

西部地区高新技术产业技术创新能力评价研究

——基于熵权与变异系数组合赋权法的综合评价模型

吴艳霞 周春光

(石河子大学经济与管理学院,新疆 石河子 832000)

[摘要] 文章在借鉴相关研究基础上,构建了西部地区高新技术产业技术创新能力评价指标体系,运用熵权与变异系数组合赋权法,对西部地区高新技术产业技术创新投入、产出能力及环境等要素进行评价,得出西部地区高新技术产业技术创新能力各省差异情况,通过比较分析,探讨影响西部地区技术创新能力的因素,结合中东部地区高新技术产业技术创新能力的经验,提出西部地区高新技术产业技术创新能力提升的对策建议,以尽快缩小区域差距,推动西部地区经济快速发展。

[关键词] 高新技术产业;技术创新;评价

一、引言

高新技术是以综合科学为基础,以智力和资本积累为先导的新型综合技术,可以提高生产力,促进社会进步,提高国家综合实力。十八大报告指出,提高社会生产力和综合国力的一大途径是科技创新,随着“西三角”区域发展战略、西部大开发战略以及成渝经济区规划等重大国家发展战略的持续稳步推进,西部地区工业化和城市化迅猛发展,初步具备了加快发展高新技术产业的基本条件。2013年9月习近平总书记提出构建

“新丝绸之路经济带”,此经济带覆盖西部地区的九个省,对西部地区加快发展高新技术产业,通过技术创新不断增强产业核心竞争力,实现经济转型升级创造了契机。同时,西部地区高新技术产业较东部、中部地区仍有明显差距。加快发展西部地区高新技术产业,有助于缩小东中西部差距,促进区域经济协调发展。由此,通过评价西部地区高新技术产业技术创新能力,分析地区间技术创新能力的差异和影响因素,探索促进均衡发展的路径,有利于提升西部地区高新技术产业技

[基金项目] 石河子大学哲学社会科学中青年科研骨干培养基金项目(项目编号:RWSK14-Y06)。

[作者简介] 吴艳霞(1980-),女,甘肃通渭人,硕士,讲师,研究方向:经济统计。

术创新能力的整体水平。

文献综述表明,目前还没有明确的关于西部地区高新技术产业创新能力评价的研究,与之相关的研究只有常玉等^[1]在2004年针对西部13个国家级高新技术产业开发区技术创新能力的评价研究。与高新技术产业技术创新能力评价相关的研究,主要集中在东部地区。对于高新技术产业技术创新能力评价的研究,代表性的观点包括:陈红川^[2]从投入能力、产出能力和环境支持三个方面,共选取29个指标,对我国各地区高新技术产业技术创新能力作了评价研究;徐玲和武凤钗^[3]从创新投入能力、创新产出能力、创新环境三个方面,选取17项指标,构建了我国高新技术产业技术创新能力评价指标体系。郑树旺和徐振磊^[4]从技术创新投入要素、产出要素、扩散要素、环境支撑要素等四个方面,选取了14个指标,构建了东北三省高新技术产业技术创新能力及其评价指标体系。范德成和杜明月^[5]从技术创新投入、技术创新产出和技术创新环境三个方面,共选取15个指标,建立了京津冀地区高新技术产业技术创新能力的动态综合评价指标体系。王洪庆和侯敬^[6]从技术创新投入能力和技术创新产出能力两个方面,选取了16个指标,构建了中国高新技术产业技术创新能力评价指标体系,与此相似的研究还有齐央宗^[7]、李海波和舒小林^[8]、徐波等^[9]。从上述学者对高新技术产业创新能力评价研究中不难看出,大多数学者都选择了从技术创新投入、技术创新产出、技术创新环境三个方面构建了评价指标体系,基于此,本文在借鉴相关研究的基础上,综合考虑数据的可获得性和研究方法的可操作性,从技术创新投入、技术创新产出及技术创新环境三个方面构建了西部地区高新技术产业技术创新能力评价指标体系,选用熵权与变异系数组合赋权法对西部地区高新技术产业技术创新能力进行评价,通过比较分析,探讨影响西部地区高新技术产业技术创新能力的因素,进而提出提升西部地区高新技术

产业技术创新能力的对策建议。

二、评价指标与方法选择

(一)评价指标体系的构建

技术创新是促进高新技术企业经济可持续发展的主要途径,高新技术企业是技术创新的主力,更是实现技术创新的有效载体。由于对高新技术产业技术创新能力的评价涉及面广,信息量较大,因此,评价高新技术产业技术创新能力,关键是要科学、合理地选择评价指标,构建的指标体系能够全面、客观地反映高新技术产业技术创新能力的动态发展趋势、现状及潜力。因此,本文在国内学者研究高新技术产业技术创新能力评价指标体系的基础上,充分考虑到数据的可获得性、完整性、实用性和动态性,选取了技术创新投入、技术创新产出、技术创新环境三个方面作为二级指标,构建包含20个三级指标的西部地区高新技术产业技术创新能力评价指标体系,如表1所示。

表1 高新技术产业技术创新能力的指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	变量
技术创新能力	技术创新投入指标	R&D 人员	X_1
		R&D 人员全时当量	X_2
		R&D 经费内部支出	X_3
		新增固定资产	X_4
		新产品开发经费支出	X_5
	技术创新产出指标	专利申请数	X_6
		拥有发明专利数	X_7
		新产品销售收入	X_8
		新产品出口销售收入	X_9
		工业总产值	X_{10}
		主营业务收入	X_{11}
		利润总额	X_{12}
		出口交货值	X_{13}
	技术创新环境指标	高等学校 R&D 人员合计数	X_{14}
		高等学校 R&D 人员全时当量	X_{15}
		高等学校 R&D 经费内部支出	X_{16}
		高等学校 R&D 经费外部支出	X_{17}
		技术市场成交合同数	X_{18}
		技术市场成交合同金额	X_{19}
		R&D 活动经费内部支出中的政府资金	X_{20}

(二)评价方法

合理的评价方法对于研究西部地区高新技术产业技术创新能力结果的合理性和准确性起着至关重要的作用。常见的评价方法^[10-12]主要有以下几种:(1)因子分析法。该方法具有较强的客观性,操作简单,但由于指标和比较对象的有限性,评价结果准确性一般。(2)模糊综合评价法。该方法具有较强的主观性,操作较为复杂,由于评价质量得益于专家对相关研究多年的经验积累,评价结果准确性较高。(3)灰色系统评价法。该方法操作较为复杂,评价结果准确性一般。基于此,为了弥补主观赋权法和客观赋权法的不足,可以将主观法与客观法相合,本文将基于信息熵与变异系数组合赋权法的综合评价模型对高新技术产业技术创新能力进行评价。

1. 信息熵权法赋权。假定需要评价 n 个地区高新技术产业技术创新能力,评价指标体系包括 m 个指标。这是一个由 n 个样本组成,用 m 个指标做综合评价的问题,对此,可以建立数学模型如下:

论域为: $U = \{u_1, u_2, \dots, u_i, \dots, u_m\} \quad (i=1, 2, \dots, n)$

每一样本(评价对象) u_i 由 m 个指标的数据表征:

$u_i = \{u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{ij}, \dots, u_{im}\}, \quad (j=1, 2, \dots, m)$

于是得到评价系统的初始数据矩阵 X :

$$X = \{x_{ij}\}_{n \times m}$$

式中 x_{ij} 表示第 i 个样本第 j 项评价指标的数值。由于各指标的量纲、数量级及指标的正负取向均有差异,首先需要对原始数据进行标准化处理。

(1) 指标信息熵值 e 和信息效用值 d 。第 j 项指标的信息熵值为 $e_j = -(\sum_{i=1}^n y_{ij} \ln y_{ij}) / \ln m$, 其中 $y_{ij} = x'_{ij} / \sum_{j=1}^n x'_{ij}$, 当 $y_{ij}=0$ 时, $\ln y_{ij}$ 无意义, 因此对 y_{ij} 的计算加以修正, 将其定义为:

$$y_{ij} = (1 + x_{ij}) / \sum_{i=1}^n (1 + x_{ij})$$

(2) 指标的权重。利用熵值法估算各指标的权重就是利用该指标信息的价值系数来计算的, 其价值系数越高, 对评价的重要性就越大。因此, 根据各个指标的信息效用值就可以得到第 j 项指标的权重 w_j , 即 $w_j = (1 - e_j) / (n - \sum_{j=1}^n e_j)$, 其中 $0 < w_j < 1$ 。

2. 变异系数法赋权。为克服利用熵权法取得的指标权重存在均衡化分配的缺陷, 利用表征评价指标特征值之间差异性的另外一个参数, 即变异系数, 来确定评价指标的权重, 在此基础上建立的数学评价模型, 能使评价结果更加客观合理。

设主客观权重分别为 A 、 w_j , 则有组合赋权法权重如下:

$$\hat{w}_j = \lambda A_j + (1 - \lambda) w_j$$

其中, λ 为偏好系数, 并且 $\lambda \in (0, 1)$ 。

综合评价方程为 A 与 R 合成得到综合评价结果向量 $B = \hat{w}R$ 。

三、西部地区高新技术产业技术创新能力评价及分析

(一)数据来源

在构建高新技术产业技术创新能力评价指标体系和确定评价方法的基础上, 本文选取西部地区的 12 个省为研究目标, 数据来源于 2016 年《中国高技术产业统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国火炬统计年鉴》。分析年鉴中相关指标间的关系和具体含义的解释, 综合数据的完整性, 选择出高新技术产业技术创新能力相关指标及其数据, 构成数据分析的基础。

(二)权重的确定

根据信息熵赋权法和变异系数赋权法的计算步骤, 对标准化后的数据采用熵值法, 可计算出各指标的熵权 w_j , 对评价指标的特征值矩阵采用变异系数赋权法计算出各指标的权重 A_j , 将二者所得权重采用组合赋权法, 得出 \hat{w}_j , 如表 2 所示。

(三)结果及分析

根据熵权与变异系数组合赋权法的基本步

表 2

高新技术产业技术创新能力指标体系权重表

一级指标	二级指标	三级指标	熵权 W_j	变异系数 A_j	占总权重的组合权重 W_j
技术创新能力评价指标	技术创新投入指标	R&D 人员	0.003147	0.048185	0.024135
		R&D 人员全时当量	0.001702	0.048087	0.031007
		R&D 经费内部支出	0.172770	0.063514	0.104928
		新增固定资产	0.000121	0.041173	0.010295
		新产品开发经费支出	0.083685	0.054382	0.063796
	技术创新产出指标	专利申请数	0.000319	0.047772	0.019974
		拥有发明专利数	0.000018	0.047983	0.024231
		新产品销售收入	0.576424	0.044467	0.323417
		新产品出口销售收入	0.026231	0.042008	0.031258
		工业总产值	0.005654	0.029982	0.021245
		主营业务收入	0.000311	0.057441	0.027761
		利润总额	0.000009	0.049982	0.025862
		出口交货值	0.000098	0.070568	0.032339
	技术创新环境指标	高等学校 R&D 人员合计数	0.005102	0.031705	0.016667
		高等学校 R&D 人员全时当量	0.002131	0.05465	0.026653
		高等学校 R&D 经费内部支出	0.037926	0.030805	0.046791
		高等学校 R&D 经费外部支出	0.003912	0.060055	0.034974
		技术市场成交合同数	0.000988	0.047004	0.025752
		技术市场成交合同金额	0.000102	0.054733	0.039062
		R&D 活动经费内部支出中的政府资金	0.079350	0.075504	0.069853
		累积	1	1	1

骤,确定高新技术产业技术创新能力评价指标体系权重后,计算得出西部地区高新技术产业技术创新能力的综合得分及各子项目得分,得分函数:

$$F_1=0.024X_1+0.031X_2+0.105X_3+0.01X_4+0.064X_5$$

$$F_2=0.02X_6+0.024X_7+0.323X_8+0.031X_9+0.021X_{10}+0.028X_{11}+0.026X_{12}+0.032X_{13}$$

$$F_3=0.017X_{14}+0.027X_{15}+0.048X_{16}+0.035X_{17}+0.028X_{18}+0.039X_{19}+0.069X_{20}$$

根据三大子项目的得分 F_1 、 F_2 与 F_3 ,可以算出总得分 F ,通过得分比较,寻求西部地区高新技术产业技术创新能力发展存在的问题,具体的综合得分及排名如表 3 所示,具体结果分析如下:

从高新技术产业技术创新能力得分排名可以看出,在空间分布方面,排名靠前的省份为四川、陕西与重庆,三省地理位置紧密相接,属于一个集聚区,紧邻中部地区,自然资源相对较优越,内部市场容量很大,其集群发展的优势比较突出。排名靠后的地区为新疆、宁夏、青海与西藏,

地理位置远离发达地区,GDP 排名也比较靠后,经济资源的开发利用相对较低,经济发展相对落后,导致高技术产业创新投入力度较低。值得注意的是,排名第四位的广西地区,虽然经济资源也相对比较少,但其地理位置优越,沿海且紧挨广东省,市场优势明显,可借鉴发达省份的模式,加大人才引进力度,加强与中东部地区的交流合作,大力发展其高新技术产业。

在投入要素和创新环境方面,排名靠前的四川、陕西与重庆等省区,较注重 R&D 人才与经费的投入力度,新产品开发经费支持力度较大,高等学校较集中,高校综合实力相对较强;而排名靠后的新疆、宁夏、青海与西藏等地区,R&D 人才与经费的投入力度较低,加之自然环境相对较差,导致人才引进方面存在一定的障碍,且其高等学校较少,高校综合实力相对较弱。

表3 各地区高新技术产业技术创新能力综合得分及排名

地区	技术创新投入 F_1	技术创新产出 F_2	技术创新环境 F_3	综合得分 F
内蒙古	0.0450 (8)	0.0248 (8)	0.0778 (8)	0.0432 (8)
广西	0.0734 (7)	0.1267 (4)	0.1869 (4)	0.1346 (4)
重庆	0.1158 (4)	0.2102 (3)	0.3302 (3)	0.2427 (3)
四川	0.9989 (1)	1.0000 (1)	0.8593 (1)	0.9353 (1)
贵州	0.097169 (6)	0.1212 (5)	0.1232 (6)	0.1288 (5)
云南	0.097176 (5)	0.0734 (6)	0.1486 (5)	0.0933 (6)
西藏	0.0011 (12)	0.0017 (11)	0.0012 (12)	0.0017 (12)
陕西	0.8811 (2)	0.3017 (2)	0.8153 (2)	0.5546 (2)
甘肃	0.0879 (3)	0.0509 (7)	0.1116 (7)	0.0753 (7)
青海	0.0028 (11)	0.0003 (12)	0.0187 (11)	0.0055 (11)
宁夏	0.0050 (10)	0.0204 (9)	0.0209 (10)	0.0188 (10)
新疆	0.0308 (9)	0.0057 (10)	0.0692 (9)	0.0253 (9)

注 综合得分括号内()为得分排名

四、结论与建议

(一)主要结论

从西部地区高新技术产业技术创新能力的评价结果可以看出,四川、陕西和重庆三省市的产业创新能力处于较高水平。四川得分排名第一,每个子项目得分最高并远超其他省市,对高新技术产业投入较高,高新技术产业发展环境有明显优势,为其高新技术产业发展提供强大的支撑,从而有力推动高新技术产业的发展。位列第二的地区是陕西,各子项目排名也较好,其拥有6个国家级高新技术产业园区,高新技术产业园区对入驻企业实行一系列良好的优惠政策,使其高新技术产业技术创新不断增强。排名较靠后的地区为西藏、青海、宁夏,表明这些地区高新技术产业技术创新能力总体发展情况较差,其问题主要表现为基础经济建设落后及科技人员投入不足,产出能力较弱,技术创新环境相对落后等方面。

(二)政策建议

1. 把握“一带一路”建设的契机,扩大对外经济开放度,促进国内外市场协同发展。西部地区幅员辽阔,内蒙古、新疆、西藏、云南和数十个国家接壤,应把握“一带一路”建设契机,结合当地高新技术产业发展状况及国际合作的发展变化,不断调整和完善相关政策法规,以开放的姿态大力引进国内外优质企业,鼓励本土企业走出去,

积极踊跃参加国内外高新技术产业技术的合作,加强国际合作,提升高新技术产业技术的创新能力,优化自身的创新模式。此外,应当建立健全创新激励机制,鼓励科技研发机构的创新动力,从而提高科技创新能力,为高新技术产业技术发展提供有利的发展环境和良好的创新氛围。

2. 加强政策引导,扩大资源投入,完善人才引进保障制度。适宜的产业政策是高新技术产业发展的首要条件。在西部各省中,陕西有政策和法律的扶持与保障,使其成为西部地区高新技术产业技术创新发展相对较快的省区,更好地促进了高新技术产业技术创新发展壮大。政府应加强相关的制度建设,完善产业集群发展软环境,为产业集群的发展提供载体和信息、技术交流的机会。西部地区应加大力度扶持高新产业园区的建设,鼓励产业集群的形成,在税收、土地征用等方面给予一定的政策支持。此外,还应采取本土培养和引进人才相结合的方式,多渠道、多形式吸引各地区优秀人才,建立健全人才引进机制。

3. 积极促进西部与中东部地区创新联盟建设,培育高新技术产业龙头企业。四川和陕西在高新技术产业技术创新环境中得分较高,得益于四川和陕西较西藏和青海拥有更加丰富的人文资源、高等教育资源,采用高校、企业、政府相结合的方式,实现协同发展,为高新技术产业技术

创新能力发展提供了有力保障。西部地区应重点培育主导产业和龙头企业,用龙头企业的辐射力带动其他中小企业的发展,加强产业集群与产业链建设是必然选择;其次,政府应完善集群内的基础设施,促进高新技术产业技术创新的集聚形成和规模壮大。

参考文献

- [1]常玉,卢尚丰,刘显东.西部13个国家级高新技术产业开发区技术创新能力的评价研究[J].科学学研究,2003(7):296-299.
- [2]陈红川.高新技术产业技术创新能力评价实证研究[J].科技管理研究,2010(16):56-63.
- [3]徐玲,武凤钗.我国高新技术产业技术创新能力评价[J].科技进步与对策,2011,28(02):128-132.
- [4]郑树旺,徐振磊.基于PLS的东北三省高新技术产业技术创新能力及其评价[J].科技管理研究,2016,36(19):86-93.
- [5]范德成,杜明月.基于TOPSIS灰色关联投影法的高新技术产业技术创新能力动态综合评价——以京津冀—

体化视角[J].运筹与管理,2017,26(07):154-163.

[6]王洪庆,侯毅.中国高技术产业技术创新能力评价研究[J].中国科技论坛,2017(03):58-63.

[7]齐央宗.西部地区高新技术产业支持政策综述[J].现代经济信息,2016(02):458-459.

[8]李海波,舒小林.西部地区高新技术产业发展的影响因素及路径——基于引力模型的实证分析[J].贵州社会科学,2018(02):126-132.

[9]徐波,万国伟,杨丽丽.我国高技术产业与区域协调关系的时空差异——基于四大经济区域数据的分析[J].地域研究与开发,2018,37(02):41-46.

[10]李丹,王欣.辽宁省高新技术产业创新能力评价研究[J].科技管理研究,2016,36(07):83-88.

[11]赵玉林,程萍.中国省级区域高新技术产业技术创新能力实证分析[J].商业经济与管理,2013(06):77-85.

[12]高达宏.基于灰色关联的高新技术产业创新能力分析[J].科技管理研究,2010,30(16):8-11,15.

(责任编辑:车碧云)

(上接第82页)

参考文献

- [1]Hicks J.A Theory of Economic History[M].Oxford: Clarendon Press,1969.
- [2]King R.and Levine R. Refinance and Growth Schumpeter Might Be Right? [J].The Quarterly Journal of Economics,1993,108(3):1076-107.
- [3]Llyina A.O. and Samaniego R. M. Structural Change and Financing Constraints [Z].Working paper,2011.
- [4]Wurgler J. Financial Market and the Allocation of Capital[J]. Journal of Financial Economics,2000,58(1-2):187-214.
- [5]陈峰.论产业结构调整中的金融的作用[J].金融研究,1996(11):23-27.
- [6]傅进,吴小平.金融影响产业结构调整机理分析[J].金融纵横,2005(2):30-34.
- [7]陈时兴.中国产业结构升级与金融发展关系的实证研究[J].中国软科学,2011(S2):72-78.
- [8]王定祥,吴代红,王小华.中国金融发展与产业结构优化的实证研究——基于金融资本视角[J].西安交通大学学报:社会科学版,2013(5):1-6.

[9]刘宁.金融发展对产业升级影响的脉冲响应分析:广东例证[J].贵州财经大学学报,2014(5):81-88.

[10]赵振华.金融发展与产业转型升级关系的实证研究——以安徽省为例[J].安阳工学院学报,2017(1):55-58.

[11]刘淑峰.新疆产业结构优化与金融支持关系研究[J].新疆农垦经济,2012(4):87-90.

[12]衣庆焘,崔艳娟等.金融发展对新疆产业结构调整效应的实证分析[J].当代经济管理,2013(35):80-85.

[13]新疆大学经济与管理学院课题组,房燕青,孙希刚.新疆产业结构调整和金融发展研究[J].金融发展评论,2013(6):108-117.

[14]梁斯.新疆产业结构调整中的金融支持问题研究[J].新疆农垦经济,2015(3):76-81.

[15]赵军,时乐乐.新疆产业结构对就业结构偏离效应实证研究[J].新疆大学学报(哲学·人文社会科学版),2013(2):7-11.

[16]杨秋明,姜海蓉,魏丽.就业结构与产业结构协调性及其影响因素——以江苏省为例[J].企业经济,2013(2):159-162.

(责任编辑:李亚利)