

研究主题多样性、知识整合与 科研团队论文绩效

刘俊婉, 黄晨晨, 徐 硕, 王 瑞
(北京工业大学 经济与管理学院, 北京 100124)

摘要:选取2009和2010年生物学领域新增的97个美国科学院院士科研团队作为研究样本,基于团队的论文出版物数据,探究研究主题多样性、知识整合对不同规模团队论文绩效的影响。研究表明:知识整合在不同规模团队论文绩效的显著作用效果中有正向作用。随着团队规模的扩大,研究主题多样性在团队生产力中的显著作用效果由“负向”转为“正向”,而在团队影响力中的显著作用效果由“正向”转为“负向”。知识整合在研究主题多样性与大型规模团队生产力之间起到调节作用。

关键词:科研团队;主题多样性;知识整合;团队论文绩效

DOI:10.13956/j. ss. 1001-8409. 2024. 10. 17

中图分类号:G327.12

文献标识码:A

文章编号:1001-8409(2024)10-0127-09

Research Topic Diversity, Knowledge Integration, and Research Team Paper Performance

LIU Jun-wan, HUANG Chen-chen, XU Shuo, WANG Rui
(College of Economics and Management, Beijing University of Technology, Beijing 100124)

Abstract: Using 97 biology academician teams of the United States National Academy of Sciences in 2009 and 2010, and based on the team's paper publication data, the impact of research topic diversity and knowledge integration on team paper performance at different sizes is investigated. The results show that knowledge integration plays a positive role in the significant impact on team paper performance at different sizes. With the expansion of team size, the significant impact of research topic diversity on team productivity turns from "negative" to "positive", while the significant impact on team influence turns from "positive" to "negative". Knowledge integration plays a moderating role between research topic diversity and large-scale team productivity.

Key words: research teams; topic diversity; knowledge integration; team paper performance

引言

科学问题日趋复杂,多学科知识融合以及团队合作成为推动科技创新和解决复杂问题的主要形式。习近平总书记在第二十次院士大会上强调,中国科学院、中国工程院是国家战略科技力量,发现、培养、集聚一批高素质人才和高水平创新团队是突破关键核心技术的重要保障^[1]。解决重大原始创新科学问题需要一流的科技领军人才和创新团队。科研团队创新绩效不仅受到成员知识背景、学科领域和研究主题多样性的影响,还与团队成员之间的协作、沟通和知识共享等因素密切相关^[2]。近年来,团队的多样化和知识整合被认为能够为团队建设带来巨大竞争优势^[3,4]。团队针对具备不同知

识背景和属性多样化的成员,将差异化知识和资源进行融合和转化,以应对来自团队中沟通成本、人才流动和成员满意度等各个方面的挑战。

以往团队关于主题多样性和知识整合与团队绩效关系的研究中,研究主题多样性可以提高团队影响力^[5],知识整合有助于提高科研绩效^[6]。然而,Cummings等^[7]研究发现团队成员的跨学科性与团队的生产力呈负相关关系。过度的知识整合可能会导致团队冲突、沟通不畅等问题,降低团队绩效^[8]。虽然现有研究证实了研究主题或学科多样性以及知识整合对科研团队绩效存在某种独立关系,但对于团队研究主题多样性及知识整合的测度仍缺乏大规模学术数据基础上的量

收稿日期:2023-07-31

基金项目:国家自然科学基金项目(72174016)

作者简介:刘俊婉(1978—),女,河南南阳人,博士、教授、博士生导师,研究方向为信息计量和数据分析、团队科学(通讯作者);黄晨晨(1999—),女,山东济南人,硕士研究生,研究方向为信息计量学与科技政策;徐 硕(1979—),男,山东菏泽人,博士、教授、博士生导师,研究方向为数据挖掘与大数据分析;王 瑞(1996—),男,北京人,硕士研究生,研究方向为信息计量和数据分析。

化研究;研究主题多样性、知识整合对团队绩效的影响,以及知识整合在研究主题多样性与团队绩效关系中的作用机制尚需进一步深入研究。

鉴于此,本文以生物学领域美国科学院院士的科研团队为研究对象,分析研究主题多样性和知识整合影响团队绩效的作用机制。由于团队绩效还受到团队规模的影响,本文运用 OLS 回归模型,探究研究主题多样性与知识整合对不同规模团队绩效的潜在影响关系,以及知识整合在研究主题多样性与不同规模团队绩效关系中的调节作用。研究结果有助于深入揭示主题多样性、知识整合和团队绩效之间的互动规律,为推进我国高水平创新团队的建设与发展提供理论支持和实践指导。

1 文献回顾与研究假设

1.1 团队规模与团队绩效

团队规模与团队绩效之间的关系复杂且多样化。从团队产出层面来看,孙文浩等^[9]发现企业科技人才规模的创新绩效中存在“规模阈值”,人才规模超过阈值不利于团队创新绩效的提高。目前,探究团队规模与团队绩效之间的关系仍是学界关注的重点^[10],研究主题多样性、知识整合与团队绩效之间的关系在不同规模团队中是否会有不同的表现仍是一个亟待解决的问题。为此,本文分别研究大、中、小规模科研团队中研究主题多样性、知识整合对团队绩效的影响机制。

1.2 研究主题多样性与团队绩效

多样性测度是学术界研究的热点。早期的多样性测度指标关注学科领域之间的区别,并未对先前定义的学科类别或不同类别之间的相似性进行考虑,在实际使用中存在许多局限性。后来,Leidesdorff 等在 Rao - Stirling 指数的基础上结合了丰富性、均衡性和差异性三维信息,形成 DIV 指标^[11]。

以往研究中,学者将团队成员多样性分为人口统计学多样性和任务相关多样性。在科研团队中,任务相关多样性涵盖了教育背景、知识技能水平等对团队科研成果产生影响的属性。研究主题多样性通常被视为任务相关多样性的一种表现形式,即团队成员在研究主题上的差异程度和多样化水平。Bu 等在主题层面对论文合作者的研究主题多样性进行分析,发现高影响力的作者倾向于与那些拥有不同研究主题的作者合作^[12]。Zhao 等发现作者的研究主题多样性与研究影响力存在正相关关系^[5]。实际上,较高的知识异质性有助于提升团队的创造力和创新性^[13]。具备不同知识经验的成员更加关注与任务相关的信息,能够积极提出多样化的解决方案,并取得更优越的绩效。基于此,本文提出如下假设:

H1a:研究主题多样性对科研团队的生产力有显著的正向影响。

H1b:研究主题多样性对科研团队的影响力有显著

的正向影响。

1.3 知识整合与团队绩效

知识整合是通过合并、分类、重新分类和综合现有知识对已有知识进行重新组合的过程,能够产生创造性想法的过程^[14]。以往研究表明,团队可以通过吸收和整合成员的不同知识来实现既定目标。Körner 等^[6]在对跨专业团队成员进行调查研究发现,知识整合对团队的绩效具有显著正向影响。王磊等^[15]研究发现,团队的知识整合对高校科研团队成员的个体创造力具有积极影响。知识整合是知识应用的一个关键组成部分,也是团队中的关键能力之一^[4]。基于此,提出如下假设:

H2a:知识整合对科研团队的生产力有显著的正向影响。

H2b:知识整合对科研团队的影响力有显著的正向影响。

1.4 知识整合的调节作用

知识整合被认为是提升组织创新或团队绩效的重要途径,学者们已经将其作为组织学习与绩效、知识基础与创新活动以及知识获取与技术创新之间的调节变量展开研究。成功的跨学科合作依赖于有效的知识整合^[16],通过知识整合能够促进多学科知识“打破”边界。然而,不同学科背景的成员拥有各自独特的知识和经验,可能导致团队成员之间的知识共享和转化存在困难,在团队内部形成孤立的研究主题节点。而知识整合能够在知识多样化团队中促进不同研究主题之间的知识融合,有效吸收和利用不同领域知识,形成新的组合创新^[17]。基于此,提出如下假设:

H3a:知识整合正向调节研究主题多样性与科研团队生产力的关系。

H3b:知识整合正向调节研究主题多样性与科研团队影响力的关系。

综上所述,本文构建的理论模型如图 1 所示。

2 研究设计

2.1 数据来源与处理

2.1.1 数据来源

本研究选取美国国家科学院(NAS)生物学领域院士团队作为研究样本。首先,NAS 是全球最高水平的科学研究机构之一,其院士具有较高的国际声誉和影响力,院士名单和相关信息可以通过公开渠道获取,研究结果能够进行客观验证。其次,生物学涉及众多紧密相连又相互区分的研究方向^[18],牵引着不同学科基础研究和应用研究的深度交叉融合,该领域团队的研究结果对于当今我国建设高水平跨学科科研团队具有借鉴意义。选择 2009 年和 2010 年新增的院士及其团队作为研究对象,团队迄今存在时长超过十年,将院士团队成员截至到 2020 年 12 月的研究成果纳入团队成果范畴,对现世科研团队的建设仍具有借鉴意义。

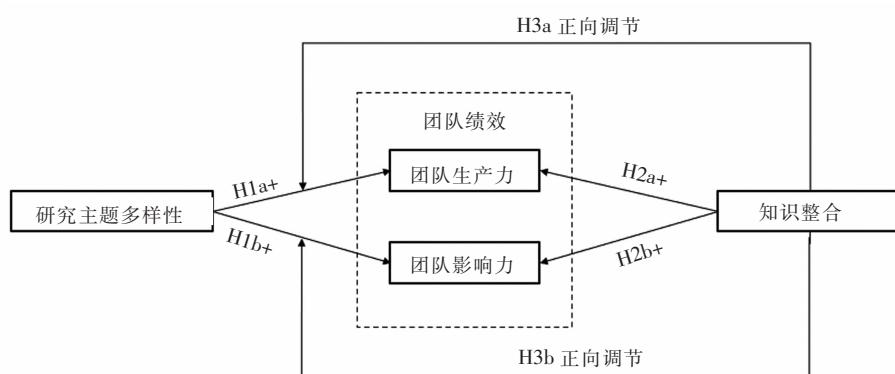


图1 理论研究模型

2.1.2 团队识别

院士科研团队的识别过程如下。首先,在美国国家科学院官网获取生物学领域新增的100名院士名单,从院士的个人网页和学术社交平台等公开信息中搜集院士的详细信息。根据这些公开信息,下载Web of Science数据库收录的院士论文出版物作为识别院士科研团队的数据来源。使用Louvain社区发现算法对院士论文的作者共现网络进行社区检测,识别出院士所在的合作社团。最后,根据二八定律以及设定院士和成员合作频次为10的阈值,筛选出院士的核心合作者,以此识别院士的科研团队。100名院士中,Diaz SM、Schuster P和Cone RD三名院士与成员的合著关系未达到合作频次阈值,最终共识别出97个科研团队及其951名核心成员。图2展示了97个院士团队的规模分布,团队规模10人以下的团队有66个,占全体团队的68%。为进一步研究科研团队绩效的影响因素,本文对每个团队核心成员在Web of Science数据库中的论文出版物进行了检索与下载,数据检索截止到2020年12月31日,共获得2009年各院士团队成员总计58,371篇出版物以及2010年各院士团队成员总计39,934篇论文出版物,97个院士团队的平均成立时长为29.13年。

此外,本文对院士团队的学科交叉性进行了测度。根据Li等^[19]将作者所在机构映射到不同的学科分类作为判断作者学科背景的方法,本文对院士团队成员的学科背景按照其所属机构的学科进行甄别,发现78个院士团队的成员均来自两个及以上的学科领域,占比达到80%。97个院士团队的成员中,41.08%来自生物科学,19.04%来自临床医学,16.17%来自基础医学,其他领域还包括物理学、健康科学、化学以及计算机与信息科学等领域。因此,本研究对于交叉学科领域高水平科研团队的建设同样具有借鉴意义。

2.2 指标选取与变量测度

2.2.1 因变量

生产力和影响力是评估团队、机构或学术组织等科研实体绩效水平的基本测量指标之一^[20]。本文以院士

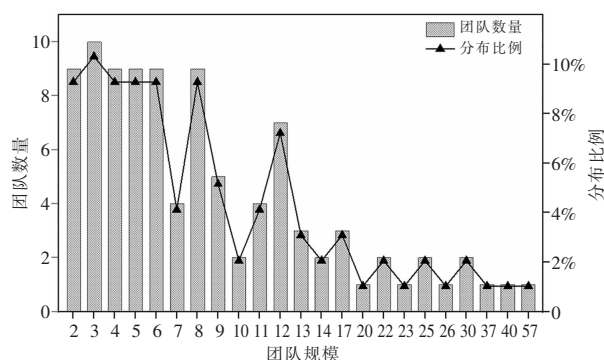


图2 院士科研团队规模分布图

科研团队的论文生产力和影响力作为评估团队绩效的测度指标(以下简称团队生产力和影响力)。其中,团队生产力(Team Productivity, TP)是指院士科研团队在一段时间内发表的全部论文总数;团队影响力(Team Influence, TI)是指院士科研团队论文成果在一段时间内的篇均被引频次。公式(1)和(2)分别显示了团队生产力和影响力的计算方法, X_i 表示第*i*个院士科研团队成员发表的论文总数, C_i 表示第*i*个院士科研团队所有论文出版物的总被引频次。

$$Prod_team_i = X_i \quad (1)$$

$$Citation_team_i = \frac{C_i}{X_i} \quad (2)$$

2.2.2 自变量

(1) 团队研究主题多样性 (Research Topic Diversity, RTD)

根据DIV指标^[11]的计算方法,将团队的研究主题多样性指标标记为 $DIV_Team_{m,i}$,表示第*i*个科研团队中作者*m*的研究主题多样性,具体计算方法如公式(3)所示。其中, N_i 为第*i*个团队出版物可用主题的总数; $n_{m,i}$ 表示第*i*个团队中作者*m*所分配的主题数目; $1 - Gini_{m,i}$ 表示第*i*团队中作者*m*出版物主题多样性的均衡性; d_{ij} 表示主题*i*和*j*之间的差异,使用1-余弦相似度进行计算; $Gini$ 系数用来衡量频率分布值之间的不均衡现象,计算如公式(4)所示, x_i 表示第*i*个观察值。

$$DIV_Team_{m,i} = \left(\frac{n_{m,i}}{N_i} \right) \times (1 - Gini_{m,i}) \times \sum_{i \neq j}^{n_{m,i}} \frac{d_{ij}}{n_{m,i}(n_{m,i}-1)} \quad (3)$$

$$Gini_{m,i} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{m,i}} (2i - n_{m,i} - 1) x_i}{n_{m,i} \sum_{i=1}^{n_{m,i}} x_i} \quad (4)$$

由于研究人员的知识背景存在差异,团队成员的研究主题呈现多样化的现象。以往针对兴趣发现进行主题抽取的模型包括作者-主题模型(AT)^[21]、作者主题演化模型(AToT)^[22]等,这些模型假设每位合著者对目标文档的贡献程度是相同的,这与实际情况相差较远。因此,为了更加客观和准确地抽取团队成员的研究主题,使用本文作者 Xu 等^[23]提出的一种基于研究人员贡献分配的 A^{credit} 模型作为测度团队成员研究主题的方法,每位成员的贡献分配权重计算方法如公式(5)所示,j 表示每位成员在论文中的署名顺序, W_{i,j} 表示每位成员在第 i 篇论文中的贡献权重值。该模型引入了一组隐藏的随机变量,同时也是对 AT 模型的推广使用。AT^{credit} 模型采用了一种次序决定贡献(sequence-determines-credit, SDC)的署名方案^[24]。主要基于以下两个原因:(1) SDC 模式考虑了超级作者现象(超过 10 个共同作者或共同发明人);(2) 该方案有效地综合了调和计数方案^[25]和无区别计数方案的优点。

$$W_{i,j} = \begin{cases} \frac{1}{j}, & i \leq 10 \\ 0.05, & \text{其他} \end{cases} \quad (5)$$

图 3 给出了计算研究主题多样性的主要流程图。首先对各团队论文出版物的摘要以及作者署名顺序进行规范性处理,其次使用 AT^{credit} 模型进行主题建模,利用该模型输出的作者-主题-词概率文件对团队中每一名成员的论文出版物进行主题多样性指标计算,最后以团队成员的研究主题多样性的总和来表示该团队的研究主题多样性数值。

(2) 知识整合 (Team Knowledge Integration, KI)

以往研究仅采用参考文献的使用频率来衡量知识整合的程度仍无法精准衡量知识从一个领域转移到另一个领域的程度。为此,本文参考 Mao 等^[26]提出的知识整合分析框架,通过探测目标领域论文出版物和参考文献的知识短语来综合测度知识整合。图 4 展示了知识整合的测度流程,首先假设一个综合知识短语(Integrated knowledge phrase, IKP)在引文的上下文及其参考文献中都出现过,那么该短语能够反映从参考文献到施引文献的显性知识整合。图 5 给出了一个综合知识短语定义的示例,其中“protein aggregation(蛋白质聚集)”一词在施引文献和参考文献中均有出现,因此,该词被视为两者共享的 IKP。其次利用自然语言处理,从各团队的出版物及其参考文献的标题和摘要中提取有意义的名词短语,计算每篇论文及其参考文献共享的 IKP 数

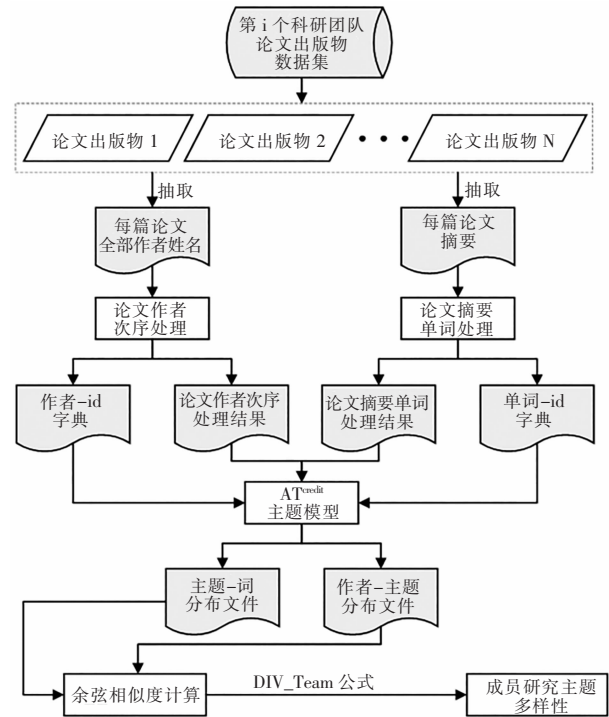


图 3 研究主题多样性测度流程图

量。最后以团队的篇均 IKP 数量作为团队知识整合数值进行后续分析。

2.2.3 调节变量

科研团队中,研究主题多样性反映了团队在学科、主题与知识方面的差异程度。知识整合能够促进多学科之间的知识融合,有助于理解各学科之间的内在联系^[17]。以往研究中,彭凯和孙海法^[27]构建了研发团队知识多样性、知识整合与知识创新产出之间的关系模型,认为知识整合是衔接团队知识多样性和团队创新的关键策略。另一方面,知识整合对知识的有效利用和创新绩效的提升具有调节作用^[28]。因此,本文将知识整合作为调节变量,研究“是否可以通过知识整合的调节机制,将团队拥有的多样化研究主题转化为可执行知识,从而实现团队绩效最大化”这一问题。

2.2.4 控制变量

已有研究表明,团队成立时长、科研团队获得的项目资助以及团队成员的机构多样性在一定程度上影响团队绩效。为了降低上述因素对团队绩效的影响,并考虑数据的可获取性,本文选取团队成立时长、团队受到科研资助的项目数量以及团队机构多样性作为控制变量。

(1) 团队成立时长 (Duration of Team Establishment, DTE): 将各科研团队负责人与成员合作期间所发表的首次出版物所在年份作为团队的成立时间,以团队出版物检索截止日期作为团队结束时间,团队成立时长是团队成立与结束之间的年份数,具体的计算方法如公式(6)中所示,其中 Year_{Start} 是指团队成立的年份, Year_{End} 是指团队结束的年份。

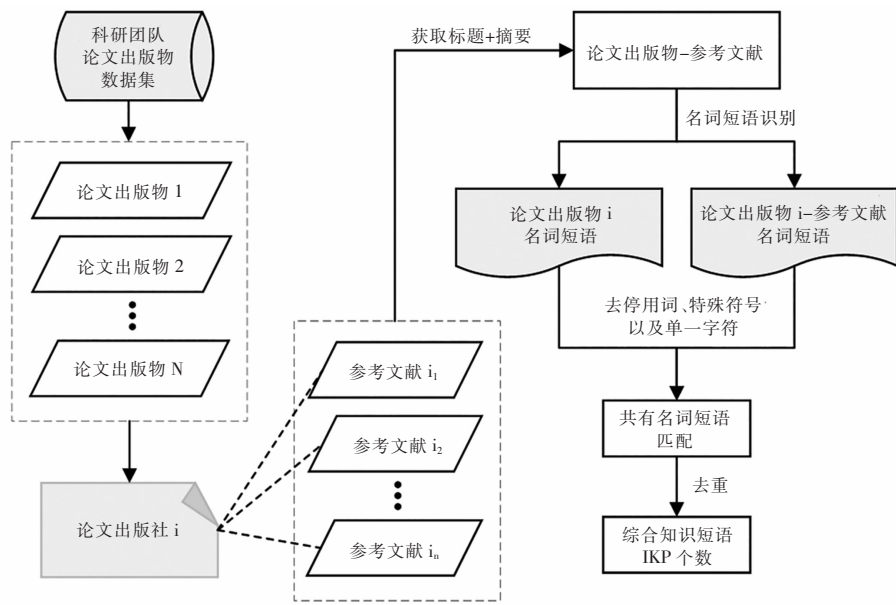


图 4 知识整合测度流程

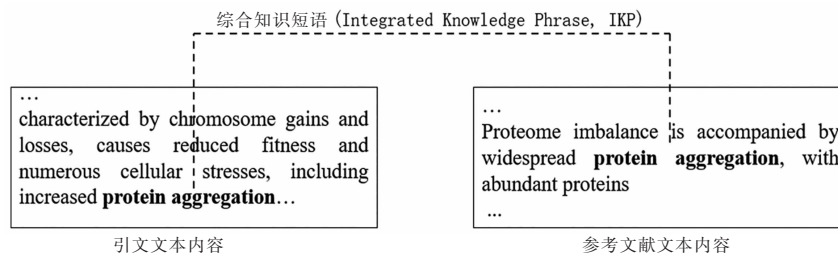


图 5 综合知识短语定义示例

$$DTE = Year_{End} - Year_{Start} + 1 \quad (6)$$

(2) 团队受到科研资助的项目数量 (Number of Team Projects, NTP): 以论文出版物中明确标明的项目作为统计源, 计算科研团队中所有论文出版物受到项目资助的数量之和作为团队科研项目数量指标。

(3) 团队机构多样性 (Team Institutional Diversity, TID): 使用公式(7)来计算科研团队成员隶属不同机构的差异程度。其中, n 是指不同机构的总数, P_i 是机构 i 的人数占总人数的比例。

$$TID = 1 - \sum_{i=1}^n P_i^2 \quad (7)$$

2.3 模型选择

本文充分考虑各项数据的特征, 选取 OLS 模型对假设进行检验。为了避免团队规模对科研团队生产力和影响力带来的干扰影响, 本文参考 Liu 等^[29]对团队的划分方法, 将科研团队划分为小型规模团队(2~4 人)、中型规模团队(5~8 人)、大型规模团队(>8 人), 在后续的回归分析中, 分别对三种规模类型团队展开研究。

3 实证分析

3.1 描述性统计

表 1 的描述性统计分析表明, 不同规模的院士科研团队的整体论文生产力和影响力差异较为明显; 自变量

的均值与标准差的分布未出现极端异常值的情况。

表 1 各变量描述性统计

变量	样本数	平均值	标准差	最小值	最大值
DTE	97	29.130	10.000	11.000	47.000
NTP	97	9.800	9.110	2.000	57.000
TID	97	979.480	1209.550	22.000	6865.000
RTD	97	0.740	0.200	0.000	0.980
TKI	97	32.780	53.050	0.080	335.200
TP	97	190.400	171.050	10.920	1011.180
TI	97	878.890	979.860	23.000	4518.000

3.2 相关性分析

表 2 的相关性分析表明, 各变量之间的相关系数均小于 0.6。其中, 研究主题多样性、知识整合与团队生产力的 Pearson 相关系数分别为 0.430 和 0.426, 且显著正相关, 初步说明随着研究主题多样性和知识整合水平的提高, 团队生产力也会提升。同时, 采用方差膨胀系数法对自变量的多重共线性进行检验, VIF 最大值为 2.519, 表明变量之间多重共线性较弱。

3.3 假设检验

3.3.1 研究主题多样性、知识整合与科研团队生产力

表 3 给出了不同规模的科研团队生产力的回归结

果。由表 3 可知,大型规模科研团队中,团队的知识整合和研究主题多样性均对团队生产力具有显著的正向影响($\beta = 0.455, p < 0.05$; $\beta = 0.322, p < 0.05$)。中等规模的科研团队中,团队的知识整合对团队生产力的影响正向显著($\beta = 0.203, p < 0.1$)。小型规模科研团队中,

科研团队的研究主题多样性对团队生产力具有显著的负向影响($\beta = -0.307, p < 0.1$),说明小型规模科研团队的研究主题多样性程度越高,反而会抑制团队的生产力。因此,H1a 在大型规模团队中得到验证,H2a 在大、中型规模团队中得到验证。

表 2 各变量相关性分析

	DTE	NTP	TID	RTD	TKI	TP	TI
DTE	1						
NTP	0.239 **	1					
TID	0.268 ***	0.443 ***	1				
RTD	0.248 **	0.330 ***	0.344 ***	1			
TKI	0.258 **	0.412 ***	0.515 ***	0.432 ***	1		
TP	0.427 ***	0.448 ***	0.503 ***	0.430 ***	0.426 ***	1	
TI	0.162	0.201 **	0.096	0.030	-0.020	-0.051	1

注: * 表示 $p < 0.1$, ** 表示 $p < 0.05$, *** 表示 $p < 0.01$;下表同

表 3 不同规模的科研团队生产力的回归结果

	大型规模团队	中型规模团队	小型规模团队
C	-0.001 (-0.004)	-0.255 * (-2.170)	-0.077 (-0.774)
DTE	-0.128 (-1.063)	-0.079 (-0.610)	0.151 (0.817)
NTP	0.092 (0.551)	0.858 *** (4.750)	0.349 * (2.511)
TID	0.060 (0.356)	-0.080 (-0.772)	0.196 (0.730)
TKI	0.455 ** (2.344)	0.203 * (1.825)	0.244 (1.356)
RTD	0.322 ** (2.606)	0.097 (0.976)	-0.307 * (-2.433)
R ²	0.622	0.837	0.942
adjusted R ²	0.532	0.756	0.845
F	6.906 ***	10.296 ***	9.705 **

注: * 表示 $p < 0.1$, ** 表示 $p < 0.05$, *** 表示 $p < 0.01$, C 为常数,下同

3.3.2 研究主题多样性、知识整合与科研团队影响力

表 4 给出了不同规模的科研团队影响力的回归结果。由表 4 可知,大型规模科研团队中,团队的知识整合对团队影响力具有正向显著影响($\beta = 0.610, p < 0.05$)。中等规模的科研团队中,科研团队的研究主题多样性对团队影响力的存在负向显著影响($\beta = -0.485, p < 0.05$)。小型规模科研团队中,科研团队的知识整合和研究主题多样性均对团队影响力存在正向显著影响($\beta = 0.562, p < 0.01$; $\beta = 0.313, p < 0.05$)。因此,H1b 在小型规模团队中得到验证,H2b 在大、小型规模团队中得到验证。

3.3.3 知识整合的调节效应

表 5 给出了知识整合在不同规模的科研团队中研究主题多样性与团队绩效的调节作用。由表 5 可知,研

究主题多样性与知识整合的交互对大型规模科研团队的生产力产生了显著正向影响($\beta = 0.327, p < 0.05$),说明在团队规模较大时,知识整合的提高会正向调节团队研究主题多样性与团队生产力的关系。相较于大规模团队,小规模团队更容易产生颠覆性和创新性成果^[10],团队内部网络结构通常相对简单,成员之间更容易形成信息共享和知识交流,从而导致知识整合在小规模团队中发挥的调节作用不如大规模团队中明显。因此,H3a 在大型规模团队中得到了支持。本文进一步绘制了高知识整合与低知识整合情况下研究主题多样性和大型规模科研团队生产力之间的调节效应图。如图 6 所示,大型规模科研团队的知识整合较高时,团队的研究主题多样性与团队生产力的正向影响受到显著强化。相对于低知识整合而言,高知识整合更有利于促进研究主题多样性对团队生产力的影响程度。

表 4 不同规模的科研团队影响力的回归结果

	大型规模团队	中型规模团队	小型规模团队
C	0.085 (0.614)	-0.044 (-0.214)	-0.178 (-0.936)
DTE	0.026 (0.186)	-0.165 (-0.723)	0.272 (0.770)
NTP	0.268 (1.369)	-0.011 (-0.034)	0.331 (1.245)
TID	0.047 (0.240)	0.137 (0.754)	-0.668 (-1.299)
TKI	0.610 ** (2.688)	0.052 (0.298)	0.562 *** (1.630)
RTD	-0.120 (-0.832)	-0.485 ** (-2.468)	0.313 ** (1.297)
R ²	0.455	0.420	0.917
adjusted R ²	0.326	0.130	0.777
F	3.513 **	1.449 *	6.590 *

表 5 知识整合在研究主题多样性与团队绩效关系中的调节作用

	大型规模团队		中型规模团队		小型规模团队	
	TP	TI	TP	TI	TP	TI
Step1 控制变量						
DTE	-0.080 (-0.493)	0.014 * (0.088)	-0.161 (-1.140)	-0.037 (-0.147)	-0.172 (-0.958)	0.174 (0.560)
NTP	0.252 (1.147)	0.399 * (1.902)	0.858 *** (4.318)	0.094 (0.263)	0.471 ** (3.709)	0.688 ** (3.130)
TID	0.336 (1.585)	0.190 (0.938)	-0.027 (-0.246)	0.111 (0.558)	0.228 (0.781)	0.043 (0.084)
R ²	0.240	0.265	0.747	0.061	0.808	0.774
Adjusted R ²	0.140	0.169	0.684	-0.174	0.693	0.639
F	2.416 *	2.768 *	11.838 ***	0.258	7.008 **	5.713 **
Step2 自变量						
RTD	0.444 *** (3.614)	0.044 (0.294)	0.230 * (2.143)	-0.470 ** (-2.582)	-0.281 (-2.045)	0.374 (1.319)
R ²	0.523	0.268	0.822	0.415	0.906	0.843
Adjusted R ²	0.436	0.135	0.757	0.202	0.812	0.685
F	6.028 ***	2.015	12.687 ***	1.951	9.650 **	5.354 *
Step3 调节变量						
TKI	0.455 ** (2.344)	0.610 ** (2.688)	0.097 ** (0.976)	0.052 (0.298)	0.244 (1.356)	0.562 (1.630)
R ²	0.622	0.455	0.837	0.420	0.942	0.917
Adjusted R ²	0.532	0.326	0.756	0.130	0.845	0.777
F	6.906 ***	3.513 **	10.296 ***	1.449	9.705 **	6.590 *
Step4 交互效应						
RTD × TKI	0.327 ** (2.106)	0.080 (0.400)	-0.096 (-0.675)	0.211 (0.850)	-0.140 (-1.123)	-0.068 (-0.224)
R ²	0.690	0.460	0.845	0.463	0.964	0.919
adjusted R ²	0.598	0.298	0.742	0.105	0.857	0.674
F	7.435 ***	2.737 **	8.189 ***	1.294	9.001	3.761

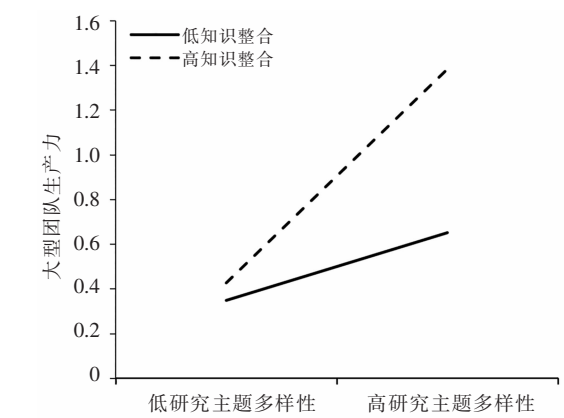


图 6 知识整合对大型规模科研团队研究主题多样性与生产力的调节效应图

4 研究结论

本文在院士科研团队研究主题多样性和知识整合的量化测度基础上,探究了科研团队绩效的影响机理,

将研究主题多样性、知识整合与科研团队绩效融合在一个理论框架中进行实证分析,揭示了知识整合的双重作用和影响团队绩效的多种驱动因素,拓宽了科研团队绩效影响因素的研究范畴。本文还提出了一种基于研究人员贡献分配的研究主题测度方法,其方法可广泛应用于一般科学合作研究主题的测度与评价。另外,本文选取生物学领域美国科学院院士科研团队作为研究对象,80%以上的院士团队具有交叉学科属性,且其发表的成果具有现实性,研究结果对当今我国建设高水平的跨学科科研团队具有借鉴意义。

4.1 研究结论

本文的主要研究结论为:(1)不同规模的科研团队中,研究主题多样性对团队影响力和生产力的影响存在一定的显著差异性。随着团队规模的扩大,研究主题多样性在团队生产力中的显著作用效果由“负向”转为“正向”,而在团队影响力中的显著作用效果由“正向”转为

“负向”。(2)知识整合在团队生产力和影响力的显著性结果中均具有积极作用。(3)知识整合对研究主题多样性和大型规模科研团队生产力之间的关系具有正向调节作用,即知识整合水平越高,研究主题多样性对大型科研团队绩效的促进作用越强。

4.2 理论贡献

首先,构建了基于研究主题多样性和知识整合的团队绩效影响研究模型。本文对团队的研究主题多样性和知识整合进行了量化测度,在此基础上探索了研究主题多样性和知识整合对团队绩效的影响机理,揭示出研究主题多样性对团队绩效的影响存在“规模阈值”现象,充分揭示合作中过度的多样化可能阻碍科学的发现与创新^[30]。除此以外,本文的研究模型进一步支持了知识整合对提升团队绩效的积极作用^[15],为跨学科团队关注成员研究主题多样性和知识整合提供了新的思路。

其次,阐明了知识整合的调节作用。为深入理解研究主题多样性对团队绩效影响的过程和机理,将知识整合作为调节变量纳入研究模型,研究结果揭示出知识整合在研究主题多样性对大规模科研团队生产力的影响方面起到正向调节作用,进一步表明了知识整合是连接团队知识多样性和团队创新的关键环节^[27],在理论上拓展了知识整合发挥调节作用的范畴,为多学科合作背景下优化团队创新绩效提供了理论指导。

最后,提出了一种纳入研究人员贡献分配的研究主题测度方法。以往主题抽取模型通常假设每位合著者对目标文档的贡献程度相同^[21,22]是不恰当的。因此,本文提出并采用考虑研究人员贡献分配的 ATcredit 模型,在此基础上计算团队成员的研究主题多样性指标,为基于作者贡献度的主题测度方法提供了新的视角和思路。

4.3 管理启示

管理者层面,第一,团队研究主题多样性对团队绩效的影响存在“规模阈值”现象,团队研究主题的过度多样化会阻碍团队的科学发现与创新^[30]。管理者在深入理解不同学科特点的基础上,需要避免因研究主题、学科等方面过于异质化而导致团队出现目标模糊、沟通困难和决策延迟等现象,寻求知识多样性与团队绩效之间的最佳平衡,建立强势学科和弱势学科之间的平衡,在多样化的学科团队中培育具有创造性和生产性的协作关系。第二,在学科交叉程度较强的科研团队中,重视培养团队认同感,增强成员任务的互依性。管理者需要为促进团队沟通和交流创造条件,促进成员间广泛紧密的互动以及建立共同认知,提升成员的认同感和归属感,强化团队内部的包容性和融合性。以任务为导向,使成员朝着综合利用多个学科知识去完成任务,促进团队知识整合^[17]。

政府层面,第一,为响应社会对“交叉创新”的迫切需求,设立多样化的多学科合作研究专项资金,以推动

学科交叉和融合。第二,优化多学科交叉科研团队的绩效评价体系。交叉学科团队中,评价可能会受到因学科不同而产生的派系性或个体性因素的影响^[31]。建立多元化的交叉学科团队评价机制,引导学科多样性发挥正向作用,是提升团队创新绩效的重要措施。

4.4 局限与展望

本研究仍存在一些不足和局限。首先,在科研团队的识别与构建过程中,由于学者可以同时属于多个团队,对团队论文出版物的统计会造成噪声干扰,未来研究可探索更精确的团队划分方法。其次,本文仅研究了生物学领域的院士团队,未来可扩展到其他领域和其他类型团队进行分析。最后,本文在团队绩效评价方面仅考察了论文的生产力与影响力,后续研究可考虑从科研奖项、科研项目获批与完成情况以及专利技术的发明与转让等方面进行衡量。

参考文献:

- [1] 习近平. 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、中国科协第十次全国代表大会上的讲话[J]. 当代党员, 2021(12): 3-7.
- [2] Van Knippenberg D, De Dreu C K W, Homan A C. Work Group Diversity and Group Performance: An Integrative Model and Research Agenda[J]. Journal of Applied Psychology, 2004, 89(6): 1008.
- [3] Rock D, Grant H. Why Diverse Teams are Smarter[J]. Harvard Business Review, 2016, 4(4): 2-5.
- [4] Zahra S A, Neubaum D O, Hayton J. What Do We Know About Knowledge Integration: Fusing Micro - And Macro - Organizational Perspectives[J]. Academy of Management Annals, 2020, 14(1): 160-194.
- [5] Zhao Y, Zhu S, Wu J, et al. Detecting the Research Diversity of Researchers in Library and Information Science: An Exploratory Study[J]. Data Science and Informetrics, 2022, 2(3): 22-36.
- [6] Körner M, Lippenberger C, Becker S, et al. Knowledge Integration, Teamwork and Performance in Health Care[J]. Journal of Health Organization and Management, 2016, 30(2): 227-243.
- [7] Cummings J N, Kiesler S. Collaborative Research Across Disciplinary and Organizational Boundaries[J]. Social Studies of Science, 2005, 35(5): 703-722.
- [8] 廖青云. 科研团队识别及其绩效影响因素研究[D]. 北京: 北京理工大学经济与管理学院, 2018.
- [9] 孙文浩, 张杰. 收敛还是发散: 企业创新的规模“陷阱”[J]. 科研管理, 2021, 42(4): 92-102.
- [10] Wu L, Wang D, Evans J A. Large Teams Develop and Small Teams Disrupt Science and Technology[J]. Nature, 2019, 566(7744): 378-382.
- [11] Leydesdorff L. Diversity and Interdisciplinarity: How Can One Distinguish and Recombine Disparity, Variety, and Balance? [J]. Scientometrics, 2018, 116(3): 2113-2121.
- [12] Bu Y, Ding Y, Xu J, et al. Understanding Success Through the Diversity of Collaborators and the Milestone of Career[J]. Journal of the Association for Information Science and Technology, 2018,

- 69(1): 87-97.
- [13] 陈文春,张义明. 知识型团队成员异质性对团队创造力的影响机制[J]. 中国科技论坛, 2017, No. 257(9): 178-185.
- [14] Rauniar R, Rawski G, Morgan S, et al. Knowledge Integration in IPPD Project: Role of Shared Project Mission, Mutual Trust, and Mutual Influence[J]. International Journal of Project Management, 2019, 37(2): 239-258.
- [15] 王磊,李翠霞. 团队特征对高校科研团队个体创造力影响的跨层次研究——以团队知识整合能力为中介变量[J]. 软科学, 2016, 30(9): 75-78+89.
- [16] Bark R H, Kragt M E, Robson B J. Evaluating an Interdisciplinary Research Project: Lessons Learned for Organisations, Researchers and Funders[J]. International Journal of Project Management, 2016, 34(8): 1449-1459.
- [17] 王晓红,张雪燕,徐峰,等. 社会资本对跨学科研究团队知识整合的影响机制[J]. 科学学研究, 2020, 38(8): 1464-1472.
- [18] 陈捷,曲静,娄智勇,等. 生物学特征、趋势及资助对策研究[J]. 中国科学院院刊, 2022, 37(3): 308-316.
- [19] Liu X, Bu Y, Li M, et al. Monodisciplinary Collaboration Disrupts Science More Than Multidisciplinary Collaboration[J]. Journal of the Association for Information Science and Technology, 2024, 75(1): 59-78.
- [20] Larivière V, Costas R. How Many Is Too Many? On The Relationship Between Research Productivity and Impact[J]. Plos One, 2016, 11(9): e0162709.
- [21] Rosen-Zvi M, Chemudugunta C, Griffiths T, et al. Learning Author-Topic Models from Text Corpora[J]. ACM Transactions on Information Systems (TOIS), 2010, 28(1): 1-38.
- [22] 史庆伟,乔晓东,徐硕,等. 作者主题演化模型及其在研究兴趣演化分析中的应用[J]. 情报学报, 2013, 32(9): 912-919.
- [23] Xu S, Li L, Hao L, et al. An Author Interest Discovery Model Armed with Authorship Credit Allocation Scheme[C]//International Conference on Information. Cham: Springer International Publishing, 2021: 199-207.
- [24] Tschamtké T, Hochberg M E, Rand T A, et al. Author Sequence and Credit for Contributions in Multiauthored Publications[J]. Plos Biology, 2007, 5(1): e18.
- [25] Hagen N T. Harmonic Coauthor Credit: A Parsimonious Quantification of The Byline Hierarchy[J]. Journal of Informetrics, 2013, 7(4): 784-791.
- [26] Wang S, Mao J, Lu K, et al. Understanding Interdisciplinary Knowledge Integration Through Citance Analysis: A Case Study on Ehealth[J]. Journal of Informetrics, 2021, 15(4): 101214.
- [27] 彭凯,孙海法. 知识多样性、知识分享和整合及研发创新的相互关系——基于知识 IPO 的 R&D 团队创新过程分析[J]. 软科学, 2012, 26(9): 15-19.
- [28] 蔡灵莎. 二元学习、知识整合与对外直接投资绩效研究[J]. 软科学, 2020, 34(2): 59-65.
- [29] Liu M, Jaiswal A, Bu Y, et al. Team Formation and Team Impact: The Balance Between Team Freshness and Repeat Collaboration[J]. Journal of Informetrics, 2022, 16(4): 101337.
- [30] Hung Y T C, Nguyen M T T D. The Impact of Cultural Diversity on Global Virtual Team Collaboration a Social Identity Perspective[C]//Proceedings of the 41st Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2008). IEEE, 2008: 10-10.
- [31] 陈艾华,吴伟. 大学跨学科科研合作与科研生产力的关系研究综述与展望[J]. 重庆高教研究, 2023, 11(5): 105-116.

(责任编辑:何 敏)