

## 科学计量学视角下的 Altmetrics 发展历程分析

### Evolution of Altmetrics From a Scientometrical Perspective

田文灿<sup>1,2</sup> 胡志刚<sup>1,2</sup> 王贤文<sup>1,2</sup>

(1.大连理工大学科学与科技管理研究所,大连,116024; 2.大连理工大学 WISE 实验室,大连,116024)

**[摘要]** **[目的/意义]**Altmetrics 指标是科学计量与科研评价中的研究热点,从科学计量学的视角来梳理 Altmetrics 的发展历程,旨在对 Altmetrics 的研究现状进行整体把握和分析。**[研究设计/方法]**基于 Web of Science 数据库,检索得到 467 篇 Altmetrics 的相关论文作为数据基础,利用文献计量学方法从年发文量、主要研究机构、核心作者、关键词等层面对 Altmetrics 的发展进行了计量分析;对核心作者和关键词进行了历时分析;并着重对 Altmetrics 领域知识概念的生长与凋亡进行了深入分析。**[结论/发现]** Altmetrics 领域正处于平稳发展阶段,形成了五大研究方向,包括:影响力评价、社交媒体研究、文献计量指标、引文的可见度、引文分析与学术交流。其中,信息图表、学术画像、plumx、科学奖励体系等是新出现的研究点;1/3 的关键词贯穿了整个发展阶段。**[创新/价值]**从海量知识概念中识别出一个领域的新增概念和凋亡概念,对 Altmetrics 领域的发展和知识传承具有重要意义。

**[关键词]** Altmetrics 科学计量学 知识概念 生长和凋亡 知识基因 演变

**[中图分类号]** G250.252 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-2797(2019)02-0005-07 **DOI:** 10.13366/j.dik.2019.02.005

**[Abstract]** **[Purpose/Significance]** Altmetrics is a hot research topic in the area of scientometrics and research evaluation. This paper intends to address the developing history of Altmetrics from a bibliometrical perspective in order to analyze and grasp the status and trend of Altmetrics as a whole. **[Design/Methodology]** 467 records were retrieved from the Web of Science and used as the dataset in this study. Bibliometric methods were then employed to conduct an analysis from the aspects including annual publication numbers, major research institutions, core authors, and keywords. The core authors and keywords were analyzed diachronically. We especially focused on the evolution of concepts in the field of Altmetrics. **[Findings/Conclusion]** It has been found that the field of Altmetrics is at a stable developing stage. There are mainly five research areas, including impact evaluation, research on social media, bibliometric indicators, citation visibility, citation analysis and academic communication. Among them, infographics, academic profiles, plumx, and reward system of science are emerging research points, and one third of the keywords have been used throughout the whole developing stage. **[Originality/Value]** This study provides a way to identify the emerging and dying concepts of a field from massive knowledge concepts, which could be of great significance to the development of Altmetrics and knowledge inheritance.

**[Keywords]** Altmetrics; Scientometrics; Knowledge concept; Growth and apoptosis; Knowledge gene; Evolution

**[基金项目]** 本文系国家自然科学基金项目“地理与网络二维空间及其交互影响视角下的科学论文扩散研究”(71673038)的研究成果之一。

**[通讯作者]** 王贤文 (ORCID: 0000-0002-7236-9267), 博士, 教授, 研究方向: Altmetrics、科学学与科技管理, Email: xianwenwang@dlut.edu.cn.

**[作者简介]** 田文灿 (ORCID: 0000-0001-7420-9315), 硕士研究生, 研究方向: 科学计量学, Email: tianwen@mail.dlut.edu.cn; 胡志刚 (ORCID: 0000-0003-1835-4264), 博士, 副教授, 研究方向: 科学学, 科学计量学, Email: huzhigang@dlut.edu.cn.

## 1 引言

Altmetrics 是“alternative metrics”的缩写,在2010年由 Priem 在推文中最早提出<sup>[1]</sup>。狭义的 Altmetrics 特指对社会网络上的学术交互行为的测度<sup>[2]</sup>,广义上的 Altmetrics 则涵盖了引用数据以外的所有信息来源<sup>[3]</sup>。国内学者将 Altmetrics 一般翻译成选择性计量学、替代计量学和补充计量学三种形式<sup>[4-8]</sup>。

随着互联网技术和开放存取的发展,Altmetrics 一经提出就掀起了国内外学者的研究热潮<sup>[9-13]</sup>。王贤文等人曾利用 Altmetrics 指标研究了其在科学论文综合评价方面的应用及其特点<sup>[14,15]</sup>,并从成本机制、宣传机制、内容机制三个方面分析了科学论文在社交网络中的传播机理<sup>[16]</sup>。余厚强等人则通过对新浪微博替代计量指标进行统计分析,探索了中文环境下替代计量指标的特征和规律<sup>[17]</sup>。很多学者对于 Altmetrics 指标与传统引用指标在相关性方面进行了有关研究。例如, Thelwall 以 Nature 和 Science 两大期刊上的文章为例,统计了它们 Mendeley 和 CiteUlike 中的收藏情况,揭示了文献的收藏量与其在 Web of Science 数据库中的被引量有显著相关性<sup>[18]</sup>。国内学者由庆斌等人则基于 Mendeley 平台中提供的指标数据构建主成分评价模型,研究发现,在影响力评价上 Mendeley 指标与传统的引用评价模型具有较高的一致性<sup>[19]</sup>。

本文在前人研究的基础上,利用科学计量学的方法,对 Altmetrics 的发展历程进行可视化和解读,并以知识概念的角度识别出对 Altmetrics 领域的发展和知识传承具有重要意义的核心概念。

## 2 数据来源与研究方法

在 Web of Science 核心合集中,以“TS=altmetric \$”为检索式可以检索得到 467 篇期刊或会议论文。分别统计这些论文的发表年份、论文作者、研究机构和关键词。在对作者进行统计分析时,为了解决作者的消歧问题,将每位作者的全名和所在机构进行比对,如果两者一致,就认为是同一作者。在对关键词进行统计分析时,对于一些文章的关键词缺失问题,我们利用现有的关键词数据和分词技术对文章标题进行了关键词提取,统计得到 1560 个

关键词,最后我们对其进行了人工合并与去重处理,如将 Scientific communication 与 Scholarly communication 合并为后者,最终得到有效关键词 731 个。

Altmetrics 领域发展过程中必然伴随着作者、关键词的新增和消亡。对高产作者和关键词分别进行历时态的分析,就可以展现 Altmetrics 的演变历程。为此,我们遴选出 Altmetrics 领域的 23 位核心作者,分别检索他们在 WoS 数据库中的发文情况,然后计算 Altmetrics 论文占其全部论文量的比例,按照比例大小将其分为高、中、低三个类型,从微观层面上分析这些核心作者的研究方向的演变情况。对关键词的历时分析,我们利用 VOSviewer 做出了关键词的聚类时间线图,识别出五个研究主题。最后,以知识概念的角度对关键词进行了生长与凋亡的微观分析。

## 3 结果

### 3.1 发文年份分析

最早的 Altmetrics 领域的 SCI/SSCI 论文发表于 2012 年,共有两篇:一篇是 Altmetrics 的提出者 Jason Priem 等发表在 PLOS One 上的题为“The Altmetrics Collection”的文章<sup>[20]</sup>,此文提出基于文章的转发量、推荐量、点赞量、评论量和阅读量等指标来构建一个更加微观、快速、系统和精确的科学评价机制;还有一篇是 Paul McFedries 发表在 IEEE Spectrum 上的题为“Measuring the Impact of Altmetrics”的文章<sup>[21]</sup>,此文指出,由于传统文献计量指标,如文章总数或引用总数,时效性太慢,索引范围太窄;而基于书签、链接、博客文章、推文等的 Altmetrics 指标,更适合在互联网时代准确地反映出一个科学家或一篇文章的影响力。

绘制 2012—2018 年 Altmetrics 领域每年的发文量曲线(见图 1),可以看出,该领域的文献发表量在 2016 年之前呈现线性增长趋势。其中增速最快的是 2015 年,由 2014 年的 35 篇增至 83 篇,增长率为 137%。2016 年之后,年发文量趋于稳定,目前年均发文量在 100 篇左右。

### 3.2 发文机构分析

Altmetrics 领域的研究覆盖 36 个国家/地区,发文数在 5 以上的有 21 个国家/地区。其中,美国

(134篇)、英国(91篇)和西班牙(59篇)发文量最高,中国以30篇的发文量排在第6位。

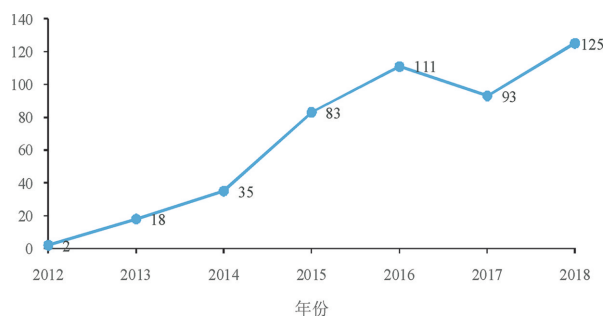


图1 Altmetrics 领域的年发文量(2012—2018)

进一步统计这467篇文献的发文机构,并列出各机构的主要关键词(见表1)。可以看出,发文量和被引量均位于第一位的机构是英国伍尔弗汉普顿大学,其主要研究主题是引文分析和网络计量学,该机构的作者大多是从Webometrics研究领域转向Altmetrics研究领域的。发文量位于第二位的机构是德国马克斯·普朗克学会,虽然作者数量只有4位,但发文量高达28篇。发文量位于第三位的机构是西班牙高等科学研究理事会,此机构作者数量多达38人,团队合作度较高。有两所中国的研究机构也进入了全球前20位,分别是大连理工大学(9篇)和武汉大学(8篇)。

表1 Altmetrics 领域的主要机构 (Top20)

机构	发文量	被引量	作者数量	主要研究主题 (词频)
英国伍尔弗汉普顿大学 University of Wolverhampton	43	1149	29	Citation analysis (13), Mendeley (10), Webometrics(8)
德国马克斯·普朗克学会 MAX Planck Society	28	368	4	Bibliometrics (7), Mendeley (7), Twitter(6)
西班牙高等科学研究理事会 Consejo Superior De Investigaciones Cientificas	20	190	38	Twitter (4), Research evaluation (2), Plum analytics(2)
加拿大蒙特利尔大学 University of Montreal	18	698	22	Social media (3), Scientometrics (2), Citation analysis(2)
荷兰莱顿大学 Leiden University	14	430	19	Citation analysis (3), Research evaluation(2), Bibliometrics(2)
西班牙格拉纳达大学 University of Granada	14	138	22	Twitter (4), Bibliometrics (3), Social impact(3)
美国印第安纳大学* Indiana University	13	475	32	Citation analysis(2), Social media(2), Verification(1)
西班牙瓦伦西亚理工大学 Universitat Politecnica De Valencia	13	73	17	Research evaluation(3), Bibliometrics(3), Author-level metrics(2)
奥地利维也纳大学 University of Vienna	10	84	26	Citation analysis(4), Bibliometrics(2), Altmetric score(2)
美国北卡罗来纳大学* University of North Carolina	9	179	29	Scholarly communication (2), Twitter(2), Reference managers(1)
大连理工大学 Dalian University of Technology	9	101	33	Usage metrics(2), Article-level metrics(2), Download(2)
新加坡南洋理工大学* Nanyang Technological University	9	36	19	Scholarly communication (3), Literature review(2), Content analysis(2)
美国弗吉尼亚大学 University of Virginia	9	33	34	Cancer(1), Altmetric scores (1), Citations(1)
芬兰图尔库大学 University of Turku	8	48	21	Twitter(2), Online attention(2), Information dissemination(1)
美国哈佛大学 Harvard University	8	38	20	Altmetric score(1), Social media(1), Randomized control trial(1)

续表 1

机构	发文量	被引量	作者数量	主要研究主题 (词频)
西班牙巴塞罗那大学 University of Barcelona	8	38	15	Citation analysis(2), Open access(1), Mendeley(1)
英国伦敦大学 University of London	8	33	13	Research metrics (2), Scientometrics (2), Open access(1)
武汉大学 Wuhan University	8	15	32	Scholarly communication(2), Citation analysis(2), Python(1)
加拿大多伦多大学 University of Toronto	7	94	29	Social media(3), Knowledge translation (2), Infographics(2)
美国加利福尼亚大学 University of California	7	48	39	Social media(1), Altmetric score(1), Impact(1)

\* 美国印第安纳大学布卢明顿分校归并为美国印第安纳大学, 新加坡南洋理工大学国立教育学院归并为新加坡南洋理工大学, 美国北卡罗来纳大学教堂山分校归并为美国北卡罗来纳大学。

### 3.3 核心作者分析

研究 Altmetrics 领域的作者共有 945 人, 其中发文量多于一篇的作者有 123 人, 占总作者数的 13%。根据文献计量学的普赖斯定律<sup>[22]</sup>, 某一领域中核心作者的最低发文数量应满足如下公式:

$$m \cong 0.749 \times \sqrt{n_{max}}$$

其中  $n_{max}$  代表最高产作者的发文数,  $m$  则代表核心作者发文数。由上述公式可以计算出 Altmetrics 领域的核心作者的最低发文量为:

$$m \cong 0.749 \times \sqrt{39} = 4.678 \approx 5$$

则发文量在 5 篇及其以上的作者即为 Altmetrics 领域的核心作者, 共 23 位, 占总作者数的 2.43%。

表 2 按照发文量列出了 Altmetrics 领域的 23 位核心作者。发文量在第一位的是英国伍尔弗汉普顿大学的 Mike Thelwall, 从 2013 年就开始发表 Altmetrics 相关论文, 发文 39 篇, 占 Altmetrics 领域总文献数的 8.35%; 其被引次数同样排在第一位, 篇均被引达到 28.62 次/篇。第二位和第三位都是德国马克斯·普朗克学会的, 其中 Lutz Bornmann 在 Altmetrics 领域的发文始于 2014 年, 发文量为 28 篇; Robin Haunschild 系 Bornmann Lutz 的主要合作者, 发文量为 20 篇。在该领域核心作者群中, 中国学者有两位, 分别是王贤文 (发文 6 篇, 被引 83 次) 及其硕士研究生徐申萌 (发文 5 篇, 被引 32 次), 后者现为美国北卡罗来纳

大学教堂山分校博士研究生。

从作者的研究起始年份看, 来自西班牙的两位合作者, 格拉纳达大学的 Martin-Martin Alberto (发文 5 篇, 被引 39 次) 和瓦伦西亚理工大学的 Orduna-Malea Enrique (发文 5 篇, 被引 39 次), 在核心作者群中的研究起始年份最短, 是近年来出现的比较活跃的研究者。

分别计算这 23 位核心作者在 Altmetrics 领域的发文量占其总发文量的比例, 并据此将其划分为高 (> 50%)、中 (20—50%)、低 (< 20%) 三个类型 (见表 3)。占比较高的作者, 如 Timothy Bowman、Stefanie Hausteine 等基本都是刚刚新晋研究者, 而大部分作者基本是从传统计量学转向 Altmetrics 领域的。后者显然占据主流。

### 3.4 关键词分析

利用 VOSviewer 绘制出 Altmetrics 研究主题聚类时间线图 (见图 2)。每个聚类内部按主题出现的平均年份沿纵轴从下到上进行排列, 各聚类之间则沿横轴按平均时间从左至右进行排列, 节点的大小代表词频数, 节点越大说明出现次数越多。横向来看, Altmetrics 的研究分为五个主题: ① 影响力评价; ② 社交媒体研究; ③ 文献计量指标; ④ 引文的可见度; ⑤ 引文分析与学术交流。纵向来看, 学术书籍 (academic books)、信息图表 (infographics)、学术画像 (academic profiles)、plumx、机构知识库 (institutional repositories)、科学奖励体系 (reward system of science) 等是新出现的研究点。

表 2 Altmetrics 领域的核心作者(发文量在 5 篇以上)

作者	国家	机构	研究起始年	发文量	被引频次
Thelwall, Mike	英国	伍尔弗汉普顿大学	2013—2018 年	39	1116
Bornmann, Lutz	德国	马克斯·普朗克学会	2014—2018 年	28	362
Haunschild, Robin	德国	马克斯·普朗克学会	2015—2018 年	20	123
Haustein, Stefanie	加拿大	蒙特利尔大学	2013—2018 年	16	679
Kousha, Kayvan	英国	伍尔弗汉普顿大学	2014—2017 年	13	224
Costas, Rodrigo	荷兰	莱顿大学	2013—2018 年	12	424
Holmberg, Kim	芬兰	图尔库大学	2014—2018 年	10	144
Lariviere, Vincent	加拿大	蒙特利尔大学	2013—2018 年	10	520
Bowman, Timothy D.	美国	韦恩州立大学	2014—2018 年	10	88
Gorraiz, Juan	奥地利	维也纳大学	2015—2018 年	9	80
Torres-Salinas, Daniel	西班牙	格拉纳达大学	2013—2018 年	8	99
Robinson-Garcia, Nicolas	西班牙	瓦伦西亚理工大学	2014—2018 年	8	52
Peters, Isabella	德国	基尔大学	2013—2016 年	7	148
Zahedi, Zohreh	荷兰	莱顿大学	2013—2018 年	7	322
Sugimoto, Cassidy R.	美国	印第安纳大学	2013—2018 年	7	390
Luis Ortega, Jose	西班牙	高等科学研究理事会	2015—2018 年	7	96
王贤文	中国	大连理工大学	2013—2017 年	6	83
Mohammadi, Ehsan	美国	南卡罗来纳大学	2013—2018 年	6	231
Gumpenberger, Christian	奥地利	维也纳大学	2015—2016 年	5	56
Martin-Martin, Alberto	西班牙	格拉纳达大学	2016—2018 年	5	39
Orduna-Malea, Enrique	西班牙	瓦伦西亚理工大学	2016—2018 年	5	39
徐申萌	美国	北卡罗来纳大学	2013—2018 年	5	32
Owen, Kate	美国	弗吉尼亚大学	2015—2016 年	5	20

表 3 23 位核心作者 Altmetrics 发文占比(按占比大小排序)

作者	Altmetrics 发文量	总发文量	占比 (%)	作者	Altmetrics 发文量	总发文量	占比 (%)
Bowman, Timothy D.	10	16	62.50	Gorraiz, Juan	9	49	18.37
Peters, Isabella	7	15	46.67	Costas, Rodrigo	12	69	17.39
Zahedi, Zohreh	7	16	43.75	Robinson-Garcia, Nicolas	8	48	16.67
Haustein, Stefanie	16	39	41.03	Gumpenberger, Christian	5	30	16.67
徐申萌	5	13	38.46	Thelwall, Mike	39	268	14.55
Holmberg, Kim	10	28	35.71	Torres-Salinas, Daniel	8	64	12.50
Haunschild, Robin	20	67	29.85	Mohammadi, Ehsan	6	49	12.24
Martin-Martin, Alberto	5	19	26.32	王贤文	6	57	10.53
Kousha, Kayvan	13	53	24.53	Bornmann, Lutz	28	274	10.22
Owen, Kate	5	21	23.81	Orduna-Malea, Enrique	5	49	10.20
Luis Ortega, Jose	7	34	20.59	Sugimoto, Cassidy R.	7	87	8.05
				Lariviere, Vincent	10	131	7.63

### 3.5 知识概念的生长与凋亡

一个领域的自我成长的过程可以用知识概念(此处以文章关键词来表示)的生长与凋亡来反映。为了形象直观的展示出知识概念之间的生长与凋亡的关系,我们根据每年新增概念的数量将 Altmetrics 的知识概念的成长划分为三个阶段:基础成长期(2012—

2014)、成熟成长期(2015—2016)和平稳发展期(2017—2018)。利用 VOSviewer 绘制出了三个阶段的共现关系,图中灰色节点代表凋亡词(见图 3)。凋亡的含义是这些关键词只在一个阶段出现过,并未传承进入下一阶段。为了更直观地看到三个阶段的结果,对网络结构进行了一些调整,将同一阶段的节

# 科学计量学视角下的 Altmetrics 发展历程分析

## Evolution of Altmetrics From a Scientometrical Perspective

田文灿 胡志刚 王贤文

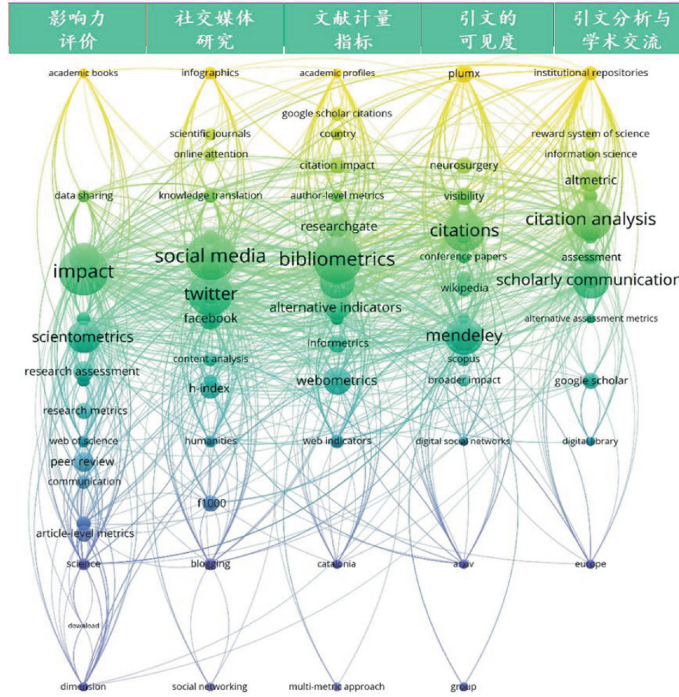


图2 Altmetrics 领域研究主题聚类时间线图

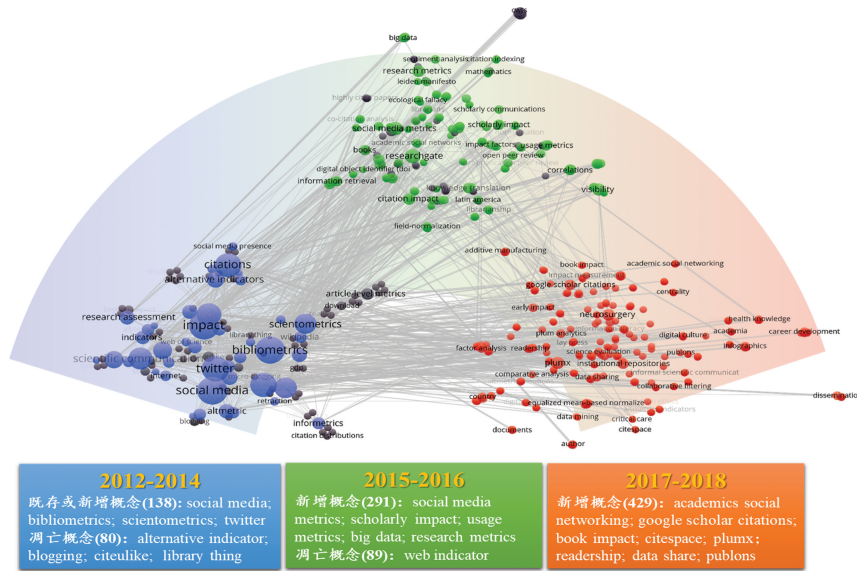


图3 知识概念之间的生长与凋亡关系图

点布局在一处。下方对三个阶段具有代表性的新增概念和凋亡概念进行了部分列举,并在括号内标注了新增概念数和凋亡概念数。由于第三阶段并未有足够的时间窗口来判定知识概念的凋亡与否,故第三阶

段并未列出相关凋亡概念。

可以看出,第一阶段的知识概念关联到第二和第三阶段,但第二与第三阶段的共现关系则较弱,这说明真正核心的概念在第一阶段已经出现。对于凋亡

词也并不是孤立的个体,往往都是聚团凋亡,这也意味着在 Altmetrics 发展历程中,某一研究方向的消失。经进一步统计第一与第二阶段的凋亡概念的数量发现,有 1/3 的知识概念被保留传承到了第三阶段,具有较高的研究热度。

#### 4 结论

本文通过科学计量学的视角对 Altmetrics 的发展历程进行了分析,聚焦于高产作者和关键词的历时态分析以及知识概念的生长与凋亡分析。可以发现,Altmetrics 领域正处于平稳发展阶段,形成了五大研究主题。利用大数据来构建机构知识库或进行学者画像则是 Altmetrics 领域新的研究点。从知识概念的生长与凋亡的角度来看,在 Altmetrics 演变历程中,有大约 1/3 的关键词研究热度一直较高,可以看作 Altmetrics 领域的“知识基因”。

当然,本文也存在一定的局限性。比如,数据集仅来源于 Web of Science 数据库;在对知识概念的生长与凋亡进行分析时,虽然我们识别出了某一领域的新增和凋亡概念,但对于最近几年的知识概念并没有足够的时间窗口来判定其是否凋亡。此外,关键词生长和凋亡的规律也值得进行更深入的分析。

#### 作者贡献说明

王贤文:研究框架设计、论文审定;  
胡志刚:数据处理、指导论文写作;  
田文灿:数据处理、撰写论文。

#### 支撑数据

支撑数据由作者自存储,Email: tianwen@mail.dlut.edu.cn。

- 1 田文灿.Paper\_AF.xlsx. 论文\_作者.
- 2 田文灿,胡志刚. Paper\_OG.xlsx. 论文\_机构.
- 3 田文灿,胡志刚. Paper\_DE.xlsx. 论文\_关键词.

#### 参考文献

- 1 Priem J, Hemminger B M. Scientometrics 2.0: Toward New Metrics of Scholarly Impact on the Social Web[J]. First Monday, 2010,15(7):16.
- 2 Howard J. Scholars Seek Better Ways to Track Impact Online[EB/OL].[2019-02-17]. <https://cacm.acm.org/news/145756-scholars->

[seek-better-ways-to-track-impact-online/fulltext.](https://cacm.acm.org/news/145756-scholars-)

- 3 崔宇红. 从文献计量学到 Altmetrics:基于社会网络的学术影响力评价研究[J].情报理论与实践,2013,36(12):17-20.
- 4 余以胜,刘鑫艳. Altmetrics 现存问题及未来应用领域研究[J].图书情报知识,2017(6):35-41.
- 5 刘春丽. Web 2.0 环境下的科学计量学:选择性计量学[J].图书情报工作,2012,56(14):52-56,92.
- 6 邱均平,余厚强. 论推动替代计量学发展的若干基本问题[J].中国图书馆学报,2015,41(1):4-15.
- 7 余厚强,任全娥,张洋,等. Altmetrics 的译名分歧:困扰、影响及其辨析[J/OL].中国图书馆学报,2019(1):1-12.[2019-02-20].<https://doi.org/10.13530/j.cnki.jlis.190004>.
- 8 由庆斌,汤珊红. 补充计量学及应用前景[J].情报理论与实践,2013,36(12):6-10.
- 9 刘晓娟,赵卓婧,宋婉姿. Altmetrics 在学术评价中的可用性研究综述[J].数字图书馆论坛,2017(8):38-45.
- 10 赵蓉英,魏明坤,汪少震. Altmetrics 的发展动态探析[J].情报科学,2017,35(2):171-176.
- 11 蒋合领,杨安,杨帆. 国外 Altmetrics 研究综述[J].情报科学,2016,34(7):163-169.
- 12 毛鸿鹏,张志强. Altmetrics 研究综述[J].图书与情报,2015(3):134-140.
- 13 杨思洛,程爱娟. 社交网络环境下的计量学:Altmetrics 研究进展综述[J].情报资料工作,2015(4):33-37.
- 14 王贤文,刘趁,毛文莉. 数字出版时代的科学论文综合评价研究[J].中国科技期刊研究,2014,25(11):1391-1396.
- 15 王贤文,方志超,王虹茵. 连续、动态和复合的单篇论文评价体系构建研究[J].科学学与科学技术管理,2015,36(8):37-48.
- 16 王贤文,张春博,毛文莉,等. 科学论文在社交网络中的传播机制研究[J].科学学研究,2013,31(9):1287-1295.
- 17 余厚强,Bradley M H,肖婷婷,等. 新浪微博替代计量指标特征分析[J].中国图书馆学报,2016,42(4):20-36.
- 18 Li X, Thelwall M, Giustini D. Validating Online Reference Managers for Scholarly Impact Measurement[J]. Scientometrics, 2019,91(2):461-471.
- 19 由庆斌,韦博,汤珊红. 基于补充计量学的论文影响力评价模型构建[J].图书情报工作,2014,58(22):5-11.
- 20 Priem J, Groth P, Taraborelli D. The Altmetrics Collection[J]. Plos One, 2012,7(11):e48753.
- 21 McFedries P. Measuring the Impact of Altmetrics[J]. IEEE Spectrum, 2012,49(8):28-28.
- 22 曹学伟,高晓巍,陈锐. 基于文献计量分析的基因编辑技术发展研究[J].全球科技经济瞭望,2018,33(4):60-72.

(收稿日期:2019-02-21)