

基于熵权法-TOPSIS模型的中部五区发展评价研究

郭梦珂

上海工程技术大学, 管理学院, 上海

收稿日期: 2022年3月26日; 录用日期: 2022年4月21日; 发布日期: 2022年4月29日

摘要

在不同的经济发展阶段中, 进行地区社会发展的阶段总结能够帮助衡量地区发展水平, 发现地区发展差异, 深刻认识发展短板, 促进中部地区经济协调发展, 帮助促进我国社会主义现代化进程。为了直观地了解中部各地区社会发展情况, 本文选取中部地区五个省级城市的统计年鉴面板数据, 构建中部城市发展综合评价指标, 运用TOPSIS模型从经济发展状况、科学技术发展、人力资源储备、自然环境保护4个方面, 对五个省区十年内社会发展状况进行统计与赋权, 并从研究结果中总体分析各地区发展趋势及未来发力点。研究发现, 中部五省区城市总体而言发展趋势皆为向好, 符合我国社会整体发展状况。但同时, 五个省区之间的发展以及各个省区内部之间发展状况均存在差异, 发展不均衡现象仍然存在, 而且在未来仍有加大趋势。为应对此状况, 各省区应合作共进, 按照自身发展状况, 重构未来发展规划, 降低省际发展不平衡现象, 缩小省区之间的差距。

关键词

熵权法, TOPSIS, 指标体系

Research on the Development Evaluation of the Five Central Regions Based on the Entropy Weight Method-TOPSIS Model

Mengke Guo

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Mar. 26th, 2022; accepted: Apr. 21st, 2022; published: Apr. 29th, 2022

Abstract

In different stages of economic development, the stage summary of regional social development

can help measure the level of regional development, discover regional development differences, deeply understand development shortcomings, promote coordinated economic development in the central region, and help promote socialist modernization process in China. In order to intuitively understand the social development of the central regions, this paper selects the panel data of the statistical yearbooks of five provincial cities in the central region to construct a comprehensive evaluation index for the development of the central cities. From the four aspects of natural environmental protection, statistics and empowerment are carried out on the social development status of five provinces and regions in the past ten years, and the development trend and future strength points of each region are generally analyzed from the research results. The results of the study found that the overall development trend of cities in the five central provinces and regions was positive, which was in line with the overall development of society in China. But at the same time, there are differences in the development among the five provinces and within each province, and the phenomenon of unbalanced development still exists, and there will still be an increasing trend in the future. In order to cope with this situation, all provinces and regions should cooperate and make progress together, reconstruct future development plans according to their own development conditions, reduce the phenomenon of inter-provincial development imbalance, and narrow the gap between provinces and regions.

Keywords

Entropy Weight Method, TOPSIS, Indicator System

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

“贯彻新发展理念是新时代我国发展壮大的必由之路。我国的发展既要稳字当头,又要稳中求进[1]。”在 2022 年最新召开的全国两会上,这些话语被全国人大代表们多次提起,全国各地协调发展事关经济、政治、文化、生态多个层面,其中区域经济发展对于提高发展中国家经济实力,促进社会发展水平,帮助各地居民共享发展成果具有十分重要的意义。社会生产生活过程中有许多行业发展都依赖于地区经济的支撑,在这个背景下环境因素、科技水平、人力资源储备等对于经济发展的影响就显得尤为重要,从社会发展实践来看,地区环境保护力度、科技发展状况、高新科技人员素质在一定程度上对经济发展起到了促进或者抑制作用。

构建地区发展综合评价指标体系

对于地区发展综合评价问题的研究,学界已有许多学者都进行了深入探讨。基于我国目前的政策和发展要求,许多学者都关注于社会发展的经济、技术、环境、教育等领域的发展,对国内多个地区展开了综合性研究。王伟(2020)基于对高质量发展评判内涵与标准的研究,构建了对我国 31 个省份的经济高质量发展评判指标体系,结合党和国家提出的五大发展理念,对我国在不同维度上总体发展状况以及地区差异进行总体分析[2]。李金昌等(2019)基于我国发展的不同时期,提出根据不同时期设置不同的评价指标体系,以 1993 年和 2007 年为分界线,归纳不同时期我国评价指标体系的转变[3]。杨雪(2021)等学者从城市韧性角度出发,构建了评测我国西部地区经济发展的三位评价指标体系[4],黎新伍等学者基于“创新、协调、绿色、开放、共享”5 个基本维度,构建了农业高质量发展评价指标体系[5]。马茹等(2019)学者构建了研究区域经济发展的评价指标体系,从五个维度,即高质量供给、高质量需求、发展效率、

经济运行和对外开放进行了评价[6]。司寒山(2021)基于经济、科技、教育、环境等几方面构建了对于黄河中游区域的发展指标体系[7]。

本文数据主要来源于国家统计局数据与五省区的统计数据,结合现有学者的研究形成了本次的指标体系。此次研究所构建的指标体系主要包括3个层次,其中一级指标主要指省区综合发展水平,二级指标有四个,分别为经济发展状况、科学技术发展、人力资源储备、自然环境保护,三级指标有15个,具体构成如表1所示。

Table 1. Comprehensive evaluation index system

表 1. 综合评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
中部五地区发展综合评价指标	经济发展状况	地区生产总值(亿元)
		第一产业增加值(亿元)
		第二产业增加值(亿元)
		第三产业增加值(亿元)
		人均地区生产总值(元/人)
	科学技术发展	地区生产总值指数
		R&D 经费(万元)
		国内专利申请授权量(项)
		技术市场成交额(亿元)
		普通高等学校数(所)
	人力资源储备	普通高校在校学生数(万人)
		普通高校生师比
		生活垃圾清运量(万 t)
	自然环境保护	造林总面积(千公顷)
		生活垃圾无害化处理能力(t/d)

2. 熵权法和实证数据

2.1. 熵权法

熵值法是一种客观赋权方法,它通过计算指标的信息熵,根据指标的相对变化程度对系统整体的影响来决定指标的权重,相对变化程度大的指标具有较大的权重,此方法现广泛应用在统计学等各个领域,具有较强的研究价值。

第一,本文需要评价五个城市*i*年的发展状况,评价指标体系包括*j*个指标。这是个由*i*个样本组成,用*j*个指标做综合评价的问题,便可以用 X_{ij} 表示该指标。

$$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{1j} \\ x_{i1} & x_{ij} \end{bmatrix}$$

第二,进行数据标准化处理。由于各指标的量纲、数量级均有差异,所以为消除因量纲不同对评价结果的影响,需要对各指标进行标准化处理。首先通过比较得到第*i*个指标的最大值和最小值:

$$X_{i\max} = \max_i (X_{ij}), \quad X_{i\min} = \min_i (X_{ij}),$$

然后根据公式计算标准化测度值 y_{ij} 。

$$x'_{ij} = \frac{x_j - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}; x'_{ij} = \frac{x_{\max} - x_j}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (1)$$

第三, 计算评价指标 j 的熵 e_j 。

$$e_j = -K \sum_{i=1}^m y_{ij} \ln y_{ij} \quad (2)$$

其中, $y_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^m x'_{ij}} (0 \leq y_{ij} \leq 1)$, m 为年份。

第四, 根据熵计算第 i 个评价指标的权重 ω_i 。

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^m d_j} \quad (3)$$

2.2. 实证数据

本研究数据主要由国家统计局官网《中国统计年鉴》组成, 四省份的地区统计年鉴作为补充, 研究对象为选取陕西、河南、山西和内蒙古等 4 个省区 2008 年、2009 年, 2017 年, 2019 年共 4 年的面板数据, 面板数据的整理如表 2 所示。

TOPSIS 法是系统工程中有限方案多目标决策分析的一种常用方法, 既适用于小样本资料, 又适用于多评价单元、多指标的大体系, 适用于研究地区社会发展。因此, 本研究综合采用综合运用熵权法和 TOPSIS 法, 对搜集到的各省区原始数据进行处理, 计算权重并将其转化为所对应的得分, 进而得到其综合发展指数 S_j , 依此对各地区发展情况进行

$$S_j = \sum_i^m \omega_i y_{ij} \quad (4)$$

3. 中部地区五省区综合评价分析

基于熵权法-TOPSIS 模型对江西、湖北、河南、安徽、山西等五省区样本数据的权重进行分别计算, 然后汇总计算中部地区五省区整体各项指标的得分及综合发展指数, 将综合数据结果汇总如表 3 所示, 将直观结果在图 1 以折线图形式展示。

从表 3 以及图 1 都可以得出, 这五省区在近十年的发展总体上呈现出积极向上的趋势, 且五各省区各项数据在总体上来说表现相对稳定, 经济发展状况、科技创新水平的所占比重随年逐渐增长, 说明了经济稳定是地方持续发展的重要保障, 而科学技术水平的增长, 能在一定程度对地区整体发展起到促进作用。图 1 以折线图的形式展现了江西、湖北、河南、安徽、山西等五省区在十年的时间跨度上的变化, 计算其各项指标的权重、得分及综合发展指数。

总体来说, 河南、江西两地在 10 年的时间跨度上, 经济发展状况、科学技术发展、人力资源储备、环境保护四个方面均稳步增加, 在最近的 2017 到 2019 年增速保持稳定增长。相比于 2011 年、2012 年的各指标增速来说, 各指标综合指数变化十分显著。江西地区的发展总体上也较为平缓, 其科学技术发展和经济发展曲线类同于河南省, 表现为稳定增长, 其在人力资源储备上面的发展相对薄弱, 在 2016 年达到了一个停滞的阶段, 近年来才重新有所攀升。如图 2 可以看出, 对江西地区人资源影响最大的因素还是高等院校的师生比这一关键因素。对这一因素的变化需要进一步分析, 普通高校在校学生数逐年增加, 省内专职教师资源却供不应求, 造成人力资源储备相对增长较慢。但高等教育中, 专职教师数

Table 2. 2011~2020 overall development indicator data of five provinces and regions
表 2. 2011~2020 年 5 省区整体发展指标数据

	地区生产 总值/亿元	第一产业 增加值/亿元	第二产业 增加值/亿元	第三产业 增加值/亿元	人均地区 生产总值/ (元·人 ⁻¹)	地区生产 总值指数	R&D经费/ 万元	国内专利申请 授权量/项	技术市场成 交易额/亿元	普通高等 学校数/所	普通高校在 校学生数/ 万人	普通高校专 职教师数/ 万人	普通高校 师生比	生活垃圾 清运量/ 万吨	造林总面积/ 千公顷	生活垃圾 无害化处理 能力/(t·d ⁻¹)
2020	180464.59	15858.60	74331.19	86382.13	300700.53	516.20	24381578.00	460142.00	2983.55	585.00	755.84	39.66	96.07	3766.50	1163.64	143788.00
山西	17651.93	946.68	7675.44	9029.81	50528.00	103.60	1561790.00	27296.00	44.98	85.00	84.20	4.36	19.31	460.70	272.07	16783.00
安徽	38680.63	3184.68	15671.69	19824.26	63426.00	103.90	6394211.00	119696.00	659.5728	115.00	136.85	6.56	20.86128049	660.7	151.465	29749
江西	25691.50	2241.59	11084.83	12365.08	56871.06	112.40	3460219.00	80239.00	233.41	105.00	124.20	6.53	19.02	527.50	270.74	23293.00
河南	54997.07	5353.74	22875.33	22875.33	55435.00	101.30	6855770.00	122809.00	379.78	151.00	249.22	13.34	18.68	1130.20	211.21	37366.00
湖北	43443.4605	4131.91097	17023.9029	22287.6465	74440.47	95	6109588	110102	1665.808	129	161.3706	8.87	18.19285231	987.4	258.16	36597
2019	166914.92	13775.32	71804.83	81334.77	268890.94	536.65	23187539.00	376720.00	2664.33	571.00	723.03	38.30	94.89	3803.20	474071.05	134144.00
山西	16961.61	825.34	7466.30	8669.97	48469.00	106.10	1380813.00	16598.00	109.62	82.00	80.20	4.28	18.74	500.40	347.36	14924.00
安徽	38680.63	3184.68	15671.69	19824.26	63426.00	103.90	6394211.00	119696.00	659.57	115.00	136.85	6.56	20.86	660.70	151.47	29749.00
江西	11584.52	1320.49	6338.00	3926.03	25927.75	112.40	3460219.00	80239.00	233.41	105.00	124.20	6.53	19.02	527.50	270.74	23293.00
河南	54259.20	4635.40	23605.79	26018.01	54356.00	107.00	6087153.00	86247.00	231.89	141.00	231.97	12.40	18.71	1134.60	196.49	32810.00
湖北	45428.96	3809.41	18723.05	22896.50	76712.19	107.25	5865143.00	73940.00	1429.84	128.00	149.81	8.53	17.56	980.00	473105.00	33368.00
...
2012	106244.88	10970.21	53115.99	42158.68	187847.07	550.60	9208139.00	109769.00	392.88	497.00	542.48	30.81	87.64	2674.10	916.52	70385.00
山西	11683.11	641.97	6852.70	4188.44	32864.00	110.20	1069590.00	7196.00	30.61	67.00	63.73	3.81	16.72	392.40	307.22	9936.00
安徽	18341.67	2018.57	9247.89	7075.22	30697.00	111.20	2089814.00	43321.00	86.16	100.00	99.13	5.31	18.67	442.10	43.79	12426.00
江西	24667.29	2057.70	10820.30	11789.29	54640.14	107.90	925985.00	7985.00	39.78	88.00	85.11	5.02	16.95	327.20	138.65	9193.00
河南	28961.92	3577.15	15042.55	10342.21	30497.00	110.10	2489651.00	26792.00	39.94	120.00	155.90	8.60	18.13	795.80	228.29	21790.00
湖北	22590.89	2674.82	11152.55	8763.52	39148.93	111.20	2633099.00	24475.00	196.39	122.00	138.61	8.07	17.18	716.60	198.58	17040.00
2011	99131.96	10514.59	49811.79	38805.57	177372.81	556.30	7538818.00	81499.00	286.15	495.00	519.69	29.96	17.34	2627.50	945.07	65259.00
山西	10894.41	586.56	6750.15	3557.70	30534.00	113.00	895891.00	4974.00	22.48	66.00	59.45	3.75	15.84	420.00	302.53	10646.00
安徽	16284.92	1867.99	8189.09	6227.83	27303.00	113.40	1628304.00	32681.00	65.03	104.00	93.90	5.12	18.34	435.10	45.63	11530.00
江西	25691.50	2241.59	11084.83	12365.08	56871.06	103.80	769834.00	5550.00	34.19	86.00	81.94	4.99	16.42	306.60	164.52	8215.00
河南	26318.68	3549.25	14021.59	8947.84	27901.00	112.00	2137236.00	19259.00	38.76	117.00	150.01	8.20	18.29	729.50	237.74	21036.00
湖北	19942.45	2469.20	9766.13	7707.12	34718.75	114.10	2107553.00	19035.00	125.69	122.00	134.40	7.90	17.01	736.30	194.65	13832.00

Table 3. 2011~2020 comprehensive index of five provinces and regions
表 3. 2011 年~2020 年五省区综合指数

年份	江西	湖北	河南	安徽	山西
2011	0.002310882	0.008366661	0.015903583	0.009623675	0.037764755
2012	0.019659218	0.021522674	0.025314283	0.022940721	0.047589809
2013	0.029832466	0.04609652	0.038434037	0.049167622	0.061485353
2014	0.040160379	0.049360833	0.045815582	0.062567534	0.065895705
2015	0.06747265	0.068375843	0.052763523	0.099852913	0.068829429
2016	0.103921667	0.079126824	0.057083038	0.095761555	0.071833885
2017	0.127941992	0.103259254	0.076583407	0.115718009	0.128205653
2018	0.161071574	0.125761004	0.103651855	0.135442652	0.164117163
2019	0.207097136	0.163293032	0.147658245	0.173875551	0.177495056

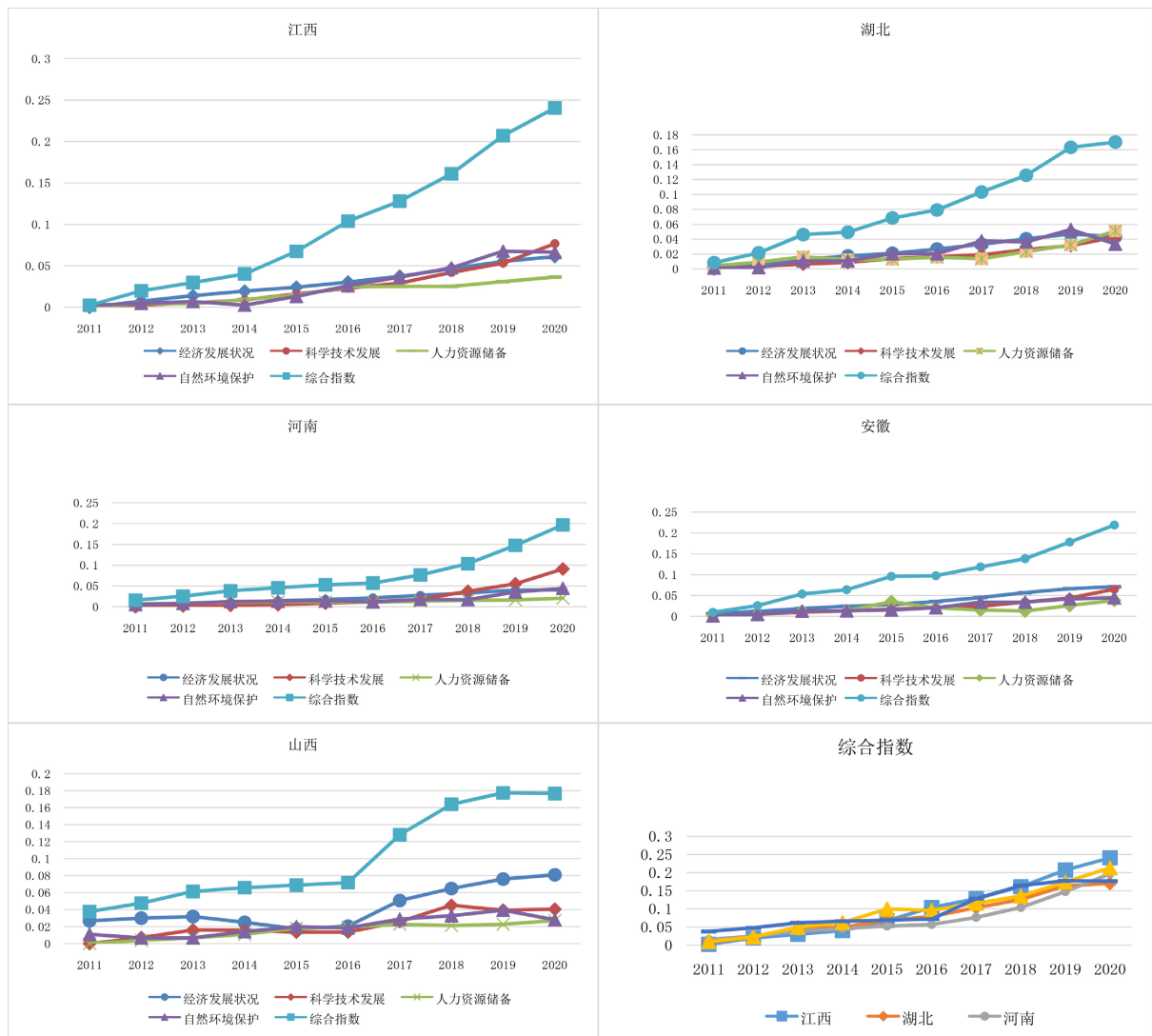


Figure 1. 2011~2020 score curve of five provinces and regions
图 1. 2011 年~2020 年五省区得分曲线图

目的稳定需要政府与高校共同为教育事业创造出一个稳定的环境，保证优秀教师资源的缓步增长。湖北省在十年来也呈现出逐步增长的稳定发展，其人力资源储备和科学技术发展在十年来逐步稳定增长，但相对低于经济发展状况和自然环境保护。在 2020 年，经济发展状况和自然环境保护的下降影响了湖北省的发展，但考虑到 2020 年的对于湖北发展的影响因素较为复杂，具体的原因需要经过更多的专业的数据做进一步的分析。

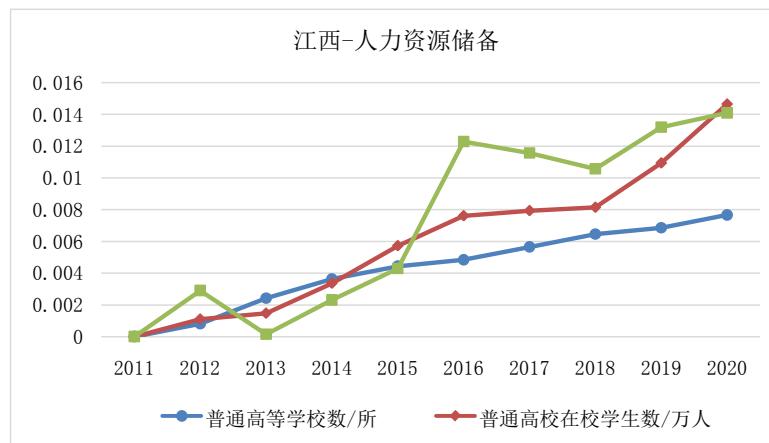


Figure 2. The change curve of various indicators of Jiangxi's human resources reserve from 2011 to 2020

图 2. 2011 年~2020 年江西人资资源储备各项指标变化曲线图

安徽省的综合指数总体来说较为平缓，在近十年来呈现出稳中向上的发展趋势。从综合指数来看，只有在 2016 年出现短期的发展停滞，进一步分析影响安徽发展变动的主要原因，发现安徽省的人力资源储备变化非常大，如图 3 所示，曲线不稳定，生师比曲线变化较大，高校的师生资源配置不均。山西的环境保护得分在 10 年中起伏变化不大，可见现实情况下该时间段山西地区环境保护基本一直处于停滞状态。就科学技术发展而言，总体波动较大，在这个时间段末期得分下降幅度较大，且在 2019 年至 2020 年山西科学技术发展基本停滞，与 2017 年差额不大，这一项也是山西地区发展的薄弱项目。其科学技术发展的三级指标得分曲线如图 4 所示。主要是由于 R&D 经费(研究与试验发展经费)指数曲线波动较大，其得分在 2016 年、2017 年得到大幅提升之后，在 2018 年、2019 年下降幅度猛增，这项指标是山西省科学技术发展的得分薄弱环节。内蒙古总体来说十年间增长较为平稳，主要是由于科技创新、经济发展与教育投入都平稳增长，虽然环境保护在 2017 年之后出现了小幅度下降，但总体变化不大。

4. 结语

对区域经济发展进行综合评价有利于发现区域内各省区综合发展中的短板，解决发展不平衡和不协调的问题。本次研究在对江西、湖北、河南、安徽、山西等五省区发展进行综合评价时发现：从总体时序变化上看，整体上 5 个省区的综合发展呈现出持续提高、良好向上的趋势；从中部五地区的地区差异上看，山西和安徽的各项发展相对来说不太平衡，时常出现上下波动，而河南与江西的发展比较平衡，总体上要优于山西，且河南和江西的这种优势还有逐渐增加的发展可能性。山西省社会发展的主要特点是经济发展状况相对缓慢，变现为经济体量小，主要发展以能源原材料为主的产业结构，科技创新方面发展迟缓，总体上无法呈现出经济发展上大的飞跃。安徽属于总体变化相对平缓的省份，近年来，安徽着力发展高新技术产业，合肥更是一骑绝尘，在 5G、新能源、人工智能等高新产业着力布局，一定程度

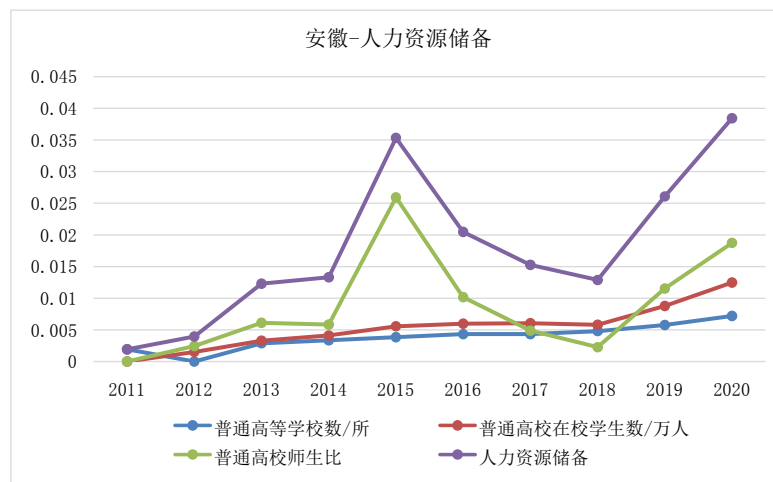


Figure 3. The change curve of various indicators of Anhui's human resources reserve from 2011 to 2020

图 3. 2011 年~2020 年安徽人资资源储备各项指标变化曲线图

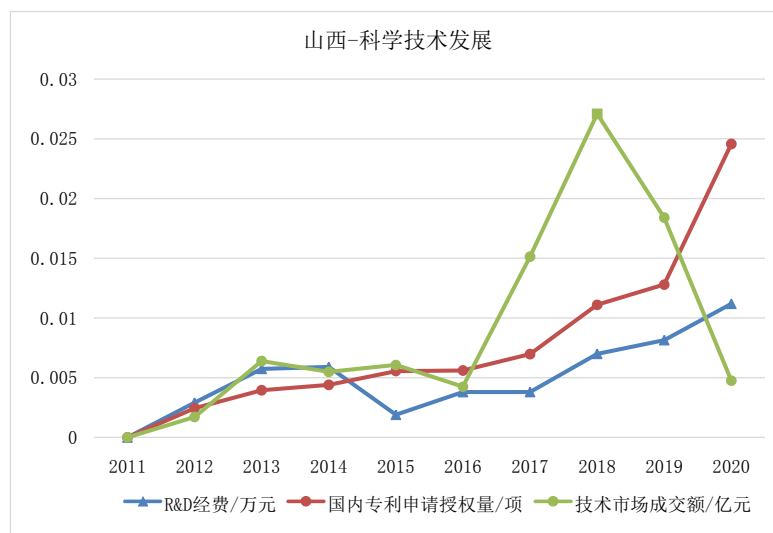


Figure 4. The change curve of various indicators of Shanxi's scientific and technological development from 2011 to 2020

图 4. 2011 年~2020 年山西科学技术发展各项指标变化曲线图

上弥补了科学技术发展和人力资源储备的短板。建议继续坚持我国的“优化区域经济布局，促进区域协调发展”的方针政策不动摇，特别是山西和在未来发展中需要调整政策，在科学技术发展和人力资源储备两方面加大资源的投入。本次研究成果亦验证了熵权-TOPSIS 模型在区域发展综合评价中的有效性，但由于评价指标较少，样本数据存在差异，因而该指标体系的广泛适用性还有待进一步优化。

参考文献

- [1] 新华网. 把握主动 赢得未来——代表委员谈贯彻新发展理念[EB/OL]. <https://m.gmw.cn/baijia/2022-03/11/1302838788.html>, 2022-03-16/2022-03-22.
- [2] 王伟. 中国经济高质量发展的测度与评估[J]. 华东经济管理, 2020, 34(6): 1-9. <https://doi.org/10.19629/j.cnki.34-1014/f.200216001>

- [3] 李金昌, 史龙梅, 徐蔼婷. 高质量发展评价指标体系探讨[J]. 统计研究, 2019, 36(1): 4-14.
<https://doi.org/10.19343/j.cnki.11-1302/c.2019.01.001>
- [4] 杨雪, 蔡咏梅, 谭娇, 等. 西部地区经济韧性水平评价及影响因素研究[J]. 湖北师范大学学报(哲学社会科学版), 2021, 41(3): 25-31.
- [5] 李金昌, 史龙梅, 徐蔼婷. 高质量发展评价指标体系探讨[J]. 统计研究, 2019, 36(1): 4-14.
<https://doi.org/10.19343/j.cnki.11-1302/c.2019.01.001>
- [6] 马茹, 罗晖, 王宏伟, 王铁成. 中国区域经济高质量发展评价指标体系及测度研究[J]. 中国软科学, 2019(7): 60-67.
- [7] 司寒山. 基于熵权-TOPSIS 模型的黄河中游 4 省区发展综合评价研究[J]. 科技和产业, 2021, 21(11): 203-207.