

我国战略性新兴产业创新系统效率评价研究

——以医疗器械产业为例

张 添 余伯阳

内容提要 从动态产业创新系统视角,在对医疗器械产业创新系统指标进行构建的基础上,首先运用主成分分析法对我国24个省市、自治区医疗器械产业2007—2016年的创新系统投入进行了评价分析,然后运用DEA模型,对这十年我国医疗器械产业创新系统效率进行了评价,最后结合医疗器械产业,提出了提升我国战略性新兴产业系统创新效率的对策建议。主要研究结论如下:(1)江苏、浙江、广东、北京、山东、上海6个省市医疗器械产业创新系统基础较好,产业创新系统高绩效的实现,离不开完善、高效的产业创新运行机制。(2)黑龙江、吉林、广西、山西、云南、宁夏等区域医疗器械资产类投入相对薄弱,对于安徽、宁夏、陕西等区域,如何吸引与培育医疗器械类创新人才、防止人才流失是其亟待解决的问题。(3)我国医疗器械产业的创新系统效率具有明显的地域差异性,且这种差异性有不断拉大的趋势;大部分省市的医疗器械产业创新系统效率呈下降的趋势,表现为投入冗余或产能不足。(4)构建完善高效的政府管理机制、优化战略性新兴产业空间布局、加快推进新技术新产品新模式的推广应用是提升我国战略性新兴产业创新系统效率的有效方式。

关键词 战略性新兴产业 创新系统效率 医疗器械产业

张 添,中国药科大学社会与管理药学博士研究生 211198

余伯阳,中国药科大学教授 211198

一、引 言

十九大报告中指出:“我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段,正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期。”^[1]作为知识密集型产业,战略性新兴产业以其低消耗、高增长、高效益的特征,在国民经济发展中扮演着引领者与创新者的作用,成为产业转型升级和新一轮经济增

[1]习近平:《决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告》,〔北京〕人民出版社2017年版,第30页。

长的重要引擎,更是推动经济社会发展的新生军。2010年以来,在《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》等一系列国家政策的引导与扶持下,我国各省市自治区政府纷纷制定了培育和发展战略性新兴产业的政策措施,然而在具体细分产业的选择和支持方面,很多地方政府为了政绩不顾当地区域的实际情况,盲目上马和重复建设,如90%的省级政府地区将新能源、新材料、新一代信息产业以及生物医药产业纳入了政府重点支持和发展规划中,有将近80%的地区将节能环保产业作为重点扶持战略性新兴产业的发展对象^[1],这种“扎堆式”、盲目发展战略性新兴产业的行为,带来了资源错配现象突出、企业自主创新能力弱、区域产业创新效率低下等问题。为此,我国各区域如何结合自己的技术、人才和资源禀赋情况,因地制宜、因时制宜地发展与其相匹配的、具有比较优势的战略性新兴产业,以避免在政策倾斜下某些产业盲目过热的情况,提高资源的配置效率,提升战略性新兴产业的创新效率是亟待研究和思考的问题。

战略性新兴产业创新效率的提升离不开完善、高效的产业创新系统的构建(张治河等,2006)^[2]。创新系统(system of innovation)由丹麦学者Lundvall于1985年率先提出,其被认为是围绕一个特定的创新目标,不同创新主体共同参与,通过特定的运行机制联系在一起的有机整体,同时创新系统具有系统所具有的特征一协同性,即“1+1>2”的原理,系统的整体功能大于各个要素的功能之和^[3]。产业创新系统旨在通过研究系统的要素和运行机制来认识产业创新的规律和过程。国内外学者有关创新系统的研究主要集中在以下几个方面:(1)产业创新系统的概念与功能。Malerba(2002)认为产业创新系统具有一定的知识基础、技术、投入和需求,它由一系列具有特定用途的新产品以及参与这些产品开发、生产和销售的执行市场和非市场相互联系的主体组成^[4]。不同的创新系统具有不同的功能,这些功能为创新系统的评估和比较提供了有益的借鉴。(Bergek等,2008^[5];Hekkert等,2007^[6])。(2)产业创新系统运行机制。创新系统的各个要素之间需要特定的运行机制将其链接起来,使所有要素成为一个整体才能更好的发展。Chuing-Wen Hsu(2005)则通过研究产业创新机制作用的过程,分析了技术供给和市场的消费需求所产生的推动、竞争和激励是如何作用于创新行为的^[7]。(3)产业创新系统效率评价。李红锦(2013)等以我国10家LED上市公司2008—2010年的面板数据为研究样本,对战略性新兴产业——LED产业的创新效率进行了测算^[8]。邬龙等(2013)以信息技术和医药两大代表性战略性新兴产业为例,对其创新效率进行了比较分析^[9];罗文(2015)将互联网产业创新系统作为研究对象,

[1]谢明柱:《战略性新兴产业技术创新效率区域差异研究》,〔长春〕《吉林工商学院学报》2018年第2期。

[2]张治河、胡树华、金鑫:《产业创新系统模型的构建与分析》,〔北京〕《科研管理》2006年第2期。

[3]Lundvall BA, *Product Innovation and User-Producer Interaction. Industrial Development Research Series No.31*, Aalborg University Press, 1985, pp.126-129.

[4]Malerba, Franco, and L. Orsenigo. “Innovation and Market Structure in The dynamics of The Pharmaceutical Industry and Biotechnology: Towards a History-Friendly Model.” *Industrial & Corporate Change* 11.11(2002), pp.667-703.

[5]Bergek, Anna, et al. “Analyzing The Functional Dynamics of Technological Innovation Systems: A Scheme of Analysis.” *Research Policy* 2008, 37(3), pp.407-429.

[6]Hekkert, M. P., et al, “Functions of Innovation Systems: A New Approach for Analysing Technological Change.” *Technological Forecasting & Social Change* 2007, 74(4), pp.413-432.

[7]Chuing-Wen Hsu, “Formation of Industrial Innovation Mechanisms Through The Research Institute”, *Technovation*. 2005, 25, pp.1317-1329.

[8]李红锦、李胜会:《战略性新兴产业创新效率评价研究——LED产业的实证分析》,〔北京〕《中央财经大学学报》2013年第4期。

[9]邬龙、张永安:《基于SFA的区域战略性新兴产业创新效率分析——以北京医药和信息技术产业为例》,〔天津〕《科学学与科学技术管理》2013年第10期。

指出其运行机制与创新绩效^[1]。前人有关产业创新系统的研究为本研究的顺利开展提供了有益的参考与借鉴,然而目前大部分的研究主要是集中在产业创新系统理论模型的构建或者企业或行业的案例分析,缺少区域性与行业相结合的视角,特别是在产业创新系统绩效的评价方面,更多研究将创新系统绩效视为静态的过程,缺乏动态比较的分析,且定性分析较多,定量分析较少。基于此,本文以医疗器械产业^[2]为例,从产业创新系统动态演变视角,在对医疗器械产业创新系统指标进行构建的基础上,首先运用主成分分析法对我国24个省市、自治区医疗器械产业2007—2016年的创新系统投入进行了评价分析,然后运用DEA模型,对这十年我国医疗器械产业创新系统效率进行了评价,最后结合我国各省、市、自治区医疗器械产业区域创新绩效的差异,提出了提升我国战略性新兴产业创新系统效率的对策建议。

本文可能的边际贡献如下:(1)选取在创新系统方面研究较少的行业——医疗器械产业作为战略性新兴产业的代表进行样本研究,通过主成分分析法筛选了影响其产业创新系统绩效的关键投入因素;(2)从产业创新系统动态演变视角,构建了由企业、政府、科研机构、行业协会、高校等指标组成的医疗器械产业创新系统效率评价指标体系,运用DEA模型,并对2008—2017年十年间医疗器械产业创新系统效率进行了测算与分析;(3)以医疗器械产业为例,分析了不同区域产业创新系统效率差异的原因,提出了提升我国战略性新兴产业系统创新效率的对策建议。

二、产业创新系统效率评价指标体系构建

Bergeki等(2005)指出,产业创新系统的结构要素包括:行为者,网络和制度^[3]。其中,行为者包括整个产业链上的企业、高校、科研机构、政府、产业协会、风险投资机构、标准制定者等。参考前人对产业创新系统效率评价的相关研究,遵循评价指标体系建立的客观性、系统性、科学性、独立性、可操作性等原则,从投入与产出的视角,构建了由企业单位、政府机构、高校与科研机构、行业协会等指标组成的医疗器械产业创新系统效率评价指标体系。见表1:

表1 产业创新系统效率评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
投入指标	企业	M1 企业数量
		M2 有R&D活动的企业数量
		M3 企业R&D投入资金
		M4 企业平均从业人员
M5 企业研发人员折合全时当量		
M6 技术引进与改造总费用		
投入指标	政府	M7 对创新的资金投入
	高校、科研机构等	M8 科研机构数量
		M9 科研机构人数
M10 科研机构资金		
投入指标	协会	M11 每十万人人口高等教育在校生数
		M12 各省行业协会会员企业数量
	产出指标	X1 有效专利数量
X2 新产品销售额		

1. 投入指标

投入指标的设计包含了创新系统的不同主体,其中企业作为产业创新系统中核心的创新活动单元,其是创新资源的主要投入者和使用者,其主要通

[1]罗文:《互联网产业创新系统及其运行机制》,《北京理工大学学报(社会科学版)》2015年第1期。

[2]本文所指的医疗器械产业是指具有自主知识产权和核心技术优势的高端医疗器械制造业,即先进医疗设备及器械制造,在2018年国家统计局颁布的《战略性新兴产业分类中》,将“先进医疗设备及器械制造”更名为“生物医疗设备产业”。

[3]Bergeki, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., et al, “Analyzing the Dynamics and Functionality of Sectoral Innovation Systems—a Manual”, Paper to be presented at the DRUID Summer Conference, 2005.

过市场调研或者市场反馈来及时获得及识别市场需求,进而组织研发、中试、生产与衍生品的开发,其创新产出为研究专利以及新产品。企业的数量、资金和人员投入都是创新活动的重要投入指标,因此选择企业数量(M1)、R&D活动的企业数量(M2)、企业R&D投入资金(M3)、企业平均从业人员(M4)、企业研发人员折合全时当量(M5)、技术引进与改造总费用(M6)。

政府通过制定相关医疗器械行业政策法规、推进医疗体制改革来影响医疗器械产业创新绩效,主要体现在法律层面、政策层面和法规层面上的制定。在法律层面上,制定包括如科技进步法、知识产权保护法等在内的、有利于规范与完善在医疗器械产业创新系统的法律文件;在政策层面上,制定与医疗器械产业相关的行业和部门规划等,以及资金、税收、土地等方面的政策扶持等;法规方面,设计诸如医疗器械的临床试验管理、审评审批等完善市场监管的法规。由此可见,政府对产业创新系统的影响是多方面的,可以通过产业政策、法律法规、税收减免、财政支持等多种途径实现,在指标选取的过程中,鉴于数据的可获得性,选择财政支出对医疗器械行业创新的资金投入(M7)这一指标。

高校和科研机构是医疗器械产业系统创新重要的支撑力量。高校集聚了大量高端的医疗器械产业人才,拥有众多省级、国家级乃至世界级各类医疗器械产业创新实验室。对于规模较小的中小、小型医疗器械企业而言,由于缺乏足够的资金投入来建立设计研发部门,可以与高校和科研机构合作来获取创新性技术与产品;对于龙头或骨干大型医疗器械企业而言,可以与高校或科研机构共建创新实验室、博士后创新工作流动站等方式,进行重大技术攻关或改革以及新产品研发等活动,进而推动企业的自主创新。此外,企业内外研发人员的非正式交流,可以促进知识的外溢与扩散,进一步激励企业的技术创新。高校也是医疗器械产业人才重要的输出窗口,其培育的器械制造、生物工程、软件工程、新材料等方向的专业人才是医疗器械产业发展重要的生力军。为此,选取科研机构数量(M8)、科研机构人数(M9)、科研机构资金(M10)、每十万人口高等教育在校生数(M11)作为高校的创新投入。

医疗器械行业协会是指从事医疗器械生产、经营、科研开发、产品检测及教育培训的单位或个人在自愿的基础上联合组成的行业性、非营利性的社会团体。行业协会在医疗器械行业创新系统构建的功能如下:一是协同相关部门研究与制定医疗器械产业相关的法律法规、行业标准以及产业发展规划等;二是为当地医疗器械产业的发展提供咨询建议、信息交流与推介服务;三是参与医疗器械产业相关项目的立项论证和评估与鉴定新技术、新产品;四是组织人才、技术、管理、法规等的培训;五是参与医疗器械事故的甄别与认定;六是参与政府标书制定、招标和评标等^[1]。通过上述功能,可以为医疗器械企业消除一些影响行业发展的障碍,营造良好的产业发展环境。衡量一个区域行业协会发挥作用大小的一个重要指标是测度这个协会所服务的会员企业数量,为此选择各省行业协会会员企业数量(M12)作为行业协会的投入指标。

2. 产出指标

在产出方面,医疗器械属于知识密集型产业,其产出可以用新产品营业收入、专利申请数、专利项目数和新产品开发项目数等指标来测度,考虑到数据的可获得性与可能的共线性,选取有效专利数量(X1)、新产品销售额(X2)两个指标作为产业指标。

[1]张添、余伯阳:《医疗器械产业高端化进程中产业创新生态系统的构建研究——以江苏省为例》,〔南京〕《现代经济探讨》2018年第8期。

三、产业创新系统效率评价方法选择

对于产业创新效率的研究,学界常用的评价方法是数据包络法(DEA),其显著特点是不需要预先估计参数、任何权重假设,直接通过数据包络模型,计算决策单元的投入产出效率,避免了因医疗器械设备行业内差别而导致的分析结果误差。在此,笔者选取选择DEA方法来对我国各省区医疗器械产业创新效率水平进行测度。在各种DEA方法中,应用最广泛的是 C^2R 模型和 BC^2 模型,前者是用线性规划法来估计系统的生产边界,采用固定规模效应假设,衡量系统中每一个决策单元的相对效率。然而,考虑到医疗器械产业涉及医用光学仪器、放射设备、激光仪器、超声仪器、医用高分子材料制品、消毒设备、人工器官、冷藏设备等众多产品门类,且新的产品门类不断出现,专业类医疗器械行业之间差别较大,决策单元规模报酬不一定是稳定状态,因此引入规模报酬可变的 BC^2 模型。为此,对决策单元的效率从产业创新系统全局最优的角度进行评价,引进松弛变量,构建具有非阿基米德无穷小量 ε 的 BC^2 模型来构建医疗器械产业创新系统绩效评价指标体系。

$$(P'_\varepsilon) \begin{cases} \max(\mu^T Y_0 - \mu_0) \\ s \cdot t \cdot w^T X_j - \mu^T Y_j + \mu_0 \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ w^T X_0 = 1 (w \geq \varepsilon, \mu \geq \varepsilon, \mu_0 \geq 0) \end{cases}$$

其对偶问题为:

$$(D'_\varepsilon) \begin{cases} \min[(\theta - \varepsilon(S^- + e^T S^+))] \\ s \cdot t \cdot \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j + S^+ = Y_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, S^-, S^+ \geq 0 \\ \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \end{cases}$$

式中: ε 为阿基米德无穷小量; S^- 和 S^+ 为引进的松弛变量, S^- 表示投入的冗余, S^+ 表示产出的不足; $X_j=(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{sj})^T$ 和 $Y_j=(y_{1j}, y_{2j})^T$ 分别代表第 j 项决策单元(即第 j 个省、市或自治区)。模型 D'_ε 的最优解为 $\lambda^*, s^-, s^+, \theta^*$,若 $\theta^*=1$,则 DMU_{j_0} (即第 j_0 个省、市或自治区)为弱DEA有效,若 $\theta^*=1$,且 $s^-=0, s^+=0$,则 DMU_{j_0} (即第 j_0 个省、市或自治区)为DEA有效^[1]。

需要特别指出的是,在用统计方法研究多变量问题时,变量过多可能使变量之间相关性太大,出现共线性问题。应用主成分分析(PCA)方法可以减少评价指标数量,且保证各变量相互之间关系明确^[2]。PCA方法就是考虑各指标之间的相互关系,通过降维的方法,将多个指标转换为少数几个相关性较低的指标,并对主成分进行客观赋权得到综合得分,进行进一步研究。本文在分析医疗器械产业创新系统特征的基础上,从创新投入和产出角度进行指标选取,建立如下PCA评价模型:

$$P = f(I, O) = \sum I_i \times W_i$$

式中: P 表示医疗器械产业创新系统投入产出综合效率评价价值; f 为医疗器械产业创新系统投入产出效率评价的具体方法; I 表示创新投入; O 表示创新产出; I_i 为创新系统中的第 i 项指标; W_i 代表相应

[1]魏权龄:《数据包络分析》,〔北京〕科学出版社2004年版,第10-98页。

[2]齐兴达、李显君、刘丝雨、孟东晖:《基于数据包络分析和主成分分析的产业技术创新能力差异化研究》,〔长春〕《吉林大学学报(工学版)》2015年第3期。

指标的权重。

四、产业创新系统效率实证分析

1. 数据来源说明

本文采用《高新技术产业统计年鉴》、《中国统计年鉴》中的统计数据进行研究,考虑到所研究的医疗器械产业是知识密集、资金密集的高新技术产业,而高新科技产业的创新投入与产出具有较强的时滞性,即当年的创新投入所产生的创新产出或绩效需要在下一年或下N年才能显现出来,在此设定投入与产出的时滞期为1年,创新投入数据来自2007—2016年,创新产出指标来自2008年—2017年。在医疗器械产业创新系统中,企业作为创新产出的主要来源组织,如果龙头或骨干医疗器械企业数量少且产出值很低,则该地区很难形成健全的产业创新系统,因此剔除骨干或龙头医疗器械企业数量在5以下或者新产品产值为0的地区,包含西藏、新疆、贵州、青海、内蒙古、海南、云南等7个区域,其余24个区域样本进入后续定量研究的环节。

2. 基于PCA_DEA实证分析

首先,对投入和期望产出指标进行KMO检验和Bartlett球形检验,检验结果显示KMO的值为0.762,大于0.6,Bartlett球形度检验值为473.4, $P=0.000 < 0.001$,检验结果说明各变量之间的相关性显著,适合用主成分分析法。根据方差贡献度和特征值,投入指标可选取2个主成分,方差贡献度分别为69.8%和10.5%,累计方差贡献率超过80%,则提取2个主成分。其中,第一主成分主要受到企业数量、企业投入资金、技术引进与改造费用、科研机构数量、资金投入等指标影响,代表了资产类投入指标用F1表示,第二主成分主要受企业研发人员折合全时当量、每十万人人口高等教育在校人数影响,代表了人力资源投入指标,用F2表示。

其次,为了更好地对我国各省市医疗器械产业的创新系统进行比较分析,本文对24个省市自治区10年间的投入产出数据进行了标准化处理,标准化处理后带入主成分分析解析式中,得到我国各区域医疗器械产业创新系统在2008—2017年平均综合得分F及排名(见表2)。需要说明的是评价分

表2 各地区医疗器械设备产业创新系统投入主成分分析平均得分与综合排名

省市因子	F1得分	F2得分	综合得分F	综合排名	省市因子	F1得分	F2得分	综合得分F	综合排名
江苏	2.23	3.38	2.38	1	江西	0.56	-0.05	0.48	13
浙江	1.73	3.10	1.91	2	天津	0.23	0.99	0.33	14
广东	1.58	2.80	1.74	3	湖北	-0.45	0.24	-0.36	15
北京	1.25	3.31	1.52	4	重庆	-0.46	-0.61	-0.48	16
山东	1.74	-0.40	1.46	5	河北	-0.51	-1.88	-0.69	17
上海	0.86	4.07	1.28	6	四川	-0.65	-1.26	-0.73	18
河南	1.23	-0.75	0.97	7	黑龙江	-0.74	-1.27	-0.81	19
辽宁	1.42	-2.93	0.85	8	吉林	-0.75	-1.36	-0.83	20
湖南	1.24	-2.42	0.76	9	广西	-0.76	-2.29	-0.96	21
陕西	1.38	-3.51	0.74	10	山西	-0.80	-3.17	-1.11	22
安徽	1.46	-4.95	0.62	11	云南	-0.84	-3.82	-1.23	23
福建	1.29	-4.13	0.58	12	宁夏	-0.88	-6.22	-1.58	24

值只是反映了医疗器械产业创新投入的相对强弱,负分值不表示这些区域医疗器械产业创新投入低。

由表2和表3可知,对我国24个

表3 各地区医疗器械设备产业创新系统投入分组比较

组别	地区
相对较强(>1)	江苏 浙江 广东 北京 山东 上海
相对中等(-1,1)	河南 辽宁 湖南 陕西 安徽 福建 江西 天津 湖北 重庆 河北 四川 黑龙江 吉林 广西
相对较弱(<-1)	山西 云南 宁夏

区域医疗器械产业创新系统的投入要素比较发现,位居前六名的分别是:江苏、浙江、广东、北京、山东、上海,主要集中在我国东部地区及东南沿海地区,而《2017年医疗器械行业发展报告》显示2016年,广东、江苏、浙江、山东、上海和北京等6省市的医疗器械生产企业占全国总数的58.5%,医疗器械行业的上市公司也主要分布在这6个省市,这说明这些省市因为具备了相对成熟的政策法律法规、科研中介结构、行业协会、银行与风险投资机构等构成医疗器械产业创新系统的关键要素,因而吸引更多医疗器械设备企业在此集聚,在正反馈效应的作用机制下,其医疗器械产业创新系统具有较强的产业创新基础和发展潜力;河南、辽宁、湖南等15个区域医疗器械设备产业创新基础和潜力处于中等水平;低于全国中等水平的有山西、云南、宁夏三个地区。

反映资产类投入水平的第一主成分因子F1分数较高的省份有江苏、浙江、广东、山东、安徽,其中安徽省资产类投入得分较高,然而综合得分却较低,这说明安徽省尽管在医疗器械的厂房建设、设备研发与改造方面投入了较多的资金或资产,然而在医疗器械产生创新人才的投入方面却相对较弱,这其中可能的原因是其地理位置毗邻沿海发达省份江苏、浙江等地,在“虹吸效应”作用机制下,众多医疗设备产业创新人才流向江浙沪等经济发达省份,导致其医疗器械设备产业创新人才储备不足。得分较低的地区有黑龙江、吉林、广西、山西、云南、宁夏等,这说明这些区域的医疗器械资产类投入相对薄弱,这可能是其完善的创新系统构建的瓶颈。

安徽、福建、宁夏、陕西的第二主成分因子F2得分较低,这说明对这些区域来讲,特别是安徽、宁夏、陕西等人才流失比较严重的地区,如何吸引与培育医疗器械类创新人才,构建“引得来、留得住、用的好”创新人才运营机制,是亟待解决的问题;上海、江苏、北京地区的第二主成分因子F2得分较高,这说明这些地区在医疗器械产业创新人才的投入与培育方面具有较强的比较优势,这可能与这些地区拥有众多的高校、科研院所等创新资源有关。需要指出的是,上海在人力资源投入方面得分最高,为4.07分,然而综合得分却排名第6,这说明上海市尽管在医疗器械行业拥有众多创新性人才,然而其创新类资产的投入却相对薄弱,不能完全匹配其创新人才而构成完善创新系统。江苏省和浙江省不管在第一主成分资产类创新指标投入,还是在第二主成分人力资源投入方面,分值都很高,这说明这两个省份已经具备了较为完善的创新系统,这可能与这两个省份近十年来所实施的一系列推动医疗器械产业创新发展的政策有关,如《浙江省健康产业规划(2015—2020年)》中明确指出要“加快发展医药装备制造产业,重点培育医疗器械特色优势产品。”,江苏省2018年颁布《省政府关于推动生物医药产业高质量发展的意见》明确指出“到2020年,使江苏成为我国生物医药领域创新平台体系最全、企业研发能力最强、产业发展质态最优的产业创新高地”。

由以上分析可知,我国各区域医疗器械产业创新系统投入具有较大的区域差异,这些差异为找出各地区医疗器械产业创新系统绩效提供了基础。采用医疗器械产业创新系统效率评价指标,指标采用1年时滞,用DEAP 2.1软件运行处理,得到我国各区域医疗器械产业创新系统效率值,见下页表4。

第一,从医疗器械产业创新系统综合效率来看,处于生产前沿面的省份在空间分布上具有很大的差异性。湖南、广西、云南、宁夏四个区域十年间医疗器械产业创新系统效率平均值为1,上海、江西、黑龙江也达到0.91以上。这说明,这些区域的医疗器械产业在这十年间基本上实现了有效生产,其产业创新系统投入要素得到了最大程度的利用,实现了有效产出;然而,还有很多区域虽然拥有较好的市场环境,但医疗器械产业创新系统要素的投入并没有成功转化为产业资本,导致产业创新系统效率较低,表现为产出不足。如浙江、广东和北京是我国经济发达的区域,尽管集聚了更多医疗器械产业创新所需投入的各种技术、人才和资本等高级要素,然而其产业创新系统综合效率平均值只有

表4 我国各省区医疗器械设备产业创新系统效率值

省市	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	10年均值
江苏	1.00	0.95	0.84	0.93	0.76	0.60	0.62	0.54	0.62	0.56	0.74
浙江	0.91	0.92	0.85	0.64	0.46	0.34	0.46	0.51	0.41	0.48	0.60
广东	1.00	1.00	0.94	0.78	0.48	0.36	0.51	0.47	0.38	0.54	0.65
北京	1.00	1.00	0.84	0.76	0.51	0.29	0.31	0.43	0.52	0.41	0.61
山东	0.96	0.93	0.78	0.84	0.81	0.51	0.70	0.64	0.57	0.53	0.73
上海	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00
河南	0.82	0.78	0.73	0.64	0.68	0.57	0.73	0.42	0.43	0.51	0.63
辽宁	0.67	0.58	0.47	0.43	0.41	0.38	0.42	0.37	0.36	0.40	0.45
湖南	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	0.97	0.99	1.00	1.00	1.00
陕西	0.64	0.61	0.57	0.39	0.46	0.41	0.53	0.39	0.40	0.42	0.48
安徽	0.87	0.86	0.74	0.67	0.51	0.48	0.62	0.68	0.54	0.41	0.64
福建	0.94	0.88	0.76	0.69	0.72	0.51	0.53	0.53	0.55	0.56	0.67
江西	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.93	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99
天津	0.95	0.86	0.85	0.79	0.68	0.49	0.54	0.52	0.63	0.75	0.71
湖北	0.98	0.92	0.76	0.84	0.82	0.79	0.83	0.81	0.67	0.75	0.82
重庆	0.96	0.94	0.83	0.76	0.68	0.52	0.56	0.58	0.73	0.71	0.73
河北	0.84	0.88	0.85	0.90	0.70	0.61	0.76	0.79	0.79	0.65	0.78
四川	0.91	0.87	0.85	0.69	0.63	0.55	0.54	0.62	0.65	0.68	0.70
黑龙江	1.00	0.92	0.95	1.00	1.00	0.91	0.74	0.58	0.64	0.78	0.85
吉林	0.96	0.87	0.79	0.81	0.74	0.55	0.86	0.73	0.40	0.61	0.73
广西	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00
山西	0.76	0.79	0.86	0.89	0.71	0.67	0.80	0.83	0.87	0.68	0.79
云南	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
宁夏	0.99	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.76	0.97	1.00	0.96

0.6左右。

第二,我国大部分区域医疗器械产业创新系统效率呈逐步下降的趋势。在2008年,除了辽宁、陕西、和山西外,我国21个区域医疗器械产业创新效率值都达到了0.80以上,这说明在2008年,我国大部分区域医疗器械产业基本上都实现了有效生产;但从2009年开始,这一产业创新系统效率值出现了不同程度的下降,17个区域的生产效率都低于0.8,这一部分比例占所选样本总数的70%的比例,如广东省从2009年的1.00下降到2016年的0.38;特别在2013年,很多区域产业创新系统效率在这一年达到历史最低点,如北京只有0.29,浙江只有0.34。这说明伴随着国民收入的不断增长以及人均健康需求的不断释放,在国家和省域政策的推动下与催生下,我国很多区域医疗器械产业项目盲目上马或低水平建设,导致投入冗余或产业不足。

第三,我国不同区域医疗器械产业创新系统效率有不断拉大的趋势。在2008年,医疗器械产业创新系统效率最高江苏、广东、北京、上海等省市与效率最低的陕西省只有0.36的差距,而到了2017年,医疗器械产业创新系统效率最高的湖南、上海、江西等省市与效率最低的辽宁省的差距高达0.60。这表明,有些省市在不同年份均存在着不同程度的投入不足或产出冗余等情况,创新要素的无效投入或资源错配的现象突出,如辽宁、陕西、浙江、北京等4个省市尤为突出(十年间医疗器械产业创新系统效率平均值低于0.6)。

第四,需要注意的是,在前文通过主成分分析对各省市医疗器械产业创新系统投入指标进行打分比较中,江苏、浙江、广东、北京、山东、上海等六个区域的得分最高,然而这6个区域医疗器械产业的创新系统效率值,除了上海之外,其它区域都比较低;而广西、云南、宁夏这三个创新系统投入指标得分较低的区域,其产业创新系统效率值却很高,十年平均值均达到0.96以上,这说明对于医疗器械产业而言,产业创新系统基础较好的区域,其产业创新系统效率不一定就高,而产业创新系统基础较差

的区域,其产业创新系统不一定就低,这进一步说明了为了实现产业创新系统的高效绩效,需要完善的运行机制来保障产业创新系统中各要素之间相互协同,如资源配置机制、成果转化扩散机制等,这也进一步验证了Malerba(2002)、Lee Kongrae(2002)等学者的观点,即产业创新是一个动态的过程,完善的产业创新系统的构建包含了众多行为相关者以及各个行为主体创造知识、传播知识以及商业化的过程。

五、研究结论与启示

从动态产业创新系统视角,在对医疗器械产业创新系统指标进行构建的基础上,首先运用主成分分析法对我国24个省市、自治区医疗器械产业2007年—2016年的创新系统投入进行了评价分析,然后运用DEA模型,对2008—2017年十年间医疗器械产业创新系统效率进行了测算与分析,主要研究结论如下:

(1)江苏、浙江、广东、北京、山东、上海6个省市因为具备了相对成熟的政策法律法规、科研中介结构、行业协会、银行与风险投资机构等构成医疗器械产业创新系统的关键要素,因而吸引更多的医疗器械企业在此集聚,在正反馈效应的作用机制下,这些省市的医疗器械产业创新系统具有较强的产业创新基础和发展潜力。

(2)产业创新系统的高绩效的实现,需要有完善的运行机制来保障产业创新系统中各创新主体与创新环境条件相互作用、相互协同,进而推动知识的产生、扩散和资本化。如果缺乏完善、高效的创新运行机制,产业创新系统基础较好的区域,其产业创新系统效率不一定就高,江苏、浙江、广东、北京、山东等区域医疗器械产业创新系统投入得分很高,而产业创新系统效率值偏低就是很好的证明。

(3)黑龙江、吉林、广西、山西、云南、宁夏等区域医疗器械资产类投入相对薄弱,是其创新系统构建的瓶颈,对于安徽、宁夏、陕西等区域,如何吸引与培育医疗器械类创新人才,防止人才流失,构建“引得来、留得住、用的好”创新人才运营机制,是亟待解决的问题。

(4)我国医疗器械产业的创新系统效率具有明显的地域差异性,这种差异性有不断拉大的趋势,表现为产业创新效率最高的区域与产业效率最低的区域差距在不断拉大;我国大部分区域的医疗器械产业创新系统效率呈下降的趋势,大量的医疗器械产业资源的投入没有得到有效的利用,出现了投入冗余或产能不足;我国不同区域的医疗器械产业创新系统效率有不断拉大的趋势。

基于此,结合医疗器械行业,提出以下提升我国战略性新兴产业创新系统效率的对策建议:

(1)构建完善高效的政府管理机制

一是制定完善的产业政策体系。重视顶层设计,依据战略性新兴产业所处生命周期的不同阶段,进一步完善战略性新兴产业政策体系,如研究制定有利于医疗器械技术研发、市场交易的税收优惠政策,制定并完善有利于培育与规范医疗器械交易市场的政策法规等。二是建立沟通协调机制。放大制度改革红利,更加重视多部门、跨地区协同推进,简化与科技创新领域相关的行政审批事项,提高政府行政服务效能,如关注医疗器械产业内部不同细分行业的特殊性,梳理现有的各项审批项目,放宽市场准入门槛,改“先证后照”为“先照后证”,改审批制为备案制,探索建立激活市场的服务机制。鼓励和扶持服务于生产性的金融机构做大做强,探索成立各级战略性新兴产业金融合作试验区,构建社会资本投资战略性新兴产业风险补偿机制,创新保险制度。三是构建有机统一的管理体制,健全创新主体间协调配合机制,构建内部关系协调、职能明确、分工协作紧密的管理运营机制。

(2) 优化战略性新兴产业空间布局

依据产业的发展特性和各区域资源的比较优势,从国家层面、省域层面统一部署,按照产业梯队分工,合理布局和优化战略性新兴产业。一是强化市场引导与监管。政府要做好“守门人”的角色,做好市场引导与监管,如针对我国一些区域医疗器械产业项目投入冗余或产出不足现象,做好医疗器械行业重大项目的规划设计、论证与考核监督,避免盲目投资与低水平的重复建设,防止资源错配;二是注重特色化发展。各地区在发展战略战略性新兴产业时,因地制宜,选取具有比较优势、能够率先取得突破的细分产业优先发展,形成错位竞争;如针对江苏、浙江要依托其已经形成的良好的医疗器械产业发展基础,重点支持发展其在全国具有较强比较优势的特色产业,如无锡的医用超声、南京的微波、射频肿瘤热疗、宁波的MRI等,在税收减免、土地使用、配套设施、人才引进方面给予一定的支持;三、鼓励区域间形成梯队分工。如对于上海、北京、江苏等医疗器械产业创新系统要素相对完善的区域,要加大技术创新的投入力度,鼓励其积极参与全球价值链分工,注重在自主创新与品牌建设方面寻求突破,吸引高端要素集聚,打造“医疗器械产业企业总部经济”;对于广西、云南、宁夏等有效投入不足的区域,要以产业链为纽带,通过开展上下游配套合作,尝试建立与发达区域垂直分工体系,鼓励龙头医疗器械企业通过独资、控股、参股和战略合作等方式在这些地区设立分支机构、创意创新研究中心、信息展示中心和工作室等,加快区域性医疗器械创新系统的构建。

(3) 加快推进新技术新产品新模式的推广应用

一是注重市场导向。紧盯十大战略新兴产业,集聚高级要素,如促进高校医疗技术资源与医疗器械企业创新需求的对接,开展医疗器械重大关键技术联合攻关,加速创新成果的市场化。二是建立各类中介服务平台。积极鼓励知识创新、技术创新,建立完善战略性新兴产业公共技术服务平台,如医疗器械技术联盟平台、医疗器械技术人才培养平台等;在各类省市引导基金与扶持基金中,优先扶持科技创新类和版权交易类创新产品与服务。推进官产学研合作,引导和支持各类高新技术企业以创意创新联盟方式组建各类协同创新平台。三是构建完善的知识产权的保护机制。以知识产权的完善保护机制鼓舞并带动企业进行创意创新。如制定《医疗器械知识产权保护办法》、《医疗器械知识产权(专利)纠纷处理办法》等规章制度,以政策扶持等方式,引导部分医疗器械企业建立知识产权管理部门或者相关岗位,培养知识产权保护的文化自觉,营造尊重人才、尊重创造、尊重权益的社会氛围。完善原创性产品和服务版权的登记、认证、托管、监管和维权服务,强化知识产权法制建设。依托企业、院校、科研机构成立各类知识产权保护联盟,构建知识产权保护的联动机制。

[责任编辑:如 新]