

# 大数据背景下的 文献计量学研究进展与学科融合

任全娥

**【摘要】**[目的/意义]考察大数据背景下的文献计量学研究最新进展与学科融合趋势,为文献计量学与科学计量学的功能拓展及应用性研究提供启示与新思路。[方法/过程]结合大数据与数据科学的研究背景,归纳2017年第十六届ISSI大会的讨论主题以及其他相关文献的研究热点,预测文献计量学研究体系在大数据驱动下的三大发展趋势。[结果/结论]文献计量学研究体系的发展变革与学科融合将成为未来趋势,主要体现在三个方面:大数据背景下新的科学交流与文献生成模式催生出计量学体系的学科融合;文献计量与引文分析自身不断创新并焕发生机;科学文献计量学的应用性研究领域不断拓展。

**【关键词】**大数据;ISSI大会;文献计量学;科学计量学;研究进展;学科融合

**【作者简介】**任全娥(ORCID:0000-0002-8854-6133),博士,副研究馆员,中国社会科学院图书馆(北京 100732)。

**【原文出处】**《情报理论与实践》(京),2019.1.49~52

**【基金项目】**本文为国家社会科学基金项目“我国‘五计学’融合与图书情报学的方法创新研究”的成果,项目编号:18BTQ080。

## 1 大数据背景

大数据带来的机遇与挑战在于数据的获得、存储与计算不再是瓶颈或难题。由于各学科领域中的传统知识与新兴数据之间的矛盾日益突出,传统知识无法解释和有效利用新兴的大数据,进而促使传统理论与方法的革命性变化。大数据既包括传统的结构化数据,也包括网络环境下的非结构化数据和半结构化数据,与其说它是一种数据规模和数据类型的革命,不如说它更是一种数据处理与分析方法的理念革新,即对全面性与客观性原则的基本遵循。

数据科学与大数据是两个既有区别又有联系的概念,可以将数据科学理解为大数据时代一门新科学。从学科定位来看,数据科学是一门以统计学、机器学习和领域知识为理论基础的新兴交叉性学科;从知识体系看,数据科学主要以统计学、机器学习、数据可视化以及领域知识为理论基础,其主要研究内容包括数据科学基础理论、数据加工、数据计算、

数据管理、数据分析和数据产品开发<sup>[1]</sup>。

可以预见,大数据与数据科学将成为图书情报学的一个新的研究切入点。同时,文献计量学作为图书情报学学科体系的重要组成部分,在大数据背景下将会与科学计量学不断融合,逐渐形成多种文献计量模式共生共存的多元一体化科学计量生态。

## 2 文献计量学研究进展

为了探讨文献计量学的最新研究进展,本文结合2017年第十六届国际科学计量学与信息计量学学会(International Conference on Scientometrics & Informetrics, ISSI)的会议文献内容以及国内外其他相关研究成果,考察归纳该学科领域的最新研究热点与讨论主题,以探索文献计量学与科学计量学的学科融合趋势。ISSI大会共设有六个分会场,涉及40多个会议主题,这些分会场主题具有一定程度的交叉重叠性。其中,引文分析与影响因子、替代计量学与学术社交数据、科研评价与科技政策等研究主题在

分会场中出现频次最多,集中反映了科学计量学与信息计量学的国际研究热点。

综合分析发现,文献计量学领域的最新研究主题,大部分侧重于探索数字化与网络化环境下的知识交流特点与引文分析规律,并将集成后的科学交流数据与知识转移信息应用于科学评价与科技政策的改进与完善。在这些系列研究主题与创新研究方法中,很难区分哪些属于文献计量学,哪些属于科学计量学,而是更多倾向于融合创新传统文献计量学的理念与方法来解决科学计量、科学评价与科学管理中面临的实际问题。因此,从中不难看出文献计量学与科学计量学面向实际应用领域不断拓展,并进行学科融合的发展趋势。上述的ISSI会议文献,部分内容已在《2017年国外文献计量学研究的学科动态与研究热点》一文中简要介绍<sup>[2]</sup>,这里为了进一步分析文献计量学与科学计量学的学科融合趋势,分别从文献引文分析、替代计量学及科学评价三个方面详尽阐述文献计量学最新研究进展。

## 2.1 文献计量与引文分析是科学计量学的主流研究方法

我们知道,科学计量与科学指标一般都直接或间接涉及文献计量与引文分析。有文献提出,科学学和科学计量学属于二阶主题及二阶学科,它以作为一阶主题的科学文献为研究对象,引文即参考文献是现代科学文本及其区别于非科学文本的主要特征,由此导致文献引文分析成为科学计量学的主流方法<sup>[3]</sup>。实际上,在大数据网络背景下,文献引文分析依然是科学计量学的主流研究方法。最近关于引文分析的研究,已经从表层的引文统计与结果分析转移到网络环境下的引文现象与引文规律的探索,并形成了新的研究热点。在第十六届ISSI会议上,研究人员的引文行为及引文指标认同等研究主题,已经引起科学计量学界的广泛关注和讨论。

为了探讨科研人员的引文行为特点,博亚克(K. W. Boyack)研究团队从时间维度和文本语篇两个角度,考察了公共医学中心开放获取子集数据库(PubMed Central Open Access Subset)和爱思唯尔期刊数据库(Elsevier)两个大型数据库中记录的全文文献的文内引用(如提及)分布情况<sup>[4]</sup>。以这两个数据库中

超过500万篇的文章作为样本,发现每篇参考文献的文内引用数并不随时间变化而变,而随参考文献的年龄而降低。研究结果还表明,文内引用主要集中在文章的开头和结尾部分,但同时也会随每篇参考文献的提及数量而变化。从参考文献的引用次数分布的峰值,推断出方法论文章比其他类型的文章更易高被引。有时候,人们更常引用那些与施引文献内容高度相关的参考文献,而不是非常重要但却内容关联性不高的参考文献。

既然文献引证本身就是研究人员科研过程中的一种交流行为和学术态度,表明引用者对引文作者的承认、推荐或者说服别人支持其研究发现,倾向于展示其对引文行为和引文指标的某种信息与看法。那么,这就引出一个有趣的问题:这些引文指标是否已经在研究人员自身中得到广泛的认可和使用,其分布情况如何?文献[5]以开放问卷的形式对引文指标在学者群体中的自我认同和采用情况进行了调查研究。由于个人网站经常被作为评价研究人员个人的一种补充信息来源,该项研究试图考察学者个人通过网站展示其引文、引文指标以及提供谷歌学术搜索引文链接的情况,将其称为引文个人展示(Citation Personal Display, CPD)。通过研究人员的引文个人展示(CPD)情况,可以反映出引文指标在学者自身群体中的接受和承认程度。该文基于研究人员的个人网站,研究了社会科学的三类学科(经济学、社会学和心理学)中的引文个人展示程度。根据2016年《美国新闻与世界报道》(US News & World Report)的学科排名,选择美国八所大学的科研人员作为研究对象。结果显示,社会科学研究人员的整体CPD水平不高,只有7.5%,其中,心理学研究人员的CPD最高,为8.3%,其次是经济学和社会学。这就意味着不同学科的CPD表现不同。此外,研究还发现,即使同一个学科,CPD在不同学校的表现也不同,经济学和心理学CPD存在统计学意义上的显著差异,而社会学在不同学校间的差异则不明显。

## 2.2 替代计量学成为网络社交媒体下产生的大数据计量学

2010年Priem等<sup>[6]</sup>发表*Altmetrics: A Manifesto*,从2013年开始,Altmetrics这个研究主题开始成为国内

外科学计量学研究的时代新宠与讨论热点。此后, Altmetrics 历年来都是国际科学计量学与信息计量学领域最火暴的研究主题。我们认为, Altmetrics 目前对应最合适的中文译名是“替代计量学”, 所以本文统一使用“替代计量学”的中文译名。替代计量学是网络社交媒体下产生的大数据计量学, 其最明显的特征是网络社交媒体下形成的多样化异构数据源, 需要统一的框架联通各个孤立的网络交流数据源才能进行数据关联与统计分析。与往年相比, 最新的替代计量学研究更多地关注网络社交媒体数据的产生机理、用户分布特征及其评价指标的适用性问题。

科学交流网站 Mendeley 中的替代计量指标被认为可以作为引用频次的早期预测, 而最具规模和关注度的社交媒体 Twitter 数据指标也一直是替代计量学研究的焦点。那么, 为什么有些研究成果在 Twitter 或 Mendeley 这样的社交媒体上能够获得重要的在线关注, 这些关注是否真正反映了研究的科学价值或社会影响力? 芬兰学者霍姆伯格(K. Holmberg)和瓦伊尼奥(J. Vainio)通过问卷调查了芬兰研究人员对于这一问题的看法。研究发现, 获得社交媒体在线关注水平受到多种因素影响, 尤其是在不同的社交平台, 产生的社会 and 学术影响会有显著不同。在 Mendeley 社交媒体平台上, 文章更易于获得重要关注, 原因在于该平台的学者观众较多, 得到的关注也多, 而 Twitter 则正好相反。由此可见, 研究成果获得关注程度与平台上学者观众的数量多少有很大关系<sup>[7]</sup>。关于媒体在线关注能否反映研究成果的学术影响力与社会影响力这一问题, 该问卷调查没有得到一致意见, 但大部分反馈意见在总体趋势上应该是肯定的。为了研究在社交媒体上进行学术交流的学者数量、用户行为与群体分布情况, 科斯塔斯(R. Costas)等<sup>[8]</sup>通过美国科学引文索引(WoS)数据库和 Altmetrics.com 平台确认的 Twitter 用户数据, 获得了当时与 Twitter 用户量相匹配的最大个体学者群。研究结果表明, 在被美国科学引文索引(WoS)收录的整个学者群中, 约有 2% 的学者活跃在 Twitter 上。在学者群体的学科分布方面, 人文社会科学领域的研究人员比例较高, 自然科学领域的学者在 Twitter 上的比例最低。从学者年龄分布看, 活跃在 Twitter 上的学者大部分较为年轻。

无论是用于科学知识发现、学术成果评价, 还是用于解决其他信息管理与科研评价问题, 替代计量学必须不断探索和丰富实质性的应用场景, 否则最终将失去研究的意义和必要的支持。因此, 替代计量指标在学术评价中的适用性问题及在政策文件使用效率也是最新的研究热点。文献[9]研究创建了一个包含十个学科的近十年来出版的 18 个替代计量指标数据集, 研究了每一个指标的范围分布和随时间变化的平均数、每个指标的价值和指标间的冗余度, 分析了替代计量指标和文献引证指标之间的相关性、替代计量指标相互之间的相关性, 以及影响替代计量指标适用性的因素。研究结论是: 有些替代计量指标数据仅仅关注最新发表的论文, 而有些替代计量指标数据则覆盖面较广, 这种状况导致替代计量指标的数据积累过程差异性较大, 数据统计结果也会不同; 而且, 在诸多的替代计量指标中存在大量的价值冗余, 它反映出的价值是多方面的, 而不仅局限于学术价值, 还包括社会价值和政策价值; 替代计量指标用于学术评价时, 必须考虑到学科差异及语言、国家等因素。政策文件对替代计量数据的使用主要通过统计学术成果在政策文件中的提及频次测度其政策影响力, 文献[10]以 Altmetrics.com 平台上的政策文件替代计量数据为研究对象, 从成果载体、内容客体、创作主体、资助来源等几个方面统计分析被采用成果的使用对象分布情况, 从而揭示政府关注学术成果的程度及使用效率。

### 2.3 科学评价是科学计量学的重要应用性研究领域

科学评价是科学计量学的重要应用性研究领域, 在科学学研究与科研政策制定中具有较大的发展空间和持续影响力, 也是历年来的持续研究热点。在第十六届 ISSI 会议文献及其他相关文献中, 国内外学者对期刊影响因子、项目申报评价、多数据来源指标评价等研究主题进行了新的思考与探索。

期刊影响因子(Journal Impact Factor, JIF)作为评价期刊的一个传统文献计量指标, 本意就是一个期刊影响力单指标, 不应该作为评价研究人员和单篇学术论文的绝对标准。这是因为, 一般期刊刊载论文的引文数量呈现出高度的偏斜分布, 而作为一种



期刊的平均引文数的影响因子不能代表每篇论文的引文数。对此,ISSI会议论文《多大规模才足够?》(How Large is Large Enough)<sup>[11]</sup>提出这样一个问题:对于任一种期刊的影响因子而言,既然一篇文章不具有代表性,那么多少篇文章的集合才具有代表性?该研究提出了每种期刊的代表性论文集合的最小规模定义。研究发现,大部分数期刊的最小规模代表性论文集合明显小于该期刊的实际发文量规模,仅个别期刊最小代表性规模与该期刊的实际规模相当或者更大。从这一研究结果可以得到启示:期刊影响因子本身作为评价期刊学术影响力的指标之一,具有科学合理性,但并不意味着该指标可以直接用以评价单篇论文;同时,也不能因此而否定影响因子对学术期刊的评价功能。

科学计量对象的不断变革,导致定量科学评价的指标体系与数据来源也相应拓展,由发文量指标、被引用指标而发展到被使用指标(如浏览、下载次数)、替代计量指标(如数据集的重用率、学术视频的点评率、学术博客的社会影响力等)。文献[12]基于美国科学引文索引(WoS)数据库中多个学科与多个国家的相关数据,分析了这些文献的引文数据和使用数据及其分布特征,并进一步考察了使用影响力指标和引文影响力指标之间的相关性,在此基础上提出一个基于期刊使用的评价指标体系。文献[13]整合了论文的学术影响力和社会影响力,构建出论文影响力多维评价体系,分别采用引文指标与替代计量指标来测定论文的学术影响力与社会影响力,使用模糊层次分析法计算各指标的权重,通过实证分析发现,整合多维指标能够相对科学地揭示论文的综合影响力。此外,针对我国大量期刊论文外流的问题,文献[14]以美国工程索引(EI)与美国科学引文索引(WoS)数据库检索结果为依据,分析了我国科研论文外流的数量、质量与学科分布情况,并认为导致科研成果外流的主要原因应是我国的科研评价导向与评价体系存在问题,其次是因为国内外期刊的实力悬殊较大。

### 3 文献计量学与科学计量学的融合趋势

通过以上研究进展分析发现,由于大数据环境下的网络交流模式迅速盛行,科学交流过程文献与

最终发表成果之间的界限变得日益模糊,目前国内外文献计量学与科学计量学的研究对象已经趋于集成化与一体化,二者的研究方法也具有明显趋同性。笔者认为,文献计量学学科体系的发展变革与学科融合将成为未来趋势,主要体现在三个方面:一是大数据背景下新的科学交流与文献生成模式催生出计量学体系的学科融合。二是文献计量与引文分析自身不断创新并焕发生机。三是文献计量学与科学计量学的集成性应用研究需求明显增强。

#### 3.1 新的科学交流与文献生成模式催生出计量学体系的学科融合

从前文所述的替代计量学研究进展来看,科学交流过程及其成果的数字化产出与网络化传播,已经形成了多种格式的海量学术痕迹与科学数据,而且这些普遍存在的科学信息和知识载体具有极大的可获取性。这种新的科学交流与文献生成模式催生出大量的科学数据管理问题及开发利用机会,同时也在悄无声息地迅速推进文献计量学体系的学科变革与融合趋势。

在计量学学科体系中,文献计量学与科学计量学的发展相对较为成熟,二者概念内涵也具有一定程度的交叉性。文献计量学一般是指用数学和统计学等计量方法,研究文献和文献信息系统等一切知识载体的数量关系和发展规律,以及探讨科学动态特征的一门学科,在学科分类体系中属于文献学的分支学科。科学计量学是应用数理统计和计算技术等科学方法对科学活动的投入、产出和过程进行定量分析,从中找出科学活动规律的一门学科,属于科学学的分支学科。在广义上,文献作为文献计量学的定量分析对象,泛指一切知识载体,其概念也随着知识载体形式的演化而不断拓展,从而引起文献计量学的一系列学科变革及“五计学”学科体系的产生(从文献计量学到科学计量学、信息计量学,再到网络计量学、知识计量学)。传统文献计量学的知识载体,主要是指传统的纸质文献载体或经过数字化的纸质文献载体,文献计量学研究内容也是停留在表层意义上的各种出版物题目、关键词、作者(个人或团体)、词汇(各种内容标识,以主题词居多)及参考文献等书目信息数量的简单统计或文献综述。随着大

数据及数据科学的出现,文献知识载体变得多元化、数字化和网络化,文献计量学的研究对象从单一的正式发表文献扩大到整个科学交流过程中形成的所有文献载体,尤其是网络交流文献日益成为文献计量统计对象,于是科学交流的过程也成为科学文献不断生成的过程,文献计量学的研究对象与科学计量学的研究对象也逐渐融合为一体。

在这一背景下,科学交流产生的知识载体与文献形式越来越表现为多元化数据结构,成为文献计量学和科学计量学的共同研究对象。由此可见,尽管文献计量学与科学计量学分别属于文献学与科学学的分支学科,但在网络化科学交流形成的大数据环境下,二者原本具有的概念交叉与重叠趋向将越来越明显,学科之间界限也越来越模糊。在大数据和数据科学的知识生产模式驱动下,科研产出和交流过程中形成的文献知识载体,表现形式既可以是传统的纸质科学文献,也可以是数字化网络化的虚拟科学文献,既包括学术成果文献,也包括科研过程文献。因此,对这些文献分布特点与规律进行的定量研究,既属于文献计量学研究,也属于科学计量学研究,发展趋势将是二者相互融合为一门科学文献计量学,从而实现传统文献计量学研究的突破与拓展。

### 3.2 文献计量与引文分析在大数据背景下焕发出新的勃勃生机

引文分析方法作为一种独具特色的研究方法,自20世纪60年代以后逐渐发展成熟,并形成比较完备的研究体系,在指标设置、工具开发和应用实践等方面也都取得了丰硕成果。随着各种面向网络信息的计量分析研究活动迅速展开,引文分析的思想和方法在新兴的网络信息计量学领域获得了进一步的发展与应用,如网络链接分析研究、基于网页链接分析的搜索引擎排序算法研制和新型网络引文索引工具的编制等<sup>[15]</sup>。

在大数据背景下,传统的引文分析方法不断创新并焕发出勃勃生机,成为文献计量学与科学计量学的共同研究热点,显示出无穷的探索魅力。因此,新环境下的文献计量学发展与变革,并非意味着传统的文献计量与引文分析方法可以消失或被替代,反而需要更加深入与系统的理论创新,不断推动文

献计量学与科学计量学的学科融合。在学科融合与演化进程中,参考文献作为正式学术交流渠道的科学痕迹,是科学文本的主要组成部分,也是学术文献与非学术文献的重要区别。传统文献计量学的三大经典定律“洛特卡定律”“布拉德福定律”和“齐普夫定律”分别揭示了科学成果的产出规律、文献集中离散定律和词频分布规律,而引文分析则是从文献参考交流的角度揭示知识网络与学术生态。由于如上文所述的科研模式变革与科学文献形式多元化这一特质,无论是引文分析为主的文献计量学与科学计量学,还是迅速兴起的替代计量学研究,以及基于浏览、下载与借阅等使用数据的计量分析,都或多或少地涉及文献被引用特点、引文分布规律、引文指标与其他指标的互动关联性等相关研究内容。近年来,伴随着人们对定量学术评价问题的反思,引文分析在学术评价中的被引频次、影响因子、被引半衰期等评价指标也受到质疑,学者们正在探索替代计量指标与评价数据的搜集处理与研究应用。同时,引文分析作为科学文献计量学的内生性分析方法(比如引文知识图谱),引文指标作为科学评价的外在评价指标(比如学术价值指标)<sup>[16]</sup>,它们在大数据环境下越来越焕发出无穷的探索魅力。当前,文献计量与引文分析需要从科学社会学的视角进一步深入研究大数据背景下的引文动机、引文行为、引文规律及其实际应用,并将其作为替代计量指标及被浏览、被下载等使用指标的理论依据与参照基准,促进多种数据源与评价指标的综合应用及科学文献计量学的学科融合。

### 3.3 科学文献计量学的应用性研究领域不断拓展

目前,文献计量学与科学计量学的相关理论、方法与实践,越来越在科研管理制度与科技创新体制领域发挥着独特的引导作用。新的科研生态与学术交流模式促使科研管理与科技政策不断革新与完善,以适应大数据与数据科学带来的挑战与机遇。科学计量学作为科学学与科技政策的方法论科学,通过统计分析科学研究数据而提供客观的科技政策参考,因而迅速成为“三计学”(文献计量学、科学计量学、信息计量学)中最有发展前景的计量学应用研究领域,深刻影响着科研管理制度与科技政策的制

定与完善。如前文所述,作为科学文献的知识交流载体不断走向数字化、网络化与集成化,促使静态意义上的文献计量学正不断向动态化与过程化的科学计量学靠拢。同时,科学计量学日益重要的应用性研究需求,也使其不断吸收与创新文献计量学的经典理论与核心方法,打通并融合文献计量学与科学计量学的研究边界与学科概念,才能实现综合性创新与应用性拓展。值得一提的是,为适应大数据发展与数字化科研模式的现实需要,在国家层面更加强调与规范科学数据管理,大力推进科学数据资源开发利用和开放共享,这必将有效促进科学文献计量学的学科融合与发展繁荣。

在面向实际问题的应用性研究过程中,作为文献计量学与科学计量学共同研究对象的知識载体,从纸质文献、数字文本再到网络数据,知识载体的概念内涵逐渐丰富与不断拓展,导致文献计量学与科学计量的学科融合过程也呈现出阶段性特征。在纸质文献的传统文献计量学阶段,该学科的研究对象主要是期刊论文数据和论文引用数据;在数字化环境下的科学计量学与文献计量学阶段,该学科的研究对象增加了包括浏览和下载的使用数据;在网络交流与大数据驱动下的科学文献计量学阶段,该学科的研究对象则拓展为包括网络社交媒体和信息互动而形成的海量数据。由此可见,科研模式的更新与科学数据的爆炸式增长,使得科学文献计量学的研究对象本身愈加成为纷繁复杂的“大数据”,学科融合也呈现出多样化特点和与时俱进的发展态势。我们在运用文献计量学和科学计量学的理论和方法开展各种应用性研究时,需要运用发展眼光和开放思维,打破学科界限的束缚面向实际问题,在应用性研究过程中不断促进学科融合与学科创新,开拓和完善科学文献计量学应用性研究的新领域,从而为我国的科学评价体系构建、科学数据规范化管理、大数据综合集成开发等做出新的贡献。

#### 参考文献:

- [1]朝乐门.数据科学理论与实践[M].北京:清华大学出版社,2017.
- [2]任全娥,耿海英.2017年国外文献计量学研究的学科动

态与研究热点[J].国外社会科学,2018(4):147-152.

[3]刘则渊.知识基因论视野下的“新兴研究领域识别计量”著作——《新兴研究领域识别计量》序言[EB/OL].[2018-08-13].[https://www.sohu.com/a/207851482\\_466843](https://www.sohu.com/a/207851482_466843).

[4]BOYACK K W. Reference behavior in the full text of scientific articles: a large-scale analysis[C]. 16 th. International Conference on Scientometrics & Informetrics Conference, 2017.

[5]LI X, et al. Differences in citation personal display: does it exist in three social science disciplines?[C]. 16 th. International Conference on Scientometrics & Informetrics Conference, 2017.

[6]PRIEM J, TARABORELLI D, GROTH P, NEYLON C. Altmetrics: a manifesto[EB/OL].[2018-06-01]. <http://altmetrics.org/manifesto/>.

[7]HOLMBERG K, VAINIO J. Why do some research articles receive more online attention? Reasons for online success as measured with altmetrics[C]. 16th. International Conference on Scientometrics & Informetrics Conference, 2017.

[8]COSTAS R, HONK J, FRANSSEN T. Scholars on twitter: who and how many are they?[C]. 16th. International Conference on Scientometrics & Informetrics Conference, 2017.

[9]LIU X, SONG W. The usability of altmetrics in academic evaluation[C].16th. International Conference on Scientometrics & Informetrics Conference, 2017.

[10]王菲菲,等.政策文件替代计量视角下的学术成果利用效率分布态势剖析[J].北京工业大学学报:社会科学版,2018(4):55-66.

[11]SHEN Z, YANG L Y. How large is large enough? [C].16th. International Conference on Scientometrics & Informetrics Conference, 2017.

[12]CHI P S, GLANZEL W. Impact and usage indicators for the assessment of research in scientific disciplines and journal [C]. 16 th. International Conference on Scientometrics & Informetrics Conference, 2017.

[13]DENG S, YANG X A new approach to evaluate the impact of papers with combining social and academic influence [C].16th. International Conference on Scientometrics & Informetrics Conference, 2017.

[14]刘彩娥.把论文写在祖国大地上——国内科研论文外流现象分析[J].北京工业大学学报:社会科学版,2018(2):64-72.

[15]赵丹群.试论引文分析方法的网络化发展与应用[J].图书情报工作,2009(8):39-42.

[16]刘则渊.大数据时代的科学计量学新方向[M]//王贤文.科学计量学大数据及其应用.北京:科学出版社,2016.