

# 高颠覆因子论文学术影响力评价研究

郭丽娜<sup>1</sup> 周群<sup>2</sup>

(1. 山东师范大学图书馆, 济南 250014; 2. 中国农业大学图书馆, 北京 100193)

**摘要:** 颠覆因子是基于引文网络识别和探测颠覆性研究的新兴指标。研究高颠覆因子论文的计量特征及其学术影响力, 不仅有助于丰富论文评价体系, 也有利于对颠覆性研究识别方法的补充和完善。以1954—2014年PubMed中被Web of Science收录的12 472 382篇论文为总数据集, 统计2005—2014年高颠覆因子论文的发表年、引用分布等计量特征。在比较高颠覆因子论文学术影响力指标的基础上, 改进“公平性测试”方法, 深入探究颠覆因子与Altmetrics指标、引文分析指标的相关性, 并试图探讨开放获取对高颠覆因子论文各指标的影响。从描述性统计来看, 高颠覆因子论文的被引频次差异较大, 来源期刊集中于欧美地区的JCR Q1区权威医学期刊和综合性期刊; 从学术影响力指标来看, 高颠覆因子论文的学术影响力差异较大, 可将颠覆因子作为评价论文创新力的补充指标, 且在高颠覆因子论文中, 开放获取论文的各评价指标值均显著高于传统付费论文, 更易表现出高社会关注度和高影响力。

**关键词:** 颠覆性研究; 颠覆因子; 高颠覆因子论文; 学术影响力; 公平性测试

**中图分类号:** G350 **DOI:** 10.3772/j.issn.1673-2286.2023.03.003

**引文格式:** 郭丽娜, 周群. 高颠覆因子论文学术影响力评价研究[J]. 数字图书馆论坛, 2023 (3) : 19-27.

当今世界正处于新科技革命和产业革命的交汇点, 基础研究与应用研究交叉渗透, 科学研究与技术创新紧密融合, 更多战略性颠覆性研究或技术不断涌现, 深刻影响社会经济、政治和科技面貌。颠覆性研究又称科学突破, 其原创程度相对高于渐进性研究, 能够挑战或颠覆原有创新范式, 开辟新范式或新领域, 代表着科学创新进程中最具前瞻性的发展方向。

颠覆性研究识别方法是科技政策制定者和科技情报工作者关注的研究热点和前沿议题。目前在情报学领域, 颠覆性研究的识别方法主要分两类。一类是基于引文特征识别颠覆性研究, 例如: Du等<sup>[1]</sup>从颠覆性研究的超前性和不确定性出发, 利用引文曲线特征提出“延迟承认指数”来识别颠覆性研究; 也有学者通过测度参考文献的“平均年龄”、组合新颖性等特征识别颠覆性研究<sup>[2-3]</sup>; Huang等<sup>[4]</sup>基于颠覆性研究改变原有引文路径提出“破裂分数”, 用于识别颠覆性研究。

另一类是基于文本特征识别颠覆性研究, 例如: Small等<sup>[5]</sup>分析施引语句后发现, 颠覆性研究的引用内容中“first identified”等评价性词语词频较高; 杨雪梅等<sup>[6]</sup>对已有颠覆性研究摘要和引文语料中的特征词进行提取以预测颠覆性研究。

目前主要有两种评价论文学术影响力的方法: 一是基于引文分析的传统评价方法, 主要表现为应用被引频次、期刊影响因子等引文指标, 存在时滞较长、指标片面、引用情感不明等局限性<sup>[7-8]</sup>; 二是基于Altmetrics的新型评价方法<sup>[9-10]</sup>, 其通过衡量论文受网络关注程度, 更加全面、即时地反映学术影响力<sup>[11]</sup>。部分学者认为二者互为补充, 可据此从多个维度构建更为全面、系统的学术影响力评价体系<sup>[12-13]</sup>。颠覆因子 (Disruption)<sup>[14]</sup>引发了相关研究人员的关注, 其基于引文关系测度论文颠覆性, 迅速成为识别颠覆性研究的新兴指标。本文通过构建高颠覆因子论文数据集, 基于对其计量特征的考察,

从引文分析与Altmetrics指标两个维度出发,引入“公平性测试”方法来评价高颠覆因子论文的学术影响力。

## 1 相关研究

颠覆因子源自Funk等<sup>[15]</sup>基于引文网络特征提出的新型测度指标,该指标通过判断新专利对已有专利引文网络的巩固或破坏程度来判断新发明对现有技术是否造成颠覆性影响,进而评估新发明的颠覆性。基于这一思路,Wu等<sup>[14]</sup>将该指标改进后定义为颠覆因子 $D$ ,通过比较两种施引文献(只引用焦点文献、同时引用焦点文献及其参考文献)的概率差值来测度研究的颠覆性。具体而言, $D>0$ ,表示焦点文献具有颠覆性, $D$ 越接近1则焦点文献颠覆性越强; $D<0$ ,表示焦点文献具有渐进性, $D$ 越接近-1则焦点文献渐进性越强; $D=0$ ,表示焦点文献的渐进性或颠覆性均不明显。

图1所示为颠覆因子的计算模型,其中 $t$ 为焦点文献的发表年。对于焦点文献和其参考文献而言,共存在3种类型的施引文献:①只引用焦点文献,即F;②同时引用焦点文献及其参考文献,即B;③只引用焦点文献的参考文献,即R。

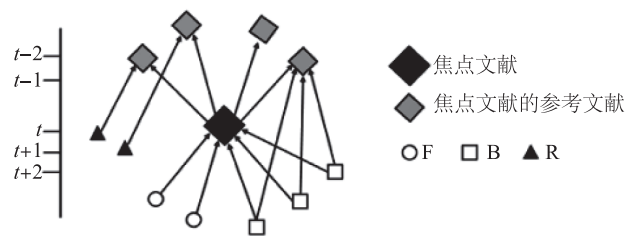


图1 颠覆因子的计算模型<sup>[16]</sup>

颠覆因子计算公式如式(1)所示。

$$D = \frac{N_F - N_B}{N_F + N_B + N_R}, \quad D \in [-1, 1] \quad (1)$$

式中: $N_F$ 、 $N_B$ 、 $N_R$ 分别代表各部分施引文献的数量。

颠覆因子是识别和探测颠覆性研究的新型指标,它的出现受到学界的广泛关注和热议<sup>[17-18]</sup>。Azoulay<sup>[19]</sup>对颠覆因子内涵作出阐释:当大多数引用焦点文献的文献同时引用了其参考文献时,这篇文献继承或巩固了先前的研究成果,反之则是对先前成果的颠覆。随后,Bornmann等<sup>[20]</sup>将在*Scientometrics*上发表的颠覆因子Top 1%的论文界定为高颠覆因子论文,发现颠覆因子主要集中在0附近,即大部分的研究并不具有明显的渐

进性或颠覆性,颠覆性研究仅占全部研究的极少部分,同时指出颠覆因子受论文引用时间窗的影响,并建议将引用时间窗设置在3年以上<sup>[21]</sup>。

围绕颠覆因子的定义,学者提出了不同的改进方向。Osório等<sup>[22]</sup>为保证颠覆因子计算结果的可靠性,在“参考文献数量和被引频次均至少为20”的论文中随机抽取1万篇论文作为研究样本,基于博弈论深入探讨了小团队研究成果更具颠覆性的原因。Lü等<sup>[23]</sup>则以神经科学领域为例,将每篇论文的引用时间窗设置为发表后的5年,研究发现高颠覆因子论文的参考文献数量和被引频次未必更高,同时使用logistic回归分析了不同合作模式对颠覆因子的影响,结果表明,国家/地区级的合作与颠覆因子负相关,而机构级的合作与颠覆因子正相关。

此外,Wei等<sup>[24]</sup>将颠覆因子用于评估诺贝尔奖论文与非诺贝尔奖论文的颠覆性,发现与非诺贝尔奖论文相比,诺贝尔奖论文的被引频次更高,但颠覆性并不比非诺贝尔奖论文高。Zhao等<sup>[25]</sup>则利用颠覆因子测度了学者的颠覆性,发现有海外交流经历并移居中国的学者的学术颠覆性更高;Figueiredo等<sup>[26]</sup>使用贝叶斯方法,将颠覆因子应用到对颠覆性音乐家的识别中。后续研究<sup>[27-28]</sup>还提出了一些颠覆因子的变体:Bu等<sup>[29]</sup>受颠覆因子的启发,建立了多维度评估科学出版物影响力的框架。综上所述,已有研究主要侧重于对颠覆因子计算原理和应用的推广与探讨方面,从基础理论到计量实践层面,对高颠覆因子论文的传统计量指标及其学术影响力的研究都相对不足。本文旨在探究高颠覆因子论文的学术影响力及开放获取(Open Access, OA)模式对高颠覆因子论文学术影响力的影响,为科研人员深入理解和使用颠覆因子提供参考借鉴。

## 2 数据与方法

### 2.1 数据样本与指标选取

本研究以1954—2014年PubMed数据库中被Web of Science核心合集收录的12 472 382篇期刊论文为总数据集<sup>[14]</sup>,为保证文献计量指标及Altmetrics指标的可获取性,进一步限定发表年份为“2005—2014年”。同时,为避免因被引频次过低导致颠覆因子不一致,进一步将高颠覆因子论文最低被引频次限定为20次<sup>[22]</sup>,设置引用时间窗为5年<sup>[23]</sup>。最终将数据集中颠覆因子Top

1 000论文定义为高颠覆因子论文,即具体研究对象。

考虑到从Altmetrics指标与引文分析两个维度评价高颠覆因子论文学术影响力的优势,选取PlumX作为Altmetrics指标来源。PlumX目前被集成于Scopus数据库,是主流Altmetrics评价工具和平台之一<sup>[30]</sup>,包括五大类综合性论文计量指标,分别为Citations(引用)、Usage(使用)、Captures(捕获)、Mentions(提及)、Social Media(社交媒体),其中Citations类将引文索引、专利家族引用、临床引用和政策引用数据作为计量指标,Usage类将摘要浏览量、点击量、合作者数量、下载量、全文浏览量和馆藏数据作为计量指标,Captures类将书签、收藏夹、关注者、复刻、读者、导出/保存、订阅者、查看者数据作为计量指标,Mentions类将博客提及量、评论量、论坛话题量、要点计数、新闻提及量、问答网站提及量、参考及评论数据作为计量指标,Social Media类将点赞、评论、转发、评级数据作为计量指标。本研究仅涉及大类指标,将各大类下的小指标之和作为最终分值。

选取Scopus数据库中的学科归一化引文影响力(Field Weighted Citation Impact, FWCI)指标作为研究的传统引文指标。高颠覆因子论文在文献类型、出版年、学科领域方面存在差异,而FWCI指标是对这些差异进行归一化的无偏性指标,其值大于1表示论文引文影响力超过全球平均水平,因此FWCI指标能够有效测度学术影响力<sup>[31]</sup>。

基于Scopus数据库检索1 000篇高颠覆因子论文的Altmetrics指标、FWCI指标及出版模式信息,共获取到完整指标数据427条,占总体数据的42.7%。根据纽曼确定样本容量的经验法则<sup>[32]</sup>,对于规模较小(数量在1 000左右)的样本,抽样比例达到30%即能保证结果准确性,因此本研究结果具备较高的信度和效度。数据采集及指标查询日期截至2020年12月30日,采用Python 3.6和SPSS 26.0软件进行统计分析。

427篇高颠覆因子论文的颠覆因子与Altmetrics指标、FWCI指标的统计信息如表1所示。此外,OA论文共有194篇,非OA论文共有233篇。

## 2.2 改进“公平性测试”方法

“公平性测试”方法能够消除不同引用时间窗对数据采样的影响,从而给待测数据创造一个相对公平的测试环境。Thelwall等<sup>[33]</sup>提出利用分组实验进行“公

表1 各指标的描述性统计结果

| 指 标          | 属 性          | 最大值           | 最小值     | 均 值         | 标准偏差         |
|--------------|--------------|---------------|---------|-------------|--------------|
| 颠覆因子         | 颠覆性指标        | 0.948 5       | 0.265 6 | 0.413 0     | 0.139 6      |
| Citations    | Altmetrics指标 | 76 428.000 0  | 2.000 0 | 968.280 0   | 4 466.168 0  |
| Usage        | Altmetrics指标 | 255 128.000 0 | 0.000 0 | 2 789.750 0 | 14 507.476 0 |
| Captures     | Altmetrics指标 | 64 141.000 0  | 5.000 0 | 729.050 0   | 3 325.137 0  |
| Mentions     | Altmetrics指标 | 1 394.000 0   | 0.000 0 | 7.900 0     | 69.229 0     |
| Social Media | Altmetrics指标 | 39 534.000 0  | 0.000 0 | 413.410 0   | 3 711.919 0  |
| FWCI         | 传统引文指标       | 640.780 0     | 0.000 0 | 24.835 4    | 78.137 3     |

平性测试”,可消除不同学科、不同期刊或不同发表时间论文的被引频次差异,并成功应用于分析Altmetrics指标与传统文献计量指标的相关性。

本研究借鉴该方法分析高颠覆因子论文的学术影响力,并基于实际数据进行改进。由于高颠覆因子论文均被PubMed数据库收录,且发表时间跨度较大,选取3篇论文作为一组比较对象,将3篇论文中的前后2篇论文(全体高颠覆因子论文中发表时间距离中间论文最近的前后2篇论文)作为参照。采用新方法既能够消除引用时间窗的影响,确保同一组对象的数据采样区间一致,又能保证每一组数据计算的独立性,同时减少计算成本。

“公平性测试”计算模型见表2。研究样本中的某篇论文用b表示,同组参照论文用a、c表示,且发表顺序为a先于b, b先于c,其他某一指标则用T表示。测试结果可以分为三类。

(1) 成功: 样本颠覆因子高于同组两篇参照论文颠覆因子的平均值,且样本其他引文指标高于同组参照论文其他引文指标的平均值;或者样本颠覆因子低于同组两篇参照论文颠覆因子的平均值,且样本其他引文指标低于同组参照论文其他引文指标的平均值。

(2) 失败: 与“成功”情况相反,即样本颠覆因子高于同组两篇参照论文颠覆因子的平均值,且样本其他引文指标低于同组参照论文其他引文指标的平均值;或者样本颠覆因子低于同组两篇参照论文颠覆因子的平均值,且样本其他引文指标高于同组参照论文其他引文指标的平均值。

(3) 无效: 其他计算结果。

统计每一类结果的累计值,能够做如下推论: 结果中成功次数与失败次数之间的差异越明显,颠覆因子与其他引文指标的关系越强;反之,若成功次数和失败次数无明显差异,那么颠覆因子与其他引文指标相关性极弱或无相关性。

表2 “公平性测试”计算模型

| 类别 | 测试结果一                                             | 测试结果二                                             |
|----|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 成功 | $D_b > 1/2 (D_a + D_c)$ 且 $T_b > 1/2 (T_a + T_c)$ | $D_b < 1/2 (D_a + D_c)$ 且 $T_b < 1/2 (T_a + T_c)$ |
| 失败 | $D_b > 1/2 (D_a + D_c)$ 且 $T_b < 1/2 (T_a + T_c)$ | $D_b < 1/2 (D_a + D_c)$ 且 $T_b > 1/2 (T_a + T_c)$ |
| 无效 | 其他计算结果                                            |                                                   |

## 3 研究结果

### 3.1 描述性统计

高颠覆因子论文的发表年及该年Citations分布如图2所示。从整体上看,论文年发表量与Citations均呈现

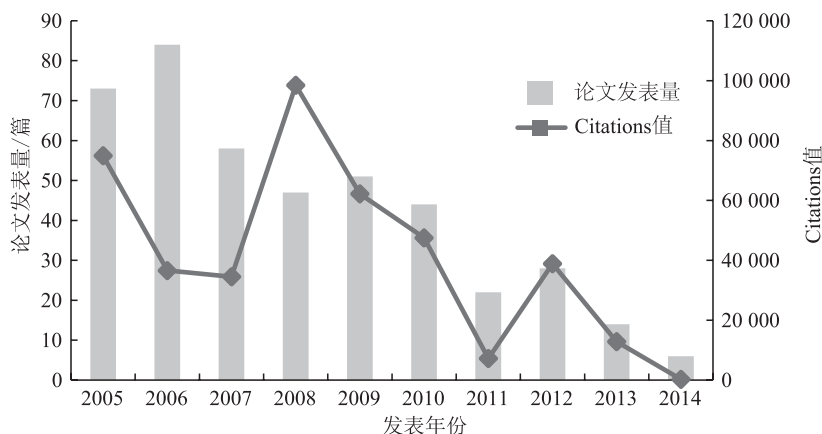


图2 高颠覆因子论文的发表年及Citations分布

高颠覆因子论文的主要来源期刊分布（发表量Top 10）如表3所示。可以看出,高颠覆因子论文主要来源期刊均为欧美地区的JCR Q1区权威期刊,且医学期刊占大多数,这与本研究数据取自PubMed数据库有关。其中,*The New England Journal of Medicine (NEJM)*、*The Lancet*、*British Medical Journal (BMJ)*和*The Journal of the American Medical Association (JAMA)*为医学领域四大权威期刊,同时*NEJM*、*The Lancet*及*CA-A Cancer Journal for Clinicians*为2020年全球影响因子Top 10期刊。除医学类期刊外,主要来源还有综合性期刊*Science*、*Nature*以及环境科学与生态学类期刊*Health Affairs*。从篇均被引频次和影响因子上看,*CA-A Cancer Journal for Clinicians*的影响因子(508.702)和篇均被引频次(8 403.20)均最高。大多数论文具有较高的被引

波动下降趋势,这与颠覆因子存在时滞性有关,据此可按年发表量分两个阶段:第一阶段为2005—2010年,高颠覆因子论文占比达到83.6%,论文发表量最多的年份(2006年)也出自本阶段,该年共产出84篇高颠覆因子论文;第二阶段为2011—2014年,这一阶段论文的年发表量显著低于上一阶段,且论文年发表量最少的年份(2014年)也来自该阶段,该年共产出6篇高颠覆因子论文。此外,Citations同样波动性较大,Citations值最高的年份为2008年,达98 467,最低的年份为2014年,为278。

此外,来自期刊*The Lancet*的论文“*How prepared is Europe for pandemic influenza? Analysis of national plans*”虽然Citations值仅为56,其颠覆因子排名却在较为靠前的第30位,这说明颠覆因子与Citations可能无必然相关性。

频次,所在期刊影响因子较高。

表3 高颠覆因子论文的来源期刊分布

| 来源期刊                                      | 论文发表量/篇 | 篇均被引频次/次 | 影响因子    |
|-------------------------------------------|---------|----------|---------|
| <i>NEJM</i>                               | 31      | 210.61   | 91.245  |
| <i>The Lancet</i>                         | 26      | 559.12   | 79.321  |
| <i>Science</i>                            | 26      | 645.85   | 47.728  |
| <i>Nature</i>                             | 21      | 214.86   | 49.962  |
| <i>BMJ</i>                                | 21      | 195.00   | 39.890  |
| <i>Health Affairs</i>                     | 11      | 228.73   | 6.301   |
| <i>JAMA</i>                               | 11      | 118.27   | 56.272  |
| <i>CA-A Cancer Journal for Clinicians</i> | 10      | 8 403.20 | 508.702 |
| <i>Waste Management</i>                   | 9       | 108.34   | 7.145   |
| <i>American Journal of Public Health</i>  | 8       | 136.50   | 9.308   |



3.2 高颠覆因子论文学术影响力分析

3.2.1 颠覆因子与各指标相关性分析

要分析高颠覆因子论文的颠覆因子与Citations、Usage、Captures、Mentions、Social Media、FWCI指

标的相关性, 先要通过假设检验判断数据正态性, 以确定合适的相关性分析方法。经显著性检验发现, 颠覆因子与其他6个指标的检验结果均为0, 低于显著性水平0.05, 即各指标不服从正态分布, 因此选择Spearman相关性分析。颠覆因子与各指标的相关性分析结果如表4所示。

表4 颠覆因子与各指标的Spearman相关性分析结果

| 指 标          | 相关性/显著性 | 指 标     |           |         |          |          |              |      |
|--------------|---------|---------|-----------|---------|----------|----------|--------------|------|
|              |         | 颠覆因子    | Citations | Usage   | Captures | Mentions | Social Media | FWCI |
| 颠覆因子         | 相关性     | 1       |           |         |          |          |              |      |
|              | 显著性     |         |           |         |          |          |              |      |
| Citations    | 相关性     | 0.154** | 1         |         |          |          |              |      |
|              | 显著性     | 0.001   |           |         |          |          |              |      |
| Usage        | 相关性     | 0.001   | 0.043     | 1       |          |          |              |      |
|              | 显著性     | 0.979   | 0.377     |         |          |          |              |      |
| Captures     | 相关性     | 0.108*  | 0.737**   | 0.409** | 1        |          |              |      |
|              | 显著性     | 0.025   | 0         | 0       |          |          |              |      |
| Mentions     | 相关性     | 0.109*  | 0.376**   | 0.073   | 0.349**  | 1        |              |      |
|              | 显著性     | 0.025   | 0         | 0.133   | 0        |          |              |      |
| Social Media | 相关性     | 0.025   | 0.106*    | 0.098*  | 0.185**  | 0.115*   | 1            |      |
|              | 显著性     | 0.603   | 0.029     | 0.044   | 0        | 0.017    |              |      |
| FWCI         | 相关性     | 0.071   | 0.627**   | -0.115* | 0.353**  | 0.208**  | 0.133**      | 1    |
|              | 显著性     | 0.145   | 0         | 0.017   | 0        | 0        | 0.006        |      |

注: “显著性”均为双侧检验结果; “\*\*”表示在0.01水平上显著相关, “\*”表示在0.05水平上显著相关。

经计算, 颠覆因子与其他6个学术影响力评价指标的相关性均低于0.2, 可见颠覆因子与各学术影响力评价指标存在极弱的相关性。但以上相关性分析方法并不能消除引用时间窗的影响, 因此需要设计实验以进一步验证颠覆因子与各指标是否具有相关性。

3.2.2 “公平性测试”结果分析

采用“公平性测试”方法, 以427篇高颠覆因子论文为样本, 将论文按发表顺序排序并编号为1~427, 每3篇论文为1组比较对象, 如第1组为论文1、2、3, 其中论文1、3为参照。由于发表时间最早和最晚的两篇论文不具有完整的前后参照对象, 故最终得到425组比较对象, 对这425组测试结果进行分组计算、比较。“公平性测试”结果及相关性排序变化见表5。

由“公平性测试”结果可知, 成功次数与失败次数差异不明显, 颠覆因子与其他6个指标相关性极弱, 这与上文的相关性分析结果整体相吻合。其中, Mentions成功率最高, 为57%。由表5可知, 经过“公平性测试”

方法修正后, 颠覆因子与其他6个指标的相关性发生变化: 测试前指标按相关性由高到低排序依次为Citations、Mentions、Captures、FWCI、Social Media、Usage, 测试后依次为Mentions、FWCI、Citations、Social Media、Captures、Usage。消除引用时间窗的影响后, 与颠覆因子相关性较高的指标(如Citations、Captures)排序下降, 而与颠覆因子相关性较低的指标(如Mentions、FWCI)排序上升, 可见消除引用时间窗的干扰能够在一定程度上减小颠覆因子与其他指标的差距。

一方面, 在测试后相关性排序上升的指标中, FWCI指标排序上升最多, 这与目前的颠覆因子计算方式并未区分不同学科有关。通过“公平性测试”在一定程度上减小了学科差异, 提高了相关性分析结果的准确性。鉴于此, 后续可将克服学科差异性考虑在内, 进一步改进颠覆因子算法, 以提高颠覆因子识别颠覆性研究的准确率。

与社交媒体传播相关的指标Mentions和Social Media在测试后相关性排序同样有所上升。这两类指

表5 “公平性测试”结果及相关性排序变化

| 指标           | 成功次数/次 | 失败次数/次 | 成功率/% | 失败率/% | 相关性排序 |     |    |
|--------------|--------|--------|-------|-------|-------|-----|----|
|              |        |        |       |       | 测试前   | 测试后 | 变化 |
| Mentions     | 244    | 181    | 57    | 43    | 2     | 1   | ↑1 |
| FWCI         | 224    | 201    | 53    | 47    | 4     | 2   | ↑2 |
| Citations    | 223    | 202    | 52    | 48    | 1     | 3   | ↓2 |
| Social Media | 220    | 205    | 52    | 48    | 5     | 4   | ↑1 |
| Captures     | 215    | 210    | 51    | 49    | 3     | 5   | ↓2 |
| Usage        | 201    | 224    | 47    | 53    | 6     | 6   | 0  |

注：“↑”表示排序上升，“↓”表示排序下降，“0”表示排序不变。

标也是Altmetrics得分计算过程中权重最大的指标，其中Mentions能够衡量读者被研究吸引的程度，涉及与该研究相关的博客文章、评述及维基百科链接等，而Social Media能够计量研究成果的相关点赞、转发及推文数量。可见在消除引用时间窗影响的测试环境下，高颠覆因子论文更易获得相对较高的社交网络关注度，这与颠覆性研究多为革命性科学突破有关：一旦发表后便引起学界乃至整个社会的爆发式关注和传播，且影响深远、广泛，长期处于高被引状态，诺贝尔奖获奖论文即属于代表性颠覆性研究。

另一方面，测试后相关性排序下降最多的指标为Citations和Captures。尽管颠覆因子是基于被引频次进行计算的，但是在规避掉因被引频次过低而使颠覆因子出现不一致性的情况后，颠覆因子受被引频次影响的程度大大降低，进而提高了分析结果的信度和效度。这也表明在同等条件下，高颠覆因子与被引频次的关系较弱，拥有高颠覆因子的科技论文未必具有较高的学术影响力。Captures能够通过追踪用户将论文加入书签、收藏夹及成为关注者等情况来表征用户的持续访问意愿，相对而言，Captures与高颠覆因子无直接关联。

综上，基于“公平性测试”发现，高颠覆因子论文的被引频次具有较大差异，颠覆因子与被引频次呈弱相关关系，即高颠覆因子论文未必具有较高的学术影响力。颠覆因子通过分析论文的前后向引用关系来表征论文的创新性，其测度角度不同于其他论文影响力评估指标，可作为评价论文创新性的补充指标。

### 3.3 出版模式对高颠覆因子论文学术影响力的影响

采用非参数检验方法，从统计学角度比较分析OA论文与传统付费论文在各统计指标上是否存在差异，

Mann-Whitney *U*检验与显著性检验结果见表6和表7。从表6和表7能够判断，OA论文与传统付费论文在颠覆因子、Mentions和Social Media这3个统计项上具有显著差异，且OA论文的各统计项数值均显著高于传统付费论文。

表6 高颠覆因子论文各指标的Mann-Whitney *U*检验结果

| 指标           | 出版模式 | 论文数量 /篇 | 秩均值    | 秩和        |
|--------------|------|---------|--------|-----------|
| 颠覆因子         | OA   | 195     | 229.52 | 44 756.40 |
|              | 付费   | 232     | 200.96 | 46 622.72 |
| Citations    | OA   | 195     | 225.91 | 44 052.45 |
|              | 付费   | 232     | 203.99 | 47 325.68 |
| Usage        | OA   | 195     | 214.91 | 41 907.45 |
|              | 付费   | 232     | 213.24 | 49 471.68 |
| Captures     | OA   | 195     | 223.67 | 43 615.65 |
|              | 付费   | 232     | 205.87 | 47 761.84 |
| Mentions     | OA   | 195     | 230.07 | 44 863.65 |
|              | 付费   | 232     | 200.49 | 46 513.68 |
| Social Media | OA   | 195     | 236.86 | 46 187.70 |
|              | 付费   | 232     | 194.78 | 45 188.96 |
| FWCI         | OA   | 195     | 224.44 | 43 765.80 |
|              | 付费   | 232     | 205.22 | 47 611.04 |

研究结果在一定程度上表明，OA出版模式的高颠覆因子论文更易被学者广泛阅读和引用，其颠覆性更容易外显。高颠覆因子论文本身多发表在领域顶级期刊上，其研究内容往往是公众关注的焦点问题，OA的便利性使得这类论文得到更多的点赞、评论、分享及媒体宣传等，在得到大量引用的同时，更容易表现出高社会关注度和高影响力。

## 4 结论

本研究旨在评价高颠覆因子论文的学术影响力，

表7 高颠覆因子论文各指标的显著性检验结果 (分组变量: 出版模式)

| 指标                    | 颠覆因子       | Citations  | Usage      | Captures   | Mentions   | Social Media | FWCI       |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|
| Mann-Whitney <i>U</i> | 25 645.500 | 24 942.500 | 22 797.000 | 24 505.500 | 25 753.500 | 27 078.000   | 24 656.000 |
| Wilcoxon <i>W</i>     | 44 755.500 | 44 052.500 | 41 907.000 | 43 615.500 | 44 863.500 | 46 188.000   | 43 766.000 |
| <i>Z</i>              | 2.382      | 1.828      | 0.139      | 1.484      | 2.564      | 3.536        | 1.603      |
| 渐近显著性 (双侧)            | 0.017      | 0.067      | 0.889      | 0.138      | 0.010      | 0.000        | 0.109      |

注: 显著性水平为0.05。

进一步探讨颠覆因子的特征及适用性, 以充分发挥颠覆因子在计量指标体系和科技评价中的作用。研究发现:

(1) 从发表年和Citations分布上看, 高颠覆因子论文的整体发表量受引用时间窗的影响, 呈波动下降趋势, 且高颠覆因子论文的被引频次具有较大差异; 从来源期刊分布上看, 应用型领域如临床医学、多学科科学的论文占比最多, 高颠覆因子论文的主要来源期刊为JCR Q1区欧美地区的权威医学期刊和综合性期刊。

(2) 颠覆因子与FWCI指标、Altmetrics指标呈弱相关关系, 颠覆因子可为颠覆性研究识别、论文评价提供新思路。引入“公平性测试”方法消除引用时间窗影响后, 在一定程度上减小了颠覆因子与其他指标的差距, 测试后FWCI指标的相关性排序上升较多, 这与目前的颠覆因子计算方式并未区分不同学科有关, 后续考虑基于学科差异性改进颠覆因子算法, 以提高颠覆因子识别颠覆性研究的准确率。与社交媒体传播相关的指标Mentions和Social Media在测试后相关性排序同样有所上升, 即高颠覆因子论文更易获得相对较高的社交网络关注度。Citations和Captures相关性排序则下降最多, 这表明高颠覆因子论文的学术影响力差异较大。颠覆因子基于论文的前后向引用关系表征论文的颠覆性, 其实质是识别突破性学术成果的计量指标, 本研究也证实颠覆因子不同于评价论文影响力的各类指标, 因此颠覆因子可作为评估学术成果创新性的补充指标。

(3) 不同出版模式的高颠覆因子论文在各指标上存在差异。高颠覆因子论文中OA论文的各评价指标均显著高于传统付费论文, 更易外显颠覆性, 也更可能表现出较高的社会关注度和影响力。

当前, 对颠覆性研究的预测和识别仍处于发展初期, 尚未形成成熟的方法体系, 其识别效果仍有待进一步提高。引文网络作为一种体现论文研究主题间相关性的复杂系统, 能够动态反映研究主题的演变, 进而更

深入地体现颠覆性研究的产生机制。颠覆因子基于引文网络结构探测论文颠覆性, 仍存在受引用时间窗影响、无法深入引用文本层面等局限性, 但整体而言, 颠覆因子作为一种全新的识别方法, 它的出现和应用推动了颠覆性研究识别方法体系的构建和发展, 对于预测颠覆性研究及加速重大科学突破的应用具有重大意义。后续研究将聚焦于提升颠覆因子的识别准确率, 多方面改进并验证新指标的有效性。

参考文献

[1] DU J, TANG X L, WU Y S. The effects of research level and article type on the differences between citation metrics and F1000 recommendations[J]. Journal of the Association for Information Science and Technology, 2016, 67 (12) : 3008-3021.

[2] JONES B F, WEINBERG B A. Age dynamics in scientific creativity[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2011, 108 (47) : 18910-18914.

[3] LEE Y N, WALSH J P, WANG J. Creativity in scientific teams: unpacking novelty and impact[J]. Research Policy, 2015, 44 (3) : 684-697.

[4] HUANG Y H, HSU C N, LERMAN K. Identifying transformative scientific research[C]//2013 IEEE 13<sup>th</sup> International Conference on Data Mining, December 7-10, 2013, Dallas, TX, USA. New York: IEEE Press, 2014: 291-300.

[5] SMALL H, TSENG H, PATEK M. Discovering discoveries: identifying biomedical discoveries using citation contexts[J]. Journal of Informetrics, 2017, 11 (1) : 46-62.

[6] 杨雪梅, 王雪, 杜建, 等. 基于论文摘要和引文文本语料的突破性研究特征词识别[J]. 图书情报工作, 2020, 64 (11) : 125-132.

- [7] 侯剑华. 基于引文出版年光谱的引文分析理论历史根源探测[J]. 情报学报, 2017, 36 (2): 132-140.
- [8] 章成志, 王玉琢, 卢超. 学术专著引用行为研究: 基于引文内容特征分析的视角[J]. 情报学报, 2017, 36 (3): 319-330.
- [9] 黄晓斌, 吴高. 学科领域研究前沿探测方法研究述评[J]. 情报学报, 2019, 38 (8): 872-880.
- [10] 刘春丽. 基于PLOS API的论文影响力选择性计量指标研究[J]. 图书情报工作, 2013, 57 (7): 89-95.
- [11] 吴胜男, 赵蓉英. Altmetrics应用工具的发展现状及趋势之分析[J]. 图书情报知识, 2016 (1): 84-93.
- [12] 王凯利, 黄晓, 吴江. 融合Altmetrics和引文分析的期刊影响力综合评价研究[J]. 情报科学, 2021, 39 (2): 169-177.
- [13] 翟姗姗, 叶丁菱, 胡畔, 等. 融合Altmetrics与引文分析的数据论文学术影响力评价[J]. 情报学报, 2020, 39 (7): 710-718.
- [14] WU L F, WANG D S, EVANS J A. Large teams develop and small teams disrupt science and technology[J]. Nature, 2019, 566 (7744): 378-382.
- [15] FUNK R J, OWEN-SMITH J. A dynamic network measure of technological change[J]. Management Science, 2017, 63 (3): 791-817.
- [16] 郭丽娜, 周群. 高颠覆因子论文特征及其与传统计量指标相关性研究[J]. 情报杂志, 2021, 40 (1): 201-207, 183.
- [17] BORNMAN L, TEKLES A. Convergent validity of several indicators measuring disruptiveness with milestone assignments to physics papers by experts[J]. Journal of Informetrics, 2021, 15 (3): 101159.
- [18] LEYDESDORFF L, BORNMAN L. Disruption indices and their calculation using web-of-science data: indicators of historical developments or evolutionary dynamics?[J]. Journal of Informetrics, 2021, 15 (4): 101219.
- [19] AZOULAY P. Small research teams ‘disrupt’ science more radically than large ones[J]. Nature, 2019, 566 (7744): 330-332.
- [20] BORNMAN L, TEKLES A. Disruptive papers published in Scientometrics[J]. Scientometrics, 2019, 120 (1): 331-336.
- [21] BORNMAN L, TEKLES A. Disruption index depends on length of citation window[J]. El Profesional De La Información, 2019, 28 (2): 1-2.
- [22] OSÓRIO A, BORNMAN L. On the disruptive power of small-teams research[J]. Scientometrics, 2021, 126 (1): 117-133.
- [23] LÜ D Q, GONG K L, RUAN X M, et al. Does research collaboration influence the “disruption” of articles? evidence from neurosciences[J]. Scientometrics, 2021, 126 (1): 287-303.
- [24] WEI C, ZHAO Z, SHI D, et al. Nobel-Prize-winning papers are significantly more highly-cited but not more disruptive than non-prize-winning counterparts[C]//iConference 2020 Proceedings, 2020: 1-5.
- [25] ZHAO Z Y, LI J, MIN C, et al. Scientists’ academic disruptiveness significantly increased after they moved to China[J]. Proceedings of the Association for Information Science and Technology, 2019, 56 (1): 852-854.
- [26] FIGUEIREDO F, ANDRADE N. Quantifying disruptive influence in the Allmusic guide[EB/OL]. [2022-11-09]. <https://flaviovd.io/papers/figueiredo2019.pdf>.
- [27] BORNMAN L, DEVARAKONDA S, TEKLES A, et al. Disruptive papers published in Scientometrics: meaningful results by using an improved variant of the disruption index originally proposed by Wu, Wang, and Evans (2019) [J]. Scientometrics, 2020, 123 (2): 1149-1155.
- [28] LEYDESDORFF L, TEKLES A, BORNMAN L. A proposal to revise the disruption index[EB/OL]. [2022-11-09]. <https://www.sciencegate.app/document/10.3145/epi.2021.ene.21>.
- [29] BU Y, WALTMAN L, HUANG Y. A multi-dimensional framework for characterizing the citation impact of scientific publications[EB/OL]. [2022-11-09]. <https://arxiv.org/abs/1901.09663>.
- [30] 葛梦蕊, 何开煦. 替代计量学与OA资源的相关性研究[J]. 图书情报知识, 2016 (5): 84-92.
- [31] 吴伟, 姜天悦, 余敏杰. 我国高水平大学基础研究与世界一流水平的群体性差距: 基于学科规范化的引文影响力分析[J]. 现代教育管理, 2017 (4): 18-23.
- [32] 威廉·劳伦斯·纽曼. 社会研究方法: 定性研究与定量研究[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010: 241-242.
- [33] THELWALL M, HAUSTEIN S, LARIVIÈRE V, et al. Do altmetrics work? Twitter and ten other social web services[J]. PLoS ONE, 2013, 8 (5): e64841.



## 作者简介

郭丽娜, 女, 1996年生, 硕士, 馆员, 研究方向: 科学计量与评价。

周群, 男, 1982年生, 博士, 副研究馆员, 通信作者, 研究方向: 信息计量与评价, E-mail: qzhou@cau.edu.cn。

### Academic Impact Evaluation of Disruptive Papers

GUO LiNa<sup>1</sup> ZHOU Qun<sup>2</sup>

(1. Library of Shandong Normal University, Jinan 250014, P. R. China; 2. Library of China Agricultural University, Beijing 100193, P. R. China)

**Abstract:** Disruption is a new index based on citation network to identify and detect disruptive research. Research on the bibliometric characteristics and academic influence of disruptive papers will not only help to enrich the evaluation system of papers, but also help to supplement and improve the identification methods of disruptive research. Taking 12 472 382 papers included in Web of Science from PubMed database from 1954 to 2014 as the total data set, the publication year and citation distribution of disruptive papers from 2005 to 2014 are counted. On the basis of comparing the academic influence indicators of disruptive papers, the fairness test method is improved to deeply explore the correlation between disruption, Altmetrics indicators, and citation analysis indicators as well as the impact of open access. From the perspective of descriptive statistics, the citation times of disruptive papers have great difference, and the source journals are mainly JCR Q1 authoritative medical journals and comprehensive journals in Europe and the United States. From the perspective of academic influence index, the academic influence of disruptive papers varies greatly. So, the disruption can be used as a supplementary index to evaluate the innovation ability of papers. Among disruptive papers, the evaluation indexes of open access papers are significantly higher than traditional paid papers, and are more likely to show high social attention and high influence.

**Keywords:** Disruptive Research; Disruption; Disruptive Paper; Academic Influence; Fairness Test

(责任编辑: 王玮)