

· 科学论坛 ·

科学领域学术竞争力评估研究

陈华雄¹ 王健^{2*} 高健¹ 侯馨远¹ 邢怀滨¹

(1. 科技部科技评估中心,北京,100081;2. 北京航空航天大学机械工程及自动化学院,北京,100091)

[摘要] 为了从科研层面评价相关国家在科学领域学术研究水平和能力的相对位置,支撑科研资源优化配置和科技政策战略决策,研究建立了基于科研论文价值的学术竞争力评估模型。运用文献计量学、创新网络分析法等方法,研究形成了科研学术创新的数量、影响力、热点性与前沿性的表征指标,采用 TOPSIS 综合评估的算法,对领域的学术竞争力进行综合评估。在石墨烯领域对主要国家的学术竞争力进行实证研究,各表征指标反映的情况和综合排名评价结果,与本领域专家调查相一致。

[关键词] 领域评估;学术评价;前沿技术;竞争力评估

随着世界知识与经济不断发展,国家之间的竞争已经明显前移到创新链的前端,世界各国纷纷投入巨大的人力物力推动科学领域创造,科学领域基础研究水平和创新能力成为一个国家科技实力和综合国力的重要标志^[1]。当前,我国科技发展目前已进入“三跑(领跑、并跑、跟跑)”并存的新阶段^[2],部分科学领域处于全球领跑的位置,一些科学领域和创新主体进入“无人领航、无既定规则、无人跟随”的无人区^[3],科学领域学术创新能力与水平成为我国当前科技创新领域亟需要解决的痛点和难点问题。

我国出台了一系列的激励政策,制定并发布了《国家创新驱动发展战略纲要》,强化原始创新,增强源头供给,加强面向国家战略需求的基础前沿和颠覆性技术研发。建立科学领域科研学术创新能力与水平的宏观评价方法,探索国家科学领域学术创新宏观指标和综合评价方法,评价重点科学领域学术研究与水平相对位置和竞争力,对掌握全球技术发展态势、不同国家的科学研究的相对状态,优化我国科学资源配置,前瞻布局颠覆性技术和新兴产业具有重要意义。

1 科学领域学术竞争力评估方法

国内外学者对于科学领域学术竞争力评价进行

了大量研究,构建了不同类型的评价体系和方法模型。其中,同行评议法和文献计量法是学术竞争力评估中广泛采用的两种方法。对某一科学领域基础研究的科学家或成果的评价以同行评议为主,同时采用一些计量学指标进行评价,如获奖情况、发表论文的数量、引用次数、H指数等^[4]。但是,对于某一科学领域进行整体综合评价,目前还缺乏完整的方法。一些学者指出,基础研究领域的评估应当遵循以下原则:以引导和推动实现国家科学目标,建立科学研究体系为宗旨;结合国家科学目标,坚持高标准,质量并重;基础研究的定量指标应当包括论著的数量与质量等^[5]。

同行评价法是科学领域学术评价中广泛采用的评价方法,对于同行评价中涉及科学评价的具体内容,不同学者的看法不尽相同。有学者认为同行评议重点在于定性评价基础研究项目的前沿性、设备的运转情况、对社会的贡献、国际地位等^[6]。有学者认为基础研究评价要从项目参加者情况、经费使用、论文产出、获奖、专利、产业化、获得后续资助及人才培养等方面比较,同时要重点突出创新性和人才及其研究能力培养方面的评价^[7]。也有学者认为,在评价基础研究绩效时,还要结合学科建设和发展等问题,考虑与学科自身建设和可持续发展有关的因

收稿日期:2017-05-15;修回日期:2017-06-10

* 通信作者,Email: wj279107698@163.com

素,如人才结构和团队精神等^[8]。

文献计量法是通过作为研究成果载体的各种论文或者专利文献的统计分析来考察绩效的评估方法^[4]。早在20世纪70年代发达国家就开始通过文献计量分析进行科研学术创新的评估与预测^[9]。文献计量法主要的计量对象包括已发表的论文、专著的数量,文献被检索系统收录情况,文献被引用情况,专利的申请或受理情况等。在基于数量评价基础上,还有很多研究对文献、期刊质量和科学家的影响力进行评价,指标主要包括文献的被引次数,如学术期刊的影响因子^[10-12],科学家的H指数等。还有学者将网络“中心性”的概念引入到评价中,中心性表示某篇文献、某个作者或机构在整个科学共同体中的重要性和影响力。中心性的概念最早于1998年由Freeman在社会网络分析中提出^[13-17],后来被移植到文献共被引网络中,表示一篇论文所代表的节点在全部网络中的控制力。陈超美教授在开发的文献分析可视化工具CiteSpace软件中,应用中介中心性衡量作者、引文等科学计量单元的重要性,中心性成为对科研学术评价的重要指标之一^[18]。

一些学者对具体科学领域的学术创新评估进行了研究。西北农林科技大学张静^[19]从农业科技创新的知识创造能力和科技创新的知识应用能力两大方面构建了农业科技创新能力评估的指标体系;王泽宇等^[210]运用层次分析、综合指数法对我国沿海地区海洋科技创新能力和海洋经济发展进行了评估;高峰等^[21]利用科技基础水平、科技活动投入、科技活动产出、科技转化能力四个指标对民航领域的科技创新进行了评估;周剑^[22]等提出评估制造业领域及有关企业科技创新的评估指标和方法。

目前,科学领域的评价侧重于产出结果的评价,如论文、专著、会议论文、专利等,而体现长远效应的指标却较少^[23]。国外的科学领域绩效评价更侧重于研究的质量和社会影响力。例如,英国科研水平

评估体系(Research Excellence Framework),提出科研评价不仅局限于科研论文的数量,更多地关注科研的质量以及科研对经济社会的贡献,即科研影响力评价^[24-26]。

2 科学领域学术竞争力评估模型的建立

科学领域学术竞争力评估是基于学术论文计量方法,提取表征科研学术创新的数量、影响力、前沿性等量化指标,通过综合评估算法综合判断主要国家在特定领域科研学术能力与水平的相对实力,反映不同国家在特定领域的相对竞争力。影响科学领域学术竞争力的因素有很多,如投入、组织实施、产出、研发环境等方面。对于某一科学领域的学术竞争力来说,归根结底由相关科学领域产出的成果及创造的价值决定。一般来讲,科学研究产出的成果包括了专著、期刊论文和会议论文等,创造的价值主要包括发现科学规律、创造基础理论、传播专业知识等方面,这些科研成果被同行和社会公众应用,产生经济和社会价值。科学研究创造的价值成为科技创新价值的基础和源泉。从评价的角度来说,科学领域学术竞争力可以用科研学术创新的数量、前沿性和影响力来进行比较全面的表征,如图1所示。

对于重点科学领域的学术竞争力评估即是对该领域基础科研产出的评估,通过对某领域内发表的论文、专著以及报告等创造的知识进行分析和评估,可以合理地反映该重点科学领域学术研究的能力与水平。在现有的研究中,数量和影响力指标一般被作为重要的评价指标,数量的指标有发表论文的篇数、引用次数等;影响力指标,一般通过专家调查得出或通过量化计算得出。采用文献分析工具与方法,还提取了学术研究的前沿性指标数据,采用同行专家访谈的形式,验证相关指标与学术前沿性的关系。热点性(大量引用)持续时间与技术前沿性存在很强的关联。前沿技术代表未来科技和产业发展

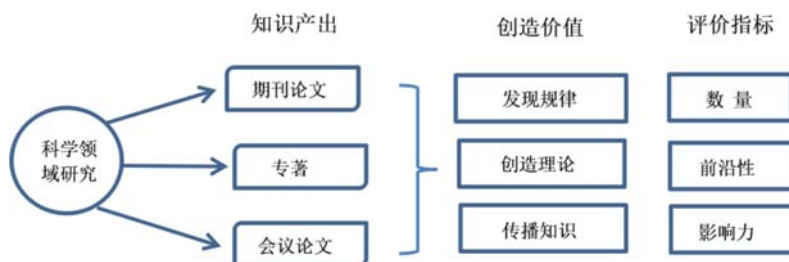


图1 科学领域学术竞争力评估模型

新方向,对经济社会具有带动和重大引领作用。

3 科学领域学术竞争力评价指标与方法

结合科学领域学术竞争力评估模型,重点科学领域竞争力评价的指标主要包括3个方面:科研学术创新的数量指标、影响力指标、热点性与前沿性指标,3项指标可以通过文献统计和计量工具客观获取。在此基础上,应用综合评估算法(TOPSIS算法)实现不同国家和地区某一重点领域科学竞争力情况排名。

3.1 科学领域学术竞争力评价指标

3.1.1 科研学术创新的数量指标

科研学术创新的数量指标通常包括论文的数量、被引次数等。对于国家的某一科学领域学术竞争力评估来说,如果发表论文的数量很大,则引用数也很大。经过研究发现,论文的数量和被引次数可看作同向指标,在国家排名中,以发表论文总量和被引次数总量进行排名的结果总是一致的,这与对科研个体的评价不同。在对特定科学家或论文成果的评价中,引用次数通常表征质量,即引用的次数越多表示水平越高。

通过研究,科学论文的共被引频次更能有效反映学术创新的数量。当同一主题的两篇文献同时被第三篇文献引用,则表示施引论文属同一研究主题,对被引论文的引用是有效引用,如果共被引频次越高,则说明该论文被同行应用的次数越多。通过反复计算排名与专家调查结果对比,共被引频次指标非常好的体现了科学研究的价值,作为表征科学领域学术创新数量是比较准确的。

3.1.2 科研学术创新的影响力指标

科研学术创新影响力是指国家、区域等在某一科学技术领域的科研学术成果对其他国家 and 区域引用和采纳的影响力。本文引入中心性指标,用来描述学术创新的影响力。中心性指标用于引文网络分析,通过中心性可以反映一篇学术论文在本领域的关注程度,中心性指标越高,说明该论文处于引用网络的中心位置,被来自不同国家和地区的同行人所认可,具有很强的影响力。

Freeman最早在社会网络分析中提出中心性,现已发展为网络分析中的重点之一,中心性是指网络中任意两点之间的最短路径经过某一个节点的概率,一般可以认为“行动者越处于网络的中心位置,其影响力越大”。社会网络分析中,节点的重要性称为“中心性”,节点的重要性等价于该节点与其他节

点连接使其具有显著性^[27],一个节点的邻居数越多,影响力就越大。

在引文网络分析中,中介中心性(Betweenness centrality)用来表征学术论文在网络中的影响力,主要是指经过一个节点的最短路径数越多,这个节点就越重要,表示对网络中沿最短路径传输网络流的控制力。节点的介数定义为:

$$BC(i) = \sum_{i \neq s, i \neq t, i \neq 1} \frac{g_{st}^i}{g_{st}}$$

在文献计量统计中,一项技术或论文的介数中心性表示被不同的人认可的程度和范围,反映了学术创新的影响力。

3.1.3 科研学术创新的热点性与前沿性指标

科研学术创新的热点性是指一个领域内受到专家、研究人员广泛关注、深入探讨分析、有效进行应用的研究主题,代表了领域发展的主流研究方向。学术创新前沿性是指科学研究中最先进、最新、最有发展潜力的研究主题或研究领域,代表了科学发展的难点、热点以及发展趋势,具有前瞻性。科学前沿研究的少数成果能够引领学科的发展方向,而研究热点的多数成果则能够极大地推动学科的发展^[28]。

随着网络的发展以及学术资源越来越频繁地流动,学者提出用于辨认新兴研究前沿的跳跃检测算法(Burst detective Algorithm)。跳跃检测算法适用于对由时间序列组成的多词专业术语和文献的引文分析^[29]。Burst detection有突变、突发、剧增等几种常见的翻译,是一个变量的值在短期内有很大变化。通过Burst值,可以快速的提取某领域短时间内被关注的技术,即热点技术,在热点技术上可能引发新的方向及转折点,这对一个领域的研究很重要。某项成果的热点性表示该技术有巨大的潜力,随着时间的推移,一部分热点会随时间消失,另一部分热点或衍生新的热点。

本文以Sigma指数来表征科学的前沿性。Sigma指数是中心性(centrality)与Burst值的综合算法,代表了某项技术或研究成果持续的热点性,当某项技术长时间持续被同领域专家和学者广泛引用并产生新的研究成果,就认为在这项技术基础上开展了较多的研究,将派生出新的技术方向,成为本领域的前沿。Sigma指数的算法如下:

$$\text{Sigma} = (\text{centrality} + 1)^{\text{burstness}}$$

在某些领域数据的计算研究中发现,一些理论研究者、颠覆性技术发现者,其发表的论文被认可的过程比较漫长,经过一段时间的考验后,作为原创被

大量引用,其数量指标值往往很高,也被各地的学者广泛引用,中心性指标值高,具有很强的影响力;一些在此基础上开展的新兴研究,热点性高,但不一定具有较高的中心性,Sigma 指数不一定高。通过大量的对比研究发现,Sigma 指数比 Burst 能更好地表征技术研究的前沿性。

3.2 评估方法与工具

科学领域竞争力是综合实力的表现,对科学领域竞争力的评估采用较一致的软件工具和评估方法来获取指标数据,在此基础上,对各指标进行综合算法评估,形成明确的评估结论。本研究采用文献计量软件 Citespace 采集相关指标数据,TOPSIS(逼近理想解)算法对和专家查验证法形成闭环,研究建立领域评估的方法。

3.2.1 TOPSIS 算法

基于 TOPSIS 算法可以对具有多个指标的评价对象进行综合排名,是系统工程中有限方案多目标决策分析的一种常用方法,基于归一化后的原始数据矩阵,找出有限方案中的最优方案和最劣方案(分别用最优向量和最劣向量表示),分别计算评价对象与最优方案和最劣方案的距离,获得各评价对象与最优方案的相对接近程度,以此作为评价优劣的依据。

TOPSIS 算法基本步骤:

步骤一:用向量规范法求得规范决策矩阵 Z

$$z_{ij} = y_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^m y_{ij}^2}$$

步骤二:构成加权规范阵 X

$$x_{ij} = w_j \cdot z_{ij}$$

步骤三:确定理想和负理想解

$$\text{理想解 } x_j^* = \begin{cases} \max_i x_{ij} \\ \min_i x_{ij} \end{cases}$$

$$\text{负理想解 } x_j^0 = \begin{cases} \min_i x_{ij} \\ \max_i x_{ij} \end{cases}$$

步骤四:计算各方案到理想解与负理想解的距离

$$\text{到理想解的距离 } d_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - x_j^*)^2}$$

$$\text{到负理想解的距离 } d_i^0 = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - x_j^0)^2}$$

步骤五:计算各方案与理想解的接近程度

$$C_i^* = \frac{d_i^0}{(d_i^0 + d_i^*)}$$

步骤六:按 C_i^* 由大到小排列方案的优劣次序。

3.2.2 指标数据获取方法与工具

利用 Web of Science 数据库、CiteSpace 软件及信息可视化软件,采集被评估领域的数据和引文信息,利用软件计算将引文信息、知识等抽象数据转化为可视的表现形式,展示一个知识领域在一定时期的发展动向与趋势,构成若干研究前沿领域的演进与变化历程(表 1)。

3.2.3 专家咨询与评价

邀请技术领域专家进行调查访谈,就领域分类与关键技术、评价指标的科学性等议题进行咨询,对排名评价的合理性进行判断和评价,并听取专家对该领域学术创新和技术创新的有关建议。

4 石墨烯新材料领域科学竞争力的实证评估

4.1 科学研究的概况

以石墨烯领域为例,对全球主要国家在该领域科学竞争力进行评估,对科学竞争力评估方法和体

表 1 CiteSpace 软件分析

分析主题	主题定义	节点	分析范式
国家合作分析	反映国家对研究领域的贡献	Country	国家(地区)发文量,共被引频次,热点性,中心性分析等。
机构合作分析	反映机构对研究领域的贡献	Institution	高发量机构列表;主要研究机构及地区分布分析;主要研究机构发文量及研究重点;研究机构间合作分析等。
作者共被引分析	反映了作者之间的学术相关性	Cited author	通过作者共被引网络的聚类归并,列举主要研究主题名称及代表人物;按被引频次列举作者名称、被引频次、中心性等。
学科领域分析	反映研究领域学科构成	Category	研究领域学科分布排序;不同学科领域的代表人物与代表作品;参考关键节点分析学科间相关性等。
文献共被引分析	反映了文献间主题相关性	Cited reference	按被引频次高低列举文献作者、题名、来源期刊、发表年份、被引频次等。
主题词分析	反映了研究领域的主题	Term	主题词共现网络的聚类归并,分析研究主题领域;高频主题词列表;主题词内涵及代表作分析等。

系进行实证研究。在石墨烯领域有 70 个国家和地区发表论文,其中主要包括中国(指中国大陆,除特殊说明外不包括港、澳、台)、美国、韩国、日本、德国、印度、新加坡、英国、法国、西班牙、中国台湾等。截止 2016 年 5 月,在 Web of Science 数据库,检索主题为“graphene”的科技研究论文,共有 79 000 篇。至 2016 年 5 月,主要国家和地区发表石墨烯科学研究文献的数量如图 2 所示。

发表的论文中主要支持的基金及机构有:国家自然科学基金委员会(NSFC)(11 710),中央高校基本科研业务费专项资金(2 166),“973”计划(1 969),美国国家科学基金会(NSF)(1 641),中国科学院基金(810),澳大利亚研究局(359),中国博士后基金(343),欧盟(EU)(668),巴西国家科学技术发展委

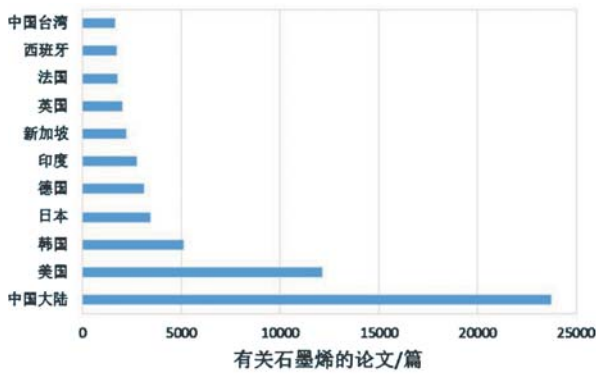


图 2 主要国家和地区发表石墨烯研究主题论文的数量

员会(CNPQ)(327),美国空军科学研究所(AFOSR)(325),韩国国家研究基金(309)等。

4.2 评估指标的测度

对各国家在石墨烯研究网络的中心性进行了研究。中心性可以测量一个研究机构或国家在科学知识引用网络中的中心地位,或者一个研究主题在整个学科领域中的核心位置。如图 3 所示,图中节点大表示中心性强,被较多的国家和地区引用,英国、德国的中心性和创新性强。Burst 是一个特征,但不是一个基本特征,日本在短时间内非常大,但是没有达到最高水平,是热点,是一种假性的,要通过长时间的热点才能反映。Sigma 是表征前沿性的指标,英国在科研前沿性上比较好,德国在科研中心性上比较好。

从时间顺序来看,美国、德国于 2005 年左右,大量开展了石墨烯研究,其次,英国于 2007 年大量开展石墨烯研究,中国于 2009 年左右兴起石墨烯研究。不同国家和地区在研究主题上各有侧重,英国、比利时主要集中在电池电极材料、锂离子电池方面,德国、中国、新加坡主要集中在纳米石墨粒子复合物、活性催化剂、燃料电极方面,美国、韩国、澳大利亚主要集中在多层石墨烯膜、透明电极膜、透明导电电极方面,印度主要集中在功能化研究、电子性能、电子转移,如图 4 所示。

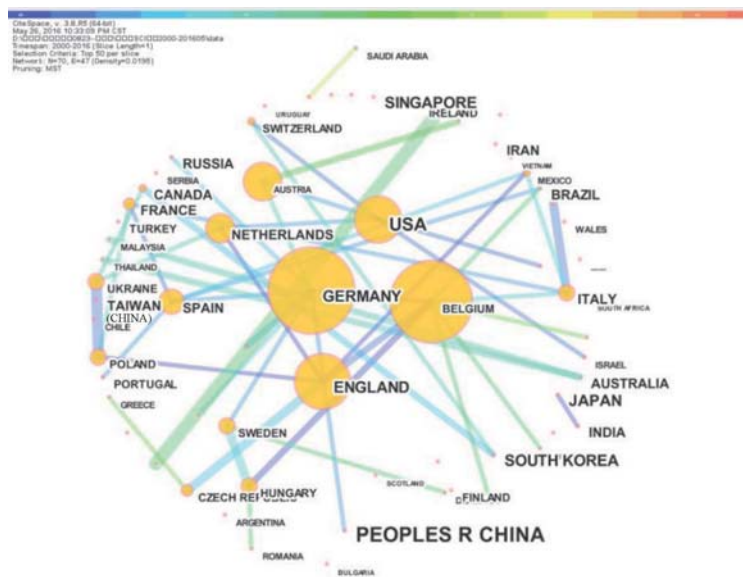


图 3 石墨烯领域各国/地区论文数量及中心性(国家/地区名称大小表示被引次数的多少,节点大小表示处于科学论文网络的中心程度)

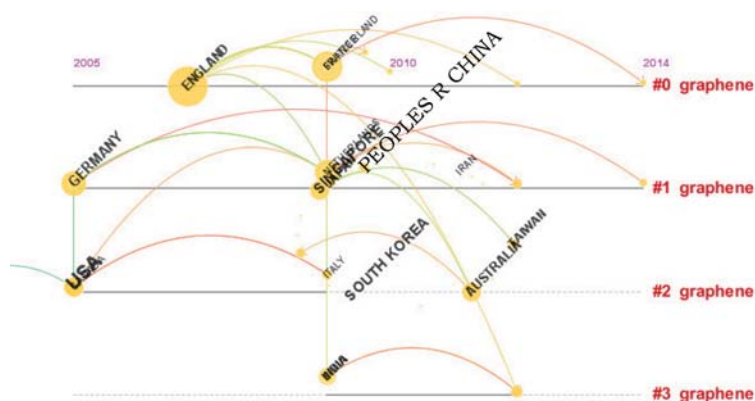


图4 各国家/地区石墨烯主要研究主题及随时间变化情况

(0: 电池电极材料、锂离子电池; 1: 纳米石墨粒子复合物、活性催化剂、燃料电极; 2: 多层石墨烯膜、透明电极膜、透明导电电极; 3: 功能化研究、电子性能、电子转移)

5.3 综合排名评价

在石墨烯领域各个国家科学创新指标的表现如表2所示,中国在发表论文和被引数量上具有明显优势,稳居全球首位,英国在科研前沿性上居全球第一,德国在科研中心性上拔得头筹。采用TOPSIS算法综合评价石墨烯领域的学术创新力,美国在数量、中心性和热点性上均取得了较好的成绩,综合排名全球第一,德国、英国、中国、西班牙分别处于第2至第5位。

邀请石墨烯领域的多名专家,就领域分类与关键技术、评价指标的科学性等议题进行了咨询,针对我国石墨烯科技创新存在的不足与有关建议进行了研讨,并对排名评价的合理性进行了判断和评价。根据专家反馈,本文形成的世界主要国家石墨烯领域竞争力评价排名得到专家认可。

表2 石墨烯领域主要国家科研学术创新力排名

综合排名	国家	数量	中心性	前沿性	综合评价值*
1	美国	4 902	0.1	2.09	0.632
2	德国	1 163	0.19	2.12	0.568
3	英国	691	0.12	3.07	0.471
4	中国	5 693	0	1.00	0.435
5	西班牙	608	0.06	1.80	0.247
6	日本	1 481	0	1.00	0.109
7	韩国	1 340	0.01	1.00	0.102
8	法国	633	0.02	1.32	0.0928
9	新加坡	791	0	1.00	0.0333
10	印度	611	0	1.00	0.0125

* 采用TOPSIS算法,计算逼近理想解的距离,获得综合评价值。

5 结论

(1) 基于基础研究学术创新的价值,构建了国家重点科学领域学术竞争力评估模型,包括科研学术创新的数量指标、影响力指标、热点性和前沿性指标。

(2) 创新性的引入前沿性指标,通过计算在一段时间科学领域内专家对某项成果的持续关注热度,反映重点领域的学术创新力。

(3) 针对本文形成的科学领域学术竞争力评估模型,在石墨烯领域进行了实证研究,形成了对石墨烯领域学术竞争力的基本评价和国家排名,并通过评价结果进行了问卷调查和专家咨询,根据反馈可以判断本文研究的评价方法是合理的,指标是可靠的,评价结果是被专家认可。

(4) 对石墨烯领域世界主要国家科学竞争力情况分析,结果表明,中国在发表论文和被引数量上具有明显优势,稳居全球首位,英国在科研前沿性上居全球第一,德国在科研中心性上拔得头筹。采用TOPSIS算法综合评价石墨烯领域的学术创新力,美国在数量、中心性和热点性上均取得了较好的成绩,综合排名全球第一,德国、英国、中国、西班牙分别处于第二至第五位。

(5) 通过本文所引入的中心性、热点性以及前沿性等指标,可以快速发现一些在某领域内做出突出成果的新锐科学家或者科研团队,可以指导国家对这些科学家加强支持,组建团队。

参 考 文 献

- [1] 白春礼. 切实贯彻新时期的办院方针, 大力加强我院基础研究工作——在中国科学院基础研究工作会议上的工作报告, 2002(6).
- [2] 余建斌, 张聰. 科技创新迈入“三跑并存”新阶段. 人民日报, 2016-03-11 (02).
- [3] 任正非. 华为处在无人领航无人跟随的创新困境. “全国科技创新大会”上发言材料, 2016-06-02.
- [4] 叶小梁. 如何评估基础研究绩效. 科学新闻, 2003, 6: 39—40.
- [5] 万玉玲, 侯晓霞. 关于我国基础研究评估问题的探讨. 中国基础科学, 1999, (2—4): 25—29.
- [6] 沈新尹. 关于对美国国家科学基金会基础研究绩效评价若干方法的思考. 中国科学基金, 2001, 15(5): 313—316.
- [7] 周洪芳, 陈文贤, 张林. 医药类基础研究项目的绩效评价初探. 中华医学科研管理, 2002, 15(3): 155—157.
- [8] 单广良, 赵爱芳. 基础研究人员绩效评价体系的探讨. 中华医学科研管理, 2002, 15(4): 224—226.
- [9] 肖利. 发达国家科技评估的方法及启示. 科学对社会的影响, 2001 (4): 18—20.
- [10] Xu F, Li X X, Meng W, et al. Ranking academic impact of world national research institutes—by the Chinese Academy of Sciences. *Research Evaluation*, 2013, 22(5): 337—350.
- [11] 姜春林, 刘则渊, 梁永霞. H 指数和 G 指数: 期刊学术影响力评价的新指标. 图书情报工作, 2006, 50(12): 63—65.
- [12] 刘雅娟, 王岩. 用文献计量学评价基础研究的几项指标探讨: 论文, 引文和期刊影响因子. 科研管理, 2000, 21(1): 93—98.
- [13] Freeman L C. A set of measures of centrality based on betweenness. *Sociometry*, 1977, 40(1): 35—41.
- [14] 刘军. 社会网络分析导论. 北京: 社会科学文献出版社, 2004. 134—137.
- [15] 张焯, 王国顺, 毕小萍. 网络中心性和知识创新能力对创新绩效的影响. 经济问题, 2013(8): 92—96.
- [16] 郑登攀, 党兴华. 基于社会网络分析的技术创新网络中创新主体中心性测量研究. *系统管理学报*, 2010, 19 (8): 415—419.
- [17] 栾春娟. 网络中心性指标在技术测度中的应用. *科技进步与对策*, 2013, 30(2): 10—13.
- [18] Chen C M. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2006, 57 (3): 359—377.
- [19] 张静. 我国农业科技创新能力与效率研究. 杨凌: 西北农林科技大学, 2013.
- [20] 王泽宇, 刘凤朝. 我国海洋科技创新能力与海洋经济发展的协调性分析. *科学学与科学技术管理*, 2011, 32(5): 42—47.
- [21] 高峰, 党亚茹. 民航科技创新评估指标体系的构建. *科研管理研究*, 2005, 25(8): 35—37.
- [22] 周剑, 陈杰. 制造业企业两化融合评估指标体系构建. *计算机集成制造系统*, 2013, 19(9): 2251—2263.
- [23] 魏江, 勾丽, 周泯非. 基础研究绩效的评价指标分析. *南京理工大学学报*, 2008, 21(4): 64—69.
- [24] 徐芳, 刘文斌, 李晓轩. 英国 FER 科研影响力评价的方法与启示. *科学学与科学技术管理*, 2014, 35(7): 9—15.
- [25] 宋丽萍. REF 与科研评价趋向. *图书情报工作*, 2011(22): 60—63, 100.
- [26] 杜德斌, 张仁开, 李鹏飞. 英国大学 REF 评估制度及其启示. *中国高校科技*, 2014, 03: 36—38.
- [27] Bonacich P. Factoring and weighting approaches to status scores and clique identification. *Math Sociol*, 1972, 2: 113—120.
- [28] 张丽华, 张志强. 科学前沿迁移的研究进展. *图书情报工作*, 2014, 58(3): 5—12, 19.
- [29] Jon K. Bursty and Hierarchical Structure in Streams. *Data Mining & Knowledge Discovery*, 2003, 7(4): 373—397.

Evaluation study on academic competitiveness

Chen Huaxiong¹ Wang Jian² Gao Jian¹ Hou Xingyuan¹ Xin Huaibin¹

(1. Center of Science and Technology Evaluation, Ministry of Science and Technology, Beijing 100081;

2. School of Mechanical Engineering and Automation, Beihang University, Beijing 100091)

Abstract In order to evaluate the capabilities of academic and scientific research in the science field and to support the optimal allocation of scientific research resources, the strategic decision of science and technology policy, we established a scientific competitiveness evaluation model based on the value of scientific research paper. By using the methods and tools of bibliometric and innovation network analysis, we constructed an evaluation index, including number, centrality, hot spots and leading edge of scientific research innovation. Comprehensive evaluation of the academic competitiveness in the field of science is completed by using TOPSIS. In the field of graphene, empirical research was conducted on the academic competitiveness of major countries, and the results of each index and comprehensive ranking evaluation were consistent with expert surveys in this field.

Key words field evaluation; academic evaluation; frontier technology; competitiveness evaluation