

# 基于 TOPSIS-熵权法的陕西创新驱动发展评价指标研究

张完定<sup>1</sup>,王广三<sup>2</sup>

(1. 西安财经大学 商学院,陕西 西安 710100;2. 浙江省科技  
信息研究院 科技统计研究所,浙江 杭州 310006)

**摘要:**实施创新驱动发展战略成为陕西经济发展新常态、保持经济持续健康发展的必然选择。如何更好地实施创新驱动发展战略,评价创新发展成果,关键在于形成具有陕西特色的创新驱动发展体系。通过对“三个陕西”的分析,紧紧围绕陕西“十三五”规划纲要,参考相关研究,结合陕西实际,构建陕西创新驱动发展评价指标体系。在此基础上,综合运用了 TOPSIS-熵权法实证分析了陕西 2012~2017 年的创新驱动发展水平以及各指标的贡献程度。研究认为,陕西创新驱动发展水平逐年增加,经历了一个先降后升再回落的过程,这个过程反映的是陕西创新驱动发展的变化过程,自 2015 年以后这种发展速度有所减缓,但仍处在上升期。为了更好地指导行业发展,识别出陕西创新驱动发展过程的关键指标,分别为:快递量,发明专利申请量,园林绿地面积,技术市场成交额,水电、风电及其他能发电消费总量,地方财政科学技术支出等指标,在实证结果的基础上,结合各指标贡献程度,从重视与扶持快递业发展、推动技术转移工作、加大财政科技支出、抢抓“一带一路”倡议机遇、加强知识产权保护、推进陕西绿色能源应用发展等 6 个方面提出可操作性政策建议。

**关键词:**创新驱动发展;评价指标;TOPSIS 法;熵权法;陕西

中图分类号:F061.5

文献标志码:A

文章编号:1671-6248(2019)01-0032-10

## Study on evaluation index of Shaanxi innovation-driven development based on TOPSIS-entropy weight method

ZHANG Wanding<sup>1</sup>, WANG Guangsan<sup>2</sup>

(1. School of Business, Xi'an University of Finance and Economics, Xi'an 710100, Shaanxi, China;

收稿日期:2018-10-21

基金项目:陕西省软科学研究计划项目(2016KRZ006)

作者简介:张完定(1964-),男,山西临汾人,教授,管理学博士。

2. Institute of Science and Technology Statistics, Institute of Scientific and Technical  
Information of Zhejiang Province, Hangzhou 310006, Zhejiang, China)

**Abstract:** Implementing innovation-driven development strategy has become an inevitable choice and new norm for Shaanxi's sustained and healthy economic development. How to better implement the strategy of innovation-driven development and evaluate the achievements of innovation lies in the formation of an innovation-driven development system with Shaanxi characteristics. The evaluation index system of innovation driven development in Shaanxi is constructed, through the analysis of the "Three Shaanxi" and closely around the "13th Five-Year Plan" outline of Shaanxi, referring to relevant research, combining with the reality of the province. On this basis, the TOPSIS-entropy weight method was used to empirically analyze the level of innovation driven development and the contribution of each index in Shaanxi from 2012 to 2017. The results show that: the level of innovation driven development in Shaanxi has been increasing year by year, with the overall process as first decline, then rise and then fall back. This process reflects the changing process of innovation driven development in Shaanxi. Since 2015, the development speed has slowed down, but it is still on the rise. To better guide the industry, it identifies key indicators of Shaanxi's innovation driven development process. They are: express delivery, patent application for invention, green space area, technology market turnover, total consumption of hydropower, wind power and other energy, local financial expenditure on science and technology and other indicators. Finally, based on the empirical results, combined with the degree of index contribution, we put forward some feasible policy recommendations. We should attach importance to supporting the development of the express industry, promoting the transfer of technology, increasing financial and technological expenditure, grasping the opportunity of "the Belt and Road" Initiative, strengthening the protection of intellectual property rights, and promoting the application of green energy in Shaanxi.

**Key words:** innovation driven development; evaluation index; TOPSIS method; entropy weight method; Shaanxi

改革开放以来,中国经济经过40年的快速发展,原有的增长方式已无法满足新条件下经济发展的要求,创新驱动发展战略成为转变经济发展方式的内在要求和战略部署。陕西省目前处于转变发展方式、优化产业结构、转换发展动能的关键时期,创新驱动决定着这一关键时期的进程与质量。实施创新驱动发展战略成为陕西经济发展新常态、保持经济持续健康发展的必然选择。《陕西省实施创新驱动发展战略纲要》明确指出,陕西要充分发挥人才优势,主导产业与创新相互促进,科技与体制机制创新协同推进,形成具有陕西特色的创新驱动发展体系。如何更好地实施创新驱动发展,评价创

新发展成果,关键在于形成具有陕西特色的创新驱动发展体系。

## 一、文献综述

1987年, Freeman 率先提出了国家创新体系的概念<sup>[1]</sup>。之后有关国家创新能力和创新绩效的研究都应用了国家创新体系这一概念。1992年, Cooker 又提出区域创新体系<sup>[2]</sup>,他指出,创新来源于在地理上分工不同却关联的企业、科研机构 and 高校等构成的区域创新体系;不同的区域创新主体创新方式、创新效果也不尽相同<sup>[3]</sup>。党的十八大强调

坚持走中国特色自主创新道路,实施创新驱动发展战略。这一要求加速了官产学研等方面的深入研究,也涌现出了大量的研究文献与成果。

通过对最近几年学术界研究成果的梳理,可以发现,有关区域创新体系的研究相对较早,而且比较成熟。有的学者专注于指标体系的构建,如汪涛等通过对国内外有关区域创新能力文献的梳理,总结了如何选取指标及哪些因素影响指标选取<sup>[4]</sup>。李燕萍等通过德尔菲法和层次、分析法从环境价值、经济价值、人才价值、科技价值、企业价值5个方面构建了区域创新的评价指标体系<sup>[5]</sup>。党晶晶等从创新意识、创新连接、创新基础和再创新度等4个方面构建了区域创新环境评价指标体系,对中国三大经济区创新环境的差异性和变动趋势以及创新环境与创新能力的关联性进行了检验<sup>[6]</sup>。骆大进从提高创新显示度、改革创新动力机制、扩大创新网络链接度等方面对新时代国家创新体系建设进行了探讨<sup>[7]</sup>。有的学者专注于对创新主体的研究,余以胜等从信息链过程详细分析了创新主体间知识流动的动因与作用<sup>[8]</sup>。刘懿锋等认为区域创新系统是区域竞争力的关键来源,产学研的合作对区域创新能力的提高有重要作用,并建议从内外部建立相应机制从而使产学研结合发挥效用<sup>[9]</sup>。彭雪蓉等从创新过程的视角,对中国区域创新进行了综述<sup>[10]</sup>。这些研究提供了不同研究视角,丰富了区域创新体系,为后来有关创新驱动发展的研究提供了参考。

随着创新驱动发展战略的提出,学者开始进一步研究创新驱动发展的内涵、路径及影响因素。洪银兴比较早且系统地论述了创新驱动发展与经济发展方式转变的关系,指出创新驱动是新的发展方式的主要内容,并进一步指出,创新驱动的经济增长是比集约型增长方式更高层次、更高水平的增长方式。他认为,创新驱动发展战略要求从外生向内生转变,关键在于技术创新以及成果的扩散,并强调知识创新与技术创新的协同作用。在此基础上,他指出了转变经济发展方式的路径为加大创新投入、制度创新以及创新环境建设<sup>[11]</sup>。

王海燕等、郑烨等进一步从创新驱动发展的理论基础、内涵与评价进行了系统性的研究<sup>[12-13]</sup>。周琳、魏江等研究了创新主体在创新驱动发展中的作用<sup>[14-15]</sup>。袁峥嵘等、石佑启等、马一德则强调了知识产权保护的重要性<sup>[16-18]</sup>。许多奇论述了新税制改革与创新驱动发展战略的关系<sup>[19]</sup>。吕薇提出要根据新时代赋予的新任务和新要求,探索实施创新驱动发展战略的新路径,构建更加协同高效的创新体系,加快创新型国家建设<sup>[20]</sup>。刘娟等论证了雄安新区实现创新驱动发展的根本途径是创建创新生态系统,并分析了雄安新区创新主体培育、创新环境建设、创新主体与创新环境良性互动过程<sup>[21]</sup>。

随着创新驱动发展战略实施的深入,还出现一系列评价创新成果的研究。学界比较常见的评价办法就是根据实际需求制定评价指标体系,然后运用几年的统计数据,采取某种实证方法进行综合评价。吴优等提出一个较为系统的创新驱动评估框架,并分析各个评价指标之间的内在逻辑关系,最后实证检验了广州、上海、北京和深圳的情况<sup>[22]</sup>。张完定等通过构建系统的创新驱动发展指标体系评价了陕西创新驱动发展状况,指出陕西创新潜能有待进一步释放,关键指标有待进一步挖掘<sup>[23]</sup>。张治河等回答了科技资源匮乏地区能否实施创新驱动,为什么要在科技资源匮乏地区实施创新驱动以及如何有效实施创新驱动的问题<sup>[24]</sup>。周柯等构建了创新驱动发展能力评价的三级指标体系,采用熵值法对中国创新驱动发展能力从时间维度进行了综合评价<sup>[25]</sup>。其他学者也从不同角度对不同地区进行了指标体系的构建和实证检验<sup>[26-31]</sup>。通过梳理发现,这些研究更多地关注最终结论,从比较宏观的方面进行建议,还没有针对具体指标的建议。同时,针对陕西这样具有丰富科技资源,但经济发展水平又相对滞后的省份,有关创新驱动发展指标体系的研究尚无成熟的评价指标体系。从这个层面上讲,建立适合陕西特点的创新驱动发展评价体系就特别重要。

二、陕西创新驱动发展概况

(一) 陕西经济发展水平

2012 ~ 2017 年陕西地区生产总值(GDP)年均增速为 8.7%;人均地区生产总值年均增速为 8.2%;2017 年非公有制经济增加值达到 11 845.07 亿元,占生产总值的 54.1%。如表 1 所示。

第三产业的发展有助于优化经济结构和社会资源配置,提高发展的质量与效益。可以看出,在第三产业拉动率上,整体变化不大,但第三产业贡献率稳步上升,结构调整初见成效。如表 2 所示。

表 1 陕西省 2012 ~ 2017 年经济发展

年份	2012	2013	2014	2015	2016	2017
地区生产总值/亿元	14 453.68	16 205.45	17 689.94	18 021.86	19 399.59	21 898.81
人均 GDP/元·人	38 564.00	43 117.00	46 929.00	47 626.00	51 015.00	57 266.00
非公有制经济增加值/亿元	7 398.04	8 459.01	9 323.58	9 630.16	10 430.18	11 845.07

表 2 陕西省 2012 ~ 2017 年产业结构 %

年份	三次产业贡献率			三次产业拉动率		
	第一产业	第二产业	第三产业	第一产业	第二产业	第三产业
2012	4.2	63.4	32.4	0.5	8.2	4.2
2013	3.4	63.6	33	0.4	7.0	3.6
2014	4.0	63.3	32.7	0.4	6.1	3.2
2015	4.8	47.6	47.6	0.3	3.8	3.8
2016	4.6	47.9	47.5	0.4	3.6	3.6
2017	4.9	49.1	46	0.4	3.9	3.7

表 3 陕西省 2012 ~ 2017 年科技投入

年份	2012	2013	2014	2015	2016	2017
R&D 人员/人	55 794	67 210	75 835	66 087	70 832	70 156
规模以上工业企业 R&D 经费投入/亿元	119.28	140.15	160.69	172.58	184.42	196.37
地方财政科技支出/亿元	34.94	38.02	44.86	57.28	62.01	79.34

表 4 陕西省 2012 ~ 2017 年科技产出

年份	2012	2013	2014	2015	2016	2017
科技论文/篇	64 336.00	64 353.00	64 798.00	71 779.00	74 300.00	78 926.00
发明专利申请量/项	17 043.00	26 487.00	26 157.00	74 904.00	69 611.00	98 935.00
技术市场成交额/亿元	334.82	533.28	640.02	721.76	802.74	921.55

(二) 陕西科技发展水平

在创新基础资源上,陕西科技资源丰富,拥有航空航天、教育、电子、机械等方面的重要科研基地。2017 年,研究与测试发展(以下简称 R&D)人员达到 70 156 人,比 2012 年增加 25.74%;规模以上工业企业研发经费投入 196.37 亿元,比 2012 年增加 64.63%;财政科技支出 79.34 亿元,比 2012 年增加 127.08%,如表 3 所示。

在科技产出及转化成果上,2017 年陕西省发表科技论文 78 926 篇,比 2012 年增加 22.68%;发明专利申请量 98 935 项,是 2012 年的 4.81 倍;技术市场成交额 921.55 亿元,比 2012 年增加了 586.73 亿,达到 175.23%,如表 4 所示。

通过对陕西最近几年创新驱动发展的分析,本文在构建创新驱动发展评价指标时不仅关注对经济社会发展有重要作用的指标,同时容纳可能导致陕西目前发展不足的重要影响因素,从而能够全面客观科学地评价陕西经济社会发展。

### 三、陕西创新驱动发展评价指标体系的构建

本研究构建的陕西创新驱动发展评价指标体系主要包含富裕陕西、和谐陕西、美丽陕西 3 个类别。

#### (一) 富裕陕西类指标

富裕陕西,是实现“陕西梦”的物质基础。陕西的发展首先是经济的发展,经济繁荣是陕西实现其他目标的物质基础。因此,本文研究的一个着力点是能够更好的识别创新驱动发展过程中促进经济发展、建设富裕陕西的关键要素。

一个国家或地区的富裕程度更多的是经济发展水平的体现,经济发展的好坏优劣也决定着下一阶段的发展;同时,产业结构是整个经济结构运行的依据和基础,创新驱动发展要求优化产业结构;波特经济发展 4 阶段论及创新驱动发展的内涵充分说明创新尤其是科技创新已成为经济发展的主动力。因此,本文主要从经济发展水平、产业结构优化、科技创新驱动要素等方面考察富裕陕西类指标。

#### (二) 和谐陕西类指标

和谐陕西,是实现“陕西梦”的根本保障。和谐陕西要求发展不仅是经济的发展,更应是社会的发展,是协调同步发展,是惠及百姓、人人共享的发展。只有和谐发展,才能保证经济发展的成果效用最大化。因此,本文研究的第二个着力点是构建能够有效反映和谐陕西根本要求的创新驱动发展体系。本文主要从社会发展水平、人民生活质量等方面考察和谐陕西类指标。

#### (三) 美丽陕西类指标

美丽陕西,是实现“陕西梦”的重要支撑。经济可持续发展要求发展过程中形成人与自然和谐发展、绿色发展,使陕西成为蓝天、碧水、绿地的充满新鲜空气的新安居之所,要建成资源节约型和环境友好型社会。因此本文主要从环境质量、人民健康等方面考察美丽陕西类指标。

基于上述分析,本研究将陕西创新驱动发展评价指标体系分解成 3 个类指标、7 个一级指标、50 个二级指标,具体见表 5。

### 四、模型构建

#### (一) 熵权法

熵权法是一种客观赋权评价方法,主要根据各指标变异程度,利用信息熵计算出各指标的熵权,通过修正从而得出较为客观的指标权重。具体过程如下:

(1) 收集指标数据形成 6 行 50 列的原始数据矩阵  $X = x_{ij}$ , 计算第  $j$  列(指标)下第  $i$  行指标值的比重

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^6 x_{ij}} \quad (1)$$

式中: $p_{ij}$  为原始数据矩阵对应的新数据矩阵(值), $x_{ij}$  为原始矩阵的组成元素, $i = 1, 2, \dots, 6; j = 1, 2, \dots, 50$ 。

(2) 计算第  $j$  列(指标)的熵值

$$e_j = -k \sum_{i=1}^6 p_{ij} \times \ln p_{ij} \quad (2)$$

式中: $k = 1/\ln 6$ ,  $e_j$  为第  $j$  列的熵值。

(3) 计算第  $j$  列(指标)的差异系数

$$d_j = 1 - e_j \quad (3)$$

式中: $d_j$  为第  $j$  列的差异系数。

(4) 计算第  $j$  列(指标)的熵权

$$S_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j} \quad (4)$$

式中: $S_j$  为第  $j$  列的熵权。

表 5 陕西创新驱动发展评价指标体系

目标层	类指标	一级指标	二级指标
陕西创新驱动发展综合指数	富裕陕西	经济发展水平	地区生产总值(GDP)
			人均地区生产总值
			非公有制经济增加值
			非公有制经济增加值占 GDP 比重
		产业结构优化	第一产业增加值
			第二产业增加值
			第三产业增加值
			第一产业增加值占 GDP 比重
			第二产业增加值占 GDP 比重
			第三产业增加值占 GDP 比重
		科技创新驱动要素	R&D 人员
			企业 R&D 经费
			R&D 经费内部支出
			科技论文
			出版科技著作
			发明专利申请量
			技术市场成交额
			地方财政科学技术支出
			地方财政教育支出
			地方财政科学技术支出占 GDP 比重
			地方财政科学技术支出占一般预算支出
	和谐陕西	社会发展水平	就业人员
			年末城镇登记失业人数
			城镇登记失业率
			全社会固定资产投资
			社会消费品零售总额
			一般公共服务支出
			公共安全支出
			社会保障和就业支出
			一般公共服务支出占一般预算支出
			公共安全支出占一般预算支出
			社会保障和就业支出占一般预算支出
		人民生活质量	居民人均可支配收入
			居民人均消费支出
			职工平均工资
美丽陕西		环境质量	快递量
			能源消费总量
			天然气消费总量
			水电、风电及其他能发电消费总量
			能源加工转换效率
			人均水资源量
			废水排放总量
			地方财政环境保护支出
			地方财政环境保护支出占一般预算支出
			园林绿地面积
			人均公园绿地面积
		人民健康	医院数
			医院床位数
			每万人有医院床位
			医疗卫生与计划生育支出

(二)TOPSIS 法

TOPSIS 法是一种多目标有限方案决策分析方法,基本思想是利用归一化后的数据矩阵,通过余弦法找出最优、最劣方案(分别用向量表示),然后计算待评价对象与二者之间的距离,获得待评价对象与二者的接近程度,以此作为评价依据。

设决策问题有  $n$  个目标  $f_j(j = 1, 2, \cdots, n)$ ,  $m$  个可行解  $Z_i = (Z_{i1}, Z_{i2}, \cdots, Z_{in})(i = 1, 2, \cdots, m)$ , 并设最优解  $Z^+$  为每列中最大值构成,  $Z^+ = (Z_1^+, Z_2^+, \cdots, Z_n^+)$ , 那么从任意解  $Z_i$  到  $Z^+$  的距离为

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_j^n (Z_{ij} - Z_j^+)^2} \tag{5}$$

式中: $S_i^+$  为任意解到最优解的距离,  $i = 1, 2, \cdots, m$ ,  $Z_{ij}$  为第  $j$  个目标对第  $i$  个解的规范化值,  $Z_j^+$  为第  $j$  个目标的最优解,下同。

同样地, 设  $Z^- = (Z_1^-, Z_2^-, \cdots, Z_n^-)$  为规范化目标的最劣解(每列中最小值构成), 那么从任意解  $Z_i$  到  $Z^-$  的距离为

$$S_i^- = \sqrt{\sum_j^n (Z_{ij} - Z_j^-)^2} \tag{6}$$

式中: $S_i^-$  为任意解到最劣解的距离,  $i = 1, 2, \cdots, m$ ,  $Z_j^-$  为第  $j$  个目标的最劣解。那么可行解对理想解的相对接近度为

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \tag{7}$$

式中: $C_i$  为可行解对理想解的相对接近度,  $0 \leq C_i \leq 1, i = 1, 2, \cdots, m$ 。因此, 若  $Z_i$  是理想解, 则相应的  $C_i$  为 1, 若  $Z_i$  是负理想解, 则相应的  $C_i$  为 0。 $Z_i$  越接近理想解,  $C_i$  越接近 1,  $Z_i$  越接近负理想解,  $C_i$  越接近 0, 从而可以给出评价结果。

(三)TOPSIS-熵权法计算步骤

评价模型在保留 TOPSIS 法优点的同时, 引入能够客观反映指标权重的熵权法, 克服了传统纯粹 TOPSIS 法难求出正负理想解的缺点, 从而易于评价对象的排序。

第一步, 设某一决策问题的决策矩阵为  $X = (x_{ij})_{mn}$ , 则规范化后的决策矩阵  $Z$ , 其元素组成为

$Z_{ij}$ ,且

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \tag{8}$$

式中: $Z_{ij}$  为规范化后的决策矩阵所有组成元素, $x_{ij}$  为决策矩阵组成元素, $i = 1,2,\cdots,m;j = 1,2,\cdots,n$ 。

第二步,构造规范化加权决策矩阵 $Z^*$ ,其元素为

$$Z_{ij}^* = w_j Z_{ij} \tag{9}$$

式中: $Z_{ij}^*$  为加权决策矩阵的所有组成元素, $w_j$  为第  $j$  个目标的权重。

第三步,确定最优解和最劣解。

$$Z^{*+} = (Z_1^{*+}, Z_2^{*+}, \cdots, Z_n^{*+}) \tag{10}$$

$$Z^{*-} = (Z_1^{*-}, Z_2^{*-}, \cdots, Z_n^{*-}) \tag{11}$$

式中: $Z^{(++)}$  为最优解组合, $Z^{(--)}$  为最劣解组合。

很容易证明,此时的最优解为式(4) 确定的熵权,此时的最劣解为向量 $\vec{0}$ 。

第四步,求出到最优解和最劣解的距离,方法同式(5) ~ (6)。

第五步,按式(7) 求出 $C_i$ ,并进行排序。

五、实证研究

运用上述方法对 2012 ~ 2017 年陕西创新驱动发展评价二级指标体系进行实证分析。

第一步:按照式(1) ~ (4),运用 excel 求出熵权  
 $w_j, w_j = ( \begin{matrix} 0.009 & 1 & 0.008 & 1 & 0.011 & 7 & 0.000 & 2 & 0.003 & 5 \\ 0.004 & 4 & 0.022 & 0 & 0.001 & 4 & 0.001 & 5 & 0.003 & 3 & 0.004 & 5 \end{matrix} )^T$

$\begin{matrix} 0.014 & 2 & 0.011 & 6 & 0.003 & 5 & 0.006 & 8 & 0.187 & 8 & 0.047 & 0 \\ 0.043 & 9 & 0.002 & 2 & 0.014 & 4 & 0.015 & 2 & 0.000 & 1 & 0.002 & 0 \\ 0.000 & 2 & 0.019 & 6 & 0.019 & 6 & 0.002 & 2 & 0.017 & 2 & 0.016 & 5 \\ 0.013 & 4 & 0.003 & 1 & 0.001 & 8 & 0.012 & 6 & 0.007 & 9 & 0.010 & 5 \\ 0.240 & 6 & 0.003 & 3 & 0.017 & 2 & 0.045 & 4 & 0.000 & 2 & 0.011 & 9 \\ 0.007 & 7 & 0.018 & 8 & 0.003 & 5 & 0.060 & 2 & 0.000 & 6 & 0.000 & 1 \\ 0.015 & 2 & 0.007 & 6 & 0.024 & 9 \end{matrix} )^T$

第二步:求出最优解 $Z^{*+}$  和最劣解 $Z^{*-}$ ,且易于证明 $w_j$  为最优解,向量 $\vec{0}$  为最劣解。即

$$Z^{*+} = w_j = ( \begin{matrix} 0.009 & 1 & 0.008 & 1 & 0.011 & 7 & \cdots \cdots \\ 0.015 & 2 & 0.007 & 6 & 0.024 & 9 \end{matrix} )^T$$

$$Z^{*-} = ( \begin{matrix} 0 & 0 & 0 & \cdots \cdots & 0 & 0 & 0 \end{matrix} )^T$$

第三步:计算每年评价指标到最优解、最劣解的距离 $S_i^+, S_i^-$ ,如表 6。

当评价对象到最优解的距离越接近时, $S_i^+$  值越小,说明该年份的评判结果越接近理想值,其创新驱动绩效越高;同样地,当 $S_i^-$  值越大,说明该年份的评判结果越远离最劣值,其创新驱动绩效越高。从表 6 可以看出,陕西创新驱动发展评价综合指数到最优解的距离总体上是逐年加速递减的,换句话说,陕西创新驱动发展水平逐年加速接近于最优解;陕西创新驱动发展评价综合指数从 2014 ~ 2015 年加速远离最劣解,2012 ~ 2014 年、2015 ~ 2017 年减速远离最劣解,整体上是逐年加大与最劣解的距离,说明创新驱动发展水平越来越好。

第四步:计算出 $C_i$ ,并计算出 $C_i$ 变化率,如表 7。

表 6 陕西 2012 ~ 2017 年创新驱动发展评价指标的距离值

年份	2012	2013	2014	2015	2016	2017
$S_i^+$	0.291 9	0.270 1	0.257 4	0.201 4	0.158 1	0.109 2
变化率		-0.074 6	-0.046 9	-0.217 7	-0.214 7	-0.309 6
$S_i^-$	0.043 2	0.062 6	0.074 6	0.133 1	0.172 9	0.222 2
变化率		0.449 2	0.192 3	0.782 8	0.299 3	0.285 4

表 7 2012 ~ 2017 年陕西创新驱动发展评价指标的 $C_i$ 及 $C_i$ 增长率

年份	2012	2013	2014	2015	2016	2017
$C_i$	0.128 9	0.188 2	0.224 8	0.397 8	0.5222	0.670 5
$C_i$ 增长率		0.459 5	0.194 5	0.770 0	0.312 7	0.284 0

依据综合评价值 $C_i$ 的大小即可对 2012 ~ 2017 年陕西创新驱动发展情况进行评价, $C_i$ 值越大,说明结果越好,由表 7 可以看出基于 TOPSIS-熵权法的陕西创新驱动发展的排序结果是:2017 > 2016 > 2015 > 2014 > 2013 > 2012。同时, $C_i$ 变化率有一个先降后升再回落的过程,这个过程反映的是陕西创新驱动发展的变化过程,自 2015 年以后这种发展速度有所减缓,但仍处在上升期。这一变化过程恰好反映出陕西创新驱动发展由追求高速发展到追求高质量发展的转变。

通过熵权法求出权重较大的几个指标,这些指标的变化较好地反映了陕西创新驱动发展的变化,具体情况见表 8。

六、政策性建议

本研究的创新驱动发展评价指标体系建立在“三个陕西”的基础上,有别于以往更多从创新驱动过程这一角度的研究,并且指标选取的过程中除了考虑指标及其数据获取的可能性外,更大程度地结合了陕西“十三五”规划,以目标为导向选取指标。

在指标体系构建的基础上,综合运用了TOPSIS-熵权法,有效融合了二者的优点,并实证检验了 2012 ~ 2017 年陕西创新驱动发展的成效。陕西创

新驱动发展水平逐年增加,经历了一个先降后升再回落的过程,但仍处在上升期。这一变化过程恰好反映出陕西创新驱动发展由追求高速发展到追求高质量发展的转变。这一变化符合国家提出的发展战略,由过去关注高速增长转变为发展速度与质量并重,更着重高质量发展。因此,陕西省应当坚定创新驱动发展的信心,不断调整经济产业结构,明确经济发展新动力,加大科技创新投入,同时更多地关注和谐陕西与美丽陕西的发展,“三个陕西”全面协调发展才真正符合创新驱动发展的内涵。

由熵权法可以看出各二级指标在陕西创新驱动发展过程的贡献,依次为:快递量,发明专利申请量,园林绿地面积,技术市场成交额,水电、风电及其他能发电消费总量,地方财政科学技术支出,……,城镇登记失业率,医院数,就业人员。因此,相关部门应根据实际需要,加强对各指标的重视。

同时,基于本文的研究结论提出如下建议:

一是高度重视与政策扶持快递业发展。随着社会生产方式、组织方式、生活方式的变化,快递业在经济社会发展中的作用和地位日益明显。首先快递业服务于民生,是全面建成小康社会的加速器。快递业不仅方便百姓生活,提高生活质量水平,而且创造更多的就业机会。其次,快递业服务于生产,是转变经济发展方式的助推器。现代制造业对快捷、方便、高速的物质与信息交流的需求更为

表 8 陕西省 2012 ~ 2017 年主要指标值和变化率

年份	2012	2013	2014	2015	2016	2017
快递量/件	5 085	9 552	13 762	20 351	36 902	45 751
变化率		0. 878 5	0. 440 7	0. 478 8	0. 813 3	0. 239 8
发明专利申请量/项	17 043	26 487	26 157	74 904	69 611	98 935
变化率		0. 554 1	-0. 012 5	1. 863 6	-0. 070 7	0. 421 3
园林绿地面积/公顷	26 063	33 853	34 496	56 108	58 679	67 965
变化率		0. 298 9	0. 019 0	0. 626 5	0. 045 8	0. 158 3
技术市场成交额/亿元	334. 82	533. 28	640. 02	721. 76	802. 74	921. 55
变化率		0. 592 7	0. 200 2	0. 127 7	0. 112 2	0. 148 0
水电、风电及其他能发电消费总量/万吨标准煤	282. 53	378. 87	407. 72	532. 44	492. 56	723
变化率		0. 341 0	0. 076 1	0. 305 9	-0. 074 9	0. 467 8
地方财政科学技术支出/亿元	34. 94	38. 02	44. 86	57. 28	62. 01	79. 34
变化率		0. 088 2	0. 179 9	0. 276 9	0. 082 6	0. 279 5



强烈,加强快递业与制造业的深度融合和联动,是经济社会发展的必然要求。最后,快递业大大提高生产效率。

二是持续推进技术转移工作,不断推动技术市场成交额再创新高。首先,强化政策落实,推动双创工作,切实把陕西打造成创新型省份。其次,优化发展环境,持续营造有利于技术转移和创新创业的制度环境,健全需求导向和市场导向的技术转移机制。再次,提升服务效能,聚焦顶层设计,加速构建功能完善、运行高效、全链条、市场化的技术转移体系。最后,探索面向社会重大技术需求和公共服务需求解决方案的众包模式;探索高等院校、优质技术供给与产业和企业需求精准对接模式。同时,建立企业创新主体地位,提升企业创新能力,完善研发投入、研发平台、创新人才、产学研联动、科技金融服务和创新创业服务体系,形成以企业为主体、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系。

三是多措并举加大财政科技支出,大力支持创新驱动发展。首先,加大对重点环节、重点领域的直接投入,集中力量办大事,进一步明确投入重点和方向,瞄准高新技术企业培育、企业技术升级改造、科技金融结合、创新人才队伍建设等重点环节和领域。其次,创新资金投入方式,优化科技资金投入方式,支持企业技术创新和科技成果转移转化,提高财政科技经费对企业研发投入的带动效应。最后,强化绩效评价,加强评价和监督,注重对各类科技计划专项资金的综合绩效评价,加强绩效评价结果运用,倒逼资金使用实效。

四是抢抓“一带一路”机遇,打造全面开放新格局。陕西作为“一带一路”建设的重要节点,必须坚持开放发展理念,加快追赶超越步伐。首先,积极融入“一带一路”大格局。新时代,陕西应坚持科学发展,顺应潮流,积极进取,自觉践行开放发展新理念,积极融入“一带一路”建设,切实承担国家构建对外开放新格局的使命担当。其次,加快建设内陆改革开放新高地步伐。一方面,深入推进“放管服”改革,另一方面,下大气力优化投资环境。再次,打造“一带一路”核心区,努力实现追赶超越。一方

面,积极推进新一轮高水平对外开放,支持有条件的企业参与国际产能合作,畅通政府对话、企业合作、民间互动渠道,促进全方位对外开放。另一方面,建设好陕西自由贸易试验区,突出制度创新,复制推广上海等自由贸易试验区改革创新经验,创造具有陕西特色的实践经验。

五是加强知识产权保护,加快知识产权强省建设。在创新成果知识产权化方面,鼓励企业、高校、科研院所获取一批具有战略储备价值的知识产权;支持电子通信、轨道交通、无人机等领域相关企业积极参与国际标准及行业标准制定。在知识产权运用方面,推进知识产权密集型产业培育发展,支持知识产权强企、强校、强所建设;加快培育知识产权密集型产业,促进关中协同创新发展。

六是推进陕西绿色能源应用发展,加快美丽陕西建设。完善体制机制,营造出绿色能源应用有序发展的良好环境;深化财税体制改革,加大资金扶持力度;引入有利于绿色能源应用发展的交易机制,加大研发投入,鼓励不同类型的能源组织对技术难题进行攻关,逐步积累核心竞争力;培育标杆企业,鼓励企业合作与协同创新;加快培育具有较强综合实力和国际影响力的绿色能源领军企业,增强引领带动作用;鼓励企业间合作,实现优势互补和协同创新。

## 七、结语

陕西省通过不断调整经济产业结构,加大科技创新投入,抢抓“一带一路”倡议机遇,有效推进“三个陕西”建设,创新驱动发展取得一定成效。同时应清醒看到,陕西省目前处于转变发展方式、优化产业结构、转换发展动能的关键时期,创新驱动决定着这一关键时期的进程与质量。因此,不断优化完善陕西创新驱动发展评价指标体系,科学有效评价陕西经济社会发展,有利于陕西抓重点、补短板、强弱项,有利于陕西坚定创新驱动发展信心,振奋陕西发展士气,有利于陕西经济社会持续健康高质量发展。

参考文献:

- [1] Freeman C. Technology policy and economic performance: lessons from Japan[J]. London: Frances Printer, 1987.
- [2] Cooke P. Regional innovation systems: competitive regulation in the new Europe[J]. Geoforum, 1992, 23(3): 365-382.
- [3] Braczyk H J, Cooke P, Heidenreich M. Regional innovation systems: the role of governance in the globalized world[M]. London: Routledge, 1998.
- [4] 汪涛, 丁雪, 杜根旺. 国内外区域创新能力研究综述与未来展望[J]. 技术经济, 2014(9): 43-48.
- [5] 李燕萍, 罗静子, 沈晨. 区域创新评价指标体系的构建[J]. 统计与决策, 2016(8): 32-34.
- [6] 党晶晶, 王艳, 孙斌. 区域创新环境评价指标体系构建与实证[J]. 统计与决策, 2018(18): 66-69.
- [7] 骆大进. 建设区域创新体系 打造高水平“创新极”[J]. 中国科技论坛, 2018(9): 7-8.
- [8] 余以胜, 赵浚吟, 陈必坤, 等. 区域创新体系中创新主体的知识流动研究[J]. 情报理论与实践, 2014(7): 59-63.
- [9] 刘懿锋, 孙浩进. 我国区域创新体系中的产学研合作模式构建[J]. 区域经济评论, 2015(1): 86-90.
- [10] 彭雪蓉, 刘洋. 我国创新评价研究综述: 回顾与展望[J]. 科研管理, 2016(S1): 247-256.
- [11] 洪银兴. 论创新驱动经济发展战略[J]. 经济学家, 2013(1): 5-11.
- [12] 王海燕, 郑秀梅. 创新驱动发展的理论基础、内涵与评价[J]. 中国软科学, 2017(1): 41-49.
- [13] 郑烨, 吴建南. 内涵演绎、指标体系与创新驱动战略取向[J]. 改革, 2017(6): 56-67.
- [14] 周琳. 基于创新驱动发展战略的企业创新绩效研究[J]. 经济问题, 2015(5): 124-129.
- [15] 魏江, 李拓宇, 赵雨茜. 创新驱动发展的总体格局、现实困境与政策走向[J]. 中国软科学, 2015(5): 21-30.
- [16] 袁峥嵘, 杜需. 我国实现创新驱动发展战略的路径分析[J]. 改革与战略, 2014(9): 47-51.
- [17] 石佑启, 刘茂盛. 论创新驱动发展的法治支撑[J]. 学术研究, 2016(1): 51-58, 177.
- [18] 马一德. 创新驱动发展与知识产权战略实施[J]. 中国法学, 2013(4): 27-38.
- [19] 许多奇. 新税制改革与创新驱动发展战略[J]. 中国社会科学, 2018(3): 123-145, 208.
- [20] 吕薇. 新时代中国创新驱动发展战略论纲[J]. 改革, 2018(2): 20-30.
- [21] 刘娟, 马学礼. 雄安新区创新驱动发展实现路径研究——创新生态系统视角[J]. 科技进步与对策, 2018(8): 32-37.
- [22] 吴优, 李文江, 丁华, 等. 创新驱动发展评价指标体系构建[J]. 开放导报, 2014(4): 88-92.
- [23] 张完定, 李东辉, 王广三. 陕西创新驱动发展评价指标研究[J]. 西安财经学院学报, 2018(4): 88-93.
- [24] 张治河, 焦贝贝, 李怡, 等. 科技资源匮乏地区创新驱动发展路径研究[J]. 科研管理, 2018(2): 46-59.
- [25] 周柯, 唐娟莉, 谷洲洋. 中国创新驱动发展能力测度与评价[J]. 统计与决策, 2018(2): 86-89.
- [26] 上海财经大学课题组, 徐国祥. 上海“创新驱动, 转型发展”评价指标体系研究[J]. 科学发展, 2014(5): 5-16.
- [27] 王进富, 候海燕, 张爱香. 创新型省份创新驱动发展关键要素识别研究——以陕西为例[J]. 科技管理研究, 2016(20): 6-10.
- [28] 李燕萍, 毛雁滨, 史瑶. 创新驱动发展评价研究——以长江经济带中游地区为例[J]. 科技进步与对策, 2016(22): 103-108.
- [29] 朱斌, 任大师. 创新驱动视域下科技发展能力的多指标可拓综合评价——以福州市为例[J]. 科技管理研究, 2017(17): 85-92.
- [30] 刘佐菁, 同晓旭, 陈建新. 基于耦合理论的广东省创新驱动发展研究[J]. 科技管理研究, 2018(5): 29-35.
- [31] 蓝洁, 王志玲, 吴宁, 等. 创新驱动发展评价与青岛实证研究[J]. 特区经济, 2018(5): 61-64.