

文献计量指标的 GIS 空间展现*

■ 王雪梅 李新 张志强 马明国

[摘要] 首先对文献计量指标的信息源与统计对象进行分析,包括投入、产出和效率三大类型以及不同数量研究人员的研究单元。然后对可 GIS 空间展现的文献计量指标进行综述,主要汇总一些常规的指标、h 指标及其衍生指标、基于引用的知识流指标等。在此基础上,从空间展现模式和平台两个方面分析文献计量指标 GIS 空间展现的可行性。在展现模式方面,分析文献计量指标空间数据制备的过程,通过点、线、面 3 种方式进行展示,并进一步拓展空间分析的功能。在展示平台方面,从商用软件、开源软件和 WebGIS 3 个方面讨论平台的适用性。

[关键词] 文献计量指标 文献计量学 空间展示 空间分析

[分类号] G353

DOI: 10.13266/j.issn.0252-3116.2014.03.011

1 引言

文献计量学被定义为用数学和统计学的方法,定量地分析一切知识载体的交叉科学^[1]。它是集数学、统计学、文献学为一体,注重量化的综合性知识体系。文献计量指标是文献计量学定量分析的基础^[2],被广泛地应用到有关科研机构、研究人员、学科方向、研究论文、期刊等方面的评价工作中,定量地衡量科研的绩效以及文献的变化规律。近年来,地理信息系统(geographical information system, GIS)在文献计量研究和空间展现中得以广泛地应用(特别是网络 GIS 的应用)^[3]发展迅速。本文以文献计量指标的 GIS 空间展现为主题,首先对文献计量指标进行简要的综述,在此基础上,分析各类指标的空间展现的可行性,为 GIS 在文献计量学中的应用提供一些有益的科学参考。

2 文献计量指标的信息源与统计对象

图 1 显示了文献计量指标的信息源,包含投入、产出和效率(投入产出比)三大类^[4]。其中,投入包含:①人力资源,包括研究人员、实验人员和管理人员等,为了便于分析,常把他们统称为研究人员。②经费资源。研究经费来源于多个资助机构,不同的资助机构

的项目侧重点不同,所对应的研究人员也有所区别,其最终的产出也有较大差异。例如我国的国家重点基础研究发展计划(“973 计划”)、国家高技术研究发展计划(“863 计划”)和国家自然科学基金项目等,有些注重研究论文发表,有些注重专利授权,有些则注重人才培养,这些最终将影响以资助机构为统计对象时的指标选择。③已有的基础设施和平台,例如实验室、野外台站、大型仪器等。产出是以上投入的输出,主要包括各类文章发表、专利申请、奖励荣誉及其他(学历、资质、演说、会员和收入等),其中论文和专利是文献计量统计的重点对象。对投入和产出的比较分析,则是效率,例如单个研究人员的平均产出、单位经费的平均产出等,多个研究机构之间进行比较,则可以评价各自效率的高低。

论文和专利是文献计量的关键数据源,国际上许多国家建立了大量的论文和专利收录及引文的数据库。相对于文献计量所使用的信息源,本文把文献计量统计的对象定义为研究单元。最小的研究单元为单个研究人员。图 1 中的投入最终会落实到某个或者多个研究人员上去。多个研究人员按照一定的方式组合,形成不同级别的研究单元。德国科学基金会

* 本文系中国科学院文献情报能力专项项目“基于知识流地理扩散的科研活跃中心动态变化监测”(项目编号:Y300121001)和中国科学院国家科学图书馆兰州分馆业务发展领域前沿扫描项目“国际科技评价活动与前沿方法扫描”(项目编号:Y300201001)研究成果之一。

[作者简介] 王雪梅,中国科学院寒区旱区环境与工程研究所、中国科学院国家科学图书馆兰州分馆/中国科学院资源环境科学信息中心副研究员, E-mail: wxm@lzb.ac.cn; 李新,中国科学院寒区旱区环境与工程研究所研究员; 张志强,中国科学院国家科学图书馆兰州分馆/中国科学院资源环境科学信息中心研究员,博士生导师; 马明国,中国科学院寒区旱区环境与工程研究所研究员。

收稿日期: 2013-12-17 修回日期: 2014-01-17 本文起止页码: 72-77 本文责任编辑: 王传清

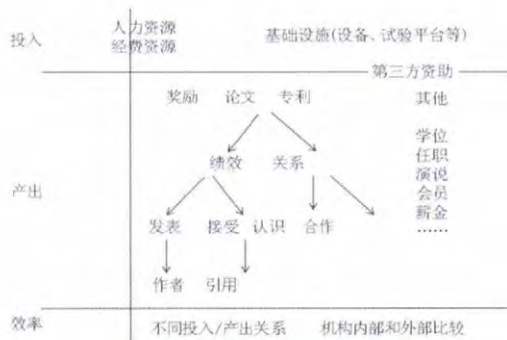


图 1 文献计量指标的信息源^[4]

(Deutsche Forschungs Gemeinschaft, DFG) 把研究单元定义为在一组在一起工作的研究人员,共同参与主题、执行时间、经费一致的项目^[5]。在此基础上扩展,研究单元还可以包括项目组、研究小组、研究室或者实验室、大学学院或者系、研究所(研究中心)或大学、某个城市研究机构总和、某个区域研究机构总和、国家或者地区、洲、全球的研究机构总和等。图 2 显示了以上研究单元从微观到宏观的统计尺度变化,随着研究人员数和涉及的文献数的增加,相对应的是研究单元的数量减少^[6]。这些统计单元均带有地理位置信息,其文献计量指标可以与空间位置相关联,从而实现其 GIS 空间展现。

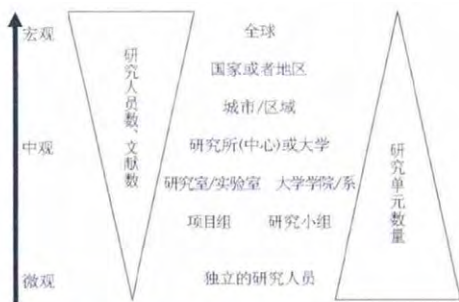


图 2 研究单元的统计尺度^[6]

3 可 GIS 空间展现的文献计量指标

文献计量指标众多,针对空间展现的目的,此处重点对可以实现空间关联的指标进行汇总。专利和论文在引用等方面存在一定的区别^[7],本文主要分析了论文的统计指标。

3.1 常规指标

最为常用的指标是论文数量、参考文献和论文被引频次,许多文献计量指标都是以发文和引文为基础的,例如 ISI 推出的基本科学指标数据库(Essential Science Indicators, ESI),采用论文数、论文被引频次、论文篇均被引频次、高被引论文、热点论文和前沿论文等指标,从世界各个国家或地区的科研水平、机构学术声誉、科学家学术影响力以及期刊学术水平等方面进行

综合评价和比较,以确定全球最有影响力的科学家、研究机构、科研论文和期刊^[8]。当论文数和论文被引频次与经费资源结合起来时,就可以形成一系列的与资助机构有关的指标,例如基金资助论文数、单位经费发文章量、单位经费论文被引频次、篇均资助经费、某类项目平均发文章量和被引频次等,通过这些指标可以评价项目资助的绩效^[9]。

国际上常用论文数和论文被引频次对国家、研究机构(大学或者研究所)、研究者的科研绩效进行评价。发文方面可以用发文总量、人均发文章量、SCI 发文总量、人均 SCI 发文章量等指标。E. Garfield 设计了期刊影响因子(impact factor, IF)^[10],针对各研究单元不同 IF 期刊发文章量、平均 IF 等指标进行计算,可以形成一些基于 IF 的指标。SCI 论文根据各学科的 IF 被分为 1-4 区,各区的发文章数量常被用来评价研究单元的科研绩效^[11]。期刊的 IF 一定程度上代表了论文发表的难易程度,但不能用评价期刊的指标来衡量其中单篇论文或某一类研究论文,评价文章的影响力更多地是看文章的实际被引频次,常用指标有被引总次数、篇均被引次数、重要论文数等。重要论文通常通过高被引指数来分析,例如 ESI 按被引频次的高低确定出衡量研究绩效的阈值,分别排出居世界前 1% 的研究机构、科学家、研究论文,居世界前 50% 的国家或地区和居前 0.1% 的热点论文。

论文作者合作度也是文献计量分析的重要内容之一,评价指标包括合作论文数、合作指数、机构合作率、国家合作率、合作系数、修正合作系数、合作能力指数等^[12]。社会网络分析方法也被用于合作度的分析,可以派生出网络密度、点度中心度、中间中心度、接近中心度等指标^[13]。这些指标均存在空间上的流通和关联特征,是潜在的空间分析和展示指标类型之一,但目前相关工作还很少。

以上文献计量指标针对不同统计对象可以交叉使用,而不同统计对象之间进行综合,可以生成一些综合性的指标,例如评价国家、研究机构或者个人,通过统计发文章的期刊数量,可以生成研究单元的发文宽广程度。又如金碧辉等把国际论文和国内论文统一起来进行分析,对国内外期刊进行 6 个分区,对不同区的期刊赋予一定分值,最终获得一个研究单元的总分值,用来进行不同研究单元之间的排序,形成一个综合性评价指标^[14]。

3.2 h 指数及其衍生指标

2005 年,美国物理学家 J. E. Hirsch 提出了一种新

的文献计量方法——h指数(h-index),用以评价科学家个人的学术成就^[15]。该指数通过一个综合性指标将科学家学术论文的产量(发文数)和质量(被引频次)定量表达出来,非常便于对个人的学术成就进行评价和比较,具有很好的创新性^[16],被广泛报道和应用^[17-18]。由于h指数最初定义存在歧义^[19],R. Rousseau在其基础上提出了更精确的定义^[20]。h指数提出后其有效性被广泛地关注和评议,普遍认为具有较好的实用性和稳定性,但同时也存在一些缺陷^[21],主要体现在不同领域科学家的h指数可比性不强、可能存在虚假合作和引用以及缺乏灵敏度、区分度和波动性等方面。

针对h指数的缺陷,许多研究者提出了一些修正办法,从而生成了一些衍生指标。例如,g指数^[22]、h(2)指数^[23]、A指数、R指数、AR指数^[24-25]、 h_1 指数^[26]和 h_c 指数^[27]等。除了以上指标,国内还有较多研究人员针对不同缺陷发展了一些衍生指标,此处不再阐述。一般来说,在特定的应用目标下,h指数及发展的衍生指标相结合使用,才能更为合理地评价一个研究单元的科学绩效。

3.3 基于引用的知识流指标

知识流是一个知识扩散、知识吸收、知识扫描和问题解决的过程^[28]。日常生活中充满着知识流,但很难定量地分析知识流的轨迹和流量。通过文献(论文和专利)引用进行知识流分析,是一种比较容易定量测量和追踪的方式之一^[29]。此处,文献被引代表了知识的流出(扩散),引用文献代表了知识的流入(吸收)。专利引用相对于发文引用更常被用于知识流分析,开展的工作更为丰富^[30]。论文知识流可以在不同级别的研究单元之间进行统计分析,但国际上常见的是针对国家级别的文献知识流进行分析,主要是分析国家与国家之间的知识流入或流出,针对发文知识流分析的基础指标是引用别国文献频次(知识流入量)、平均引用频次、文献被别国引用频次(知识流出量)、平均被引频次、国际间流动占总流动比率。针对一个国家的知识流开展分析,常用的指标为引用各国文献频次及比率和文献被各国文献引用的频次及比率^[31]。例如科学研究国际学术影响指标(international scholarly impact of scientific research,ISISR),就是一个国家被别国引用频次与该国的总被引频次的比率,计算不同年的ISISR,就可以看出该国对另一个国家知识输出水平的动态变化^[32]。如果计算一个国家某个学科的知识流,可以用这个国家某学科知识流入量及其占该国

知识总流入量的比率、某学科知识流出量及其占该国总流出量比率等指标来表达。

一些研究人员也发展了其他指标来表征论文知识流,W. Glänzel和A. Schubert 2005年提出了authorship domesticity(没有国际合作作者的论文数量占整个发文量的比率)、reference domesticity(国内自引参考文献占总参考文献量的比率)、citation domesticity(国内自引频次占总被引频次的比率)指标,计算在国家水平上不同学科进行的内部合作、自引和自被引分析^[33]。接着,他们又发展了co-authorship preference、cross-reference preference和cross-citation preference 3个指数^[34]。

也有学者计算知识流两个端点间的实际距离^[35],发展了平均空间距离(mean geographical distance, MGD)指标,分析发文、引文和合作者之间距离随着时间变化的特征^[36]。基于空间多样性的引用排名(citation rank based on spatial diversity,SDCR)考虑作者、城市和国家的多样性,通过引用距离、引用模式和空间多样性来分析地理上的知识扩散,解决由于地理位置不同产生的引用偏倚^[37]。引用流指标(citation flow index,CFI)和归一化引用指标(normalised difference citation index,NDCI)则是基于文献引用或者被引来度量不同研究单元间的知识流特征,其数值的绝对值大小代表知识流量大小,正负号代表了知识的净流量方向。

4 文献计量指标的GIS空间展现

4.1 空间展示模式

GIS具有空间展示、查询和分析等功能,文献计量指标要在GIS平台上实现以上空间数据操作,首先需要将这些指标和带有地理坐标的矢量图层关联起来,成为其属性的一个或者多个字段。其空间尺度与统计的研究单元级别有关,例如以国家作为研究单元,其统计结果可以与国家的空间分布数据关联起来,那么展示的就是在国家这个级别上的空间尺度。空间尺度从大到小可以包含全球、洲际、国家、区域、省际、城市、研究机构、研究小组和个人等。在实际操作中,可以先将发文和引文频次等统计结果作为基础信息与矢量图层关联起来,形成基础图层。基础图层还包括研究单元的人员、经费和项目以及期刊影响因子和期刊分区等信息。研究单元之间的距离通过GIS平台可自动计算出来。根据文献指标计算的公式,调用基础图层的相关字段,计算出指标结果,然后添加成原有图层的新字段或者生成新的图层,用于开展查询、检索和分析等空间操作。

显示一个空间目标,可以通过点、线和面 3 种形式,例如国家的空间数据既可以用各国领土范围的面状信息来表达,也可以用国界的线状信息来表达,还可以用一个位于其领土范围内的点来表达,采用不同表达方式是为了针对不同的空间展现方式。针对点状信息,可以通过不同大小的点来表达研究单元发文量的大小,通过不同比例和颜色的饼状图来区分研究单元不同学科的发文量情况,还可以将两种形式结合起来,用大小区别的饼状图同时表现出文章的数量和学科结构信息。由于文献计量的许多指标可以按照一定的时间间隔来进行统计,例如逐年的发文量、逐年的被引频次和每 5 年的 NDCI 等,这些信息可以使用柱状图和线状图来表示,以展示每个研究单元某指标的时间变化趋势。

线主要用于表达研究单元之间的文献流量指标,其本身可以将研究单元之间的关联关系体现出来,而通过不同线宽则可以将流量的大小体现出来,通过线的方向来表达文献流入和流出的方向。一般在连线数量较少时多用直线形式,而当连线较多、互相重叠比较频繁时,也常使用曲线。面主要用于表现统计研究单元总量的文献指标,例如发文总量、被引总量、h 指数和合作论文数等,通过不同颜色或者同一颜色从浅到深的阶段性色差来表示指标的数量差别。在同一个图幅中,为了更丰富地展现内容,以上的形式可以交叉使用。

在以上初步展现基础上,可以通过 GIS 空间分析工具挖掘更多的文献计量指标的时空分布特征。常用的 GIS 空间分析功能包括缓冲区分析、叠加分析、路径分析、空间插值、统计分类分析等,目前应用到文献计量学中的案例还很少^[3]。通过空间插值的方法,可以将指标的点分布数据插值到面上去,从而获取高密度分布的区域。如果考虑时间上的动态变化,就可以监测科研活动热点领域的时空变化特征^[38]。T. Hengl 等从 WoS、Scopus 和 Google Scholar 检索地统计学领域文章及其被引次数,利用统计和空间分析方法对地统计学领域的文献指标进行分析,重点采用引用率来分析地统计学研究的全球趋势,基于高斯核密度算法和夜间灯光影像数据对发文密度的空间分布进行估算,并利用全球地图来展示其空间分布特征^[39]。王雪梅等对青藏高原科研文献地理位置信息挖掘的分析结果显示随着与交通干线距离的增加涉及野外采样点和观测点的文献数量明显减少,表明交通线路是影响青藏高原科研活动地理空间分布的因素之一^[40]。文献计量指标的空间分析也有一定的

尺度依赖性,在特定的尺度下,空间的分布特征才能够被展现出来^[41]。

4.2 空间展示平台

可以利用通用的商业 GIS 软件,例如 ArcGIS、MapInfo、MAPGIS、SuperMap GIS 等对以上空间数据进行制备、指标计算、浏览、查询、检索和分析等操作。但这些软件通常功能强大,用户需要对其有一定的了解才能运行自己所需的操作。此外这些商业软件价格比较昂贵,文献计量指标空间只使用其部分功能,总体来说性价比比较低。当前还有较多的开源 GIS 平台,主要以 Java 语言为主,并开放源代码,例如 MapServer、Openmap、GeoServer、GeoTools 等。这些平台虽然可以免费使用,但功能相对单一,无法满足文献计量指标空间展示的全部需求。因此,建议以开源 GIS 平台提供的工具包为基础,开发适合展现文献计量指标的定制 GIS 平台,而且可以根据需要在后期扩展其功能。用于文献计量指标展现的定制 GIS 平台在开发阶段需要投入一定的人力和物力,但后期使用成本低,是该领域进一步发展的重要方向之一。

随着网络 GIS(WebGIS) 技术的快速发展,越来越多的文献数据库开始用 WebGIS 技术来展示作者和合作者的空间分布和关系。例如 BioMedExpert 使用 WebGIS 展示生物医学相关文献的作者和他们合著者的空间分布和地理关联,当一个生物医学研究人员被检索时,与之相关的合著者都会被展示在世界地图上(www.biomedexperts.com/)。再如 AuthorMapper 则是在 Google Earth 基础上展示 Springer 的文献数据库,当文章通过不同方式被检索时,文章作者所在城市的空间分布被展示在 Google Map 上(www.authormapper.com/)。由于 WebGIS 可使更多用户快速和无偿地获取文献计量指标的统计结果,也是将来进一步发展该领域的重要方向之一。但目前使用 WebGIS 来展示文献计量指标结果多限于简单的作者查询和检索,功能相对简单,如果要实现指标计算、空间分析等功能,开发工作量非常大且很难达到商业 GIS 软件和开源 GIS 平台那样的效果。因此,在对文献计量指标进行简单展示时,WebGIS 是较好的选择。

5 结 语

文献计量指标是文献定量化研究的基础,当前针对发文数量、引文频次、论文合作、期刊、学科发展、资助、奖励等统计对象发展了众多分析指标,可以从单个学者到全球多个尺度上对文献的投入、产出和绩效进

行量化评价和分析。发展新的综合性指标仍然是当前文献计量学研究的前沿,h指数是该领域具有代表性的综合性指标之一,在其基础上发展了众多衍生指标,被广泛用于研究者个人和研究机构的科研影响力评价。随着网络技术的迅猛发展和文献开放程度的增加,基于文献的知识流动也大大加速,细致刻画知识流量与流向特征的指标有待进一步发展。文献计量学和GIS技术的集成是拓展GIS应用领域、发展文献计量学的一个新兴方向,是将文献计量指标与带有地理坐标的矢量图层关联,利用GIS平台对其进行查询、检索、统计和分析等操作,从而实现这些指标在不同空间尺度上的空间展现。通过空间分析深入挖掘文献计量指标所蕴含的时间分布特征,从而分析科学研究的热点及其动态变化,是今后需要重点关注的方向。商用和开源GIS平台能够满足不同用户的文献计量指标空间分析展现的多方面需求,当前WebGIS展现文献计量指标的功能虽然有限,但可以预见WebGIS未来将在文献计量学与GIS的集成研究中引领前沿。

参考文献:

- [1] Pritchard A. Statistical bibliography or bibliometrics? [J]. Journal of Documentation, 1969, 25(4): 348-349.
- [2] Vinkler P. Indicators are the essence of scientometrics and bibliometrics comments to the book entitled "Bibliometrics and Citation Analysis, From the Science Citation Index to Cybermetrics from Nicola De Bellis [J]. Scientometrics, 2010, 85(3): 861-866.
- [3] Wang Xuemei, Ma Mingguo, Li Xin, et al. Applications and researches of geographic information system technologies in bibliometrics [OL]. [2014-01-10]. <http://link.springer.com/article/10.1007/902Fs12145-013-0132-4>.
- [4] Hornbostel S. Welche Indikatoren zu welchem Zweck: Input, Throughput, Output [R]//Röbbecke M, Simon D. Qualitätsförderung durch Evaluation? Ziele, Aufgaben und Verfahren im Wandel. Berlin: Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, 1999: 55-72.
- [5] DFG-Deutsche Forschungsgemeinschaft. Research Units [EB/OL]. [2011-10-06]. http://www.dfg.de/en/research_funding/programmes/coordinated_programmes/research_units/.
- [6] Hinze S, Glänzel W. Scientometric indicators in use: An overview. Presentation at the European summer school for scientometrics [EB/OL]. [2013-09-28]. http://www.scientometrics-school.eu/images/2_1_13Hinze.pdf.
- [7] 谢黎, 邓勇, 张苏闽. 论文引用与专利引用比较研究 [J]. 情报杂志 2012, 31(4): 19-21.
- [8] Thomson Reuters. Essential Science Indicators [OL]. [2013-10-25]. <http://thomsonreuters.com/essential-science-indicators/>.
- [9] Auranen O, Nieminen M. University research funding and publication performance-An international comparison [J]. Research Policy, 2010, 39(6): 822-834.
- [10] Garfield E. The impact factor and using it correctly [J]. Der Unfallchirurg, 1998, 101(6): 413-414.
- [11] Egghe L, Rousseau R. Average and global impact of a set of journals [J]. Scientometrics, 1996, 36(1): 97-107.
- [12] 朱丽娟, 李丽娜. 科研合作计量指标研究述评 [J]. 情报杂志, 2013, 32(6): 76-79, 52.
- [13] Erfanmanesh M, Rohani V A, Abrizah A. Co-authorship network of scientometrics research collaboration [J]. Malaysian Journal of Library & Information Science, 2012, 17(3): 73-93.
- [14] 金碧辉, 汪寿阳, 汪冰, 等. 国际论文与国内论文合一统计方法研究 [J]. 管理科学学报, 1999, 3(2): 59-65.
- [15] Hirsch J E. An index to quantify an individual's scientific research output [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2005, 102(46): 16569-16572.
- [16] 陈欣, 李晓菲. h指数及其相关计量指标研究综述 [J]. 情报杂志, 2008, 27(9): 99-102.
- [17] Ball P. Index aims for fair ranking of scientists [J]. Nature, 2005, 436(7053): 900.
- [18] Anonymous. Impact factor [J]. Science, 2005, 309(5738): 1181.
- [19] Glänzel W. On the h-index-A mathematical approach to a new measure of publication activity and citation impact [J]. Scientometrics, 2006, 67(2): 315-321.
- [20] Rousseau R. Hirsch 指数研究的新进展. 刘俊婉, 译 [J]. 科学观察, 2006, 1(4): 23-25.
- [21] Costas R, Bordons M. The h-index: Advantages, limitations and its relation with other bibliometric indicators at the micro level [J]. Journal of Informetrics, 2007, 1(3): 193-203.
- [22] Egghe L. Theory and practise of the g-index [J]. Scientometrics, 2006, 69(1): 131-152.
- [23] Kosmulski M. A new Hirsch-type index saves time and works equally well as the original h-index [J]. ISSI Newsletter, 2006(3): 4-6.
- [24] 金碧辉. 科学家为自己设计了一项评价指标: h指数 [J]. 科学观察, 2006, 1(1): 8-9.
- [25] Jin Bihui, Liang Liming, Rousseau R, et al. The R-and AR-indices: Complementing the h-index [J]. Chinese Science Bulletin, 2007, 52(6): 855-863.
- [26] Batista P D, Campiteli M G, Kinouchi O, et al. Is it possible to compare researchers with different scientific interests [J]. Scientometrics, 2006, 68(1): 179-189.
- [27] Sidiropoulos A, Kataros D. Generalized Hirsch h-index for disclosing latent facts in citation networks [J]. Scientometrics, 2007, 72(2): 253-280.
- [28] Boisot M H. Knowledge assets: Securing competitive advantage in the information economy: Securing competitive advantage in the information economy [M]. Oxford: Oxford University Press, 1998: 1

- 10.
- [29] Bhupatiraju S, Nomalerb O, Triulzia T, et al. Knowledge flows – Analyzing the core literature of innovation, entrepreneurship and science and technology studies [J]. *Research Policy*, 2012, 41 (7): 1205 – 1218.
- [30] Alcúcer J, Michelle G. Patent citations as a measure of knowledge flows: The influence of examiner citations [J]. *Review of Economics and Statistics*, 2006, 88(4): 774 – 779.
- [31] Ponomariov B, Toivanen H. Research and development: Bibliometric analysis of knowledge flows of Brazilian research 2005 – 2009 [C] // Proceedings of the ACSIP 2011. Atlanta: IEEE, 2011: 1 – 13.
- [32] Hassan S, Haddawy P. Measuring international knowledge flows and scholarly impact of scientific research [J]. *Scientometrics*, 2013, 94(1): 163 – 179.
- [33] Glänzel W, Schubert A. Cross-national preference in co-authorship, references and citations [J]. *Scientometrics*, 2005, 65(3): 323 – 342.
- [34] Schubert A, Glänzel W. Domesticity and internationality in co-authorship, references and citations [J]. *Scientometrics*, 2006, 69 (1): 409 – 428.
- [35] Waltman L, Tijssen R J W, van Eck N J. Globalisation of science in kilometres [J]. *Journal of Informetrics*, 2011, 5(4): 574 – 582.
- [36] Ahlgren P, Persson O, Tijssen R. Geographical distance in bibliometric relations within epistemic communities [J]. *Scientometrics*, 2013, 95(2): 771 – 784.
- [37] Wu Jiang. Geographical knowledge diffusion and spatial diversity citation rank [J]. *Scientometrics*, 2013, 94(1): 181 – 201.
- [38] Bornmann L, Waltman L. The detection of “hot regions” in the geography of science—A visualization approach by using density maps [J]. *Journal of Informetrics*, 2011, 5(1): 547 – 553.
- [39] Hengl T, Minasny B, Gould M. A geostatistical analysis of geostatistics [J]. *Scientometrics*, 2009, 80(2): 491 – 514.
- [40] 王雪梅, 李新, 马明国, 等. 青藏高原科研文献地理信息空间分析研究 [J]. *地球科学进展*, 2012, 27(11): 1288 – 1294.
- [41] Carvalho R, Batty M. The geography of scientific productivity: Scaling in US computer science [J]. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2006(10): P10012: 1 – 11.

Spatial Display of Bibliometric Indicators Using Geographic Information System

Wang Xuemei^{1 2} Li Xin¹ Zhang Zhiqiang² Ma Mingguo¹

¹Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000

²Lanzhou Branch of the National Science Library, Scientific Information Center for Resources and Environment, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000

[Abstract] Information resources of statistic objectives of bibliometric indicators are analyzed firstly, including three types of inputs, outputs and benefits, and research units of different numbers of researchers. Then bibliometric indicators about Geographic information system (GIS) are reviewed, such as the common indicators, h index and its derivative indexes, and citation-based knowledge flow indicator. Thirdly, the spatial display of the bibliometric indicators are discussed through two primary aspects of models and platforms. The spatial linked data of the bibliometric indicators need to be prepared and displayed in a variety of ways based on three formats of point, line and polygen, to further expand the functions of spatial analysis. Their applicability of platform is discussed for the spatial display of the bibliometric indicators from the aspects of commercial GIS software, open source GIS software and WebGIS.

[Keywords] bibliometric indicator bibliometrics spatial display spatial analysis

下 期 要 目

- 映射 重组 全关联——新一代图书馆系统设计
理念探讨 赵乃瑄 王正兴
- 从 UnLibrary 项目与创客空间建设看图书馆的
转型与超越 王晔
- 云计算环境下高校电子文件一体化管理研究
石峻峰 樊泽恒 毕建新

- 企业竞争情报成果模糊综合评价研究 张志千 赵继伦
- ResearchID 现状分析及应用启发 窦天芳
- 国外数据共享行为影响因素研究综述 张静蓓 吕俊生 祝忠明