

● 刘宇^{1,2}, 方曙^{1,2}, 杨志萍¹, 陆颖¹, 徐英祺¹, 卿立燕¹, 吴汀³

(1. 中国科学院成都文献情报中心, 四川 成都 610041; 2. 中国科学院大学, 北京 100190; 3. 中国科学院上海硅酸盐研究所, 上海 201899)

面向技术领域的科研机构竞争力评价模型研究与实践^{*}

摘要: [目的/意义] 文章探讨了面向某一技术领域的科研机构竞争力评价模型, 系统梳理了科研机构在科技创新过程中所涉及的内外因变量环境, 构建了同行评议与科学计量两种方式相结合的指标体系与评价方法, 为今后实施科研机构竞争力评价研究提供了可供参考的指标模型与实践经验。 [方法/过程] 从技术领域的视角出发, 剖析了“政策环境”“经济资源”“市场前景”“技术能力”“人才队伍”和“合作竞争”6个方面的属性变量, 通过优化最终形成“国家战略设计”“国家纵向基金计划”“客户受众层次与规模”“技术前沿优势”“技术转移转化能力”“团队科研水平”“合作伙伴层次能力”和“竞争对手技术重叠度”8项最优指标的面向技术领域的科研机构竞争力评价模型, 并依托该评价模型以中国科学院上海硅酸盐研究所的方钴矿热电材料领域作为实证研究对象进行验证和优化。 [结果/结论] 文章构建的面向技术领域的科研机构竞争力评价模型的实证研究显示, 其评价结果与方钴矿热电材料领域的实际发展情况基本相符, 能够较为有效地反映出中国科学院上海硅酸盐研究所在方钴矿热电材料领域的科技创新地位与优劣势特征, 对于该所在该技术领域的科技创新发展、技术谋划布局和成果转移转化起到了一定的支撑作用。

关键词: 科研机构; 竞争力评价; 指标体系; 技术领域

Research and Practice on Competitiveness Evaluation Model of Scientific Research Institutes Oriented to the Technological Field

Abstract [Purpose/significance] This paper explores the competitiveness evaluation model of scientific research institutes oriented to a certain technological field. It systematically combs the internal and external environmental variables involved in the process of scientific and technological innovation, and constructs the index system and evaluation method which combines the peer review and scientific measurement. This can provide index model and practical experience for the future research on the competitiveness evaluation of scientific research institutes. [Method/process] From the perspective of technological field, the paper firstly analyzes attribute variables in six aspects: policy environment, economic resources, market prospect, technical ability, talent team, and cooperation & competition. And then, they are optimized into competitiveness evaluation model of scientific research institutes oriented to technological field with eight optimal indexes, including national strategic design, national longitudinal fund program, customers' level and scale, frontier technology advantage, technology transformation and conversion capabilities, scientific research capability of team, partners' level & capability, and technology overlap with competitors. Finally, the evaluation model is used in the case study of the skutterudite thermoelectric materials field at the Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences for verification and optimization. [Result/conclusion] The case study on the competitiveness evaluation model of scientific research institutes oriented to the technological field shows that the evaluation results are basically in line with the actual development of the skutterudite thermoelectric materials field, which can effectively reflect the scientific and technical innovation position of Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences in the skutterudite thermoelectric materials field, as well as the advantages and disadvantages compared to the competing organizations. It effectively promotes the research innovation, technical layout and achievements transformation of Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences in the skutterudite thermoelectric materials field.

Keywords: scientific research institute; competitiveness evaluation; index system; technological field

^{*} 本文为2017年中国科学院成都文献情报中心主任基金“基于FTA/FMEA方法的科研机构知识产权风险预警模型及实证研究”(项目编号: Y7Z0581005)和成都市科技局科技项目“成都科研机构分类改革”(项目编号: Y7D0781001)的成果之一。

随着创新驱动发展战略不断深化发展, 我国的科技创新已经迈入了“三跑(领跑、并跑、跟跑)”并存的新阶段^[1]。如何科学、准确地评价某一技术领域处于“三跑”的哪一阶段, 衡量科技机构的研发能力的相对位置和竞争

力,对于促进科技机构的科技水平的优化提升、科技资源的优化配置、科技管理的优化组织均具有重要意义。

国内外许多学者对于机构竞争力评价已经开展了一些有效的研究或实践。在国外,一些发达国家制定各类评价体系,针对不同学科或行业领域实施机构竞争力评价。例如,美国教育委员会(ACE)^[2-3]、国家研究委员会(NRC)^[4]受美国国会等政府机关委托实施科技机构评估与科技项目评估。美国科睿唯安(Clarivate Analytics)公司自2001年起针对不同学科领域的机构ESI评价(原属汤森路透公司),并从2011年起开展全球百强创新机构评价排名。英国也通过科研评价体系(Research Assessment Exercise,RAE)^[5]和卓越研究框架(Research Excellence Framework,REF)^[6]实施了针对高等院校的多轮评估。德国马普学会、弗朗霍夫学会、赫尔姆霍兹学会等大型国立组织对下属的研究所定期开展机构评估及领域评价^[7]。另外,国外一些科技情报研究团队还针对科研机构竞争力评价的理论方法开展了深入研究,提出了h指数^[8]等各类指数法、影响因子法^[9-10]、社会网络分析法^[11]等技术方法。在我国,北京大学^[12]、南京大学^[13]、武汉大学^[14]、清华大学^[15]、复旦大学^[16]等高等院校针对重点实验室、创新团队等开展了科研竞争力评价研究。中国科学院科技政策与管理科学研究所^[17]、文献情报中心^[18-19]、成都文献情报中心^[20-21]及科技部科技评估中心^[22]、中国农业科学院农业信息研究所^[23-24]等科研机构,也针对国立科研机构、研究所、团队或重点实验室探索了竞争力评价研究。一些机构还从学科领域角度出发探索了机构竞争力的情况^[22-24],或者针对竞争力分析中的文献计量学方法进行了探讨^[14,18-19]。

从文献调研来看,科研机构竞争力评价已经成为国内外科技管理学与情报学领域的研究热点并开展了大量有效探索。但是,当前的科研机构竞争力评价也存在一些有待完善的地方,具体表现在:其一,在研究对象上,当前研究大多集中在整体机构层面或者学科领域层面等较为宏观的分析,而对于某一具体技术小范围领域的机构竞争力研究较少;其二,在研究方法上,同行评议法和文献计量法单独使用均存在一定局限性^[25],学界争议较大^[26-28],因此如何科学融合两种方法的优点、形成定性定量相结合的综合评议法,成为了当前研究的重点之一;其三,在研究设计上,构建科学、合理、客观、准确的评价指标体系是机构竞争力研究的关键点与难点。但是,当前的评价体系鲜有针对技术链全过程的思考与设计,尤其对于科技创新上下游衔接与周边环境的重视程度不够,缺乏涵盖创新全过程的系统性、全面性科研机构竞争力评价指标体系与方法模型。

因此,本文旨在从技术领域角度出发,系统梳理科研机构在科技创新全过程中所涉及的政策环境、经济资源、市场前景、技术能力、人才队伍和合作竞争6个方面的因素变量指标,构建定性定量相结合的面向技术领域的科研机构竞争力评价模型,并依托实证研究对该模型进行验证与优化,以期为科研机构竞争力评价研究未来发展提供可参考的数据经验与方法模型。

1 研究设计

1.1 研究方法与流程

1.1.1 研究方法

1) AHP层次分析法(Analytic Hierarchy Process,AHP)。层次分析法是一种多目标综合评价方法,由美国学者Saaty在20世纪70年代提出。该方法是将与决策总是有关的元素分解成目标、准则、方案等层次,在此基础上进行定性和定量分析的决策方法。本研究运用AHP层次分析法,是为了更好地梳理以技术领域为基础的多角度、多层次的竞争力评价内容点。

2) 粗糙集理论(Rough Set,RS)。粗糙集是一种处理不精确、不确定和不完全数据的数学方法,具有消重、去冗等功能,由波兰学者Pawlak在20世纪80年代提出。该方法能有效地处理模糊或不完整的信息,揭示数据的内在规律与隐含知识。本研究将“粗糙集”方法引入竞争力评价指标的优化中,以增强指标体系的客观性、合理性和有效性。

3) BP(Back Propagation)神经网络模型。BP神经网络是神经网络分析方法的一种,由美国学者Rumelhart和McClelland领导的科研团队在1986年提出。该方法是一种按误差逆传播算法训练的多层前馈网络,适用于模式识别和数据分类。本研究将BP神经网络引入竞争力评价指标体系的优化中,以避免人为因素导致的指标属性误判断问题,提高研究的合理性和准确性。

4) 无量纲处理。无量纲处理旨在解决由不同指标数据的量纲(单位)不同,导致出现无法对比分析的现象。常见的无量纲处理主要有标准化、均值化、极值化和标准差化等方法。本研究运用无量纲处理也在于消除不同指标原始变量的量纲影响。

5) 德尔菲法。德尔菲法(Delphi Method)是一种重要的专家咨询法,通过专家函调、反复征询反馈,最终得到具有较高准确率的专家集体判断结果。该方法具有匿名性、反馈性和统计性三项特点。本研究运用德尔菲法对评价指标予以权重赋值、对定性指标赋予指标分值。

1.1.2 研究流程 科研机构竞争力评价研究的核心内容在于一套科学、合理、客观和准确的评价指标体系的设

计。由于面向技术领域的科研机构竞争力的内涵是一项以技术领域为贯穿纽带形成的多角度、多层次的聚合型目标，因此本研究首先通过 AHP 层次分析法，构建一套涵盖技术领域科技创新过程主线的初始指标体系，并通过 RS 粗糙集法、BP 神经网络法等数理学方法优化得到最优的属性指标。然后通过专家咨询法构建权重，形成一套定性与定量相结合的面向技术领域的科研机构竞争力评价指标体系，进行科研机构竞争力评价分析。对于定性评价指标，本研究在信息调研基础上，通过德尔菲法等方式获得相应的指标分值；对于定量分析指标，本研究将采集的基础数据，先经过对比核实、同类别替代、数据离散化和无量纲处理等程序，再进行数理运算，最后得到相应的指标分值。最后，根据各指标分值，对机构竞争力进行综合评价与对比分析评价，从而得到评价结论。

1.2 初始指标体系的构建

本研究采用 AHP 层次分析法，依据系统性、科学性等原则，奉行“重点发散、层次解构、全面着手、化繁为简”方针，将面向技术领域的科研机构竞争力评价的影响因素剖析为“政策环境”“经济资源”“市场前景”“技术能力”“人才队伍”和“同行机构”6个主要属性，属性层下设准则层指标13个，然后准则层再下设执行层指标29个，形成“属性层—准则层—执行层”三级架构的竞争力评价初始指标体系（见表1）。

1.3 指标体系优化约简

在初始指标体系基础上，本研究通过 BP 神经网络模型对个别模糊指标进行了归类，确定了不同属性及其所属的变量指标，并运用挪威科技大学研发的粗糙集软件 Rosetta 表格逻辑数据分析工具进行处理，并在此基础上进行属性指标约简。其主要内容为两个部分：其一，对初选指标体系存在的不确定性因素，包含的不精确或不完整的噪音，进行明确和除噪；其二，对内容相关性较高的指标，将会影响准则层的属性，对初选指标体系进行合理优化去冗。

同时，由于方钴矿热电材料目前从全球范围来看，其技术发展尚处于科研到应用的过渡期，主体状态仍在实验室研发阶段，只有少量付诸应用的案例^[29]。因此，本研究对方钴矿热电材料技术领域特点，并结合专家咨询结果，运用朴素贝叶斯离散和遗传约简的处理方法，以最大概率指标替代该准则，最后得出“国家战略设计”“国家纵向基金计划”“客户受众层次与规模”“技术前沿优势”“技术转移转化能力”“团队科研水平”“合作伙伴层次能力”和“竞争对手技术重叠度”8项指标作为最优属性特征变量（见表1），从而形成了最终的面向技术领域的科研机构竞争力评价指标体系。

表1 面向技术领域的科研机构竞争力

评价初始指标体系与最优变量				
属性层	准则层	执行层	最优变量	权重系数
政策环境	领域规划	国家战略设计	√	0.08
		行业规划	—	—
		地区发展计划	—	—
	激励制度	人才激励政策	—	—
		技术引进激励政策	—	—
成果转化激励政策		—	—	
经济资源	纵向基金计划	国家层面纵向基金计划	√	0.10
		机构/地区层面	—	—
	横向项目研发	军政机构委托	—	—
		民用企业委托	—	—
市场前景	产品力	产品可替代性	—	—
		产品新颖性	—	—
	上游成本	原料成本	—	—
		生产成本	—	—
	下游市场	市场体量	—	—
		竞品规模	—	—
		客户受众层次与规模	√	0.10
技术能力	基础研发	垄断程度	—	—
		技术前沿优势	√	0.24
	应用研究	成果价值	—	—
		转移转化能力	√	0.18
人才队伍	领军人物	科研水平	—	—
		可持续研究能力	—	—
	团队实力	团队科研水平	√	0.12
		团队规模与构成	—	—
同行机构	合作伙伴	合作程度	—	—
		合作伙伴层次能力	√	0.08
	竞争对手	技术重叠度	√	0.10
		技术先进性	—	—

1.4 确定权重系数

基于方钴矿热电材料领域的当前发展特点，本研究通过德尔菲法获得了8项最终变量指标的权重系数（见表2）。其中“技术能力”属性的两项最优特征变量所占的权重最高。①“技术前沿优势”作为基础研发的最优特征，具体包括方钴矿材料 ZT 值、方钴矿器件热电转化效率、适用温度范围区间、封装防护技术、电极材料的种类与特性、界面衍化稳定性，等等。②“技术转移转化能力”作为应用研究的最优特征，具体包括中试放大生产能力、规模化生产的性能稳定性、规模化生产的产品一致性、市场化转移渠道、市场化转移的环境、下游产业的承接能力，等等。

2 评价分析

2.1 数据源与分析工具

本研究以中国科学院上海硅酸盐研究所（以下简称

“中科院上海硅酸盐所”) 的方钴矿热电材料领域作为研究案例, 按照 8 项指标内容, 主要采集了与方钴矿热电材料有关的科技政策信息、技术前沿资讯、市场应用信息、科研论文、专利文献、研究机构信息、科研人员信息等数据。其中科研论文数据源于科学引文索引 (Science Citation Index, SCI) 数据库, 专利数据源于 Incopat 专利信息数据库, 非文献数据源于统计年鉴和 Wind 资讯产业数据库。主要分析工具包括 Thomson Data Analyzer (TDA), Histcite, SPSS, Excel 软件, 以及 Incopat 等数据库自带的分析功能模块。

2.2 遴选对比机构

针对方钴矿热电材料发展特点, 本研究通过文献计量预筛选 (论文与专利) 和市场信息预调研, 获得了世界范围内方钴矿热电材料的主要 SCI 发文机构、主要专利申请机构和主要商业化机构。通过对比遴选与专家咨询, 最

终确定了美国麻省理工学院、美国加州理工学院、日本昭和电工株式会社和武汉理工大学 4 家机构作为中科院上海硅酸盐所的主要对比机构进行竞争力评价分析。

2.3 数据处理与计算

本研究将基础数据进行提炼、归并和整理, 前期处理包括三项内容: 其一, 不同来源的数据进行比对核实; 其二, 个别缺失较严重的数据进行同类替代; 其三, 同一指标数据的单位统一化处理。然后, 为了克服不同指标数据的量纲不同和衡量标准的不一致, 本研究对定量指标进行了无量纲处理和数据离散化, 同时对定性指标以信息调研为基础、结合专家咨询的方式进行了评分, 从而获得每一项指标的具体分值 (每项指标最高为 100 分)。然后, 将每项指标分值与权重系数进行加权计算得到每项指标的加权分值, 最后将各项指标的加权分值相加计算获得最终的机构竞争力评价综合得分。

表 2 方钴矿热电材料领域中科院上海硅酸盐所及其对比机构的竞争力评价

评价指标		权重系数	中科院上海硅酸盐所		武汉理工大学		美国麻省理工学院		美国加州理工学院		日本昭和电工株式会社	
属性	最优变量	-	分值	加权	分值	加权	分值	加权	分值	加权	分值	加权
政策环境	国家战略设计	0.08	75	6	65	5.2	71	5.68	80	6.4	70	5.6
经济资源	国家层面纵向基金计划	0.10	72	7.2	70	7	70	7	78	7.8	65	6.5
市场前景	客户受众层次与规模	0.10	70	7	55	5.5	60	6	85	8.5	70	7
技术能力	技术前沿优势	0.24	80	19.2	74	17.76	78	18.72	80	19.2	65	15.6
	技术转移转化能力	0.18	78	14.22	69	12.42	73	13.14	88	15.84	76	13.68
人才队伍	团队科研水平	0.12	75	9	73	8.76	78	9.36	80	9.6	64	7.68
同行机构	合作伙伴层次能力	0.08	75	6	65	5.2	72	5.76	90	7.2	55	4.4
	竞争对手技术重叠度	0.10	52	5.2	55	5.5	65	6.5	70	7	55	5.5
综合评分		-	73.82		67.34		72.16		81.54		65.96	

注: 每项分值为专家咨询、信息调研或计量分析三者相结合的综合得分, 这一数据并不涉及对非公开信息或研究成果的评价。

3 竞争力评价结果

3.1 中科院上海硅酸盐所竞争力评价得分

本研究得出中科院上海硅酸盐所机构竞争力综合得分为 73.82, 8 项最优属性指标的得分如图 1 所示。其中, 中科院上海硅酸盐所方钴矿热电材料领域的竞争力最突出之处在于“技术前沿优势”, 得分达到 80, 与其在该技术领域的研发领先地位基本相符。具体而言, 2016 年, 中科院上海硅酸盐所实现多重元素填充方钴矿最高 ZT 值 (热电优值) 达到 1.7^[30]; 2017 年, 成功研制出的碲化铋/方钴矿二段结构热电发电器件在 541°C 温差下实测转换效率达 12%, 是目前国际上报道的最高水平^[31]。同时, 评价结果还反映出中科院上海硅酸盐所在方钴矿热电材料领域的竞争力短板在于“竞争对手技术重叠度”问题。

3.2 多机构竞争力对比评价结果

据表 2 所示, 竞争力综合评价得分由高到低依次为: 美国加州理工学院、中科院上海硅酸盐所、美国麻省理工

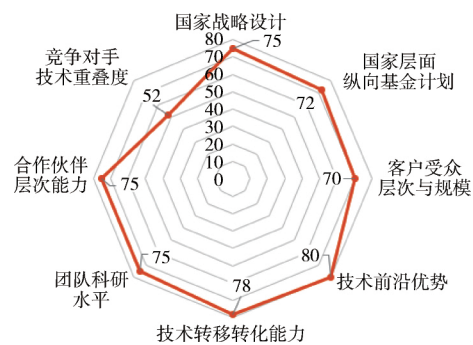


图 1 中科院上海硅酸盐所方钴矿热电材料领域竞争力的 8 项最优属性分布

学院、武汉理工大学和日本昭和电工株式会社。图 2 根据各机构得分情况进行了图形展示: 其中, 柱形图直观凸显不同指标的对比效果, 表现出各机构强弱项分布; 折线图则是各机构竞争力综合评价得分数据。从图 2 可以看出, 美国加州理工学院不仅综合评分较高, 而且各指标发展较为均衡, 具有较好的整体领先优势; 中科院上海硅酸盐所

在技术前沿领先上具有一定优势，但在竞争对手重叠度方面相比其他 4 家机构需要着重改进；麻省理工学院发展得也较为均衡，但是其客户受众层次与规模、合作伙伴层次能力，在方钴矿热电材料领域相对于加州理工学院稍弱；武汉理工大学的主要短板则在于客户受众层次与规模，以及技术转移转化能力；日本昭和电工株式会社其特点在于市场应用与技术转化较好，主要的短板则在于技术基础创新研发能力相对较弱。

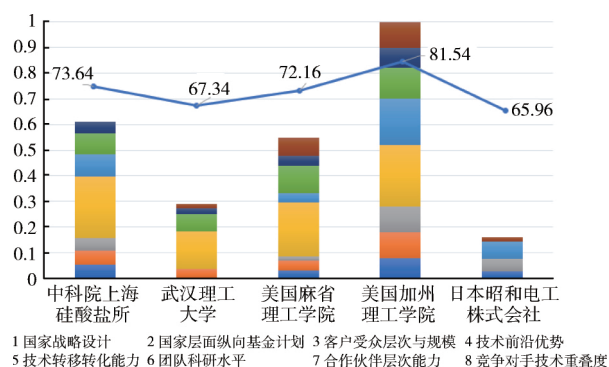


图 2 中科院上海硅酸盐所及其对比机构的竞争力评价得分构成

具体而言，5 家机构的竞争力对比情况如下：

1) 美国加州理工学院以 81.54 分位列首位，各项指标得分均较高。该机构在方钴矿热电材料领域拥有高水平研究人员与团队，并产出了较多的科技成果。该机构的专利拥有量和高被引论文量方面均排名靠前，并有多项专利涉及热电转化器件等应用性产品。同时，该机构与美国宇航局喷气推进实验室（NASA JPL）和通用汽车公司有长期密切的合作关系，在政策环境、经济支持与市场应用等方面均有良好条件，使其研发的方钴矿材料及热电转化器件的性能与稳定性得到了较好检验。因此，该机构在方钴矿热电材料领域竞争力位列第一。

2) 中科院上海硅酸盐所以 73.64 分排名第二。该机构拥有高性能陶瓷和超微结构国家重点实验室，下设热电转换材料与器件研究课题组，该课题组拥有中科院百人计划 2 名，在方钴矿材料相关领域承担国家自然科学基金、“863”/“973”计划或其子项目共计 15 项。同时，该机构在方钴矿热电材料领域的专利申请量达到 46 件，位居各机构之首，在 SCI 论文方面也有较高的发文量。该机构在基础科研方面，与日本东北大学、美国密歇根大学均有一定程度的合作；在应用研发方面，与康宁股份有限公司、通用汽车公司等企业也有良好合作，并成立了“中国科学院上海硅酸盐研究所—康宁联合实验室”。但是，该机构的材料类型过于集中在 CoSb₃ 基方钴矿热电材料，与竞争对手技术重叠度较高，竞争激烈，不利于长远发展。

3) 美国麻省理工学院获 72.16 分以微弱劣势位列第

三。该机构在热电转化领域具有较强的研究能力，拥有美国工程院院士 1 名，是美国热电材料领域研究高被引论文发文量最多的单位。同时，该机构与波士顿学院、美国能源部固体太阳能热电能量转换研究中心具有良好合作关系，在基础研发和应用研究两方面均有一定能力。但是，该机构近两年在方钴矿热电材料领域的专利申请量出现断层，反映出其应用性研究可能遇到了瓶颈，对竞争力得分造成了一定的负面影响。

4) 武汉理工大学以 67.34 分排名第四。该机构拥有材料复合新技术国家重点实验室，下设有高性能热电材料及器件实验室。实验室拥有教育部“跨世纪优秀人才培养计划”1 名、国家“973”计划项目首席科学家 1 名，在方钴矿材料相关领域承担国家自然科学基金、“863”/“973”计划及子项目共计 11 项。同时，该机构在方钴矿材料领域的 SCI 发文量达 112 篇，在国内机构中排名第一，略高于中科院上海硅酸盐所；但是其专利拥有量却较低。这反映了该机构更偏重于基础研发，而对应用性研究的关注程度相对较低。

5) 日本昭和电工株式会社以 65.96 分排名第五。该机构是企业研发机构，一方面可能会出于商业保密等原因而不公布阶段性科研成果，因此会对该机构的竞争力评价造成一定负面影响；另一方面企业自身的强大生产能力，也为企业研发机构提供了在技术转移转化方面的良好、成型的技术应用渠道，将有助于应用性成果的转化实施。该机构在方钴矿热电材料领域的专利申请量方面表现突出，位居前列，而且所有专利均为独立申请，并专注于热电转化器件及其设备的制造方法，在技术应用方面具有较强优势。但是，该机构其他指标拉低了其综合评价得分，因此最终位列第五。

4 结论

本文从技术领域视角出发，系统梳理了科研机构在科技创新过程中所涉及的政策环境、经济资源、市场前景、技术能力、人才队伍和合作竞争 6 个方面的影响因素，并通过优化最终形成了“国家战略设计”“国家纵向基金计划”“客户受众层次与规模”“技术前沿优势”“技术转移转化能力”“团队科研水平”“合作伙伴层次能力”和“竞争对手技术重叠度”8 项最优属性指标，构建了定性评议和定量分析相结合的面向技术领域的科研机构竞争力评价模型，并依托该评价模型以中科院上海硅酸盐所的方钴矿热电材料领域作为实证研究对象进行验证和优化。研究显示，该模型评价结果与方钴矿热电材料领域实际发展情况基本相符，有效地反映出中科院上海硅酸盐所在该技术领域的科技创新地位与优劣势特征，对中科院上海硅酸

盐所在该技术领域的创新发展、谋划布局与技术转化起到了一定的参考作用,也为未来科研机构竞争力评价研究更好发展提供了可供参考的数据经验与指标模型。

除此之外,本文还存在以下不足之处:①本文构建的机构竞争力评价指标体系中,涉及市场、经济等数据的内容,由于这类信息的调研存在一定的难度,尤其是对于一些高新技术领域,存在因商业保密等因素造成的信息不公开或研究成果不公布的情况,在一定程度上影响了机构竞争力评价的准确性。②本文所研究的中科院上海硅酸盐所的方法矿热电材料实证案例具有一定的技术领域局限性,因为不同技术领域所处的发展阶段有差异,因此有的技术领域侧重于基础研发,而有的则更倾向于市场转化,因此对于其他的技术领域需要根据其领域特征调整最优的评价指标及权重系数,以使该模型更为合理和有效。以上这些问题有待今后进一步研究,在更多的技术领域的实践中去不断完善与优化。□

参考文献

- [1] 余建斌,张璁. 科技创新迈入“三跑并存”新阶段 [N]. 人民日报,2016-03-11 (02).
- [2] 司俊峰. 美国学术型博士学位点评估的演进与特点 [J]. 比较教育研究,2015,37 (2): 38-44.
- [3] OOSTRIKER J, KUH C, VOYTUK J. A Data-based assessment of research-doctorate programs in the United States [J]. National Academies Press, 2011, 77 (4): 250.
- [4] 申丹娜. 美国科技评估的国家决策及实践研究 [J]. 自然辩证法研究,2017 (4): 51-56.
- [5] 李锋亮,黄倩殷. 英国科研评估制度变化动向及其启示 [J]. 学位与研究生教育,2015 (1): 74-77.
- [6] REF. Evaluation of REF 2014 [EB/OL]. [2017-11-03]. <http://www.hefce.ac.uk/rsrch/REFreview/>.
- [7] 陈乐生. 德国科学评估经验及其对中国科技评估实践的启示 [J]. 科研管理,2008 (4): 185-188.
- [8] EGGHE L. The Hirsch-index and related impact measures [J]. Annual Review of Information Science of Technology, 2010, 44 (1): 65-114.
- [9] XU F, LI X, MENG W, et al. Ranking academic impact of world national research institutes-by the Chinese Academy of Sciences [J]. Research Evaluation, 2013, 22 (5): 337-350.
- [10] KOSMULSHI M. Successful papers: a new idea in evaluation of scientific output [J]. Journal of Informetrics, 2011, 5 (3): 481-485.
- [11] YAN D. Applying centrality measure to impact analysis: a co-authorship network analysis [J]. Journal of the Association for Information Science and Technology, 2009, 60 (10): 2107-2118.
- [12] 郑英姿,李洪云,何洁. 论文产出分析在国家重点实验室评估中的应用——以三个物理类国家重点实验室论文产出分析为例 [J]. 科学学研究,2011 (11): 1638-1642.
- [13] 苏新宁. 文献计量学与科学评价中有关问题思考 [J]. 图书与情报,2013 (1): 79-83.
- [14] 丁敬达,邱均平. 科研评价指标体系优化方法研究——以中国高校科技创新竞争力评价为例 [J]. 科研管理,2010 (4): 111-118.
- [15] 胡德鑫,王轶玮. 基于DEA的“985”高校科研竞争力评价 [J]. 北京理工大学学报: 社会科学版,2017 (4): 163-168.
- [16] 艾春艳,赵飞,游越,等. 基于机构决策的科研竞争力评估方法初探 [J]. 大学图书馆学报,2013 (5): 84-86.
- [17] 代涛. 国立科研机构科技评价比较研究: 基于机构战略定位的视角 [J]. 科技促进发展,2012 (5): 81-87.
- [18] 蒋世银. 基于关联数据的科研机构评价指标权重计算方法研究 [J]. 图书情报工作,2016 (16): 110-115.
- [19] 杨立平,岳婷,杨立英,等. h2指数用于机构评价的理论分析与初步应用 [J]. 图书情报工作,2010 (16): 18-21.
- [20] 陈云伟,邓勇,陈方,等. 科研单元创新力评价模型及实证研究 [J]. 情报杂志,2015 (5): 59-65.
- [21] 刘宇,杨志萍,王春明,等. 基于全过程管理理念的文献情报项目评价体系的构建与实践——以群组平台项目为例 [J]. 图书情报工作,2016 (24): 76-85.
- [22] 陈华雄,王健,高健. 科学领域学术竞争力评估研究 [J]. 中国科学基金,2017 (4): 405-411.
- [23] 袁雪,刘敏娟,王婷,等. 农业科研机构作物学学科科技竞争力评价研究 [J]. 科技管理研究,2016 (5): 57-60.
- [24] 梁晓贺,黄政,孙巍. 学科领域竞争力分析方法研究——以动物资源与育种领域为例 [J]. 数字图书馆论坛,2015 (12): 21-28.
- [25] 杨瑞仙,李贤,李志. 学术评价方法研究进展 [J]. 情报杂志,2017 (8): 106-112.
- [26] JANE J. Let's make science metrics more scientific [J]. Nature, 2010, 464 (3): 488-489.
- [27] BRAUN T. How to improve the use of metrics [J]. Nature, 2010, 465 (6): 870-872.
- [28] 刘益东. 开放式评价: 替代同行评议的新方案 [J]. 甘肃社会科学,2015 (4): 27-31.
- [29] 王超,张蕊,杜欣,等. 新型热电材料综述 [J]. 电子科技大学学报,2017, 46 (1): 133-150.
- [30] SHI X, YANG J, SALVADOR J. et al. Multiple-filled skutterudites: high thermoelectric figure of merit through separately optimizing electrical and thermal transports [J]. Journal of the American Chemical Society, 2011, 133 (20): 7837-7846.
- [31] ZHANG Q, LIAO J, TANG Y. et al. Realizing a thermoelectric conversion efficiency of 12% in bismuth telluride/skutterudite segmented modules through full-parameter optimization and energy-loss minimized integration [J]. Energy and Environmental Science, 2017, 10 (4): 956-963.

作者简介: 刘宇 (ORCID: 0000-0001-9376-1113), 博士生, 馆员。方曙 (ORCID: 000-0003-4584-7574), 研究员, 博士生导师。杨志萍 (ORCID: 0000-0003-3920-6797), 研究馆员。陆颖 (ORCID: 0000-0003-4808-7689), 博士, 副研究馆员。徐英祺 (ORCID: 0000-0003-3139-1721), 硕士, 馆员。卿立燕 (ORCID: 0000-0001-7289-5665), 博士, 副研究馆员。吴汀, 博士, 高级工程师。

录用日期: 2018-04-02