负相关关系。

假设 H1-8、H1-9 显示基金资助、合作机构在论文合作程度与学术论文产出之间具有显著的中介作用。

假设 H1-10 验证结果表明学术论文网络的点度中心性、中介中心性、特征向量中心性、结构洞总体上在女性科技人才论文合作程与论文产出之间起到了调节作用。

假设 H1-11 验证结果表明,除了学术论文网络的结构洞之外,总体上点度中心性、中介中心性、特征向量中心性对女性科技人才论文合作度与论文产出之间的调节作用部分是通过基金资助的中介作用路径实现的。

假设 H1-12 验证结果表明,除了学术论文网络的特征向量中心性之外,总体上点度中心性、中介中心性、结构洞对女性科技人才论文合作度与论文产出之间的调节作用部分是通过合作机构的中介作用路径实现的。

4.4.6 学术论文网络的积累效应分析

学术论文网络中哪些指标可能对女性科技人才的科研产出产生一定积累效应?笔者以职称、博后经历、出国经历以及博士高校层次为分组变量,以 CSCD/SCI 年均绝对发文量、年均相对发文量、年均被引量、年均使用量、g 指数分别为因变量,参考朱婷钰^①等对积累效应的检验方法,对 485 名女性进行了分组回归,在回归结果中仅讨论在各分组变量均显著,且变量间回归系数差异也显著的变量情况。

4.4.6.1 CSCD 学术论文网络积累效应

在职称的分组回归中,以 CSCD 论文五个产出指标为因变量的回归结果显示,各学术论文网络指标在中级、副高、正高组均没有同时显著的情况。说明学术论文网络指标在职称分组中没有存在显著的积累效应。以博士高校层次的分组回归也没有存在显著的积累效应。

在博后经历的分组回归中(表 4-29),有博后经历组的 CSCD 点度中心性、CSCD 特征向量中心性、CSCD 机构数量的回归系数(标准化斜率)要比无博后经历组要大,说明其积累效应也较大。

在出国经历的分组回归中(表 4-30),有出国经历组的 CSCD 点度中心性、CSCD 特征向

^①朱婷钰,赵万里.玛蒂尔达效应与科学界的性别不平等——基于对中国科技工作者分层状况的调查研究[J].自然辩证法通讯,2017,39(05):8-18.



量中心性的回归系数(标准化斜率)要比无出国经历组要大,说明其积累效应也较大,但在 CSCD 基金资助方面却正好相反。

表 4- 29CSCD 论文按博士后经历分组回归系数差异检验表

因变量	自变量	组 1	组 2	组 1 回归 系数	组 2 回归 系数	差值	t 值	p 值
CSCD 年均绝对发文量	CSCD 点度中心性	无博士后	有博士后	0.379***	0.439***	-0.059	-4.258	0.000***
CSCD 年均相对发文量	CSCD 点度中心性	无博士后	有博士后	0.144***	0.186***	-0.041	-4.273	0.000***
CSCD 年均被引量	CSCD 特征向量中心性	无博士后	有博士后	-0.105**	-0.674***	0.569	5.06	0.000***
CSCD 年均被引量	CSCD 机构数量	无博士后	有博士后	0.073*	0.165**	-0.092	-2.275	0.023**
CSCD 年均使用量	CSCD 点度中心性	无博士后	有博士后	-0.114**	-0.455***	0.34	11.567	0.000***

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

表 4- 30 CSCD 论文按出国经历分组回归系数差异检验表

因变量	自变量	组 1	组 2	组 1 回归 系数	组 2 回归 系数	差值	t 值	p 值
CSCD 年均绝对发文量	CSCD 点度中心性	无出国	有出国	0.346***	0.440***	-0.094	-7.957	0.000***
CSCD 年均绝对发文量	CSCD 基金数量	无出国	有出国	0.089***	0.050**	0.039	3.29	0.001***
CSCD 年均相对发文量	CSCD 点度中心性	无出国	有出国	0.134***	0.179***	-0.045	-5.453	0.000***
CSCD 年均相对发文量	CSCD 基金数量	无出国	有出国	0.057***	0.033*	0.024	2.916	0.004***
CSCD 年均被引量	CSCD 特征向量中心性	无出国	有出国	-0.110**	-0.563***	0.453	4.668	0.000***
CSCD 年均使用量	CSCD 点度中心性	无出国	有出国	-0.132**	-0.216***	0.084	3.194	0.002***

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01



4.4.6.2SCI 学术论文网络积累效应

表 4-31SCI 论文按职称分组回归系数差异检验表显示,整体上高一级职称的 SCI 点度中心性的回归系数(标准化斜率)要比低一级职称的要大,说明其积累效应也较大。说明在合作网络规模上,职称越高其积累效应越大,同时这也是马太效应、资本提升效应的一种表现。

表 4- 31SCI 论文按职称分组回归系数差异检验表

因变量	自变量	组 1	组 2	组 1 回归 系数	组 2 回归 系数	差值	t 值	p 值
SCI 年均 绝对发文 量 SCI 年均 相对发文 量	SCI 点度 中心性	中级	副高	0.408***	0.437***	-0.03	-2.751	0.006***
		副高	正高	0.437***	0.574***	-0.137	-3.534	0.000***
		中级	副高	0.190**	0.147***	0.042	-1.817	0.070*
		中级	正高	0.190**	0.270***	-0.08	2.716	0.007***
		副高	正高	0.147***	0.270***	-0.122	-3.866	0.000***

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

表 4-32 SCI 论文按博后经历分组回归系数差异检验显示,有博后经历组的 SCI 点度中心性、SCI 机构数量的回归系数(标准化斜率)要比无博后经历组要大,说明这两个指标在有博后经历组的积累效应较大。

表 4- 32SCI 论文按博后经历分组回归系数差异检验表

因变量	自变量	组 1	组 2	组 1 回归 系数	组 2 回归 系数	差值	t 值	p 值
SCI 年均绝 对发文量	SCI 点度 中心性	无博后	有博后	0.481***	0.587***	-0.105	-6.928	0.000***
SCI 年均绝 对发文量	SCI 机构 数量	无博后	有博后	0.172***	0.100***	0.072	3.718	0.000***
SCI 年均相 对发文量	SCI 点度 中心性	无博后	有博后	0.195***	0.240***	-0.045	-3.917	0.000***
SCI 年均相 对发文量	SCI 机构 数量	无博后	有博后	0.135***	0.097***	0.038	2.593	0.010***
SCI 年均被 引量	SCI 点度 中心性	无博后	有博后	0.386***	0.761***	-0.374	-7.774	0.000***
SCI 年均使 用量	SCI 点度 中心性	无博后	有博后	0.357***	0.698***	-0.34	-6.371	0.000***



SCIg 指数	SCI 点度中心性	无博后	有博后	0.346***	0.539***	-0.193	-6.193	0.000***
SCIg 指数	SCI 机构数量	无博后	有博后	0.232***	0.144**	0.088	2.197	0.029**

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

表 4-33SCI 论文按出国经历分组回归系数差异检验结果显示,有出国经历组的 SCI 点度中心性、SCI 结构洞、SCI 基金数量的回归系数(标准化斜率)要比无出国经历组要大,说明其积累效应也较强,但在 SCI 特征向量中心性方面却正好相反。

表 4- 33SCI 论文按出国经历分组回归系数差异检验表

因变量	自变量	组 1	组 2	组 1 回归系数	组 2 回归系数	差值	t 值	p 值
SCI 年均绝对发文量	SCI 点度中心性	无出国	有出国	0.478***	0.538***	-0.059	-4.492	0.000***
SCI 年均绝对发文量	SCI_结构洞	无出国	有出国	0.345***	0.996***	-0.65	-4.329	0.000***
SCI 年均相对发文量	SCI 点度中心性	无出国	有出国	0.193***	0.216***	-0.023	-2.271	0.024**
SCI 年均相对发文量	SCI 结构洞	无出国	有出国	0.199*	0.579***	-0.38	-3.344	0.001***
SCI 年均被引量	SCI 点度中心性	无出国	有出国	0.334***	0.574***	-0.24	-5.738	0.000***
SCI 年均使用量	SCI 点度中心性	无出国	有出国	0.305***	0.563***	-0.258	-5.593	0.000***
SCI 年均使用量	SCI 特征向量中心性	无出国	有出国	0.679***	0.220**	0.459	2.822	0.005***
SCIg 指数	SCI 基金数量	无出国	有出国	0.113**	0.180**	-0.067	-2.071	0.039**

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

表 4-34SCI 论文按博士高校层级分组回归系数差异检验表明,SCI 点度中心性的回归系数(标准化斜率)985 高校组整体上要比 211 高校组、中科院组、国外高校组要大,显示较强的积累效应;但普通高校在 SCI 点度中心性方面的积累优势却比 985 高校、中科院、国外高校的更优一些。



表 4- 34SCI 论文按博士高校层级分组回归系数差异检验表

因变量	自变量	组 1	组 2	组 1 回归 系数	组 2 回归 系数	差值	t 值	p 值
SCI 年 均绝对 发文量		985 高校	中科院	0.551***	0.549***	0.001	2.002	0.047**
		985 高校	普通高校	0.551***	0.623***	-0.072	3.215	0.001***
		中科院	普通高校	0.549***	0.623***	-0.073	-4.07	0.000***
SCI 年 均相对 发文量	SCI 点度 中心性	985 高校	211 高校	0.227***	0.161***	0.066	2.185	0.030**
		985 高校	中科院	0.227***	0.226***	0.002	-2.764	0.006***
		985 高校	国外高校	0.227***	0.262***	-0.035	-2.898	0.004***
SCIg 指 数		普通高校	国外高校	0.271***	0.262***	0.009	3.019	0.003***
		985 高校	211 高校	0.463***	0.344***	0.12	-1.691	0.092*
		985 高校	中科院	0.463***	0.393***	0.07	2.064	0.040**
		中科院	国外高校	0.393***	0.495***	-0.102	2.306	0.022**

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

4.4.7 学术论文网络的动态影响分析

表示数据离散趋势或变化程度常用的指标包括方差、标准差、均值、极差、平均偏差、变异系数等，其中变异系数（Coefficient of Variation）是原始数据的标准差与平均值的比值，其计算方式可消除测量尺度和量纲的影响，可用于不同量纲数据之间的比较。变异系数可用于表征一组数据的离散趋势，也可以表示时间序列数据变化的动态变化，还可以用于分析不同数据之间的相对差异程度。变异系数不仅在经济计量研究领域应用广泛，在图情学界也常用于文献计量领域，如可用于计量比较人文社会科学学科论文产出的差异程度^①，还可以用于国内 31 个省域之间期刊论文产出空间格局的分布及演化特征^②，也可用于反映随着时间演变各国学术论文产出的变动差异程度^③。

女性科技人才在学术论文产出过程中，学术论文网络与论文产出会随着时间进展形成时间序列数据，可汇集成一定的发展趋势或动态演变的数列。为探讨女性科技人才学术论文网络与论文产出随时间演变的变动差异以及差异的影响关系，本文引入变异系数来表征学术论文网络中的产出时间、作者、机构、基金以及论文数量、被引、使用等变动情况。使用变异系数来表示时序变化，变异系数越大，表明该时序数组离散程度越大，动态变化越大。其中，发表年变异系数是指论文产出的年份所形成数列的变异系数，用于表示作者发表年的时间离散情况，

^①姜春林,刘则渊,刘树高.研究型大学人文社会科学学科论文产出差距的计量分析[J].科学学与科学技术管理,2006(01):92-98.

^②许林玉,杨建林.国内期刊论文产出时空分布与演化特征研究[J].现代情报,2020,40(04):128-135+177.

^③刘虹,李煜.时序视域下图情领域重要国家的学术贡献研究[J].图书情报工作,2018,62(23):87-96.



其数值越大表明发表的时间间隔较长或较离散。作者变异系数、机构变异系数、基金变异系数是指有论文产出的每个年份的论文作者数、合作机构数、资助基金数所形成的数列的变异系数，用于表示论文合作网络的论文作者规模、合作机构规模、资金资助规模的离散程度和动态变动情况。绝对论文变异系数、相对论文变异系数表示各年发表的绝对论文数、相对论文数的总体离散程度和动态变动情况。年均被引变异系数、年均使用变异系数是指每个发表年所发表的论文截止数据收集年的年均被引次数、年均使用次数的和所形成的数列的变异系数。

4.4.7.1CSCD 论文网络动态性影响分析

(1) 相关性分析

表 4-35 CSCD 论文的各指标相关分析显示，除 CSCD 机构变异系数与 CSCD 年均被引变异系数、CSCD 年均使用变异系数没有显著相关外，其余各指标都显著相关。

表 4-35CSCD 论文网络动态性指标相关性

	CSCD 绝对论文变异系数	CSCD 相对论文变异系数	CSCD 年均被引变异系数	CSCD 年均使用变异系数
CSCD 发表年变异系数	0.156***	0.200***	0.291***	0.281***
CSCD 作者变异系数	0.687***	0.505***	0.180***	0.154***
CSCD 机构变异系数	0.592***	0.458***	0.038	-0.024
CSCD 基金变异系数	0.376***	0.332***	0.233***	0.236***

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$

(2) 回归分析

以学科、区域、生理年龄、职业年龄、工作单位层次、博士高校层次等作为控制变量，对 CSCD 论文网络动态性指标进行回归分析显示（表 4-36），CSCD 发表年变异系数对 CSCD 年均被引变异系数、CSCD 年均使用变异系数有显著的正向影响。

CSCD 作者变异系数、CSCD 机构变异系数、CSCD 基金变异系数同样对 CSCD 绝对论文变异系数、CSCD 相对论文变异系数、CSCD 年均被引变异系数、CSCD 年均使用变异系数有显著的影响，说明 CSCD 学术论文网络的动态性总体上会正向影响 CSCD 论文产出的动态性。且从回归系数来看，CSCD 作者数的动态变化对 CSCD 年均使用的动态性影响最大。

表 4-36CSCD 论文网络动态性指标 OLS 回归结果

	CSCD 绝对论文变异系数	CSCD 相对论文变异系数	CSCD 年均被引变异系数	CSCD 年均使用变异系数
常数	-0.149** (-2.043)	0.175** (-2.25)	0.550*** (-3)	-0.237 (-0.950)



CSCD 发表年变异系数	-9.526 (-0.937)	17.544 (-1.62)	125.419*** (-4.915)	109.867*** (-3.162)
CSCD 作者变异系数	0.463*** (-8.998)	0.246*** (-4.487)	0.341*** (-2.637)	0.622*** (-3.535)
CSCD 机构变异系数	0.010*** (-3.786)	0.009*** (-3.229)	-0.014** (-2.042)	-0.035*** (-3.904)
CSCD 基金变异系数	0.102*** (-3.324)	0.104*** (-3.207)	0.190** (-2.482)	0.259** (-2.484)
样本量	401	401	401	401
R^2	0.538	0.318	0.169	0.222
调整 R^2	0.52	0.292	0.136	0.192
F 值	29.875***	11.978***	5.209***	7.336***

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$ 括号里面为 t 值, 控制变量省略。

4.4.7.2SCI 论文网络动态性影响分析

(1) 相关性分析

表 4-37SCI 论文的各指标相关分析显示, SCI 出版年变异系数、SCI 作者变异系数、SCI 机构变异系数、SCI 基金变异系数与 SCI 绝对论文变异系数、SCI 相对论文变异系数、SCI 年均被引变异系数、SCI 年均使用变异系数各指标都显著相关。说明它们存在一定的影响关系。

表 4-37SCI 论文网络动态性指标相关性

	SCI 绝对论文 变异系数	SCI 相对论文 变异系数	SCI 年均被引 变异系数	SCI 年均使用 变异系数
SCI 出版年变异系数	0.212***	0.183***	0.349***	0.354***
SCI 作者变异系数	0.607***	0.380***	0.211***	0.317***
SCI 机构变异系数	0.261***	0.190***	0.121***	0.203***
SCI 基金变异系数	0.388***	0.300***	0.412***	0.434***

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$

(2) 回归分析

SCI 论文网络动态性指标回归分析显示(表 4-38), SCI 发表年变异系数对 SCI 年均被引变异系数、SCI 年均使用变异系数有显著的正向影响, 但对绝对论文和相对论文的变异系数无影响。SCI 机构变异系数对各论文产出的指标无显著影响。SCI 作者变异系数、SCI 基金变异系数对 SCI 绝对论文变异系数、SCI 相对论文变异系数、SCI 年均被引变异系数、SCI 年均使用变异系数有显著的影响, 说明 SCI 学术论文网络中的作者规模、基金资助的动态变化总体上会正



向影响 SCI 论文产出的动态变化，且从回归系数来看，SCI 作者数的动态性对 SCI 绝对论文的动态产出影响最大，SCI 基金数量的动态性对 SCI 年均被引的动态性影响最大。

表 4-38SCI 论文网络动态性指标 OLS 回归结果

	SCI 绝对论文 变异系数	SCI 相对论文变 异系数	SCI 年均被引 变异系数	SCI 年均使 用变异系数
常数	0.274*** (-3.845)	0.484*** (-5.868)	0.508*** (-3.334)	0.457*** (-3.846)
SCI 出版年变异系数	-10.773 (-0.699)	3.309 (-0.186)	161.504*** (-4.906)	94.637*** (-3.685)
SCI 作者变异系数	0.345*** (-12.689)	0.188*** (-5.974)	0.108* (-1.866)	0.182*** (-4.019)
SCI 机构变异系数	0.007 (-0.602)	0.008 (-0.583)	-0.007 (-0.286)	0.014 (-0.753)
SCI 基金变异系数	0.154*** (-5.415)	0.125*** (-3.812)	0.292*** (-4.813)	0.237*** (-5.008)
样本量	458	458	458	458
R^2	0.439	0.201	0.261	0.281
调整 R^2	0.42	0.173	0.236	0.257
F 值	23.061***	7.393***	10.393***	11.532***

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$ 括号里面为 t 值，控制变量省略。

4.5 学术论文网络对学术论文产出的影响组态分析

4.5.1 学术论文网络的组态模型

前文第 2 章的学术网络与科研产出相关研究表明网络社会资本、网络强弱关系、网络结构位置、网络规模等对科研产出均有影响，而笔者在第 3 章所选择的学术论文网络指标经过统计检验，大部分对科研产出也有直接的影响。这为本章构建基于学术论文网络对女性科技人才论文产出影响的组态模型提供了一定参考。本文将学术论文网络因素总体分为两个层面，一个层面是网络空间层面，另一个层面是网络组织层面。两个层面可综合组成影响女性科技人才论文产出的学术网络因素模型。

4.5.1.1 空间分布层面

网络空间层面的学术网络影响因素，主要用于体现女性科技人才作为网络行动者在合著网络中的地位和对网络其他节点的影响与联系，其包括三个具体层面。



(1) 网络位置

在学术网络中,处在网络中心位置的网络行动者,往往与其他多个网络行动者有合作关系,此时,该网络行动者可通过网络内部关系,与多人联系并可低成本获取知识资源或容易建立合作关系。现有研究显示,位置嵌入、关系嵌入和结构嵌入可对论文发表数、论文被引频次等的科研产出产生重要影响^①。因此,网络位置对科研产出的影响非常重要,处于较高水平的位置嵌入的网络行动者,其网络地位可为其获得更多网络资源,从而促进其科研产出。

(2) 网络结构

网络结构是指网络结构嵌入,可用结构洞指标来衡量。结构洞是网络中拥有互补的信息来源的两个行动者之间未直接连接形成的空缺或洞穴,占据这一空缺位置,可形成一种结构嵌入,并在其中获取网络资源。Burt 提出的结构洞理论,较好地解释了社会资本差异的根源,具体而言,占据结构洞位置的行动者往往具有强大的信息控制优势,其可通过连接之前未连接的两个行动者来获取、整合、控制资源,占据结构洞越多,其所具有的结构性优势越大,获得合作机会和合作资源越多,可为促进科研产出带来更多优势。

(3) 网络特征向量

网络特征向量主要来源于节点的特征向量中心性,特征向量中心性从特征向量的角度描述了一个节点的重要性不仅仅来自于其邻居节点的数量,也来自于其邻居节点的重要性,如果与其连接的邻居节点都是很重要的节点,那么该节点也是很重要的。特征向量中心性从数量和重要性上描述了节点在网络上的空间特征,而先前研究亦表明,特征向量中心性是促进高被引论文产出重要的影响因素^②。

4.5.1.2 组织构成层面

网络组织层面的学术网络影响因素,主要用于表征女性科技人才作为网络行动者在合著网络中所获得的合作机会、合作资源以及合作支持,由此来反映组织因素对科研产出的影响。具体而言可包括三个具体层面。

(1) 网络多元合作

网络多元合作主要是指学术网络中存在不同的机构参与合作,形成了多元化的合作现象。在现实中,不同机构所拥有的资源不尽相同,即使是同一个一级单位下的二级机构,它们所掌握的资源也具有差异性,这些资源往往可以形成资源共享、优势互补。以往研究已经多方证实,合作多元化往往带来更高的产出,因为多元化合作不仅仅是机构资源的多样化,同时带来的是合作人员的多元化以及智力、显性知识、隐性知识的丰富化,所谓集思广益,取长补短,优势互补,合作共赢即是合作多元化很好的说明。

^①李文聪,何静,董纪昌.网络嵌入视角下国内外合作对科研产出的影响差异——以中国干细胞研究机构为例[J].科学学与科学技术管理,2017,38(01):98-107.

^②涂静,李永周,张文萍.国际合作网络结构与高被引论文产出的关系研究[J].图书馆杂志,2019,38(07):69-75.



(2) 网络关系

在学术网络中,学者之间通过合著、引用等关系形成了学术网络关系,其中有的合作频次、合作深度和广度较高,形成了较为紧密的强关系,有的学者合作频次较低,合作深度较浅,合作广度不广而表现为较为稀疏的弱关系。网络关系强度的研究表明,在网络中的强连接关系,可为联结者带来更多的合作机会、合作资源以及合作支持,并同时带来丰富多样的显性知识和隐性知识。由此可见,关系嵌入可对科研产出产生较强的影响,网络关系较强的关系嵌入可为学术论文合作提供更多的优势资源和合作机会,从而影响学术论文的产出。

(3) 网络支持

网络支持一般是指人、财、物等方面的支持,在网络多元合作、网络关系方面已经基本包含人、物方面的支持,因此本文所说的网络支持,主要是指对科研产出有直接资助的项目基金。一般来说,项目基金可提供科研活动过程所需要的人力、物力等各方面的经费,使得科研活动得以顺利开展,继而科研成果得以顺利产出。科研人员在获得项目基金资助前后,科研产出往往呈现持续增长的规律^①。因此本文以网络支持作为网络组织的影响因素之一,以分析其对女性科技人才科研产出的影响。

基于学术论文网络空间层面和网络组织层面的细分,本文初步形成了一个组态视角下的学术论文网络组态模型,如图 4-8 所示,基于组态理论,网络空间层面和网络组织层面的六个具体要素可协同互动、相互组合,并根据原始数据分析后形成组态匹配,归纳出前因变量和结果变量的因果作用机制,以此分析女性科技人才高论文产出和非高论文产出的影响组态效应。

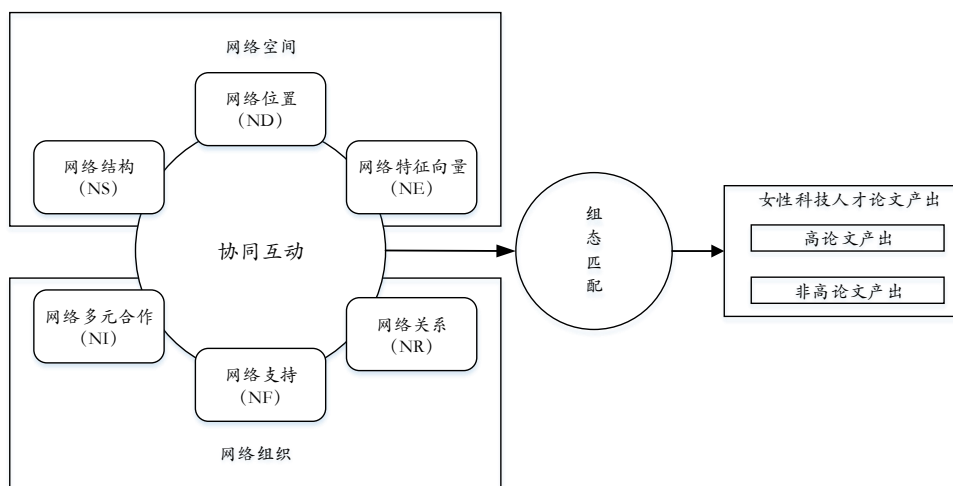


图 4-8 学术论文网络对论文产出影响的组态模型

4.5.2 变量及数据选取

^①田人合,张志强,高志.基于分段线性回归模型的科学家个人科研产出规律研究——以杰青基金地球科学项目为例[J].图书情报工作,2018,62(01):106-116.



4.5.2.1 结果变量

组态分析一般选择一个结果变量以便于组态效应的分析和解释。本文在前文选择论文产出指标有绝对发文量、相对发文量、引用量和使用量,这四个指标都为单一指向的指标,若只使用其中之一作为组态分析的结果变量,结果变量代表性不强。为了较全面地表征高论文产出或非高论文产出这一结果变量,本章使用综合发文和引用的综合指标 g 指数作为结果变量。

4.5.2.2 条件变量

根据上文,以网络空间、网络组织 6 个因素作为条件变量,并进行具体化,在具体化过程中,一方面选择尽量匹配网络维度的指标和具有具体表征实际意义的指标,另一方面参考前文各网络指标变量对 g 指数的相关性分析和回归分析结果,选择相关性强且回归系数绝对值较大的变量。

(1) **网络位置**。网络位置采用女性科技人才学术论文网络的点度中心性来表征,点度中心性可指征行动者在网络中的位置嵌入。

(2) **网络特征向量**。网络特征向量采用女性科技人才学术论文网络的特征向量中心性作为度量指标。

(3) **网络结构**。网络结构本文采用女性科技人才学术论文网络的结构洞约束系数来表征,结构洞约束系数可表征行动者在网络中的结构嵌入。

(4) **网络关系**。网络关系本文采用女性科技人才学术论文网络的平均关系强度来表征,平均关系强度是作者与所有合著者的合著频次之和与合著者人数的比值,平均关系强度代表的是关系嵌入。具体计算公式为:

$$NR = \frac{\sum_{i=1}^n C_{ij}}{n} \quad (\text{公式 4-8})$$

其中, C_{ij} 表征作者 j 与合著者 i 合作频次总和, n 表示 j 的合著者人数。

(5) **网络多元合作**。网络多元合作本文采用女性科技人才学术论文网络的合作机构数量来表征,机构数量越多,表明其网络合作越多元化。

(6) **网络支持**。网络支持采用女性科技人才学术论文网络的基金数量表示,项目资助基金数越多,该女性科技人才获得的网络支持越多。

4.5.2.3 数据来源

本节主要使用采集的女性科技人才 SCI 论文数据,去掉发文量较少的个体,最终选择了 468 条数据作为本章节分析数据集。选择该数据集的原因:一是物理、地理、生态、计算机四个学科的女性科技人才中文 CSCD 论文发表较为分散,且绝对发文量 0、1 等低发表数据较多;二是四个学科的女性科技人才发文倾向偏好于 SCI 论文,使用 SCI 论文来做分析,更具有代表性。

4.5.3 学术论文网络的组态效应分析



4.5.3.1 模糊集数据校准

在 fsQCA 分析前, 需要将分析案例赋予集合隶属度, 即数据校准。数据校准是研究者在充分的理论依据和实践经验基础上, 设置完全隶属、交叉点、完全不隶属 3 个临界值, 调整变量数据, 使变量数据转化为[0, 1]之间的集合隶属。数据校准的方法一般有实际含义法(如国际通的标准)和直接校准法(也叫分位数法)。本文参考 Ragin^①提出的直接校准法, 采用其对完全隶属点、交叉点、完全不隶属点分别确定的隶属度 0.95、0.5、0.05 三个锚点, 即对案例的变量数据取 95%分位数、50%中位数、5%分位数的值, 来对变量数据进行数据校准。本文使用 SPSS Statistics 26 对数据进行频数分析和计算, 分别确定每个条件变量的三个锚点, 如表 4-39 所示。再将结果输入 fsQCA3.0 计算各案例对应各变量的隶属度值。

表 4-39 学术论文网络各变量的校准值

结果变量/条件变量	完全隶属 (95%)	交叉点 (50%)	完全不隶属 (5%)
网络关系	4.301	1.958	1.111
网络位置	517.300	109.000	13.000
网络特征向量	89.001	74.489	50.956
网络结构	0.382	0.135	0.047
网络多元合作	77.100	18.000	4.000
网络支持	165.550	41.000	5.450
g 指数	42.000	14.000	2.450

4.5.3.2 单项前因条件必要性分析

在运用 fsQCA3.0 软件进行案例多条件变量组态分析前, 需要对单项前因条件进行必要性分析, 以检验每一单项前因条件是否为结果变量的必要条件, 主要通过 fsQCA 的一致性和覆盖度指标来衡量。一致性可反映结果变量对单项前因条件的需要程度, 覆盖度则表示可以表征单项前因条件存在必要性的案例样本量。通常认定必要条件需要达到 0.9 的一致性分数, 并且具有足够的覆盖度^②。

通过使用 fsQCA3.0 软件对单项前因条件必要性分析(表 4-40), 在高论文产出的必要条件分析中, 暂无条件变量的一致性大于 0.9, 说明没有单项的前因条件可以解释非高论文产出。在非高论文产出的必要条件分析中, ~网络位置、~网络支持的一致性值均高于 0.9, 其余条件变量的一致性值均小于 0.9。可见, ~网络位置、~网络支持变量缺乏或不存在是非高论文产出

^①Ragin C C, Fiss P C. Net effects analysis versus configurational analysis: An empirical demonstration[J]. Redesigning social inquiry: Fuzzy sets and beyond, 2008, 240: 190-212.

^②Douglas E J, Shepherd D A, Prentice C. Using fuzzy-set qualitative comparative analysis for a finer-grained understanding of entrepreneurship[J]. Journal of Business Venturing, 2020, 35(1):105970.



的必要条件。

表 4- 40 产生高论文产出和非高论文产出的必要条件分析结果

条件变量	结果变量 g		结果变量~g	
	Consistency	Coverage	Consistency	Coverage
网络关系	0.781966	0.782417	0.49815	0.584572
~网络关系	0.584811	0.498396	0.814585	0.814185
网络特征向量	0.70965	0.635143	0.621489	0.652362
~网络特征向量	0.611582	0.579422	0.65241	0.724919
网络结构	0.481955	0.489282	0.700944	0.834571
~网络结构	0.837048	0.704713	0.571056	0.563857
网络多元合作	0.817859	0.859229	0.422155	0.520152
~网络多元合作	0.543254	0.444941	0.88575	0.850822
网络支持	0.854129	0.884467	0.427891	0.51966
~网络支持	0.536136	0.444148	0.90487	0.879157
网络位置	0.857894	0.884713	0.423885	0.512678
~网络位置	0.52745	0.4384	0.90468	0.881886

注：“~”表示逻辑非，即该条件变量的非高水平，或者表示该变量缺乏或不存在。下同。

4.5.3.3 真值表构建

本研究包含 6 个条件变量，通过 fsQCA3.0 软件的真值表算法进行运算，最终可以产生 2^6 (=64) 条组合路径。一般来说，大样本数据（如超过 100 个）需要设定更高的案例频数阈值（大于 1），并至少保留 75% 的观察样本。参考 C. C. Ragin 的研究方案^①并结合本研究的实际情境，将原始一致性阈值设为 0.8，PRI 一致性阈值设为 0.7，案例频数阈值设为 5（保留了 85% 的观察案例），形成满足阈值要求的条件组合的真值表。真值表显示没有出现结果不确定的“无关结果组态”，也没有同一组态分属不同案例的“矛盾组态”，因此，可以进行下一步分析。

4.5.3.4 条件组态分析

（1）条件组态构型结果

对真值表进一步分析，获得三类分析结果，复杂解、中间解和简约解。中间解包括了有实际观察案例的组态和具有理论或实际知识支持的“容易的逻辑余项”，相对于复杂解和简单解，中间解合理有据、复杂度适中，更具有普适意义，适合 QCA 研究中的诠释^②。本文采用中间

^① Ragin C C. Redesigning social inquiry: Fuzzy sets and beyond[M]. Chicago: University of Chicago Press, 2008:109-146.

^② Santoro, Michael D., and Shanthi Gopalakrishnan. Relationship dynamics between university research centers and industrial firms: Their impact on technology transfer activities[J]. The Journal of Technology Transfer, 2001 ,26 (1): 163-171.



解来分析相关组态结果。此外，在 QCA 分析中那些既在简约解又在中间解中出现的条件为核心条件，只在中间解中出现的条件为边缘条件。

由此，得到了高论文产出和非高论文产出的条件组态构型，见表 4-41。每一纵列表示一种条件组态，共呈现了四条高论文产出的组态（Ha、Hb、Hc、Hd），三条非高论文产出的组态（NHa、NHb、NHc）。

表 4-41 产生高论文产出和非高论文产出的条件组态构型

条件变量	高论文产出				非高论文产出		
	Ha	Hb	Hc	Hd	NHa	NHb	NHc
网络位置	•	●	•		⊗	⊗	⊗
网络特征向量		●		•		○	
网络结构	○			○			•
网络关系		●	•	○	○	○	
网络多元合作	●		●	●	○		○
网络支持	●	•	●	●	⊗	⊗	⊗
原始覆盖度	0.679677	0.536694	0.621336	0.397234	0.716684	0.535753	0.653182
唯一覆盖度	0.0701663	0.0432614	0.0112866	0.0136032	0.0534421	0.0298995	0.0861717
解的一致性	0.950327	0.953409	0.967749	0.955967	0.958189	0.957745	0.946427
总体覆盖度	0.789966				0.832755		
总体一致性	0.928108				0.934477		

注：“●”表示核心条件存在；“•”表示边缘条件存在；“⊗”表示核心条件缺失。“○”表示边缘条件缺失；空白表示该条件是否出现对结果无影响。

在高论文产出的四条组态中，其解的一致性为 0.928，表明满足 Ha、Hb、Hc、Hd 条件组态的女性科技人才案例中，有 92.8% 的女性科技人才呈现较高水平论文产出；其解的覆盖度为 0.789，表明 78.9% 的高论文产出案例可以被 Ha、Hb、Hc、Hd 条件组态解释。

在非高论文产出的组态中，NHa、NHb、NHc 三个条件组态有 93.4% 的女性科技人才呈现非高论文产出，可以解释 83.9% 的非高论文产出女性科技人才案例。

（2）高论文产出的组态分析

①Ha 路径

Ha 路径可表示为“网络位置*~网络结构*网络多元合作*网络支持”，是网络位置支持下的网络多元合作、网络支持驱动模式。该路径表明，拥有良好网络位置嵌入和较高的网络多元合作、网络支持的女性科技人才，即使网络结构嵌入水平不高或缺，仍具有较高的论文产出能



力。在这些论文产出条件中，网络位置、~网络结构是边缘条件，网络多元合作、网络支持是核心条件。Ha 路径能解释该路径 67.9%的高论文产出案例，其中 7%的高论文产出案例能唯一被该路径所解释。图 4-9 展示了 Ha 路径所解释的个体案例分布情况，图中每个点的标签有四个内容信息分别用左斜杠分隔，第一个数字是案例 ID 号，第二个是工作单位层级，第三个是该案例的职业年龄，第四个是该案例的职称（下图同）。由图可看出，Ha 路径所解释的个体案例主要分布在 985 高校、中科院中的正高级职称女性科技人才群体。

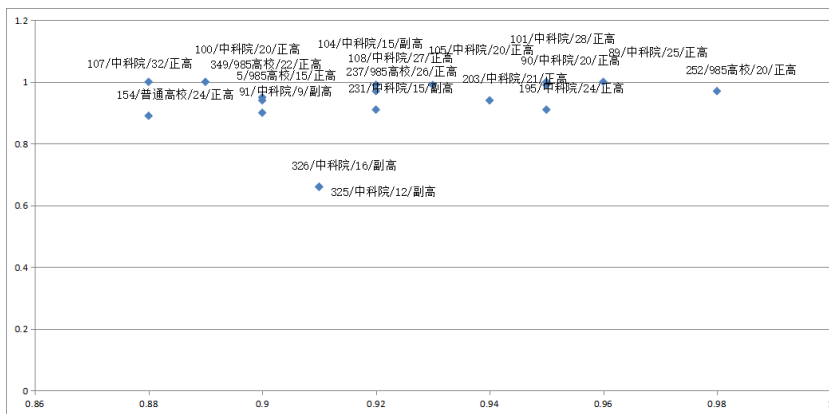


图 4- 9Ha 路径所解释的个体案例分布情况

②Hb 路径

Hb 路径可表示为“网络位置*网络特征向量*网络关系*网络支持”，是网络支持协助下的网络位置、网络特征向量、网络关系驱动模式。该路径表明，拥有良好网络支持和较高水平的网络位置、网络特征向量、网络关系的女性科技人才，具有较高的论文产出能力。该路径中，网络位置、网络特征向量、网络关系是核心条件，网络支持是边缘条件，即网络位置、网络特征向量、网络关系条件联合更能充分解释该路径中女性科技人才高论文产出的情况。Hb 路径能够解释 53.7%的高论文产出案例，同时有 4.3%的高论文产出案例仅能被该路径所解释。图 4-10 展示了 Hb 路径所解释的个体案例分布情况，该路径所解释的个体案例主要分布在 985 高校、211 高校中的正高级职称女性科技人才群体，普通高校非常少。

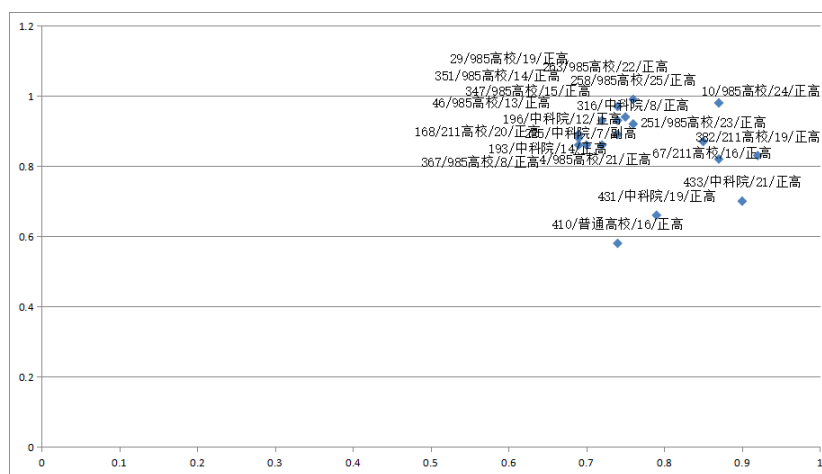


图 4- 10Hb 路径所解释的个体案例分布情况



③Hc 路径

Hc 路径可表示为“网络位置*网络关系*网络多元合作*网络支持”，是网络位置、网络关系支持下的网络多元合作、网络支持的驱动模式。Hc 路径表明，拥有良好的网络位置、网络关系和较高水平的网络多元合作、网络支持的女性科技人才，具有较高的论文产出能力。该路径中，网络位置、网络关系是边缘条件，网络多元合作、网络支持是核心条件。Hc 路径能解释该路径 62.1%的高论文产出案例，其中 1.1%的高论文产出案例能唯一被该路径所解释。图 4-11 中，Hc 路径所解释的个体案例主要分布在 985 高校、211 高校、中科院中的正高级职称女性科技人才群体，普通高校非常少。

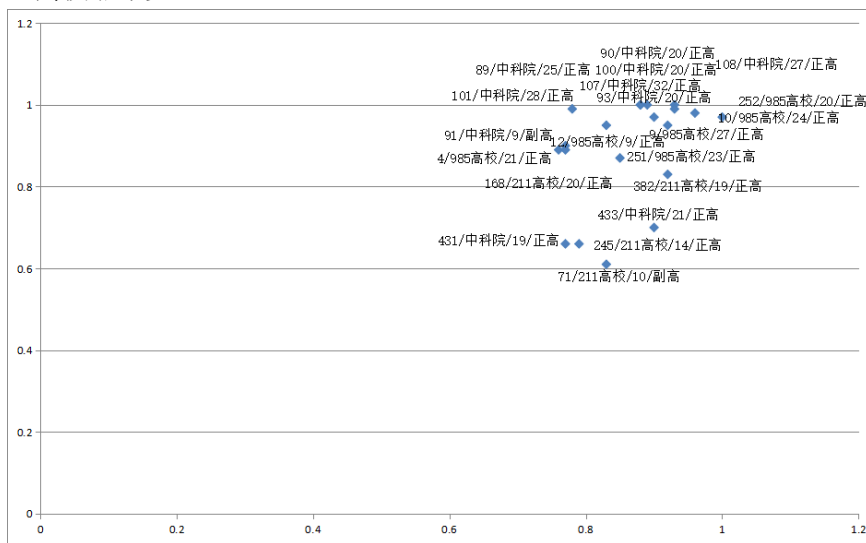


图 4- 11Hc 路径所解释的个体案例分布情况

④Hd 路径

Hd 路径可表示为“网络特征向量*~网络结构*~网络关系*网络多元合作*网络支持”，是网络特征向量支持下的网络多元合作、网络支持的驱动模式。Hd 路径表明，拥有良好的网络特征向量和较高水平的网络多元合作、网络支持，即使网络结构嵌入、网络关系嵌入水平不高或缺失的女性科技人才，仍可以具有较高的论文产出水平。Hd 路径中，网络特征向量、~网络结构、~网络关系是边缘条件，网络多元合作、网络支持是核心条件。Hd 路径能解释该路径 39.7%的高论文产出案例，其中 1.4%的高论文产出案例能唯一被该路径所解释。Hd 路径所解释的个体案例主要分布在 985 高校、211 高校中的正高级职称女性科技人才群体，只有个别普通高校的案例（图 4-12）。

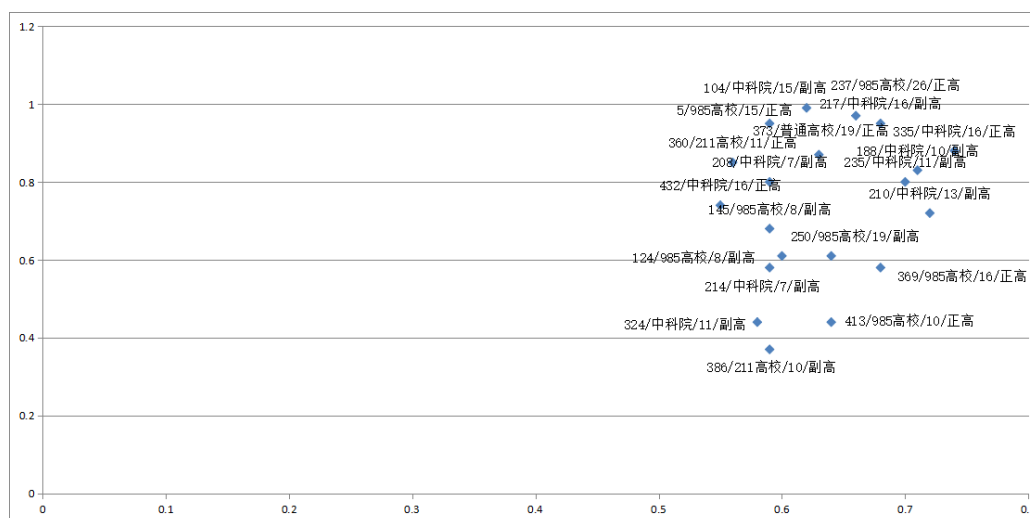


图 4- 12Hd 路径所解释的个体案例分布情况

(3) 非高论文产出的组态分析

①NHa

NHa 路径可表示为“~网络位置*~网络关系*~网络多元合作*~网络支持”，该路径表明，当女性科技人才在学术网络中欠缺网络位置、网络关系、网络多元合作、网络支持时，其难以产生较高水平的论文产出。NHa 路径中，网络特征向量、网络结构存在与否对非高论文产出无影响；换言之，在网络位置、网络关系、网络多元合作、网络支持等条件缺乏的情况下，女性科技人才即使有较高的网络特征向量、网络结构水平，也难以产生较高的论文产出。NHa 组态路径能够解释 71.6%的非高论文产出案例，但仅有 5.3%的案例能唯一被该路径解释。图 4-13 展示了 NHa 路径所解释的个体案例分布情况，该路径所解释的个体案例主要分布在普通高校的女性科技人才副高群体，同时也有部分 985 高校、211 高校的副高、中级职称群体，该群体职业年龄不高。

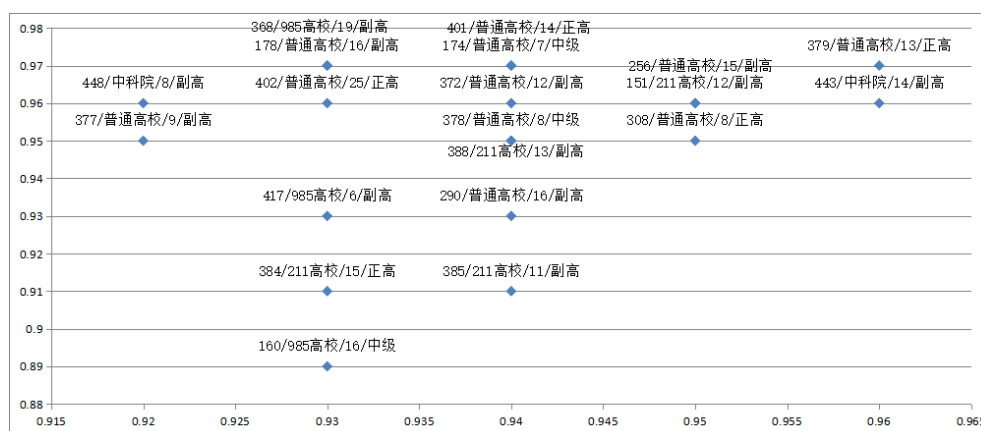


图 4- 13NHa 路径所解释的个体案例分布情况



②NHb

NHb 路径可表示为“~网络位置*~网络特征向量*~网络关系*~网络支持”，该路径表明，当女性科技人才在学术网络中欠缺网络位置、网络特征向量、网络关系、网络支持时，其难以产生较高水平的论文产出。NHb 路径中，网络结构、网络多元合作存在与否对非高论文产出无影响；换言之，在网络位置、网络特征向量、网络关系、网络支持等条件缺乏的情况下，女性科技人才即使有较高的网络结构、网络多元合作水平，也难以产生较高的论文产出。NHb 组态路径能够解释 53.5%的非高论文产出案例，但仅有 2.98%的案例能唯一被该路径解释。NHb 路径所解释的个体案例主要分布在普通高校的中级、副高群体，该群体整体职业年龄较低(图 4-14)。

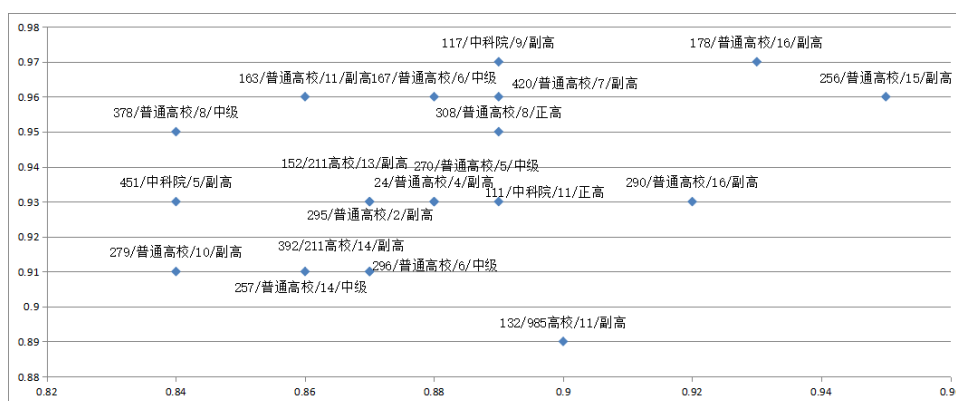


图 4- 14NHb 路径所解释的个体案例分布情况

③NHc

NHc 路径可表示为“~网络位置*~网络结构*~网络多元合作*~网络支持”，该路径表明，当女性科技人才在学术网络中欠缺网络位置、网络多元合作、网络支持时，即使其网络结构嵌入水平较高，仍难以产生较高水平的论文产出。NHc 路径中，网络特征向量、网络关系存在与否对非高论文产出无影响；换言之，在网络位置、网络多元合作、网络支持等条件缺乏的情况下，女性科技人才即使有较高的网络结构和网络特征向量、网络关系水平，也难以产生较高的论文产出。NHc 组态路径能够解释 65.3%的非高论文产出案例，但仅有 8.6%的案例能唯一被该路径解释。图 4-15 中，NHc 路径所解释的个体案例主要分布在普通高校的中级、副高群体，也有部分 211 高校、中科院的副高群体，该群体整体职业年龄主要集中在 16 及以下。

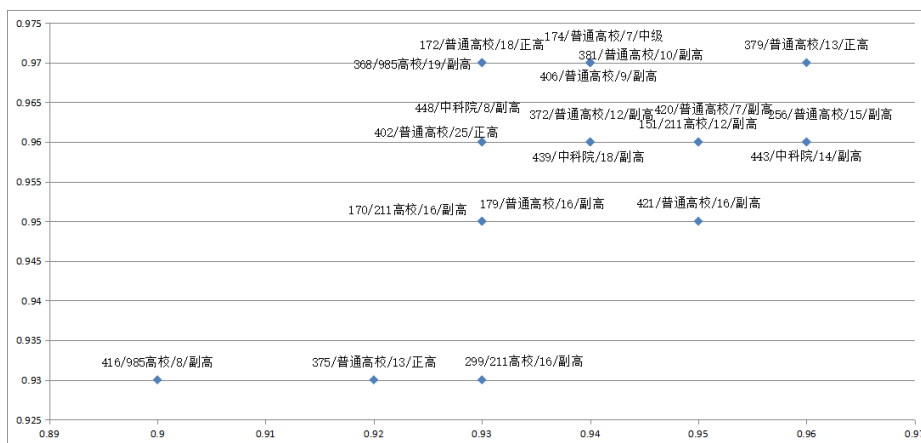


图 4- 15NHc 路径所解释的个体案例分布情况

此外, NHa、NHb、NHc 三条组态表明, 学术网络中的学术网络组织因素对女性科技人才论文产出的正向影响具有一定的复杂性, 也就是说, 学术网络组织因素对论文产出的作用并非直接性的, 而是有一定的间接性的。学术网络组织因素要与学术网络空间因素共同作用才能影响论文产出, 良好的网络组织因素并不能直接产生高的论文产出, 还需要网络空间因素的正向推动才能共同正向影响论文产出。

4.5.3.5 稳健性检验

条件组态的稳健性检验是 QCA 研究的重要环节, 其检验有多种方法, 较常用的是参数调整法, 如合理调整校准隶属度的阈值或案例频数阈值或一致性阈值等, 通过调整相关参数分析数据并与前期的组态结果进行比较, 来评估结果的稳健性。如果参数的调整没有导致组态的数量、组成部分以及一致性和覆盖度的实质性变化, 则可以认为条件组态分析结果是可靠的^①。本文参考现有的文献做法^②, 通过调整一致性阈值和校准隶属度的阈值来进行结果的稳定性检验。将真值表分析过程中的一致性阈值由 0.8 提高至 0.85 或 0.9, 得到的组态与原组态的数量、组成以及一致性和覆盖度均没有发生变化。再将校准隶属度的阈值锚点由原来的 95%、50%、5%调整为 90%、50%、10%后重新进行分析, 最后通过对比分析, 所得到 5 条高论文产出组态或是原条件组态的子集或是与原条件组态有相似的条件组合、一致性和覆盖率, 因此原条件组态结果是可靠的。

4.6 学术论文网络对学术论文产出效率的影响分析

基于技术效率视角, 本文以学术论文网络为主要观测维度, 对女性科技人才的学术论文网

^① Furnari S, Greckhamer T, Fiss P. Studying Configurations: Best Practices for Applying Qualitative Comparative Analysis (QCA)[J]. Academy of Management Annual Meeting Proceedings, 2018(1):12293.

^② Wu, J., An, W., Zheng, X., & Zhang, J. How business model designs influence firm growth in a transforming economy: A configurational perspective[J]. Management and Organization Review, 2021,17(2), 226-253.



络产出进行效率测度,为清晰地分析不同学术论文网络产出不同学术论文的效率,笔者分别对 CSCD 论文和 SCI 论文进行测度。

4.6.1 学术论文网络的投入与产出指标

学术论文网络投入指标的选取应是能指征学术网络投入的重要核心指标,同时要能较为全面地体现女性科技人才构建的学术网络。结合上文的组态效应分析,本节沿用组态效应的主要因素作为学术论文网络投入指标,包括网络位置、网络特征向量、网络结构、网络关系、网络多元合作、网络支持 6 个指标。

在产出方面,CSCD 论文使用 CSCD 年均相对发文量、CSCD 年均被引量、CSCD 年均使用量作为产出指标,SCI 论文使用 SCI 年均相对发文量、SCI 年均被引量、SCI 年均使用量作为产出指标,由于年均绝对发文量与年均相对发文量有重复产出,故暂不选用年均绝对发文量作为产出指标。各指标释义前文已做过解释,不再赘述。

4.6.2 学术论文网络产出效率测度与比较

4.6.2.1 总体情况

将每位女性科技人才的学术论文网络指标和学术论文产出指标作为 DMU 决策单元,运用全局参比的超效率 SBM 模型测算学术论文网络产出效率,初步得到 485 名女性科技人才的超效率 SBM 产出效率值,CSCD 论文总体均值为 0.221327863,SCI 论文总体均值为 0.370092097。SCI 论文总体均值比 CSCD 论文总体均值高,主要原因是物理学、地理学、生态学和计算机学科的女性科技人才以发表 SCI 论文为主。

SCI 学术论文网络的 SBM 产出效率值在均值以上的女性科技人才有 160 人,占比 33.47%,均值为 0.754925;SBM 产出效率值大于 1 有 59 人,占比 12.34%,均值为 1.11642。

CSCD 学术论文网络的 SBM 产出效率值在均值以上的女性科技人才有 109 人,占比 23.90%,均值为 0.63911;SBM 产出效率值大于 1 有 43 人,占比 9.43%,均值为 1.081127。

4.6.2.2 SBM 产出效率影响因素分析

以学术论文网络 SBM 产出效率值为因变量,学术论文网络投入为自变量进行 OLS 回归分析,结果显示 SCI 学术论文网络的网络位置($p<0.01$)、网络关系($p<0.01$)、网络支持($p<0.05$)对其 SBM 产出效率影响显著。CSCD 学术论文网络的网络位置($p<0.01$)、网络特征向量($p<0.01$)、网络结构($p<0.05$)、网络支持($p<0.05$)对其 SBM 产出效率影响显著。说明这些网络指标是影响学术论文网络 SBM 产出效率的重要影响因素。

4.6.2.3 不同维度的 SBM 产出效率对比分析

表 4-42 显示,从均值来看,在 985 高校、211 高校、中科院工作的女性科技人才在 CSCD 论文和 SCI 论文 SBM 产出效率值上总体上高于在普通高校工作的女性科技人才;从 985 高校、



211 高校、中科院博士毕业的女性科技人才的 CSCD 论文和 SCI 论文 SBM 产出效率值上总体上也高于普通高校博士毕业的女性科技人才；而从国外高校博士毕业的女性科技人才的 CSCD 论文和 SCI 论文 SBM 产出效率值是最高的。这从一定角度反映了，接受博士教育的高校以及工作单位的层次高低，对学术论文网络产出有一定影响，也一定程度上验证了社会资本的提升效应。

表 4-42 不同工作单位层次、博士高校层次的论文 SBM 产出效率值

指标 1	指标 2	CSCD 论文 SBM 产出效率值			SCI 论文 SBM 产出效率值		
		Mean	Std.dev.	Freq.	Mean	Std.dev.	Freq.
工作单位层次	985 高校	0.19845184	0.28480147	107	0.37993757	0.30207941	116
	211 高校	0.26262451	0.36415593	66	0.33415698	0.33054418	74
	中科院	0.23880029	0.29451153	167	0.39055104	0.35085544	170
	普通高校	0.19377838	0.2849348	116	0.35347433	0.34873253	118
	F	0.62			1.13		
	Prob > F	0.6012			0.3359		
博士高校层次	985 高校	0.19701315	0.28006263	159	0.36804881	0.33035353	174
	211 高校	0.23893581	0.35831313	59	0.39263295	0.35078665	61
	中科院	0.23505581	0.28798615	172	0.35572309	0.32369981	173
	普通高校	0.18908935	0.27158993	31	0.37282417	0.39788912	30
	国外高校	0.26319526	0.37524779	35	0.4047025	0.34791827	40
	F	0.25			0.65		
	Prob > F	0.9066			0.6237		

表 4-43 显示在学科层面，CSCD 论文 SBM 产出效率值物理学最高，计算机最低；SCI 论文 SBM 产出效率值物理学最高，生态学最低；在学科评估等级层面，CSCD 论文 SBM 产出效率值中，B 类学科均值最高（0.242618767），A 类学科均值为 0.222407863，C 类学科均值为 0.187170103；而在 SCI 论文 SBM 产出效率值中，A 类学科均值为 0.378665347，B 类学科均值为 0.37854472，C 类学科均值为 0.32426314，基本符合学科评估等级越高，产出效率值越高。这说明，所在学科评估等级较高的女性科技人才群体，其所拥有的学科资源、学术网络具有较大的优势，从而对其学术论文的产出效率产生正向的影响。

表 4-43 不同学科、学科评估等级的论文 SBM 产出效率值

指标 1	指标 2	CSCD 论文 SBM 产出效率值			SCI 论文 SBM 产出效率值		
		Mean	Std.dev.	Freq.	Mean	Std.dev.	Freq.
学科评估	A+	0.22684646	0.2846285	192	0.38962937	0.34239794	197



等级	A	0.14279841	0.26745356	15	0.37380645	0.35263263	22
	A-	0.29757872	0.37051636	23	0.37256022	0.27974947	24
	B+	0.18815274	0.26144882	43	0.41910572	0.3347655	45
	B+	0.21750373	0.3164161	40	0.36933487	0.33650049	41
	B-	0.32219983	0.38652662	36	0.34719357	0.35067969	38
	C+	0.17314651	0.27144223	31	0.30816787	0.35884241	35
	C+	0.17785944	0.29028896	42	0.28972957	0.25275992	41
	C-	0.21050436	0.31589789	34	0.37489198	0.37479396	35
	F	0.67			1.11		
	Prob> F	0.7214			0.357		
学科	地理学	0.24819133	0.31185428	122	0.40982509	0.28348952	121
	物理学	0.2759196	0.32075879	110	0.4320551	0.36283656	122
	生态学	0.22513741	0.29786072	106	0.31713186	0.26836151	111
	计算机	0.13924103	0.25736265	118	0.31776474	0.39206822	124
	F	3.95			4.56		
	Prob> F	0.0084			0.0037		

表 4-44 不同地域的论文 SBM 产出效率值显示，总体上地域分布有一定的差异。CSCD 论文 SBM 产出效率值中，东北、西北地区的女性科技人才论文产出效率较高，华南地区则较低；SCI 论文 SBM 产出效率值中，西南、华北地区的女性科技人才论文产出效率较高，华南地区则较低。

表 4- 44 不同地域的论文 SBM 产出效率值

指标 1	指标 2	CSCD 论文 SBM 产出效率值			SCI 论文 SBM 产出效率值		
		Mean	Std.dev.	Freq.	Mean	Std.dev.	Freq.
地域	东北	0.26120193	0.3436694	29	0.33880205	0.30623254	36
	华东	0.18867153	0.2502437	71	0.34498961	0.31795243	75
	华中	0.221974	0.30793092	52	0.37223767	0.35006775	54
	华北	0.23742557	0.29609081	167	0.40510382	0.34599142	173
	华南	0.09406102	0.08527295	22	0.30422583	0.37064986	24
	西北	0.23976558	0.35969567	69	0.32278682	0.27926278	71
	西南	0.2206323	0.32265611	46	0.40955222	0.38782721	45
	F	0.93			1		
	Prob > F	0.474			0.4236		



表 4-45 显示不同年龄分组的论文 SBM 产出效率值中,40 岁以下的女性科技人才在 CSCD、SCI 论文 SBM 产出效率值都最高,41-50 岁则有一定的下降,而 51 岁又有一定的上升,可能的解释是 40 岁以下的女性科技人才在博士毕业后正处于职业生存期和成长期,因生存压力和晋升压力,工作投入更多,学术论文网络构建更加积极,因此论文 SBM 产出效率值都最高;而到了 41-50 岁有一个职业压力平缓期,SBM 产出效率值有一定下降;在 51 岁之后,由于职业发展所积累的学术网络资源更多,积累效应、资本提升效应进一步显现,SBM 产出效率值又有一定的上升。

在职业年龄分组的论文 SBM 产出效率值中,1-5 年、6-10 年的职业期,CSCD、SCI 论文 SBM 产出效率值都最高,11-15 年、16-20 年则有一定的下降,到了 21 年以上之后,又有一定的上升,这些阶段与年龄分组阶段相似,其可能原因也类似。

表 4-45 不同年龄分组、职业年龄分组的论文 SBM 产出效率值

指标 1	指标 2	CSCD 论文 SBM 产出效率值			SCI 论文 SBM 产出效率值		
		Mean	Std.dev.	Freq.	Mean	Std.dev.	Freq.
年 龄 分 组	40 岁以下	0.29155797	0.3457627	147	0.41910758	0.32334009	163
	41-50 岁	0.17375944	0.24859358	226	0.33692253	0.33186837	229
	51 岁以上	0.22646809	0.32501582	83	0.36551428	0.36006123	86
	F	2.89			7.01		
	Prob>F	0.0567			0.001		
职 业 年 龄 分 组	1-5 年	0.338694	0.3133551	27	0.62009228	0.40106074	31
	6-10 年	0.28932872	0.36342485	121	0.38960828	0.30882348	131
	11-15 年	0.19222666	0.27409464	153	0.34261583	0.32912649	161
	16-20 年	0.14903609	0.20685045	116	0.32690013	0.35004042	114
	21 年以上	0.25828532	0.35530759	39	0.34670031	0.27238277	41
	F	5.4			4.91		
	Prob>F	0.0003			0.0007		

表 4-46 显示,有博士后经历的女性科技人才在 CSCD 论文 SBM 产出效率值较高,但在 SCI 论文 SBM 产出效率值却不存在优势;而有国外学习经历的女性科技人才群体,在 CSCD、SCI 论文 SBM 产出效率值上,与无国外学习经历的群体相比,并未显示出优势。

在职称方面,中级职称群体在 CSCD、SCI 论文 SBM 产出效率值上都最高,其次是正高级职称群体。这可能的解释是女性科技人才在中级职称阶段,面临科研业绩考核、职称晋升等压力,其学术论文网络构建意愿强,需求大,这也一定程度上促进了其 SBM 效率的提升,而正高级职称群体其 SBM 效率的提升主要依赖于其评上正高级职称后所带来的各种学术网络积累效应和资本提升效应。



表 4- 46 不同博后经历、国外学习经历、职称的论文 SBM 产出效率值

指标 1	指标 2	CSCD 论文 SBM 产出效率值			SCI 论文 SBM 产出效率值		
		Mean	Std.dev.	Freq.	Mean	Std.dev.	Freq.
博后经历	无	0.21569118	0.29838089	338	0.37359627	0.34819572	349
	有	0.23747361	0.30960419	118	0.36061182	0.29981343	129
	F	0.14			0.46		
	Prob>F	0.7077			0.4993		
国外学习经历	无	0.23735748	0.31598847	249	0.39408792	0.36564016	257
	有	0.20204586	0.28178162	207	0.34218745	0.29517147	221
	F	2.85			1.56		
	Prob>F	0.0918			0.2129		
职称	中级	0.29375425	0.33815624	26	0.41944027	0.3498802	28
	副高	0.20509307	0.28806182	252	0.34669068	0.31895104	263
	正高	0.23373282	0.31302412	178	0.39561522	0.35484892	187
	F	1.49			1.27		
	Prob>F	0.2273			0.2816		

4.7 本章小结

本章基于高校、科研院所物理学、地理学、生态学、计算机学四个学科 485 名女性科研人员的履历信息和所发表的 CSCD 论文和 SCI 论文数据,对女性科技人才学术论文产出进行分类,并分别构建了学术背景、学术论文网络以及具有中介作用的调节影响模型,进行相关假设验证分析。

女性科技人才学术论文产出的分类方面,根据 CSCD 论文和 SCI 论文发表情况,参考科尔学术论文的理想模式,可将女性科技人才按照科研产出分为四类群体,分别是高产高质群体、低产高质群体、低产低质群体、高产低质群体,女性科技人才学术论文产出以低产低质群体为主,群体分布基本呈现“二八定律”现象。

学术背景方面,女性科技人才的生理年龄、职业年龄、博士后经历、国外学习经历、职称、学科评估等级、工作单位层级、博士毕业高校层级、近亲繁殖程度对学术论文产出有一定的影响,但总体上影响不显著。

学术论文网络方面,学术论文网络点度中心性、特征向量中心性总体上与女性科技人才学术论文产出正相关,假设 H1-1、假设 H1-3 得到部分成立。学术论文网络的中介中心性、结构洞与女性科技人才学术论文产出并未呈现显著正、负相关关系,假设 H1-2、H1-4 不成立。基



金资助、合作机构总体上与女性科技人才学术论文产出呈现正相关关系；论文合作度对女性科技人才的学术论文产出呈现负相关关系，假设 H1-5、H1-6、H1-7 总体上得到验证。

基金资助、合作机构在论文合作程度与学术论文产出之间具有显著的中介作用，假设 H1-8、H1-9 成立。学术论文网络的点度中心性、中介中心性、特征向量中心性、结构洞总体上在女性科技人才论文合作度与论文产出之间起到了调节作用，假设 H1-10 基本得到了验证。此外，点度中心性、中介中心性、特征向量中心性对女性科技人才论文合作度与论文产出之间的调节作用部分是通过基金资助的中介作用路径实现的（假设 H1-11）；点度中心性、中介中心性、结构洞对女性科技人才论文合作度与论文产出之间的调节作用部分是通过合作机构的中介作用路径实现的（假设 H1-12）。

积累效应分析显示，在 CSCD 论文中，各网络指标在以职称、博士高校层次的分组中没有存在显著的积累效应；CSCD 点度中心性、CSCD 特征向量中心性、CSCD 机构数量在博后经历的分组中有显著的积累效应；CSCD 点度中心性、CSCD 特征向量中心性、CSCD 基金数量在出国经历的分组中有显著的积累效应。SCI 论文中，SCI 点度中心性在职称分组中显示出较强的积累效应；SCI 点度中心性、SCI 机构数量在博后经历分组中有显著的积累效应；SCI 点度中心性、SCI 结构洞、SCI 基金数量在出国经历分组中有显著的积累效应；SCI 点度中心性在博士高校层级分组具有显著的积累效应。

学术论文网络的动态影响分析显示，CSCD、SCI 学术论文网络的动态性总体上会正向影响 CSCD、SCI 论文产出的动态性。且从回归系数来看，CSCD 作者数的动态变化对 CSCD 年均使用的动态性影响最大。SCI 作者数的动态性对 SCI 绝对论文的动态产出影响最大，SCI 基金数量的动态性对 SCI 年均被引的动态性影响最大。

学术论文网络对女性科技人才论文产出的影响组态效应分析得到了四条高论文产出的组态（Ha、Hb、Hc、Hd），三条非高论文产出的组态（NHa、NHb、NHc），整体上网络位置、网络多元合作、网络支持是高论文产出组态的核心因素；网络位置、网络支持的缺失是非高论文产出组态的核心影响因素。

学术论文网络 SBM 产出效率分析显示，CSCD 论文总体均值为 0.221327863，SCI 论文总体均值为 0.370092097。SCI 论文总体均值比 CSCD 论文总体均值高，两者可提升的空间都还很大。SCI 学术论文网络的网络位置、网络关系、网络支持是影响其 SBM 产出效率的重要因素；CSCD 学术论文网络的网络位置、网络特征向量、网络结构、网络支持是影响其 SBM 产出效率的重要因素。此外，学术论文网络产出效率在不同工作单位层次、博士高校层次等维度上也各有差异。



5 学术社交网络对女性科技人才学术博文产出的影响

上文分析了女性科技人才基于学术论文的学术网络,在日常的学术网络交流中,还存在线上和线下的学术社交网络,线下的学术社交网络如参加学术研讨会、学术社团组织等而形成的学术网络,线上的学术社交网络主要是基于互联网平台而参与的学术网络,如科学网、小木虫、科研之友、经管之家、丁香园、ResearchGate 等虚拟学术社区。在互联网高度发展的当代,开展网络学术社交活动,在虚拟学术社区中进行科研合作已经成为一种普遍的科研活动。

其中,由中国科学报社运营的科学网,自从 2007 年上线以来,以其优秀的运营模式吸引了百万的科研人员用户注册,现已成为全球最大的中文科教虚拟社区,科学网在全球 Alexa 网站排名和中文网站排名均在全国科技类网站中处于领先地位。科学网博客也已经成为典型的国内科研人员网络学术社交平台,科研人员通过撰写科研心得、观点评述等博文或与同行探讨科学问题,或为社会公众普及科技知识,同时各位博主互加好友,并对博文进行推荐、评论、转发,在互动之中不知不觉形成了一个广大的科研人员学术社交网络。根据科学网的用户统计,科学网用户的整体教育水平非常高,用户大部分来自大院校、科研机构、科技企业、政府科技部门等的研究人员,研究员/教授、副研究员/副教授职称职称分布占比分别达到 50.6%、30.1%^①。总体上,科学网博客的用户及其学术博文的产出,是一个典型的学术社交网络的研究场景。而且,在中国科协组织的第一、二、三、四次全国科技工作者状况调查中,学术博文等科普文章是科研成果调查统计的指标之一,也是科技人才的科研产出的成果形式之一。因此,本文以学术博客为场景,以科学网为实例,来讨论学术社交网络对女性科技人才学术博文产出的影响。

此外,在 CNKI 搜索以“科学网”为主题关键词的论文,可以发现图情档学界有关科学网的研究主要以科学网为场景实例,探讨学科知识交互流动^{②③}、学术博客用户画像^④、学术社交网络用户行为^⑤、学术社交模式^⑥、学术博客影响力评价^{⑦⑧}、学术交流影响^⑨等,但很少有文章讨论影响学术博客的学术博文产出相关问题,更鲜有文章以学术社交网络为视角去探讨学术社交网络对学术博文产出的影响关系,这为本文的研究提供了一个科学问题,即学术社交网络对

^①科学网.用户分析[EB/OL].[2022-09-07]. <https://www.sciencenet.cn/aboutus/default.aspx?id=7&type=1>.

^②邱均平,王菲菲.基于博客社区好友链接的知识交流状况分析——以科学网博客为例[J].图书情报知识,2011(06):25-33.

^③许鑫,翟姗姗,姚占雷.学术博客的学科交互实证分析——以科学网博客为例[J].现代图书情报技术,2015(21):13-23.

^④王琦.学术博客用户画像模型构建与实证——以科学网博客为例[J].图书情报工作,2019,63(22):13-20.

^⑤王曰芬,贾新露,傅柱.学术社交网络用户内容使用行为研究——基于科学网热门博文的实证分析[J].现代图书情报技术,2016(06):63-72.

^⑥段庆峰.我国科研人员在线学术社交模式实证研究:以科学网为例[J].情报杂志,2015,34(09):97-101.

^⑦赵传彪.基于科学网的图书馆学学者学术影响力的评价与研究[J].图书情报工作,2015,59(S1):158-160+123.

^⑧丁敬达,许鑫.论学术博客评论的质量测度功能及指标——基于科学网博客的实证分析[J].情报学报,2015,34(02):129-135.

^⑨吴钢.博客对图书情报学传统学术交流影响的实证分析[J].情报资料工作,2009,No.168(03):71-73.



学术博文的产出是否存在影响关系,哪些因素可能对学术博文的产出有显著的影响,是本章节拟探讨的问题。

5.1 研究假设

5.1.1 学术社交网络与学术博文产出

当前,科研用户对文献的需求已不再局限于传统文献数据,非传统的出版物如预印本、科技博文、政策规划、科技影响力指标等数据的也已经成为科研用户的常见需求^①。同时一些科研工作者不仅在正式出版物发表自己的研究成果,也常常在网络博客平台发表自己日常的科研工作相关的科研心得、科研资料和科技评论等网络博客文章,这些学术类博文在网络的推动下对学术交流、科普活动中起到了重要的作用。一些科研工作者由于发表的博文数量多,阅读量大,粉丝多,逐渐成为学术博客的活跃博主或网红博主。随着博客的兴起和广泛传播,部分学者对学术博客和学术博文进行了研究。如袁润(2019)以科学网博客为例,采用博客的基本属性、积极性、权威性、博文影响力、兴趣偏好等5个维度指标构建了用户画像概念模型,其中博文影响力主要以博文阅读和博文互动情况两个指标进行表征;用户画像可以标注用户群体的行为特征,可用于用户分类、信息推荐等^②。王震飞(2020)在研究科学网博客博主群体画像中,发现博士研究生和高级职称的研究人员是活跃博主群体的主力人群,且他们发表博文数量和博客访问量远高于其他类型的博主^③。此外,科学网博客中的好友网络与推荐网络,对博主的好友交流、评论推荐、学术博文产出等都有相应的互动作用。

5.1.1.1 好友网络与学术博文产出

王英豪(2011)将高层次女性人才的社会支持网络分为家庭网络支持、自我网络支持和多元化网络支持三大类,其中朋友的支持是其中重要的社会支持网络之一,好友网络之间的社交活动、资源共享有助于女性人才各方面的产出和事业发展^④。同时,在社会工作生活中,女性更倾向于向亲密关系的、受信任网络如亲戚、家人、朋友等强关系的非正式网络寻求帮助,而不是政府、组织、社会工作、心理咨机构等非正式网络^⑤。在科学合作中,科研人员也在工作中结交学术友人,与学术友人构建讨论网络,便于学术交流、科研合作。同样的,在网络学术社交平台上,女性科技人才也同样更倾向于在社交平台交到同行好友,建立自己的好友讨论网,这可为自己的学术交流拓宽交流面。学者张琦等(2017)将营销学领域的用户价值理论用于科学

^①赵晏强,周伯柱.学科馆员3.0及其服务体系构建[J].图书馆学研究,2021,No.505(14):79-86.

^②袁润,王琦.学术博客用户画像模型构建与实证——以科学网博客为例[J].图书情报工作,2019,63(22):13-20.

^③王震飞.基于RFM模型的科学网博客博主群体画像研究——以图书馆学、情报学、档案学三个学科领域为例[J].情报探索,2020,No.277(11):26-33.

^④王英豪.女性人才发展的社会支持网络研究——以福建省高层次女性人才为例[D].厦门大学,2011.

^⑤肖显富.社会支持网络在妇女社会工作中的应用及意义[J].企业家天地,2009,No.363(05):99-101.



网博客用户价值层次模型的构建,发现科学网博客用户价值中存在博客写作-成就感、博客阅读-学术交流、推荐-传播效果、好友互链-学术交流 4 条价值链关系,其中,好友互链-学术交流价值链说明由人际关系构建的网络人际传播在网络环境下的非正式交流活动中起着非常重要的作用^①。可见,好友网络对学术交流,学术产出都有较大的影响作用,而在好友网络中的整体位置,即点度中心性、接近中心性、中介中心性、聚类系数、特征向量中心性的特性,又能促进博主与好友之间的交流,如好友网络规模越大,能与其交流的学术好友越多,学术思想碰撞越频繁,科研心得就会越多,撰写成文供交流的学术博文也会相应增加。由此,本文提出如下假设:

假设 H2-1: 女性科技人才的好友网络(点度中心性、接近中心性、中介中心性、聚类系数、特征向量中心性)与学术博文产出正相关。

5.1.1.2 推荐网络与学术博文产出

科学网平台有精选博文的推荐机制,好友或游客在阅读博文后,可自愿根据博文的质量推荐该博文到博客首页,这不仅表明推荐博主对发博文发布博文的认同和赞许,也从而形成了一个博文推荐网络。博文推荐是提高学术博文影响力的重要途径,博文推荐越多,越有机会被栏目编辑推荐到博客首页的相应栏目中。推荐网络往往能提升学术博客的影响力,已有学者对学术博客的影响力进行了研究,如李墨珺(2008)选取了作者身份、准确性、时效性、固定链接、引用来源等五个指标作为博客质量评价标准,对博客进行了质量评价,并探讨了这五个指标对学术交流产生的影响^②。赵传彪(2015)运用加权分析的方法,提出了一套能够评价网络学者学术影响力的评价体系,该体系包含三个一级指标:博客情况、发文情况、阅读和评价情况,其中博客情况包含博客创建时间、活跃度、积分和访问人数等 4 个指标,发文情况包含发文量、年均发文量和精选论文数量,阅读和评价情况包括总阅读量、篇均阅读量、总评价量和篇均评价量^③。谭旻(2015)将文献类信息网络的 h 度推广到对博客推荐网络中,并进行 h 度的测算,h 度与学术博文的产出和被推荐紧密相关,但由于不能处理非整数,缺乏区分度等原因,h 度在应用到博客的推荐网络也有较多局限^④。总体上,推荐网络对博主撰写的博文有正向的反馈作用,其对博主进一步撰写优秀学术博文有导向和刺激作用,继而产出更多学术博文,据此,本文提出以下假设:

假设 H2-2: 女性科技人才的推荐网络(点度中心性、接近中心性、中介中心性、聚类系数、特征向量中心性)与学术博文产出正相关。

5.1.1.3 跨学科交流网络与学术博文产出

学术社交网络中,科研人员不仅仅局限于本学科的交流,一般还会与学科外的同行进行交流合作,构建跨学科交流网络,开展跨学科合作。跨学科交流不仅是一种跨学科的学习也可以

^①张琦,徐志武,贺钰滢.科学网博客用户价值研究[J].知识管理论坛,2017,2(04):328-338.

^②李墨珺.博客质量的评价及其对学术交流的影响[J].情报资料工作,2008(02):61-63+79.

^③赵传彪.基于科学网的图书馆学学者学术影响力的评价与研究[J].图书情报工作,2015,59(S1):158-160+123.

^④谭旻,许鑫.学术博客推荐网络的 h 度实证——以科学网博客为例[J].现代图书情报技术,2015(Z1):31-36.



发展成跨学科合作，已有研究已经表明跨学科可以促进学术产出，如跨学科教育经历对高校教师科研产出的数量、质量和产出偏好均起到了显著的正向影响，而且“硕博跨学科”相对于“本硕跨学科”具有更高的正向促进效应^①。此外，有学者还发现学者的跨学科与其科研产出之间存在 U 形非线性关系，即跨学科研究初始阶段因学习消化新学科知识会导致科研产出暂时下降，但在后期跨学科研究则会带来较高的产出回报^②。在学术社交网络中，与多学科的博主互加好友，能学习交流多学科知识，可促进学术博文的产出。据此，提出以下假设：

假设 H2-3：女性科技人才的跨学科交流与学术博文产出正相关。

总体上，虽然已有研究没有直接明确地对学术社交网络与博文产出进行探究，但从已有研究来看，作者身份、博客阅读、博文推荐、好友互链等指标都会对博文的数量、阅读量等产生一定的直接或间接的影响。而从学术网络的角度来看，基于科学网的各方面公开信息可收集到博主的学科领域、教育情况、工作情况、职称情况等可组成学术背景信息，而从博主的好友列表、博文推荐人等信息可构建其学术社交人员网络信息；在博主的学术背景影响下，学术社交活动中的添加好友、相互阅读博文、相互推荐博文等的互动行为，也可对学术博文数量、博文阅读量、博文推荐量、博文评论数等学术博文产出产生一定影响。为进一步研究学术背景、学术社交网络以及学术博文产出的，本文构建了学术博文产出影响分析框架（如图 5-1）。

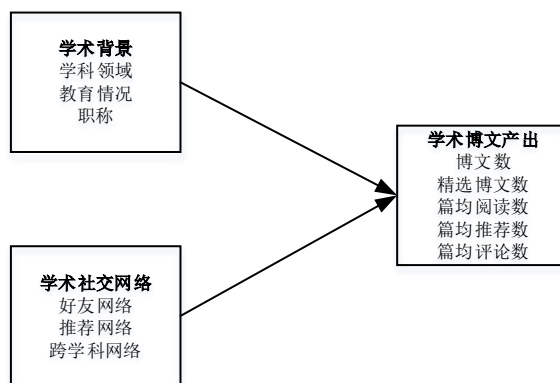


图 5-1 学术博文产出影响分析框架

5.1.2 学术社交网络的互动关系

除了研究好友网络、推荐网络和跨学科交流网络可能会一对一地对学术博文产出的影响外，这些社交网络之间是否也存在某种互动关系，是否会相互影响或相互促进来共同影响学术博文的产出，也是本文拟进一步研究的问题。

在研究好友网络、推荐网络和跨学科交流网络之间的关系之前，我们可以先把目光集中到

^①陈沛.跨学科教育经历会影响高校教师的科研产出吗？——来自重点财经院校的证据[J].复旦教育论坛,2022,20(01):86-92+104.

^②孙娜,乔锦忠.跨学科研究对学者科研产出的影响——以化学领域“杰青”学者为例[J/OL].重庆高教研究:1-14[2023-03-15].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1028.G4.20221202.1018.001.html>.



跨学科交流这一网络上。因为当前的科学研究、科研合作的跨学科性不仅存在于传统的学术论文等领域,在网络学术社交领域也普遍存在。如王飒(2013)在对学术博客同学科及跨学科间好友链接网络的结构和特点进行分析中发现,博主建立跨学科好友链接可扩充信息来源,促进学术交流^①。段庆锋(2019)基于科学网的好友关系,从宏观、中观、微观学科层面对比各学科的影响力、跨学科性,总结出我国学术社交的模式特征,并发现社交跨学科与学科知识结构有关系,学科的复杂性越高,其学术社交的跨学科倾向也越高,例如生命科学、管理综合领域大部分下属学科都具有高跨学科学术社交的倾向^②。李长玲(2022)基于科学网跨学科好友用户关系网络,建立目标学科知识节点-跨学科知识节点的知识关联网络,并以此构建合作潜力模型,识别和预测最佳跨学科相关知识组合^③。由此可见,跨学科交流在学术博客中广泛存在,且其在学科交流、知识交流等方面起到重要作用。部分学者如许鑫(2015)还关注了学术博客不同学科之间的推荐网络与评论行为,并对学科交互网络的进行了分析,发现不同学科的博主的交互行为有差异^④。这一差异其实也是博主的好友网络、推荐网络在其中起到了关键作用,这一互动作用,往往对博主的博文撰写产生直接或间接的影响。基于此,笔者在研究好友网络、推荐网络和跨学科交流网络之间的互动关系中,特别是其中的中介作用、调节作用关系中,可尝试将跨学科交流网络作为主角,同时将好友网络、推荐网络作为中介作用、调节作用来初步形成研究模型,如图 5-2 所示,并提出具体的研究假设 H2-4、H2-5、H2-6、H2-7。

假设 H2-4: 好友网络在跨学科交流对女性科技人才学术博文产出影响中起到中介作用。

假设 H2-5: 推荐网络在跨学科交流对女性科技人才学术博文产出影响中起到中介作用。

假设 H2-6: 好友网络在跨学科交流对女性科技人才学术博文产出影响中起到调节作用。

假设 H2-7: 推荐网络在跨学科交流对女性科技人才学术博文产出影响中起到调节作用。

^①王飒,崔宇红,包丽颖.学术博客在学科知识交流中的作用分析——基于科学网博客的实证分析[J].现代情报,2013,33(02):125-128+133.

^②段庆锋,冯珍.多级学科视角下我国在线学术社交模式实证研究:以科学网为例[J].图书情报工作,2019,63(06):85-96.

^③李长玲,牌艳欣,荣国阳,范晴晴,郭凤娇.基于社交媒体弱关系的跨学科相关知识组合识别[J].情报理论与实践,2022,45(03):125-132.

^④许鑫,翟姗姗,姚占雷.学术博客的学科交互实证分析——以科学网博客为例[J].现代图书情报技术,2015(Z1):13-23.

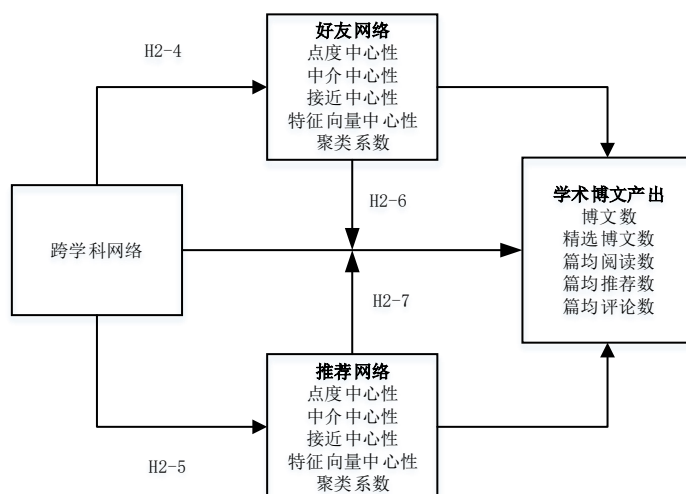


图 5-2 好友网络和推荐网络的中介作用和调节作用模型

5.2 数据采集及预处理

本文利用 Python 程序进行科学网博客博主信息和博文信息的采集，采集时间为 2022 年 9 月 20 日。数据采集步骤按照先采集博主信息再采集博主的博文信息进行。

5.2.1 学术背景信息

5.2.1.1 博主名录采集

在科学网博客首页有博客名录链接 (<https://blog.sciencenet.cn/blog.php?mod=member>)，进入名录后，可看到科学网将博客名录分为生命科学、医学科学、化学科学、工程材料、信息科学、数理科学、地球科学、管理综合 8 个一级学科，每个一级学科下面再分为二级、三级学科。如果博主在注册博客填写个人研究领域信息时，填写到三级学科，个人姓名将会被添加到三级学科的博客名录中，如果填写研究领域只到一级或二级学科，将不出现在博客名录中。因此根据博客名录来采集博主信息，可获得较为详细的研究领域或是学科分类信息。笔者分别采集了 8 个一级学科的所有博客名录博主的学科、博主姓名、博主 ID 号、博客首页链接等信息，初步获得 24353 名博主名录信息。

5.2.1.2 博主性别识别

科学网由于网站隐私保护需要，并未在博客的博主个人主页显示性别信息，为了识别出女性博主，需要对博主性别进行识别。

目前国外的姓名和性别匹配软件有：NamSor Applied Onomastics、在线数据库 genderize.io (genderizeR 包) 等，但对中文姓名无法识别。国内专门中文姓名性别预测的软件不多。笔者通过网络搜索，查询到腾讯云平台上的浙江简麦科技有限公司提供了一个中文姓名预测性别的



性别推断软件，该软件采用人工智能算法和大数据推断，可根据姓名，推断出性别和置信度，该软件提供在线 API 接口（网址 <https://market.cloud.tencent.com/products/29689>），可用 Http 协议的组件 GET 的请求方式调用该 API。笔者编写 Python 程序构建 API 接口（表 5-1）并将 8 个一级学科的 24353 名博主姓名逐个上传，初步识别出 20105 名男性，4248 名女性，识别部分结果如表 5-2 所示。从表 5-3 8 个一级学科获取的博主数量，可看出女性博主在各一级学科的占比较低，总体占比 17.4%，其中管理综合（26.3%）、医学科学（22.5%）占比较高，最低的是工程科学（13.1%）、数理科学（13.1%）。

表 5-1 性别识别 API 接口代码示例（部分）

```
import logging
import re
import pandas as pd
import requests
from urllib.parse import urlencode
import hmac, base64, hashlib
from datetime import datetime as pydatetime
import csv
def API_data_getting(name_li):
    """根据姓名列表请求 API 数据"""
    # 构造查询参数
    for name in name_li:
        if re.search('\d+', name):
            print('name error,skip')
            continue
        queryParams = {"name": name}
        # 拼接 uri
        url =
        'https://service-dhxx0118-1306861247.gz.apigw.tencentcs.com/release/api/name2gender?' + urlencode(
            queryParams)
        # 请求 API 数据
        headers = get_headers()
        res = requests.get(url=url, headers=headers)
        # 防止乱码
```




```
res.encoding = res.apparent_encoding
# 截取所需 json 数据
dic = res.json()
data = dic.get('data')
if data:
    gender = data["gender"]
    confidence = data["confidence"]
    # 写入 csv 文件
    data_writing(name, gender, confidence)
else:
    logging.debug(f'return error:{dic}')
```

.....

表 5-2 中文姓名预测性别推断置信度结果（部分）

一级学科	二级学科	三级学科	博客链接	博主 ID	博主姓名	性别识别	推断置信度
生命科学	微生物学	微生物资源与分类学	https://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=594028	594028	高程	male	0.767428846
生命科学	微生物学	微生物资源与分类学	https://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=605328	605328	徐玲玲	female	0.99647419
生命科学	微生物学	微生物资源与分类学	https://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=618382	618382	刘伟	male	0.880852766
生命科学	微生物学	微生物资源与分类学	https://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=631994	631994	胡晓龙	male	0.918674374
生命科学	微生物学	微生物资源与分类学	https://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=645356	645356	张惠文	female	0.562179225
生命科学	微生物学	微生物资源与分类学	https://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=674561	674561	王有智	male	0.958532534
生命科学	微生物学	微生物资源与分类学	https://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=694114	694114	曹莹	female	0.871634326



生命科学	微生物学	微生物资源与分类学	https://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=709908	709908	宋高飞	male	0.956246123
------	------	-----------	---	--------	-----	------	-------------

表 5-3 8 个一级学科获取的博主数量

学科大类	博主总数	女性博主	女性博主占比
生命科学	4991	1011	20.3%
医学科学	1456	328	22.5%
化学科学	2139	346	16.2%
工程材料	4016	526	13.1%
信息科学	3093	495	16.0%
数理科学	3248	424	13.1%
地球科学	3413	592	17.3%
管理综合	1997	526	26.3%
合计	24353	4248	17.4%

为进一步核对由性别 API 识别出的 4248 名女性博主的性别准确性，笔者利用自编 Python 小程序逐一打开各位女性博主的首页，根据博主的个人头像相片手动核对性别。部分没有人像头像的，进一步通过其博主资料的单位、学科等信息进行网络搜索，综合其单位信息和个人简介信息核对性别。经仔细核对，4248 名女性博主的中有 326 位性别判别错误，错误率为 7.7%，3922 名女性博主性别识别正确（准确率 92.3%），识别结果整体上可以接受。

5.2.1.3 学术背景信息采集

学术背景信息采集可分为 2 个部分信息的采集。一是博主的个人资料信息采集，二是学术博客统计信息采集。

根据上文的采集步骤，使用采集程序逐一打开 3922 名女性博主博客首页地址链接，进行女性博主的个人资料信息采集，可采集到女性博主的学科领域、教育情况、工作情况、职称信息，由于个人资料信息的显示可由博主设置，具有一定的自主性，并非每个博主都会将所有信息都设置为显示，因此，采集到的学科领域、教育情况、工作情况、职称信息不一定齐全。

进一步，可根据 3922 名女性博主的 ID 号进行网址拼接，（例如将 <https://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=38036&do=profile&view=me> 中的 uid=38036 替换为其他博主 ID，即可访问其他博主），直接访问并采集博客统计信息页面信息。可采集到的信息包括活跃概括（在线时间、注册时间、最后访问时间、上次发表时间等）和统计信息（博客访问量、好友数、博文数、积分、金币、活跃度、主题数等）。

博主的学科领域、教育情况、工作情况、职称信息等个人资料信息表征的是博主在线下的学术背景信息；学术博客统计信息表征的是博主在线上的学术背景信息，例如注册时间越早，表明该博主加入科学网学术社交网络越早；在线时间越长，则表明该博主在线浏览博文、撰写



博文的时间越长,与其他博主互动时间越多;活跃度是根据博主的各方面指标综合体现博主在学术社交网络的活跃情况。个人资料信息与学术博客统计信息综合起来可整体上表示女性博主在学术社交网络的学术背景信息。

5.2.2 学术博文信息

使用采集程序逐一打开 3922 名女性博主发表博文的列表地址链接,如 <https://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=38036&do=blog&view=me&from=space>,即可打开博主发表的博文列表,逐一打开每篇博文,可进行博文详情页的采集。

博文详情页可采集博文的所有信息,包括博文标题、内容、发文时间、阅读次数、个人分类、系统分类、是否精选博文、当前推荐数、讨论数等信息。将采集到的博文信息存入数据库,进行博文信息的清洗。

本文所指的科学网学术博文是指博主发表的与学术相关的博文文章,主要以科学网对博文的系统分类——科研笔记、论文交流、科研心得、科普集锦、观点评述等为主,而教学心得、人物纪事、生活其他、图片百科等文章则不计入学术博文。

在数据清洗整理过程中,发现部分博文未标注系统分类,只标注个人分类,则手动阅读博文并结合个人分类名称,相应归到系统分类的学术博文类别中。

5.3 学术社交网络构建及指标选取

5.3.1 学术社交网络指标

5.3.1.1 好友关系网络

科学网中每个博主可向其他博主发起“加为好友”申请,添加附言,如果对方同意,则该博主将出现在该博主的好友列表中,两个博主即成为好友。如果继续添加其他博主作为该博主的好友,这些好友群体即可形成该博主的好友关系网络。本文使用好友关系网络的点度中心性、中介中心性、接近中心性、聚类系数、特征向量中心性等网络指标来量化表示好友关系网络。

笔者根据 3922 名女性博主的 ID 号进行网址拼接,直接访问并采集博主好友列表信息页面信息,并根据好友姓名链接,进入好友博客首页二级页面,采集好友的学科领域、教育情况、工作情况、职称信息等个人资料信息。3922 名女性博主共有 75698 名好友,基于好友信息构建好友关系网络,并使用 Gephi0.9.2 计算该网络的各项网络指标。

5.3.1.2 推荐关系网络

通过博客首页链接,进入博文列表页,即可进一步采集博文标题、是否精选博文、发表时间、系统分类、浏览次数、推荐次数、评论等信息。

科学网博客中每个博主在浏览其他博主发的博文时,如果觉得该博文观点新颖、独到,具



有较强的启发性、科普性等，并希望更多人看到该文章，可点击文末的“推荐到博客首页”，博客系统将根据推荐的人数，综合阅读数、评论数等将该博文发表至博客首页相应的栏目中，让访问博客首页的访客可以在首页即可浏览到该博文。该推荐功能显示，好友可以推荐，非好友亦可以推荐，只要是实名注册博客后，都可以成为博文的推荐人，且每一篇博文的推荐博主的姓名会出现在每篇文章的文末，这些推荐人可形成博文博主的推荐人网络，甚至也有可能通过添加好友转化为好友网络。经采集，3922 名女性博主所有共发表了 35728 篇博文，共被推荐 258132 次。

本文使用推荐关系网络的点度中心性、中介中心性、接近中心性、聚类系数、特征向量中心性等网络指标来量化表示推荐关系网络，并使用 Gephi0.9.2 计算该网络的各项网络指标。

5.3.1.3 跨学科交流网络

博主与不同学科的博主加为好友，关注不同学科的博文，学习本学科外的学术动态，其实就是一种本学科与其他学科的知识学习、知识交流的一个过程，这一行为过程也可看似形成了一个跨学科知识交流网络。为表示女性科技人才在科学网中的跨学科交流网络，本文参考借鉴段庆锋（2019）^①所提出的学术社交跨学科性来表示博主跨学科交流网络，学术社交跨学科性就是学科 i 博主的好友集合中不属于学科 i 的比例。具体可用公式表示：

$$C_i = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n f_i(j)}{\sum_{j=1}^n f_i(j)} \quad (\text{公式 5-1})$$

公式 X 中， $f_i(j)$ 表示学科 i 博主的好友中，属于学科 j 的数量， n 表示所有学科数量； $\sum_{j=1, j \neq i}^n f_i(j)$ 代表了学科 i 博主的跨学科好友数量， $\sum_{j=1}^n f_i(j)$ 代表了学科 i 用户的全部好友数量。 C_i 取值为 $[0,1]$ 之间，若博主的好友都和博主是同学科的，则 C_i 为 0；若博主的好友与博主是不同学科的，则 C_i 为 1； C_i 值越大，表明该博主的跨学科好友数量越多，其跨学科交流网络越大。

5.3.2 学术博文产出指标

有关博文质量的评价与测度，科学网在早期曾举办过博文大赛，其主要以阅读量、评论量、推荐数、好友数等指标综合评价参评博文质量^②。在学界，学者周春雷（2010）基于 h 指数的学术授信评价提出了博文质量评价指标——博文 Z 指数^③，但该指数对大规模博文进行总体评价时操作性仍具有一定的局限性，其他学者则主要从学术博客影响力来评价博文的质量。

基于现有的数据可采集性和可用性，本文以女性科技人才在科学网中发表的学术博文来作为女性科技人才学术社交科研产出的测度对象，并从量和质两个层面来测度学术博文产出。

5.3.2.1 学术博文量的测度

^①段庆锋,冯珍.多级学科视角下我国在线学术社交模式实证研究:以科学网为例[J].图书情报工作,2019,63(06):85-96.

^②周春雷,王涵墨.科学网博文质量评价研究[J].图书馆学研究,2015(23):94-101.

^③周春雷.基于 h 指数的学术授信评价研究[D].武汉大学, 2010.



经过对 3922 名女性博主所发表的博文信息进行清洗统计,有 1381 人有撰写了学术博文,共发表了 17472 篇学术博文,这些学术博文共有共被推荐了 102996 次。本文以学术博文数量、精选学术博文数量来作为学术博文量的度量指标。

(1) 学术博文数量

学术博文数量,指博主所发表的所有学术博文的数量总和。

(2) 精选博文数量

精选博文是指博主所发表博文因其知识性强、观点新颖,阅读量大,评论数高,推荐人多,而被科学网编辑推荐为精选博文,并出现在科学网博客首页的精选博文栏目中。精选博文一般量比较少,本文以标注了精选的学术博文的数量总和来表示精选博文数量。

5.3.2.2 学术博文质的测度

测量学术论文质量的指标学界常用的指标有被引量、下载量或使用量等指标,并以此来衡量该论文或作者的影响力。对于学术博文而言,目前尚未有较为公认的定量的综合指标,一般仍以文章的阅读数、评论数、转发数等作为定量指标。一篇学术博文若其阅读数、评论数很高,可以直接表明该博文的内容是可吸引读者点击阅读的,是获得读者认同或引发读者思考并发表评论的,因而其内容质量或影响力是较高的。因此本文以篇均阅读数、篇均推荐数、篇均评论数来表征学术博文的质量。

(1) 篇均阅读数

博文篇均阅读数是每篇学术博文阅读数总和除以学术博文数的均值。

(2) 篇均推荐数

博文篇均推荐数是每篇学术博文推荐数总和除以学术博文数的均值。

(3) 篇均评论数

博文篇均评论数是每篇学术博文评论数总和除以学术博文数的均值。

5.3.3 指标变量汇总

根据上文的数据采集、分析以及研究实际情况,本文采用的初步变量信息汇总如表 5-4 所示。

表 5-4 影响学术博文产出的变量汇总表

变量类别	变量名称	变量类型及编码取值
因变量		
学术博文产出		
量	学术博文数	连续型
	精选博文数	连续型
	篇均阅读数	连续型



	篇均推荐数	连续型
	篇均评论数	连续型
自变量		
学术社交网络		
好友关系网络	好友人数规模	连续型
	好友网点度中心性	连续型
	好友网中介中心性	连续型
	好友网接近中心性	连续型
	好友网聚类系数	连续型
	好友网特征向量中心性	连续型
推荐关系网络	推荐人数规模	连续型
	推荐网点度中心性	连续型
	推荐网中介中心性	连续型
	推荐网接近中心性	连续型
	推荐网聚类系数	连续型
	推荐网特征向量中心性	连续型
跨学科社交网络	跨学科社交	连续型
控制变量		
学术背景		
	学历	定类变量
	职称	定类变量
	学科	定类变量
	博客访问量	连续型
	注册时长	连续型
	在线时长	连续型
	活跃度	连续型

对表 5-4 的各变量进行初步线性回归分析,发现部分变量的共线性 VIF 值较高,如其中的好友人数规模(VIF=13.31)、推荐人数规模(VIF=30.239)、好友网中介中心性(VIF=12.951)、推荐网中介中心性(VIF=8.972) 4 个变量,存在较强的共线性。为消除变量共线性对回归结果的不良影响,笔者删除了该 4 个变量后,其余变量的 VIF 值都小于 7,共线性的影响基本消除。

5.4 学术社交网络对学术博文产出的影响作用分析



5.4.1 基于 RFM 模型的学术博文发文分类

营销学领域的 RFM 模型目前不仅在营销、电商领域等有较多应用,其还可用于用户价值划分、客户分级等,在图情领域,也有学者结合高校图书馆的业务服务场景对 RFM 指标进行重定义,并用于高校图书馆用户细分实证^①、图书馆图书评价系统^②等方面的研究,部分学者还将 RFM 模型应用于科学网博客的分类^③。

本文认为,女性科技人才在学术社交网络中发表学术博文,撰写科研心得、观点评述等博文或与同行探讨科学问题,或为社会公众普及科技知识,同时各位博主互加好友,并对博文进行推荐、评论、转发等行为,是女性科技人才开展学术社交的主动行为,与满足需求的主动消费行为有一定相似之处。这些行为不仅满足了自身学术社交的需要,同时还增加和丰富了学术博文的数量和内容,对学术社交平台的运营具有重要价值,对社会公众了解普及科技知识也有较高的社会价值。

对女性科技人才发表学术博文行为进行分类有助于了解该群体的总体情况。上文收集到的发表学术博文行为指标较多,若纳入全部行为数据进行分类,不便于总体分类。因此,本文引入营销学领域用于衡量客户价值和客户创造利益能力的分类模型——RFM 模型,参考此模型来选择指标来对女性科技人才发表学术博文行为进行分类。RFM 模型 3 个特征指标分别是最近一次消费时间(R)、消费频率(F)和消费金额(M),但该 3 个指标不能直接应用于女性科技人才发表学术博文行为分类,需要对 RFM 模型进行重新定义或映射。本文的主要研究目标是女性科技人才发表学术博文的情况,因此,可从活跃度、发表量上去综合选择有特定代表意义的指标,最终选定最后一次发表博文的时间(最后一次发表距离数据采集的时间,以月份为单位)、发表全部博文数量、发表学术博文的数量来作为特征指标。由此将 RFM 模型 3 个特征指标与女性科技人才发表学术博文行为进行映射,如表 5-5 所示。

表 5-5 博文发表行为与 RFM 模型映射表

映射	消费行为	发表行为
R	最近一次消费时间	最后一次发表时间
F	消费频率	发表全部博文总数
M	消费金额	发表学术博文数量

选定 3 个特征指标后,使用 K-Means 聚类算法对样本进行分类,并尝试使用 3-5 个聚类类别个数进行分析,对比发现当聚类个数为 4 时,F 值的差异更大,表明该 4 类群体的差异更明

^①卢成晓,陈添源.基于 RFM 模型的高校图书馆用户细分实证——以空间服务为例[J].情报探索,2022,No.297(07):23-28.

^②张海营.基于 RFM 模型的图书馆图书评价系统研究[J].图书馆,2012,No.228(03):60-62.

^③王震飞.基于 RFM 模型的科学网博客博主群体画像研究——以图书馆学、情报学、档案学三个学科领域为例[J].情报探索,2020,No.277(11):26-33.



显,因此本研究最终选择使用聚类个数为4个。如表5-6所示,最终聚类得到4类群体,此4类群体的占比分别是0.22%、2.17%、39.61%、58.00%。

根据聚类结果,从各分类均值来将女性科技人才发表学术博文行为分类,从最后一次发表时间均值来看,可分为超活跃、活跃、潜水、沉默四类;从发表全部博文总数的均值来看,可分为超高产、高产、较低产、低产四类;从发表学术博文数量来看,可分为高学术型、学术型、较低学术型、低学术型四类。综合起来,可将cluster_1命名为超活跃超高产高学术型用户群体,cluster_2命名为活跃高产学术型用户群体,cluster_3命名为潜水较低产较低学术型用户群体,cluster_4命名为沉默低产低学术型用户群体。

表 5- 6K-Means 聚类类别方差分析差异对比结果

聚类类别方差分析差异对比结果(平均值±标准差)					F	p
	cluster_1(n=3)	cluster_2(n=30)	cluster_3(n=547)	cluster_4(n=801)		
博文总数	2456.67±753.23	582.47±342.14	30.10±52.83	11.57±26.02	1881.624	0.000***
最后发表时间	3.67±2.89	14.47±24.52	31.63±20.02	100.97±20.18	1368.809	0.000***
学术博文数	939.33±239.07	179.63±94.50	11.16±18.13	3.95±7.50	2668.233	0.000***

* $p<0.1$ ** $p<0.05$ *** $p<0.01$

5.4.2 学术背景与学术博文产出

5.4.2.1 不同学科学历职称与女性科技人才学术博文产出

表5-7中的方差分析显示,8个学科在学术博文数的均值分布上存在显著差异,而在精选博文数、篇均推荐数、篇均阅读数、篇均评论数无明显差异。管理综合、信息科学的学术博文数的均值分别达到21.683、19.789篇,数理科学的精选博文数最高,生命科学的篇均推荐数、篇均阅读数、篇均评论数最高。

根据回归结果(表5-12),在控制其他变量后,学科对篇均阅读数($\beta=-0.022$, $p<0.05$)、篇均评论数($\beta=-0.022$, $p<0.05$)有显著负向影响,而对学术博文数、精选博文数、篇均推荐数没有显著影响。

表 5- 7 学科与学术博文产出

学科/产出	博文数	精选数	篇均推荐数	篇均阅读数	篇均评论数
生命科学(n=311)	8.498	1.106	4.667	4849.184	5.201
医学科学(n=114)	6.667	0.386	2.932	3603.88	3.784
化学科学(n=88)	5.341	0.875	2.753	4023.722	3.076



工程材料(n=152)	7.77	0.73	2.292	4306.605	3.135
信息科学(n=190)	19.789	2.7	1.935	4163.009	2.269
数理科学(n=135)	16.289	3.4	2.879	3983.04	2.998
地球科学(n=167)	9.593	0.826	2.538	4226.226	3.145
管理综合(n=224)	21.683	2.696	3.708	3801.694	3.666
方差检验 F 值	2.392	1.15	0.982	1.633	1.435
p	0.020**	0.329	0.443	0.122	0.187

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$

表 5-8 中的方差分析显示，总体上本科、硕士、博士及其他不同学历群体在学术博文产出的均值分布上没有显著差异。博士学历的女性科技人才在学术博文数、精选博文数、篇均推荐数、篇均阅读数、篇均评论数的均值上，大致高于本科、硕士学历的群体。其他群体由于是学历不明的群体组成，无法直接做比较。而从回归结果（表 5-12）来看，在控制其他变量后，学历对学术博文的产出均无显著影响（ $p > 0.1$ ）。

表 5-8 学历与学术博文产出

学科/产出	博文数	精选数	篇均推荐数	篇均阅读数	篇均评论数
其他	16.889	1.909	3.259	4087.858	4.119
本科	8	1.056	2.251	3614.733	3.125
硕士	12.203	1.516	2.749	4194.347	3.055
博士	8.317	1.66	4.006	4434.899	4.097
方差检验 F 值	1.548	0.084	0.632	0.494	0.998
p	0.2	0.969	0.594	0.687	0.393

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$

表 5-9 显示，不同职称在学术博文数、精选博文数的均值分布上有显著差异（ $p < 0.01$ ），但在篇均推荐数、篇均阅读数、篇均评论数上没有显著差异。正高职称群体在 5 个产出指标上均高于副高、中级、初级和其他职称群体。从正高、副高、中级三类职称群体均值来看，基本呈现出职称越高，其学术博文产出越高，呈现出一定的资本提升效应。

但从回归结果（表 5-12）来看，职称对学术博文产出虽然显示出正向影响，但是影响系数不显著，不具有统计学的显著性。



表 5-9 职称与学术博文产出

学科/产出	博文数	精选数	篇均推荐数	篇均阅读数	篇均评论数
初级	9	0.688	2.251	3269.689	2.665
中级	4.224	0.188	2.384	4203.499	2.55
副高	9.547	1.499	3.649	4296.831	3.931
正高	37.8	6.408	4.012	4569.997	4.36
其他	16.85	1.904	3.256	4091.069	4.114
方差检验 F 值	10.018	5.117	0.614	0.69	1.334
p	0.000***	0.000***	0.653	0.599	0.255

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$

5.4.2.2 不同博客属性与女性科技人才学术博文产出

表 5-10 的相关分析显示, 博客访问量、在线时间、注册时长、活跃度与学术博客产出的 5 个指标均显著相关 ($p < 0.01$)。

从回归结果(表 5-12)来看, 博客访问量对学术博文数 ($\beta = 0.645$, $p < 0.01$)、精选博文数 ($\beta = 0.485$, $p < 0.01$) 有显著正向影响, 对篇均推荐数 ($\beta = -0.34$, $p < 0.01$)、篇均评论数 ($\beta = -0.378$, $p < 0.01$) 显著负向影响; 对篇均阅读数影响不显著。

在线时长对学术博文数 ($\beta = -0.111$, $p < 0.01$)、精选博文数 ($\beta = -0.185$, $p < 0.01$) 显著负向影响; 对篇均推荐数、篇均阅读数、篇均评论数影响不显著。

注册时长对篇均阅读数 ($\beta = 0.108$, $p < 0.01$) 有显著正向影响, 对学术博文数 ($\beta = -0.040$, $p < 0.01$)、精选博文数 ($\beta = -0.031$, $p < 0.01$) 显著负向影响; 对篇均推荐数、篇均评论数影响不显著。

活跃度对学术博文数 ($\beta = 0.210$, $p < 0.01$) 有显著正向影响; 对精选博文数、篇均推荐数、篇均阅读数、篇均评论数影响不显著。

表 5-10 博客属性与学术博文产出

	博文数	精选数	篇均推荐数	篇均阅读数	篇均评论数
博客访问量	0.817***	0.821***	0.111***	0.105***	0.140***
在线时间	0.556***	0.479***	0.120***	0.082***	0.175***
注册时长	0.081***	0.076***	0.073***	0.133***	0.084***
活跃度	0.549***	0.448***	0.126***	0.109***	0.177***

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$

5.4.3 学术社交网络与学术博文产出



5.4.3.1 相关性分析

表 5-11 的相关性分析显示,跨学科交流网络、好友网点度中心性、好友网特征向量中心性、推荐网点度中心性、推荐网特征向量中心性均与学术博文产出 5 个指标显著相关,好友网接近中心性、推荐网聚类系数与学术博文产出 5 个指标部分显著相关,而好友网聚类系数、推荐网接近中心性则与学术博文产出 5 个指标均无显著相关性。

表 5- 11 学术社交网络与学术博文产出相关分析

	博文数	精选数	篇均推荐数	篇均阅读数	篇均评论数
跨学科交流	0.107***	0.072***	0.104***	0.075***	0.136***
好友点度中心性	0.590***	0.655***	0.177***	0.126***	0.244***
好友接近中心性	-0.063**	-0.057**	-0.037	0.006	-0.041
好友聚类系数	0.008	-0.003	-0.006	0.035	0.007
好友特征向量	0.540***	0.529***	0.150***	0.083***	0.221***
推荐点度中心性	0.777***	0.883***	0.239***	0.151***	0.265***
推荐接近中心性	0.008	-0.014	0.021	0.035	0.027
推荐聚类系数	-0.012	-0.020	0.002	-0.050*	-0.001
推荐特征向量	0.413***	0.350***	0.150***	0.051*	0.221***

* $p<0.1$ ** $p<0.05$ *** $p<0.01$

5.4.3.2 回归结果分析

在回归结果(表 5-12)分析中,好友网点度中心性对精选博文数($\beta=0.154$, $p<0.01$)、篇均阅读数($\beta=0.153$, $p<0.05$)、篇均评论数($\beta=0.166$, $p<0.05$)有显著正向影响;学术博文数($\beta=-0.210$, $p<0.01$)有显著负向影响;对篇均推荐数影响不显著。

好友网接近中心性对篇均推荐数($\beta=-0.064$, $p<0.05$)、篇均评论数($\beta=-0.062$, $p<0.05$)有显著负向影响;对学术博文数、精选博文数、篇均阅读数影响不显著。

好友网聚类系数对篇均阅读数($\beta=0.052$, $p<0.1$)影响显著;对学术博文数、精选博文数、篇均推荐数、篇均评论数影响不显著。

好友网特征向量中心性对学术博文数($\beta=0.136$, $p<0.01$)有显著正向影响;对精选博文数($\beta=-0.129$, $p<0.01$)、篇均阅读数($\beta=-0.144$, $p<0.01$)有显著负向影响;对篇均推荐数、篇均评论数影响不显著。总体上,假设 H2-1 得到部分验证。

推荐网点度中心性对学术博文数($\beta=0.369$, $p<0.01$)、精选博文数($\beta=0.682$, $p<0.01$)、篇均推荐数($\beta=0.448$, $p<0.01$)、篇均阅读数($\beta=0.157$, $p<0.01$)、篇均评论数($\beta=0.397$, $p<0.01$)均显著正向影响。



推荐网接近中心性对学术博文数、精选博文数、篇均推荐数、篇均阅读数、篇均评论数影响均不显著。

推荐网聚类系数对精选博文数 ($\beta=0.034, p<0.01$)、篇均推荐数 ($\beta=-0.055, p<0.05$)、分别有正向、负向显著影响；对学术博文数、篇均阅读数、篇均评论数影响不显著。

推荐网特征向量中心性对学术博文数 ($\beta=-0.197, p<0.01$)、精选博文数 ($\beta=-0.198, p<0.01$) 有显著负向影响；对篇均推荐数 ($\beta=0.103, p<0.05$)、篇均评论数 ($\beta=0.160, p<0.01$) 有显著正向影响；对篇均阅读数影响不显著。总体上，假设 H2-2 得到部分验证。

跨学科交流网络对精选博文数 ($\beta=-0.020, p<0.1$) 有显著负向影响；对篇均推荐数 ($\beta=0.101, p<0.01$)、篇均评论数 ($\beta=0.118, p<0.01$) 有显著正向影响；对学术博文数、篇均阅读数影响不显著，假设 H2-3 得到部分验证。

表 5- 12 学术社交网络的 OLS 回归分析结果

自变量/因变量	博文数	精选数	篇均推荐数	篇均阅读数	篇均评论数
常数	-0.089 (-0.879)	0.008 (-0.107)	-0.116 (-0.628)	-0.032 (-0.166)	-0.129 (-0.710)
好友点度中心性	-0.210*** (-5.699)	0.154*** (-6.025)	0.087 (-1.287)	0.153** (-2.209)	0.166** (-2.514)
好友接近中心性	0.025 (-1.519)	0.002 (-0.174)	-0.064** (-2.151)	-0.011 (-0.363)	-0.062** (-2.132)
好友聚类系数	-0.01 (-0.670)	0.011 (-1.032)	-0.015 (-0.535)	0.052* (-1.873)	-0.001 (-0.036)
好友特征向量中心性	0.136*** (-3.769)	-0.129*** (-5.173)	-0.088 (-1.344)	-0.144** (-2.132)	-0.08 (-1.240)
推荐点度中心性	0.369*** (-13.041)	0.682*** (-34.617)	0.448*** (-8.652)	0.157*** (-2.95)	0.397*** (-7.815)
推荐接近中心性	0.023 (-1.581)	0.003 (-0.34)	0.014 (-0.543)	0.024 (-0.879)	0.018 (-0.723)
推荐聚类系数	0.006 (-0.387)	0.034*** (-3.404)	-0.015 (-0.566)	-0.055** (-2.021)	-0.035 (-1.330)
推荐特征向量中心性	-0.197*** (-8.487)	-0.198*** (-12.201)	0.103** (-2.419)	-0.022 (-0.496)	0.160*** (-3.828)
跨学科交流	-0.012 (-0.750)	-0.020* (-1.777)	0.101*** (-3.393)	0.05 (-1.622)	0.118*** (-4.041)



博客访问量	0.645*** (-21.847)	0.485*** (-23.601)	-0.340*** (-6.282)	-0.059 (-1.066)	-0.378*** (-7.122)
在线时间	-0.111*** (-4.188)	-0.185*** (-10.012)	0.035 (-0.725)	-0.01 (-0.196)	0.06 (-1.264)
注册时长	-0.040*** (-2.778)	-0.031*** (-3.054)	0.036 (-1.358)	0.108*** (-3.967)	0.034 (-1.305)
活跃度	0.210*** (-8.909)	0.003 (-0.184)	-0.056 (-1.292)	0.042 (-0.956)	-0.066 (-1.562)
学科	0.004 (-0.758)	-0.005 (-1.305)	-0.012 (-1.177)	-0.022** (-2.099)	-0.022** (-2.206)
学历	0.001 (-0.075)	0.007 (-0.551)	0.041 (-1.215)	0.036 (-1.052)	0.042 (-1.258)
职称	0.02 (-1.171)	-0.001 (-0.091)	0.019 (-0.598)	0.01 (-0.314)	0.035 (-1.155)
样本量	1381	1381	1381	1381	1381
R ²	0.732	0.87	0.102	0.055	0.136
调整 R ²	0.729	0.869	0.092	0.044	0.126
F	233.180***	572.240***	9.691***	4.958***	13.438***

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01 括号里面为 t 值

5.4.4 学术社交网络的中介与调节作用

为进一步了解学术社交网络之间对学术博文产出的互动效应，笔者根据研究假设分别进行好友关系网络、推荐关系网络在跨学科交流网络对学术博文产出的影响中的中介和调节作用进行验证。

首先是进行跨学科交流对学术博文产出的回归，这是中介效应分析的前提。从表 5-13 的回归结果显示，跨学科交流仅对篇均推荐数、篇均评论数两个学术博文产出指标有显著影响，因此在接下来的分析中，主要以篇均推荐数、篇均评论数两个学术博文产出指标为主。

表 5-13 跨学科交流对学术博文产出的回归结果

自变量/因变量	博文数	精选数	篇均推荐数	篇均阅读数	篇均评论数
常数	-0.154	-0.101	-0.196	-0.053	-0.192
跨学科交流	-0.004	-0.017	0.081***	0.044	0.104***
学历	0.023	0.043**	0.055	0.046	0.051



职称	0.027	0.014	0.036	0.013	0.05
学科	0.001	-0.013**	-0.015	-0.025**	-0.025**
博客访问量	0.855***	1.002***	0.035	0.079**	0.01
在线时间 H	-0.204***	-0.297***	0.053	-0.031	0.112**
注册时长 M	-0.040**	-0.032**	0.042	0.106***	0.042
活跃度	0.188***	0.076***	0.042	0.062	0.056
R ²	0.686	0.709	0.03	0.035	0.054
调整 R ²	0.684	0.707	0.024	0.029	0.049
F	375.228***	417.240***	5.258***	6.178***	9.855***
D-W 值	1.95	1.978	1.999	1.999	1.998

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

5.4.4.1 好友网络的中介效应和调节效应检验

(1) 好友网点度中心性的中介效应和调节效应检验

表 5-14 显示, 模型好友点度 1 显示跨学科交流对好友网点度中心性影响显著 ($\beta=0.053$, $p<0.01$), 模型好友点度 2、3 显示在加入好友网点度中心性后, 好友网点度中心性对篇均推荐数 ($\beta=0.177$, $p<0.01$)、篇均评论数 ($\beta=0.256$, $p<0.01$) 影响系数显著, 同时, 跨学科交流对篇均推荐数 ($\beta=0.071$, $p<0.01$)、篇均评论数 ($\beta=0.090$, $p<0.01$) 影响仍然显著, 因此, 此时的好友网点度中心性起到的是部分中介作用。

模型好友点度 4、5 显示, 跨学科交流与好友网点度中心性交互项对篇均推荐数 ($\beta=-0.079$, $p>0.1$) 影响不显著, 而对篇均评论数 ($\beta=-0.203$, $p<0.1$) 影响系数显著, 说明好友网点度中心性在跨学科交流网络对篇均推荐数的影响中没有起到调节作用, 但是在跨学科交流网络对篇均评论数的影响中起到了调节作用。

表 5- 14 好友网点度中心性的中介效应和调节效应检验结果

模型	好友点度 1	好友点度 2	好友点度 3	好友点度 4	好友点度 5
自变量/因变量	好友网点度中心性	篇均推荐数	篇均评论数	篇 均 推 荐 数	篇均评论数
常数	0.023	-0.2	-0.198	-0.18	-0.146
跨学科交流	0.053***	0.071***	0.090***	0.049	0.033
好友网点度中心性		0.177***	0.256***	0.234**	0.401***
跨学科交流*好友网点 度中心性交互项				-0.079	-0.203*
学历	0.01	0.053	0.048	0.052	0.046



职称	-0.01	0.038	0.053*	0.037	0.051
学科	-0.004	-0.015	-0.024**	-0.015	-0.025**
博客访问量	0.476***	-0.049	-0.112***	-0.048	-0.107**
在线时间 H	0.096***	0.036	0.088*	0.032	0.079*
注册时长 M	0.014	0.039	0.039	0.037	0.035
活跃度	0.28***	-0.008	-0.016	-0.008	-0.016
R ²	0.599	0.042	0.081	0.043	0.083
调整 R ²	0.597	0.036	0.075	0.036	0.076
F	256.067***	6.735***	13.364***	6.101***	12.327***
D-W 值	1.862	2	1.997	2	1.997

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$

(2) 好友网接近中心性的中介效应和调节效应检验

表 5-15 显示, 模型好友接近 1 显示跨学科交流对好友网接近中心性影响显著 ($\beta=0.392$, $p<0.01$), 模型好友接近 2、3 显示好友网接近中心性对篇均推荐数 ($\beta=-0.063$, $p<0.05$)、篇均评论数 ($\beta=-0.071$, $p<0.05$) 影响系数显著, 且跨学科交流对篇均推荐数 ($\beta=0.105$, $p<0.01$)、篇均评论数 ($\beta=0.132$, $p<0.01$) 影响仍然显著, 此时的好友网接近中心性起到的是部分中介作用。

模型好友接近 4、5 显示, 跨学科交流与好友网接近中心性交互项对篇均推荐数 ($\beta=-0.069$, $p<0.05$)、篇均评论数 ($\beta=-0.091$, $p<0.01$) 影响系数均显著, 说明好友网接近中心性在跨学科交流网络对篇均推荐数、篇均评论数的影响中起到了调节作用。

表 5- 15 好友网接近中心性的中介效应和调节效应检验结果

模型	好友接近 1	好友接近 2	好友接近 3	好友接近 4	好友接近 5
自变量/因变量	好友网接近中心性	篇均推荐数	篇均评论数	篇均推荐数	篇均评论数
常数	0.124	-0.188	-0.183	-0.173	-0.163
跨学科交流	0.392***	0.105***	0.132***	0.105***	0.131***
好友网接近中心性		-0.063**	-0.071**	-0.082***	-0.096***
跨学科交流*好友网接近中心性交互项				-0.069**	-0.091***
学历	0.039	0.057	0.054	0.060*	0.058*
职称	-0.039	0.034	0.048	0.035	0.049
学科	-0.022**	-0.017	-0.026**	-0.018*	-0.028***



博客访问量	-0.006	0.035	0.01	0.034	0.009
在线时间 H	0.071	0.057	0.117**	0.064	0.127***
注册时长 M	-0.014	0.041	0.041	0.034	0.032
活跃度	-0.263***	0.025	0.037	0.003	0.007
R ²	0.173	0.033	0.058	0.038	0.066
调整 R ²	0.168	0.027	0.052	0.031	0.06
F	35.756***	5.201***	9.462***	5.353***	9.737***
D-W 值	1.925	2	1.998	2.008	2.011

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$

(3) 好友网聚类系数的中介效应和调节效应检验

表 5-16 检验结果显示, 模型好友聚类 1 显示跨学科交流对好友网聚类系数影响不显著 ($\beta=0.043$, $p>0.1$), 且此时模型好友聚类 2、3 中好友网聚类系数对篇均推荐数 ($\beta=-0.008$, $p>0.1$)、篇均评论数 ($\beta=0.005$, $p>0.1$) 影响系数不显著, 符合中介检验程序中的 a、b 系数至少一个不显著的情形, 因此需要进行 Sobel 检验。

模型好友聚类 2 的 Sobel test 检验结果为 $z=-0.291$, $p=0.771>0.1$, 说明好友网聚类系数在跨学科交流对篇均推荐数影响中的中介效应不显著, 无统计学意义。模型好友聚类 3 的 Sobel test 检验结果为 $z=0.191$, $p=0.849>0.1$, 说明好友网聚类系数在跨学科交流对篇均评论数影响中的中介效应不显著, 无统计学意义。

模型好友聚类 4、5 中的跨学科交流与好友网聚类系数交互项对篇均推荐数 ($\beta=-0.005$, $p>0.1$)、篇均评论数 ($\beta=-0.006$, $p>0.1$) 影响系数不显著, 说明好友网聚类系数在跨学科交流对篇均推荐数、篇均评论数的影响中没有起到调节作用。

表 5-16 好友网聚类系数的中介效应和调节效应检验结果

模型	好友聚类 1	好友聚类 2	好友聚类 3	好友聚类 4	好友聚类 5
自变量/因变量	好友网聚类系数	篇均推荐数	篇均评论数	篇均推荐数	篇均评论数
常数	0.476**	-0.192	-0.194	-0.19	-0.192
跨学科交流	0.043	0.081***	0.104***	0.080***	0.103***
好友网聚类系数		-0.008	0.005	-0.008	0.006
跨学科交流*好友网聚类系数交互项				-0.005	-0.006
学历	-0.1***	0.054	0.051	0.054	0.051
职称	-0.08**	0.035	0.051	0.035	0.051
学科	0.012	-0.015	-0.025**	-0.015	-0.025**



博客访问量	0.041	0.035	0.01	0.036	0.01
在线时间 H	-0.032	0.052	0.112**	0.052	0.112**
注册时长 M	0.039	0.042	0.042	0.042	0.042
活跃度	-0.012	0.042	0.056	0.042	0.056
R ²	0.011	0.03	0.054	0.03	0.054
调整 R ²	0.005	0.023	0.048	0.023	0.047
F	1.940*	4.682***	8.758***	4.213***	7.880***
D-W 值	1.986	1.999	1.998	1.998	1.997

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$

(4) 好友网特征向量中心性的中介效应和调节效应检验

表 5-17 检验结果显示, 模型好友特征 1 显示跨学科交流对好友网特征向量中心性影响显著 ($\beta=0.07$, $p<0.01$), 模型好友特征 2、3 显示好友网特征向量中心性对篇均推荐数 ($\beta=0.104$, $p<0.01$)、篇均评论数 ($\beta=0.182$, $p<0.01$) 影响系数显著, 且跨学科交流对篇均推荐数 ($\beta=0.073$, $p<0.01$)、篇均评论数 ($\beta=0.091$, $p<0.01$) 影响仍然显著, 此时的好友网特征向量中心性起到的是部分中介作用。

模型好友特征 4、5 显示, 跨学科交流与好友网特征向量中心性交互项对篇均推荐数 ($\beta=-0.002$, $p>0.1$)、篇均评论数 ($\beta=-0.061$, $p>0.1$) 影响系数均不显著, 说明好友网特征向量中心性在跨学科交流网络对篇均推荐数、篇均评论数的影响中未起到调节作用。

表 5-17 好友网特征向量中心性的中介效应和调节效应检验结果

模型	好友特征 1	好友特征 2	好友特征 3	好友特征 4	好友特征 5
自变量/因变量	好友网特征向量	篇均推荐数	篇均评论数	篇均推荐数	篇均评论数
常数	0.08	-0.205	-0.206	-0.204	-0.188
跨学科交流	0.07***	0.073***	0.091***	0.073*	0.073*
好友网特征向量		0.104***	0.182***	0.106	0.223***
跨学科交流*好友网特征向量交互项				-0.002	-0.061
学历	-0.021	0.057	0.055	0.057	0.054
职称	-0.016	0.038	0.053*	0.038	0.052*
学科	0.007	-0.016	-0.026**	-0.016	-0.027**
博客访问量	0.417***	-0.009	-0.066	-0.008	-0.063



在线时间 H	0.147***	0.037	0.086*	0.037	0.084*
注册时长 M	0.044**	0.037	0.034	0.037	0.034
活跃度	0.224***	0.019	0.015	0.019	0.014
R ²	0.533	0.035	0.07	0.035	0.07
调整 R ²	0.53	0.029	0.064	0.028	0.063
F	195.755***	5.500***	11.434***	4.946***	10.315***
D-W 值	2.012	1.998	1.995	1.998	1.995

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

5.4.4.2 推荐网络的中介效应和调节效应检验

(1) 推荐网点度中心性的中介效应和调节效应检验

表 5-18 检验结果显示, 模型推荐点度 1 显示跨学科交流对推荐网点度中心性影响不显著 ($\beta=0.007$, $p>0.1$), 虽然模型推荐点度 2、3 中跨学科交流、推荐网点度中心性对篇均推荐数、篇均评论数影响系数均显著, 但仍符合中介检验程序中的 a 系数不显著的情形, 因此需要进行 Sobel 检验。

模型推荐点度 2 的 Sobel test 检验结果为 $z=0.466$, $p=0.641>0.1$, 说明推荐网点度中心性在跨学科交流对篇均推荐数影响中的中介效应不显著, 无统计学意义。模型推荐点度 3 的 Sobel test 检验结果为 $z=0.423$, $p=0.672>0.1$, 说明推荐网点度中心性在跨学科交流对篇均评论数影响中的中介效应不显著, 无统计学意义。

模型推荐点度 4、5 中的跨学科交流与推荐网点度中心性交互项对篇均推荐数 ($\beta=-0.476$, $p<0.01$)、篇均评论数 ($\beta=-0.554$, $p<0.01$) 影响系数显著, 说明推荐网点度中心性在跨学科交流对篇均推荐数、篇均评论数的影响中起到了调节作用。

表 5-18 推荐网点度中心性的中介效应和调节效应检验结果

模型	推荐点度 1	推荐点度 2	推荐点度 3	推荐点度 4	推荐点度 5
自变量/因变量	推荐网点度中心性	篇均推荐数	篇均评论数	篇均推荐数	篇均评论数
常数	-0.142	-0.129	-0.125	-0.03	-0.011
跨学科交流	0.007	0.077***	0.101***	-0.01	-0.002
推荐网点度中心性		0.477***	0.470***	0.847***	0.901***
跨学科交流*推荐网点度中心性交互项				-0.476***	-0.554***
学历	0.035*	0.038	0.034	0.031	0.026
职称	0.026	0.024	0.038	0.017	0.031
学科	-0.009	-0.011	-0.021**	-0.011	-0.021**



博客访问量	0.784***	-0.339***	-0.358***	-0.350***	-0.371***
在线时间 H	-0.037	0.07	0.130***	0.051	0.108**
注册时长 M	0.01	0.037	0.037	0.03	0.03
活跃度	0.133***	-0.022	-0.007	-0.027	-0.013
R ²	0.714	0.095	0.118	0.103	0.128
调整 R ²	0.712	0.089	0.112	0.096	0.122
F	427.400***	15.960***	20.293***	15.658***	20.117***
D-W 值	1.986	2.003	2.008	2	2.004

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$

(2) 推荐网接近中心性的中介效应和调节效应检验

表 5-19 检验结果显示, 模型推荐接近 1 显示跨学科交流对推荐网接近中心性影响显著 ($\beta=0.152, p<0.01$), 但模型推荐接近 2、3 中推荐网接近中心性对篇均推荐数 ($\beta=0.006, p>0.1$)、篇均评论数 ($\beta=0.009, p>0.1$) 影响系数不显著, 符合中介检验程序中的 b 系数不显著的情形, 因此需要进行 Sobel 检验。

模型推荐接近 2 的 Sobel test 检验结果, $z=0.222, p=0.824>0.1$, 说明推荐网接近中心性在跨学科交流对篇均推荐数影响中的中介效应不显著, 无统计学意义。模型推荐接近 3 的 Sobel test 检验结果, $z=0.333, p=0.739>0.1$, 说明推荐网接近中心性在跨学科交流对篇均评论数影响中的中介效应不显著, 无统计学意义。

模型推荐接近 4、5 中的跨学科交流与推荐网接近中心性交互项对篇均推荐数 ($\beta=-0.023, p>0.1$)、篇均评论数 ($\beta=-0.026, p>0.1$) 影响系数不显著, 说明推荐网接近中心性在跨学科交流对篇均推荐数、篇均评论数的影响中未起到调节作用。

表 5-19 推荐网接近中心性的中介效应和调节效应检验结果

模型	推荐接近 1	推荐接近 2	推荐接近 3	推荐接近 4	推荐接近 5
自变量/因变量	推荐网接近中心性	篇均推荐数	篇均评论数	篇均推荐数	篇均评论数
常数	-0.119	-0.195	-0.191	-0.193	-0.188
跨学科交流	0.152***	0.080***	0.102***	0.078***	0.100***
推荐网接近中心性		0.006	0.009	0.003	0.007
跨学科交流*推荐网接近中心性交互项				-0.023	-0.026
学历	0.065*	0.054	0.05	0.055	0.051
职称	0.004	0.036	0.05	0.037	0.051
学科	-0.015	-0.015	-0.025**	-0.016	-0.025**



博客访问量	-0.02	0.035	0.01	0.035	0.01
在线时间 H	0.007	0.053	0.112**	0.053	0.113**
注册时长 M	0.023	0.041	0.042	0.039	0.04
活跃度	-0.026	0.042	0.056	0.04	0.054
R ²	0.028	0.03	0.054	0.03	0.055
调整 R ²	0.023	0.023	0.048	0.023	0.048
F	4.974***	4.676***	8.768***	4.289***	7.993***
D-W 值	1.967	1.999	1.997	1.995	1.993

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$

(3) 推荐网聚类系数的中介效应和调节效应检验

表 5-20 检验结果显示, 模型推荐聚类 1 显示跨学科交流对推荐网聚类系数影响显著 ($\beta=0.092, p<0.01$), 但模型推荐聚类 2、3 中推荐网聚类系数对篇均推荐数 ($\beta=-0.016, p>0.1$)、篇均评论数 ($\beta=-0.026, p>0.1$) 影响系数不显著, 符合中介检验程序中的 b 系数不显著的情形, 因此需要进行 Sobel 检验。

模型推荐聚类 2 的 Sobel test 检验结果为 $z=-0.583, p=0.559>0.1$, 说明推荐网聚类系数在跨学科交流对篇均推荐数影响中的中介效应不显著, 无统计学意义。模型推荐聚类 3 的 Sobel test 检验结果为 $z=-0.924, p=0.355>0.1$, 说明推荐网聚类系数在跨学科交流对篇均评论数影响中的中介效应不显著, 无统计学意义。

模型推荐聚类 4、5 中的跨学科交流与推荐网聚类系数交互项对篇均推荐数 ($\beta=-0.013, p>0.1$)、篇均评论数 ($\beta=-0.013, p>0.1$) 影响系数不显著, 说明推荐网聚类系数在跨学科交流对篇均推荐数、篇均评论数的影响中未起到调节作用。

表 5-20 推荐网聚类系数的中介效应和调节效应检验结果

模型	推荐聚类 1	推荐聚类 2	推荐聚类 3	推荐聚类 4	推荐聚类 5
自变量/因变量	推荐网聚类系数	篇均推荐数	篇均评论数	篇均推荐数	篇均评论数
常数	0.18	-0.193	-0.187	-0.191	-0.185
跨学科交流	0.092***	0.082***	0.106***	0.080***	0.104***
推荐网聚类系数		-0.016	-0.026	-0.012	-0.022
跨学科交流*推荐网聚类系数交互项				-0.013	-0.013
学历	-0.04	0.054	0.05	0.054	0.05
职称	-0.025	0.036	0.05	0.036	0.05
学科	0.002	-0.015	-0.025**	-0.015	-0.025**



博客访问量	-0.079**	0.034	0.008	0.033	0.008
在线时间 H	-0.043	0.052	0.111**	0.052	0.111**
注册时长 M	0.024	0.042	0.043	0.041	0.042
活跃度	0.167***	0.045	0.06	0.045	0.06
R ²	0.03	0.03	0.055	0.03	0.055
调整 R ²	0.024	0.024	0.049	0.023	0.048
F	5.290***	4.711***	8.864***	4.250***	7.986***
D-W 值	1.919	1.998	1.998	1.996	1.996

* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$

(4) 推荐网特征向量中心性的中介效应和调节效应检验

表 5-21 检验结果显示,模型推荐特征 1 显示跨学科交流对推荐网特征向量中心性影响不显著 ($\beta=0.029$, $p>0.1$), 虽然模型推荐特征 2、3 中跨学科交流、推荐网特征向量中心性对篇均推荐数、篇均评论数影响系数均显著,但仍符合中介检验程序中的 a 系数不显著的情形,需要进行 Sobel 检验。

模型推荐特征 2 的 Sobel test 检验结果, $z=1.355$, $p=0.175>0.1$, 说明推荐网特征向量中心性在跨学科交流对篇均推荐数影响中的中介效应不显著,无统计学意义。模型推荐特征 3 的 Sobel test 检验结果, $z=1.450$, $p=0.147>0.1$, 说明推荐网特征向量中心性在跨学科交流对篇均评论数影响中的中介效应不显著,无统计学意义。

模型推荐特征 4、5 中的跨学科交流与推荐网特征向量中心性交互项对篇均推荐数 ($\beta=0.028$, $p>0.1$)、篇均评论数 ($\beta=-0.001$, $p>0.1$) 影响系数均不显著,说明推荐网特征向量中心性在跨学科交流对篇均推荐数、篇均评论数的影响中没有起到调节作用。

表 5-21 推荐网特征向量中心性的中介效应和调节效应检验结果

模型	推荐特征 1	推荐特征 2	推荐特征 3	推荐特征 4	推荐特征 5
自变量/因变量	推荐网特征向量	篇均推荐数	篇均评论数	篇均推荐数	篇均评论数
常数	0.08	-0.205	-0.206	-0.21	-0.206
跨学科交流	0.029	0.077***	0.099***	0.083**	0.099**
推荐网特征向量		0.112***	0.176***	0.093	0.177*
跨学科交流*推荐网特征向量交互项				0.028	-0.001
学历	-0.052**	0.060*	0.060*	0.060*	0.060*
职称	0.01	0.035	0.049	0.035	0.049
学科	0.005	-0.016	-0.026**	-0.016	-0.026**



博客访问量	0.175***	0.015	-0.021	0.015	-0.021
在线时间 H	0.408***	0.007	0.04	0.008	0.04
注册时长 M	0.032*	0.038	0.037	0.038	0.037
活跃度	0.189***	0.021	0.022	0.021	0.022
R ²	0.524	0.036	0.069	0.036	0.069
调整 R ²	0.522	0.029	0.063	0.029	0.062
F	189.063***	5.640***	11.315***	5.077***	10.176***
D-W 值	2.092	2	1.999	2	1.999

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

5.4.4.3 中介作用和调节作用检验结果汇总

根据上文的中介检验分析,综合检验结果可知,好友网络中,只有点度中心性、接近中心性、特征向量中心性在跨学科交流网络对学术博文篇均推荐数、篇均评论数的影响中起到了中介作用,因此假设 H2-4 得到部分验证。而推荐网络中的所有指标均未在跨学科交流网络对学术博文篇均推荐数、篇均评论数的影响中起到中介作用,所以假设 H2-5 没有得到验证。最终,好友网络和跨学科交流网络之间存在的中介作用互动关系如图 5-3 所示。

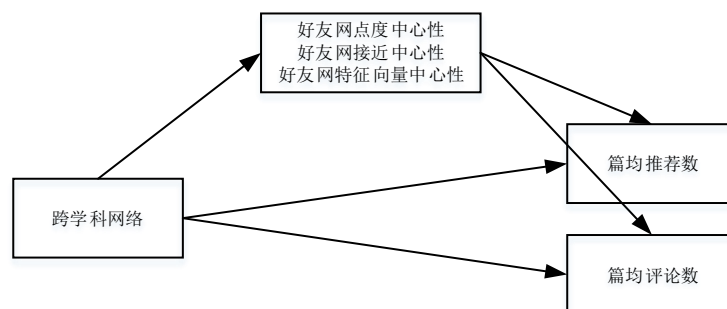


图 5-3 好友网络的中介作用

同样地,综合上文检验结果,总体上发现好友网接近中心性、推荐网点度中心性在跨学科交流网络对学术博文篇均推荐数的影响中起到调节作用,好友网点度中心性、好友网接近中心性、推荐网点度中心性在跨学科交流网络对学术博文篇均评论数的影响中起到调节作用。因此假设 H2-6、H2-7 均是得到了部分验证。最终,好友网络、推荐网络和跨学科交流网络之间存在的调节作用互动关系如图 5-4 所示。

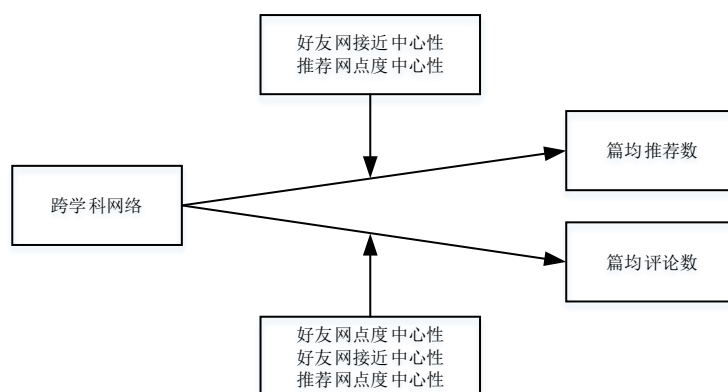


图 5-4 好友网和推荐网的调节作用

5.4.5 学术社交网络的积累效应分析

为进一步分析学术社交网络中的积累效应，笔者以学历、职称为分组变量，以博文数、精选数、篇均推荐数、篇均阅读数、篇均评论数分别为因变量，参考朱婷钰^①等对积累效应的检验方法，对 1381 名女性博主进行了分组回归，在回归结果中仅讨论在各分组变量均显著且系数差异显著的变量情况。

学历的分组回归中（表 5-22），以博文精选数为因变量的回归结果显示，推荐点度中心性在本科组（ $\beta=0.920$, $p<0.01$ ）、硕士组（ $\beta=0.721$, $p<0.01$ ）、博士组（ $\beta=0.648$, $p<0.01$ ）中都影响显著，但仅有硕士组和博士组之间的系数差异显著（差值 0.073, $t=2.6$, $p<0.01$ ），说明推荐点度中心性的积累效应在硕士组和博士组之间差异明显，且硕士组要强于博士组；推荐特征向量中心性在本科组（ $\beta=0.090$, $p<0.05$ ）、硕士组（ $\beta=-0.124$, $p<0.01$ ）、博士组（ $\beta=-0.135$, $p<0.01$ ）中都显著影响，但仅有本科组和博士组之间的系数差异显著（差值 0.226, $t=6.912$, $p<0.01$ ），说明推荐特征向量中心性的积累效应在本科组和博士组之间差异明显，且博士组要强于本科组。

学历的分组回归中（表 5-22），以篇均推荐数为因变量的回归结果显示，推荐点度中心性在本科组（ $\beta=1.350$, $p<0.05$ ）、硕士组（ $\beta=0.121$, $p<0.01$ ）、博士组（ $\beta=4.605$, $p<0.01$ ）中的影响均显著，而只有硕士组和博士组之间的系数差异显著（差值 -4.483, $t=-10.071$, $p<0.01$ ），说明推荐点度中心性的积累效应在硕士组和博士组之间差异明显，且博士组要强于硕士组。

^①朱婷钰,赵万里.玛蒂尔达效应与科学界的性别不平等——基于对中国科技工作者分层状况的调查研究[J].自然辩证法通讯,2017,39(05):8-18.



表 5-22 按学历分组回归系数差异检验表

因变量	自变量	组 1	组 2	组 1 回归 系数	组 2 回归 系数	差值	t 值	p 值
博文精选数	推荐点度中心性	硕士	博士	0.721***	0.648***	0.073	2.6	0.010***
博文精选数	推荐特征向量中心性	本科	博士	0.090**	-0.135***	0.226	6.912	0.000***
篇均推荐数	推荐点度中心性	硕士	博士	0.121***	4.605***	-4.483	-10.071	0.000***

职称的分组回归中,以博文精选数为因变量的回归结果显示,推荐点度中心性在初级组($\beta=0.254, p<0.01$)、中级组($\beta=0.461, p<0.01$)、副高组($\beta=0.798, p<0.01$)、正高组($\beta=0.666, p<0.01$)中都具有显著影响,但仅有初级组和正高组之间的系数差异显著(差值-0.413, $t=-3.358, p<0.01$),说明推荐点度中心性的积累效应在初级组和正高组之间差异明显,且正高组要强于初级组。

职称的分组回归中,以篇均阅读数为因变量的回归结果显示,推荐点度中心性在初级组($\beta=1.647, p<0.1$)、中级组($\beta=1.338, p<0.01$)、副高组($\beta=1.162, p<0.01$)、正高组($\beta=-0.210, p<0.1$)中都具有显著影响,但 4 个组别两两之间的系数差异并不显著($p>0.01$),说明推荐点度中心性的积累效应在职称组别之间没有明显差异。

好友网络、推荐网络的各项网络指标都是女性博主在科学网平台注册后与其他博主互动累积的结果,它们对学术博文产出都有一定的影响,从以上分析来看,总体上,推荐网络的点度中心性、特征向量中心性的积累效应较为明显,这些积累效应形成社交网络资本后可进一步提升其学术博文的产出和影响力,形成一定的资本提升效应。

5.4.6 学术社交网络的生存分析

女性整体科研产出率低,其中的一个原因是她们可能已经离开了科研圈。在本文分析的学术社交网络平台——科学网中,女性科技人才学术博文产出的高低,是否也受在场与否的影响?为进一步了解女性科技人才离开或停留学术科研社交圈的时间特点,本节采用生存分析法,对女性科技人才在学术社交网络的生存时间、生存风险以及影响因素等进行分析。

5.4.6.1 生存时间与删失数据处理

科学网博客作为学术社交平台,也是一种信息平台,信息平台对平台信息用户常常通过用户属性数据和行为数据分析用户的生命周期,并对用户进行分类,如活跃用户、沉默用户、流失用户,并根据平台运营需要对各类用户进行维护,如通过各类活动留住活跃用户,唤醒沉默用户,或挽回流失用户。对信息平台用户的分析可通过生存分析来对用户的行为数据进行分析。

生存分析重点关注生存时间,生存时间的长短不仅取决于生存事件发生的时间,还取决于生存时间开始的时间。对于信息平台用户,用户的生命周期其实就是生存时间,其开始时间一



般以其注册平台的时间为起始。在对信息平台用户的行为数据分析中,生存分析主要关注的是在分析时间点上用户尚未流失的数据,即要对右删失数据进行处理,对此类数据,可将用户生存时间开始的时间设置为 0,则已流失用户的生存时间用流失时间与开始时间的区间表示,而未流失用户的生存时间以分析时间点与开始时间的区间表示^①。

因此,在科学网博客用户的分析中,笔者将博主流失的界定为该博主在其最后登录科学网账号的时间后 24 个月内未再登陆,即可判定其已经离开科学网的学术社交圈子。其他各类时间界定如下:分析时间为 2022 年 10 月 1 日;事件开始时间以博主注册日期为时间起点;事件结束时间,已流失用户以最后一次登陆时间为准,未流失用户以分析时间为准。时间计算单位以月为单位,时间不足一个月的,按一个月算。此外,科学网博主的生存状态变量分为两种:1 表示博主在研究时间点已经离开了学术社交平台,即成为流失博主;0 表示博主在研究时间点仍然停留在学术社交平台,即持续博主。

5.4.6.2 生存时间分布

(1) 整体生存时间分布

利用寿命表法对 1381 个女性博主进行生存分析,女性博主的中位生存时间为 61 个月,即近一半的女性博主在科学网的时间为近 5 年左右,比男性博主(4110 个样本)的中位生存时间 86 个月要短 25 个月。女性博主在科学网的累积生存概率在 0-60 个月下降最快,该阶段是女性博主离开科学网的高发阶段。生存状态为 1 的个体有 920 位,事件占比达到 66.62%,该部分群体的中位生存时间为 37 个月,说明大部分女性博主在约 37 个月后离开了学术社交平台,比男性博主(1910 个样本)的中位生存时间 52 个月要短 15 个月,即与男性相比,女性博主更早退出学术社交网络平台,过早退出学术社交平台是学术博文产出较低的重要原因。国外研究也表明,在 STEM 领域,女性科技人才往往因为中途的家庭照顾或职业更换等其他原因而选择离开了学术圈,包括非正式专业网络,这是女性科技人才存在“泄漏的管道”“高位缺席”的主要原因之一^②。

(2) 生存时间分布对比

使用 Kaplan-Meier 非参数分析对生存时间进行分析刻画,比较不同学历、职称生存时间的差异,并使用 Log Rank 和 Wilcoxon (Gehan-Breslow) 对不同组别的生存曲线的差异进行显著性检验。

表 5-23 展示了不同学历的生存时间估计,其中博士和其他(未知)的中位生存时间较高,分别达到 64 个月,88 个月。Log Rank 检验结果显示不同学历的生存时间分布存在显著差异($p < 0.001$)。图 5-6 不同学历生命曲线显示,本科、硕士生存曲线位于下方,累积生存概率较低,下降较快。博士、其他学历的生存曲线位于上方,累积生存概率较高,下降相对较慢。

^① 赖院根,刘砺利.基于生存分析的信息用户流失研究与实证[J].情报杂志,2011,30(04):129-132+171.

^② Xu Y J, Martin C L. Gender differences in STEM disciplines: From the aspects of informal professional networking and faculty career development[J]. Gender Issues, 2011, 28: 134-154.



表 5-23 不同学历的生存时间估计（中位数）

项	中位数估计值	95% CI
其他	88.000	81.000 ~ 97.000
本科	57.000	28.000 ~ 113.000
硕士	57.000	48.000 ~ 66.000
博士	64.000	54.000 ~ 73.000
汇总	68.000	61.000 ~ 74.000

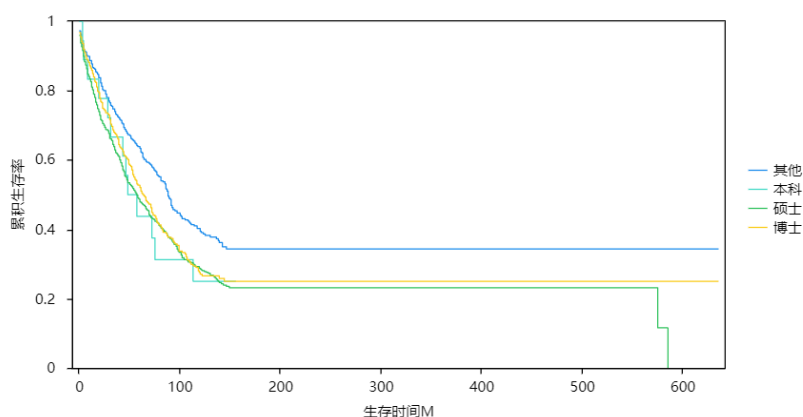


图 5-5 不同学历的生存函数曲线图

在表 5-24 不同职称的生存时间估计中，正高职称的中位生存时间最高（104 个月），中级职称的中位生存时间最低（43 个月），Log Rank 检验结果显示， $p<0.001$ ，表明不同职称的生存时间分布存在显著差异，职称因素对女性博主在学术社交网络的生存时间影响较大。

表 5-24 不同职称的生存时间估计（中位数）

项	中位数估计值	95% CI
初级	46.000	22.000 ~ 72.000
中级	43.000	36.000 ~ 52.000
副高	66.000	57.000 ~ 75.000
正高	104.000	90.000 ~ 137.000
其他	88.000	79.000 ~ 97.000
汇总	68.000	61.000 ~ 74.000

图 5-8 不同职称生命曲线显示，初级、中级生存曲线位于最下方，累积生存概率较低，下降较快。正高的生存曲线位于最上方，累积生存概率较高，下降相对较慢。

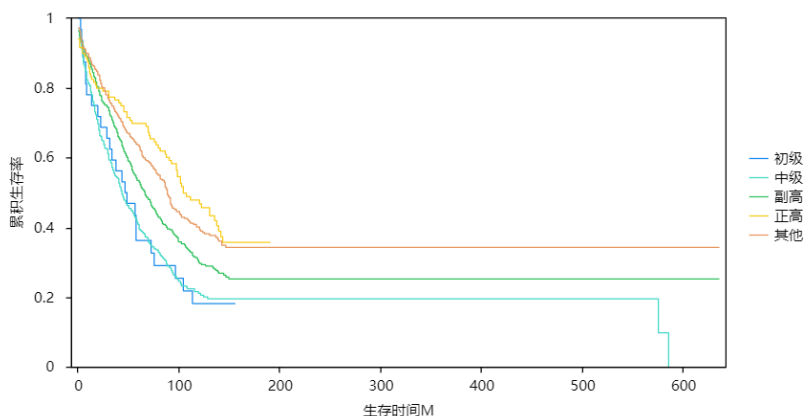


图 5-6 不同职称的生存函数曲线图

5.4.6.3 影响因素分析

用户在科学网博客的生存时间,从另一个角度来看,是其持续使用科学网博客的一种意愿。信息系统的持续使用,有较多可参考的理论模型,如 Bhattacharjee 在期望确认理论 ECM (Expectation Confirmation theory) 的基础上,结合 TAM (Technology Acceptance Model) 技术接受模型,提出了 ECM-IS 信息系统持续使用影响模型,该模型认为感知有用性能正向影响满意度,而确认能正向影响感知有用性和满意度,这三个因素能较好解释用户持续使用信息系统的持续使用意愿^①。为考察女性科技人才在科学网博客的持续使用时间的影响因素,本文基于 ECM-IS 理论,并运用 Cox 生存分析模型,来探讨哪些因素会对科学网博客的持续使用时间产生影响。

在影响因素选择方面,参考 ECM-IS 理论,将感知有用性理解为博主感知科学网博客有用而投入时间进行博文撰写、开展学术交流,该因素可用博文数量、活跃度、跨学科交流、在线时间等指标来表示;博主进入科学网博客主要的期望是能与学术同行交流,若其期望能得到确认满足,则其好友数量、推荐人的数量一般会较多,此时,可用好友人数、推荐人数来大致表征确认;而当博主在科学网上的交流、分享、互动能得到其他博主的认可,其一般满意度也会越来越高,在此,可用博客访问量、阅读数、推荐数、评论数来表示博主得到的社交平台的认可。

使用 Cox 半参数回归分析模型,对上文选定的生存时间影响因素进行分析,结果如表 5-25 所示,博文数、篇均推荐数、篇均评论数、跨学科交流、好友数、注册时长、活跃度对女性博主的生存时间具有显著影响 ($p < 0.05$),系数为正说明该影响因素数值越高,则女性博主离开的风险越大,系数为负则相反,影响因素数值越大,女性博主离开的风险越低。以上的影响变量皆为连续型变量, Cox 回归得出的效果估计值可以测算女性博主离开的风险,即 HR 值,以

^①Bhattacharjee A. Understanding Information Systems Continuance: An Expectation-Confirmation Model[J]. Mis Quarterly, 2001, 25(3):351-370.



网络跨学科交流为例，回归系数为-0.077，意味着跨学科交流增加一个单位时，或者在其他因素不变的情况下，数值大于1的女性博主的流失风险是数值小于1的女性博主的0.926倍。

表 5- 25Cox 半参数回归模型分析结果

影响因素	回归系数	标准误	z 值	p 值	HR 值	HR 值 95% CI
博文数	-0.887	0.277	-3.201	0.001	0.412	0.239 ~ 0.709
精选数	-0.776	0.399	-1.945	0.052	0.460	0.211 ~ 1.006
篇均推荐数	-0.199	0.076	-2.632	0.008	0.819	0.706 ~ 0.950
篇均阅读数	0.060	0.033	1.800	0.072	1.062	0.995 ~ 1.134
篇均评论数	0.150	0.064	2.339	0.019	1.162	1.025 ~ 1.319
跨学科交流	-0.077	0.034	-2.297	0.022	0.926	0.866 ~ 0.989
好友数	0.382	0.120	3.178	0.001	1.466	1.158 ~ 1.855
推荐人数	0.719	0.392	1.834	0.067	2.051	0.952 ~ 4.422
博客访问量	-0.133	0.298	-0.448	0.654	0.875	0.488 ~ 1.569
在线时间	0.172	0.247	0.696	0.487	1.187	0.732 ~ 1.926
注册时长	-0.313	0.046	-6.839	0.000	0.732	0.669 ~ 0.800
活跃度	-1.584	0.163	-9.730	0.000	0.205	0.149 ~ 0.282

5.5 学术社交网络对学术博文产出的影响组态分析

5.5.1 学术社交网络的组态模型

根据前文分析，学术博文产出与女性科技人才学术社交网络的指标紧密相关。为了重点分析学术社交网络指标对学术博文产出的组态效应，笔者重点关注四个层面因素：一是好友网络层面，博客好友往往具有一定聚类性，博主在好友网络中的位置，以及博主好友的重要性或影响力对博主的博文发文具有推动作用；二是网络的跨学科交流层面，博主与其他学科的博主有交流联系，跨学科交流往往可以给博主带来不同学科的知识交流，进而增强其自身交流的广度，也能一定程度上影响其学术博文的写作；三是网络活跃度，博主在社交网络中表现活跃，则其在社交网络中与其他博主交流频繁，且在博文阅读、撰写上也会有较高的活跃度，继而会影响学术博文的产出；四是推荐网络层面，博主在推荐网络中占据较好的网络位置，若推荐的博主影响力越高，则对被推荐的学术博文影响越大。

同时根据上文 5.4 节影响分析中的相关系数分析和回归分析的显著性，笔者选取了四个层面的具体要素构建了学术社交网络对女性科技人才学术博文产出的影响组态效应模型(图 5-7)，作为组态效应分析框架。

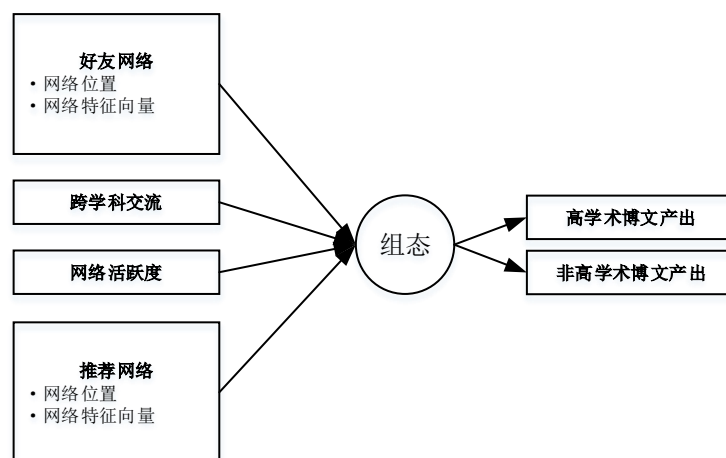


图 5-7 学术社交网络对学术博文产出影响的组态模型

5.5.2 变量及数据选取

5.5.2.1 结果变量

由于学术博文产出的指标除了数量之外还有阅读量、评论量等指标，目前尚未有一个可用的综合产出指标，本文暂且重点关注学术博文的数量特征，并以其作为组态效应的结果变量。

5.5.2.2 条件变量

根据学术社交网络对女性科技人才学术博文产出的影响组态效应模型关注的四个层面，本文将组态效应分析的前因条件变量具体指标量化如下：

- (1) 好友网络位置。好友网络位置采用女性科技人才在好友网络中的点度中心性来表示。
- (2) 好友网络特征向量。好友网络特征向量采用女性科技人才在好友网络中的特征向量中心性表示。
- (3) 网络跨学科交流。网络跨学科交流采用上文提到的跨学科交流指标来表示女性科技人才跨学科交流网络。
- (4) 网络活跃度。网络活跃度采用博客活跃度来表示，表示女性科技人才在学术社交网络中的活跃程度。
- (5) 推荐网络位置。推荐网络位置采用女性科技人才在推荐网络中的点度中心性来表示。
- (6) 推荐网络特征向量。推荐网络特征向量采用女性科技人才在推荐网络中的特征向量中心性表示。

5.5.2.3 案例选取

由于本文所采集的学术博文发文量存在分布非均衡的情况，发表少量学术博文的个案占比较大，为了使 QCA 分析的案例在结果变量的分布上较为均衡，避免分析误差。本文通过排除过高、过低个案的方法选取数据，即将发表学术博文数小于 4 的 871 个案例和学术博文数大于



100 的 32 个案例删除,使得学术博文数分布在均值左右,分布较为均衡,最终纳入 QCA 分析的案例有 478 个。

5.5.3 学术社交网络的组态效应分析

5.5.3.1 模糊集数据校准

按照上文的数据校准法方法,对案例的各变量数据取 95%分位数、中位数、5%分位数的值,来对变量数据进行数据校准。得到表 5-26 各变量的校准值。

表 5-26 学术社交网络各变量的校准值

结果变量/条件变量	完全隶属 (95%)	交叉点 (50%)	完全不隶属 (5%)
博文数	53.25	9	4
跨学科交流	1	0.714285714	0
活跃度	143908.25	16730	1898
好友网络位置	154.3	14	0
好友网特征向量	0.07091745	0.001306	0
推荐网络位置	177.4	11	0
推荐网特征向量	0.13727285	0	0

5.5.3.2 单项前因条件必要性分析

使用 fsQCA3.0 软件对单项前因条件必要性进行分析(表 5-27),在高学术博文产出和非高学术博文产出的必要条件分析中,没有条件变量的一致性大于 0.9,说明没有单项的前因条件可以解释高学术博文产出和非高学术博文产出。

表 5-27 产生高学术博文产出和非高学术博文产出的必要条件分析结果

条件变量	学术博文数		~学术博文数	
	Consistency	Coverage	Consistency	Coverage
跨学科交流	0.718231	0.608108	0.62868	0.709334
~跨学科交流	0.656696	0.570285	0.652667	0.755307
活跃度	0.716963	0.727688	0.46426	0.627935
~活跃度	0.633418	0.47012	0.798667	0.789931
好友网络位置	0.670115	0.687977	0.481471	0.658717
~好友网络位置	0.667578	0.49138	0.771935	0.757184
好友网特征向量	0.599357	0.668264	0.425041	0.631536
~好友网特征向量	0.669529	0.466334	0.776732	0.720947
推荐网络位置	0.702079	0.72475	0.455361	0.626416
~推荐网络位置	0.638103	0.467853	0.799913	0.781566
推荐网特征向量	0.832325	0.62676	0.720742	0.723257
~推荐网特征向量	0.632491	0.629573	0.628058	0.833098

5.5.3.3 真值表构建



在真值表构建中,将原始一致性阈值设为 0.8, PRI 一致性阈值设为 0.6, 案例频数阈值设为 7 (保留了 89% 的观察案例), 形成满足阈值要求的条件组合真值表。真值表显示没有出现结果不确定的“无关结果组态”, 也没有同一组态分属不同案例的“矛盾组态”, 可进行下一步分析。

5.5.3.4 条件组态分析

(1) 条件组态构型结果

经过真值表的进一步分析, 得到了高学术博文产出和非高学术博文产出的条件组态构型, 表 5-28 共呈现了两条高学术博文产出的组态 (Ha、Hb), 三条非高学术博文产出的组态 (NHa、NHb、NHc)。

表 5-28 产生高学术博文产出和非高学术博文产出的条件组态构型

	高学术博文产出		非高学术博文产出		
条件变量	Ha	Hb	NHa	NHb	NHc
跨学科交流	•				○
网络活跃度	●	●	⊗	⊗	⊗
好友网络位置		•	⊗	•	
好友网特征向量	●	●	⊗	•	•
推荐网络位置	●	●		⊗	⊗
推荐网特征向量	•	•	•	•	•
原始覆盖度	0.406951	0.420872	0.533119	0.247907	0.24223
唯一覆盖度	0.0297786	0.0436995	0.316173	0.0122248	0.00615287
解的一致性	0.872362	0.850458	0.883104	0.880637	0.896147
总体覆盖度	0.45065			0.589855	
总体一致性	0.854338			0.876909	

注: “●”表示核心条件存在; “•”表示边缘条件存在; “⊗”表示核心条件缺失。 “○”表示边缘条件缺失; 空白表示该条件是否出现对结果无影响。

(2) 高博文产出的组态分析

①Ha 路径

Ha 路径可表示为“跨学科交流*活跃度*好友网特征向量*推荐网络位置*推荐网特征向量”。该路径表明, 女性科技人才在学术社交网络中开展跨学科交流, 并具有较高的网络活跃度, 同时在好友网特征向量、推荐网络位置、推荐网特征向量具有较高水平, 则其学术博文产出较高。在此路径中, 活跃度、好友网特征向量、推荐网络位置是核心条件, 跨学科交流、推



荐网特征向量是边缘条件。

②Hb 路径

Hb 路径可表示为“活跃度*好友网络位置*好友网特征向量*推荐网络位置*推荐网特征向量”。该路径表明，女性科技人才在学术社交网络中的活跃度较高，同时在好友网络位置、好友网特征向量、推荐网络位置、推荐网特征向量具有较高水平，虽然不一定开展跨学科交流，也可以具有较高的学术博文产出。在此路径中，活跃度、好友网特征向量、推荐网络位置是核心条件，好友网络位置、推荐网特征向量是边缘条件。

（3）非高博文产出的组态分析

①NHa

NHa 路径可表示为“~活跃度*~好友网络位置*~好友网特征向量*推荐网特征向量”。在该路径中，当女性科技人才在网络中的活跃度、好友网络位置、好友网特征向量缺失时，即使推荐网特征向量较高，也难以有高的学术博文产出，此时跨学科交流、推荐网络位置的条件是否存在对学术博文产出无影响。

②NHb

NHb 路径可表示为“~活跃度*好友网络位置*好友网特征向量*~推荐网络位置*推荐网特征向量”。路径表明，当女性科技人才在网络中的活跃度、推荐网络位置缺失时，即使好友网络位置、好友网特征向量、推荐网特征向量具有较高水平，也难以有高的学术博文产出，此时跨学科交流的条件是否存在对学术博文产出无影响。

③NHc

NHc 路径可表示为“~跨学科交流*~活跃度*好友网特征向量*~推荐网络位置*推荐网特征向量”。在该路径中，当女性科技人才在网络中的跨学科交流、活跃度、推荐网络位置条件欠缺，特别是活跃度、推荐网络位置条件欠缺时，会产生较低的学术博文产出，此时好友网络位置的条件是否存在对学术博文产出无影响。

5.5.3.5 稳健性检验

同样，参考上文的检验方法，通过调整一致性阈值和校准隶属度的阈值来进行结果的稳定性检验。将真值表分析过程中的一致性阈值由 0.8 提高至 0.85 或 0.9，得到的组态与原组态的数量、组成以及一致性和覆盖度均没有发生显著变化。此外，将校准隶属度的阈值锚点由原来的 95%、50%、5%调整为 90%、50%、10%后重新进行分析，最后通过对比分析，所得到 2 条高学术博文产出组态或是原条件组态的子集或是与原条件组态有相似的条件组合、一致性和覆盖率，可见，原条件组态结果是较稳定的。

5.6 学术社交网络对学术博文产出效率的影响分析



如果将科技人才开展学术社交作为一种投入,其产出成果可能会有多种形式,同时也难以分清哪些是学术社交网络的直接产出哪些是间接产出。为大致了解学术社交网络对学术产出的技术效率,本文将投入产出界定在科学网这一学术社交网络平台上,基于学术社交网络的投入导向视角,选取科学网学术社交网络投入指标和产出指标进行女性科技人才的学术博文产出效率分析。

5.6.1 学术社交网络的投入与产出指标

本节所选取的投入指标,与上一节的组态效应分析的影响因素大致相同,它们都是女性科技人才在科学网学术社交网络自己投入时间和精力进行构建的,付出了相应的成本,并形成了一定的成果和影响力产出。因此,基于学术社交网络的投入导向视角,将跨学科交流、活跃度、好友网络位置、好友网特征向量、推荐网络位置、推荐网特征向量 6 个指标作为学术社交网络产出效率分析的投入指标。同时将学术博文数、篇均推荐数、篇均阅读数、篇均评论数作为产出指标,由于精选博文数与学术博文数存在重复,为让 SBM 模型的产出是一个净产出,故不纳入精选博文数。各指标的详细释义见上一节内容。

5.6.2 学术社交网络产出效率测度与比较

5.6.2.1 总体情况

将投入产出指标数据导入 MATLAB 编写的全局参比超效率 SBM 模型,计算得到 1381 位女性科技人才的学术社交网络 SBM 产出效率值,总体均值为 0.160741687。可见,学术社交网络产出的 SBM 产出效率值较低,主要原因是在科学网博客平台,女性科技人才一方面撰写的大部分是一些非学术博文,而撰写学术交流、科普文章等学术博文较少;另一方面,由于现实工作中女性科技人才往往面临教学工作任务重、科研考核压力大、科研任务繁忙等问题,她们的主要精力仍然是放在学术论文、专利等与个人考评紧密相关的学术产出工作上。

SBM 产出效率值在均值以上的女性科技人才有 362 人,占比 26.21%,均值为 0.41247。SBM 产出效率值大于 1 的女性科技人才有 54 人,占比 3.91%,均值为 1.06209。

5.6.2.2 SBM 产出效率影响因素分析

以学术社交网络 SBM 产出效率值为因变量,学术社交网络投入为自变量进行 OLS 回归分析,发现跨学科交流 ($p<0.01$)、好友网特征向量 ($p<0.05$)、推荐网络位置 ($p<0.01$) 对 SBM 产出效率影响显著,它们是影响 SBM 产出效率的重要因素。

5.6.2.3 不同维度的 SBM 产出效率对比分析

表 5-29 的学历职称分组 SBM 产出效率值显示,虽然各分组的均值分布并未呈现统计学上的显著性,但从均值来看,学历、职称越高,其学术社交网络产出的 SBM 产出效率值也较高,这可能与女性科技人才在学历教育和职称评定过程中所受到的教育和学术锻炼有关,学术锻炼



越多，其学术博文产出效率也较高，同时，可能也与她们乐于参与学术社交，并积极分享自己的学术知识，交流科研心得等主观能动性有关。

此外，从学科分组来看（表 5-30），信息科学的 SBM 产出效率值最高（0.1853963），其次分别是地球科学、生命科学、医学科学、工程材料、数理科学、化学科学，管理综合的 SBM 产出效率值最低（0.12646178）。在 4 个二级学科中，计算机科学的 SBM 产出效率值最高（0.18434075），其次是生态学（0.18283499）、地理学（0.17084959），而物理学（0.14343634）则最低。

表 5- 29 学历职称分组的 SBM 产出效率值

指标	Mean	Std.dev.	Freq.
博士	0.16466098	0.21414724	312
硕士	0.16434122	0.21992703	644
本科	0.11142873	0.22926648	18
其他	0.15422256	0.23701887	407
F	0.49		
Prob > F	0.6871		
正高	0.19333846	0.29908623	120
副高	0.16834655	0.21857017	433
中级	0.15337474	0.18875326	388
初级	0.10889617	0.17795658	32
其他	0.1541557	0.23673136	408
F	1.39		
Prob > F	0.2367		

表 5- 30 学科分组的 SBM 产出效率值

指标	Mean	Std.dev.	Freq.
信息科学	0.1853963	0.24653034	190
化学科学	0.14894196	0.19991708	88
医学科学	0.16198386	0.24815116	114
地球科学	0.17230258	0.23048318	167
工程材料	0.15580154	0.20706803	152
数理科学	0.15569727	0.21082576	135
生命科学	0.17164947	0.23727833	311



管理综合	0.12646178	0.19007472	224
F	1.31		
Prob > F	0.2432		
地理学	0.17084959	0.21102303	79
物理学	0.14343634	0.17405711	71
生态学	0.18283499	0.25202248	37
计算机科学	0.18434075	0.22442984	70
F	0.91		
Prob > F	0.7127		

5.7 本章小结

本章基于科学网 8 个学科 24353 名博主名录, 经过性别识别、博文筛选, 选出科学网 1381 名发表过学术博文的女性博主, 构建她们的学术背景、学术社交网络, 并建立了好友网络和推荐网络的中介作用和调节作用模型, 进行学术社交网络对学术博文产出影响的相关假设验证分析。

在女性科技人才学术博文发文方面, 基于 RFM 模型和 K-Means 聚类算法, 可将女性科技人才学术博文发文分为四大类: 超活跃超高产高学术型用户群体, 活跃高产学术型用户群体, 潜水较低产较低学术型用户群体, 沉默低产低学术型用户群体。

学术背景方面, 女性科技人才的学科、学历、职称、在线时间与学术博文产出不存在显著的正相关关系; 博客访问量、注册时长、活跃度与学术博文产出存在部分正相关关系。

学术社交网络方面, 女性科技人才的好友网络点度中心性、好友网络聚类系数、好友网络特征向量中心性与学术博文产出部分正相关, 接近中心性与学术博文产出无正相关关系, 假设 H2-1 部分成立。推荐网络的点度中心性与学术博文产出各项指标都显著正相关, 聚类系数、特征向量中心性与学术博文产出部分正相关, 接近中心性与学术博文产出无正相关关系, 假设 H2-2 部分成立。此外, 女性科技人才的跨学科交流程度与学术博文产出部分正相关, 假设 H2-3 部分成立。

在学术社交网络的中介调节作用方面, 好友网络的点度中心性、接近中心性、特征向量中心性在跨学科交流网络对学术博文篇均推荐数、篇均评论数的影响中起到了中介作用, 假设 H2-4 部分成立; 而推荐网络中的所有指标均未在跨学科交流网络对学术博文篇均推荐数、篇均评论数的影响中起到中介作用, 假设 H2-5 不成立。好友网接近中心性、推荐网点度中心性在跨学科交流网络对学术博文篇均推荐数的影响中起到调节作用, 好友网点度中心性、好友网接近中心性、推荐网点度中心性在跨学科交流网络对学术博文篇均评论数的影响中起到调节作用。



因此假设 H2-6、H2-7 均是部分成立。

积累效应分析显示，推荐网点度中心性、推荐网特征向量中心性在学历的分组中显示出较强的积累效应；推荐点度中心性在职称分组中有显著的积累效应。

女性科技人才学术社交网络的生存分析显示，女性博主在科学网的累积生存概率在 0-60 个月下降最快，大部分女性博主约 37 个月后离开了学术社交平台，过早离开学术社交平台是学术博文产出较低的重要原因。基于 ECM-IS 信息系统持续使用理论影响模型的 Cox 半参数分析表明，博文数、篇均推荐数、篇均评论数、跨学科交流、好友数、注册时长、活跃度对女性博主的生存时间具有显著影响。

学术社交网络对女性科技人才学术博文的影响组态分析表明，在两条高学术博文产出的组态（Ha、Hb）中，网络活跃度、推荐网络位置、好友网特征向量是高学术博文产出组态的核心因素；三条非高学术博文产出的组态（NH_a、NH_b、NH_c）中，网络活跃度、推荐网络位置的缺失是非高学术博文产出组态的核心因素。

学术社交网络产出效率分析表明学术社交网络 SBM 产出效率值总体均值为 0.160741687，其中，跨学科交流、好友网特征向量、推荐网络位置是影响 SBM 产出效率的重要因素。



6 学术奖励网络对女性科技人才学术奖励产出的影响

科技殿堂女性“高端缺席”的现象不仅在院士、首席科学家等高层次创新人才职位上存在,在获奖上女性与男性相比存同样在较大差距,在世界级的奖项中比例更低。如诺贝尔奖自 1901 年颁奖以来,截止 2022 年已共有 954 个人和 27 个组织获奖,其中有 61 次颁发给女性,共有 60 名女性(占比 6.29%)获得了诺贝尔奖(玛丽·居里(Marie Curie)两次获得诺贝尔物理学奖)^①。此外,有“计算机界诺贝尔奖”之称的图灵奖自 1966 年颁发以来,已有 70 位计算机科学家获得了该奖项,其中只有 3 位是女性,第一位女性获奖者直到 2006 年才出现。在我国,据《第四次全国科技工作者状况调查报告(2017)》的数据显示,女性科技工作者科技奖励的比例仅为 17.1%,平均获奖项数为 2.04 项,相比男性 26.5%的获奖比例要低近 10 个百分点^②。因此,是何种原因导致了女性科技工作者获奖比例偏低,男女科技工作者的科技获奖存在哪些差异,是值得我们进一步探讨的问题。本章笔者将以国家科技进步奖数据为例,尝试探究国家科技进步奖合作的学术奖励网络中存在的性别差异,并分析学术奖励网络对科技奖励获奖结果产生的影响。

6.1 研究假设

6.1.1 科研合作和学术奖励的性别差异

在现有研究中,学者们除了直接分析科研论文产出存在的性别差异外,还对科研论文表征的科研合作中的性别差异进行了探究。Mcdowell J M 等(2006)发现在经济学科领域,女性学者倾向于在其职业生涯的最初几年进行合作^③。Frehill Lisa M 等(2010)的研究发现男性学者更倾向于在国际层面进行合作^④。Giovanni Abramo 等(2013)发现对意大利学者来说,女性研究人员更倾向于在一般层面、校内层面和国内校外层面进行合作,女性研究人员在国际合作中与男性同事相比仍有差距^⑤。Jadidi M 等(2017)证实,女性学者通常比男性学者更少参与合作项目,并且她们发表更多的单作者论文^⑥。Aksnes D W 等(2019)发现,挪威女性研究人员在

^①NobelPrize.org.Nobel Prize awarded women[EB/OL].(2020-10-10)[2022-11-30].
<https://www.nobelprize.org/prizes/lists/nobel-prize-awarded-women>.

^②全国科技工作者状况调查课题组.第四次全国科技工作者状况调查报告(2017)[M].中国科学技术出版社,2017:463.

^③Mcdowell J M, Singell L D, Stater M. Two to Tango? Gender Differences in the Decisions to Publish and Coauthor[J]. Economic Inquiry, 2006, 44(1):153-168.

^④Frehill L M, Vlaicu S, Zippel K. International scientific collaboration: Findings from a study of NSF principal investigators[R]. Technical report, National Science Foundation, 2010.

^⑤Giovanni Abramo, Ciriaco Andrea D'Angelo, Gianluca Murgia. Gender differences in research collaboration[J]. Journal of Informetrics, 2013, 7(4):811-822.

^⑥Jadidi M, Karimi F, Lietz H, et al. Gender Disparities in Science? Dropout, Productivity, Collaborations and Success of Male and Female Computer Scientists[J]. Advances in Complex Systems, 2018 : 1750011.



学术级别较低、出版效率较低的国际学术合作中所占比例较高^①。秦佩恒等（2020）基于中科院科研人员调查问卷数据，发现与男性研究人员相比，女性科研人员在跨界合作网络规模和网络关系强度上均存在明显的欠缺^②。

有关女性科技人才在学术奖励中获奖的不足以及与男性的差异，部分学者较早就已经开始关注，如 Alan E. Bayer 和 Helen S. Astin（1975）很早就关注并确认学术奖励体系中的性别差异^③。Lena M. Mayes 等（2018）研究了 2006-2016 年美国国立卫生研究院（NIH）颁发的麻醉学和外科部门职业发展奖的性别差异，发现女性获得奖励的可能性显著低于男性^④。King Joseph T 等（2018）通过一项来自耶鲁大学医学院的 13 年持续研究，发现医科学生研究论文奖项存在性别差异，虽然女性撰写了 50.9% 的论文，但只获得 30.9 % 的最高荣誉奖^⑤。Melnikoff David E 和 Valian Virginia V（2019）发现，在神经科学研究领域，男性获得的荣誉奖项比女性多，并且奖项和引用方面的性别差异可能会相互加强^⑥。Ellinas Elizabeth H（2019）统计发现，在所有 9 个麻醉学专业学会颁发的 211 个杰出服务奖中，女性只获得 25 个（11.8%）^⑦。Rachel Atkinson 等（2019）分析了 1998 年至 2017 年公开的外科手术社会奖获得者名单，在所研究的 20 个协会颁发的 1222 个奖项中，只有 420 个（25.6 %）授予女性^⑧。Lunnemann Per 等（2019）基于四个科学领域的历史数据和贝叶斯层次模型，揭示了在所有被调查的学科中，女性在诺贝尔奖得主中的比例确实非常低^⑨。Kuo Lindsay E 等（2020）通过数据统计，确认普外科住院医师培训项目获奖者中，女性获奖者仅占 31.4%，比例明显偏低，这些发现表明在外科部门和培训项目中存在持续的内隐偏见^⑩。Jessica F. Martin 等（2020）调查了 2000 年至 2018 年四个主要放射学会颁发的医师奖获得者的性别代表性，发现女性在享有盛誉的领导奖获得者中的代表性不足^⑪。Lokman Meho（2021）对 2001 年至 2020 年间颁发的包括诺贝尔奖、菲尔兹奖和罗伯特·科

^①Aksnes D W, Piro F N, Rørstad K. Gender gaps in international research collaboration: A bibliometric approach[J]. *Scientometrics*, 2019, 120(2): 747-774.

^②秦佩恒,洪志生,赵兰香.跨界合作网络与专利产出:基于性别差异的研究[J].*科研管理*,2020,41(10):258-267.

^③Alan E. Bayer, Helen S. Astin. Sex Differentials in the Academic Reward System[J]. *Science*,1975,188(4190):796-802.

^④Lena M. Mayes, et al. Gender differences in career development awards in United States' anesthesiology and surgery departments, 2006–2016[J]. *BMC Anesthesiology*,2018,18(1):1-5.

^⑤King Joseph T, Angoff Nancy R, Forrest John N, Justice Amy C. Gender Disparities in Medical Student Research Awards: A 13-Year Study From the Yale School of Medicine.[J]. *Academic medicine: journal of the Association of American Medical Colleges*,2018,93(6):911-919.

^⑥Melnikoff David E, Valian Virginia V. Gender Disparities in Awards to Neuroscience Researchers.[J]. *Archives of scientific psychology*,2019,7(1):4-11.

^⑦Ellinas Elizabeth H, Rebello Elizabeth, Chandrabose Rekha K, et al. Distinguished Service Awards in Anesthesiology Specialty Societies: Analysis of Gender Differences.[J]. *Anesthesia and analgesia*,2019,129(4):130-134.

^⑧Rachel Atkinson, Pamela Lu, Nancy L. Cho, et al. Gender disparities in award recipients from surgical specialty societies[J]. *Surgery*,2019,166(3):423-428.

^⑨Lunnemann Per, Jensen Mogens H., Jauffred Liselotte. Gender bias in Nobel prizes[J]. *Palgrave Communications*,2019,5(1):1-4.

^⑩Kuo Lindsay E, Lyu Heather G, Jarman Molly P, et al. Gender Disparity in Awards in General Surgery Residency Programs.[J]. *JAMA surgery*,2020,156(1):60-66.

^⑪Jessica F. Martin, et al. Do Gender Disparities Among Major Radiological Society Award Recipients Exist?[J]. *Academic Radiology*,2020,27(7):987-995.



赫科学奖在内的 141 个顶级科学奖项所做的深入分析显示,在高级别奖项中性别差距正在缩小但仍持续存在,而计算机科学、生命科学和数学等学科中的性别差距最大,且自 2001 年以来,141 个奖项中有 22 个奖项尚未颁发过给女性,其中包括两个以女性名字命名的奖项^①。

此外,不管是科学论文还是科技项目,合作人员作为主要的参与者,一般认为合作人员数量越多,人力资本越大,智力资本也越多,因此往往能对科研产出产生重要的促进作用。因此本章拟提出以下假设:

假设 H3-1: 科技进步奖项目人员合作网络的合作人员数量是影响项目获奖的重要因素。

假设 H3-2: 科技进步奖项目人员合作网络的性别差异是影响项目获奖的重要因素。

6.1.2 合作机构对学术奖励的影响

先前研究表明,国家科技进步奖产出的科技成果约 73% 的项目是多科研机构合作完成的,主要以 2~3、4~7 等小型或中型合作网络为主,且多机构合作的项目占比在近十多年总体上呈增长趋势,说明合作机构的单位数量、合作类型对科技进步奖项目具有重要的促进作用;此外,合作机构的点度中心性、中介中心分析表明,中国科学院、浙江大学、清华大学等机构在整个科技进步奖的合作网络中占据较为中心的位置,与其他产学研等机构合作紧密,并占据较为重要的网络位置,掌握丰富的合作网络资源^②。同时,科技进步奖合作机构的合作网络整体上还呈现一种随时间变化而动态演化的特征,国家政策引导、社会需求拉动、机构术业专攻、最小省力法则以及马太效应等国家、社会和机构内部需求因素是促进合作机构网络演化的主要动力^③。

此外,部分学者基于空间引力模型的合作机构合作联结强度分析也表明,使用点度中心性表征的合作机构实力,结合合作机构间的地理距离,是合作机构空间引力测度的重要指标,该研究表明科技进步奖合作机构联结网络规模逐渐扩大,集团化特征并不显著等特点^④。再者,也有学者研究发现女性科技人才在跨界合作中与企业界、政府部门、其他科研院所等机构合作中的网络关系强度对专利产出有重要影响^⑤。总体上,科技进步奖项目完成机构无论是在合作数量、合作广度上,还是在合作网络中的位置,对项目获奖均有一定影响,据此,本文提出以下假设。

假设 H3-3: 科技进步奖项目完成机构单位数量是影响项目获奖的重要因素。

假设 H3-4: 科技进步奖项目完成机构合作宽度对项目获奖具有显著影响。

假设 H3-5: 科技进步奖项目完成机构合作网络的点度中心性、接近中心性、中介中心性、特征向量中心性、结构洞等指标对项目获奖具有显著影响。

^①Lokman I. Meho. The gender gap in highly prestigious international research awards, 2001–2020[J]. Quantitative Science Studies. 2021,2(3):976–989.

^②谭春辉,曾娟,程凡等.国家科技进步奖获奖机构合作网络分析[J].科学管理研究,2017,35(01):31-34+42.

^③谭春辉,吴晓风,程凡.“十五”至“十二五”期间国家科技进步奖获奖机构合作网络演化机理分析[J].现代情报,2017,37(12):131-137.

^④谭春辉,李玥澎,梁远亮等.基于空间引力模型的科研机构合作联结强度分析——以国家科技进步奖获奖项目为例[J].情报资料工作,2022,43(05):52-59.

^⑤秦佩恒,洪志生,赵兰香.跨界合作网络与专利产出:基于性别差异的研究[J].科研管理,2020,41(10):258-267.



6.1.3 性别异质性的中介作用

在已有的研究中,学者们已经发现了科研人员撰写论文或作为第一作者存在性别比例差异^①,其学术产出和合作网络存在较为明显的社会网络差异^②,机构类型与排名、机构所提供的科研支持也是造成男女科研人员科研产出差异的重要原因^③。国内学者肖军飞(2012)在先前研究也发现,在教育科技领域,拥有同等的数量和质量社会资本的情况下,男性和女性在资本回报仍存在较大区别,男性更容易获得科技奖励,得到更高职称和更多声望,其中原因之一就是资本回报的性别差异在其中起到重要作用^④。王亚男(2019)以我国的制造业上市公司为例研究高管团队异质性特征在股权制衡与企业绩效之间的影响作用,发现高管团队的性别异质性、年龄异质性、学历异质性可以在股权制衡与企业绩效之间发挥部分中介作用^⑤。国外学者 Melnikoff(2019)在研究神经科学科研人员奖励中发现,性别差异在论文引用次数、h 指数中存在中介和调节作用,奖项中的性别差异是由总引用次数和 h 指数的性别差异所调节的,同时两者也存在相互影响,因为总引用次数和 h 指数中的性别差异部分由奖项来调节^⑥。可见,性别差异(性别异质性)可以在个体或团队与科技奖励产出等科研产出或其他绩效产出中起到一定的中介作用,并影响产出绩效。

同样地,科技进步奖获奖项目在实施过程中,不仅需要优秀的科研人员开展合作,还需要资源丰富的科研机构提供支持,合作的科研人员来自不同的科研机构,科研机构合作主要通过合作人员来实现,而合作人员当中的性别异质性可能会在人员合作以及机构合作中对科研项目成果最终获奖产生间接或中介的影响。因此本章拟提出以下假设:

假设 H3-6: 性别异质性在完成机构合作网络与项目获奖之间通过中介作用来影响国家科技进步奖获奖等级差异。

总体上,虽有部分国外学者关注到科研奖励中获奖人员的性别差异,但多涉及性别数量、性别占比上的数量差异,并未有更多关于学术奖励完成人在合作方面的性别差异研究,特别是国内此类研究还非常稀缺。因此,本文基于国家科技进步奖获奖项目信息,尝试探讨获奖项目完成人的性别差异,分析性别与获奖等级、性别与合作网络的关系,以期为科技与性别议题增加新的研究参考。具体而言,本文将主要回答以下几个问题:(1)国家科技进步奖获奖项目主要完成人的性别分布有何特点?(2)项目完成人性别对科技进步奖等级是否产生影响?(3)

^①Luke H, Devi S F, Hauser C E, et al. The gender gap in science: How long until women are equally represented?[J]. Plos Biology, 2018, 16(4):e2004956.

^②朱依娜,何光喜.学术产出的性别差异:一个社会网络分析的视角[J].社会,2016,36(04):76-102.

^③Xie Y, Shauman K A. Sex differences in research productivity: New evidence about an old puzzle [J]. American Sociological Review, 1998: 847-870.

^④肖军飞.社会资本视域下女性教育科技人才的成长[J].教育评论,2012,No.163(01):21-23.

^⑤王亚男,葛玉辉.股权制衡、高管团队特征与企业绩效关系研究——来自我国制造业上市公司的证据[J].沈阳工业大学学报(社会科学版),2020,13(06):514-520.

^⑥Melnikoff David E, Valian Virginia V. Gender Disparities in Awards to Neuroscience Researchers.[J]. Archives of scientific psychology,2019,7(1):4-11.



项目完成人合作网络与完成机构合作网络是否是造成国家科技进步奖性别差异的重要因素？（4）项目完成人合作网络的性别差异是否是影响科技进步奖获奖等级的重要因素？（5）项目完成人合作网络的性别差异通过怎样的作用机制影响国家科技进步奖的获奖等级差异？结合提出的问题，本章将基于现有文献的成果和研究目标开展下面的研究工作。

6.2 数据采集及预处理

6.2.1 数据来源

2022 年 5 月通过国家科技部网站政府信息公开栏目（<https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgknr/gjkjll/gjkjlsj/>）搜集到 2000-2020 年的国家科技进步奖获奖项目（通用项目）共 3460 个（见表 6-1），其中特等奖 15 项，一等奖 246 项，二等奖 3199 项，3371 个项目标注了完成人，累计获奖 34211 人次，累计获奖机构 12914 个（含多次获奖单位）。

表 6- 12000-2020 年的国家科技进步奖项目数量

年份	特等奖	一等奖	二等奖	总计
2000		13	166	179
2001		11	126	137
2002		8	148	156
2003	1	8	145	154
2004		10	175	185
2005		10	165	175
2006		11	173	184
2007		10	182	192
2008	1	12	169	182
2009		8	214	222
2010	1	16	197	214
2011	1	9	208	218
2012	2	16	144	162
2013	1	16	120	137
2014	1	17	136	154
2015	2	10	129	141
2016	1	11	120	132
2017	2	12	118	132



2018		14	123	137
2019	2	13	131	146
2020		11	110	121
总计	15	246	3199	3460

6.2.2 数据清洗

6.2.2.1 性别识别

本文针对国家进步奖的主要完成人进行相关研究，其中性别差异是重点内容之一，但由于国家科学技术奖励工作办公室公布的获奖项目名单中，只有完成人姓名，没有标注性别，需要对获奖项目完成人进行性别识别。本章继续使用浙江简麦科技有限公司提供的中文姓名预测性别和性别推断软件，推断出性别和置信度。

笔者编写 Python 程序构建 API 接口并将 2000-2020 年的国家科技进步奖共 3371 个项目的第一完成人姓名逐一上传，识别出 3076 名男性，295 名女性，识别部分结果如表 6-2 所示。为验证该性别识别 API 的准确率，笔者利用第一完成人姓名加第一完成单位的方式进行人工网络查询该完成人性别，主要通过百度、新闻、机构网站、论文作者介绍等多种方式、渠道确定该姓名的性别。最后将人工查询确定的性别和 API 自动查询判断推测的性别进行比对，其中 3108 个性别判断正确，263 姓名性别判断错误，准确率为 92.2%。因此该 API 对中文姓名的性别判断准确率较高，基本符合本文的性别判断要求。继续使用 Python 程序 API 接口将 2000-2020 年的国家科技进步奖剩余的姓名提交到该程序，共识别出名 29556 男性，4655 名女性。

表 6-2 中文姓名预测性别推断置信度结果（部分）

第一完成人	性别判定	推断置信度	第一完成人	性别判定	推断置信度
宫桂芬	female	0.981321	崔仑	male	0.881273
旭日干	male	0.918754	李周经	male	0.962727
夏咸柱	male	0.990055	郭仁忠	male	0.981755
许梓荣	male	0.688906	胡少韵	female	0.623564
王世称	male	0.878989	廖永远	male	0.953009
宋万超	male	0.964209	谢和平	male	0.915459
常明澈	male	0.879378	陈俊勇	male	0.98533
朱维申	male	0.892869	黄汉纯	male	0.842016
沈政昌	male	0.988833	高仁载	male	0.963152
李允	male	0.795118	杨绵绵	female	0.511449

6.2.2.2 机构分类

根据国家科技进步奖评奖要求，特等奖的项目单位数不超过 30 个，一等奖的项目单位数不



超过 10 个，二等奖的项目单位数不超过 7 个。2000-2020 年国家科技进步奖获奖项目主要完成单位累计 12914 个（含多次获奖单位），共有 6235 个不同的获奖单位。

国家推荐标准《组织机构类型 GB/T 20091-2006》按照组织机构的功能和性质将组织机构类型的大类确定为机关、事业单位、企业、社会团体、其他组织机构五大类。为便于对获奖单位进行分类，本文参考上述国家标准，结合获奖单位性质和后期分析需要，对企业、事业单位进行进一步细分，将获奖单位分为行政机构、高等院校、科研院所、其他事业单位、国有企业、民营企业、社会团体 7 大类。然后通过网络查询单位简介、企查查商业平台等渠道对 6235 个获奖单位进行单位类型识别。

单位类型识别，主要遵循以下几个步骤：一是通过国务院国有资产监督管理委员会官方网站，查询央企信息公开平台、央企名录，以及央企国企改革、重组的变更公告，综合判断完成单位是否属于央企国企。二是通过企查查商业平台查询完成单位的工商信息、股东信息、控股关系和历史信息，综合评定完成单位的类型。三是通过完成单位官方网站机构简介和百度搜索，获取完成单位的组织沿革信息，综合评定完成单位的类型。

在单位归类中，通过以下几个步骤清洗数据：一是对近 20 年间有过更名、合并历史的部分单位进行名称统一，统一使用最新名称。二是部分单位后面带有多个单位或同一机构挂多个牌子，如“上海市计量测试技术研究院（中国上海测试中心、华东国家计量测试中心、上海市计量器具强制检定中心）”，以第一主要单位为主。三是对部分单位简称和全称不统一的，进行统一规范，以防止同一单位出现不同名称，干扰统计结果。最终得到的主要完成单位统计如表 6-3 所示。

表 6-3 国家科技进步奖获奖项目主要完成单位分类

单位类别	单位数量
行政机构	265
高等院校	626
科研院所	1220
其他事业单位	456
国有企业	1756
民营企业	1896
社会团体	16

6.2.2.3 学科分类

国家科技进步奖的学科分类主要依据评审时所属学科分组进行分类，由于 2000-2020 年国家科技进步奖的学科分类时间跨度较大，部分评审组分组有过变动，如学科分类组名有过改名，为便于统计，本文以 2019-2020 年最新的分组信息为基础，对代码相同但名称不同的评审组进行合并，对代码不同但名称实际属于同一类型的分组亦进行合并，最终形成国家科技进步奖通



用项目共 34 组分组信息（表 6-4）。

表 6-4 国家科技进步奖的评审组（学科）分类表

分组 代码	评审组	2000-2022 项目总数	分组代 码	评审组	2000-2022 项目总数
J-201	作物遗传育种与园艺组	197	J-221	土木建筑组	162
J-202	林业组	104	J-222	水利组	100
J-203	养殖业组	122	J-223	交通运输组	134
J-204	科普组	58	J-230	标准计量与文体科技组	51
J-205	工人、农民技术创新组	41	J-231	环境保护组	103
J-206	企业技术创新工程组	53	J-232	气候变化与自然灾害监测组	38
J-207	创新团队评审组	23	J-233	内科组	235
J-210	油气工程组	207	J-234	中医中药组	112
J-211	轻工组	103	J-235	药物与生物医学工程组	89
J-212	纺织组	59	J-236	通信组	50
J-213	化工组	151	J-240	现代服务业组	20
J-214	非金属材料组	74	J-245	载人航天工程	1
J-215	金属材料组	160	J-251	农艺与农业工程组	132
J-216	机械组	168	J-25201	资源调查组	43
J-217	动力电气与民核组	146	J-25202	矿山工程组	120
J-219	电子与科学仪器组	112	J-253	外科与耳鼻咽喉颌组	115
J-220	计算机与自动控制组	163	J-254	轨道交通运输组	14

6.2.2.4 地域分类

在推荐单位中有多种类型，如省、自治区、直辖市、国家部委、协会、公司和专家等，本文按照如下规则进行推荐单位地域的划分：各省、自治区、直辖市、新疆生产建设兵团、计划单列市、公司集团等提单位，以其所在省、自治区、直辖市作为区域划分依据；多单位推荐的如“湖南省、交通运输部”，以第一单位为主；国务院各部门和直属机构、行业协会推荐、专家推荐的，由于国务院各部门和直属机构大部分在北京，为避免过于集中在北京，以第一完成单位所在省市作为区域划分依据。在识别推荐单位所在省市后，再将所有省市划分到全国的华北、东北、华东、华南、华中、西南、西北七大区域，便于数据处理中做区域分析（见表 6-5）。



表 6-5 获奖项目推荐单位地域划分

推荐单位地域	东北	华北	华东	华南	华中	西北	西南	总计
安徽			46					46
澳门				3				3
北京		1005						1005
福建			22					22
甘肃						36		36
广东				150				150
广西				11				11
贵州							11	11
海南				8				8
河北		62						62
河南					98			98
黑龙江	79							79
湖北					193			193
湖南					131			131
吉林	41							41
江苏			226					226
江西			22					22
辽宁	106							106
内蒙古		14						14
宁夏						14		14
青海						12		12
山东			238					238
山西		35						35
陕西						136		136
上海			284					284
四川							103	103
天津		86						86
西藏							7	7
香港				5				5
新疆						41		41
云南							29	29



浙江	151	151
重庆	55	55
总计	226 1202 989 177 422 239 205	3460

6.2.2.5 其他分类

根据研究需要还涉及以下分类：

(1) 奖项等级分类。根据国家科技进步奖的奖励办法，奖项分为特等奖、一等奖、二等奖三类。

(2) 主要完成人分类。根据研究需要，本文将项目完成人分为：第一完成人，主要参与人，末位完成人。科技进步奖项目排名第一位的第一完成人，一般认为是项目的主要负责人或是对项目贡献最大的人员。科技进步奖项目排名在最后的末位完成人与学术论文作者署名排名在最后不同，学术论文的通讯作者一般是位于第二位或者最后一位。而在部分领域，如生物医学领域的署名标准中 senior author 或 Last author 一般是排在最后的作者。科技进步奖项目的末位完成人一般认为是对项目的贡献不高的或是按照贡献程度排名最后的人员。

③主要完成单位。根据研究需要，本文将主要完成单位分为：第一完成单位，主要参与单位，末位单位。

6.3 学术奖励网络构建及指标选取

6.3.1 科技进步奖人员合作网络

科技进步奖中能多次获奖的人员很少，人员间合作网络较为稀疏，故本文不构建人员合作网络拓扑结构指标，拟使用以下指标来表征人员合作网络情况：

(1) 性别参与度。性别参与度指标是一个大类指标，可包含多个细分指标，如项目团队中男性占比、女性占比、团队男女性别比等指标，以及男女赋值和指标，男女赋值和由性别赋值（女性赋值 1，男性赋值 0）的累加求和获得。本文主要使用男女赋值和表征科技进步奖项目完成人的性别参与度。

(2) 性别异质性。性别异质性是指团队成员中的性别差异，根据前人对异质性的研究和常用测量，性别异质性一般以团队中男性与女性群体差异系数表示，常用做法是计算 Blau 系数^①作为性别异质性测量值，即使用赫芬达尔指数法（Herfindahl-Hirschman Index）来计算性别异质性，其公式是：

$$H = 1 - \sum_{i=1}^n P_i^2 \quad (\text{公式 6-1})$$

公式中 P_i 表示第 i 类性别成员占项目完成人总的比例， H 代表性别异质性水平，其取值

^① Blau P M. Inequality and heterogeneity: A primitive theory of social structure [M]. New York: The Free Press, 1977.



范围为[0,1], H 值越接近 0, 表示团队越趋于同质(性别相同), H 值越接近 1, 表示团队的性别异质性水平越高(性别不相同)。

(3) 团队署名性别贡献。团队署名性别贡献指标主要是指团队某一性别类别的团队人员在团队总绩效中所做出的综合贡献, 一般根据其署名先后顺序为基础来计算, 排名的先后顺序代表了各位完成人对项目贡献的大小。团队署名性别贡献指标因包含署名位置信息, 可作为性别参与度、性别异质性、性别多样性等指标的有益补充。以女性为例, 参考 Trueba^①等前人有关基于作者位置的学术贡献权重的算术分配算法, 团队中某一个女性成员的贡献指标计算公式可表示为:

$$C_i = \frac{2(N+1-i)}{N(N+1)} \quad (\text{公式 6-2})$$

公式中 N 为团队合作者总人数, i 指某一合作者的署名位置 ($i \in ([1, N])$), C_i 代表位于 i 位的作者贡献, 即对项目的贡献大小。团队中所有女性对项目的贡献即团队中各个女性的贡献总和, 可以表示为:

$$\sum C_i = \sum \frac{2(N+1-i)}{N(N+1)} \quad (\text{公式 6-3})$$

6.3.2 科技进步奖机构合作网络

科技进步奖项目的机构合作网络主要选取以下指标来表征:

(1) 机构合作宽度。合作宽度主要是指科技进步奖项目的主要完成单位在各单位类型中的总体分布情况, 由行政机构、高等院校、科研院所、其他事业单位、国有企业、民营企业、社会团体 7 种类型单位进行计数而得的合作机构种类数。

(2) 机构合作倾向。合作倾向是指科技进步奖项目的主要完成单位在行政机构、高等院校、科研院所、其他事业单位、国有企业、民营企业、社会团体 7 种类型单位中数量最多的类型。如某科技进步奖项目主要完成单位中有 2 个“行政机构”类型单位, 3 个“高等院校”类型单位, 2 个“科研院所”类型单位, 则该项目的主要合作倾向为“高等院校”类型单位。

(3) 点度中心性。由于点度中心性一般是指单个节点的指标, 本文科技进步奖项目的主要完成单位是由多个单位组成, 因此本文以每个项目的主要完成单位的点度中心性加和来表示整个项目完成机构的点度中心性。

(4) 中介中心性。以每个项目的主要完成单位的中介中心性加和来表示整个项目完成机构的中介中心性。

(5) 接近中心性。以每个项目的主要完成单位的接近中心性加和来表示整个项目完成机构的接近中心性。

^① Trueba, Frank J., H éctor Guerrero. A robust formula to credit authors for their publications[J]. Scientometrics.2004,60 (2): 181-204.



(6) 特征向量中心性。以每个项目的主要完成单位的特征向量中心性加和来表示整个项目完成机构的特征向量中心性。

(7) 结构洞。以每个项目的主要完成单位的结构洞加和来表示整个项目完成机构的结构洞。

6.3.3 指标变量和分析方法

文章根据数据处理结果、指标构建情况并基于研究需要构建了初始变量表（见表 6-6）。

本文的科技进步奖获奖等级为三个等级，属于分类变量，不宜采用常规的多元线性回归模型，因此本文根据获奖等级分类变量，采用多元 Logistic 回归来构建回归模型。

已有研究表明学科、地域都是与科学评奖、专利评价相关的重要因素，因此，本文将学科、地域作为本研究的控制变量。

表 6-6 影响学术奖励产出的变量表

变量	定义
因变量	
科技进步奖获奖等级	Y 分类变量（特等奖为 3，一等奖为 2，二等奖为 1）
自变量	
完成人员合作网络	
性别参与度	X1a 数值变量（由女为 1，男为 0 的累加求和获得，取值 0-50）
性别异质性	X1b 数值变量（取值[0,1]）
团队署名性别贡献	X1c 数值变量（取值[0,1]）
人员数量	X1d 数值变量（取值 0-50）
完成机构合作网络	
单位数量	X2a 数值变量（取值 0-30）
合作宽度	X2b 数值变量（取值 1-7）
合作倾向	X2c 分类变量（取值 1-7）
点度中心性	X2d 数值变量
中介中心性	X2e 数值变量
接近中心性	X2f 数值变量
特征向量中心性	X2g 数值变量
结构洞	X2h 数值变量
控制变量	
学科领域	X3a 分类变量（作物遗传育种与园艺组、林业组、养殖业组、科普组等 34 个评审组分组）



地域

X3b 分类变量（华北、东北、华东、华南、华中、
西南、西北 7 个区域）

6.4 学术奖励网络对获奖等级的影响作用分析

6.4.1 整体情况分析

6.4.1.1 项目完成人性别分布

（1）完成人性别年度分布情况

34211 位项目完成人中，29556 为男性（占比 86.4%），4655 位女性（占比 13.6%），男性是女性的 6 倍多，其中女性在各年度的性别分布比例变化不大（见表 6-7）。

表 6-7 完成人性别年度分布情况表

年份	男性	女性	女性占比	年份	男性	女性	女性占比
2000	1477	227	13.30%	2011	1828	291	13.70%
2001	1170	189	13.90%	2012	1433	220	13.30%
2002	1299	203	13.50%	2013	1176	196	14.30%
2003	1282	212	14.20%	2014	1311	189	12.60%
2004	1621	227	12.30%	2015	1263	182	12.60%
2005	1513	208	12.10%	2016	1142	202	15.00%
2006	1544	267	14.70%	2017	1204	192	13.80%
2007	1621	245	13.10%	2018	1205	192	13.70%
2008	1559	232	13.00%	2019	1262	253	16.70%
2009	1846	274	12.90%	2020	1071	182	14.50%
2010	1729	272	13.60%				
总计	29556	4655	13.60%				

（2）第一完成人和末位完成人性别分布情况

从第一完成人和末位完成人的性别分布情况来看，第一完成人为女性的平均比例为 6.7%，末位完成人为女性的整体比例为 16.9%（见表 6-8）。

表 6-8 第一完成人和末位完成人性别分布

年份	第一完成人性别			末位完成人性别		
	女性	男性	女性占比	女性	男性	女性占比
2000	12	165	6.8%	29	148	16.4%
2001	12	124	8.8%	22	114	16.2%



2002	8	145	5.2%	30	123	19.6%
2003	12	139	7.9%	28	123	18.5%
2004	17	168	9.2%	27	158	14.6%
2005	8	167	4.6%	24	151	13.7%
2006	12	171	6.6%	26	157	14.2%
2007	15	173	8.0%	35	153	18.6%
2008	11	164	6.3%	25	150	14.3%
2009	12	202	5.6%	34	180	15.9%
2010	10	191	5.0%	32	169	15.9%
2011	8	202	3.8%	31	179	14.8%
2012	9	145	5.8%	27	127	17.5%
2013	6	123	4.7%	25	104	19.4%
2014	8	138	5.5%	22	124	15.1%
2015	7	127	5.2%	26	108	19.4%
2016	10	119	7.8%	29	100	22.5%
2017	13	117	10.0%	28	102	21.5%
2018	10	126	7.4%	26	110	19.1%
2019	15	129	10.4%	32	112	22.2%
2020	10	111	8.3%	12	109	9.9%
总计	225	3146	6.7%	570	2801	16.9%

(3) 项目团队成员为单一性别的分布情况

在 3371 个标注有完成人的项目中，完成人为单一男性的项目共 988 项（占比 29.3%），完成人为单一女性的项目共 4 项（占比 0.12%）（见表 6-9）。

表 6-9 项目团队成员为单一性别的分布表

年度	单一男性	单一女性	年度	单一男性	单一女性
2000	56	1	2011	62	
2001	34		2012	46	
2002	45		2013	38	
2003	47		2014	37	
2004	60		2015	39	
2005	59		2016	38	
2006	53		2017	44	1
2007	62		2018	39	



2008	48	1	2019	26	1
2009	65		2020	29	
2010	61				
总计	988	4			

6.4.1.2 时间演变分析

对项目完成人总体女性占比、第一完成人女性占比、末位完成人女性占比进行 2000-2020 年的年度趋势分析,如图 6-1 所示。总体女性占比在 21 年中较为平稳,无较大变化;第一完成人女性占比在 2016-2020 年相比 2011-2015 有一定的增长;末位完成人女性占比在 13%-22%内变动,部分幅度较大,且 2020 年有一个较低的点(9.9%)。

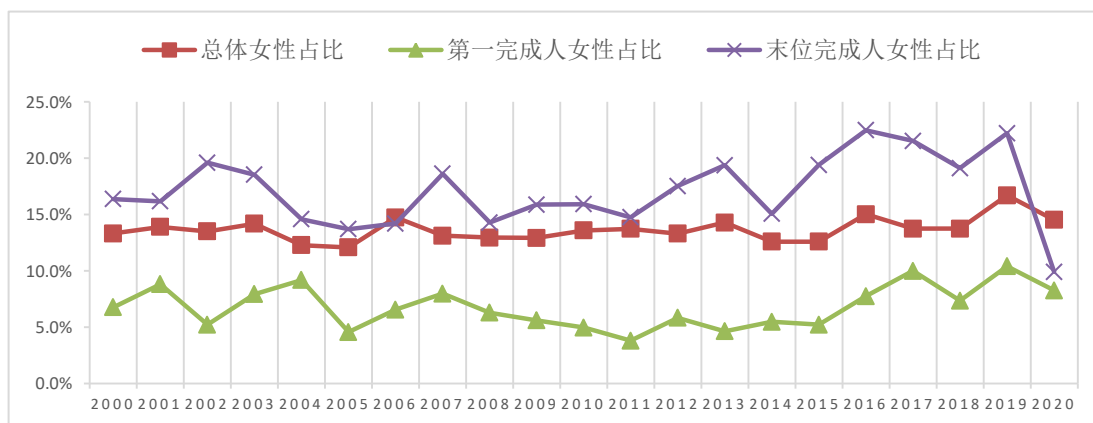


图 6-1 项目完成人总体女性占比、第一完成人女性占比、末位完成人女性占比时间演变

6.4.1.3 整体网络分析

对科技进步奖主要完成单位进行清洗,规范统一名称后,使用自编程序构建了一个 6235*6235 的共现矩阵,并转化为 Ucinet6 可计算的文件格式,进行 2000-2020 年科技进步奖所有获奖单位的合作网络指标计算。

(1) 科技进步奖主要完成单位合作网络

在构建的 6235*6235 的共现矩阵后,笔者使用 Gephi 构建了科技进步奖主要完成单位合作网络,该网络共有 6235 个节点,27901 条连边,整体构成的网络是一个稠密的合作网络。本文选取点度中心性大于 50 的节点,共有 122 个节点单位,以此生成单位合作网络图,如图 6-2 所示。整个图大致可分为中铁集团为主的合作团体,以及以清华大学、北京大学、华中科技大学等高校合作为主的高校合作团体。



图 6-2 合作度数在 50 次以上的节点机构合作网络图

(2) 网络密度

网络密度是用来描述网络中各节点的联系紧密程度的，其具体数值由当前关系总数除以理论最大关系数得到，整体网密度越大，对节点的影响越大，即网密度越大节点之间的沟通联系越紧密，获取、共享信息越便利。本文所构建的科技进步奖主要完成单位合作网络密度为 0.001，标准差为 0.043，整体上是一个非常稀疏的网络。

(3) 平均路径长度

平均路径长度是指网络中任意两个存在连通节点之间的距离的平均值。科技进步奖主要完成单位合作网络的平均路径长度是 3.849，表明两个项目完成单位之间的距离约为 4，即从科技进步奖主要完成单位的整体大合作网络来看，两个主要完成单位若想开展科研合作，平均需要通过 3 个中间机构，就可以建立合作关系。



(4) 聚类系数

网络的聚类系数可描述网络中节点相互连接的程度，聚类系数越大，网络中可能存在的小团体越多，同时该网络的信息扩散能力也比较强。科技进步奖主要完成单位合作网络的聚类系数为 0.853，显示出科技进步奖主要完成单位合作网络中存在较明显的合作小团体现象。

6.4.2 科技进步奖合作网络的性别差异

科技进步奖奖项与一般论文、著作不同，其完成人一般是团队合作，较少有单人完成，且能多次获奖的人较少。所以不能像研究单个作者的科研绩效累计一样，可以将作者的性别作为一个单独自变量。但科技进步奖完成人中的第一完成人往往是团队的主要贡献者，也是团队的主要领导组织者，因此，本文尝试以第一完成人的性别作为完成人群体性别代表，以期观察性别、完成人员合作网络、完成机构合作网络等变量与科技进步奖获奖结果是否存在性别差异。

表 6-10 报告了科技进步奖获奖等级与完成人员合作网络、完成机构合作网络两类变量基于项目第一完成人性别分类的统计描述和两者之间的分布差异。

表 6-10 科技进步奖项目合作网络的性别组间差异

变量	女性组 (N=225)	男性组 (N=3146)	性别组间 差异检验	与获奖等级的方差 分析F值
获奖等级	1.09(0.321)	1.07(0.270)	-0.021	-
完成人员合作网络				
性别参与度	2.80 (1.651)	1.28 (1.241)	1.516***	88.256***
性别异质性	0.351 (0.117)	0.191 (0.157)	0.16***	3.845**
团队署名性别贡献	0.343 (0.162)	0.108 (0.116)	0.235***	3.000**
人员数量	10.44 (4.171)	10.13 (2.811)	0.317	4159.425***
完成机构合作网络				
单位数量	3.71 (2.530)	3.74 (2.661)	-0.03	336.037***
合作宽度	2.06 (1.046)	2.14 (1.008)	-0.076	15.823***
合作倾向	3.14 (1.514)	3.29 (1.534)	-0.143	8.007***
点度中心性	0.25 (0.31)	0.25 (0.34)	-0.004	107.504***
中介中心性	3.14 (5.18)	2.95 (5.19)	0.19	12.023***
接近中心性	0.56 (0.43)	0.57 (0.43)	-0.009	264.67***
结构洞	0.97 (0.88)	0.97 (0.79)	0.005	6.52***
特征向量中心性	0.08 (0.13)	0.09 (0.16)	-0.008	128.449***

注：数值变量括号外为均值，括号内为标准差；* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$ 。

统计结果表明，科技进步奖获奖等级在第一完成人性别组间不存在差异，女性、男性组的



获奖等级均值分布为 1.09、1.07，差异不大。

在完成人员合作网络各变量中，第一完成人性别组间在性别参与度、性别异质性、团队署名性别贡献 3 个自变量中均存在差异，人员数量在组间无差异；女性组在性别参与度、性别异质性、团队署名性别贡献三项指标的均值与男性组差值为 1.516、0.160、0.235。说明女性作为第一完成人的项目团队中，性别参与度、性别异质性、团队署名性别贡献要优于男性作为第一完成人的项目团队。

在完成机构合作网络各变量中，单位数量、合作宽度、合作倾向、点度中心性、中介中心性、接近中心性、结构洞、特征向量中心性在第一完成人性别组间均没有差异；在合作宽度均值上，男性组要高于女性组，说明男性作为第一完成人的项目团队要比女性作为第一完成人的项目团队在项目完成过程中，更倾向于寻求多单位、多领域的机构进行宽领域、多机构的合作。

此外，各变量与科技进步奖获奖等级的方差分析结果显示，10 个变量与科技进步奖获奖等级的方差分析均显著，其中完成机构合作网络各指标在科技进步奖获奖等级分布上的差异较显著。

6.4.3 合作网络对获奖等级的影响分析

6.4.3.1 变量选取

在上文构建的 10 多个人员合作网络和机构合作网络变量中，并非每个都能直接放入到学术奖励网络对获奖等级的影响分析模型中，笔者基于各变量的赋值范围，经过对各变量的共线性和差异性分析，发现性别参与度、性别异质性、团队署名性别贡献之间存在较强的共线性；人员数量、单位数量、合作倾向存在较强的共线性；接近中心性（ $VIF=17.366$ ）、结构洞（ $VIF=15.366$ ）、特征向量中心性（ $VIF=11.742$ ）也存在一定共线性，且初步分析其对获奖等级的影响并不显著。

为了简化分析和准确分析出核心要素的影响，本文删除共线性强的变量，最终选取了单位数量、合作宽度、点度中心性、中介中心性、性别异质性作为核心要素进行影响分析。

6.4.3.2 回归分析

本文的科技进步奖获奖等级是一个类别数据，此类数据作为因变量，一般要使用多分类 Logistics 回归或有序 Logistics 回归模型进行回归分析。在初次使用有序 Logistics 回归后，笔者发现，模型拟合效果质量并不好，数据不收敛，可能原因是科技进步奖获奖等级在特等奖分布较少，因变量分布不均匀，造成模型拟合效果差。为适当解决该问题，笔者将特等奖的奖项归到一等奖类别中，即将特等奖和一等奖合并，形成一等奖、二等奖的二分类数据，即可用二元 Logistics 回归分析影响关系，一方面降低复杂度，另一方面亦便于数据分析和结果释义。最终，本文得到了表 6-11 的 Logistics 回归分析结果。



表 6- 11Logistics 回归分析结果

项	回归系数	标准误	z 值	Wald χ^2	p 值	OR 值	OR 值 95% CI
单位数量	0.295	0.043	6.92	47.882	0.000	1.343	1.236 ~ 1.460
合作宽度	-0.358	0.096	-3.716	13.808	0.000	0.699	0.578 ~ 0.844
点度中心性	1.22	0.582	2.095	4.388	0.036	3.386	1.082 ~ 10.600
中介中心性	-0.057	0.034	-1.686	2.842	0.092	0.944	0.883 ~ 1.009
性别异质性	-0.862	0.466	-1.85	3.421	0.064	0.422	0.169 ~ 1.053
学科领域	-0.021	0.008	-2.618	6.856	0.009	0.98	0.965 ~ 0.995
区域（以华北为对照）							
区域_西北	0.447	0.427	1.047	1.096	0.295	1.564	0.677 ~ 3.613
区域_西南	0.908	0.402	2.262	5.115	0.024	2.48	1.129 ~ 5.448
区域_华中	0.441	0.379	1.162	1.35	0.245	1.554	0.739 ~ 3.269
区域_华南	0.129	0.492	0.262	0.069	0.793	1.138	0.434 ~ 2.985
区域_华东	0.391	0.356	1.098	1.207	0.272	1.479	0.736 ~ 2.972
区域_东北	0.381	0.348	1.097	1.203	0.273	1.464	0.741 ~ 2.896
截距	-3.16	0.385	-8.198	67.208	0	0.042	0.020 ~ 0.090

注：因变量：获奖等级，McFadden R^2 : 0.085

在表 6-11 logistics 回归分析结果中，国家科技进步奖项目完成人合作网络的合作人员数量未纳入分析，一方面是因为前期分析，其与完成单位有很强的共线性，且影响不显著，另一方面国家科技进步奖项目申报时，规定每个项目申报人数一等奖不得多于 15 人，二等奖不得多于 10 人，大部分奖项都以此上限来填报人数，因此仅从人数上，不能有效判定合作人员数量是影响项目获奖的重要影响因素。因此假设 H3-1 不能得到验证。

回归分析还显示，性别异质性（ $\beta=-0.862$, $p<0.1$ ）影响系数显著，假设 H3-2 得到验证。单位数量（ $\beta=0.295$, $p<0.01$ ）影响系数显著，且 OR 值为 1.343，说明单位数量每增加 1 个单位，则获得奖项发生比增加 1.343，假设 H3-3 得到验证。合作宽度（ $\beta=-0.358$, $p<0.01$ ）影响系数显著，且 OR 值为 0.699，说明合作机构类型数量每增加 1 个单位，则获得奖项发生比增加 0.699，假设 H3-4 得到验证。

点度中心性（ $\beta=1.22$, $p<0.05$, OR 值为 3.386），中介中心性（ $\beta=-0.057$, $p<0.1$, OR 值为 0.944）影响系数显著，但由于接近中心性、特征向量中心性、结构洞指标共线性较强，且影响



不显著，因此假设 H3-5 仅得到部分验证。

6.4.4 性别异质性的中介作用检验

为验证性别异质性对完成机构合作网络与获奖等级的中介作用，本文根据前文论述和研究假设验证需要，初步构建了性别异质性对完成机构合作网络与获奖等级的中介作用模型图，如图 6-3 所示。

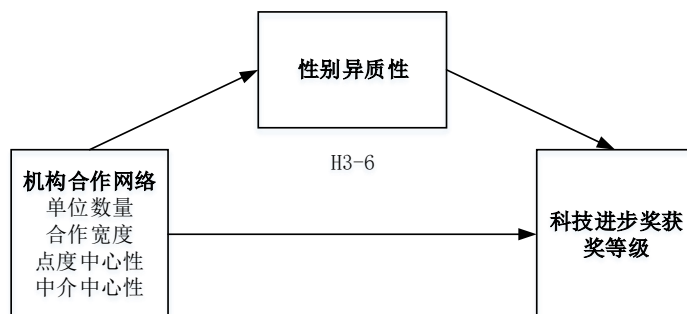


图 6-3 性别异质性在合作机构网络与获奖等级之间的中介作用模型图

然后，根据中介作用模型图和中介效应检验方法程序，分别构建了模型 1-10 进行性别异质性对单位数量、合作宽度、点度中心性、中介中心性的中介作用检验，结果如表 6-12 所示。

模型 1、5、6 显示，单位数量对性别异质性 ($\beta=-0.004$, $p<0.01$)、获奖等级 ($\beta=0.253$, $p<0.01$) 均具有显著影响关系，且在加入性别异质性后，单位数量的影响系数 ($\beta=0.250$, $p<0.01$) 仍然显著，且影响系数有所减小，因此性别异质性在单位数量与获奖等级之间起到了部分中介作用。

模型 2、7、8 显示，合作宽度对性别异质性 ($\beta=-0.009$, $p<0.01$)、获奖等级 ($\beta=0.256$, $p<0.01$) 均具有显著影响关系，且在加入性别异质性后，合作宽度的影响系数 ($\beta=0.249$, $p<0.01$) 仍然显著，且影响系数有所减小，因此性别异质性在合作宽度与获奖等级之间起到了部分中介作用。

模型 3、9、10 显示，点度中心性对性别异质性 ($\beta=-0.031$, $p<0.01$)、获奖等级 ($\beta=1.149$, $p<0.01$) 均具有显著影响关系，且在加入性别异质性后，点度中心性的影响系数 ($\beta=1.135$, $p<0.01$) 仍然显著，且影响系数有所减小，因此性别异质性在点度中心性与获奖等级之间起到了部分中介作用。

模型 4 显示中介中心性 ($\beta=-0.001$, $p>0.1$) 对性别异质性没有显著影响关系，因此性别异质性在中介中心性与获奖等级之间不存在中介作用。

综上，性别异质性在完成机构合作网络（单位数量、合作宽度、点度中心性）与项目获奖之间起到了部分中介作用，假设 H3-6 得到部分验证。



表 6- 12 性别异质对完成机构合作网络与获奖等级的中介作用检验结果

模型	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
自变量/因变量	性别异 质性	性别异 质性	性别异 质性	性别异 质性	获奖等级	获奖等级	获奖等级	获奖等级	获奖等级	获奖等级
单位数量	-0.004 ***				0.253 ***	0.250 ***				
合作宽度		-0.009 ***					0.256 ***	0.249 ***		
点度中心性			-0.031 ***						1.149 ***	1.135 ***
中介中心性				-0.001						
性别异质性						-0.946 **		-1.088 **		-1.043 **
学科领域	0	0	0	0	-0.019 **	-0.020 ***	-0.016 **	-0.016 **	-0.021 ***	-0.021 ***
区域（以华北 为对照）										
区域_西北	-0.030*	-0.030*	-0.030*	-0.032**	0.434	0.4	0.504	0.47	0.467	0.447
区域_西南	-0.02	-0.018	-0.021	-0.02	0.831 **	0.803 **	0.769 *	0.750 *	0.856 **	0.845 **
区域_华中	-0.008	-0.007	-0.008	-0.011	0.398	0.378	0.466	0.455	0.446	0.442
区域_华南	0.015	0.015	0.014	0.015	0.077	0.091	0.094	0.116	0.148	0.168
区域_华东	0.021*	0.022*	0.022*	0.021*	0.285	0.296	0.281	0.301	0.281	0.307
区域_东北	0.031 ***	0.030 **	0.031 ***	0.028 **	0.376	0.395	0.543	0.573 *	0.434	0.47
F 值	8.135 ***	7.679 ***	8.030 ***	6.360 ***						
截距					-3.760 ***	-3.558 ***	-3.344 ***	-3.124 ***	-3.018 ***	-2.830 ***

* p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01

此外，部分文献研究发现性别差异在跨界合作网络与专利产出之间存在调节作用^①，为使研

^①秦佩恒,洪志生,赵兰香.跨界合作网络与专利产出:基于性别差异的研究[J].科研管理,2020,41(10):258-267.



究更全面深入，笔者在研究过程中亦另外做了性别异质性对完成机构合作网络与获奖等级的调节作用的检验，但发现该调节作用并不存在（不具有统计学意义），由于篇幅所限，在文中不再展示。

6.4.5 学术奖励网络的积累效应分析

分析中，笔者发现第一完成人为女性的 225 个样本项目中有 31 名女性第一完成人先后成为院士，还有一部分曾入选院士增选初步候选人名单。为进一步分析科技进步奖中的积累效应，对第一完成人为女性的 225 个样本项目进行分组 logistics 回归，结果显示单位数量（机构合作网络规模）在院士（ $\beta=1.18$, $p<0.1$ ）和非院士（ $\beta=0.521$, $p<0.01$ ）组均有显著影响，从优势因素来看，院士组在机构合作网络规模方面的积累效应（标准化斜率 1.18）要强于非院士组（0.521）。

此外，数据统计还发现第一完成人为女性的 225 个样本项目中有 24 名女性获得科技进步奖 2 次以上（占比 10.7%），其中 11 名为院士。个别女性获奖次数较多，如中国工程院院士、中国人民解放军总医院陈香美主导的团队先后获得过 6 次科技进步奖。可见，在科技进步奖获奖中，亦存在较明显的马太效应、积累效应和资本提升效应。获得科技进步奖有利于女性科技人才参与院士评选，在获得院士人才称号后，其拥有的人力资本和学术网络资本又可进一步提升其获奖的能力和几率。

综上，基于 2000-2020 年国家科技进步奖获奖项目信息进行计量分析的结果表明，3371 个项目的 34211 位项目完成人中，女性占比集中在 12.1%-16.7% 之间，近 20 年变化不大，第一完成人为女性的比例为 6.7%，末位完成人为女性的整体比例为 16.9%；总体女性占比较低，性别比例较为失衡。与国外 Lokman I. Meho^① 的研究相比，我国科技进步奖获奖人性别比例差异缩小并不明显。完成人员合作网络在性别分组上存在显著差异，女性作为第一完成人的项目团队在人员合作网络上优于男性组，男性作为第一完成人的项目团队在机构合作网络方面优于女性组。此外，项目完成人员合作网络的性别差异是影响科技进步奖获奖等级的重要因素，项目完成人员合作网络的性别差异主要通过完成机构合作网络（单位数量、合作宽度、点度中心性）与项目获奖之间的部分中介作用机制影响国家科技进步奖的等级差异。

6.5 学术奖励网络对获奖等级的影响组态分析

6.5.1 学术奖励网络的组态模型

根据前文的研究，本节以前文所分析的影响国家科技进步奖获奖的主要因素来构建学术奖励网络影响女性科技人才学术奖励产出的组态模型，该模型初步可分为两个层面，一个是人员

^①Lokman I. Meho. The gender gap in highly prestigious international research awards, 2001–2020[J]. Quantitative Science Studies. 2021,2(3):976–989.

合作层面，另一个是机构合作层面。

人员合作层面，为使模型构建较为完整和全面，本节在性别异质性影响因素的条件下，将人员网络规模纳入到人员合作层面。机构合作层面，将机构网络规模、机构网络宽度、机构网络位置、机构网络中介作为机构合作要素，形成机构合作层面的网络要素。将人员合作层面与机构合作层面相结合，可形成学术奖励网络影响女性科技人才学术奖励产出的组态模型(图 6-4)，作为下文的组态分析模型框架。

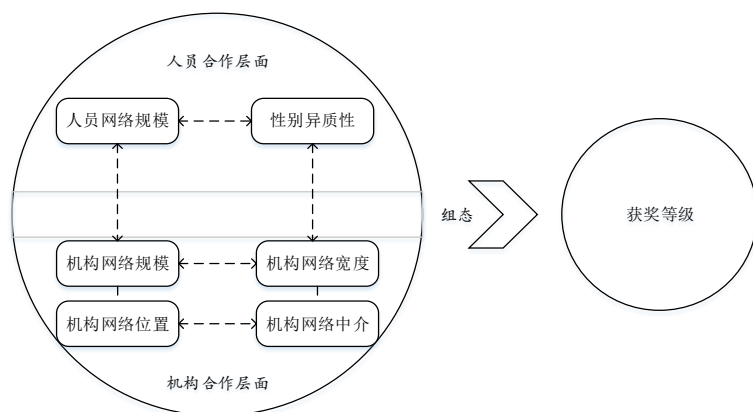


图 6-4 学术奖励网络对学术奖励产出影响的组态模型

6.5.2 变量及数据选取

6.5.2.1 结果变量

科技进步奖特等奖项目获奖条件非常高且比例极低，有的年份如 2007、2014、2018 年特等奖是空缺的，可谓宁缺毋滥的评奖标准，为确保结果变量分布的无偏性，本文暂不将特等奖项目纳入本节分析。主要选取一等奖、二等奖项目作为分析案例。将获奖等级作为结果变量，从 QCA 的分析本质上来看，结果变量的值一般要经过数据校准最终要转化为隶属跟不隶属的问题，其实本质上就是集合论，因此本文将一等奖、二等奖项目的奖项结果分别赋值为 1、0，作为 QCA 分析的结果变量。

6.5.2.2 条件变量

根据前文的分析，结合条件变量对结果变量影响的显著性及研究条件的可获取性，将组态模型中各要素进行具体量化，形成 QCA 分析的前因条件变量。

(1) 机构网络规模。机构网络规模采用获奖项目的主要完成单位的数量来表示，主要完成单位的数量越多，其机构合作网络规模越大。

(2) 机构网络宽度。机构网络宽度使用获奖项目的主要完成单位的类型来表示，主要完成单位中的类型越多，表明该团队的机构网络宽度越大。



- (3)机构网络位置。机构网络位置采用获奖项目的主要完成单位的点度中心性总和来表征。
- (4)机构网络中介。机构网络中介采用获奖项目的主要完成单位的中介中心性总和来表征。
- (5)人员网络规模。人员网络规模采用获奖项目的主要完成人的数量来表示，主要完成人的数量越多，其人员合作网络规模越大。
- (6)性别异质性。性别异质性采用获奖项目的主要完成人的男女性别不同的程度来表示，使用赫芬达尔指数法来计算性别异质性。

6.5.2.3 数据获取

一般来说，QCA 研究要求正向结果跟负向结果，或者叫高绩效结果跟非高绩效结果的案例比例分布不能过偏，样本分布差异过大，会导致在分析过程中一致性会有偏差，大部分的组态路径会集中在比例过高的案例中，结果会产生误读，或者无法解释。而本文所采集的国家科技进步奖的案例数据中，特等奖、一等奖、二等奖的案例项目分布比例非常悬殊，不能直接将此作为数据直接作为 QCA 的数据分析来源。因此，案例来源数据要经过筛选取舍。

如果将女性作为第一完成人的 225 个项目作为数据来源，与本文研究女性科技人才主题是比较契合的，但这 225 个项目中，一等奖仅有 17 个项目，二等奖有 206 个项目，数据分布仍非常不均衡，同样会导致分析结果偏差。为此，本文拟通过每个项目女性占比的阈值来筛选案例数据。

科技进步奖特等奖项目由于比例过小且获奖的难度非常高，本文不纳入数据采用范围。而一等奖共 223 个项目，这些项目的女性比例非常低，女性占比高于 30%的一等奖项目仅有 10 个。为了增加可用项目案例，笔者按照科技进步奖总体女性比例 13.6%这一阈值，初步选取女性完成人比例高于 13%的 104 个一等奖项目作为一等奖的案例来源。又因为一等奖中的 12 个创新团队项目，其完成单位只有 1 个，且在二等奖中没有创新团队项目作对比案例，故将创新团队项目移除，最终获得 92 个一等奖项目作为案例数据。

二等奖 3136 个项目中的女性占比高于 13%有 1247 个项目，高于 30%的有 542 个项目，高于 40%的有 220 个项目，高于 50%有 66 个项目。为更聚焦女性群体，同时兼顾与一等奖的 1:1 的等比例抽样，本文从高于 30%的有 542 个项目抽取 92 个二等奖项目作为二等奖的案例来源。此外，为了兼顾同专业领域的类比性，在抽取 92 个二等奖的过程中，按照一等奖的各个评审组项目数量来 1:1 来随机抽取，如一等奖化工组有 8 个项目，二等奖化工组有 25 个项目，则利用随机函数随机抽取二等奖的 8 个项目作为案例数据。至此，共获得 92 个一等奖项目、92 个二等奖项目，共计 184 个项目案例作为最终案例数据。

6.5.3 学术奖励网络的组态效应分析

6.5.3.1 模糊集数据校准

按照上文的数据校准方法，对案例的变量数据取 95%分位数、中位数、5%分位数的值，



来对变量数据进行数据校准。得到表 6-13 各变量的校准值。

表 6-13 学术奖励网络各变量的校准值

结果变量/条件变量	完全隶属（95%）	交叉点（50%）	完全不隶属（5%）
机构网络规模	10	3	1
机构网络宽度	4	2	1
机构网络位置	0.94875	0.123	0
机构网络中介	16.36675	0.6095	0
人员网络规模	15	10	8.25
性别异质性	0.5	0.42	0.23111
获奖等级	1	0.5	0

6.5.3.2 单项前因条件必要性分析

通过使用 fsQCA3.0 软件对单项前因条件必要性分析（表 6-14），在高获奖等级和非高获奖等级的必要条件分析中，暂无条件变量的一致性大于 0.9，说明没有单项的前因条件可以解释高获奖等级和非高获奖等级。

表 6-14 产生高获奖等级和非高获奖等级的必要条件分析结果

条件变量	获奖等级		~获奖等级	
	Consistency	Coverage	Consistency	Coverage
机构网络规模	0.602824	0.630872	0.452718	0.47378
~机构网络规模	0.497172	0.476011	0.647283	0.619732
机构网络宽度	0.579672	0.596866	0.490218	0.504757
~机构网络宽度	0.51902	0.50449	0.608479	0.591442
机构网络位置	0.546085	0.640244	0.404022	0.473684
~机构网络位置	0.551085	0.480432	0.693153	0.604283
机构网络中介	0.489128	0.620518	0.396305	0.502758
~机构网络中介	0.608041	0.501793	0.70087	0.5784
人员网络规模	0.967826	0.713807	0.484239	0.357143
~人员网络规模	0.128369	0.199292	0.611957	0.950051
性别异质性	0.234999	0.251599	0.798479	0.854882
~性别异质性	0.864458	0.810955	0.300979	0.282349

6.5.3.3 真值表构建

在真值表构建中，将原始一致性阈值设为 0.8，PRI 一致性阈值设为 0.7，案例频数阈值设为 1（保留了 89%的观察案例），形成满足阈值要求的条件组合真值表。真值表中没有不确定



的“无关结果组态”，也没有同一组态分属不同案例的“矛盾组态”，可进行下一步分析。

6.5.3.4 条件组态分析

(1) 条件组态构型结果

经过真值表的进一步分析,得到了产生高获奖等级和非高获奖等级的条件组态构型,表 6-15 共呈现了两条高获奖等级的组态 (Ha、Hb), 四条非高获奖等级的组态 (NHa、NHb、NHc、NHd)。

表 6-15 产生高获奖等级和非高获奖等级的条件组态构型

条件变量	高获奖等级		非高获奖等级			
	Ha	Hb	NHa	NHb	NHc	NHd
机构网络规模	●	●	○	○	●	●
机构网络宽度	⊗		○	○	●	●
机构网络位置	●	●	○	○	○	●
机构网络中介		●	○	⊗	⊗	●
人员网络规模	●	●	⊗		●	●
性别异质性	○	⊗		●	●	●
原始覆盖度	0.220434	0.379563	0.417718	0.455218	0.251305	0.249674
唯一覆盖度	0.0190217	0.178152	0.0218479	0.0593479	0.0408695	0.0702175
解的一致性	0.810226	0.803497	0.950531	0.881498	0.857567	0.849797
总体覆盖度		0.398585			0.623587	
总体一致性		0.806288			0.838865	

注：“●”表示核心条件存在；“●”表示边缘条件存在；“⊗”表示核心条件缺失。“○”表示边缘条件缺失；空白表示该条件是否出现对结果无影响。

(2) 高获奖等级的组态分析

①Ha 路径

Ha 路径可表示为“机构网络规模*~机构网络宽度*机构网络位置*人员网络规模*~性别异质性”。该路径表明,拥有较好的机构网络规模、机构网络位置、人员网络规模的科研团队,即使机构网络宽度、性别异质性水平不高或缺,仍具有较高的获取高等级奖项的能力。在此路径中,机构网络规模、~机构网络宽度是核心条件,机构网络位置、人员网络规模、~性别异质性是边缘条件。Ha 路径能解释该路径 22.04%的高获奖等级案例。

②Hb 路径

Hb 路径可表示为“机构网络规模*机构网络位置*机构网络中介*人员网络规模*~性别异质



性”，是机构网络规模、机构网络中介、~性别异质性组合的驱动模式。即科研团队拥有良好机构网络规模、机构网络中介的水平，即使性别异质性水平不高，仍具有较高的获取高等级奖项的能力。Hb 路径中机构网络规模、机构网络中介、~性别异质性是核心条件，机构网络位置、人员网络规模是边缘条件。Hb 路径能够解释 37.95%的高获奖等级案例。

(3) 非高获奖等级的组态分析

①NHa 路径

NHa 路径可表示为“~机构网络规模*~机构网络宽度*~机构网络位置*~机构网络中介*~人员网络规模”，该路径表明，当科研团队在学术奖励网络中的机构网络规模、机构网络宽度、机构网络位置、机构网络中介欠缺，特别是人员网络规模欠缺时，难以获得高等级奖项。NHa 路径中，性别异质性存在与否对非高获奖等级的产生无影响，换言之，即在机构网络规模、机构网络宽度、机构网络位置、机构网络中介、人员网络规模欠缺的条件下，即使该团队的性别异质性非常高，也难以获得高等级奖项。NHa 组态路径能够解释 41.77%的非高获奖等级案例。

②NHb 路径

NHb 路径可表示为“~机构网络规模*~机构网络宽度*~机构网络位置*~机构网络中介*性别异质性”，该路径表明，当科研团队在学术奖励网络中的机构网络规模、机构网络宽度、机构网络位置欠缺，特别是机构网络中介欠缺时，即使该团队的性别异质性非常高，也难以获得高等级奖项。NHb 路径中，人员网络规模存在与否对非高获奖等级的产生无影响，也就是说，在机构网络规模、机构网络宽度、机构网络位置、机构网络中介欠缺的条件下，即使该团队的性别异质性非常高，人员网络规模也较大，仍难以获得高等级奖项。NHb 组态路径能够解释 45.52%的非高获奖等级案例。

③NHc 路径

NHc 路径可表示为“机构网络规模*机构网络宽度*~机构网络位置*~机构网络中介*人员网络规模*性别异质性”，该路径表明，当科研团队在学术奖励网络中的机构网络位置、机构网络中介欠缺，即使该团队的拥有较高水平的机构网络规模、机构网络宽度、人员网络规模、性别异质性，仍难以获得高等级奖项。NHc 组态路径能够解释 25.13%的非高获奖等级案例。

④NHd 路径

NHd 路径可表示为“机构网络规模*机构网络宽度*机构网络位置*机构网络中介*人员网络规模*性别异质性”，该路径表明，科研团队在学术奖励网络中拥有较高水平的机构网络规模、机构网络宽度、机构网络位置、机构网络中介、人员网络规模、性别异质性等全要素条件，但仍会有可能获取较低等级的奖项。组态分析中发现，NHd 组态路径所代表的案例仅有 1 个，所以该路径有可能是偶然的特例。在日常的科研评奖中，可能两个奖项差距可能微小，但由于高等级奖项的评奖比例、数量限制，奖项只能优中选优，几乎同等水平的项目也可能获得较低的奖项等级。



四条产生非高获奖等级的组态（NH_a、NH_b、NH_c、NH_d）表明，性别异质性高，可能获得的奖项等级低，主要原因是，从整体上来看，国家科技进步奖中以男性为主导的项目往往获奖等级较高，在获奖等级较高的项目组中，男性在团队中占比较高，导致该团队性别异质性较低。

6.5.3.5 稳健性检验

参考上文的做法，通过调整一致性阈值和校准隶属度的阈值来进行结果的稳定性检验。将真值表分析过程中的一致性阈值由 0.8 提高至 0.85 或 0.9，得到的组态与原组态的数量、组成以及一致性和覆盖度均没有发生显著性变化。此外，将校准隶属度的阈值锚点由原来的 95%、50%、5%调整为 90%、50%、10%后重新进行分析，最后通过对比分析，所得到 3 条高获奖等级组态或是原条件组态的子集或是与原条件组态有相似的条件组合、一致性和覆盖率，可见，原条件组态结果是较稳定的。

6.6 学术奖励网络对学术奖励产出效率的影响分析

为进一步探讨学术奖励网络对学术奖励产出技术效率的影响，本文基于学术奖励网络的投入导向视角，选取投入指标和产出指标进行女性科技人才的学术奖励网络产出效率分析。

6.6.1 学术奖励网络的投入与产出指标

参考本章 Logistics 回归分析和组态效应分析结果，基于学术奖励网络的投入导向视角，笔者选取了机构网络规模、机构网络宽度、机构网络位置、机构网络中介、人员网络规模、性别异质性 6 个指标作为学术奖励网络产出效率的投入指标，各指标的释义和指标来源见上一节组态分析。同时，将获奖等级作为产出指标，与上文相同，按照获奖等级的高低分别赋值 3、2、1。

6.6.2 学术奖励网络产出效率测度与比较

6.6.2.1 总体情况

将投入产出指标数据导入 MATLAB 编写的全局参比超效率 SBM 模型，分别计算得到全样本 3371 个项目和第一完成人为女性的 225 个样本项目的超效率 SBM 产出效率值。全样本的超效率 SBM 产出效率值均值为 0.07660146，是一个相对较低的值，主要原因是国家科技进步奖的评奖条件高要求严格，且数量有限，评奖比例较低。而第一完成人为女性的项目 SBM 产出效率值均值为 0.05555928，比全样本的均值低 0.021042179。

6.6.2.2 SBM 产出效率影响因素分析

以 225 个样本的学术奖励网络 SBM 产出效率值为因变量，学术奖励网络投入为自变量进



行 OLS 回归分析,发现机构网络宽度 ($p<0.01$)、性别异质性 ($p<0.1$) 对 SBM 产出效率影响显著,即机构网络宽度、性别异质性是影响学术奖励网络 SBM 产出效率的重要因素。

225 个样本中,SBM 产出效率值没有大于 1 的项目组,在均值以上的项目组有仅有 40 个,占比 17.78%,这说明大部分项目组的 SBM 产出效率较低。此外,225 个样本中有 31 名女性院士项目组,其 SBM 产出效率均值为 0.044868722,较为接近 225 个样本的均值,并优于其他大部分项目组,也一定程度上体现了科技进步奖中存在的马太效应、积累效应和资本提升效应。

6.6.2.3 不同维度的 SBM 产出效率对比分析

表 6-16 对各学科评审组的 SBM 产出效率值进行了均值、方差、频率分析,全样本 3371 个项目中 SBM 产出效率值较高的有载人航天工程 2.25、工人农民技术创新组 0.552794259、科普组 0.465971082,较低的有气候变化与自然灾害监测组 0.045090739、林业组

0.041550285、农艺与农业工程组 0.039151206;第一完成人为女性的 225 个样本中,SBM 产出效率值最高的有工人农民技术创新组 0.421897336、科普组 0.369675926、中医中药组 0.113804714,最低的是气候变化与自然灾害监测组 0.016666667、土木建筑组 0.016666667、资源调查组 0.016666667;两个样本的各评审组 SBM 产出效率值均有显著差异 ($p<0.001$)。

从以上对比可见,女性作为第一完成人的项目学术网络产出效率比整体低,原因可能是在以男性为主体的学术奖励网络中,女性在项目的人员合作网络、机构合作网络构建和资源方面相对不足,回报不高。特别是在矿山工程、非金属材料、农艺与农业工程、气候变化与自然灾害监测、土木建筑、资源调查等 SBM 产出效率值低的领域,女性科技人才主导的科研项目在科研合作网络等方面资源有欠缺,难以产出更高水平的科研成果,相关主管部门应给予相应的学术网络资源支持。

此外,对第一完成人为女性的 225 个样本项目中不同女性占比的团队 SBM 产出效率值分析发现,女性占比 $\geq 30\%$ 的团队(113 个)的 SBM 产出效率值均值(0.0650024)要比女性占比 $<30\%$ 的团队(112 个)的 SBM 产出效率值均值(0.0460319)高约 0.021;而女性占比 $\geq 50\%$ 的团队(25 个)的 SBM 产出效率值均值(0.1366647)要比女性占比 $<50\%$ 的团队(200 个)的 SBM 产出效率值均值(0.0454211)高约 0.091。可见在科研团队中,性别多样性或是女性占比达到一定比例可以为科研团队带来一定的产出效率的提升。这与国际劳工组织雇主活动局的报告《女性在企业和管理中:为什么亟需改变?》中所提到的“当管理层和领导层女性所占的比例为 30%时,性别多样化的益处开始显现。”^①有一定吻合之处。国内有关公司高层管理者性别结构对高管团队绩效、企业市场价值的影响研究也证实了性别多样化对绩效有正向影响的结论^②。

^①International Labour Organization (ILO). Women in Business and Management: The business case for change[EB/OL]. (2019-03-22)https://www.ilo.org/global/publications/books/WCMS_700953/lang--zh/index.htm.

^②梁若冰,张东荣,莫雅婷.性别结构、管理层互动与上市公司市场价值[J].管理评论,2021,33(12):200-212.



表 6- 16 各评审组的学术奖励网络 SBM 产出效率值

评审组	全样本			第一完成人为女性样本		
	Mean	Std. dev.	Freq.	Mean	Std.dev.	Freq.
中医中药组	0.04897596	0.09811844	112	0.11380471	0.21228614	11
交通运输组	0.08264053	0.07782175	130	0.05666667	0.05477226	5
作物遗传育种与园艺组	0.05629337	0.06664769	195	0.0537037	0.06867849	11
养殖业组	0.04589495	0.05511401	122	0.02655904	0.02967711	9
内科组	0.06188113	0.09244632	235	0.04396116	0.06097574	40
农艺与农业工程组	0.03915121	0.03834989	131	0.01666667	1.13E-16	7
创新团队评审组	0.12793651	0.12692605	20	0.04444444	6.87E-17	2
动力电气与民核组	0.06203906	0.05970275	137	0.05972222	0.07926407	5
化工组	0.07591543	0.08150638	151	0.03207648	0.04558395	20
土木建筑组	0.05574054	0.05167305	158	0.01666667	0	2
外科与耳鼻咽喉颌组	0.05197874	0.05289179	115	0.04285714	0.06929349	7
工人、农民技术创新组	0.55279426	0.19660237	41	0.42189734	0.21811083	3
机械组	0.07294133	0.06336832	167	0.11111111	0.09179284	3
林业组	0.04155029	0.0559902	103	0.03838384	0.05474151	11
标准计量与文体科技组	0.07163279	0.06768323	51	0.02222222	0.0124226	5
气候变化与自然灾害监测组	0.04509074	0.05091946	38	0.01666667	2.11E-16	2
水利组	0.06123793	0.05238623	97	0.03055556	0.01964186	2
油气工程组	0.07847276	0.0778049	202	0.02013889	0.00982093	8
环境保护组	0.0502252	0.04954072	103	0.02685185	0.03156308	10
现代服务业组	0.07720611	0.07583364	20	/	/	/
电子与科学仪器组	0.09362021	0.10499363	111	0.09555556	0.09601633	5
矿山工程组	0.05828987	0.04350259	120	0.01759259	0.00130946	2
科普组	0.46597108	0.17404581	58	0.36967593	0.00395556	4
纺织组	0.06385957	0.09236291	59	0.04722222	0.07484552	6
药物与生物医学工程组	0.06274873	0.07371443	88	0.06431327	0.07105432	8
计算机与自动控制组	0.05788056	0.06950433	163	0.02575758	0.03015113	11



资源调查组	0.05286783	0.06177529	43	0.01666667	1.42E-16	2
轨道交通运输组	0.05910563	0.0488385	13	/	/	/
轻工组	0.07437287	0.0823454	103	0.08862434	0.12377963	9
载人航天工程	2.25	0	1	/	/	/
通信组	0.05080174	0.06173946	50	0.0275412	0.01883524	3
金属材料组	0.07048897	0.06617459	160	0.02777778	0.01521452	5
非金属材料组	0.07477339	0.07850444	74	0.01666667	1.52E-16	7
Total	0.07660146	0.11382604	3,371	0.05555928	0.09698902	225
F	127.82			5.69		
Prob > F	0.000			0.000		

6.7 本章小结

本章以 2000-2020 年的 3460 个国家科技进步奖获奖项目为分析对象，分别构建每个案例项目的人员合作网络、机构合作网络，进行整体情况分析和相关影响假设检验。

科技进步奖中女性占比情况方面，女性总体占比非常低（总体占比 13.6%），女性作为第一完人比例更低（总体占比为 6.7%）。科技进步奖合作网络的性别差异方面，女性作为第一完成人的项目团队与男性作为第一完成人的项目团队在性别参与度、性别异质性、团队署名性别贡献等方面均存在较显著的差异。

在合作网络对获奖等级的影响方面，基于 Logistics 回归模型分析表明，科技进步奖项目人员合作网络的合作人员数量对项目获奖的影响不显著，假设 H3-1 不成立。人员合作网络中的性别异质性、机构合作网络中的单位数量、合作宽度、点度中心性、中介中心性对项目获得奖项等级有显著影响，假设 H3-2、H3-3、H3-4 完全成立，假设 H3-5 部分成立。性别异质性在完成机构合作网络（单位数量、合作宽度、点度中心性）与项目获奖等级之间起到了部分中介作用，假设 H3-6 部分成立。

积累效应分析显示，单位数量（机构网络规模）在第一完成人为女性的院士与非院士分组中有显著的积累效应。

学术奖励网络对获奖等级的组态效应分析表明，两条高获奖等级的组态（Ha、Hb）中，机构网络规模、机构网络中介是高获奖等级组态的核心因素；四条非高获奖等级的组态（NHa、NHb、NHc、NHd）中，机构网络中介、人员网络规模的缺失是非高获奖等级组态的核心因素。

学术奖励网络产出效率分析结果显示，第一完成人为女性的项目 SBM 产出效率值均值为 0.05555928，比全样本的均值低 0.021042179。机构网络宽度、性别异质性是影响学术奖励网络 SBM 产出效率的重要因素，第一完成人为女性的项目和全样本项目在评审组间的 SBM 产出效



率值存在显著差异。



7 学术网络视角下女性科技人才科研产出提升策略

前文已分析学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络由于网络自身拥有不同的特点,对科研产出有各自的不同影响,同时,这三类网络同属于学术网络,它们亦存在一些共性之处。因此,可进一步分析三类网络影响的共同点,呈现学术网络影响科研产出的异同,这些异同的分析,有利于从学术网络视角提出女性科技人才科研产出提升策略。

(1) 三类网络的影响因素分析

学术背景影响方面,在学术论文网络中女性科技人才的生理年龄、职业年龄、博士后经历、国外学习经历、职称、学科评估等级、工作单位层级、博士毕业高校层级、近亲繁殖程度对学术论文产出有一定的影响,但总体上影响不显著;而在学术社交网络中,女性科技人才的学科、学历、职称、在线时间与学术博文产出不存在显著的正相关关系;可见本文所研究的女性科技人才样本的学术背景对其科研产出总体上影响不明显。

从学术网络指标来看,学术论文网络的点度中心性、特征向量中心性总体上与女性科技人才学术论文产出正相关;学术社交网络中好友网络和推荐网络的点度中心性、聚类系数、特征向量中心性与学术博文产出亦存在正相关关系;学术奖励网络中机构合作网络中的点度中心性、中介中心性对项目获得奖项等级有显著影响;由此可见,总体上,学术网络的点度中心性、特征向量中心等指标对科研产出呈现正相关关系,对科研产出有较为显著的正向影响,可正向提高科研产出。

此外,在学术网络指标中介调节效应方面,虽然学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络的中介调节效应各有不同,但综合来看可以发现点度中心性、特征向量中心性存在较强的中介效应,而点度中心性、中介中心性、特征向量中心性、结构洞、接近中心性还存在较强的调节效应。

(2) 三类网络的积累效应分析

前文所分析的学术论文网络、学术社交网络和学术奖励网络中各网络指标的积累效应由于所针对的研究对象不同,网络组织也不同,因此无法直接对其网络指标的积累效应大小进行比较,但从这三类网络的总体分析来看,学术论文网络、学术社交网络的点度中心性、特征向量中心性的积累效应较为明显,这些积累效应形成学术网络资本后可进一步提升其科研的产出和影响力,形成一定的资本提升效应。

(3) 三类网络的组态效应分析

前文分析可知,学术论文网络呈现了四条高论文产出的组态,三条非高论文产出的组态;学术社交网络共呈现了两条高学术博文产出的组态,三条非高学术博文产出的组态;学术奖励网络共呈现了两条高获奖等级的组态,四条非高获奖等级的组态。由于每类学术网络组态分析的前因条件和结果变量都不一致,不能直接从组态效应上去分析网络总体的共同影响。但从组



态路径的分布上来看,三类网络的非高产出组态数量比较多,其整体解的覆盖度也高于高产出组态的总体覆盖度,这进一步验证了女性科技人才在学术论文网络、学术社交网络和学术奖励网络中整体产出较低,如学术论文网络女性科技人才的产出以“低产低质”为主。

(4) 三类网络的产出效率提升空间分析

本文在前文分析了基于学术网络投入视角的学术论文网络、学术社交网络和学术奖励网络产出效率,其中女性科技人才的 CSCD 论文产出效率总体均值为 0.2213,SCI 论文产出效率总体均值为 0.3701,学术社交网络产出效率总体均值为 0.1607,第一完成人为女性的国家科技进步奖项目产出效率值均值为 0.0556。单从效率值来看,学术论文网络、学术社交网络和学术奖励网络的产出效率整体水平不高。此外,由于学术论文网络、学术社交网络和学术奖励网络在计算产出效率时所构建的生产前沿面不同,三类网络的产出效率值不能直接进行大小比较,可以从提升空间来进行分析,如 CSCD 论文产出效率存在 77.87%的提升空间,SCI 论文产出效率存在 62.99%的提升空间,学术社交网络产出效率存在 83.93%的提升空间,第一完成人为女性的国家科技进步奖项目产出效率存在 94.44%的极大提升空间。总体上,从提升空间来看,三类网络的产出效率都存在较大的可提升空间。

(5) 学术社交网络与学术论文网络的 PSM 倾向得分匹配

上文已经分析学术社交网络对学术博文产出有积极影响,那么参与学术社交网络是否对学术论文也有正向影响?为此,笔者从科学网 1381 名女性科技人才中筛选出 82 位物理、地理、生态、计算机学科并具有博士学位的女性科技人才并逐一采集其履历信息和发文信息作为实验组,以第 4 章未在科学网注册过的 485 名女性科技人才作为对照组,使用倾向得分匹配方法评估是否参与学术社交网络的对学术论文产出的“处理效应(Treatment Effect)”。PSM 分析结果(详见附录 2)显示 ATT 值均为正,说明参与学术社交网络对论文产出各项指标均有正向影响,其中 t 检验显著的有 CSCD 年均引用、SCI 年均引用,ATT 效应值分别为 0.735165468、6.73451233;即参与学术社交网络的女性科技人才相对于未参与学术社交网络的在 CSCD 年均引用、SCI 年均引用高出约 0.735、6.734。参与学术社交网络对 SCI 论文年均引用的影响要比 CSCD 论文年均引用要大。此外,ATE 为正值,也同样说明了参与学术社交网络对其他各类论文产出指标有正向影响。分析结果与部分学者基于社会问卷调查方法的研究结论——学术型社交媒体可显著正向影响科研人员的学术社会网络的扩展和学术产出的提高^①,基本一致。由此可见,学术社交网络不仅对学术博文的产出有影响,对学术论文的产出也有一定的正向影响。因此,女性科技人才应在科研工作和日常学术交往中重视自身的学术社交网络的构建,并要积极参与和活跃学术社交网络。

需要说明的是,上述分析虽然得出一定的分析结果和结论,但由于客观数据所限,无法获

^①朱依娜,何光喜.社交媒体对科学研究的影响机制初探——基于一项全国抽样调查数据的分析[J].科学与社会,2019,9(02):46-66.



知这些研究样本是否还参加了其他的学术社交网络平台,结果可能会存在一定的偏差。总体上,本文所选择的实验组、对照组样本数据可能存在一定局限性,但仅限于针对科学网博客的数据集样本进行讨论,更准确、无偏的分析,还有待进一步获取更全面的数据作为基础。

(6) 国家科技进步奖的获奖人员参与科学网博客情况

为了了解国家科技进步奖的获奖人员参与科学网博客的情况,笔者使用 Python 小程序将“site:blog.sciencenet.cn 姓名”关键词逐一提交百度搜索引擎进行搜索,得到搜索结果后,结合科技进步奖第一完成人姓名、单位、研究领域进行人工对比、判断,排除同名等情况。对比后发现,科技进步奖第一完成人注册科学网的人数非常稀少,225 位女性第一完成人中仅有 2 人注册过科学网(占比 0.89%),3146 男性第一完成人中也有 22 人注册过科学网(占比 0.70%),整体情况与预期大相径庭。虽然仅以科学网博客的注册情况不一定能完全说明科技进步奖的获奖人员是否参与学术社交网络。但从这一注册情况可以反映出,可能大部分科研人员确实忙于科研业务,或者科研人员并不关注国内学术社交网络。总体上,由于本文所使用的学术社交网络与学术奖励网络数据集交集非常小,两个数据集存在的交互量不多,无法分析交互影响,进一步的分析有待今后通过社会调查的方式可能会获得更大量的存在交集的数据。

由以上分析可见,学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络有各自独特的影响,也有一定的共性的影响。如何提高女性科技人才科研产出是本文研究的主要落脚点,综合前文的分析,本文认为应从学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络、多元化学术网络等方面,即从单网络、多网络的视角引导、支持女性科技人才构建学术网络,以丰富学术网络资源,为提高科研产出提供助力。

7.1 加强学术论文网络

从本文对学术论文网络的研究结论来看,学术论文网络各项指标对女性科技人才学术论文产出影响整体显著。为持续提升女性科技人才的学术论文产出,应从以下几方面加强女性科技人才学术论文网络的构建。

7.1.1 稳定拓宽合著人员网络

从合著人员网络的点度中心性来看,其对 CSCD 和 SCI 论文都具有显著正向影响,而且点度中心性所表征的中心性网络位置是高论文产出组态效应的核心因素,也具有显著的积累效应,同时还对学术论文网络产出效率有显著影响。因此女性科技人才要在合著人员网络中积极提升自身的网络位置嵌入,一方面根据科研项目增加合著人员的数量,拓宽合著人员规模;另一方面增强自身的学术能力,提升自身的学术影响力,努力占据学术论文合作的中心位置,以便获取更多优质的学术资源,提升学术论文的产出。



从合著人员网络的特征向量中心性来看,其对SCI论文具有正向影响,因此在进行SCI论文合作中,可积极寻求与目前在本领域中已取得一定成就并具有一定影响力的同行合作,有利于SCI论文产出的快速提升。而在CSCD论文合作中,除了利用好特征向量中心性的积累效应之外,还可参考SCI论文类似的与高影响力同行合作模式,以提高CSCD论文的产出。

从合著人员网络的结构洞来看,结构洞对CSCD和SCI论文的绝对发文量都具有显著正向影响。女性科技人才可提高合作的广度和宽度,从结构嵌入角度主动嵌入科研合作网络,占据合作网络的结构洞位置,以便获取更多学术信息和资源。此外,科研合作团队中的小团体也是合著网络的一部分,科研小团体的出现一定程度上也是创新小团体的出现,可鼓励大科研团体中建立创新小团体,从而整体上提升大团体的创新能力和科研产出。

此外,前文分析可知,合著人员网络的在合作机构、基金资助的中介作用中起到良好的调节作用,女性科技人才要积极利用好这一调节效应,使合作机构、基金资助的中介效应发挥更大作用,共同促进学术论文的产出。

7.1.2 构建多元合作机构网络

合作机构在前文分析中对学术论文产出具有显著的中介作用、组态效应、积累效应。从中介效应来看,合作机构在学术论文合作程度与学术论文产出之间的中介作用对论文产出产生了显著的正向促进作用。在现实科研合作中,单一机构和多元机构所能提供的学术资源不同,因而其对学术论文产生的中介作用也往往不同,所以应尽可能使合作机构多元化,发挥多元化的机构中介作用。

从积累效应来看,多元合作机构更具有积累优势。如前文所述,单一的机构较难形成积累优势,可用的学术资源较为单一,学术资源竞争力相对较弱,因此单一的机构较难形成积累优势。而多元机构合作中每个机构的学术资源往往不会重复,因而可形成多类型的学术资源,因而其具有较强的学术资源优势 and 竞争力,也就具有更强的积累优势。

从组态效应来看,多元化合作机构是高论文产出路径的核心因素,不同高论文产出的路径组合都需要多元化机构的参与,而多元化合作机构的缺失会导致低论文产出。因此,多元化合作机构是女性科技人才提高科研产出路径的重要保障。

总体来看,每个科研机构都有其独特优势的学术信息和学术资源,在科研合作中,女性科技人才可基于多元合作机构所产生的中介效应、组态效应和积累效应,根据不同科研项目、课题研究周期、研究领域特点,选择或邀请不同合作机构加入,以丰富自身或科研团队的机构资源,提升机构资源的保障能力;此外,除主动构建多元合作机构网络外,在受邀时,也应积极主动应邀参与,提前为自身积极构建合作机构网络,为今后的其他合作奠定合作基础。

7.1.3 积极拓展基金资助网络



基金资助在前文分析中对学术论文产出具有显著的中介作用、组态效应、积累效应,同时对学术网络的产出效率有显著的影响。中介效应方面,如前文所述,不管是前人所做的先前研究,还是本文所针对女性科技人才群体所做的分析,都证实了基金资助在科研合作与科研产出之间具有显著的中介作用。虽然不同类型的基金是否具有不同的中介效应尚有待进一步研究证实。但总体上基金资助的中介作用对女性科技人才的论文产出有显著的正向作用。

积累效应方面,基金资助在论文产出中有较强的积累优势。在现实中,单一类型基金资助虽然也有相应的积累效应,但是仍无法与多元类型基金资助的积累效应相比。如校级基金、省级基金、国家基金、国际合作基金等不同层级的基金资助,其支持力度、支持强度、支持宽度、支持时长都有所不同,因而它们各自的对论文产出积累效应也有所区别。

组态效应方面,基金资助是高论文产出路径的核心因素,不同高论文产出的路径组合都需要基金资助的支持,而基金资助的支持不足或缺失会导致低论文产出。可见,基金资助是女性科技人才提高科研产出路径的重要保障。

此外,学术网络的产出效率方面,基金资助所表征的网络支持对 CSCD 和 SCI 论文网络产出效率都有显著影响。因为基金资助为女性科技人才的个人或团队提供了人、财、物等科研资源,可提升工作效率和促进工作进展,因而论文产出效率也较高。

总而言之,基金资助在学术论文产出中具有举足轻重的作用,持续不断的基金资助是科研产出的重要保障。因此,女性科技人才应积极申请各类基金资助项目,利用好当前对女性科技人才支持力度较大基金申报政策,如国家自然科学基金委将女性申请青年基金的年龄由未满 35 周岁放宽到未满 40 周岁等利好政策,拓展自身和团队的基金资助网络,为科研项目提供充足的经费保障。此外,除自身或团队现有的基金资助外,还可以通过合作引入外部的基金资助项目课题,构建内部和外部的基金资助网络,形成多赢共赢的合作方式,丰富基金资助来源,拓展基金资助网络,更有利于提高科研产出。

7.2 活跃学术社交网络

前文分析学术社交网络不仅可影响学术博文的产出,同时也会正向影响学术论文的产出,因此女性科技人才可积极参与和活跃学术社交网络,具体而言,可从主动构建好友网络、积极构建推荐网络、注重跨学科交流网络三个方面活跃学术社交网络。

7.2.1 主动构建好友网络

从好友网络的点度中心性来看,其对女性科技人才的学术博文产出有显著的正向影响,因此在建构好友网络过程中,女性科技人才要从中心度位置的角度积极嵌入好友网络,占据较为中心的位置,可获取更多不同好友的学术博文信息、跨学科交流信息。



从好友网络的特征向量中心性来看,其对学术博文数有显著正向影响,其可以说明的一点是,如果女性科技人才拥有很多非常重要的好友,那么她也将是重要的,换言之,女性科技人才的学术好友学术博文产出能力强,产出数量多和质量高,那么她的科研产出也一般是较为优秀的。组态效应显示,网络活跃度、好友网络的特征向量中心性是高学术博文产出组态的核心因素,而网络活跃度、好友网络的特征向量中心性缺失是非高学术博文产出组态的核心因素。此外,好友网络的特征向量中心性还是影响学术社交网络 SBM 产出效率的重要因素。可见,女性科技人才在构建好友网络时,选择已经在某个领域有一定影响力的重要的、质量高好友,对学术博文产出更有利。

从好友网络的中介效应、调节效应来看,好友网络的点度中心性、接近中心性、特征向量中心性在跨学科交流网络对学术博文篇均推荐数、篇均评论数的影响中起到了中介作用或调节作用。此外,好友网络对学术博文产出的中介效应、调节效应比推荐网络更显著,因此要重视好友网络的建设,不仅要维护好现有的好友,还要主动构建新的好友网络。

总之,好友网络是一种基于学术好友或学术友谊关系而形成的学术网络。人以群居,物以类聚,好友网络中的各个群体往往有类似的特征,而且能相互传递影响。因此,主动构建优质的学术好友网络,对女性科研产出无疑是有益的。

7.2.2 积极构建推荐网络

从推荐网络的点度中心性来看,其对女性科技人才的学术博文产出有显著的正向影响,组态效应显示推荐网的网络位置是高学术博文产出组态的核心因素,而其缺失是非高学术博文产出组态的核心因素。而且,推荐网的网络位置也显著影响学术社交网络 SBM 产出效率。因此,占据推荐网络有利的中心位置,可获得的推荐机会、推荐次数也会越多,还可提升学术博文的影响力产出。

从推荐网络的特征向量中心性来看,其对女性科技人才的学术博文产出同样有显著的正向影响。在推荐网络中,获得重要的推荐人推荐,不仅可以使自己的学术博文增加阅读量、推荐量,而且自己也会因重要推荐人的推荐而变得更具影响力。因此与领域内重要的推荐人形成推荐网络有利于自身的科研产出。

从推荐网络的中介效应、调节效应来看,推荐网络在学术博文产出中无中介作用,只有推荐网点度中心性在跨学科交流网络对学术博文篇均推荐数、篇均评论数的影响中起到调节作用。

积累效应表明,推荐网点度中心性、推荐网特征向量中心性在学历的分组中显示出较强的积累效应;推荐点度中心性在职称分组中有显著的积累效应。因此,不同学历、职称的女性科技人才要重视推荐网络的建设。

在学术网络平台中的推荐关系,其不仅仅是一种简单的推荐关系,其还可能转化为好友关系,即基于推荐网络也可以拓展其好友网络。因此,女性科技人才应积极构建推荐网络。在现



实中,在学术社交过程中,可根据自己的学术好友资源,给新老朋友推荐新朋友,他人也可以向自身推荐新的学术好友资源,如此相互推荐则可以丰富双方的资源,在一定意义上相当于资源交换、优势互补,进一步丰富完善自身的学术社交网络。

7.2.3 注重跨学科交流网络

跨学科交流对学术博文产出有显著的正向影响,在组态效应中跨学科交流是其中的一条高学术博文产出组态的核心因素,而且跨学科交流也对学术社交网络的 SBM 产出效率有显著影响。可见,注重跨学科交流网络的建设,有利于促进学术博文的产出。在科学网博客等综合性科学网络平台,构建跨学科交流网络,可以和本领域,也可以和其他领域的科研人员进行广泛的学科交流、学习,不同的思想交流和科研心得体会往往是优质学术博文产出的源泉。

学术交流不应仅仅局限于本领域的圈子,过于局限本领域的学术社交,往往会造成学术社交圈子单一,好友网络单一的局面,学术资源单一不利于科研合作和科研创新。因此,女性科技人才应注重构建跨学科交流网络,不仅要在学术社交中引进来,还要多走出去,通过各种渠道创造机会积极参加其他学科领域的学术社交,丰富与其他学科的交流 and 碰撞,甚至开展跨学科的科研合作,这可对科研创新、科研产出有直接的推动作用。

此外,学术社交网络的持续参与也非常重要,前文有关女性科技人才在学术社交网络的生存分析可见,大部分的女性科技人才在学术社交网络平台的生存时间较短,较早地离开了学术社交圈子,其中的原因可能很多,如因职业选择、工作岗位变动不再参与科学研究和科学交流,家庭照顾、养育孩子等无时间和精力再参与或很少参与学术社交网络,好友网络、推荐网络、跨学科交流网络的资源无法发挥作用,因而学术博文产出也会相应减少或停止。因此,学术社交平台、好友网络中的学术好友应给予女性科技人才更多关注和支持,如鼓励、引导因家庭而暂时离开学术社交网络的女性科技人才回归,并给予更多科研互助、科研合作等支持。

而对于那些尚未参与过学术社交网络的女性科技人才,也可以积极鼓励她们通过各种方式参与进来。例如前文已分析过国家科技进步奖的获奖人员较少参与科学网博客,但科学网作为由中国科学院、中国工程院和国家自然科学基金委员会主管,中国科学报社主办的综合性科学网站,应当成为科技进步奖等国家级科技成果宣传的重要阵地之一,科技进步奖的获奖人员可在科研之余,利用好科学网等科技信息发布和互动平台,一方面对团队科技成果进行宣传推广,增加社会、业界对科技成果的认同、应用和经济效益产出;另一方面,可通过科普博文、学术博文进行科技成果相关科技知识的普及,与同行交流科研经历心得,与大众普及科技知识,提升民众的科学素养。因此,对于获得科技进步奖的女性科技人才可多鼓励其参与到科学网等学术社交平台上来,构建科研学术好友网络、推荐网络和跨学科交流网络,宣传推广本团队的科技成果,与学界同行交流互动,都有益于科研产出的提升。



7.3 融入学术奖励网络

从学术奖励网络对学术奖励的影响分析结果来看,人员合作网络中的性别异质性,机构合作网络中的单位数量、合作宽度、点度中心性和中介中心性对项目获奖有显著影响,因此,为提升女性科技人才在科研项目获奖的能力,可从以下三方面引导女性科技人才融入学术奖励网络。

7.3.1 促进科研团队的性别多样性

前文研究表明,性别异质性在机构合作网络与项目获奖等级之间起到了中介作用,在这其中,机构合作是以人员合作来实现,人员合作团队中的性别异质性可以使科研团队结构组成更合理,女性科技人员在团队中的耐心、细腻,有利于团队的沟通交流、活跃氛围,从而提高团队的科研成果产出,增加获得高等级奖励的几率。此外,性别异质性是影响学术奖励网络 SBM 产出效率的重要因素,在这其中,性别异质也同样起着增强团队多样性,促进成员间的优势互补,提升团队活跃度的作用,使团队产生多元化的互动,从而提高团队的工作产出效率和创新产出效率。

性别异质性现实的表征就是性别多样性,已有研究已经证实性别多样性对科学合作^①、学术社团、企业组织^②的绩效产出有积极促进作用,部分学者还证实了女性科技人才的占比可以和性别包容、友善的研发应用环境、互利互惠的文化氛围、研发投入等协同联动,相互促进,从而实现创新的社会意义^③。可见,性别多样性在科学合作、创新绩效、社会进步中都有积极的促进作用。

有学者还发现性别多样性与女性社会网络的活跃性正相关^④,即女性科技人才所在团队组织的性别多样性越高,其社会网络交流越活跃。在申报学术奖励的科研团队中,性别多样性同样应被重视,因为性别多样性不仅仅是带来团队中男女性别的平衡,其带来的更多是学术资源、学术思想、学术创新的多样性和互补性,男性与女性都有其自身优势特长之处,这些优势与特长聚集在一起可形成优势互补,从而为科研团队的科研创新和科研产出带来回报。

7.3.2 拓宽科研合作团队合作宽度

在学术奖励网络中,机构网络规模在第一完成人为女性的院士与非院士分组中有显著的积累效应,这表明机构网络规模在女性科技人才的科技获奖、职称晋升等职业发展过程中,可以形成有效的积累效应,提升女性科技人才的学术奖励产出。在现实工作中,女性科技人才可通

^①丁洁兰,刘细文.科学合作的多样性研究综述[J].图书情报工作,2022,66(11):129-138.

^②张松波,许爽.性别多样性对组织绩效影响——综述研究的视角[J].中国人力资源开发,2016(21):54-60.

^③熊艾伦,吴启航,陶佳佳.性别多样性能否促进创新的社会意义——基于 QCA 的研究[J].科学学与科学技术管理,2022,43(07):62-78.

^④李乐旋.组织性别多样性对专业技术人员社会网络的影响[J].中国人力资源开发,2013(11):99-102.



过拓宽科研合作团队合作宽度来进一步提升机构网络规模,从而发挥机构网络规模的积累效应。

学术奖励网络的组态效应分析也表明,机构网络规模、机构网络中介是高获奖等级组态的核心因素;机构网络中介、人员网络规模的缺失是非高获奖等级组态的核心因素,这其中的机构网络规模、机构网络中介往往也受到机构网络宽度的影响。此外,机构网络宽度还是影响学术奖励网络 SBM 产出效率的重要因素,这表明,多类型的机构合作,不仅可以带来多元的学术资源,还可以带来高效的团队管理、资源管理等管理理念,提高团队科学合作、创新产出的整体效率。

在科研合作中,合作机构数量越多,往往表明其合作规模越大,合作人员数量越多,合作团队整体实力越强。但仅仅数量上有优势,可能是大而不强的团队,要成为真正意义上大而强的团队,其合作机构类型应该更多样,即合作宽度应该更宽。合作宽度越宽,表明其团队拥有不同类型的机构越多,形成的机构合作网络规模越大,所拥有的学术资源类型也就越多,跨领域跨类型的机构合作对科研创新和科研产出有更强的促进作用。

7.3.3 鼓励女性参与学术奖励申报

前文学术奖励的性别差异分析中,已经发现女性在享有盛誉的领导类奖项获得者中的代表性不足,而在包括诺贝尔奖、菲尔兹奖和罗伯特·科赫科学奖在内的 141 个顶级科学奖项中也同样是以男性占比为主。

女性鲜有荣膺顶级科学奖励,一是因为女性科技人才的“泄漏的管道”现象,能达到“玻璃天花板”的女性比例较低,另一原因是科学奖励以男性占比为主,女性因科学界的性别隔离而逐渐远离科学奖励,无法或不愿意融入到学术奖励网络中。因此,如何修复“泄漏的管道”鼓励更多女性参与科学研究,支持女性参与科学奖励的合作,融入学术奖励网络,尚需科学界和相关管理部门给予更多关注和支持。

在现实工作中,女性在学术奖励获奖比例中偏低是一个不争的事实。但有部分原因可能是由于女性科技人才申报奖项的积极性所致。因此,一方面除了可设置女性科技人才专项奖项,在条件允许的情况下提高女性科技人才获奖的比例,另一方面也应从积极申报上,鼓励推动女性科技人才参与各类学术奖励的申报,降低其对申报的顾虑,积极参与申报。

7.4 发展多元化学术网络

7.4.1 从单一化向多元化发展

学术网络是一种学术资源,也是一种社会资源和社会资本,构建多元化的学术网络,不仅可以提升个人资本,也可以提升所在团队资本。女性科技人才从校园走向工作岗位,身份从学生转变为社会人员,学术关系也从师生关系慢慢脱离出来,或单打独斗形成单一化学术网络,



或与单位同事形成同事学术网络, 或其他产学研科研人员合作形成产学研合作网络等等。从单一化走向多元化的学术网络, 是女性科技人才学术发展必经之路, 是提升科研水平、能力和产出的必由之路。因为, 在科研领域, 单打独斗的科研活动, 几乎与闭门造车无异。

女性科技人才的学术网络从单一化向多元化发展, 一方面要主动构建自己主导的学术网络, 依托所在工作单位的学术资源, 构建自己可以主导的不同的学术网络, 如本文所研究的学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络等, 形成对自己科研产出有效支撑网络; 另一方面可积极参与他人主导的学术网络, 借助他人的优势学术网络资源, 结合自己的学术资源, 形成资源优势互补, 互惠共赢的学术网络。通过主动构建和积极参与, 总体上, 要使学术网络向多元化、分层化发展、优化, 从而为科研产出提供强大助力。

7.4.2 稳定多元化学术网络

前文所分析的学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络中, 每一类学术网络对女性科技人才的科研产出都具有其特定的促进作用, 每个类型的学术网络中的不同网络指标因素之间都有不同的中介效应、调节效应机制, 这些机制相互作用, 协同促进科研的产出。如何让有正向促进的中介效应、调节效应机制发挥最大效应, 其中最重要的就是要持续稳定学术网络中的合作人员、合作机构、基金资助等的来源和支持。

在构建完多元的学术网络后, 女性科技人才应转变为一个高效的学术网络资源管理者, 运营好自身的学术网络, 科学合理地使用学术网络带来的积累效应、资本提升效应、组态效应等资源效应, 使其形成稳定的多元学术网络支撑, 支持自己的科学研究, 形成持久的科研资源网络保障, 继而稳定提升自身的科研产出效率。

7.4.3 提升学术网络活跃度

学术网络构建后, 在稳定多元化学术网络存在的前提下, 还应让学术网络活跃起来, 提升学术网络活跃度的方式有多种多样, 因学术网络类型不同而有不同的活跃方式, 如学术论文网络, 可以参加学术会议、举办学术报告、学术沙龙等方式保持学术网络的活跃度; 学术社交网络可以参与线上线下的不同学术社交活动, 线上包括注册并参与国内外的虚拟学术社区平台, 线下包括参加学术研讨会, 学术社团组织等等, 以保持与学界同行的交流对话, 科学合作。在学术网络中保持活跃的状态, 更能获取科学研究前沿动态, 有利于科研创新和产出。

流水不腐户枢不蠹, 静如死水的学术网络往往其资源的积累效应都会慢慢褪去, 而即使保持较低活跃度的学术网络, 其仍可持续唤醒。比如与产学研的合作网络形成后, 不能仅仅一次合作结束即完全断了联系合作, 而应保持经常性联系沟通, 提升学术网络活跃度, 在必要之时或是临时所需之时, 平时保持活跃的学术网络往往能马上派上用场, 随即开展学术合作。

7.4.4 注重多元学术网络组合



女性科技人才参与正式学术网络、非正式学术网络,构建自身多元化学术网络,以丰富学术资源,为提升科研产出提供助力。但在现实中,何种学术网络或是哪些学术网络组合更能提升创新活力和科研产出,这也是需要在实际学术网络维护中去慢慢体会认识的,因人而异,也因学术网络不同而异。

为此,女性科技人才应学会基于学术网络对科研产出的不同影响,在多元学术网络中,一方面要学习如何对多元学术网络进行组合匹配,动态使用;另一方面,要强化自身的资源管理能力、网络管理能力,学会整合资源,优化资源配置,使各类学术网络有的放矢,将多元化进一步向最优化发展,使学术网络组合发挥最大效用。

7.4.5 提升个人及团队创新活力

高科研产出的前提之一就是较高的创新活力,提升创新活力往往能带来较高的科研产出。创新活力影响机理也较为复杂,不同影响因素有不同的影响结果,如科技政策可对女性科技人才创新活力的产生激发导向,不同科技政策工具对女性科技人才创新活力会产生不同的影响。科研合作可增强女性科技人才创新活力,不同科研合作模式、规模、程度对女性科技人才创新活力影响也不同。而学术网络重在提升女性科技人才创新活力,不同的学术网络类型对创新活力影响存在差异。

因此,女性科技人才及其团队可根据科研合作模式、规模、程度不同,选择如何组建、带领、参与科研团队的合作;同时根据不同类型的学术网络对女性科技人才创新活力的影响程度或提升绩效效果不同,选择不同的学术网络组织,构建个人资本、社会资本等资源网络,以提升女性科技人才的学术创新活力和科研产出。

7.5 完善科技政策支持

针对当前专门支持女性科技人才的政策总体数量相对不足,特别是科研回归、生育友好型政策支持仍有待完善,女性科技人才学术网络建设支持不足、职业晋升存在“泄漏的管道”现象等问题,可进一步完善科技政策的激励与支持。

7.5.1 科技政策的人本化改革

当前,我国出台的科技人才相关政策已经较为完整且成体系化,具体而言,科技人才政策不仅有国家级政策,也有省部级出台的相关政策,各地市县区也相应制定有本地的科技人才政策。政策内容主要集中于科技人才教育培训、人才管理、人才评价、人才计划、人才引进等方面。如科技人才评价政策主要涵盖科技人才评价主体、评价方法、评价标准、评价保障、评价运用等内容。



此外,科技人才政策是科技管理部门对科技人才进行管理、激励的政策工具,根据施耐德(Schneider)和英格拉姆(Ingram)及国内相关学者的研究^①,政策工具可分为象征与劝诫工具、系统变革工具、权威工具、能力工具、激励工具五大类工具。其中的系统变革工具对科技政策的人本化改革非常重要,其可针对当前科技政策的不合理、不适应之处,进行改革修正,以适应当前社会需求。国外许多国家组织都针对促进女性科技人才发展进行了科技政策的系统变革,以适应女性科技人才发展的需要,如美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)的“增进女性发展和参与科学与工程学术生涯”资助计划,加拿大自然科学与工程研究理事会(The Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada, NSERC)设立的“科学与工程资助计划中的女性领导者”项目,日本学术振兴会(JSPS)的“生育后女性回归实验室”资助计划等,都是对科技人才政策的变革结果。

如今,我国已有不少针对女性科技人才课题申请、课题结题的改革政策,如国家自然科学基金充分尊重性别差异的客观实际,在基金申请中,实施“同等条件下女性科研人员优先”政策,并从2011年起,将女性申请青年科学基金的年龄界限从原先的不满35岁放宽到不满40岁。此外,还有其他部门出台的支持女性科技人才相关政策,见表7-1,但从总体来看,当前科技人才政策在支持女性科技人才方面还有待进一步细化和更人本化,如针对当前三孩政策,如何更大力度支持哺乳期、婚育阶段的女性科技人才,出台相关可预见性支持女性科技人才的科技政策,支持她们在生育后回归,在兼顾家庭的同时在科技创新中发挥更大作用,这是各科技管理部门需要长期跟踪并根据实际不断调整完善的过程。

表 7-1 我国有关女性科技人才的科技政策(部分)

颁布时间	政策名称	颁布单位	支持女性科技人才要点
2008 年	《科技进步法(修订案)》	全国人大 常委会	第 53 条明确提出女性科技人员应享有平等权利。
2010 年	中国青年科技奖	国务院	首先调整了中国青年科技奖申报中女性候选人的年龄条件。
2010 年	国家自然科学基金委 系列政策	国家自然 科学基金 委	启动了“科学基金促进女性科学家成长发展研究”的专项课题研究;将女性申请青年基金的年龄由未满 35 周岁放宽到未满 40 周岁。
2011 年	《中国妇女发展纲要 (2011-2020)》	国务院	首次出现了针对女性科技人才成长的专门阐述:“加大女性技术技能人才培养力度”。
2011 年	《关于加强女性科技 人才队伍建设的意见》	科技部、全 国妇联	科研院所、高等学校女性科技人才增长的比例、女性生育后回归科研项目、高级专家自愿选择退休年龄。

^① Schneider A, Ingram H. Behavioral assumptions of policy tools[J]. The journal of politics, 1990, 52(2): 510-529.



2021 年	《关于实施科技创新 巾帼行动的意见》	全国妇联、 科技部等	积极为女科技人才发挥作用提供支持和服务等。
2021 年	《关于支持女性科技 人才在科技创新中发 挥更大作用的若干措 施》	科技部等	培养造就高层次女性科技人才、扩展女性科技人才科 研学术网络、支持孕哺期女性科技人才科研工作等。
2021 年	《中国妇女发展纲要 (2021-2030 年)》	国务院	大力培养女性科技人才；加强女性专业技术和技能人 才队伍建设。

7.5.2 科技政策的性别平等保障

性别平等是社会公平正义的重要内容。有关政策的性别平等评估在国内外都已经具有具体的实践。如联合国为消除对妇女的歧视、争取性别平等制定了《消除对妇女一切形式歧视公约》，加入公约的成员国须承诺履行一系列的措施，包括确保本国法律政策男女平等。我国在全国妇女联合会等部门的推动下，较多省市建立了法规政策性别平等咨询评估机制，在地方性法规政策性别平等评估工作中进行了有益的探索。但目前地方性法规政策性别平等评估工作主要集中在涉及性别平等问题的新制定的公共法规政策的事前评估和合法性审查，对科技政策的性别平等问题较少进行性别平等评估。因此，科技政策制定部门可制定政策性别平等评估指标，在科技政策制定之时进行相应的性别平等评估。

此外，可从现有科技创新文献研究现状、女性科技人才相关研究成果、科技政策激发女性科技人才创新活力的影响机理研究成果，反观当前科技政策在政策制定、政策评估、政策实施、政策改革、性别平等、人本化措施等方面存在的问题，剖析深层掣肘女性科技人才科研产出的政策制度等方面的原因。据此，从人本化改革及性别平等的角度为科技政策深化改革、健全完善，提高女性科技人才科研产出提供措施建议和意见。具体而言，可从厘清女性科技人才在职业发展过程中面临的阻力，以及女性科技人才对政策、法规及制度环境的认知、需求与满意度出发，针对管理体制、培养扶持、学术交流、创新支持、考核评价、流动与配置、薪酬激励、生育后科研回归等方面进行科技政策改革，以适应科技政策激发女性科技人才创新活力，提升科研产出能力，支持女性科技人才在创新活动中发挥更大作用的现实需求。

7.5.3 科技政策的长效激励机制

科技人才的科研产出潜力和创新活力的激发，不仅要靠自身的创新动机驱动，更需要外界环境的激发，近年来国家科技管理部门、人事管理部门出台了许多配套的科技人才政策，通过政策来鼓励科技人才不断探索，勇于创新，事实证明，确实收到了一定成效。女性科技人才作为科研产出和科技创新的一支不可或缺的力量，她们的科研产出潜力和创新活力的激发同样需



要科技政策来鼓励、激发。同时，女性在科研道路上的“泄漏的管道”现象，更说明科技政策的长期激励支持的重要性。

科技政策的长期激励不仅要适时，有的地方还需要提前介入，如针对部分女性科研人员在研究生毕业后，并没有进入到科研领域，或是进入到科研领域后因家庭、生育等原因中途退出，此时科技人才政策应针对这一现象和问题做好相应的激励和支持，让更多有能力、有潜力的女性科技人才进入或回归科研领域，发挥她们特长和力量。

7.5.4 建立数据监测体系及配套政策

要长期跟踪、观察一个群体，了解该群体的群体特征变化及时间演变规律，行之有效的途径之一是为该群体建立较为全面的信息数据库，用数据库记录该群体的各方面特征，待数据量积累到一定层级后，即可利用该数据库对群体进行跟踪、分析和预测，为管理决策提供数据参考，这是一个较为经济而可行的路径。

当前，我国虽然已经建立一些科技人才数据库，如科学技术部科技人才交流开发服务中心、人力资源和社会保障部国家科技人才服务中心（国家科技人才服务网）等中心机构，构建本单位的科技人才数据库，但这些人才数据库主要是针对国家科技专家数据库、人才计划、重大人才工程等管理工作以及专业技术资格、职业资格提供第三方认证服务等，数据库建设仍不够全面，没有纳入中低层次的人才，而专门针对女性科研人才的数据库或对女性科技人才统计赋予更多详细指标目前尚未显见。此外，此类数据库一般不对外开放，学术界开展人才研究往往难以获取大规模数据。

因此，倘若相关部门能够参考借鉴欧盟“*She Figures*”等国外女性科技人才数据监测体系，建立专门针对女性科研人才的数据库或数据监测体系及配套政策措施，纳入国家科技统计，并纳入学术论文、专利、技术等合作团队网络，学术社交等非正式学术支持网络，政府、学术团体、组织等正式学术支持网络以及科研产出等统计指标，这将不仅有利于对女性科技人才定期做统计监测，还可为在不同领域出台支持女性科技人才的新政策提供数据支撑和决策参考。但数据库的建立需要各级机构组织的大力支持，大部分基础数据都是从基层机构组织汇聚而来，这是一个较为长期和缓慢的过程，但其所能带来价值是长远的。

7.6 本章小结

本章主要基于前文研究结论，分析了学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络三个学术网络影响科研产出的异同及共性影响。从学术网络的角度，提出提高女性科技人才科研产出的对策建议。在加强学术论文网络方面，可构建稳定合著人员网络、多元合著机构网络和积极拓展基金支持；在活跃学术社交网络方面，可主动构建好友网络，积极构建推荐网络，注重构



建跨学科交流网络；在融入学术奖励网络方面，可促进科研团队的性别多样性，拓宽科研合作团队合作宽度，鼓励女性参与学术奖励申报；在发展多元化学术网络方面，可从单一化向多元化发展，稳定多元化学术网络，提升学术网络活跃性，注重多元学术网络组合，提升个人及团队创新活力等方面努力；在完善科技政策方面，可从科技政策的人本化改革、性别平等保障、长效激励机制、数据监测及配套政策等方面进行完善。



8 研究总结与展望

8.1 研究总结

科技人力资源是当前各国科技创新、经济发展、社会进步的重要资源，女性科技人才资源作为重要的科技力量，为社会、经济、科技作出了重要贡献。得益于国家对科技人才的重视，特别是对女性科技人才发展的长期支持，我国女性科技人才从以往的比例不足，人才短缺，到如今的占比在快速上升，科研参与度、学术影响力逐步提高。但总体来看，科研产出的性别差异在各学科领域仍然存在，其中原因之一是女性科技人才在学术网络构建方面规模相对较小、资源相对不足，在回报方面有欠缺，整体相对处于弱势，对其科研产出带来一定阻力。因此，仍需给予女性科技人才群体一定关注和支持。本文基于管理学、情报学、统计学等学科相关理论和方法，从多个角度、不同维度地呈现了不同学术网络类型对女性科技人才科研产出的不同影响，旨在了解学术网络对女性科技人才科研产出的影响因素和机制，并提出相应对策建议。本文主要研究内容和所得结论如下：

(1) 基于学术论文网络视角的女性科技人才学术论文产出影响分析。采用履历分析、文献计量、社会网络分析、组态分析、数据包络分析等方法，分析了 485 名女性科技人才的学术论文网络和学术论文产出情况。分析发现，女性科技人才论文产出以低产低质群体为主，发文呈“二八定律”现象。学术论文网络不同指标对学术论文产出有不同的正负向影响，并在论文合作程与论文产出之间起到了调节作用，其中点度中心性、中介中心性、特征向量中心性的调节作用部分是通过基金资助的中介作用实现的；点度中心性、中介中心性、结构洞的调节作用部分是通过合作机构的中介作用实现的。积累效应显示，点度中心性、特征向量中心性、基金数量、机构数量在博后经历、出国经历等分组中具有显著的积累效应。网络动态影响分析显示，CSCD、SCI 学术论文网络中的发表年、作者规模、机构规模、基金数量的动态变化总体上会正向影响 CSCD、SCI 相对论文数、绝对论文数、年均被引量、年均使用量的动态变化；从回归系数来看，SCD 作者数的动态变化对 CSCD 年均使用的动态性影响最大，SCI 作者数的动态性对 SCI 绝对论文的动态产出影响最大，SCI 基金数量的动态性对 SCI 年均被引的动态性影响最大。组态效应显示，网络位置、网络多元合作、网络支持是高论文产出组态的核心因素；网络位置、网络支持的缺失是非高论文产出组态的核心影响因素。产出效率分析显示，CSCD 论文总体 SBM 产出效率均值为 0.221327863，SCI 论文总体均值为 0.370092097，两者可提升的空间都还很大；网络位置、网络关系、网络支持是影响 SCI 学术论文网络 SBM 产出效率的重要因素；网络位置、网络特征向量、网络结构、网络支持是影响 CSCD 学术论文网络 SBM 产出效率的重要因素。而且，不同工作单位层级、博士毕业高校等维度上学术论文网络产出效率在也各有差异。



(2) 基于学术社交网络视角的女性科技人才学术博文产出影响分析。通过性别识别、学术博文筛选及社会网络分析等方法,分析了科学网 1381 名女性科技人才在科学网的学术博文产出情况。分析发现:采用 RFM 模型、K-Means 聚类算法可将女性科技人才学术博文发文行为划分为四类。博客访问量、注册时长、活跃度与学术博文产出存在部分正相关关系;好友网络、推荐网络的各项网络指标与学术博文产出存在部分正相关关系;其中,好友网络的点度中心性、接近中心性、特征向量中心性在跨学科交流网络对学术博文篇均推荐数、篇均评论数的影响中起到了中介作用;好友网接近中心性、推荐网点度中心性在跨学科交流网络对学术博文篇均推荐数的影响中起到调节作用,好友网点度中心性、好友网接近中心性、推荐网点度中心性在跨学科交流网络对学术博文篇均评论数的影响中起到调节作用。积累效应显示,推荐网点度中心性、推荐网特征向量中心性在学历的分组中显示出较强的积累效应;推荐点度中心性在职称分组中有显著的积累效应。生存分析显示,大部分女性博主约 37 个月后离开了学术社交平台,过早离开学术社交网络导致学术博文产出较低;基于 ECM-IS 信息系统持续使用理论影响模型的 Cox 半参数分析表明,博文数、篇均推荐数、篇均评论数、跨学科交流、好友数、注册时长、活跃度对女性博主的生存时间具有显著影响。组态效应显示,网络活跃度、推荐网络位置、好友网特征向量是高学术博文产出组态的核心因素;网络活跃度、推荐网络位置的缺失是非高学术博文产出组态的核心因素。学术社交网络的 SBM 产出效率值总体均值为 0.160741687,其中跨学科交流、好友网特征向量、推荐网络中心性是影响 SBM 产出效率的重要因素。

(3) 基于学术奖励网络视角的女性科技人才学术奖励产出影响分析。通过性别识别、机构分类,采用社会网络分析等方法,分析了 2000-2020 年的 3460 个国家科技进步奖获奖项目。分析显示:女性总体占比非常低(总体占比 13.6%),女性作为第一完人比例更低(总体占比为 6.7%)。女性作为第一完成人的项目团队与男性作为第一完成人的项目团队在性别参与度、性别异质性、团队署名性别贡献等方面均存在较显著的差异。合作人员数量对项目获奖的影响不显著;人员合作网络中的性别异质性、机构合作网络中的单位数量、合作宽度、点度中心性和中介中心性对项目获奖等级有显著影响;性别异质性在完成机构合作网络(单位数量、合作宽度、点度中心性)与项目获奖等级之间起到了部分中介作用。积累效应显示,单位数量(机构网络规模)在第一完成人为女性的院士与非院士分组中有显著的积累效应。组态效应表明,两条高获奖等级的组态中,机构网络规模、机构网络中介是高获奖等级组态的核心因素;四条非高获奖等级的组态中,机构网络中介、人员网络规模的缺失是非高获奖等级组态的核心因素。产出效率分析显示,第一完成人为女性的项目学术奖励网络 SBM 产出效率值均值为 0.05555928;机构网络宽度、性别异质性是影响 SBM 产出效率的重要因素;同时,不同评审组间的 SBM 产出效率值存在显著差异。

(4) 基于学术网络视角的女性科技人才科研产出提升策略分析。采用文献调研、归纳演绎、倾向得分匹配等方法,基于前文分析结论和学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络



影响科研产出的异同及共性影响,结合学术网络对女性科技人才科研产出的支持仍有待加强和完善的现实情况,提出女性科技人才科研产出提升策略。一是加强学术论文网络,要构建稳定合著人员网络、多元合作机构网络和积极拓展基金支持;二是活跃学术社交网络,要主动构建好友网络,积极构建推荐网络,注重跨学科交流网络;三是融入学术奖励网络,要促进科研团队的性别多样性,拓宽科研合作团队合作宽度,鼓励女性参与学术奖励申报;四是发展多元化学术网络,要积极向多元化、提升活跃度、注重组合优化等方面努力;五是完善科技政策支持,要从科技政策的人本化改革、性别平等保障、长效激励机制、数据监测及配套政策等方面进行完善。

8.2 研究展望

本文基于学术网络视角,从学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络三个网络类型分别对女性科技人才科研产出影响进行了分析,得出了一些有意义的结论,但总体看来,仍存在一定的不足和局限:

(1)女性科技人才的学术网络类型是丰富多样的,可从不同视角、不同维度去进一步研究。本文仅探究了学术论文网络、学术社交网络、学术奖励网络对女性科技人才科研产出的影响,尚未深入研究其他类型的学术网络,如专利合作网络、软著合作网络等对科研产出的影响。在今后研究中,可进一步考虑学术网络类型的多样性,以期能以多角度,全方位去考察学术网络对科研产出的影响。

(2)学术网络不仅对女性科技人才科研产出有不同程度的影响,也会存在一定的时滞效应。本文尚未能从时间维度上去进一步深入分析影响时滞的效应。今后研究可从女性科技人才初次构建学术网络后多久提升科研产出入手,例如以 2~10 年不同时间段来进行时效对比研究,以呈现不同时长的学术网络对女性科技人才科研产出的提升成效。又如,以学术社交网络为例,可选取科学网、丁香园、小木虫、ResearchGate 等国外典型学术社交网络,通过问卷调查、数据爬取等收集某学科、某领域的女性科技人才学术社交网络构建方面的数据,包括加入学术社交网络时长指标(开始的时间、在线时长)、互动关系性指标(关注数量、被关注数量)、社交活跃性指标(项目数、提问数、回答数等),同时收集该女性科技人员在构建学术社交网络前后的科研产出变化数据,以分析学术社交网络对女性科技人才科研产出影响时滞。

(3)本文研究各学术网络对女性科技人才科研产出的影响,主要基于计量视角和利用现有客观数据,尚未使用主观类数据,研究深度和广度可能会有一定欠缺。没有使用问卷的方式来获取数据的原因是,问卷采用自我报告式来填写,答题者只能根据记忆自我主观填写,无法获取较长时间的科研产出和学术网络数据,一般只能获得近期短时间的部分数据,数据可能会有较大局限性。但采用社会调查法采集数据,可以获得多维度的无法公开获取的一手数据,比如,



在学术网络动构建的方式上,可增加女性科技人才动机方面的内容,具体而言,可进一步通过访谈法、问卷调查法等方式,深入了解女性科技人才构建学术网络的意愿、意向、动机等主观能动性,以便能更准确分析女性科技人才不同类型学术网络的构建动机及特点。此外,基于社会调查等方法还可以获取同一批研究对象的多维度数据,如将学术论文网络、学术社交网络、学术奖励等网络从整体上或作为一个广义的科研合作网络来分析,还可分析不同学术网络对同一研究对象的独自影响和相互影响,以获取更多视角的研究结果。

(4) 本文以女性科技人才为主要研究对象,前期收集的数据主要是女性科技人才的学术网络和科研产出数据,未能将学术网络对女性科技人才科研产出的影响与男性进行比较分析。原因主要是其中的女性科技人才个人简历信息和论文数据都需要人工收集编码核对,工作量较大,若做性别差异对比,则可能女性样本量需要相应减少,样本的代表性会受到一定削弱。在平衡样本量和性别差异方面,本文暂只聚焦女性样本。下一步可继续收集男性科技人才的学术网络及科研产出数据进行性别差异分析对比的拓展研究,进一步深化和拓展科研产出性别差异主题的研究。

如何更深入和全面的分析女性科技人才科研产出的影响因素和机理,是一个有待持续深入的课题。笔者将在今后学习工作中,继续在前人的基础上进一步深入探究,以期“科技与性别”研究贡献绵薄之力。



参考文献

- [1]刘军编著.整体网分析-UCINET 软件实用指南(第2版)[M].上海:上海人民出版社,2014.
- [2]林南.社会资本-关于社会结构与行动的理论[M].张磊,译.上海:上海人民出版社,2005.
- [3]陈云伟.社会网络分析在情报分析中的应用[M].北京:科学出版社,2017.
- [4]姜鑫,王德庄,马海群.社会网络分析方法在图书情报学科的应用研究[M].北京:知识产权出版社,2018.
- [5]张和平.象牙塔里的知识生产:大学教授的科研产出[M].北京:中国社会科学出版社,2019.
- [6]罗瑾琰.女性高层次人才成长规律与发展对策研究[M].北京:经济科学出版社,2019.
- [7]林聚任.社会网络分析:理论、方法与应用[M].北京:北京师范大学出版社,2019.
- [8]刘军.社会网络分析导论[M].北京:社会科学文献出版社,2004.
- [9]佟新.中国女性高层次人才发展规律及发展对策研究[M].北京:经济科学出版社,2017.
- [10]余兴安,李志更.人力资源蓝皮书:中国人力资源发展报告(2022)[M].北京:社会科学文献出版社,2022.
- [11]张楠.科学与女性中国近代知识女性在科学图景中的考察[M].北京:当地世界出版社,2014.
- [12]张艺.学研机构科研团队的产学研合作网络对学术绩效影响研究[M].北京:中国经济出版社,2018.
- [13]杨善友,栾鸾,常颖.基于社会网络分析的人才培养计划入选人员间科研合作现状[M].北京:北京理工大学出版社,2018.
- [14]李乐旋.中国科技女性职业发展影响因素研究[M].上海:上海交通大学出版社,2014.
- [15]禹旭才.困境与超越高校女教师发展的社会性别审思[M].北京:中国社会科学出版社,2015.
- [16]蒋玉梅.性别与职业生涯大学英语女教师职业生涯发展研究[M].南京:南京大学出版社,2012.
- [17]胡光宇.中国:性别与发展[M].北京:人民出版社,2012.
- [18]张丽琍,侯典牧.杰出女性成长规律研究[M].北京:北京师范大学出版社,2014.
- [19]罗青兰.女性高层次人才职业成功影响因素研究[M].北京:人民出版社,2018.
- [20]叶忠海.女性人才学概论[M].北京:高等教育出版社,2009.
- [21]张李玺,石彤.社会支持与女性人才成长[M].北京:社会科学文献出版社,2018.
- [22]莫国香.女性科技家成功的幸福密码——南京市 29 名杰出科技女教授访谈录[M].南京:南京大学出版社,2011.
- [23]余厚强.替代计量学概念、指标与应用[M].北京:科学技术文献出版社,2019.
- [24]刘茂才.人才学辞典[M].成都:四川社会科学院出版社,1987.
- [25]罗瑾琰.女性高层次人才成长规律与发展对策研究[M].北京:经济科学出版社,2019.
- [26]刘细文,李宁.科技政策研究之科学计量学方法[M].北京:科学出版社,2017.



- [27] 姜策群. 社会科学评价的文献计量理论与方法[M]. 武汉: 华中师范大学出版社, 1999.
- [28] 刘俊婉. 杰出科学家的创造力特征——基于科学计量学的研究[M]. 北京: 科学出版社, 2018.
- [29] J.R. 科尔, S. 科尔. 科学界的社会分层[M]. 赵佳苓等译. 华夏出版社, 1989.
- [30] 伯努瓦·里豪克斯, 查尔斯 C. 拉金. QCA 设计原理与应用: 超越定性与定量研究的新方法[M]. 杜运周, 李永发等译. 北京: 机械工业出版社, 2017.
- [31] R.K. 默顿. 科学社会学: 理论与经验研究[M]. 鲁旭东, 林聚任译. 北京: 商务印书馆, 2017.
- [32] 哈里特·朱克曼. 科学界的精英——美国的诺贝尔奖获得者[M]. 周叶谦, 冯世则译. 北京: 商务印书馆, 1979.
- [33] 中国科协全国科技工作者状况调查课题组. 全国科技工作者状况调查报告 (2003 年) [M]. 中国科学技术出版社, 2004.
- [34] 全国科技工作者状况调查课题组. 第二次全国科技工作者状况调查报告[M]. 中国科学技术出版社, 2010.
- [35] 中国科协调研宣传部, 中国科协发展研究中心. 第三次全国科技工作者状况调查报告 (2013) [M]. 中国科学技术出版社, 2015.
- [36] 全国科技工作者状况调查课题组. 第四次全国科技工作者状况调查报告 (2017) [M]. 中国科学技术出版社, 2017.
- [37] 孟羽. 科研产出之谜: 性别与科研生产力的研究述评[J]. 复旦公共行政评论, 2014(2): 47-65.
- [38] 宋琳, 刘文霞. 中国电子显微学领域分层结构的社会性别研究[J]. 科学学研究, 2009, 27(11): 1620-1626.
- [39] 梁文艳, 周晔馨. 社会资本、合作与“科研生产力之谜”——基于中国研究型大学教师的经验分析[J]. 北京大学教育评论, 2016, 14(2): 133-156+191-192.
- [40] 胡海波, 王林. 幂律分布研究简史[J]. 物理, 2005, 34(12): 889-896.
- [41] 王曰芬, 贾新露, 傅柱. 学术社交网络用户内容使用行为研究——基于科学网热门博文的实证分析[J]. 现代图书情报技术, 2016(06): 63-72.
- [42] 陈明红, 漆贤军, 刘莹. 科研社交网络使用行为的影响因素研究[J]. 情报理论与实践, 2015, 38(10): 73-79.
- [43] 马缨. 科研人员职业地位的性别差异与年龄——对第二次全国科技工作者状况调查数据的分析[C]//2012 年中国社会学年会“中国女性人才发展规律与政策研究”论坛论文集, 2012: 43-55.
- [44] 刘俊婉, 杨波, 刘蕊. 管理学领域论文产出力和影响力的性别差异研究——以《科研管理》期刊为例[J]. 科研管理, 2017, 38(S1): 153-158.
- [45] 张琳, 杜会英, 尚媛媛, 黄颖. 性别视角下国家自然科学基金项目负责人的成果产出与影响研究[J]. 信息资源管理学报, 2021, 11(3): 110-120.



- [46]王娟,毕于民.硕士研究生科研产出的性别差异:学习力与科研信念的内在机理[J].扬州大学学报(高教研究版),2021,25(6):67-76.
- [47]张丽俐,侯典牧,高秀娟,李乐旋.科技领域女性后备人才成长现状及对策研究[J].中国人力资源开发,2010(03):73-76.
- [48]张丽俐.影响女性高科技人才工作-家庭冲突因素分析及其干预对策[J].中国人力资源开发,2010(12):86-89.
- [49]全国妇联女性高层次人才成长状况研究与政策推动项目课题组,蒋永萍,马冬玲,贾云竹,杨慧.科技领域女性高层次人才成长状况与发展对策——基于五省市定性调查研究报告[J].妇女研究论丛,2011(03):31-38.
- [50]许艳丽,于利丽.创新型工程科技人才性别失衡问题研究[J].天津大学学报(社会科学版),2014,16(04):331-335.
- [51]贾增科.我国女性科技人才高端缺失原因分析[J].科技管理研究,2017,37(02):121-124.
- [52]张明妍,陈光,孙明杉等.企业女工程技术人员发展现状、问题及对策[J].科学学研究,2022,40(12):2238-2245.
- [53]王汇,施远涛.我国教育领域女性科技人才队伍建设研究——兼以湖北省为例[J].科技进步与对策,2010,27(24):143-146.
- [54]刘筱红,施远涛.事实、数据与思考:湖北省女性科技人才队伍的现状[J].华中科技大学学报(社会科学版),2011,25(05):113-119.
- [55]张明妍,张丽,王国强,韩晋芳.科技社团中女性发展现状与对策研究[J].科学学研究,2016,34(09):1404-1407.
- [56]杨丽.大数据下的中国女性高端科技人才管理计量与对策分析[J].科技管理研究,2017,37(04):38-43+69.
- [57]董丽娟,徐飞.中国女性科技人才政策的若干评价与思考[J].科学学研究,2016,34(02):178-185.
- [58]马纓.支持科研领域女性发展的政策及措施——国际经验与中国现状[J].中国科技论坛,2017(03):180-184..
- [59]刘筱红,陈奕.湖北省女性科技人才差异化发展现状及对策研究[J].科技进步与对策,2012,29(12):146-150.
- [60]史容,汪波,张保银.基于科技人才性别差异的多层满意度因素影响研究[J].科技进步与对策,2011,28(04):146-150.
- [61]赵娟,董科军,于建军,南凯.社会网络分析技术在科研信息化中的应用[J].科研信息化技术与应用,2013,4(3):3-15.
- [62]林润辉,张红娟,范建红.基于网络组织的协作创新研究综述[J].管理评论,2013,25(6):31-46.
- [63]吴君.中国内地学者在香港:学术合作网络与科研生产力研究[D].华东师范大学,2018.



- [64]程莉,吴广印,王鑫.合著网络中的社会资本及其影响分析——以情报学领域为例[J].情报杂志,2014,33(7):86-90+49.
- [65]解峰,陈轩瑾,窦天芳.学术合作网络与研究影响——基于我国高校科学家的微观证据[J].科学学研究,2021,39(5):777-785.
- [66]王剑峰. 创新网络的结构特征对集群创新影响的理论与应用研究[D].电子科技大学,2007.
- [67]张鹏程,李铭泽,刘文兴,等.科研合作与团队知识创造:一个网络交互模型[J].科研管理, 2016, 37(5): 51-59.
- [68]钱锡红,杨永福,徐万里.企业网络位置、吸收能力与创新绩效——一个交互效应模型[J].管理世界,2010(05):118-129.
- [69]解峰,赖长青,窦天芳,张蓓,武小楠.基于 WOS 信息检索平台的清华大学学术合作网络演变与产出研究[J].信息系统学报,2018(1):75-86.
- [70]贾新露,王曰芬.学术社交网络的概念、特点及研究热点[J].图书馆学研究,2016(05):7-13.
- [71]周庆山,杨志维.学术社交网络用户行为研究进展[J].图书情报工作,2017,61(16):38-47.
- [72]刘虹,李煜,孙建军.我国学术社交网络研究的发展脉络与知识结构分析[J].图书馆学研究,2018(17):7-16.
- [73]胥伟岚.学术社交网络知识交流绩效研究[D].华中师范大学,2018.
- [74]王超,吕俊生,吴新年.学术网络研究进展[J].情报杂志,2013,32(10):93-98.
- [75]刘萍,邹德安,郑凯伦.多维学术网络相关性分析——以图情学为例[J].情报科学,2016,34(01):71-76.
- [76]周春雷,周慧芳.学术网络社会资本视角下的学科评价指标探索[J].现代情报,2018,38(09):79-86.
- [77]于硕. 学术网络中多元合作关系挖掘与分析[D].大连理工大学,2019.
- [78]丁奎元,赵万里.大科学时代科技合作者贡献之争——基于论文署名角色和贡献类型的案例分析[J].科学技术哲学研究,2021,38(02):105-111.
- [79]褚建勋,黄晟鹏,纪娇娇.基于 SNA 的国家科技奖合作网络演化研究[J].科学学研究,2016,34(08):1137-1144.
- [80]谭春辉,曾娟,程凡,李思佳.国家科技进步奖获奖机构合作网络分析[J].科学管理研究,2017,35(01):31-34+42.
- [81]谭春辉,吴晓风,程凡.“十五”至“十二五”期间国家科技进步奖获奖机构合作网络演化机理分析[J].现代情报,2017,37(12):131-137.
- [82]李瑞.地区科技创新合作网络研究——以江苏省 2006-2019 年科技奖励项目的高校数据分析为例[J].中国高校科技,2021,No.392(04):28-32.
- [83]赵延东,周婵.我国科研人员的科研合作网络分析——基于个体中心网视角的研究[J].科学学



- 研究,2011,29(07):999-1006.
- [84]刘嘉明,闵超,严笑然.合作网络和知识网络对 AI 企业专利创新的影响[J].图书馆论坛,2022,42(09):132-141.
- [85]吴小兰,章成志.学术社交媒体视角下学科知识流动规律研究——以科学网为例[J].数据分析与知识发现,2019,3(04):107-116.
- [86]朱依娜,何光喜.学术产出的性别差异:一个社会网络分析的视角[J].社会,2016,36(04):76-102.
- [87]徐芳,周建中,刘文斌,李晓轩.博后经历对科研人员成长影响的定量研究[J].科研管理,2016,37(07):117-125.
- [88]刘玉琴,汪雪锋,雷孝平.科研关系构建与可视化系统设计与实现[J].图书情报工作,2015,59(8):103-110,125.
- [89]涂静,李永周,张文萍.国际合作网络结构与高被引论文产出的关系研究[J].图书馆杂志,2019,38(07):69-75.
- [90]邱均平,温芳芳.作者合作程度与科研产出的相关性分析——基于“图书情报档案学”高产作者的计量分析[J].科技进步与对策,2011,28(05):1-5.
- [91]孟瑾,吴培群.论文学术影响力指标优化的实证分析[J].统计与决策,2018,34(12):111-113.
- [92]林曾.年龄与科研能力:来自美国四年制大学理科教授的调查报告[J].科学学研究,2009,27(08):1154-1164.
- [93]田人合,郑军卫,张志强,于洁,杨芳娟.科技人力资本视角下杰青科学家资助年龄对资助效果的影响——以杰青基金地球科学项目为例[J].图书情报工作,2019,63(22):91-105.
- [94]刘俊婉,金碧辉.高被引科学家论文产出力的年龄分析[J].科研管理,2009,30(03):96-103+123.
- [95]谷志远.美国高校教师研究产出影响因素的实证分析——基于 2004 年美国高校教师调查[J].复旦教育论坛,2011,9(05):74-78.
- [96]周建中,闫昊,孙粒.我国科研人员职业生涯成长轨迹与影响因素研究[J].科研管理,2019,40(10):126-141.
- [97]王卫,史锐涵,潘京华.基于期刊论文的作者学术合作与科研产出关系研究——以图书情报领域为例[J].情报杂志,2017,36(03):191-195.
- [98]栾春娟,刘则渊,侯海燕.发明者合作网络中心性对科研绩效的影响[J].科学学研究,2008(05):938-941.
- [99]袁康,汤超颖,李美智,詹佳硕.导师合著网络对博士生科研产出的影响[J].管理评论,2016,28(09):228-237.
- [100]宋志红,武天兰,史玉英.明星作者网络位置与科研产出的关系研究——以“竞争情报”领域为例[J].情报理论与实践,2015,38(05):55-59.
- [101]马荣康,金鹤.高校技术转移对科研产出的影响效应研究——科研资助的中介作用与调节作



- 用[J].科研管理,2020,41(05):279-288.
- [102]蔡小静. 科学基金的资助效益研究[D].浙江大学,2021.
- [103]温忠麟,侯杰泰,张雷.调节效应与中介效应的比较和应用[J].心理学报,2005(02):268-274.
- [104]温忠麟,张雷,侯杰泰,刘红云.中介效应检验程序及其应用[J].心理学报,2004(05):614-620.
- [105]唐崇敏,官建成.基于 DEA 方法的科学论文产出效率分析[J].科学学与科学技术管理,2007,No.309(06):28-34.
- [106]胡虹.基于超效率 DEA 模型的高校院系科研论文产出绩效改进研究[J].西南民族大学学报(人文社科版),2009,30(10):288-290.
- [107]高春东. 科研院所科研产出效率及影响因素研究[D].中国矿业大学(北京),2019.
- [108]严素梅,吴易安,陈万思.基于有中介的调节模型的科研合作影响研究[J].科学学研究,2023,41(01):91-102.
- [109]邱均平,王菲菲.基于博客社区好友链接的知识交流状况分析——以科学网博客为例[J].图书情报知识,2011(06):25-33.
- [110]许鑫,翟姗姗,姚占雷.学术博客的学科交互实证分析——以科学网博客为例[J].现代图书情报技术,2015(Z1):13-23.
- [111]王琦.学术博客用户画像模型构建与实证——以科学网博客为例[J].图书情报工作,2019,63(22):13-20.
- [112]王曰芬,贾新露,傅柱.学术社交网络用户内容使用行为研究——基于科学网热门博文的实证分析[J].现代图书情报技术,2016(06):63-72.
- [113]段庆锋.我国科研人员在线学术社交模式实证研究:以科学网为例[J].情报杂志,2015,34(09):97-101.
- [114]赵传彪.基于科学网的图书馆学学者学术影响力的评价与研究[J].图书情报工作,2015,59(S1):158-160+123.
- [115]丁敬达,许鑫.论学术博客评论的质量测度功能及指标——基于科学网博客的实证分析[J].情报学报,2015,34(02):129-135.
- [116]吴钢.博客对图书情报学传统学术交流影响的实证分析[J].情报资料工作,2009,No.168(03):71-73.
- [117]段庆锋,冯珍.多级学科视角下我国在线学术社交模式实证研究:以科学网为例[J].图书情报工作,2019,63(06):85-96.
- [118]周春雷,王涵墨.科学网博文质量评价研究[J].图书馆学研究,2015(23):94-101.
- [119]周春雷.基于 h 指数的学术授信评价研究[D].武汉大学, 2010.
- [120]王飒,崔宇红,包丽颖.学术博客在学科知识交流中的作用分析——基于科学网博客的实证分析[J].现代情报,2013,33(02):125-128+133.



- [121]李长玲,牌艳欣,荣国阳,范晴晴,郭凤娇.基于社交媒体弱关系的跨学科相关知识组合识别[J].情报理论与实践,2022,45(03):125-132.
- [122]吴钢.博客对图书情报学传统学术交流影响的实证分析[J].情报资料工作,2009,(03):71-73.
- [123]秦佩恒,洪志生,赵兰香.跨界合作网络与专利产出:基于性别差异的研究[J].科研管理,2020,41(10):258-267.
- [124]朱婷钰,赵万里.玛蒂尔达效应与科学界的性别不平等——基于对中国科技工作者分层状况的调查研究[J].自然辩证法通讯,2017,39(05):8-18.
- [125]李文聪,何静,董纪昌.网络嵌入视角下国内外合作对科研产出的影响差异——以中国干细胞研究机构为例[J].科学学与科学技术管理,2017,38(01):98-107.
- [126]涂静,李永周,张文萍.国际合作网络结构与高被引论文产出的关系研究[J].图书馆杂志,2019,38(07):69-75.
- [127]田人合,张志强,高志.基于分段线性回归模型的科学家个人科研产出规律研究——以杰青基金地球科学项目为例[J].图书情报工作,2018,62(01):106-116.
- [128]张燕,章振.性别多样性对团队绩效和创造力影响的研究[J].科研管理,2012,33(03):81-88.
- [129]李乐旋.组织性别多样性对专业技术人员社会网络的影响[J].中国人力资源开发,2013(11):99-102.
- [130]朱依娜,何光喜.学术产出的性别差异:一个社会网络分析的视角[J].社会,2016,36(04):76-102.
- [131]李树祥,梁巧转.团队性别多样性和团队绩效关系研究——团队网络密度和团队网络中心势的调节效应分析[J].软科学,2015,29(03):93-96+134.
- [132]Cole J R . Fair Science: Women in the Scientific Community[M]. New York: Free Press, 1979.
- [133]Cole J R, Zuckerman H. The Productivity Puzzle: Persistence and Change in Patterns of Publication Among Men and Women Scientists In: Steinkamp, MW, Maehr, M.(Eds.)[J]. Advances in Motivation and Achievement,1984,(2):217-258.
- [134]Vincent Larivière, Ni C , Gingras Y , et al. Bibliometrics: Global gender disparities in science[J]. Nature, 2013, 504(7479):211-3.
- [135]Timothy, J, Ley, et al. Sociology. The gender gap in NIH grant applications.[J]. Science, 2008, 322(5907):1472-1474.
- [136]Moss-Racusin C A , Dovidio J F , Brescoll V L , et al. Science faculty's subtle gender biases favor male students[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2012, 109(41):16474-16479.
- [137]Shen, Helen. Inequality quantified: Mind the gender gap[J]. Nature, 2013, 495(7439):22-24.
- [138]Zhang L, Sivertsen G, Du H, et al. Gender differences in the aims and impacts of research[J]. Scientometrics, 2021, 126: 8861-8886.



- [139]Boekhout H, van der Weijden I, Waltman L. Gender differences in scientific careers: A large-scale bibliometric analysis[J]. arXiv preprint arXiv:2106. 2021:12624.
- [140]Abramo G, D'angelo C A, Caprasecca A J S. Gender differences in research productivity: A bibliometric analysis of the Italian academic system[J], 2009, 79(3): 517-539.
- [141]Rong, XueLan, Linda Grant, and Kathry. Productivity of Women Scholars and Gender Researchers: Is Funding a Factor?[J]. American Sociologist, 1989, 20(3):297.
- [142]Yu X . Sex Differences in Research Productivity: New Evidence about an Old Puzzle[J]. American Sociological Review, 1998, 63(6):847-870.
- [143]Maske K L , Durden G C , Gaynor P E . Determinants of scholarly productivity among male and female economists[J]. Economic Inquiry, 2003, 41(4):555-564.
- [144]Fox, M. F. . Gender, family characteristics, and publication productivity among scientists[J]. Highway Engineering, 2005, 35(1),131-150.
- [145]Bilimoria D, Liang X. Gender equity in science and engineering: Advancing change in higher education[M]. Routledge, 2012.
- [146]Abramo G , CA D'Angelo, Murgia G . Gender differences in research collaboration[J]. Journal of informetrics, 2013, 7(4):811-822.
- [147]König C J, Fell C B, Kellnhöfer L, et al. Are there gender differences among researchers from industrial/organizational psychology?[J]. Scientometrics, 2015, 105(3): 1931-1952.
- [148]Liang X , Bilimoria D . The representation and experience of women faculty in STEM fields[J]. Women & Minorities in Science Technology Engineering & Mathematics, 2007:317.
- [149]Granovetter, Mark S. The strength of weak ties[J]. American journal of sociology .1973,78(6): 1360-1380.
- [150]Ronald Burt.Structure Holes:The Social Structure of Comperion[M].Cambridge,Harvard University Press,1992.
- [151]Mikki S , Zygmuntowska M , Gjesdal Y L , et al. Digital Presence of Norwegian Scholars on Academic Network Sites-Where and Who Are They?[J]. PLoS ONE, 2015, 10(11):e0142709.
- [152]Salahshour M , Dahlan H M , Iahad N A . A Case of Academic Social Networking Sites Usage in Malaysia: Drivers, Benefits, and Barriers[J]. International Journal of Information Technologies & Systems Approach, 2016, 9(2):88-99.
- [153]Thelwall M, Kousha K. Research Gate: Disseminating, communicating, and measuring Scholarship?[J].Journal of the Association for information Science and technology,2015,66(5):876-89.
- [154]Hagit M T , Efrat P . Why Do Academics Use Academic Social Networking Sites?[J].



- International Review of Research in Open & Distributed Learning, 2017, 18(1):1-22.
- [155]Salahshour M , Dahlan H M , Iahad N A . A Case of Academic Social Networking Sites Usage in Malaysia: Drivers, Benefits, and Barriers[J]. International Journal of Information Technologies & Systems Approach, 2016, 9(2):88-99.
- [156]Hou H , Kretschmer H , Liu Z . The Structure of Scientific Collaboration Networks in Scientometrics[J]. Scientometrics, 2008, 75(2):189-202.
- [157]Abbasi A , Hossain L , Uddin S , et al. Evolutionary dynamics of scientific collaboration networks: multi-levels and cross-time analysis[J]. Scientometrics, 2011, 89(2):687-710.
- [158]Watts D J , Strogatz S H . Collective dynamics of 'small-world' networks.[J]. Nature, 1998,393(6684):440-442.
- [159]AL Barabási, Albert R . Emergence of Scaling in Random Networks[J]. Science, 1999,286:509-512.
- [160]Watts M . Renormalization group analysis of the small-world network model[J]. Physics Letters A, 1999,263(4-6):341-346.
- [161]Kleinberg J M . Navigation in a small world[J]. Nature, 2000, 406(6798):845.
- [162]Kernighan B W, Lin S. An Efficient Heuristic Procedure for Partitioning Graphs[J]. Bell System Technical Journal, 1970,49(2):291-308.
- [163]Pothen A , Simon H D , Liou K P . Partitioning Sparse Matrices with Eigenvectors of Graphs[J]. SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications, 1990, 11(3):430-452.
- [164]Boccaletti S, Latora V, Moreno Y. Complex networks: Structure and dynamics[J]. Physics Reports, 2006, 424(4-5):175-308.
- [165]Girvan M , Newman M E . Community structure in social and biological networks[J]. Proc Natl Acad, U S A, 2002, 99(12):7821-7826.
- [166]Newman M E . Fast algorithm for detecting community structure in networks[J]. Phys Rev E Stat Nonlin Soft Matter Phys, 2004, 69(6):066133.
- [167]Blondel V D , Guillaume J L , Lambiotte R , et al. Fast unfolding of communities in large networks[J]. Journal of Statistical Mechanics Theory & Experiment, 2008,10:10008.
- [168]Waltman L , Eck N J V . A smart local moving algorithm for large-scale modularity-based community detection[J]. European Physical Journal B, 2013, 86(11):471.
- [169]Håkansson H, Snehota I. No business is an island: The network concept of business strategy[J]. Scandinavian journal of management, 1989, 5(3): 187-200.
- [170]Liu B S C, Madhavan R, Sudharshan D. DiffuNET: The impact of network structure on diffusion of innovation[J]. European Journal of Innovation Management, 2005, 8(2): 240-262.



- [171]Li E Y , Liao C H , Yen H R . Co-authorship networks and research impact: A social capital perspective[J]. Research Policy, 2013, 42(9):1515-1530.
- [172]Uzzi,Brian.Social structure and competition in interim networks:the paradox of embeddedness[J]. Administrative Science Quarterly, 1997, 42(1):37-69.
- [173]Morten T. Hansen. The search-transfer problem: The role of weak ties in sharing knowledge across organization subunits[J]. Administrative science quarterly, 1999,44 (1): 82-111.
- [174]Daniel Z. Levin, Rob Cross. The strength of weak ties you can trust: The mediating role of trust in effective knowledge transfer[J]. Management science,2004,50(11): 1477-1490.
- [175]Fritsch Michael, and Martina Kauffeld-Monz.The impact of network structure on knowledge transfer: an application of social network analysis in the context of regional innovation networks[J]. The Annals of Regional Science ,2010,44(1): 21-38.
- [176]Lall S J U R. Industrial Policy: The Role of Government in Promoting Industrial and Technological Development[J].Third World Quarterly, 1993,14(1):95-108.
- [177]Kim,L.Imitation to Innovation: the Dynamics of Korea's Technological Learning[M].Boston: Harvard Business School Press,1997.
- [178]Koschatzky,K,Kulicke,M.,Zenker, A. Innovation Networks: Concepts and Challenges in the European Perspective[M].New York: Physica Verlag Heidelberg,2001.
- [179]Becker W, Dietz J J R P. R&D cooperation and innovation activities of firms—evidence for the German manufacturing industry[J].Research Policy, 2004, 33(2): 209-223.
- [180]Wang, Chunlei, et al. Knowledge networks, collaboration networks, and exploratory innovation[J]. Academy of Management Journal, 2014,57 (2): 484-514.
- [181]Lechner, Christoph, Karolin Frankenberger, and Steven W. Floyd.Task contingencies in the curvilinear relationships between intergroup networks and initiative performance[J].Academy of Management Journal, 2010,53 (4): 865-889.
- [182]Russell J. Funk. Making the most of where you are: Geography, networks, and innovation in organizations[J]. Academy of Management Journal, 2014,57 (1): 193-222.
- [183]Uzzi,B.Structural Embeddedness and the Persistence of Repeated Ties[R], Academy of Management Annuai Meeting,San Dicgo, 1998: 9-13.
- [184]Biancani S , D Mcfarland. Social Networks Research in Higher Education[J]. Educational Studies, 2013, 28(4):151-215.
- [185]Mullins,N.C. The Development of Specialties in Social Science:The Case of Ethnomehthodology [J]. Social Studies of Science, 1973, 3(3):245-273.
- [186]S.Wasserman and K.Faust,Social Network Analysis:Methods and



- Applications[M].Cambridge,Cambrige University Press,1994.
- [187]Oh J S, Jeng W. Groups in academic social networking services--an exploration of their potential as a platform for multi-disciplinary collaboration[C]//2011 IEEE third international conference on privacy, security, risk and trust and 2011 IEEE third international conference on social computing. IEEE, 2011: 545-548.
- [188]Thelwall M, Kousha K. A cademia. edu: Social network or A cademic Network?[J]. Journal of the Association for information Science and technology,2014,65(4):721-31.
- [189]Jeng W, He D, Jiang J. User participation in an academic social networking service: A survey of open group users on M endeley[J]. Journal of the Association for Information Science and Technology,2015,66(5):890-904.
- [190]Grupo de trabajo REBIUN. Science 2.0 : The use of social networking in research[R/OL].[2022-05-13].<http://hdl.handle.net/10609/10261>.
- [191]Zhang J . Uncovering mechanisms of co-authorship evolution by multirelations-based link prediction[J]. Information Processing & Management, 2016, 53(1):42-51.
- [192]Shi C , Li Y , Zhang J , et al. A Survey of Heterogeneous Information Network Analysis[J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2016, 29(1):17-37.
- [193]Loet Leydesdorff ,Ismael Rafols.A Global Map of Science Based on the ISI Subject Categories[J].Journal of the American Society for Information Science and Technology. 2009,60(2):348-362.
- [194]Bar-Ilan J . Informetrics at the beginning of the 21st century—A review. Journal of Informetrics [J]. Journal of Informetrics, 2008, 2(1):1-52.
- [195]Nan Lin, Social Capital: A Theory of Social Structure and Action[M], Cambrige, Cambrige University Press, 2001.
- [196]Nahapiet J, Ghoshal S. Social capital, intellectual capital, and the organizational advantage[J]. Academy of management review, 1998, 23(2): 242-266.
- [197]Ahuja G.Collaboration Networks,Structural Holes,and Innovation:A Longitudinal Study[J].Administrative Science Quarterly,2000,45(3):425-455.
- [198]Freeman L.C.Centrality in Social Networks:Conceptual Clarifications[J].Social Network,1979,1(3):215-239.
- [199]Bordons M.,Aparicio J.,Gonz ález-Albo B.The Relationship between the Research Performance of Scientists and Their Position in Co-authorship Networks in Three Fields[J].Journal of Informetrics,2015,9(1):135-144.
- [200]Egghe L. Theory and practise of the g-index[J]. Scientometrics, 2006, 69(1): 131-152.



- [201]Mishra V, Smyth R. Are more senior academics really more research productive than junior academics? Evidence from Australian law schools[J]. *Scientometrics*, 2013, 96: 411-425.
- [202]Leahey E . Not by Productivity Alone: How Visibility and Specialization Contribute to Academic Earnings[J]. *American Sociological Review*, 2007, 72(4):533-561.
- [203]Sobel, Michael E. Asymptotic Confidence Intervals for Indirect Effects in Structural Equation Models[J]. *Sociological Methodology*.1982 (13): 290–312.
- [204]Cole S, Cole JR. Scientific output and recognition: a study in the operation of the reward system in science[J]. *American Sociological Review*. 1967 Jun;32(3):377-390.
- [205]Price D . Little Science, Big Science[M].New York: Columbia University, 1963.
- [206]Mcdowell J M , Singell L D , Stater M . Two to Tango? Gender Differences in the Decisions to Publish and Coauthor[J]. *Economic Inquiry*, 2006, 44(1):153-168.
- [207]Frehill L M, Vlaicu S, Zippel K. International scientific collaboration: Findings from a study of NSF principal investigators[R]. Technical report, National Science Foundation, 2010.
- [208]Giovanni Abramo, Ciriaco Andrea D'Angelo, Gianluca Murgia. Gender differences in research collaboration[J]. *Journal of Informetrics*,2013,7(4):811-822.
- [209]Jadidi M , Karimi F , Lietz H , et al. Gender Disparities in Science? Dropout, Productivity, Collaborations and Success of Male and Female Computer Scientists[J]. *Advances in Complex Systems*, 2018 : 1750011.
- [210]Aksnes D W, Piro F N, Rørstad K. Gender gaps in international research collaboration: A bibliometric approach[J]. *Scientometrics*, 2019, 120(2): 747-774.
- [211]Alan E. Bayer, Helen S. Astin. Sex Differentials in the Academic Reward System[J]. *Science*,1975,188(4190):796-802.
- [212]Lena M. Mayes, et al. Gender differences in career development awards in United States' anesthesiology and surgery departments, 2006–2016[J]. *BMC Anesthesiology*,2018,18(1):1-5.
- [213]King Joseph T, Angoff Nancy R, Forrest John N, Justice Amy C. Gender Disparities in Medical Student Research Awards: A 13-Year Study From the Yale School of Medicine.[J]. *Academic medicine: journal of the Association of American Medical Colleges*,2018,93(6):911-919.
- [214]Melnikoff David E, Valian Virginia V. Gender Disparities in Awards to Neuroscience Researchers.[J]. *Archives of scientific psychology*,2019,7(1):4-11.
- [215]Ellinas Elizabeth H, Rebello Elizabeth, Chandrabose Rekha K, et al. Distinguished Service Awards in Anesthesiology Specialty Societies: Analysis of Gender Differences.[J]. *Anesthesia and analgesia*,2019,129(4):130-134.
- [216]Rachel Atkinson, Pamela Lu, Nancy L. Cho, et al. Gender disparities in award recipients from



- surgical specialty societies[J]. *Surgery*,2019,166(3):423-428.
- [217]Lunnemann Per, Jensen Mogens H., Jauffred Liselotte. Gender bias in Nobel prizes[J]. *Palgrave Communications*,2019,5(1):1-4.
- [218]Kuo Lindsay E, Lyu Heather G, Jarman Molly P, et al. Gender Disparity in Awards in General Surgery Residency Programs.[J]. *JAMA surgery*,2020,156(1):60-66.
- [219]Jessica F. Martin, et al. Do Gender Disparities Among Major Radiological Society Award Recipients Exist?[J]. *Academic Radiology*,2020,27(7):987-995.
- [220]Lokman I. Meho.The gender gap in highly prestigious international research awards, 2001–2020[J]. *Quantitative Science Studies*. 2021,2(3):976–989.
- [221]Luke H , Devi S F , Hauser C E , et al. The gender gap in science: How long until women are equally represented?[J]. *Plos Biology*, 2018, 16(4):e2004956.
- [222]Xie Y, Shauman K A. Sex differences in research productivity: New evidence about an old puzzle [J]. *Amer-ican Sociological Review* , 1998: 847-870.
- [223]Schneider A,Ingram H.Behavioral assumptions of policy tools[J]. *The journal of politics*,1990,52(2):510-529.



附录

附录 1 根据四个学科评估情况选定的高校

附表 1 根据四个学科评估情况选定的高校

学科	学科评估等级	学校代码	学校名称	主管部门	所在省	区域
物理学	A+	10001	北京大学	教育部	北京	华北
物理学	A	10284	南京大学	教育部	江苏	华东
物理学	A-	10183	吉林大学	教育部	吉林	东北
物理学	B+	10108	山西大学	山西省	山西	华北
物理学	B+	10730	兰州大学	教育部	甘肃	西北
物理学	B	10476	河南师范大学	河南省	河南	华中
物理学	B	10533	中南大学	教育部	湖南	华中
物理学	B-	10145	东北大学	教育部	辽宁	东北
物理学	B-	10736	西北师范大学	甘肃省	甘肃	西北
物理学	C+	10165	辽宁师范大学	辽宁省	辽宁	东北
物理学	C+	10613	西南交通大学	教育部	四川	西南
物理学	C	10251	华东理工大学	教育部	上海	华东
物理学	C	10602	广西师范大学	广西壮族自治区	广西	华南
物理学	C-	10079	华北电力大学	教育部	北京	华北
物理学	C-	10252	上海理工大学	上海市	上海	华东
地理学	A+	10027	北京师范大学	教育部	北京	华北
地理学	A	10269	华东师范大学	教育部	上海	华东
地理学	A-	10486	武汉大学	教育部	湖北	华中
地理学	B+	10028	首都师范大学	北京市	北京	华北
地理学	B+	10558	中山大学	教育部	广东	华南
地理学	B	10718	陕西师范大学	教育部	陕西	西北
地理学	B-	10231	哈尔滨师范大学	黑龙江省	黑龙江	东北
地理学	B-	10635	西南大学	教育部	重庆	西南
地理学	C+	10423	中国海洋大学	教育部	山东	华东
地理学	C+	10746	青海师范大学	青海省	青海	西北
地理学	C	10294	河海大学	教育部	江苏	华东
地理学	C	10512	湖北大学	湖北省	湖北	华中



地理学	C-	10636	四川师范大学	四川省	四川	西南
生态学	A+	10335	浙江大学	教育部	浙江	华东
生态学	A	10200	东北师范大学	教育部	吉林	东北
生态学	A-	10246	复旦大学	教育部	上海	华东
生态学	B+	10389	福建农林大学	福建省	福建	华东
生态学	B+	10712	西北农林科技大学	教育部	陕西	西北
生态学	B	10538	中南林业科技大学	湖南省	湖南	华中
生态学	B	10611	重庆大学	教育部	重庆	西南
生态学	B-	10422	山东大学	教育部	山东	华东
生态学	B-	10537	湖南农业大学	湖南省	湖南	华中
生态学	C+	10504	华中农业大学	教育部	湖北	华中
生态学	C+	11658	海南师范大学	海南省	海南	华南
生态学	C	10002	中国人民大学	教育部	北京	华北
生态学	C	10677	西南林业大学	云南省	云南	西南
生态学	C-	10511	华中师范大学	教育部	湖北	华中
生态学	C-	10663	贵州师范大学	贵州省	贵州	西南
计算机	A+	10003	清华大学	教育部	北京	华北
计算机	A	10614	电子科技大学	教育部	四川	西南
计算机	A-	10701	西安电子科技大学	教育部	陕西	西北
计算机	B+	10561	华南理工大学	教育部	广东	华南
计算机	B+	10617	重庆邮电大学	重庆市	重庆	西南
计算机	B	10214	哈尔滨理工大学	黑龙江省	黑龙江	东北
计算机	B	10497	武汉理工大学	教育部	湖北	华中
计算机	B-	10255	东华大学	教育部	上海	华东
计算机	B-	10595	桂林电子科技大学	广西壮族自治区	广西	华南
计算机	C+	10032	北京语言大学	教育部	北京	华北
计算机	C+	10075	河北大学	河北省	河北	华北
计算机	C	10700	西安理工大学	陕西省	陕西	西北
计算机	C	10712	西北农林科技大学	教育部	陕西	西北
计算机	C-	10421	江西财经大学	江西省	江西	华东
计算机	C-	10651	西南财经大学	教育部	四川	西南



附录 2 是否参与学术社交网络对学术论文产出的处理效应 PSM 分析结果

附表 2 实验组和对照组在半径匹配下的平衡性检验结果

变量	匹配	均值		标准偏差 (%bias)	标准偏差 绝对值减少 (%)	t-test	
		实验组	对照组			t	p>t
博士后经历	Unmatched	0.29268	0.26804	5.5		0.46	0.643
	Matched	0.28395	0.28892	-1.1	79.8	-0.07	0.945
职业年龄	Unmatched	2.5122	3.0062	-43.8		-3.85	0.000
	Matched	2.5309	2.5468	-1.4	96.8	-0.09	0.928
职称	Unmatched	2.1098	2.3196	-36.2		-2.99	0.003
	Matched	2.1111	2.1082	0.5	98.6	0.03	0.975
工作单位层级	Unmatched	2.8537	2.6082	22.1		1.85	0.064
	Matched	2.8395	2.9047	-5.9	73.4	-0.38	0.706
博士毕业高校层级	Unmatched	2.2317	2.3814	-11.9		-1	0.318
	Matched	2.2222	2.2832	-4.9	59.2	-0.32	0.753

注：倾向得分匹配 PSM 分析过程及结果简介：

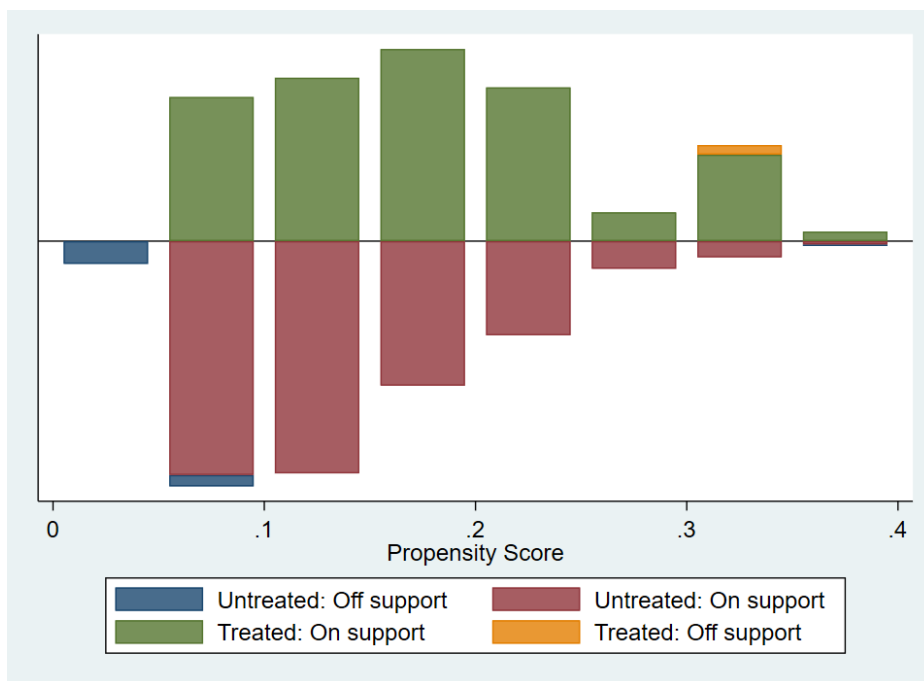
(1) 匹配特征变量选择。使用 pselect 程序（采用极大似然值与基准模型进行比较，进行一阶二阶协变量的选择）对所采集到的学科、博士后经历、海外经历、生理年龄、职业年龄、职称、工作单位、博士毕业高校的初始协变量进行筛选，确定采用博士后经历、职业年龄、职称、工作单位层级、博士毕业高校作为协变量。

(2) 匹配方法选择。计算倾向得分的标准差并乘 0.25： $0.25\hat{\sigma}_{pscore} = 0.01708375$ ，选用半径卡尺匹配，caliper 值取 0.01，进行 Logistics 回归。

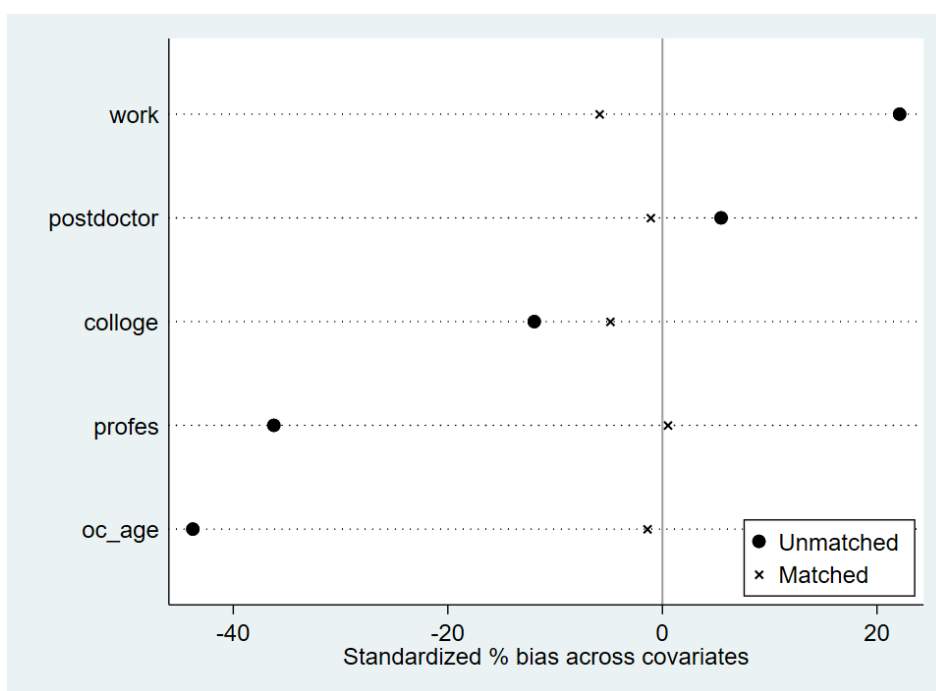
(3) 共同支撑检验。实验组和对照组的之间样本倾向得分值绝大部分（约 95.94%）在共同取值范围内（On support），只有少量样本（约 4.06%）的倾向得分值取值位于共同取值范围之外（Off support），见附图 1。

(4) 平衡性检验。匹配后（Matched）所有变量的标准化偏差（%bias）均小于 10%，各变量之间的差异减少，t 值下降，p 值全部不显著，见附表 2、附图 2。

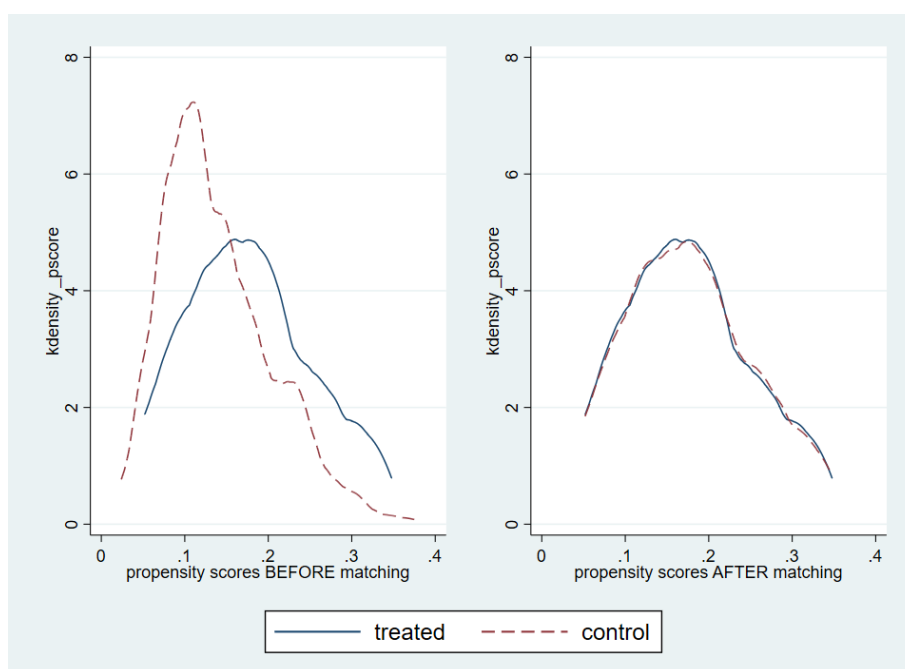
(5) 匹配结果及 ATT 效应。对匹配前后倾向得分核密度函数分布进行分析，结果如附图 3 所示。以 CSCD、SCI 论文产出各指标为变量的匹配结果及效应值如附表 3 所示。



附图 1 实验组和对照组的共同支撑域检验



附图 2 半径匹配下的绝对偏差情况



附图 3 匹配后的倾向得分核密度函数分布图



附表 3 实验组和对照组 PSM 匹配结果及效应值

变量	样本	实 验 组	对 照 组	差 分	标准误 S.E.	T-stat
		Treated	Controls	Difference		
CSCD 年均	Unmatched	0.347121723	0.327118368	0.020003355	0.040469273	0.49
相 对 发 文	ATT	0.349731692	0.302779335	0.046952357	0.0468229	1
量	ATU	0.315545167	0.337499892	0.021954724	0.0505806	0.43
	ATE			0.025676798	0.0476148	0.54
CSCD 年均	Unmatched	1.4379386	1.31013124	0.127807352	0.155749484	0.82
绝 对 发 文	ATT	1.44643166	1.2640335	0.182398163	0.182026	1
量	ATU	1.27386713	1.47764963	0.203782496	0.2095186	0.97
	ATE			0.200598432	0.1962077	1.02
CSCD 年均	Unmatched	1.3200079	0.5896673	0.730340601	0.145322163	5.03
引 用	ATT	1.33231767	0.597152203	0.735165468	0.3059441	2.4
	ATU	0.592090041	1.44668855	0.854598506	0.37114	2.3
	ATE			0.836815278	0.3487343	2.4
CSCD 年均	Unmatched	0.557460311	0.436414466	0.121045844	0.112152625	1.08
使 用	ATT	0.56331373	0.395726025	0.167587705	0.1451393	1.15
	ATU	0.436495398	0.548465141	0.111969743	0.1196884	0.94
	ATE			0.120251094	0.1159851	1.04
SCI 年均相	Unmatched	0.599974429	0.473483281	0.126491148	0.062856174	2.01
对发文量	ATT	0.602454272	0.438337044	0.164117228	0.102626	1.6
	ATU	0.464980548	0.689754644	0.224774096	0.141835	1.58
	ATE			0.215742467	0.131449	1.64
SCI 年均绝	Unmatched	2.86193623	2.41482173	0.447114493	0.272161301	1.64
对发文量	ATT	2.86640457	2.21801553	0.648389045	0.3729021	1.74
	ATU	2.36960926	2.84841964	0.478810379	0.3399693	1.41
	ATE			0.504060144	0.3230102	1.56
SCI 年均引	Unmatched	13.4208313	7.25172302	6.16910824	1.5472569	3.99
用	ATT	13.5160546	6.78154229	6.73451233	3.068457	2.19
	ATU	7.2389923	13.8152049	6.57621256	3.260425	2.02
	ATE			6.59978293	3.052259	2.16
SCI 年均使	Unmatched	15.1170546	11.1775132	3.93954146	1.997714	1.97
用	ATT	15.2189798	10.3582069	4.860773	2.986738	1.63



		ATU	11.1714228	18.27489	7.10346726	4.26122	1.67
		ATE			6.76953668	3.929965	1.72
SICg 指数	Unmatched	15.9634146	16.6989691	-0.735554438	1.65833686	-0.44	
	ATT	16.037037	13.9318343	2.10520272	1.459641	1.44	
	ATU	16.2354212	19.6404003	3.40497917	2.303733	1.48	
	ATE			3.21144628	2.107943	1.52	

注：表中的 ATT、ATU、ATE 的标准误 S.E 使用自助法求得。