

国家科研竞争力评价

——以 OECD 国家基础医学领域为例

宋瑶瑶^{1,2}, 李陞³, 王雪^{1,2,3}, 杨国梁^{1,2*}

1. 中国科学院科技战略咨询研究院, 北京 100190
2. 中国科学院大学公共政策与管理学院, 北京 100049
3. 中国科学院发展规划局, 北京 100864

摘要 以经济合作与发展组织(OECD)国家为研究对象,采用一种基于数据包络分析方法的混合定权方法测算各国基础医学领域的科研竞争力指数,并对不同国家的竞争力指数和排名进行了分析。结果表明,美国、英国、德国、日本、法国是28个OECD国家中基础医学领域科研竞争力最强的5个国家。此外,除芬兰、希腊、新西兰和葡萄牙的科研竞争力指数变动较大外,其余各国变动不大。从区域上看,北美洲、北欧和西欧3个区域的平均科研竞争力指数处于前列,南欧和中欧区域处于劣势位置。因此从促进区域科研事业的快速和平衡发展角度看,国家间应当加强科研合作,取长补短,竞争力弱的国家应减小与竞争力强国间的差距。

关键词 科研竞争力;三阶段权重模型;数据包络分析

21世纪,世界科技水平迅猛发展,通过科技创新抢占先机、创造价值、发展经济和提升国际竞争力将成为一个国家在当今如此不确定性环境中取胜的一条捷径。近年来,全球化发展加剧了各国之间综合实力的较量,背后是各国科技创新能力的激烈竞争。根据对科学事业投入和产出、科技创新能力以及对全球科技发展的贡献等因素,世界各国的科技水平可分为5个层次,全面领先的科技核心国家(如美国),在多个领域有所建树的科技强国(如德国、英国、日本等),重视科技发展、紧跟科技发展步伐的科技大国(如法国、加拿大、

俄罗斯等),有望进入科技大国行列的科技边缘国家(如印度、巴西等),以及科技不发达国家。中国目前正处于从科技大国向科技强国转变的关键时期,近年来在科学技术方面取得了众多骄人的成就,但是与发达国家相比差距还很大^[1]。

科学研究是科学技术产生的途径,是形成国家创新能力的源动力,同时也是高等院校的主要职能之一。科研水平是一个国家综合国力的体现,也可以侧面反映这个国家的教育和文化发展水平。开展国家科研竞争力评价是综合国力评价的重要组成部分,可以

收稿日期:2019-01-03;修回日期:2019-03-01

基金项目:国家自然科学基金面上项目(71671181);中国科学院发展规划局项目(GHJ-ZLZX-2019-32-5)

作者简介:宋瑶瑶,博士研究生,研究方向为科技规划、决策理论与方法,电子信箱: songyaoyao15@mailsucas.ac.cn;杨国梁(通信作者),研究员,研究方向为科技规划、决策理论与方法,电子信箱: glyang@casipm.ac.cn

引用格式:宋瑶瑶,李陞,王雪,等. 国家科研竞争力评价——以 OECD 国家基础医学领域为例[J]. 科技导报, 2019, 37(14): 34-43; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2019.14.005

清楚各国科研的资源、效率、成果等情况,找出不同国家科研方面的优势和问题,明确国家科学研究下一步发展的方向,为政府相关部门的宏观管理、高等院校和社会投资者提供科学规范的决策指导。2016年,中国教育部制订了“双一流”建设的实施办法,指导中国的教育向世界一流看齐,这是中国增强国家综合实力、提高核心竞争力的必由之路。但中国高校和科研机构的科研水平究竟在世界中占据什么样的地位,距离“双一流”的差距还有多少,都急需一套科研竞争力的评价体系衡量。

以国家为对象,对科研竞争力进行评价存在几个关键问题。首先,评价指标及其重要程度存在不确定性。不同国家科研的发展方式和不同领域的差异性过大,导致每个国家对于指标的选择和指标权重的确定都有各自的“意愿”,在这种情况下进行权衡并达到公平非常困难。其次,目前学术界对于科研竞争力的评价停留在对高等院校、科研机构的科研竞争力评价上,主要使用的评价方法是层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)^[2-3],通过确定指标体系并采用主观定权方式确定不同指标的重要程度,进而获得科研竞争力的综合得分。这种评价方法过度依赖权重确定专家的知识,当所选专家对于研究对象的了解程度不够高或专家存在私人倾向不够公正时,评价结果将会与实际情况产生极大的偏差。再者,目前学术界的研究缺乏国际化视角,尚没有开展对国家科研竞争力评价的研究,这不利于国家间进行科研水平的整体比较。

鉴于此,本研究在分析目前常用的各种评价方法优缺点的基础上,以经济合作与发展组织(Organization for Economic Co-operation and Development, OECD)国家为研究对象,考虑不同国家在指标权重确定过程中的“意愿”,采用了一种相对公平的三阶段确定权重的模型,得到不同国家的基础医学领域的科研竞争力指数,进而对各国在该领域的科研竞争力进行排名。

1 研究现状

评价方法中多采用权重平衡不同指标之间的差异,权重是对不同指标重要程度的衡量,已有文献中对科研竞争力的研究方法主要可以分为两类,一类是基于指标体系的建立和指标权重的确定得到科研竞争力的方法,如程文渊等^[4]在航空专业科研竞争力评价过程

中建立了评价指标体系,指标权重采用层次分析法和专家调查法确定。另一类是不需要确定指标的权重采用其他处理方式得到科研竞争力的方法,如董月玲^[5]采用科学计量的方法对指标进行统计和计算,得到高校学术竞争力的结果并进行了分析。

权重的设置方法是评价问题中的重要环节,当前的设置方法主要分为三类。第一类是主观权重确定方法,第二类是客观权重确定方法,第三类是混合权重确定方法。主观权重确定方法主要包括简单多因子评价法(SMARTS)^[6]、层次分析法(AHP)^[2-3]和专家权重法(德尔菲法)^[7]。客观权重确定方法主要有熵值法^[8]、本征向量法^[9]等。混合权重确定方法主要包括效用加性(utility additive, UTA)方法^[10]、TOPSIS^[11]等,同时也有许多学者将粗糙集理论^[12]和模糊偏好^[13]等引入权重确定过程中。主观权重确定方法因其操作简便易行使用范围很广,但也存在权重受专家的主观性影响大和不能体现对不同被评对象意志的表达的问题。客观权重确定方法对于数据极值具有很强的敏感性。混合权重确定方法可以一定程度避开以上两种权重确定方法的弊端。

国家科研竞争力评价问题的特殊之处在于各个国家之间没有完全公正的组织或者决策者可以提供明确的偏好信息,且由于专家的国籍不同,采用主观的权重确定方法无法避免由于专家的偏好带来的偏差,因此需要尽可能根据客观数据确定权重。现有研究中对于医学领域科研竞争力的评价比较欠缺,已有文献主要是对于高校和医院医学领域科研竞争力的研究。孙文莺等^[14]利用F1000数据库数据和计量学方法对教育部学位与研究生教育发展研究中心2012年确定的临床医学专业排名前10位高校的科研竞争力水平进行了分析。王敏等^[15]建立了医院科研绩效评估的指标体系,并运用德尔菲法对医院工作人员的竞争力进行了分析。

Yang等^[16]提出的用一种三阶段模型确定权重的方法是一种混合权重确定方法,依靠数据驱动、不需要决策者提出偏好信息,采用“先民主后集中”的思想,能反映被评对象的“主观意愿”,最终形成调和权重,体现公平。这种三阶段确定权重的方法已经在评价问题中得到了应用,如杨多贵等^[17]提出了基于三阶段模型的国家凝聚力评价方法,对样本国家的国家凝聚力进行了测算和分析。本研究首次将三阶段权重确定的方法应用在科研竞争力评价问题中,将该领域的研究提供一种新的思考方式。

2 指标体系与研究方法

评价国家科研竞争力首先设立指标体系,一些常见的方法可以辅助指标的选择,如主成分分析法^[18]、AHP^[2-3]等。指标的选择通常遵循以下原则:指标必须反映被评对象的特征;指标不宜过于复杂,应具有可行性;指标间要相互独立,避免重复信息的出现。指标权重反映了评价和组织者对于被评对象发展的引导方向,实际工作中确定权重方法要遵循系统优化和民主集中原则,使得评价结果既可以达到整体最优又可以体现各被评对象的意见。

本研究的国家科研竞争力对于公平性要求较高,且没有决策者或者绝对公正的专家或组织可以提供指标重要性建议,因此我们采用一种以系统优化为原则可以同时满足“民主集中”精神的三阶段权重模型确定权重。由此可以将指标值与权重结合,形成科研竞争力指数,并开展后续对不同国家科研竞争力的研究。

2.1 指标体系与数据处理

体现国家基础学科科研竞争力的一个重要载体是该国发表的高质量论文数。尽管涉及基础学科科研竞争力的指标还有很多,但是这些指标数据往往不易量化或获取,因此本研究使用美国科学信息研究所《科学引文索引》(science citation index, SCI)收录的论文数代表高质量论文数。作为国际公认的科研水平或科研竞争力的关键指标,该指标在国家基础学科科研竞争力的评价中能够体现公平性和权威性^[19]。

本研究采用Web of Science数据库中收录的OECD各国的期刊论文数据为数据源,数据的时间区间为2007—2013年。根据汤森路透(Thomson Reuters)基本科学指标数据库(essential science indicators, ESI)对学科的划分,选择基础医学领域的9个相关学科,生物与生物化学、临床医学、免疫学、微生物学、分子生物学与遗传学、神经科学与行为学、药理学与毒理学、植物与动物科学和精神病学与心理学作为案例验证模型的可行性并做进一步分析。由于数据的不可获得性,34个OECD国家中澳大利亚、冰岛、以色列、荷兰、挪威、瑞士6个国家不做分析,所以本文研究的对象为28。

以9个学科发表的SCI论文数作为体现学科科研水平的二级指标,构建国家基础医学科研竞争力指标体系(图1)。

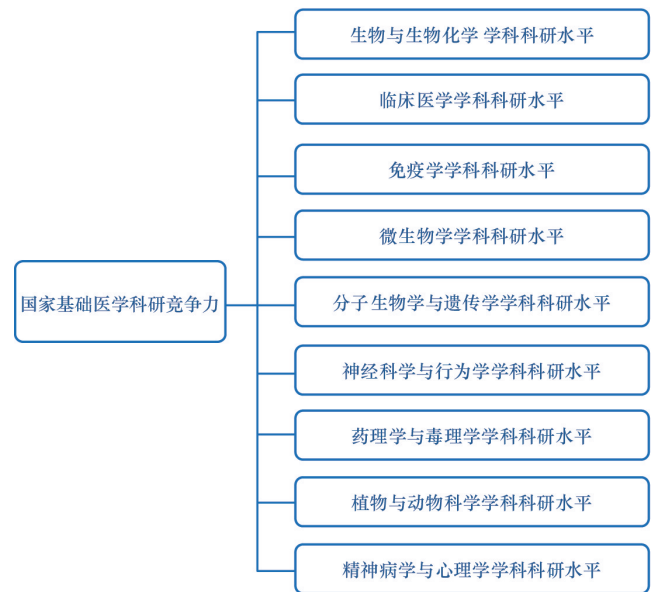


图1 国家基础医学科研竞争力指标体系

Fig. 1 National competitiveness index system for basic medicine

由于不同学科所发论文数的体量相差巨大,首先采用极大值标准化方法对数据进行无量纲化处理,使得某一学科内SCI论文数最多的国家的指标值为1,其余国家的指标值小于1。经过无量纲化处理得到的结果仍然是对客观数据的一种相对大小的表达。在效用理论^[20]中,客观的指标数值与主观的指标效用并不是等价或者线性相关的,因此采用一种分段线性效用函数定义各指标的效用函数^[16]。

对于有 m 个指标、 n 个国家的样本,假设 a_{ij} ($i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m$)是第 i 个被评对象的第 j 个指标的。将指标最小值作为效用值中的最小值,即 $V(a_j^{\min})=a_j^{\min}$;指标中位数作为效用值中的最小值和最大值的平均值,即 $V(a_j^m)=\frac{1+V(a_j^m)}{2}$ 。其余值转化为效用值的方式如式(1)所示。

$$x_{ij} = V(a_{ij}) = \begin{cases} \frac{1-a_j^{\min}}{2 \times (a_j^m - a_j^{\min})} a_{ij} + \frac{2a_j^m - a_j^{\min} - 1}{2 \times (a_j^m - a_j^{\min})} a_j^{\min}, & a_{ij} \in [a_j^{\min}, a_j^m] \\ \frac{1-a_j^{\min}}{2 \times (1-a_j^m)} a_{ij} + \frac{1-2a_j^m + a_j^{\min}}{2 \times (1-a_j^m)} a_j^{\min}, & a_{ij} \in [a_j^m, 1] \end{cases} \quad (1)$$

式中, x_{ij} 为转化后包含效用信息的指标值。

2.2 三阶段权重模型

在国家科研竞争力体系中,假设各指标之前满足加性独立原则^[20],那么国家科研竞争力的指数就可以将指标值通过权重加和得到,权重确定具体步骤如下。

(1) 根据熵权法^[8]确定各指标的初始权重 ω_j 。熵权法的采用可以使得初始权重完全根据数据的特征自动产生。初始权重 ω_j 与指标值 x_{ij} 加权求和,可以得到初始国家科研竞争力指数 $\theta_i^0 = \sum_{j=1}^m \omega_j x_{ij}$ 。

(2) 计算每个国家的理想科研竞争力指数及其各指标的权重 u_j 。其中,理想科研竞争力指数是指当每个国家可以根据自身需要调整指标权重,使自己国家的科研竞争力指数达到最大时的值。本研究使用没有输入的DEA模型^[21]求解理想科研竞争力:

$$\begin{aligned} & \max \theta \\ & \text{s.t.} \begin{cases} \sum_{j=1}^m \mu_j x_{ij} \geq \theta x_{i0} \quad \forall i \\ \sum_{j=1}^m \mu_j = 1 \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$

式中, θ 为第0个国家相对于全体国家的效率值。

达到理想科研竞争力指数时各指标的权重 u_j 和指标值 x_{ij} 加权求和,可以得到不同国家的理想科研竞争力指数 $\theta_i^* = \sum_{j=1}^m \mu_j x_{ij}$ 。对每个国家的理想科研竞争力指数与初始科研竞争力指数做差,即

$$g_i = (\theta_i^* - \theta_i^0) \quad (3)$$

式中, g_i 为不同国家对权重偏向本国的一种期望程度。

对 g_i 进行归一化处理,得到 g_i^* 使其满足 $\sum_{i=1}^n g_i^* = 1$ 。

(3) 采用极小极大参考点优化模型^[22]确定调和权重 μ_j^* ,具体模型如式(4)所示。

$$\begin{aligned} & \min \tau = \max \{t_1, t_2, \dots, t_n\} \\ & \text{s.t.} \begin{cases} t_1 = g_1^* \left(\theta_1^* - \sum_{j=1}^m \mu_j^* x_{1j} \right) \\ t_2 = g_2^* \left(\theta_2^* - \sum_{j=1}^m \mu_j^* x_{2j} \right) \\ \vdots \\ t_n = g_n^* \left(\theta_n^* - \sum_{j=1}^m \mu_j^* x_{nj} \right) \\ \sum_{j=1}^m \mu_j^* x_{ij} \leq 1, \quad i = 1, 2, \dots, n \\ \mu_j^* \in \Omega, \quad j = 1, 2, \dots, m \end{cases} \end{aligned} \quad (4)$$

式中, Ω 为权重的先验信息,可以引入决策者的偏好信息。参照AHP方法中Saaty^[2-3]的模糊评价九尺度,约束不同指标对应的权重值不能够超过9倍,即设置先验信息:

$$\Omega = \left\{ \left(u_p^* / u_q^* \right)_{p \neq q} \in \left[\frac{1}{9}, 9 \right], p, q = 1, 2, \dots, m \right\} \quad (5)$$

对模型(4)得到的权重 u_j^* 进行标准化,得到最终的调和权重 w_j ,并将 u_j^* 与指标值 x_{ij} 加权求和,形成各国的科研竞争力指数 $U_i = \sum_{j=1}^m w_j x_{ij}$ 。

3 实证研究

3.1 OECD国家基础医学领域科研竞争力评估与分析

以2013年28个OECD国家基础医学领域的科研竞争力评价为例,首先运用熵权法得到的各指标的初始权重 ω_j (表1)。

表1 各指标的初始权重对比

Table 1 Initial weights of indices

学科	ω_j
生物与生物化学	0.0944
临床医学	0.1269
免疫学	0.1047
微生物学	0.1006
分子生物学与遗传学	0.1164
神经科学与行为学	0.1201
药理学与毒理学	0.1131
植物与动物科学	0.0907
精神病学与心理学	0.1331

将初始权重 ω_j 与经过无量纲化处理和效用函数转化的指标值 x_{ij} 加权求和,得到各国初始国家科研竞争力指数和排名,以及各指标值 x_{ij} (表2)。

运用Lingo软件计算每个国家在其达到理想科研竞争力指数时各指标的权重 u_j ,再通过加权求和得到的各国理想科研竞争力指数 θ_i^* 及排名(表3)。

对每个国家的理想科研竞争力指数与初始科研竞争力指数做差,得到 g_i 并进行归一化处理得到 g_i^* 。再次运用Lingo软件求解调和权重 u_i^* 并进行标准化得到最终的调和权重 w_j (表4)。

将调和权重 w_j 与指标值 x_{ij} 进行权重加和,形成各国最终的科研竞争力指数 U_i (表5)。

表2 各国指标值、初始国家科研竞争力指数 θ_i^0 及排名Table 2 Indices, the initial competitiveness index θ_i^0 and ranking of various countries

国家/地区	生物与生物化学	临床医学	免疫学	微生物学	分子生物学与遗传学	神经科学与行为学	药理学与毒理学	植物与动物科学	精神病学与心理学	θ_i^0	排名
美国	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1
英国	0.5596	0.5598	0.5755	0.5942	0.5824	0.5684	0.5665	0.5870	0.6018	0.5774	2
德国	0.5657	0.5509	0.5489	0.6018	0.5882	0.5772	0.5573	0.5876	0.5657	0.5707	3
日本	0.5690	0.5418	0.5331	0.5772	0.5561	0.5426	0.5766	0.5689	0.5102	0.5510	4
加拿大	0.5331	0.5299	0.5306	0.5471	0.5437	0.5470	0.5253	0.5600	0.5587	0.5417	5
法国	0.5362	0.5265	0.5469	0.5851	0.5477	0.5352	0.5355	0.5535	0.5183	0.5413	6
意大利	0.5345	0.5350	0.5361	0.5293	0.5378	0.5413	0.5651	0.5394	0.5211	0.5375	7
西班牙	0.5233	0.5151	0.5264	0.5376	0.5254	0.5216	0.5307	0.5590	0.5276	0.5287	8
韩国	0.5300	0.5214	0.5114	0.5446	0.5204	0.5123	0.5399	0.5095	0.5034	0.5209	9
瑞典	0.5082	0.5075	0.5153	0.5080	0.5103	0.5094	0.5050	0.5021	0.5085	0.5084	10
比利时	0.5019	0.5027	0.5092	0.5116	0.5052	0.5065	0.5076	0.5062	0.5112	0.5069	11
丹麦	0.5040	0.5012	0.5052	0.5032	0.5048	0.5023	0.5019	0.3916	0.5009	0.4927	12
波兰	0.5064	0.5009	0.5024	0.5056	0.5014	0.4541	0.5063	0.5214	0.4284	0.4893	13
土耳其	0.5009	0.5145	0.4887	0.5013	0.3426	0.5020	0.5111	0.5071	0.5024	0.4850	14
奥地利	0.4915	0.4665	0.5006	0.4386	0.5045	0.5011	0.3805	0.3897	0.5012	0.4661	15
葡萄牙	0.4304	0.2338	0.3225	0.4917	0.4385	0.2741	0.4546	0.4057	0.4762	0.3891	16
芬兰	0.3275	0.2957	0.3523	0.3185	0.4647	0.4020	0.2426	0.3466	0.4937	0.3643	17
墨西哥	0.3899	0.1625	0.4205	0.4917	0.2433	0.2614	0.2937	0.5101	0.2039	0.3172	18
新西兰	0.2142	0.2193	0.1925	0.2792	0.2022	0.2515	0.2886	0.4408	0.4873	0.2875	19
希腊	0.2527	0.4018	0.3949	0.1360	0.2433	0.2250	0.4022	0.2011	0.2198	0.2782	20
捷克共和国	0.3460	0.1795	0.2437	0.4224	0.2890	0.1738	0.2515	0.4732	0.0972	0.2623	21
爱尔兰	0.2280	0.2427	0.2522	0.2284	0.2639	0.2525	0.1685	0.1434	0.3520	0.2416	22
匈牙利	0.2389	0.1497	0.2181	0.1752	0.1611	0.2840	0.2502	0.2340	0.1418	0.2033	23
智利	0.1854	0.1114	0.2522	0.1383	0.1121	0.1502	0.0842	0.2579	0.1497	0.1559	24
斯洛文尼亚	0.0784	0.0713	0.0711	0.0874	0.0482	0.0332	0.1046	0.0853	0.0017	0.0621	25
斯洛伐克	0.1339	0.0340	0.0200	0.1614	0.0276	0.0145	0.0293	0.0993	0.0033	0.0530	26
爱沙尼亚	0.0207	0.0144	0.0221	0.0205	0.0459	0.0263	0.0190	0.0571	0.0144	0.0259	27
卢森堡	0.0015	0.0005	0.0008	0.0020	0.0014	0.0007	0.0012	0.0013	0.0096	0.0023	28

结果显示,美国、英国、德国、日本和法国分别名列前5名,这与实际的科研竞争水平相匹配。美国作为世界科研实力最强的国家,在基础医学领域的每一学科发表的SCI论文数都是最多的,且远远优于其他国家,这导致计算得到的美国的国家科研竞争力指数为1。英国、德国、日本、法国分别在精神病学与心理学、微生物学、药理学与毒理学和微生物学学科占有优势,其他学科也处于较高水平,使得这4个国家的总体科研竞争力能够占据前5名。

根据国际上通用的对欧洲区域划分,28个OECD国家可以划分为10个区域,东欧:爱沙尼亚;中欧:德国、波兰、奥地利、捷克共和国、匈牙利和斯洛伐克;西欧:英国、法国、比利时、爱尔兰和卢森堡;北欧:瑞典、丹麦

和芬兰;南欧:意大利、西班牙、葡萄牙、希腊和斯洛文尼亚;欧亚交界处:土耳其;南美洲:智利;北美洲:美国、加拿大和墨西哥;东亚:日本和韩国;大洋洲:新西兰。由于位于东欧、欧亚交界处、南美洲、东亚和大洋洲5个区域的国家少于3个,以下对比分析中将不包括这些区域。其余5个区域2013年的基础医学领域科研竞争力指数平均值如表6所示。

北美洲以明显的优势排在首位,原因在于美国拥有最高的指数,加拿大和墨西哥分别排在第6、17位,相比其他区域并不处于劣势。北欧区域排在第2位是由于样本中的北欧国家瑞典、丹麦、芬兰都位于10~20位的位置,总体水平居中。南欧区域排在第3位主要由于斯洛文尼亚和希腊处于比较劣势的20位以后。西欧区

表3 各国理想科研竞争力指数 θ_i^0 及排名
Table 3 Ideal competitiveness index θ_i^0 and ranking of various countries

国家/地区	θ_i^0	排名
美国	1.0000	1
英国	0.5905	2
德国	0.5868	3
日本	0.5685	4
法国	0.5627	5
加拿大	0.5530	6
意大利	0.5506	7
西班牙	0.5435	8
韩国	0.5347	9
瑞典	0.5116	10
比利时	0.5098	11
波兰	0.5060	12
土耳其	0.5040	13
丹麦	0.5015	14
奥地利	0.4935	15
葡萄牙	0.4517	16
墨西哥	0.4397	17
芬兰	0.4364	18
新西兰	0.4000	19
捷克共和国	0.3857	20
希腊	0.3657	21
爱尔兰	0.2910	22
匈牙利	0.2451	23
智利	0.2209	24
斯洛伐克	0.1154	25
斯洛文尼亚	0.0848	26
爱沙尼亚	0.0426	27
卢森堡	0.0056	28

表4 权重 u_j^* 和最终的调和权重 w_j
Table 4 Weights u_j^* and finally adjusted weights w_j

学科	u_j^*	w_j
生物与生物化学	0.0409	0.0409
临床医学	0.0409	0.0409
免疫学	0.1209	0.1209
微生物学	0.0409	0.0409
分子生物学与遗传学	0.0409	0.0409
神经科学与行为学	0.0409	0.0409
药理学与毒理学	0.2345	0.2345
植物与动物科学	0.3681	0.3681
精神病学与心理学	0.0719	0.0719

表5 28个OECD国家基础医学领域科研竞争力指数
Table 5 Ranking of competitiveness index of 28 OECD countries in basic medical disciplines

国家/地区	U_i	排名
美国	1.0000	1
英国	0.5790	2
德国	0.5720	3
日本	0.5598	4
法国	0.5445	5
加拿大	0.5441	6
意大利	0.5429	7
西班牙	0.5391	8
韩国	0.5198	9
比利时	0.5071	10
瑞典	0.5062	11
波兰	0.5032	12
土耳其	0.4983	13
丹麦	0.4619	14
奥地利	0.4275	15
葡萄牙	0.4056	16
墨西哥	0.3855	17
芬兰	0.3365	18
新西兰	0.3360	19
捷克共和国	0.3273	20
希腊	0.2834	21
匈牙利	0.2227	22
爱尔兰	0.1978	23
智利	0.1845	24
斯洛文尼亚	0.0777	25
斯洛伐克	0.0613	26
爱沙尼亚	0.0344	27
卢森堡	0.0018	28

表6 各地区基础医学领域科研竞争力指数平均值
Table 6 Ranking of average competitiveness index of different regions in basic medical disciplines

地区	平均基础医学领域科研竞争力指数	地区排名
北美洲	0.6432	1
北欧	0.4349	2
南欧	0.3698	3
西欧	0.3660	4
中欧	0.3523	5

域排在第4位, 尽管此区域中的英国、法国和比利时的竞争力指数都是十分领先的, 但是由于爱尔兰和卢森堡的竞争力指数太靠后, 导致整体水平较差。中欧区

域排名最靠后,该区域中的德国以极其领先的优势位于第3位,然而波兰和奥地利的处于中游位置,而捷克共和国、匈牙利和斯洛伐克的名次落后,导致此区域的平均竞争力指数排名最靠后。

3.2 OECD 国家基础医学领域科研竞争力时序分析

用同样的方法计算各国从2007年到2012年的国家基础医学领域科研竞争力指数,表7展示了各国逐年的科研竞争力指数排名。结果显示,除芬兰、希腊、新西兰和葡萄牙的排名变动较大,出现了3以上的名次差别。其余各国排名变动不大,有7个国家的排名始终保持不变,其中包括始终处于榜首的美国、始终位于后位的爱沙尼亚和卢森堡。

根据表7的数据,生成图2的各国竞争力指数的走势图。同样可以表明,总体上各国排名的变动不大,只存在一些局部上的国家排名更迭,这充分说明近年来OECD国家的科研竞争力水平保持稳定。值得注意的是,葡萄牙在28个OECD国家中的变动最大,从2009年的第21位持续上升直至稳定在第16位。这主要在于葡萄牙在临床医学、药理学与毒理学、精神病学与心理学3个学科的论文数在7年间取得了接近或超过3倍的增长,而其他学科同样取得了较好的发展。

从区域的角度,给出各区域逐年及近7年国家基础医学领域科研竞争力指数排名平均值,以及7年的平均排名(表8)。

表7 各国2007—2012年度在基础医学领域科研竞争力指数排名

Table 7 Ranking of competitiveness index of different countries in basic medical disciplines during 2007—2012

国家	排名						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
美国	1	1	1	1	1	1	1
日本	2	2	2	3	4	4	4
英国	3	3	3	2	2	2	2
德国	4	4	4	4	3	3	3
加拿大	5	5	6	7	7	7	6
法国	6	6	5	5	5	5	5
意大利	7	7	7	6	6	6	7
西班牙	8	8	8	8	8	8	8
韩国	9	9	9	9	9	9	9
瑞典	10	10	10	10	11	10	11
比利时	11	11	11	11	10	11	10
土耳其	12	13	12	12	13	13	13
丹麦	13	14	14	14	14	14	14
波兰	14	12	13	13	12	12	12
奥地利	15	15	15	15	15	15	15
芬兰	16	16	17	17	19	19	18
墨西哥	17	17	16	16	16	17	17
希腊	18	19	19	20	21	21	21
新西兰	19	21	20	21	18	20	19
捷克共和国	20	18	18	19	20	18	20
葡萄牙	21	20	21	18	17	16	16
匈牙利	22	22	22	22	23	22	22
爱尔兰	23	23	23	23	22	23	23
智利	24	24	24	24	24	24	24
斯洛伐克	25	25	25	25	26	26	26
斯洛文尼亚	26	26	26	26	25	25	25
爱沙尼亚	27	27	27	27	27	27	27
卢森堡	28	28	28	28	28	28	28

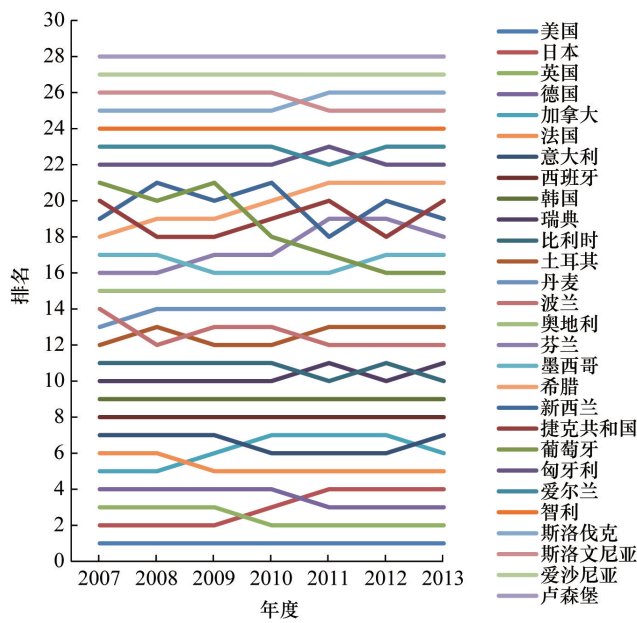


图2 各国基础医学领域科研竞争力排名走势

Fig. 2 The ranking trend of competitiveness index of different countries in basic medical disciplines

根据表8中的数据,可以发现北美洲、西欧和北欧3个区域的平均科研竞争力指数处于前列,其中北欧和西欧并列第2位,南欧和中欧处于劣势位置。此外,区域科研竞争力指数的平均排名的走势如图3所示。

图3中北美洲较平稳地保持着绝对的领先优势;北欧和西欧的水平相当,但是北欧的排名情况总体上在不断下降,而西欧的排名情况则在不断上升;南欧和中欧的整体水平落后,其中南欧的平均排名情况优于中欧,且存在上升趋势。

4 结论

采用一种新的混合定权方法测算了OECD国家基础医学领域的科研竞争力指数,并对不同区域的竞争力指数和排名进行了分析,得到以下结论:1) 在28个OECD国家中,美国、英国、德国、日本、法国是基础医学领域科研竞争力最强的5个国家;2) 除芬兰、希腊、新

表8 各区域科研竞争力指数平均排名

Table 8 Ranking of regional competitiveness index in science and technology

区域	竞争力指数							平均科研竞争力指数排名	排名
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		
北美洲	7.6667	7.6667	7.6667	8.0000	8.0000	8.3333	8.0000	7.9048	1
西欧	14.2000	14.2000	14.0000	13.8000	13.4000	13.8000	13.6000	13.8571	2
北欧	13.0000	13.3333	13.6667	13.6667	14.6667	14.3333	14.3333	13.8571	2
南欧	16.0000	16.0000	16.2000	15.6000	15.4000	15.2000	15.4000	15.6857	4
中欧	16.6667	16.0000	16.1667	16.3333	16.5000	16.0000	16.3333	16.2857	5

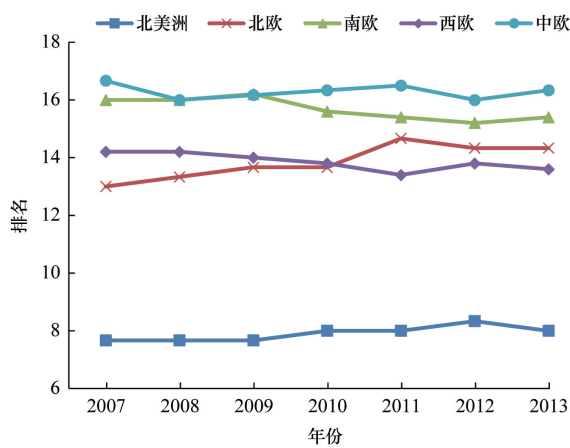


图3 各区域科研竞争力指数平均排名走势

Fig. 3 Ranking of regional competitiveness index in science and technology

西兰和葡萄牙的科研竞争力排名变动较大,其余各国排名保持相对稳定,有7个国家的排名始终保持不变,其中包括始终处于榜首的美国、始终位于后位的爱沙尼亚和卢森堡。3) 从区域角度,2013年北美洲以明显的优势排在5个区域中首位,北欧、南欧、西欧和中欧区域分别位列第2、3、4和5位。从研究时段平均的角度,北美洲较平稳地保持着绝对的领先优势,北欧和西欧的水平相当,均处于前列,但是北欧的排名情况总体上在不断下降,西欧的排名在不断上升,南欧和中欧的整体水平处于劣势,其中南欧的平均排名情况优于中欧,且存在上升趋势。

根据研究得出的结论提出,科研竞争力较弱的国家应当从不同的学科角度进行综合考虑,弥补自身短

板的同时加强优势学科的竞争实力,同时应当加强与科研竞争力强国的合作,取长补短。区域内国家的科研竞争力两极化现象明显,尤其是中欧地区,因此区域内国家应当加强合作,减小国家间的差距,促进区域科教事业的平衡。

在对 OECD 国家科研竞争力的研究过程中,受数据获得性的限制,在指标和研究对象的选择上还存在一些不足之处,有待在未来的研究中解决。

参考文献 (References)

- [1] 穆荣平, 樊永刚, 文皓. 中国创新发展: 迈向世界科技强国之路[J]. 中国科学院院刊, 2017, 32(5): 512-520.
- [2] Saaty T L. The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation[M]. New York: McGraw Hill International Book Company, 1980.
- [3] Saaty T L. Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process[J]. Management Science, 1986, 32(7): 841-855.
- [4] 程文渊, 张葆晨, 吴洋, 等. 基于系统工程的航空专业科研竞争力评价指标体系研究[J]. 科研管理, 2016, 37(增刊1): 449-453.
- [5] 董月玲, 季淑娟. 我国高校学术竞争力的评价分析[J]. 科技管理研究, 2013, 33(4): 116-120.
- [6] Edwards W, Barron F H. SMARTS and SMARTER: Improved simple methods for multi-attribute utility measurements[J]. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 1994, 60(3): 306-325.
- [7] Hwang C L, Yoon K. Multiple attribute decision making: Methods and applications[M]. Berlin: Springer-Verlag, 1981.
- [8] Chen T Y, Li C H. Objective weights with intuitionistic fuzzy entropy measures and computational experiment analysis[J]. Applied Soft Computing, 2011, 11(8): 5411-5423.
- [9] 章凌云. 基于本征向量和 TOPSIS 的工程施工综合评标法研究[J]. 工程管理学报, 2013, 27(5): 78-82.
- [10] Jacquet-Lagrèze E, Siskos Y. Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision making: The UTA method[J]. European Journal of Operational Research, 1982, 10(2): 151-164.
- [11] Wang T C, Lee H D. Developing a fuzzy TOPSIS approach based on subjective weights and objective weights[J]. Expert Systems and Applications, 2009, 36(5): 8980-8985.
- [12] 郑学敏. 一种基于粗糙集理论的多指标综合评价方法[J]. 统计与决策, 2010(5): 37-39.
- [13] Ma J, Fan Z P, Huang L H. A subjective and objective integrated approach to determine attribute weights[J]. European Journal of Operational Research, 1999, 112(2): 397-404.
- [14] 孙文莺歌, 马路. 基于 F1000 数据库的医学高校科研竞争力评价[J]. 中华医学图书情报杂志, 2015, 24(10): 60-64.
- [15] 王敏, 项贤军, 夏伟, 等. 综合性医院科研绩效评价体系构建研究[J]. 经济研究导刊, 2016(29): 155-157.
- [16] Yang G L, Yang J B, Xu D L, et al. A three-stage hybrid approach for weight assignment in MADM[J]. Omega, 2017, 71: 93-105.
- [17] 杨多贵, 周志田, 宋瑶瑶, 等. 世界主要国家的国家凝聚力评价研究[J]. 中国科学院院刊, 2016, 31(11): 1215-1223.
- [18] Jolliffe I T. Principle component analysis[M]. New York: Springer-Verlag, 1986.
- [19] 《中国基础研究竞争力分析》课题组. 中国基础研究国际竞争力蓝皮书[R]. 北京: 中国科学院文献情报中心, 2015.
- [20] 岳超源. 决策理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 170-191.
- [21] Yang G L, Shen W F, Zhang D Q, et al. Extended utility and DEA without explicit inputs[J]. Journal of the Operational Research Society, 2014, 65(8): 1212-1220.
- [22] Yang J B. Minimax reference point approach and its application for multiobjective optimisation[J]. European Journal of Operational Research, 2000, 126(3): 90-105.

National scientific research competitiveness evaluation: A case study of basic medical disciplines in OECD countries

SONG Yaoyao^{1,2}, LI Bi³, WANG Xue^{1,2,3}, YANG Guoliang^{1,2*}

1. Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China

2. School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3. Bureau of Development Planning, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100864, China

Abstract The evaluation of the national scientific research competitiveness is of great significance to determine the developmental direction of the national scientific research and to guide the development of universities and departments of the government. This paper uses a hybrid weighting method based on the data envelopment analysis (DEA) to measure the national scientific research competitiveness index of basic medical disciplines of OECD countries and analyses the competitiveness of different countries and their rankings. The results show that the United States, the United Kingdom, Germany, Japan and France have the highest competitiveness index among 28 OECD countries in the field of basic medical disciplines. In addition, the competitiveness of Finland, Greece, New Zealand and Portugal sees a great volatility, but the rest of the OECD countries are in a stable level. From a regional perspective, North America, Northern Europe and Western Europe have higher average scientific research competitiveness index, while Southern and Central Europe are on the low side. Therefore, OECD countries should strengthen their scientific research cooperation, learn from each other. OECD countries with low competitiveness should catch up with the countries with high competitiveness to promote a rapid development and to reach a balance in the regional science and education development.

Keywords scientific research competitiveness; three-stage weighting model; data envelopment analysis ●



(责任编辑 傅雪)