



开放科学
(资源服务)
标识码
(OSID)

论文跨学科性、作者特征对社会影响力的跨层次影响机制

郑楚华 张贵兰

中国科学技术信息研究所 北京 100038

摘要: [目的/意义] 跨学科知识生产如何转化为广泛的社会影响力,其内在机制尚不清晰。剖析论文的跨学科特征如何影响其社会影响力,并探究作者学术特征在其中发挥的调节作用,以揭示跨学科社会影响力的生成机制。[方法/过程] 整合论文层次与作者层次变量,以心理学领域 2011—2015 年间的代表性论文为样本,构建分层线性模型进行分析。在论文层次,测度参考文献的学科丰富性、差异性与均衡性;在作者层次,纳入其学术影响力与生产力特征。社会影响力则通过涵盖新闻、政策、社交媒体等多维度的 Altmetrics 指标进行衡量。[局限] 研究结论基于特定学科领域与特定时段的高影响力作者群体,其普适性有待在不同学科与更广泛作者样本中进一步验证。[结果/结论] 研究发现,论文的学科丰富性对其社会影响力各维度均产生显著正向影响,而学科差异性与均衡性则对政策引用等指标有抑制作用。作者的学术影响力特征能显著增强学科丰富性对社会影响力的正向作用,但该调节效应强度随受众专业化程度提高而减弱。研究为优化学科交叉研究的策略设计与效果评估提供了实证依据。

关键词: 跨学科性; Altmetrics; 社会影响力; 作者特征; 分层线性模型

中图分类号: G311; G316; G35

Cross-level Impact Mechanisms of Paper Interdisciplinarity and Author Characteristics on Social Impact

ZHENG Chuhua ZHANG Guilan

Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038, China

Abstract: [Objective/Significance] The mechanism through which interdisciplinary knowledge production translates into broad social impact remains insufficiently explored. This study aims to dissect how the interdisciplinary features of a paper affect its social impact and to examine the moderating role of author characteristics, thereby revealing the generating mechanisms of interdisciplinary social impact. [Methods/Processes] Integrating variables at both the paper and author levels, this study analyzes

基金项目 国家社会科学基金青年项目“基于感知价值判断的跨学科科技领军人才识别研究(23CTQ022)。

作者简介 郑楚华(1991-),通信作者,博士,副研究员,主要研究方向为科技人才、跨学科研究、科学计量学、科技政策与管理; E-mail: zhengch@istic.ac.cn; 张贵兰(1993-),博士,副研究员,主要研究方向为科技情报分析、技术预测、科技人才。

引用格式 郑楚华,张贵兰. 论文跨学科性、作者特征对社会影响力的跨层次影响机制[J]. 情报工程, 2025, 11(6): 91-106.

a sample of publications from the field of psychology (2011—2015) using hierarchical linear modeling. At the paper level, interdisciplinarity is measured by the variety, disparity, and balance of referenced disciplines. At the author level, academic impact and productivity traits are included. Social impact is gauged via multidimensional Altmetrics indicators covering news, policy, and social media attention, among others. [Limitations] The conclusions are drawn from a specific discipline and a cohort of high-impact authors within a defined period. Their generalizability requires further validation across diverse disciplines and broader author samples. [Results/Conclusions] The findings indicate that the variety of disciplines in a paper's references significantly enhances all measured dimensions of its social impact, while disparity and balance inhibit certain metrics like policy citations. Notably, an author's high-impact status significantly amplifies the positive effect of variety on social impact, although this moderating effect diminishes as the expertise level of the audience increases. This research provides an empirical basis for optimizing the design and evaluation of interdisciplinary research.

Keywords: Interdisciplinarity; Altmetrics; Social Impact; Author Characteristics; Hierarchical Linear Modeling

引言

随着科研评价改革的深化, 科学研究的社会影响力评价已成为核心维度之一^[1]。多国科研评价体系(如英国“研究卓越框架”、美国的国家科学基金会评估)均强调学术成果的社会价值, 即研究对经济、社会、政策等领域产生的积极影响^[2]。在此背景下, 跨学科研究因其在应对复杂问题上的独特优势而备受重视。它通过整合不同学科的知识与方法, 能够提供更系统的问题解决方案, 或将纯粹的技术议题拓展至社会、伦理等更广阔的讨论范畴, 从而可能引发治理模式或政策设计的深层次变革^[3]。这些关键优势构成了跨学科研究可能产生更大社会影响力的基础。因此, 对跨学科研究社会影响力的评价需突破传统学术引用的范畴, 结合多源数据综合评估其在公众认知、政策制定等非学术领域产生的影响。

当前大量研究证实了跨学科研究与科技创新之间存在正向关联, 但其社会价值的实现机制仍需深入剖析。本文构建“论文—作者”嵌套分析框架, 利用分层线性模型(Hierarchical Linear

Modeling, HLM)探讨以下两个核心问题:

(1) 论文跨学科性(具体表现为参考文献的学科丰富性、均衡性与差异性)对其社会影响力(通过多维度社会影响力替代计量指标衡量)的直接作用;

(2) 作者学术特征(主要以学术影响力与生产力为表征)的跨层次调节机制, 即这些特征如何改变跨学科性与社会影响力之间关系的强度或方向。

研究结果期望为优化学科交叉研究的政策支持、科研人员的学术规划以及科研管理机构的影响力评价体系提供实证依据与决策参考。

1 相关研究

1.1 学术成果社会影响力评价

替代计量学(Altmetrics)通过实时追踪学术成果在社交媒体、新闻媒体、政策文件等非传统学术渠道的传播与使用数据, 为量化社会影响力的广度与深度提供了新工具^[4]。作为衡量社会影响力的有效指标之一, 其应用已从单

篇论文评价^[5]拓展至期刊^[6]、科研机构^[7]及科研人员^[8]等多个层面，并被纳入联合国教科文组织（UNESCO）的开放科学评估框架。

Altmetrics 指标数据来源多样、形式多元，能够反映不同学术成果对不同受众产生的差异化影响，进而揭示社会影响力的不同侧面。鉴于其多维特性，学者们提出了多种分层模型进行解构。余厚强^[9]从宏观、中观、微观三个层次构建了 Altmetrics 指标的理论框架，阐述了不同来源数据间的内在联系及其在衡量社会影响上的价值差异。“交互深度”分层模型^[10]依据用户参与程度，将论文从浏览、下载到引用的过程视为交互深度的递进。“影响程度”分层模型^[11]则按影响强度划分为可见性影响（如点击、分享）、认知影响（如下载、书签）与行为改变（如专利、政策引用）三个层级。邱均平等^[12]提出了“传播层→获取层→利用层”的金字塔式影响力产生模型。这些模型尽管视角与方法不同，但均通过分层揭示了学术成果社会影响力的产生机制。本研究借鉴上述思路，将社会影响力 Altmetrics 指标细化为社交媒体传播、平台使用数据、政策专利引用及综合影响力指数等多个维度，以更精准地捕捉跨学科成果的差异化传播路径。

1.2 论文跨学科性对社会影响力的影响

在实证研究中，跨学科性常通过分析参考文献的学科多样性进行测度。该范式以 Stirling^[13]提出的三维框架为理论基础，能够分别反映知识整合的广度、均衡度与认知距离。具体而言，丰富性（Variety）指参考文献涉及的学科数量，衡量知识整合的广度；均衡性（Bal-

ance）指不同学科参考文献分布的均匀程度，反映学科知识的相对比重；差异性（Disparity）则指学科之间的认知距离或异质性，体现知识来源的多元与分化程度。后续研究多采用香农熵、辛普森指数等熵值指标，或 Rao-Stirling 等综合性指数对这些维度进行量化^[14-16]。

文献调研表明，跨学科性与引文影响力^[17-18]、突破性创新^[19]之间的关系已得到广泛探讨，但其与社会影响力的实证关系仍处于探索阶段，且结论存在异质性。Zhang 等^[18, 20]基于跨学科性的三维指标及综合性指标研究发现，跨学科程度越高的论文在 PLoS 系列期刊上的使用量越高，但是未区分不同类型社会影响力的差异。莫雪盈等^[21]的研究指出，知识融合广度的增加能显著提升论文的在线关注度，但过大的差异反而会抑制传播。然而，D'Este 等^[3]的研究则发现，高差异性的知识整合有利于获得政策引用。这些不一致的研究结果表明，跨学科性与社会影响力之间的关系可能受到测度指标、研究领域、时间窗口和分析层次等多种因素的影响。

1.3 作者特征的跨层次调节作用

跨学科知识的社会转化不仅取决于知识本身的结构，也可能受到知识生产者——作者特质的调节^[22]。若缺乏相应的学术素养与整合能力，高度异质性的知识组合反而可能导致认知混乱，难以被有效地理解和应用。本研究聚焦于科研人员的两项关键学术特征——学术生产力与学术影响力，探究它们是否调节论文跨学科性与社会影响力之间的关系。学术生产力通常以发文量衡量，反映学者的产出效率；学术

影响力则以被引频次、h 指数等指标表征，体现其在学术共同体中的认可度和声誉。高产作者可能凭借其成果的传播广度优势更易获得社会关注，同时，密集的学术实践也可能使其积累了更强的跨学科知识重组能力，从而保障其多学科解决方案的技术可靠性。而高影响力作者则可能依托其广泛的学术网络加速成果的社会传播，同时其学术权威性可能使其成果更容易被政策制定者或媒体信任和采纳。然而，科研人员的这些学术特征如何系统性地调节（如增强、抑制或改变）论文跨学科性与社会影响力之间的关系，尚未得到充分的实证检验。由于论文特征（如跨学科性）与作者特征分属不同的分析层级（论文嵌套于作者），本文采用 HLM 这一分析工具，来检验作者学术特征的跨层次调节作用。

2 数据与方法

2.1 数据来源

本文选择心理学领域作为分析场域。心理学作为一门枢纽学科（hub science），处于自然科学与社会科学的交汇点，其研究天然地整合神经科学、计算科学与管理学、教育学等多领域知识。同时，其研究议题（如心理健康、社会行为）与公共政策、社会实践高度相关，易于引发广泛的社会关注与传播，这为检验跨学科知识的社会转化机制提供了理想情境。相较于传统引文指标的滞后性与局限性，Altmetrics 指标能实时、多维地捕获成果在政策、社交媒体、公众等渠道的反馈，更契合对心理学研究社会

影响力进行动态、全面评估的需求。研究数据基于 Web of Science 核心合集（SCIE/SSCI）收录的心理学论文，选定 2011—2015 年为论文发表观测窗口。主要基于两点考虑：第一，跨学科研究的社会影响力显现通常存在一定的滞后期（约 3~5 年），选择 2015 年及以前的论文并追踪至 2022 年，可以相对完整地捕捉其政策转化等长期社会影响的轨迹；第二，此举可以规避 Altmetrics 数据平台在早期（2011 年以前）覆盖率可能不足的问题。

样本筛选遵循贡献者的核心原则。在心理学领域，第一作者通常被视为论文的主要贡献者，且国内外心理学院系也多以此作为考核依据，因此本研究仅纳入第一作者发表的论文。依据科学社会学的经典研究范式，本研究将“高被引论文作者群体”（下文简称高被引作者群体）作为学术影响力的代理变量，将“高产出作者群体”（下文简称高产作者群体）作为学术生产力的代理变量。这两类群体反映了科研绩效的不同维度，其行为模式的差异有助于凸显潜在的调节效应。为保证组别间的独立性，采用互斥性设计：高产作者群体定义为 2011—2015 年间以第一作者发文量位列前 1%，但其论文年度被引频次未进入前 1% 的学者集合；高被引作者群体则定义为同期内，按出版年归一化后被引频次位列前 1% 的学者。排除同时满足两项标准的重叠作者后，最终样本包含 250 名作者及其发表的 4239 篇论文。通过 R 语言中的 rAltmetric 软件包^[23]，根据数字对象标识符（DOI）提取了截至 2022 年 5 月 5 日的各类社会影响力替代计量数据。经过数据清洗，剔除了 Altmetrics 数据平台未收录或完全无社交媒

体提及记录的论文，最终获得 2769 篇有效样本用于分析。

2.2 主要变量

2.2.1 自变量

(1) 论文跨学科性

本文采用“丰富性—均衡性—差异性”三维框架测度论文的跨学科性。其中，丰富性指论文引用的参考文献所涉及的学科类别数量，其计算公式如(1)所示。

$$V = \sum_i SC_i \quad (1)$$

其中， i 表示论文参考文献学科类别数量的范围。在其他条件相同时，该值越大，表明论文的知识整合广度越高，跨学科性越强。

均衡性衡量了参考文献中不同学科类别分布的均匀程度。本文采用 1-Gini 系数作为均衡性指标，其计算公式如(2)所示。

$$B = 1 - \text{Gini} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (2i - n - 1)x_i}{n \sum_{i=1}^n x_i} \quad (2)$$

其中， n 为参考文献所涉及的学科总数， x_i 是归属于第 i 个学科的参考文献数量，且所有学科按 x_i 值升序排序。Gini 系数越小（即 B 值越大），表明各学科被引用的频率越接近，学科分布越均衡，跨学科性越高。

差异性衡量了论文所引用不同学科之间的平均认知距离或异质性，是学科相似性的反面。计算公式如(3)(4)所示。

$$d_{ij} = 1 - S_{ij} \quad (3)$$

$$S_{ij} = \cos(x_i, x_j) = \frac{\sum_n (x_{in} x_{jn})}{\sqrt{(\sum_n x_{in}^2)} \sqrt{(\sum_n x_{jn}^2)}} \quad (4)$$

其中， S_{ij} 表示学科类别 i 和 j 之间的余弦相似度。该学科相似性矩阵基于 Web of Science

分类体系的期刊互引网络构建，具体数据可从公开数据库 (<http://www.leydesdorff.net/wc15/wc19>) 获取。差异性取值范围为 0 到 1，值越大表示所融合学科间的认知距离越大，跨学科性越强。

描述性统计显示，样本论文的学科丰富性均值为 36.77，标准差为 22.80，范围为 [5, 307]；学科均衡性均值为 0.0026，标准差为 0.0424，范围为 [0.000029, 1]；学科差异性均值为 0.8672，标准差为 0.0681，范围为 [0.3809, 0.9569]。

(2) 作者特征

为揭示不同科研群体在知识传播规律上的差异，本研究在作者层面考察两类典型的科研行为模式：以持续高被引为代表的“学术影响力”和以稳定高产出为代表的“学术生产力”。在分层线性模型分析中，将作者学术特征作为一个二分类调节变量纳入模型（高被引作者群体编码为 1，高产作者群体编码为 0）。通过这种编码方式，旨在检验高被引作者特征（相对于高产作者基线）对“跨学科性—社会影响力”这一关系路径是否产生独特的调节作用，而非对两类群体进行直接比较。

2.2.2 被解释变量：社会影响力

本文利用 Altmetric Explorer 平台采集论文的替代计量学数据，以多维度测度其社会影响力。在对初始指标进行筛选后，剔除了非零值覆盖率极低（接近 0）的指标（如图书评论数、Pinterest 提及数等），最终保留 17 个有效指标。参考经典的交互深度、影响程度等分层框架^[10-12]，将这些指标归纳为社交媒体传播量、学术社交活跃度、政策引用与新闻提及数和综合影响力四个核心维度。社交媒体传播量

捕捉研究成果在公众领域的传播广度与社会可见性，反映其在非学术群体中的关注热度。具体包括社区帖子、Twitter、Facebook 等多个平台的提及数；学术社交活跃度衡量研究成果在学术社区内的非正式传播深度与潜在影响，反映其对学术共同体的渗透。具体包括博客提及、同行评议平台讨论、Mendeley 阅读量等；政策

引用与新闻提及数评估研究成果对制度实践和公共知识体系的渗透程度，反映其社会价值的实质性转化。具体包括政策文件引用、专利引用、新闻报道提及等；综合影响力通过多源数据融合生成全局影响力画像，由 Altmetric Attention Score 衡量，以解决单一指标的片面性问题。具体指标含义如表 1 所示。

表 1 Altmetrics 指标分类及含义

影响层级	核心维度	涉及指标	具体含义
社会可见层	社交媒体传播量	cited_by_posts_count	社区帖子提及数量
		cited_by_tweeters_count	Twitter 提及数量
		cited_by_fbwalls_count	Facebook 转发数
		cited_by_gplus_count	Google+ 帖子提及数量
		cited_by_videos_count	视频、播客转载数
		cited_by_rdt_count	社交新闻站点 Reddit 提及数量
认知影响层	学术社交活跃度	cited_by_weibo_count	微博提及数
		cited_by_feeds_count	博客提及数量
		cited_by_peer_review_sites_count	同行评议数量
		cited_by_rh_count	研究热点平台引用量
行为转化层	政策引用与新闻提及数	readers.citeulike	Citeulike 阅读数
		readers.mendeley	Mendeley 阅读数
		cited_by_policies_count	政策文件引用量
		cited_by_wikipedia_count	维基百科引用量
融合指数层	综合影响力	cited_by_patents_count	专利文件引用量
		cited_by_msm_count	新闻报道提及数
		score	根据各种替代计量指标计算得到的综合性得分，代表了学术成果所获得的所有关注度的加权近似值。

各维度社会影响力替代计量指标的描述性统计如表 2 所示。学术社交活跃度的中位数最高，表明学术社区是论文社会传播的核心渠道。政策引用与新闻提及数的中位数为 0，且超过 60% 的论文未获得任何此类引用，显示该维度影响力具有较高的门槛。所有指标均呈现明显的长尾分布特征，即少数论文获得了极高的社

会关注，而大多数论文的社会影响力有限。例如，仅 3.8% 的论文其社交媒体传播量超过 100 次。这证实了学术社会影响力的非均衡本质。

2.2.3 控制变量

为控制潜在混杂效应，基于已有文献证实的 Altmetrics 影响因素，本研究在模型中纳入了期刊分区、作者国别和作者性别三类控制变量。

表 2 Altmetrics 指标描述性统计

	社交媒体传播量	学术社交活跃度	政策引用与新闻提及数	综合影响力
平均数	22.06	167.91	2.09	23.66
中位数	6	93	0	3.25
标准差	75.16	259.96	7.09	75.83
最小值	1	0	0	0.25
最大值	2217	4615	121	1372.18
四分位差	14	123	1	13.86

(1) 期刊分区

高影响力期刊通常拥有更广泛的读者群和传播资源，可能对社会影响力测度产生影响。根据 JCR 2020 分区标准构建二分类变量（Q1 期刊 = 1，非 Q1 期刊 = 0）。

(2) 作者国别

考虑到语言和地域是影响研究成果社会传播的重要因素^[24]，研究将是否由美国机构主导（以第一作者机构隶属美国为准）作为控制变量（是 = 1，否 = 0）。

(3) 作者性别

为控制不同性别学者在学术传播网络中可能存在的可见性差异^[25]，通过 API 工具（genderize.io）辅以人工核查判定作者性别（男性 = 1，女性 = 0）。

2.3 分层线性模型

本文采用分层线性模型（HLM）处理数据

的嵌套结构特征——论文样本嵌套于作者个体之中。这种“论文—作者”的双层结构决定了传统回归分析的局限性。若将作者层特征强行分解至论文层分析，会因忽视同一作者不同论文间的相关性而引发生态谬误（Ecological Fallacy）；反之，若将论文层变量简单汇总至作者层，则会因忽略作者内部异质性导致原子谬误（Atomistic Fallacy）^[26]。HLM 能够有效分离不同层次的影响，既能评估论文层变量（跨学科性）和作者层变量（生产力 / 影响力）的独立效应，又能通过引入跨层交互项，量化作者特征对“跨学科性→社会影响力”这一路径的调节作用，模型结构如图 1 所示。模型的核心逻辑在于分离跨层次影响机制。在论文层面（Level-1），跨学科性变量（丰富性 / 均衡性 / 差异性）直接影响社会影响力指标；在作者层面（Level-2），高被引或高产作者群体特征通过调节论文层关系的斜率改变影响路径的强度与方向。

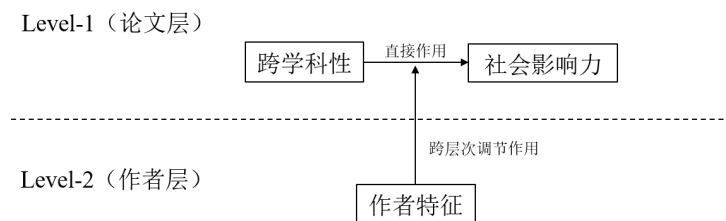


图 1 分层线性模型示意图

该模型架构有效模拟了现实情境中的影响传导机制——正如学生学业成绩既受个人努力（个体层）也受班级教学质量（群体层）的共同作用，论文的社会影响力同样受到知识生产特征（跨学科性）与生产者特征（学术影响力/生产力特征）的双重塑造。通过同时估计组内变异（同作者不同论文间的差异）和组间变异（不同作者间的差异），HLM在克服样本独立性假设的同时，为跨层次交互影响提供了无偏估计。

本文运用HLM 6.0软件，遵循递进式分析策略构建四个检验模型。首先，零模型（Null Model）用于检验论文社会影响力各维度是否存在显著的作者层组间方差，即验证使用HLM的必要性。通过计算组内相关系数（Intraclass Correlation Coefficient, ICC）进行评价；其次，随机系数回归模型（Random Coefficients Regression Model）在控制作者层变异的基础上，考察论文层自变量（跨学科性三维度及期刊分区）对被解释变量的直接效应；截距模型（Intercepts as Outcomes Model）在模型2的基础上，加入作者层变量（学术特征、国别、性别），考察它们对作者平均社会影响力（即截距）的影响；最后，通过斜率预测模型（Slopes as Outcomes Model）（也称为完整模型）进一步考察作者层变量（特别是作者学术特征）是否调节（即改变）论文层自变量（特别是跨学科性）与社会影响力之间的关系斜率。这是检验跨层次调节作用的核心模型。

完整模型的公式如（5）（6）所示，其他阶段的模型见附录1。

Level-1（论文层）： （5）

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} * (\text{期刊分区}_{ij}) + \beta_{2j} * (\text{差异性}_{ij}) +$$

$$\beta_{3j} * (\text{丰富性}_{ij}) + \beta_{4j} * (\text{均衡性}_{ij}) + r_{ij}$$

Level-2（作者层）： （6）

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} * (\text{作者学术特征}_j) + \gamma_{02} * (\text{国别}_j) + \gamma_{03} * (\text{性别}_j) + u_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + \gamma_{21} * (\text{作者学术特征}_j) + \gamma_{22} * (\text{国别}_j) + \gamma_{23} * (\text{性别}_j) + u_{2j}$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30} + \gamma_{31} * (\text{作者学术特征}_j) + \gamma_{32} * (\text{国别}_j) + \gamma_{33} * (\text{性别}_j) + u_{3j}$$

$$\beta_{4j} = \gamma_{40} + \gamma_{41} * (\text{作者学术特征}_j) + \gamma_{42} * (\text{国别}_j) + \gamma_{43} * (\text{性别}_j) + u_{4j}$$

其中， Y_{ij} 代表第*j*位作者的第*i*篇论文的社会影响力，分别对四个维度建模。在该模型中， $\gamma_{21}/\gamma_{31}/\gamma_{41}$ 是关键参数，分别表示作者学术特征对差异性、丰富性、均衡性与社会影响力之间关系的调节效应系数。本文通过二分类变量编码实现调节效应的检验，其解释为高被引作者特征（相对于高产作者基线）带来的增量效应，符合Raudenbush等^[27]提出的层次调节分析范式。

零模型检验结果显示，社交媒体传播量、学术社交活跃度、政策引用与新闻提及数、综合影响力的ICC值分别为0.1642、0.4031、0.1489、0.1726，这意味着15%—40%的社会影响力变异源于作者层差异，证实了显著的层间变异^[22]，支持采用HLM进行分析。后续的截距模型进一步表明，作者层变量（学术特征、国别、性别）解释21%—61%的作者间变异（例如，对社交媒体传播量的解释率 $R^2_{\text{level-2截距项}} = 0.2099$ ，学术社交活跃度的解释率 $R^2_{\text{level-2截距项}} = 0.6111$ ），这为斜率模型中考察跨层次调节作用奠定了基础。详细的HLM分析结果见附录2的表1—4。

3 研究结果

3.1 跨学科性对社会影响力的直接作用

随机系数模型揭示了论文的跨学科特征对社会影响力存在显著而差异化的直接作用。在控制了论文的期刊影响力之后，学科丰富性表现出全面的促进作用：学科知识广度的扩充能显著提升社交媒体传播量（ $\gamma_{30}=0.15$ ）、学术社交活跃度（ $\gamma_{30}=0.28$ ）、政策引用与新闻提及数（ $\gamma_{30}=0.14$ ）以及综合影响力（ $\gamma_{30}=0.18$ ）。这表明知识融合广度的增加有效扩大了潜在受众的覆盖范围，使得研究成果不仅能在学术共同体内加速扩散，也更容易向公众、媒体及政策制定者等更广泛的社会圈层传播。与之形成对比的是，学科差异性与均衡性对政策引用、新闻提及以及综合影响力呈现出抑制效应。学科认知距离的扩大显著降低了知识向政策领域转化的效率，而过度均匀的学科分布则可能稀释研究的核心焦点，从而削弱其整体的综合影响力。从效应强度来看，丰富性是影响力最大的维度（平均 $\gamma=0.19$ ），其对学术社交活跃度的解释力度尤为突出（ $R^2_{level-1}=18.33\%$ ），这反映出学术社区对学科交叉的知识广度最为敏感。上述发现证实，跨学科知识生产主要通过丰富性驱动社会传播广度，但同时需警惕差异性与均衡性对知识价值深度转化的潜在制约。

3.2 作者特征的跨层次调节作用

通过斜率预测模型，本研究考察了作者学术特征如何改变“跨学科性→社会影响力”的作用路径，以揭示不同科研群体间的行为模式差异。研究发现，作者学术特征对丰富性与社会影响力之间的关系具有显著的跨层次调节作用（ $p<0.001$ ）。具体而言，高被引作者群体特征显著放大了丰富性对社会影响力的促进作用，且这种放大效应在不同社会影响力维度上存在差异（ $\gamma_{31}=0.20\sim 0.33$ ）。通过计算增益率（即调节作用 γ_{31} 与基础作用 γ_{30} 的比值）来比较调节强度的相对大小，可以发现，高被引作者特征的调节强度随受众专业度的提升而系统性递减。在社交媒体传播维度增益率最高（180%），其次是政策和新闻影响维度（143%），在学术传播维度上的增益率最低（75%）。

高被引通常意味着论文在学术共同体内获得了更高的质量认可，本研究表明，这种认可能够溢出到社会传播领域，但其效力在不同的传播场域中存在差异。另一方面，差异性与均衡性的调节效应均不显著（ $\gamma_{21}/\gamma_{41}, p>0.05$ ）。同时，高产作者特征仅对丰富性与学术活跃度之间的关系有微弱调节，在其他维度上无显著作用（ $p>0.05$ ）。作者学术特征对丰富性效应的跨层次调节作用结果见表3。根据 Aiken 等^[28]的建议，本文通过饱和回归方程估计效率，绘制了交互效应图，如图2所示。

表3 作者学术特征对丰富性效应的跨层次调节作用(统计显著结果)

影响力维度	基础作用（ γ_{30} ）	调节作用（ γ_{31} ）	变异解释度（ $R^2_{level-2}$ 交互项）
社交媒体传播量	0.15	0.27	36.43%
学术社交活跃度	0.28	0.21	33.33%
政策引用与新闻提及数	0.14	0.20	15.24%
综合影响力	0.18	0.33	32.97%

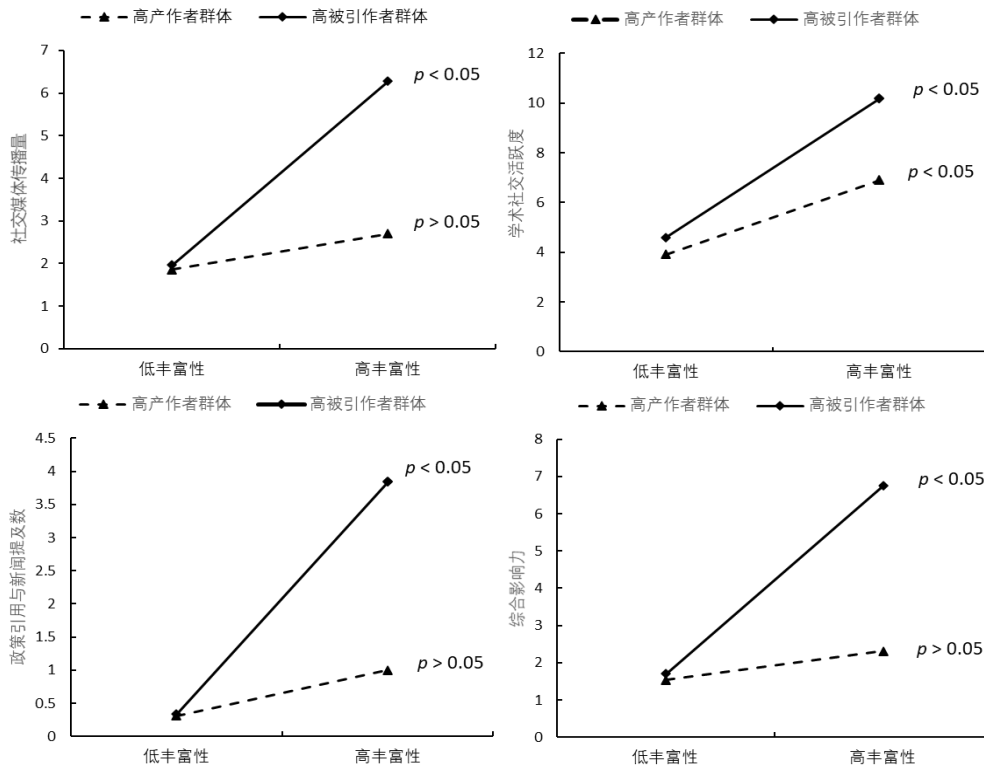


图2 作者学术特征对丰富性与社会影响力关系的跨层次调节作用

4 结论与启示

本文通过分层线性模型，揭示了跨学科研究成果社会影响力的形成机制，创新性整合论文层面（参考文献跨学科性）与作者层面（学术影响力/生产力特征）的双重影响因素。主要结论如下：

（1）论文跨学科性对社会影响力的影响存在维度异质性。丰富性作为核心驱动因素，显著提升了社会影响力的各维度表现。这表明学科融合广度的增加有助于扩大受众覆盖面，吸引多元群体的关注，为成果从学术圈层向公众、媒体及政策领域的溢出传播奠定了基础。跨学科研究整合多领域知识以解决现实问题的特性，也使其成果更容易被社会各界采纳^[29]。与之相对，差异性与均衡性则抑制了政策转化与综合

影响力。过大的学科认知距离会提高公众与政策制定者的理解门槛，而过度的均衡分布则可能稀释研究焦点，影响研究的深度与公信力。这种异质性效应揭示了跨学科研究在追求广度时需兼顾深度与可理解性的“双刃剑”本质。

（2）高被引作者群体对“丰富性—社会影响力”的路径具有显著的放大效应。高被引作者特征通过为研究提供“质量背书”，显著降低了公众和决策者的信息甄别成本，从而提升了社交媒体传播和政策影响力。该调节效应遵循受众专业度递减规律，即对专业判断力较弱的大众传播场域的增益最大，对专业共同体内部的传播增益最小。这印证了外部质量信号在不同传播生态中的差异化价值。此外，该调节作用具有维度特异性，仅作用于丰富性维度，

而对差异性与均衡性无显著调节，且在高产作者群体中未显现。

跨学科研究是颠覆性创新的重要源泉，其社会影响力则体现了科研成果的实践价值。本研究结果表明，理解跨学科成果的社会传播机制，必须同时考虑论文本身的知识属性与生产者的学术特质。通过引入分层线性模型，本研究为综合分析“论文—作者”等多层嵌套结构数据提供了可行路径，未来可扩展至“机构”或“国家”等更宏观层次的分析。

本文存在一定的局限性：首先，对“高被引作者群体”的操作定义是基于论文被引频次前1%的阈值，这反映的是该群体在观测期内的学术影响力特征，而非对作者个人持久声誉的评价，结论不宜直接推及个体能力评估。其次，研究样本集中于心理学领域，结论在其他学科，特别是应用工程或基础科学领域的普适性有待验证。最后，截面数据设计难以捕捉影响力随时间的动态演变规律。未来研究可通过面板数据追踪跨学科影响力的生命周期，在不同学科中验证结论的稳健性，并可设计对照实验（如对比标注作者信息与匿名的同一批论文的传播效果），以更精确地剥离作者声誉信号与知识内在价值的独立效应。

参考文献

- [1] BORNMANN L. What is societal impact of research and how can it be assessed? a literature survey[J]. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 2013, 64(2): 217-233.
- [2] SAMUEL G N, DERRICK G E. Societal impact evaluation: exploring evaluator perceptions of the characterization of impact under the REF2014[J]. *Research Evaluation*, 2015, 24(3): 229-241.
- [3] D'ESTE P, ROBINSON-GARCÍA N. Interdisciplinary research and the societal visibility of science: the advantages of spanning multiple and distant scientific fields[J]. *Research Policy*, 2023, 52(1): 104609.
- [4] BORNMANN L, HAUNSCHILD R, ADAMS J. Do altmetrics assess societal impact in a comparable way to case studies? an empirical test of the convergent validity of altmetrics based on data from the UK Research Excellence Framework (REF)[J]. *Journal of Informetrics*, 2019, 13(2): 325-340.
- [5] YANG S, ZHENG M. Performance of citations and altmetrics in the social sciences and humanities[J]. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 2019, 56(1): 326-335.
- [6] 王磊. 基于 Altmetrics 的国内期刊影响力评价研究[J]. *大学图书馆学报*, 2019, 37(3): 74-83.
- [7] 杨柳, 陈贡. Altmetrics 视角下科研机构影响力评价指标的相关性研究[J]. *图书情报工作*, 2015, 59(15): 106-114.
- [8] 王妍. 学者影响力二维测度方法研究[J]. *情报理论与实践*, 2015, 38(12): 88-92.
- [9] 余厚强. 替代计量学的理论框架研究[J]. *情报学报*, 2022, 41(8): 775-785.
- [10] LIN J, FENNER M. Altmetrics in evolution: defining and redefining the ontology of article-level metrics[J]. *Information Standards Quarterly*, 2013, 25(2): 20-26.
- [11] HOLMBERG K. Classifying altmetrics by level of impact[C]// *Proceedings of ISSI 2015 Istanbul: 15th International Society of Scientometrics and Informetrics Conference, Istanbul, Turkey*. 2015: 101-102.
- [12] 邱均平, 余厚强. 基于影响力产生模型的替代计量指标分层研究[J]. *情报杂志*, 2015, 34(5): 53-58.
- [13] STIRLING A. A general framework for analysing diversity in science, technology and society[J]. *Journal of the Royal Society Interface*, 2007, 4(15): 707-719.
- [14] SHANNON C E. A mathematical theory of communication[J]. *The Bell System Technical*

- Journal, 1948, 27(3): 379-423.
- [15] SIMPSON E H. Measurement of diversity[J]. *Nature*, 1949, 163(4148): 688.
- [16] NIJSSEN D, ROUSSEAU R, HECKE P V. The Lorenz curve: a graphical representation of evenness[J]. *Coenoses*, 1998, 13(1): 33-38.
- [17] CHEN S, SONG Y, SHU F, et al. Interdisciplinarity and impact: the effects of the citation time window[J]. *Scientometrics*, 2022, 127(5): 2621-2642.
- [18] ZHANG L, ROUSSEAU R, GLÄNZEL W. Diversity of references as an indicator of the interdisciplinarity of journals: taking similarity between subject fields into account[J]. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 2016, 67(5): 1257-1265.
- [19] DENG C, ZHANG X, YANG Z, et al. Impact of interdisciplinarity on disruptive innovation: the moderating role of collaboration pattern and collaboration size[J]. *Scientometrics*, 2025, 130(4): 2379-2401.
- [20] ZHANG L, SUN B, JIANG L, et al. On the relationship between interdisciplinarity and impact: distinct effects on academic and broader impact[J]. *Research Evaluation*, 2021, 30(3): 256-268.
- [21] 莫雪盈, 卢龙. 引文视角下知识融合与论文社会影响力关系研究 [J]. *信息资源管理学报*, 2022, 12(6): 133-141.
- [22] SIEDLOK F, HIBBERT P. The organization of interdisciplinary research: modes, drivers and barriers[J]. *International Journal of Management Reviews*, 2014, 16(2): 194-210.
- [23] RAM K. rAltmetric: Retrieves altmetrics data for any published paper from altmetrics.com. R package version 0.7[EB/OL]. (2017-01-20) [2022-05-05]. <https://CRAN.R-project.org/package=rAltmetric>.
- [24] 邓国民, 阎婷, 罗敏. 替代计量学指标分数与一流大学排名系统得分相关性研究 [J]. *数字图书馆论坛*, 2023, 19(7): 19-29.
- [25] LERCHENMUELLER M J, SCHMALLENBACH L, BLEY M, et al. Gender disparities in altmetric attention scores for cardiovascular research[J]. *Communications Biology*, 2023, 6(1): 741.
- [26] RAUDENBUSH S W, BRYK A S. 分层线性模型: 应用与数据分析方法 (第2版) [M]. 北京: 社科文献出版社, 2007.
- [27] RAUDENBUSH S W, BRYK A S. *Hierarchical linear models. Applications and Data Analysis Methods* (2nd ed.) [M]. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2002.
- [28] AIKEN L S, WEST S G. *Multiple regression: testing and interpreting interactions*[M]. Newbury Park: Sage Publications, 1991.
- [29] Nature. Revealed: the ten research papers that policy documents cite most[J/OL]. (2024-04-15) [2024-08-18]. <https://www.nature.com/articles/d41586-024-00660-1>.

(责任编辑: 韩红旗)

附录1 HLM各阶段检验模型

1. 零模型

Level-1 (论文层):

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$$

Level-2 (作者层):

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

2. 随机系数回归模型

Level-1 (论文层):

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} * (\text{期刊分区}_{ij}) + \beta_{2j} * (\text{差异性}_{ij}) + \beta_{3j} * (\text{丰富性}_{ij}) + \beta_{4j} * (\text{均衡性}_{ij}) + r_{ij}$$

Level-2 (作者层):

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + u_{2j}$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30} + u_{3j}$$

$$\beta_{4j} = \gamma_{40} + u_{4j}$$

3. 截距模型

Level-1 (论文层):

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} * (\text{期刊分区}_{ij}) + \beta_{2j} * (\text{差异性}_{ij}) + \beta_{3j} * (\text{丰富性}_{ij}) + \beta_{4j} * (\text{均衡性}_{ij}) + r_{ij}$$

Level-2 (作者层):

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} * (\text{作者学术特征}_j) + \gamma_{02} * (\text{国别}_j) + \gamma_{03} * (\text{性别}_j) + u_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + u_{2j}$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30} + u_{3j}$$

$$\beta_{4j} = \gamma_{40} + u_{4j}$$

附录2 HLM模型结果

表 1 被解释变量为社交媒体传播量时 HLM 模型结果

固定效应	零模型		随机系数回归模型		截距模型		斜率模型	
	回归系数	标准误	回归系数	标准误	回归系数	标准误	回归系数	标准误
截距项 (γ_{00})	2.18***	0.03	1.99***	0.04	1.90***	0.04	1.90***	0.07
Level-1 自变量								
期刊分区 (γ_{10})			0.40***	0.05	0.36***	0.05	0.36***	0.05
差异性 (γ_{20})			-0.04	0.04	-0.04	0.04	-0.05	0.04
丰富性 (γ_{30})			0.15***	0.03	0.17***	0.03	0.03	0.04
均衡性 (γ_{40})			-0.01	0.03	-0.01	0.03	-0.02	0.04
Level-2 自变量								
学术特征 (γ_{01})					0.45***	0.07	0.45***	0.07
国家 (γ_{02})					-0.08	0.07	-0.08	0.06
性别 (γ_{03})					-0.05	0.07	-0.05	0.07
跨层次调节作用								
差异性 × 学术特征 (γ_{21})							0.03	0.08
丰富性 × 学术特征 (γ_{31})							0.27***	0.06
均衡性 × 学术特征 (γ_{41})							0.02	0.06
随机效应								
Level-2(τ_{00})	0.22	878.46***	0.21	484.83***	0.17	425.00***	0.17	426.96***
Level-2(τ_{22})			0.02	180.81	0.02	181.56	0.03	182.49
Level-2(τ_{33})			0.02	236.77*	0.03	237.79*	0.02	233.40*

固定效应	零模型		随机系数回归模型		截距模型		斜率模型	
	回归系数	标准误	回归系数	标准误	回归系数	标准误	回归系数	标准误
Level-2(τ_{44})			0.01	231.21*	0.01	232.32*	0.01	233.51*
Level-1(σ^2)	1.14		1.07		1.06		1.06	
$R^2_{level-1}$			6.60%					
$R^2_{level-2}$ 截距项					20.99%			
$R^2_{level-2}$ 交互项							36.43%	
离异数	8543.84		8416.50		8379.63		8370.08	

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 。离异数用于衡量模型总体拟合情况的似然值统计量,从零模型的8543.84降至8416.50,表示随机系数回归模型的适配度比前者要好。 $R^2_{level-1} = 6.6\%$,说明有6.6%的社交媒体传播量组内方差可被论文跨学科性解释。其中, γ_{30} 达到统计显著,表明在控制论学期刊水平的影响后,丰富性对论文的社交媒体传播量仍有正向影响,下同。

表2 被解释变量为学术社交活跃度时 HLM 模型结果

固定效应	零模型		随机系数回归模型		截距模型		斜率模型	
	回归系数	标准误	回归系数	标准误	回归系数	标准误	回归系数	标准误
截距项 (γ_{00})	4.74***	0.04	4.56***	0.04	4.27***	0.06	4.28***	0.06
Level-1 自变量								
期刊分区 (γ_{10})			0.38***	0.03	0.35***	0.03	0.35***	0.03
差异性 (γ_{20})			0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03
丰富性 (γ_{30})			0.28***	0.03	0.30**	0.02	0.19***	0.03
均衡性 (γ_{40})			0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03
Level-2 自变量								
学术特征 (γ_{01})					0.94***	0.05	0.92***	0.05
国家 (γ_{02})					-0.06	0.05	-0.06	0.05
性别 (γ_{03})					-0.16	0.05	-0.16**	0.05
跨层次调节作用								
差异性 × 学术特征 (γ_{21})							0.002	0.06
丰富性 × 学术特征 (γ_{31})							0.21***	0.04
均衡性 × 学术特征 (γ_{41})							0.02	0.04
随机效应								
Level-2(τ_{00})	0.4	2219.24***	0.36	1190.82***	0.14	651.25***	0.14	644.46***
Level-2(τ_{22})			0.02	223.56*	0.02	222.51 ⁺	0.02	222.52
Level-2(τ_{33})			0.03	209.16	0.03	207.73	0.02	205.66
Level-2(τ_{44})			0.01	210.9	0.01	210.18	0.006	210.81
Level-1(σ^2)	0.6		0.49		0.49		0.49	
$R^2_{level-1}$			18.33%					
$R^2_{level-2}$ 截距项					61.11%			
$R^2_{level-2}$ 交互项							33.33%	
离异数	7032.59		6644.19		6415.08		6407.36	

注: ⁺ $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 。

表 3 被解释变量为政策引用与新闻提及数时 HLM 模型结果

固定效应	零模型		随机系数回归模型		截距模型		斜率模型	
	回归系数	标准误	回归系数	标准误	回归系数	标准误	回归系数	标准误
截距项 (γ_{00})	0.55***	0.02	0.43***	0.02	0.39***	0.05	0.38***	0.05
Level-1 自变量								
期刊分区 (γ_{10})			0.24***	0.03	0.21***	0.03	0.21***	0.03
差异性 (γ_{20})			-0.1***	0.02	-0.1***	0.02	-0.1***	0.02
丰富性 (γ_{30})			0.14***	0.02	0.15***	0.02	0.05	0.03
均衡性 (γ_{40})			-0.04*	0.02	-0.04*	0.02	-0.03	0.03
Level-2 自变量								
学术特征 (γ_{01})					0.30***	0.05	0.31***	0.05
国家 (γ_{02})					-0.02	0.04	-0.02	0.04
性别 (γ_{03})					-0.08	0.05	-0.01	0.04
跨层次调节作用								
差异性 × 学术特征 (γ_{21})							0.02	0.06
丰富性 × 学术特征 (γ_{31})							0.20***	0.05
均衡性 × 学术特征 (γ_{41})							0.02	0.06
随机效应	方差成分	χ^2 检验	方差成分	χ^2 检验	方差成分	χ^2 检验	方差成分	χ^2 检验
Level-2(τ_{00})	0.11	814.68***	0.11	483.75***	0.08	411.77***	0.08	412.38***
Level-2(τ_{22})			0.01	201.69	0.01	200.69	0.01	201.48
Level-2(τ_{33})			0.04	207.22	0.04	207.01	0.0367	200.68
Level-2(τ_{44})			0.003	222.32 ⁺	0.004	222.63 ⁺	0.003	223.07*
Level-1(σ^2)	0.61		0.55		0.55		0.55	
$R^2_{level-1}$			9.84%					
$R^2_{level-2}$ 截距项					27.27%			
$R^2_{level-2}$ 交互项								15.24%
离异数	6784.43		6624.54		6590.85		6587.49	

注: ⁺ $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 。

表4 被解释变量为综合影响力时 HLM 模型结果

固定效应	零模型		随机系数回归模型		截距模型		斜率模型	
	回归系数	标准误	回归系数	标准误	回归系数	标准误	回归系数	标准误
截距项 (γ_{00})	1.92***	0.04	1.67***	0.04	1.58***	0.09	1.58***	0.09
Level-1 自变量								
期刊分区 (γ_{10})			0.51***	0.06	0.45**	0.06	0.45**	0.06
差异性 (γ_{20})			-0.12***	0.03	-0.12***	0.04	-0.12***	0.04
丰富性 (γ_{30})			0.18***	0.04	0.19***	0.04	0.02	0.05
均衡性 (γ_{40})			-0.06*	0.03	-0.07*	0.03	-0.07*	0.03
Level-2 自变量								
学术特征 (γ_{01})					0.58***	0.07	0.58***	0.08
国家 (γ_{02})					-0.08	0.07	-0.09	0.07
性别 (γ_{03})					-0.05	0.07	-0.11	0.08
跨层次调节作用								
差异性 × 学术特征 (γ_{21})							0.03	0.09
丰富性 × 学术特征 (γ_{31})							0.33***	0.07
均衡性 × 学术特征 (γ_{41})							0.02	0.07
随机效应	方差成分	χ^2 检验	方差成分	χ^2 检验	方差成分	χ^2 检验	方差成分	χ^2 检验
Level-2(τ_{00})	0.34	906.85***	0.31	516.45***	0.24	439.29***	0.24	440.09***
Level-2(τ_{22})			0.01	172.26	0.01	171.91	0.02	172.54
Level-2(τ_{33})			0.06	214.6	0.06	214.22	0.04	207.00
Level-2(τ_{44})			0.002	205.14	0.002	205.26	0.002	205.82
Level-1(σ^2)	1.63		1.51		1.23		1.50	
$R^2_{level-1}$			7.36%					
$R^2_{level-2}$ 截距项					22.58%			
$R^2_{level-2}$ 交互项								32.97%
离异数	9528.43		9389.07		9341.32		9332.47	

注: + $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 。