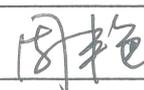


项目结题验收单

专家验收表（主持人所在单位组织 3-5 名专家对项目进行验收、自评。）

项目名称	高校引文多维多样性与基准重构影响力（CNCI）的相关性研究---基于 InCites-Citation Topics 分类			
主持人	李雪梅	职务/职称	副研究馆员	
所在单位	(加盖单位公章) 			
专 家 意 见	<p>专家组认真审阅了本项目的相关课题申请书以及课题研究报告等材料，形成如下鉴定意见：</p> <p>一、课题“高校引文多维多样性与基准重构影响力（CNCI）的相关性研究——基于 InCites-Citation Topics 分类”基于文献计量学与生态学多样性理论的交叉视角，探讨了不同学科分类中基准重构影响力（CNCI）与引文类别多样性的关联性及其作用机制。研究通过大规模引文数据挖掘、多维度统计及学科对比分析，验证了 CNCI 与引文类别不同维度的多样性存在不同程度的关联性，并揭示了学科异质性的调节效应。研究要点如下：</p> <p>1. 以 InCites 平台中的 Citation Topics 数据作为来源，将生态学α多样性指数引入引文类别多样性与影响力关系分析框架，为文献计量学提供了新的方法支持。</p> <p>2. 揭示了高 CNCI 类别主题中引文集中化趋势与学科差异规律，为科研评价体系优化、学科交叉潜力挖掘提供了数据驱动的决策依据。</p> <p>3. 采用 2013-2023 长达 11 年的数据，来源可靠、分析方法严谨，结论对理解引文动态的学科分化特征具有重要参考价值。建议进一步深化引文多样性对科研成果长期影响力的动态追踪，或扩展更多高校作为研究对象，以完善结论普适性。</p> <p>二、审阅结论：</p> <p>专家组一致认为，该项目研究目标明确，并完成了完整的结题报告，成果达到了预期目标，同意该项目通过结题验收。</p>			
专家签字				
职务/职称	研究馆员	副研究馆员	副研究馆员	

高校引文多维多样性与基准重构影响力（CNCI）的相关性研究

---基于 InCites-Citation Topics 分类

李雪梅，杨帆

西南大学图书馆 重庆 400715

摘要: [目的/意义]研究选取单所高校为例，探索 InCites-Citation topics 分类 (CT) 下引文 α 多样性与基准重构影响力 (CNCI) 之间的相关性及其稳定性，旨在揭示中观层面类别引文多样性与宏观层面影响力之间的内在联系。[方法/过程]利用西南大学 2013-2023 年引文主题分类数据源，采用 Shannon 指数 H、均匀度指数 J 和 Simpson 指数 D 从综合多样性、均匀度和优势度三个维度表征引文的多样性。分析和讨论 2013-2023 年间西南大学机构内跨宏观主题 CNCI 与中观类别引文 α 多样性的关系，宏观主题 CNCI 与中观类别引文 α 多样性的动态关系以及中观类别引文 α 多样性与宏观主题 CNCI 稳定性的相关性。[结果/结论]跨宏观主题比较中，H 指数与 CNCI 呈负相关，D 指数则与 CNCI 呈正相关，而 J 指数与 CNCI 的相关性则不确定。在动态关系中，体量大的宏观主题的整体 CNCI 与中观类别引文的 H 多样性有正向关系，在小体量宏观主题中没有显著相关性；另外，宏观主题中 H 均值高的，CNCI 表现越稳定，并且 H 的稳定性对 CNCI 的稳定性有显著地积极影响。本研究证实多样性与 CNCI 的关系是复杂的，科研评价和管理时应平衡好学科多样性拓展与专业深度精研的关系。

关键词: 基准重构影响力；CNCI；主题分类；引文多样性；稳定性

Study On The Relationship Between CNCI And Citation Category Alpha Diversity

----Taking the Publications of Southwest University from 2013 to 2023 as an Example*

LI Xuemei, YANG Fan, LI Chunyan, LI Jiao, LUO Linkun

Library of Southwest University, Chongqing, 400715, China

[Purpose/Significance] The study selects a single university, Southwest University, as an example to explore the correlation and stability between citation α diversity at the meso-level category under the InCites-Thematic Classification (CT) and the benchmark reconstruction influence (CNCI), aiming to reveal the intrinsic connection between the diversity of different dimensions at the meso-level category citation and the macro-level benchmark reconstruction influence (CNCI). [Method/Process] Using the Citation Topics classification data source from Southwest University between 2013-2023, the Shannon index H, evenness index J, and Simpson index D are used to characterize the diversity of citations in three dimensions: comprehensive diversity, evenness, and dominance. Analysis and discussion: (1) the relationship between CNCI and meso-level category citation α diversity across macro themes within Southwest University from 2013-2023, (2) the dynamic relationship between macro theme CNCI and meso-level category citation α diversity, (3) the correlation between meso-level category citation α diversity and the stability of macro theme CNCI. [Results/Conclusion] In cross-macro theme comparisons, the H index is negatively correlated with CNCI, while the D index is positively correlated with CNCI, and the correlation between the J index and CNCI is uncertain. In the dynamic relationship, the overall CNCI of large macro themes has a positive relationship with the H diversity of meso-level categories, but there is no significant correlation in small macro themes; additionally, macro themes with high average H values have more stable CNCI, and the stability of H has a significant positive impact on the stability of CNCI. This study confirms that the relationship between diversity and CNCI is complex, and a balance should be struck between the expansion of disciplinary diversity and the depth of professional research in scientific evaluation and management.

Keywords: Category Normalized Citation Impact; CNCI; Citation Topics Classification; Citation Diversity; Stability

1 引言

Web of Science (WoS) 和 ESI 学科分类体系，常应用于对国家和机构科研产出的比较分析。然而，这些分类体系以整本期刊、书籍和会议录为单位进行划分，无法精确反映文献层次上不同类别间的动态变化以及同一类别内部的动态变化。InCites 平台上推出的主题分类 (Citation Topics, CT) 基于 WOS 文献构建了一个宏观、中观和微观主题的三级层次结构，其中宏观和中观主题是由人工根据其包含文献的内容进行标注，能够确保名称准确地反映该主题所涵盖的研究领域和主要内容。该分类体系的创新之处

在于，它不仅能够揭示文献之间的直接引用关系，还能挖掘出那些通过共同引用形成的间接关联，是一种基于文献的分类体系。与其他分类体系相比，CT 分类体系避免了因文献可能涉及多个学科类别而导致的分类干扰，可以更清晰地展现文献在特定学科类别中的影响力情况，有助于揭示不同层级下主题类别的影响力差异及其变化趋势，使用户能够根据自己的问题选择合适的精细水平进行分析。在学术研究中，多样性常被用来评估跨学科性^[1]或学科交叉程度^[2]，主要用于反映特定领域、机构或团队内部存在的不同思想、观点和方法的丰富程度。众多研究指出，跨学科性、多样性与影响力之间存在紧密联系^[3,4,5]。在学科评价中，InCites 平台提供的基准重构影响力指标（CNCI）支持跨学科、跨文献类型以及跨出版年份的比较，为衡量不同学科影响力提供了一种更为客观且有效的方法。本文基于 CT 分类数据，以西南大学为例，旨在揭示多样性与 CNCI 之间的跨主题相关性，以及它们之间动态的相关性与稳定性特征。西南大学是一所综合性大学，从基础科学到应用技术，从经济管理到文化艺术，在 10 个宏观主题上都有显著的影响力和学术贡献，比较适合精细分析。该项研究或许能有助于帮助学校理解学科内部多样性对引用影响力的影响，为学科发展提供参考和借鉴，也为学科评价和科研管理提供新的视角和工具。

2 指标涵义和相关研究

多样性意为在一次个体采集（数据集）中的有效物种数，以及一定时间、一定空间中各个物种的个体分布特点^[7]，揭示了一个集群的丰富度和差异性。这一概念如今已成为生态学、社会学、文献计量学等多个学科研究的核心^[8,9]。在信息科学领域，多样性指标被广泛应用于学术出版物的跨学科研究中^[10]。例如，L.Leydesdorff^[11]等人的研究指出，香农熵、基尼系数和 Rao-Stirling 指数都是评价跨学科研究的合适工具。“基准重构影响力”，也称为类别标准化的引文影响力或学科规范化的引文影响力（CNCI）^[12]，旨在解决不同学科引用累积速度的差异问题，通过将机构论文的被引次数与世界平均值进行比较，能够规范化地评估学术论文在特定学科领域的影响力。CNCI 值是影响公众对研究实体如研究人员、机构、国家等研究质量的关键指标^[13]。不仅能够识别和比较高学术影响力的学者^[14,15]，还能在评估机构或研究团队时定义其整体平均值，例如用于高校单学科绩效评价，并与其他机构进行比较^[16]；而多样性指标则为机构评估提供了另一个维度，可以考察学科发展的全面性^[17]。

在研究多样性与影响力相关性时，多数研究采用 WoS、ESI 等基于期刊分类的数据源，以及以参考文献所属学科类别来衡量多样性。例如，研究多样性对 WoS 类别下长期引用数量的影响^[18]；探讨多样性、平衡性和差异性以及总体综合多样性对 WoS 文章跨学科性的影响，以及对 PloS 使用和引用的影响^[19]；分析 Shannon 熵与 WoS 三类学科论文的总被引次数和总使用次数的相关性^[20]；以及利用多样性、平衡性和差异性衡量出版物中参考文献的跨学科性对标准化影响力 NCS 的影响^[21]。已有文献中，还未见到讨论 CT 数据来源下多样性与 CNCI 相关性的相关文献。

本文采用文献层面的 CT 分类数据和 CNCI 指标，以文献所属主题类别的被引频次（引文）来衡量多样性程度，探讨多样性与 CNCI 之间的关系。另外，选取生态学中常用的 α 多样性指数来测度多样性， α 多样性关注的是局部区域内群落的物种多样性，如一个公园或一片森林，在情报研究中则指一所高校或一个研究领域等。 α 多样性包括物种丰富度、综合多样性即 Shannon 指数、Pielou 均匀度指数和 Simpson 指数（集中度或称优势度）。Pielou 均匀度指数反映了系统的均衡程度，与 Shannon 指数结合使用时，可以提供对多样性更全面的理解。Simpson 指数则强调了群体中占优势的类别对整体多样性的影响，较高的优势度值会降低群体的综合多样性。通过比较不同样本的 α 多样性指数，可以观察到不同样本的多样性差异，进而评估系统的稳定性程度^[22]。

3 数据来源与方法

研究选取西南大学机构 CT 分类下宏观和中观两个层级的数据来源进行研究。在 InCites 数据库的分类体系中选择 Citation Topics，以“Southwest university, China”进行组织筛选，排除 ESCI，时间限定于 2013—2023 年，得到机构 CT 分类体系下的全部数据：10 个宏观主题共计 29325 论文数，数据更新于 2024 年 2 月 29 日。本文首先聚焦于跨宏观主题比较 CNCI 与中观层级类别（简称中观类别）引文 α 多

样性之间的联系。宏观主题 CNCI 指的是在该特定领域内所有文献的引用影响力整体指数，它揭示该主题在整体学术界中的引用地位。中观类别引文 α 多样性则表征的是宏观主题领域内有多少中观类别被引用，以及类别中引用数量的均衡和差异程度。通过分析两者之间的相关性，可以揭示在宏观主题下，学科内部多样性如何影响其整体引用影响力，以及这种影响是否具有普遍性或特定性。其次，通过分析宏观主题整体的引用影响力与中观类别引文 α 多样性的变化趋势，探讨宏观主题 CNCI 是否与该领域内部的多样性存在某种动态关联；并进一步研究中观类别引文 α 多样性和宏观主题 CNCI 的稳定性之间是否有相关性。多样性的测度包括综合多样性、均衡度和集中度三种维度，指标函数如下：

①香农指数或称 Shannon 指数^[23]：
$$H = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

②Pielou's 均匀度指数^[24]： $J = H / H_{\max}$ ，其中 $H_{\max} = \ln S$ ，即 $J = H / \ln S$

③Simpson 指数或称 Simpson 优势度指数^[25]：
$$D = \sum_{i=1}^S P_i^2$$

上述公式中：

P_i — 中观类别 i 的被引频次占所有类别被引总频次的比率， S — 种丰富度（中观类别数量）。

H 反映了种丰富度和个体在种间分布均匀程度的综合信息量，可表示学科的总体多样性水平。种类数目多，可增加总体多样性；种类之间个体分布的均匀性增加也会使总体多样性增加。如果一个集群中每个个体都属于不同的种类，则 H 值最大，计算为 $\ln S$ 。

J 反映了个体即被引频次在不同中观类别间分布的均匀程度，表示学科内部多样性的均衡程度。

D 反映了被引频次在主题类别间的集中度，与均匀度指数 J 意义相反，会突出引文高度集中的某类别的作用，可反映不同中观类别所起的作用和所占的地位，表示学科内部多样性的优势或差异程度。如果所有个体都属于同一种类，则 H 值最小而 D 值最大。

4 结果与分析

4.1 宏观主题 CNCI 与中观类别引文 α 多样性

表 1 2013—2023 年宏观主题 CNCI 和中观类别引文 α 多样性

Table 1 CNCI of Macro Topics and Citation α Diversity of Meso Topics between 2013 to 2023

序号	宏观主题	S-中观主题	WOS 论文数	被引频次	CNCI	H 多样性	J 均匀度	D 优势度
1	Clinical & Life Sciences	125	5327	73295	1.117	3.653	0.756	0.053
2	Chemistry	36	7396	175218	1.186	2.652	0.834	0.095
3	Agriculture, Environment & Ecology	24	6872	104753	1.227	2.526	0.705	0.130
4	Electrical Engineering, Electronics & Computer Science	26	3195	47217	1.363	2.453	0.753	0.112
5	Physics	24	1443	20958	1.440	2.378	0.748	0.124
6	Social Sciences	27	1696	20459	1.382	2.361	0.716	0.119
7	Engineering & Materials Science	20	993	13254	1.304	2.110	0.704	0.198
8	Earth Sciences	10	573	9060	1.630	1.444	0.627	0.318
9	Mathematics	8	1744	18023	1.479	1.224	0.589	0.373
10	Arts & Humanities	10	86	475	2.873	0.824	0.358	0.498
总计或整体值			29325	482712	1.261	1.802	0.783	0.227

表 1 中列出了西南大学在 2013—2023 年 10 个宏观主题所包含的中观类别数目、中观类别的引文 α 多样性和每个宏观主题的 CNCI 值。这期学校总科研产出的论文在 10 个宏观主题都有分布，在中观层级分布于 309 个中观类别，另有 15 个中观类别没有科研产出。其中，宏观主题 Clinical & Life Sciences 的发文量和引文数量排名第三，其 Shannon 指数 H 值、中观类别丰富度 (S=125) 和引文在中观类别间分布的均匀度 J 值最高，排在第一；但优势度 D 值和 CNCI 值却是最低。相比之下，宏观主题 Arts & Humanities 的发文量最少，仅为 86 篇，总被引频次为 475 次；其中观类别丰富度较低 (S=10)，H 值和 J 值同样处于最低水平，但 D 值和 CNCI 值却是最高。

回顾原始数据，在 Arts & Humanities 宏观主题中，发文量与引文量主要聚于 Music 和 Translation Studies 这两个中观类别。其中，Translation Studies 里有一篇文献的 CNCI 高达 15.50，而该中观类别的整体 CNCI 仅为 2.54；而另一中观类别 Philosophy 之下，共发表 3 篇文章，其 CNCI 值分别为 29.79、0.56 和 0，该中观类别的整体 CNCI 是 10.12，这两个类别所属的宏观主题 Arts & Humanities 的整体 CNCI 则为 2.873。在体量较大的宏观主题 Clinical & Life Sciences 中，单篇文献最高 CNCI 达 91.97，其所属的中观类别 Neuroscanning 的整体 CNCI 为 1.29，宏观主题整体 CNCI 是 1.117。在宏观主题 Chemistry 中，单篇文献最高 CNCI 达到 53.90，远远超出其所属中观类别 Nanoparticles 的整体 CNCI 水平 (1.41) 以及所属宏观主题的整体 CNCI 水平 (1.186)。同样地，在宏观主题 Agriculture, Environment & Ecology 中，单篇文献最高 CNCI 为 76.64，显著高于其所属中观类别 Zoology & Animal Ecology 的整体 CNCI 水平 (2.48) 以及所属宏观主题的整体 CNCI 水平 (1.227)。这些现象反映出这些文章在各自领域内具有极为突出的影响力，同时也发现，随着中观类别数量的增加，引文会分散于更多的种类之中，更高层级的主题会弱化单篇文献的高 CNCI 值。换言之，H 多样性会掩盖个别优秀 CNCI 的贡献程度，并且宏观主题的体量越大、H 多样性越高，高被引论文的贡献度被稀释的程度就越显著。

由于 H 值是综合了类别丰富度 S 和引用次数在种间分布的均匀程度 J 的综合信息量，所以 H 与 S、J 呈正相关，与表示引文集中程度的 D 值呈负相关。在图 1 中，可以看到 10 个宏观主题的整体 CNCI 值与 D 值呈现出相似的变化趋势，而与 H、J 呈现出相反的变化态势。也就是说，当 H、J 值增大时，D 值与 CNCI 值往往呈现下降趋势；当 H、J 值最大时，D 和 CNCI 也表现出了最低值状态。

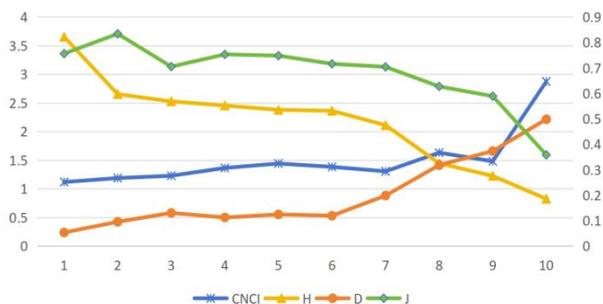


图 1 2013-2023 年宏观主题的整体 CNCI 和中观类别引文 α 多样性
(次坐标轴: D, J, 横坐标序号对应于表 1—宏观主题)

Figure 1 CNCI of Macro Topics and Citation α Diversity of Meso Topics Between 2013 and 2023
(Secondary Axis: D, J, Horizontal Axis Number Corresponding to Macro Topics of Table 1)

经一元线性回归分析 (见图 2) 可知，10 个宏观主题的整体 H、J、D 与 CNCI 均存在线性相关关系。其中，H、J 与 CNCI 表现出负相关，意味着随着 H、J 的升高，CNCI 倾向于降低；而 D 与 CNCI 呈现较强正相关，即 D 值越大，CNCI 通常越高。这一结果表明，在体量不同的宏观主题中，D 值对 CNCI 的影响可能比 H、J 更为突出。H、J 和 D 等指标能够有效反映宏观主题下各中观类别在投入和产出方面的均衡与差异状况，进而展现各中观类别在学术活跃度、学科交叉融合以及知识多样性方面的特征。例如宏观主题 Clinical & Life Sciences，其 CNCI 值最低，且在发文量和被引频次方面并非处于领先地位，却有着最高的 H、J 值以及最低的 D 值。这说明该宏观主题下的中观类别丰富度相对较高，并且引文量在中观主题之间的分布更为均匀，因此 D 值会更低。因此，较高的 H 多样性在一定程度上确实

能够反映该宏观主题的学术生态发展较为均衡，各中观类别之间的发展差距相对较小，没有出现个别中观类别过度集中引文资源而其他类别被边缘化的现象，有利于整个宏观主题领域的多元协同发展与知识创新。

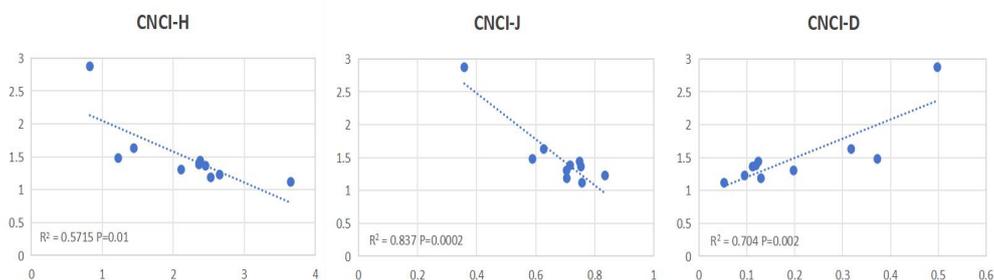


图 2 2013—2023 年宏观主题 CNCI 与中观类别引文 α 多样性的一元线性回归分析

Figure 2 Linear Regression Analysis of CNCI and Citation α Diversity of Meso Topics Between 2013 and 2023

在表 2 中，详细列出了每年宏观主题间多个指标的 Pearson 相关系数以及一元线性回归分析结果，其目的在于清晰呈现同一年份中，10 个宏观主题 CNCI 与中观类别引文 α 多样性之间的内在关联。

通过对 2013 至 2023 年的 Pearson 相关性数据剖析可知，在这 10 个宏观主题内，CNCI 与中观类别的 H、D 之间的相关性表现得极为显著。具体而言，CNCI 与 H 呈现出显著的负相关，即 H 值越高，CNCI 值表现越低；而 CNCI 与 D 则展现出显著的强正相关关系，这意味着 D 值较高的主题，其 CNCI 值大概率会有更为出色的表现。由此可见，并非 H 值越高，主题所对应的 CNCI 值就越高，然而 D 值较高的主题却更有可能获得较好的 CNCI 值。此外，均匀度 J 与 CNCI 也在大多数年份里都表现出显著的强负相关关系，在少数特定年份，诸如 2016 年、2018 年以及 2020 年，J 值与 CNCI 之间并未呈现出明显的具有统计学意义的关联。这说明，较高的 H 值会抑制 CNCI 的表现，产生负面影响；而较高的 D 值则会对 CNCI 产生显著的提升效应。

表 2 每年宏观主题 CNCI 与中观类别引文 α 多样性的相关性

Table 2 The Correlation of CNCI of Macro Topics with Citation α Diversity of Meso Topics per year

年	Pearson 相关性			一元线性回归分析		
	CNCI-H	CNCI-J	CNCI-D	CNCI-H	CNCI-J	CNCI-D
2013	-0.727	-0.800	0.767	RC=-0.217 R ² =0.528 P=0.017	RC=-1.25 R ² =0.639 P=0.005	RC=0.758 R ² =0.589 P=0.009
2014	-0.675	-0.873	0.844	RC=-0.342 R ² =0.456 P=0.032	RC=-1.597 R ² =0.763 P=0.001	RC=1.352 R ² =0.712 P=0.002
2015	-0.706	-0.747	0.712	RC=-0.519 R ² =0.499 P=0.022	RC=-2.096 R ² =0.558 P=0.013	RC=1.691 R ² =0.506 P=0.021
2016	-0.739	0.036	0.813	RC=-0.456 R ² =0.547 P=0.015	RC=0.175 R ² =0.001 P=0.921	RC=2.161 R ² =0.662 P=0.004
2017	-0.683	-0.448	0.803	RC=-0.614 R ² =0.466 P=0.029	RC=-4.19 R ² =0.575 P=0.019	RC=3.627 R ² =0.645 P=0.005
2018	-0.727	0.438	0.768	RC=-0.85 R ² =0.529 P=0.017	RC=3.49 R ² =0.19 P=0.205	RC=4.7 R ² =0.59 P=0.009
2019	-0.729	-0.815	0.809	RC=-0.518 R ² =0.532 P=0.016	RC=-4.39 R ² =0.664 P=0.004	RC=3.384 R ² =0.654 P=0.005
2020	-0.688	0.331	0.809	RC=-0.603 R ² =0.473 P=0.028	RC=2.771 R ² =0.110 P=0.349	RC=3.535 R ² =0.655 P=0.005
2021	-0.792	-0.739	0.769	RC=-0.262 R ² =0.627 P=0.006	RC=-1.264 R ² =0.546 P=0.01	RC=0.993 R ² =0.592 P=0.009
2022	-0.741	-0.855	0.864	RC=-0.252 R ² =0.550 P=0.014	RC=-1.966 R ² =0.730 P=0.002	RC=1.108 R ² =0.746 P=0.001
2023	-0.654	-0.838	0.726	RC=-0.436 R ² =0.427 P=0.04	RC=-4.391 R ² =0.701 P=0.002	RC=2.715 R ² =0.527 P=0.018

注：RC：回归系数，置信度：95%。

从原始数据看，单一年份与 2013 - 2023 年的整体表现存在一些共通之处。即在覆盖更多中观类别的宏观主题当中，即便中观类别的引文 H 多样性指数处于较高水平，但宏观主题的 CNCI 值却相对更低。以 2019 年为例，在主题 1 之中，当 H 值升至 3.5 时，CNCI 值仅仅只有 1.03；在主题 2 中，在 $2.5 < H < 3$ 的情况下，CNCI 值为 1.17；而在主题 4 中，其 H 值不足 2.5，但 CNCI 值却相较于前两者更高，达到 1.32。

然而，在单年中，如果中观类别 H 多样性处于极低水平的情况下，CNCI 值还会出现一些异常表现。比如 2014 年的宏观主题 Arts & Humanities，只有一个中观类别 Music 存在 1 篇发文，虽然仅仅被引用 10 次，但此时 D 值达到了最高水平 ($D = 1$)，同时 H 多样性为零，该文献所属的中观类别 CNCI 值是 0.828，但其所属宏观主题 Arts & Humanities 的 CNCI 值却高达 2.324；再者，此宏观主题在 2015 年同样只有一个中观类别拥有被引文献， $D = 1$ ， $H = 0$ ，该中观类别的 CNCI 为 1.2，而其归属的宏观主题整体 CNCI 为 2.825。此外，宏观主题 CNCI 值与中观类别的引文均匀度 (J 值) 之间也存在一定的相关性。在宏观主题 6 中，当 J 值较高即各中观类别科研产出的引用较为均衡时，CNCI 值往往较低。相反，当 J 值较低即科研产出的引文分布差异较大时，CNCI 值往往较高。由此推断，高 D 值也就是低 J 值似乎对较低层级的 CNCI 值产生了一种夸大的效应。这与 2013 - 2023 年整体数据的分析结果有所不同，究其缘由，应当是一个宏观主题长期的整体数据往往具备更高的 H 多样性和 J 均衡度，其影响力会被更多的元素所分散，致使优秀论文的高引用频次在 CNCI 计算进程中被稀释，进而降低了其整体的表现水平。而单一年份的宏观主题体量相对更小，中观类别数量也更为有限，所以当引用集中于某一个中观类别时，便会显著增加 CNCI 计算过程中的权重，从而在整体上对影响力起到了放大的作用。Simpson 指数的算法本身反映的就是稀有种类 (引文少或无的类别) 所发挥的作用小，而普遍种类 (引文多而集中的类别) 所起的作用更大。因此，这或许能够解释为何当 D 值较高时，CNCI 值也会有更为出色的表现。

综上所述，年度跨宏观主题 CNCI 与多样性的关系表现与 2013 至 2023 年的整体表现 (见图 1、图 2) 有一定程度的相似性，表明在跨宏观主题比较中，CNCI 与中观类别引文 α 多样性各指标之间的关系有一定规律性。

4.2 宏观主题 CNCI 和中观类别引文 α 多样性的动态与稳定性

R. MacArthur^[26]于 1955 年提出有关群落的物种多样性与稳定性之间的关系，认为多样性可以导致稳定性。英国生态学家 C.S. Elton^[27]支持了他这一观点，认为对于一个相对简单的群落，更易于受到种群波动的影响。MacArthur 和 Elton 的稳定性都是指一个群落内种类组成和种群大小维持恒定，且简单的组成结构不利于系统的稳定性，更易因物种侵入或迁出时造成毁灭性的波动。已有研究中，也有文献证实了学科多样性对团队稳定性和科研团队绩效有正向调节作用^[28]。

观察图 3 发现，在同一宏观主题领域 (参见 1-3 宏观主题) 中，当 H 值达到约 2.5 并稳定在 2.5 之上时，随着时间的推移，H 值与 CNCI 值的波动逐渐减小，各项指标趋向于稳定发展。随着 H 值的上升，CNCI 值亦呈现上升趋势，同时 J 和 D 值的波动幅度减小。然而，当 H 值总体水平低于 2.5 (参见 4-10 宏观主题) 时，H、J、D 值以及 CNCI 值在发展上显得不稳定，波动幅度较大。这似乎表明，宏观主题的 H 值在增长到一定水平后，科研产出的中观类别多样性和整体影响力可能趋于稳定；换句话说，当中观类别的多样性足够高时，即便个别中观类别的发文量或引文量较少，也不会显著影响其所属宏观主题 CNCI 值。但是，在 H 多样性较低且发展不稳定的宏观主题中，CNCI 值的也是不稳定的。这种情况主要出现在体量较小的宏观主题中，无论是多样性还是 CNCI，多数表现出异常波动。这可能是因为体量较小的宏观主题中，类别数量有限，中观层级的结构较为简单，发表的文献和引用次数也相对较少，导致其总体多样性 H 的水平较低。而一旦不同年份的中观类别数量以及引文分布的均衡性发生变化，对于这种结构简单的宏观主题更容易产生显著影响，导致表现出较大的或异常的波动，因此这类主题保持稳定的生产力和影响力也变得较为困难，例如宏观主题 4-10。

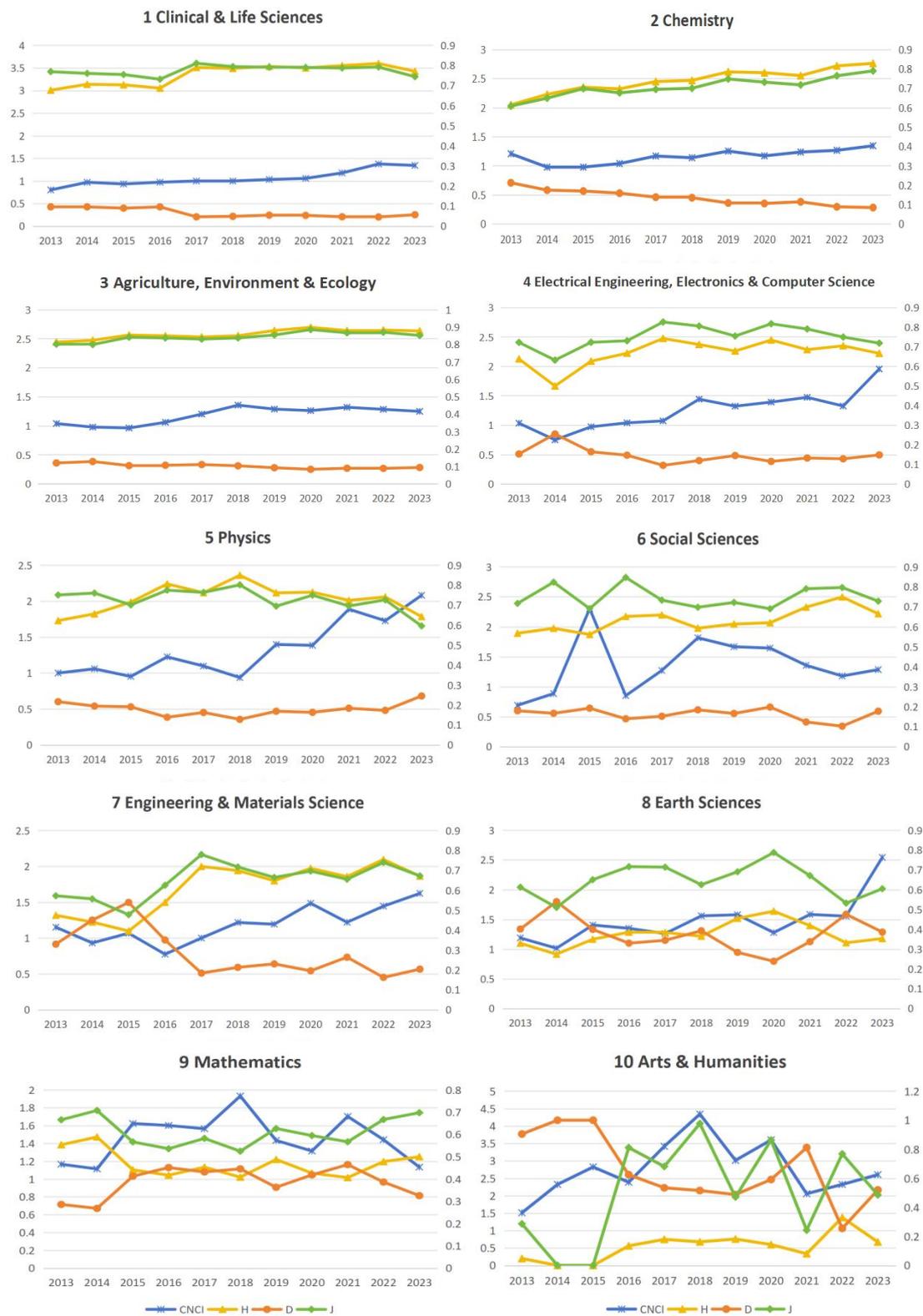


图3 宏观主题 CNCI 和中观类别 α 引文多样性动态 (次坐标轴: D、J)

Figure 3. Dynamics of CNCI of Macro Topics and citation α diversity of Meso topics (Secondary Axis: D, J)

表 3 中 CNCI 与 H、J 和 D 的 Pearson 相关性和一元线性回归分析显示了不同主题与引文多样性的相关程度。虽然大多数宏观主题中，CNCI 值与 H 值之间表现出正相关关系（见表 3），比较显著的如主题 1、2、3、7，这意味着随着中观类别引文 H 多样性的增加，有助于宏观主题 CNCI 值的提升。然而，这种相关性并非在所有宏观主题中都表现一致。在一些规模较小的主题领域中，CNCI 值与中观类别引文 α 多样性之间的动态关系显得相对复杂，或者没有显著相关性。这说明，宏观主题 CNCI 值的稳定性与中观类别的丰富度和发文质量可能密切相关。在某些情况下，即便宏观主题的 H 值和 J 值有所提高，但如果有引用的中观类别数量较少，或者引用相对于世界平均水平很少，那么 CNCI 值的稳定性就会受到影响。例如，宏观主题 5 在 2016 年至 2018 年期间，尽管 H 值保持上升趋势，但由于中观类别数量的减少，CNCI 值出现了明显的下降趋势；另一种情况是，D 值的升高也会导致 CNCI 不稳定，比如宏观主题 6 下的中观类别 Economic Theory 发文引量一般在几篇到几十篇，但在 2015 年，Economic Theory 发文引用量突然增至 955 篇，这促使了中观类别 D 值的增加，同时也导致 CNCI 表现出一个突然增加的异常情况；这说明，中观类别的数量和质量对于宏观主题 CNCI 值的稳定性具有重要的调节作用。也意味着某些主题如果在长期内保持较高的 H 多样性，那么可能在影响力上也能保持相对稳定；相反，体量小的宏观主题，因为中观类别结构很简单，少量研究热点的变化就会导致多样性发生明显的变化，因此很难维持多样性的稳定，那么宏观主题的影响力也不可能保持稳定，尤其是主题 9 和主题 10（见图 3）。值得注意的是，主题 9 的 CNCI 与 H、J 表现出强负相关，与 D 表现出强正相关，暗示了在这个中观类别最少的宏观主题下，均衡度和差异度对 CNCI 有更强烈的影响。

总体而言，这些数据对于理解学术领域内主题发展的动态性以及如何通过提升引文多样性来增强主题影响力的稳定性提供了重要的参考。同时也须注意，在评估和比较不同主题领域的研究质量时，需要考虑更多的因素，而不能仅仅依赖于 CNCI 值或中观类别引文 α 多样性等单一指标。

表 3：宏观主题 CNCI 与中观类别 α 多样性动态相关性

Table 3: The dynamic correlation between macro-themes of CNCI and meso-level α diversity

宏观主题	Pearson 相关性			一元线性回归分析		
	CNCI-H	CNCI-J	CNCI-D	CNCI-H	CNCI-J	CNCI-D
1	0.668	0.081	-0.633	RC=0.514 R ² =0.447 P=0.024	RC=0.568 R ² =0.006 P=0.81	RC=-4.868 R ² =0.401 P=0.036
2	0.639	0.604	-0.654	RC=0.357 R ² =0.409 P=0.034	RC=1.4 R ² =0.364 P=0.049	RC=-1.959 R ² =0.428 P=0.029
3	0.675	0.671	-0.733	RC=1.215 R ² =0.456 P=0.023	RC=3.62 R ² =0.451 P=0.023	RC=-7.577 R ² =0.537 P=0.01
4	0.519	0.383	-0.480	RC=0.762 R ² =0.267 P=0.1	RC=2.212 R ² =0.147 P=0.245	RC=-3.79 R ² =0.23 P=0.135
5	-0.225	-0.752	0.420	RC=-0.463 R ² =0.051 P=0.5	RC=-5.35 R ² =0.565 P=0.007	RC=5.018 R ² =0.176 P=0.19
6	-0.248	-0.653	0.411	RC=-0.614 R ² =0.061 P=0.46	RC=-5.566 R ² =0.426 P=0.029	RC=6.511 R ² =0.169 P=0.21
7	0.572	0.371	-0.587	RC=0.413 R ² =0.328 P=0.033	RC=1.061 R ² =0.138 P=0.26	RC=-1.221 R ² =0.345 P=0.05
8	0.084	-0.083	-0.115	RC=0.164 R ² =0.007 P=0.81	RC=-0.4 R ² =0.007 P=0.81	RC=-0.544 R ² =0.013 P=0.74
9	-0.823	-0.894	0.861	RC=-1.424 R ² =0.677 P=0.002	RC=-3.612 R ² =0.799 P=0.0002	RC=3.295 R ² =0.742 P=0.0006
10	0.265	0.579	-0.390	RC=0.53 R ² =0.07 P=0.43	RC=1.34 R ² =0.335 P=0.06	RC=-1.297 R ² =0.152 P=0.24

4.3 宏观主题的中观类别引文的 H 稳定性与 CNCI 稳定性

用变异系数 CV (coefficient of variability) 衡量稳定性的程度： $CV=d\sigma/dm$ ，其中 $d\sigma$ 为一组数据的标准差， dm 为同一组数据的平均值。变异系数越低，则数据的异质性程度越低，表示稳定性越强。中观类别引文的 H 多样性平均值 (H_m) 揭示了 2013 年至 2023 年和 2018 年至 2023 年这两个时期内的多样性变化程度，同时，H 和 CNCI 的变异系数则反映了相应时期内的稳定性水平（见表 4）。对比两个时期内的 H 均值与变异系数，可以观察到 2018 年至 2023 年期间的 H 均值高于 2013 年至 2023 年，表明自

2018年起,各宏观主题的多样性呈现上升趋势。同时,2018年至2023年 CNCI 与 H 的变异系数低于 2013年至 2023 年,这暗示随着 H 值的提升, H 多样性和影响力趋向于更加稳定的状态。此外, H 的稳定性可能反映了该主题研究的成熟度和深度。一个成熟且深入研究的主题,其中观类别组成、数量和质量都可能更加稳定,因为研究者们在该领域内已经形成了较为固定的研究范式和引用习惯。

表 4.宏观主题 CNCI 与中观类别 H 的稳定性

Table 4. Stability of the macro topic CNCI versus meso category H

宏观主题	Hm	CNCI-cv	H-cv	Hm	CNCI-cv	H-cv
	2013-2023			2018-2023		
1	3.357	0.099	0.067	3.516	0.049	0.017
2	2.467	0.110	0.087	2.621	0.060	0.041
3	2.582	0.101	0.031	2.639	0.059	0.018
4	2.230	0.260	0.100	2.324	0.159	0.036
5	2.132	0.258	0.095	2.076	0.221	0.090
6	2.113	0.249	0.091	2.189	0.169	0.090
7	1.698	0.211	0.205	1.922	0.131	0.055
8	1.254	0.149	0.162	1.342	0.128	0.156
9	1.173	0.178	0.128	1.128	0.190	0.093
10	0.539	0.376	0.736	0.737	0.286	0.469

注: CNCI-cv: CNCI 的变异系数, H-cv: H 的变异系数, Hm: H 的平均值。

图 4 展示了 2013 年至 2023 年和 2018 年至 2023 年各宏观主题 CNCI 变异系数(稳定性)与 H 均值、H 变异系数之间的关系。在 2018 年至 2023 年这一时期内, CNCI 变异系数与 H 变异系数之间的相关性较 2013 年至 2023 年整体时期有所增强。这表明在最近五年中,中观类别引文的多样性波动对 CNCI 稳定性的影响更为显著。此外, H 均值与 CNCI 变异系数之间的负相关性也表明,随着 H 均值的增加, CNCI 的波动性趋于降低,即 CNCI 的稳定性趋于增强。另外,尽管 H 均值与 CNCI 变异系数之间存在负相关性,但这种关系的显著性水平在两个时期内均低于 H 变异系数与 CNCI 变异系数之间的关系。这可能意味着,尽管 H 均值的增加有助于 CNCI 的稳定性,但 H 的波动性对 CNCI 稳定性的影响更为直接和强烈。换言之,多样性越高,越能促进 CNCI 的稳定性,而多样性越稳定, CNCI 也越稳定。

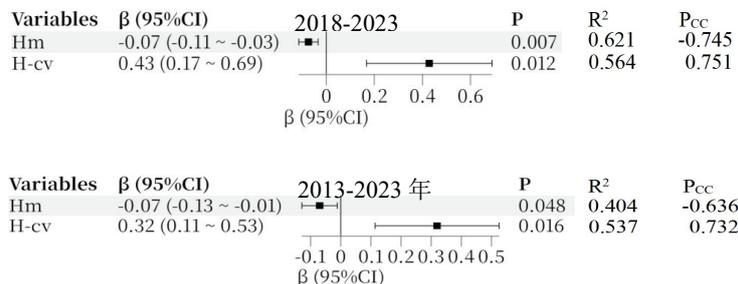


图 4. CNCI 变异系数与 H 均值及 H 变异系数的一元线性回归森林图

Figure 4. Linear regression of CNCI coefficient of variability with H mean and H coefficient of variability

Hm: H 的平均值, H-cv: H 的变异系数, P: 显著度, P_{cc}: Pearson 相关系数

Hm: H mean; H-cv: coefficient of variation of H; P: significance; P_{cc}: Pearson's correlation coefficient

上述分析表明,多样性与稳定性之间的关系是复杂且多变的,它们之间的相互作用可能受到多种因素的影响,包括研究领域的成熟度、研究热点的转移以及学术界的关注焦点变化等。未来的研究可能进一步探讨这些因素如何具体影响 CNCI 和 H 值的稳定性。

5 结论与讨论

5.1 结论

本文从跨主题和主题发展动态两个角度讨论了基准重构影响力（CNCI）与多样性各指标的相关性。研究表明，宏观主题的体量大小会影响中观类别引文的多样性和 CNCI 的关系表现，体量大的宏观主题综合多样性 H 值高，但 CNCI 表现不佳，体量小的宏观主题优势度 D 值高，且 CNCI 值表现相对更好。大体量的宏观主题的 H 值上升，会提升 CNCI 值表现，这说明引文多样性与影响力在一定条件下能够达成协同发展；而小体量宏观主题的多样性与 CNCI 动态则表现出异常的不稳定性。总的说来，综合多样性 H 的增加对 CNCI 的稳定性有积极影响，并且 H 的稳定性对 CNCI 稳定性有更显著地积极影响。

5.2 讨论

不同的分析视角下多样性与影响力的关系是复杂的，会受到研究对象、数据来源时间以及多样性指标差异等的影响。CNCI 是基于主题领域水平的基准值计算的结果，主题发展中，其中观类别综合多样性与 CNCI 以及稳定性的正向关系可以提示学校与科研管理部门，要尽力扶持小体量团队以发展和维系团队内部的多元知识生态，以能在全球同领域竞争格局中收获更高的影响力以及稳固的竞争优势。然而，当我们将 CNCI 视作跨学科标准化贡献度评估的单点指标时，弊端在于，CNCI 可能具有误导性，因为它会淹没多样化的数据传播，很容易受到异常值的影响^[12]。小体量团队可能凭借集中于少数优势学科的集群效应使得 CNCI 值超越大体量团队的表现，但学科类别过于单一，会限制发展空间，难以产生跨学科的创新成果。并且这种单一指标评价模式极有可能挫伤科研者探索更多研究领域的积极性，因为研究方向的增加可能会带来团队整体 CNCI 的降低，遏制学术创新。而学科交叉融合的趋势使得未来研究可能更加关注跨学科和交叉研究的发展，因此在团队科研评价实践中，评价主体务必要摒弃单一指标评价的思路，将多样性与影响力指标纳入综合考量范畴。在评价标准政策制定时，应平衡好宏观主题框架下学科多样性拓展与专业深度精研的关系，比如适当弱化 CNCI 权重，增设创新性指标或强化成果转化相关指标等；做到既能维系专业领域的深耕细作，又能激发团队知识创新的多元活力。

5.3 局限

本研究不可避免地存在一定的局限性。其一，样本仅仅局限于单一高校，样本数量相对匮乏，难以呈现出整个学术生态的真实全貌。其二，数据来源是基于特定时间节点的 CT 学科分类体系而开展的，然而，在不同的时间跨度以及不同的分类标准之下，多样性与 CNCI 的呈现形式与表现特征可能存在差异。其三，分析上主要运用的是描述性统计方法，在深入挖掘数据背后所潜藏的复杂因果关联时比较乏力，无法透彻地剖析其内在逻辑关系。基于上述局限性，本研究所得出的结论难以具备广泛的普适性。在未来研究中，会计划扩大样本的涵盖范围，以获取更丰富的数据源。或者尝试结合多种学科分类体系，从不同的分类视角对数据进行深入剖析与解读。此外，在分析方法上，考虑引入诸如多元回归分析等更为先进的工具，以进一步验证研究结论的稳健性与普适性，为学科发展贡献更具深度、更有价值的研究成果。

参考文献

- [1]施顺顺. 基于 Rao-Stirling 多样性算法的公共管理学跨学科性评估研究[D]. 浙江财经大学, 2019.
- [2]ZHANG L, ROUSSEAU R, GLNZEL 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.
- [3]孙佳佳. 学术期刊跨学科性与影响力的关系研究——以 CSSCI 图情档期刊为例[J]. 中国科技期刊研究, 2023, 34(6): 786-798.
- [4]刘嘉明, 孙建军. 参考文献跨学科性与论文学术影响力的关系研究[J]. 情报学报, 2023, 42(5):525-536.
- [5]罗小英. 地域视角下交叉学科多样性学术特征与影响力关系研究——以医学信息学领域为例[D]. 中国科学院大学, 2022
- [6]GARFIELD E. Is citation analysis a legitimate evaluation tool?[J]. Scientometrics, 1979, 1 (4): 359-375

- [7]顾宏怡, 宋丽平, 张启新. 生物多样性与环境生态[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2023.05.
- [8]RAO, R. R. Diversity: Its measurement, decomposition, apportionment and analysis[J]. Sankhyā: the indian journal of statistics, series a (1961-2002),1982, 44(1): 1-22.
- [9]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.
- [10]RÜDIGER M. Diversity and interdisciplinarity: Should variety, balance and disparity be combined as a product or better as a sum? An information-theoretical and statistical estimation approach[J]. Scientometrics, 2022,127(12): 7397-7414.
- [11]LOET L, ISMAEL R. Indicators of the interdisciplinarity of journals: Diversity, centrality, and citations[J]. Journal of informetrics, 2011, 5(1): 87-100.
- [12]JONATHAN A,等.全面画像 而非简单指标[J].科学观察,2019,14(4): 58-65.
- [13]POTTER RW, Szomszor M, Adams J. Comparing standard, collaboration and fractional CNCI at the institutional level: Consequences for performance evaluation[J]. Scientometrics, 2022, 127(12):7435-48.
- [14]李旋. 军事医学高学术影响力学者的识别方法与揭示架构研究[D].中国人民解放军军事医学科学院, 2018.
- [15]徐佳宁, 孙婧. 中外高水平学者国际影响力比较研究[J]. 西南民族大学学报(人文社科版), 2019, 40 (06): 234-240.
- [16]高伟, 陈喆. 基于 InCites 数据库的大气科学领域科研绩效分析[J]. 图书情报导刊, 2017, 2 (06): 66-73.
- [17]ZHANG L, LOET L. The scientometric measurement of interdisciplinarity and diversity in the research portfolios of chinese universities[J]. The journal of data and information science, 2021, 6(4): 13-35.
- [18]WANG J, THIJS B, WOLFGANG G. Interdisciplinarity and impact: Distinct effects of variety, balance, and disparity[J].Plos One, 2015,10(5): e0127298.
- [19]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.
- [20]刘智锋, 马永强, 杨金庆. 引文学科多样性与论文影响力的关系研究[J]. 情报杂志, 2020, 39(7): 190-195.
- [21]ALFREDO Y.Y; ISMAEL R; PABLO D. Does interdisciplinary research lead to higher citation impact? The different effect of proximal and distal interdisciplinarity[J]. PloS one, 2015,10(8): e0135095.
- [22]韩永伟编著. 生态保护城乡统筹关键技术[M].中国环境出版集团, 2020.07.
- [23]SHANNON C. E. A mathematical theory of communication, Bell Syst. Techn. Journal,1948, 27:379-423..
- [24]PIELOU E.C. Comment on a report by jh vandermeer and rh macarthur concerning broken stick model of species abundance[J]. Ecology,1966,47(6): 1073.
- [25]SIMPSON, E.H. Measurement of diversity[J]. Nature, 1949, 163(4148): 688-688.
- [26]MACARTHUR R. Fluctuations of animal and populations and a measure of community stability[J]. Ecology, 1955, 36:533-536.
- [27]PETER J. W.the ecology of invasions by animals and plants by Charles S. Elton[J].American Scientist,1959,47(3): 270A.
- [28]刘俊婉,郁丛菡. 团队稳定性、学科多样性和团队绩效[J]. 科技管理研究, 2023, 43(7):116-122.