

中国创新要素配置的统计测度研究

张伟 张东辉¹

【摘要】：选取 2010~2019 年中国 30 个省份创新要素相关产业数据为研究样本，利用主成分分析法对中国各省份之间创新要素配置进行统计测度。结果表明：中国创新要素配置水平省际差距十分明显，经济发展水平较高的省份其创新要素配置水平平均值越高、增长率越低，经济发展水平较低省份其平均值越低、增长率越高。进一步研究发现：在技术与人力创新要素方面，中西部地区增长率较高；在资金创新要素方面，东部地区增长率仍居前列。鉴于此，应发挥高级创新要素边际递增收益优势，调整区域内创新主体结构与研发管理措施，培育互联网新业态创新能力土壤，从而实现中国创新要素配置的合理优化。

【关键词】：创新要素配置 技术创新 人才创新 资金创新 测度分析

【中图分类号】 F222.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1006-012X(2021)-06-0026(08)

“后全球化”经济发展背景下，创新已成为一个国家或地区综合国力提升的关键动力。^[1]在新冠肺炎疫情影响下，世界各国 GDP 增速均为负数，仅有中国 GDP 增速为正，且国内人均 GDP 也上升至 7.2 万元。但值得注意的是，尽管中国即将迈入高收入经济体行列，但离发达经济体门槛(人均 GDP20.7 万元)仍有较大差距。^[2]为加快提升国民经济发展质量，党的十九届五中全会中明确指出，坚持创新在中国现代化建设中的核心地位，通过创新引领实现经济高质量发展。而优化创新要素配置，是实施创新驱动发展战略的重要举措。从目前的研究成果来看，国内外学者主要从规制、技术推动、市场拉动、企业运转层面对国内创新要素的驱动机理进行分析，^[3,4,5]仅有少量文献从技术、资金、政策、人力等方面构建相关指标评价体系，^[6,7,8]且对具体创新要素配置水平的量化评价方面仍处于空白。因此，本文尝试在国内外相关研究结果的基础上，建立一套专用于测度中国创新要素配置水平的指标体系，并以定性和定量相结合的方法进行评价，进而为该领域研究做出补充。

一、研究设计

1. 指标体系设计

当前，有关学者从不同视角对不同创新要素配置能力进行评价指标体系构建，同时也提出不同的评价方法，为本文构建中国创新要素配置的统计测度研究提供较好的指导与借鉴。因此，在相关创新要素配置研究的基础上，^[5,6,7,8]结合指标体系设计科学性、可获得性原则，提出一个构建中国创新要素配置水平评价指标体系的新视角，即将中国创新要素配置水平评价指标分为技术、人才、资金三个创新维度，并进一步筛选出 30 项指标。它与已有指标体系不同之处在于：考虑到当前中国创新要素很大一部分属于技术创新，而技术创新的基石离不开互联网基础环境，所以在中国创新要素配置水平评价指标体系中加入“电信业务总量”“个人 PC 拥有量”等 6 项变量指标(见表 1)。

表 1 中国创新要素配置水平评价指标体系

¹**作者简介**：张伟，副教授，博士研究生，山东大学经济学院，山东济南 250100

张东辉，教授，博士，博士生导师，山东大学经济学院，山东济南 250100

基金项目：国家社会科学基金一般项目“能源环境约束下中国制造业出口增长边际转型研究”(16BJY076)；山东省社会科学规划新旧动能转换研究专项项目“新旧动能转换下工业互联网平台培育研究”(19CDNJ18)

目标层	准则层	指数层	变量
指标体系	技术创新	基础环境	互联网用户数 X_1
			互联网网页数 X_2
			互联网普及率 X_3
			电信业务总量 X_4
			软件业务总量 X_5
			个人 PC 拥有量 X_6
		技术研发	高新技术产业新品研发项目数 X_7
			高新技术产业 R&D 项目数 X_8
			科研机构发表的科研论文或著作 X_9
			科研机构 R&D 课题数 X_{10}
			高校发表的科研论文或著作 X_{11}
			高校 R&D 课题数 X_{12}
		技术应用	高新技术产业专利申请数 X_{13}
			科研机构专利申请数 X_{14}
			高校专利申请数 X_{15}
			高新技术产品销售收入 X_{16}
			科研机构专利转让及许可收入 X_{17}
			高校转让及许可收入 X_{18}
	人力创新	人力投入	高新技术产业 R&D 人员全时当量 X_{19}
			科研机构 R&D 人员全时当量 X_{20}
			高校 R&D 人员全时当量 X_{21}
		人力组织	高新技术产业企业数量 X_{22}
			科研机构数量 X_{23}
			高校数量 X_{24}
	资金创新	内部资金投入	高新技术产业 R&D 资金内部投入 X_{25}
			科研机构 R&D 资金内部投入 X_{26}
			高校 R&D 资金内部投入 X_{27}

			高新技术产业 R&D 资金外部投入 X_{28}
		外部资金投入	科研机构 R&D 资金外部投入 X_{29}
			高校 R&D 资金外部投入 X_{30}

2. 数据来源与处理

本文以 2010~2019 年中国 30 个省份面板数据为样本(不含西藏及港澳台地区)。其中,技术与人力创新指标主要来源于《中国科技统计年鉴》,资金创新指标主要来源于《中国统计年鉴》,其余数据均来自 Wind 数据库。考虑到中国创新要素配置水平评价指标体系中各数据量纲不同,因此借助无量纲化处理方式消除因量纲不同导致的评价结果误差。然后采用效用值方法对数据进行处理(效用值区间范围为[0, 100])。无量纲化数据处理公式如下:

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{imin}}{X_{imax} - X_{imin}} \times 100$$

其中, i、j 分别代表评价指标与样本省份; Y_{ij} 代表指标效用值; X_{ij} 代表原始数据; X_{imax} 代表第 i 个评价指标的原始数据最大值; X_{imin} 则代表最小值。

3. 指标体系测试和确定

第一步, 将上述评价指标导入 SPSS22.0 统计软件, 得出相关系数矩阵。

第二步, 根据相关学者研究, 本次指标体系将临界值设为 0.8, 然后将临界值小于 0.8 的 9 个评价指标进行删除。^[9,10]

第三步, 使用变差系数 $V_i = \frac{S_i}{\bar{X}}$, 提高中国创新要素配置水平评价指标的鉴别能力。当变差系数变小, 该指标鉴别能力越小; 反之, 则越大。其中, S_i 是标准差, $\bar{X}$ 是平均值。

表 2 中国创新要素配置水平评价指标体系

目标层	准则层	指标层	单位
中国创新要素配置水平	技术创新	互联网网页数 X_1	个
		互联网普及率 X_2	%
		软件业务总量 X_3	个
		高新技术产业新品研发项目数 X_4	个
		高新技术产业 R&D 项目数 X_5	个
		科研机构发表的 R&D 课题数 X_6	个

		高校 R&D 课题数 X_7	个
		高新技术产业专利申请数 X_8	个
		科研机构专利申请数 X_9	个
		高校专利申请数 X_{10}	个
	人力创新	高新技术产业 R&D 人员全时当量 X_{11}	人/年
		高校 R&D 人员全时当量 X_{12}	人/年
		高新技术产业企业数量 X_{13}	个
		科研机构数量 X_{14}	个
	资金创新	高新技术产业 R&D 资金内部投入 X_{15}	万元
		科研机构 R&D 资金内部投入 X_{16}	万元
		高新技术产业 R&D 资金外部投入 X_{17}	万元
		科研机构 R&D 资金外部投入 X_{18}	万元
		高校 R&D 资金外部投入 X_{19}	万元

第四步，根据变差系数公式，对剩余 21 个指标进行变差系数计算，删除变差系数较小的“高校 R&D 资金内部投入”“科研机构 R&D 人员全时当量”指标，保留 19 个指标，构成最终中国创新要素配置水平评价指标体系(见表 2)。

二、中国创新要素配置统计测度模型构建

在使用统计方式进行测度时，通常会因为变量个数太多而导致研究复杂性增加。为减少变量复杂性带来的不确定性，多数情况下会将原有变量重新组合成为一组新的综合变量，这种方法就是主成分分析法。因此，为使统计测度精确性提升，本文基于相关研究，^[11, 12]借助主成分分析法对与 SPSS22.0 统计软件，对中国 30 个省份效用值数据进行因素分析，并构建统计测度模型。

1. 共同度分析

表 3 共同度分析

指标	初始值	提取值
互联网网页数 X_1	1.000	0.0889
互联网普及率 X_2	1.000	0.0894
软件业务总量 X_3	1.000	0.0955
高新技术产业新品研发项目数 X_4	1.000	0.0913

高新技术产业 R&D 项目数 X_5	1.000	0.0907
科研机构发表的 R&D 课题数 X_6	1.000	0.0943
高校 R&D 课题数 X_7	1.000	0.0798
高新技术产业专利申请数 X_8	1.000	0.0926
科研机构专利申请数 X_9	1.000	0.0911
高校专利申请数 X_{10}	1.000	0.0541
高新技术产业 R&D 人员全时当量 X_{11}	1.000	0.0888
高校 R&D 人员全时当量 X_{12}	1.000	0.0909
高新技术产业企业数量 X_{13}	1.000	0.0932
科研机构数量 X_{14}	1.000	0.0841
高新技术产业 R&D 资金内部投入 X_{15}	1.000	0.0948
科研机构 R&D 资金内部投入 X_{16}	1.000	0.0931
高新技术产业 R&D 资金外部投入 X_{17}	1.000	0.0939
科研机构 R&D 资金外部投入 X_{18}	1.000	0.0887
高校 R&D 资金外部投入 X_{19}	1.000	0.0956

为测算上述评价指标是否适用于主成分分析法的基本要求,特对相关指标进行初始共同度和再生共同度分析(见表 3)。^[13, 14, 15]从中可以看出,除个别指标外,多数评价指标与主成分有着密切关联,能够满足主成分分析法的基本要求。

2. 方差分析

为确定被提取的三个主成分指标可对 19 个评价指标进行变差解释,故进行方差分析。先借助主成分分析法,对 19 个指标进行初始与旋转,得出各主成分特征值、方差贡献率和累计方差贡献率;然后将排名前三的方差贡献率相加,得到累计贡献率为 87.41%(见表 4)。由此可知,这三个主成分满足对 19 个指标中大部分变差的解释,可以作为评价中国创新要素配置水平的主成分。

3. 荷载分析与主成分命名

根据方差分析结果,对三个主成分进行命名并解释。

第一主成分主要由互联网网页数 X_1 、互联网普及率 X_2 、软件业务总量 X_3 、高新技术产业新品研发项目数 X_4 、高新技术产业 R&D 项目数 X_5 、高新技术产业专利申请数 X_8 、科研机构专利申请数 X_9 、高校专利申请数 X_{10} 组成,其荷载矩阵系数分别为 0.935、0.907、0.784、0.751、0.638、0.571、0.540、0.491(见表 5)。这些指标从不同角度测度了中国创新要素配置水平的技术创新要素,因此把第一主要成分定义为技术创新要素配置水平。

表 4 方差分析

成分	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差的%	累计%	合计	方差的%	累计%
1	8.385	53.070	53.070	8.385	53.070	53.070
2	4.234	28.411	81.481	4.234	28.411	81.481
3	1.519	5.924	87.404	1.519	5.924	87.405
4	1.305	1.784	89.188			
5	1.010	1.583	90.771			
6	0.832	1.505	92.276			
7	0.715	1.413	93.689			
8	0.533	1.197	94.886			
9	0.426	1.035	95.921			
10	0.307	1.002	96.923			
11	0.109	0.987	97.910			
12	0.087	0.781	98.691			
13	0.053	0.534	99.225			
14	0.049	0.387	99.612			
15	0.041	0.270	99.882			
16	0.038	0.053	99.935			
17	0.032	0.041	99.976			
18	0.014	0.020	99.996			
19	0.001	0.004	100.000			

第二主成分主要由科研机构发表的 R&D 课题数 X_6 、高校 R&D 课题数 X_7 、高新技术产业 R&D 人员全时当量 X_{11} 、高校 R&D 人员全时当量 X_{12} 、高新技术产业企业数量 X_{13} 、科研机构数量 X_{14} 组成，其荷载矩阵系数分别为 0.834、0.821、0.745、0.696、0.615、0.548(见表 5)。这些指标从不同角度测度了中国创新要素配置水平的人力创新要素，因此把第二主要成分定义为人力创新要素配置水平。

第三主成分主要由高新技术产业 R&D 资金内部投入 X_{15} 、科研机构 R&D 资金内部投入 X_{16} 、高新技术产业 R&D 资金外部投入 X_{17} 、科研机构 R&D 资金外部投入 X_{18} 、高校 R&D 资金外部投入 X_{19} 组成，其荷载矩阵系数分别为 0.842、0.739、0.664、0.532、

0.437(见表 5)。这些指标从不同角度测度了中国创新要素配置水平的资金创新要素，因此把第三主要成分定义为资金创新要素配置水平。

据此，中国创新要素配置水平评价指标体系与权重见表 5。

表 5 中国创新要素配置水平评价指标体系与权重

目标层	主成分(权重)	指标层	荷载系数
中国创新要素配置水平	技术创新要素配置水平 (0.6517)	互联网网页数 X_1	0.935
		互联网普及率 X_2	0.907
		软件业务总量 X_3	0.784
		高新技术产业新品研发项目数 X_4	0.751
		高新技术产业 R&D 项目数 X_5	0.638
		高新技术产业专利申请数 X_8	0.571
		科研机构专利申请数 X_9	0.540
		高校专利申请数 X_{10}	0.491
	人力创新要素配置水平 (0.1639)	科研机构发表的 R&D 课题数 X_6	0.834
		高校 R&D 课题数 X_7	0.821
		高新技术产业 R&D 人员全时当量 X_{11}	0.745
		高校 R&D 人员全时当量 X_{12}	0.696
		高新技术产业企业数量 X_{13}	0.615
		科研机构数量 X_{14}	0.548
	资金创新要素配置水平 (0.1844)	高新技术产业 R&D 资金内部投入 X_{15}	0.842
		科研机构 R&D 资金内部投入 X_{16}	0.739
		高新技术产业 R&D 资金外部投入 X_{17}	0.664
		科研机构 R&D 资金外部投入 X_{18}	0.532
		高校 R&D 资金外部投入 X_{19}	0.437

根据上述三个主成分及其权重，可以构造出中国创新要素配置水平评价指标体系的统计测度模型：

$$F_j = \sum_{i=1}^3 \omega_i \sum_{j=1}^n \omega_j F_{ij} = \omega_1 F_{1j} + \omega_2 F_{2j} + \omega_3 F_{3j} = 0.6517F_{1j} + 0.1639F_{2j} + 0.1844F_{3j}$$

其中，j 代表样本省份；i 代表主成分； F_{ij} 代表第 j 个样本在第 i 个主成分上的得分； $F_j(j=1, 2, \dots, 3)$ 代表在第 j 个省份中的总分； $\omega_i(i=1, 2, 3)$ 代表与第 i 个主成分相对应的权重数。

然后，根据对主要评价指标的预测，对各个主成分荷载系数的权重进行求解，最终得出中国创新要素配置水平三个主成分的测度模型：

$$F1 = \frac{0.935X_1 + 0.907X_2 + 0.784X_3 + 0.751X_4 + 0.638X_5 + 0.571X_8 + 0.540X_9 + 0.491X_{10}}{0.935 + 0.907 + 0.784 + 0.751 + 0.638 + 0.571 + 0.540 + 0.491}$$
$$F2 = \frac{0.834X_6 + 0.821X_7 + 0.745X_{11} + 0.696X_{12} + 0.651X_{13} + 0.548X_{14}}{0.834 + 0.821 + 0.745 + 0.696 + 0.651 + 0.548}$$
$$F3 = \frac{0.842X_{15} + 0.739X_{16} + 0.664X_{17} + 0.532X_{18} + 0.437X_{19}}{0.842 + 0.739 + 0.664 + 0.532 + 0.437}$$

其中，X 代表第 j 个样本在第 i 个评价指标上的效用值。

三、中国创新要素配置水平统计测度分析

1. 中国创新要素配置水平综合测度

中国 30 个省份的创新要素配置水平见表 6。总体而言，2010~2019 年，中国创新要素配置水平不平衡，并呈现出显著的地区差异。省际层面，中国 30 个省份创新要素配置水平平均值排名前 3 的省份是广东(0.5365)、北京(0.5155)、江苏(0.3866)，以上省份创新要素配置水平年均值都大于 0.3；排名后 3 位的省份分别是贵州(0.0319)、海南(0.0304)、青海(0.0147)。其中，中国创新要素配置水平最高的广东与最低的青海之间的比率为 36.5 倍，可见中国创新要素配置水平的省际差距十分明显，经济发展水平越高，其创新要素配置水平的平均值越大。区域层面，在中国创新要素配置水平增长率排名前 15 位省份中，东部地区 4 个，中部地区 6 个，西部地区 5 个。可以看出，增长率高的省份的经济发展水平相对较低，增长率低的省份经济发展水平相对较高。

表 6 2010~2019 年中国创新要素配置水平

时间 省份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	平均值	增长率(%)
北京	0.5317	0.5175	0.4638	0.4678	0.4878	0.5014	0.5701	0.5133	0.5644	0.5369	0.5155	0.11
天津	0.1379	0.1387	0.1306	0.1342	0.1356	0.1381	0.1366	0.1373	0.1324	0.1331	0.1355	-0.39
河北	0.0945	0.0793	0.0567	0.0553	0.0934	0.0963	0.0585	0.1002	0.0567	0.0702	0.0761	-3.25
山西	0.0857	0.0760	0.0921	0.0896	0.0879	0.0559	0.0974	0.0604	0.0641	0.0982	0.0807	1.52
内蒙古	0.0531	0.0942	0.0673	0.0686	0.0674	0.0703	0.0926	0.0619	0.0561	0.0698	0.0701	3.09
辽宁	0.1531	0.0727	0.0996	0.0734	0.0898	0.0581	0.0760	0.0713	0.0946	0.0824	0.0871	-6.65
吉林	0.0697	0.0782	0.0931	0.0988	0.0595	0.0774	0.0807	0.0671	0.0642	0.0769	0.0766	1.10

黑龙江	0.0657	0.0737	0.0569	0.0898	0.0743	0.0968	0.0874	0.089	0.0895	0.0861	0.0809	3.05
上海	0.3219	0.3014	0.3194	0.3207	0.3172	0.3116	0.3003	0.3159	0.3064	0.2989	0.3114	-0.82
江苏	0.3681	0.3942	0.4043	0.3868	0.3986	0.3694	0.3717	0.3685	0.4115	0.3924	0.3866	0.71
浙江	0.2157	0.2498	0.2208	0.2116	0.2361	0.2410	0.2249	0.2418	0.2258	0.2544	0.2322	1.85
安徽	0.0945	0.0785	0.0756	0.0823	0.0762	0.0829	0.0792	0.0803	0.0824	0.0787	0.0810	-2.01
福建	0.2053	0.1917	0.2082	0.1985	0.2039	0.2171	0.2066	0.1942	0.1893	0.1885	0.2003	-0.94
江西	0.0418	0.0445	0.0494	0.0511	0.0486	0.0415	0.0423	0.0486	0.0461	0.0456	0.0460	0.97
山东	0.2528	0.2433	0.2559	0.2224	0.2659	0.2641	0.2625	0.2312	0.2341	0.2366	0.2469	-0.73
河南	0.1048	0.1092	0.1091	0.1087	0.1022	0.1027	0.1016	0.1088	0.1120	0.1063	0.1065	0.16
湖北	0.1134	0.1025	0.1151	0.1189	0.0995	0.1083	0.1152	0.1061	0.1141	0.1156	0.1109	0.21
湖南	0.0933	0.1189	0.1011	0.1137	0.1181	0.1091	0.1194	0.1007	0.1073	0.1091	0.1091	1.75
广东	0.5395	0.5683	0.4942	0.5145	0.5627	0.5244	0.4904	0.5231	0.5689	0.5785	0.5365	0.78
广西	0.0572	0.0517	0.0557	0.0545	0.0517	0.0549	0.0508	0.0548	0.0517	0.0561	0.0539	-0.22
海南	0.0305	0.0291	0.0309	0.0322	0.0286	0.0288	0.0294	0.0289	0.0338	0.0313	0.0304	0.29
重庆	0.0864	0.0731	0.0742	0.1027	0.0915	0.0993	0.1008	0.0704	0.0797	0.0741	0.0852	-1.69
四川	0.1523	0.1734	0.1487	0.1405	0.1639	0.1428	0.1628	0.1718	0.1722	0.1389	0.1567	-1.02
贵州	0.0308	0.0328	0.0303	0.0305	0.0341	0.0349	0.0324	0.0295	0.0336	0.0302	0.0319	-0.22
云南	0.0442	0.0455	0.0433	0.0452	0.0494	0.0445	0.0475	0.0451	0.0494	0.0507	0.0465	1.54
陕西	0.1169	0.1299	0.1303	0.1239	0.1277	0.1147	0.1148	0.1177	0.1223	0.1222	0.1220	0.49
甘肃	0.0553	0.0354	0.0362	0.0485	0.0356	0.0326	0.0553	0.0389	0.0699	0.0365	0.0444	-4.51
青海	0.0132	0.0113	0.0145	0.0109	0.0178	0.0191	0.0148	0.0158	0.0108	0.0189	0.0147	4.07
宁夏	0.0439	0.0398	0.0406	0.0434	0.0442	0.0523	0.0407	0.0313	0.0376	0.0458	0.0420	0.47
新疆	0.0328	0.0354	0.0404	0.0333	0.0365	0.0363	0.0362	0.0386	0.0464	0.0402	0.0376	2.29

2. 分要素配置水平测度

进一步从技术创新要素配置水平、人力创新要素配置水平、资金创新要素配置水平三个主成分视角，对中国 30 个省份进行统计测度分析。

表 8 人力创新要素配置水平

省份	人力创新		省份	人力创新	
	平均值	增长率		平均值	增长率
北京	0.4287	-0.43%	河南	0.1874	3.53%
天津	0.1218	-1.98%	湖北	0.1668	0.28%
河北	0.1307	0.68%	湖南	0.1597	1.17%
山西	0.0912	-0.77%	广东	0.7392	0.33%
内蒙古	0.5012	0.66%	广西	0.0872	-0.34%
辽宁	0.1745	-4.70%	海南	0.0103	1.72%
吉林	0.1653	-1.34%	重庆	0.1457	11.01%
黑龙江	0.1129	-2.53%	四川	0.1892	-0.35%
上海	0.1997	-4.32%	贵州	0.0134	0.34%
江苏	0.4587	-1.074%	云南	0.0257	0.70%
浙江	0.3154	-1.34%	陕西	0.1312	-4.88%
安徽	0.2105	3.41%	甘肃	0.0254	-2.35%
福建	0.1654	1.16%	青海	0.0037	-8.19%
江西	0.0894	2.58%	宁夏	0.0021	7.03%
山东	0.3547	-1.34%	新疆	0.0147	-4.53%

表 7 技术创新要素配置水平

省份	技术创新		省份	技术创新	
	平均值	增长率		平均值	增长率
北京	0.7264	3.53%	河南	0.0876	2.94%
天津	0.4335	-0.75%	湖北	0.1235	1.33%
河北	0.3842	0.21%	湖南	0.0588	3.27%
山西	0.0254	-0.43%	广东	0.4811	1.89%
内蒙古	0.0173	5.32%	广西	0.0358	1.23%
辽宁	0.1837	2.11%	海南	0.0137	-4.18%

吉林	0.0521	-0.30%	重庆	0.0735	3.45%
黑龙江	0.0238	-0.42%	四川	0.1957	1.37%
上海	0.2397	4.15%	贵州	0.0642	3.31%
江苏	0.4981	1.04%	云南	0.0634	1.20%
浙江	0.2537	1.64%	陕西	0.1897	-1.24%
安徽	0.0893	4.33%	甘肃	0.0611	-0.13%
福建	0.1035	-10.07%	青海	0.0035	3.19%
江西	0.0437	5.39%	宁夏	0.0046	2.97%
山东	0.2291	-7.35%	新疆	0.0433	-0.01%

(1) 技术创新要素配置水平测度

表 9 资金创新要素配置水平

省份	资金创新		省份	资金创新	
	平均值	增长率		平均值	增长率
北京	0.5742	-0.83%	河南	0.0354	-0.92%
天津	0.1538	-4.01%	湖北	0.1924	3.29%
河北	0.0437	-0.35%	湖南	0.1107	-3.14%
山西	0.2981	-3.07%	广东	0.4997	3.17%
内蒙古	0.0100	6.38%	广西	0.0287	-1.73%
辽宁	0.1253	-1.83%	海南	0.0235	3.12%
吉林	0.0318	-2.98%	重庆	0.0459	4.05%
黑龙江	0.3053	-0.45%	四川	0.1357	1.37%
上海	0.3418	-3.01%	贵州	0.0321	3.27%
江苏	0.4319	-3.37%	云南	0.0429	2.28%
浙江	0.1784	-1.35%	陕西	0.1117	2.39%
安徽	0.0982	0.72%	甘肃	0.0651	1.57%
福建	0.1354	-3.21%	青海	0.0064	0.71%

江西	0.0325	0.38%	宁夏	0.0037	-0.07%
山东	0.1917	0.04%	新疆	0.0259	-0.81%

中国 30 个省份的技术创新要素配置水平见表 7。在平均值方面, 仅有北京、江苏、广东和天津的平均值超过 0.4。其中, 北京市的技术创新要素配置水平的平均值最高, 说明北京近 10 年来的技术创新要素配置水平始终处于较快的上升期。在增长率方面, 超过 4% 的共有 3 个省份。其中, 江西技术创新要素配置水平增长率为 5.39%, 居全国首位; 内蒙古和上海增长率分别为 5.32%、4.33%, 说明近 10 年, 这 3 个省份技术创新要素配置水平的增长率保持一个较快速度。但需注意的是, 尽管江西与内蒙古技术创新要素配置水平的增长率位居中国前列, 但其均值远低于国内其他省份均值。

(2) 人力创新要素配置水平测度

中国 30 个省份的人力创新要素配置水平见表 8。在平均值方面, 得分大于 0.4 以上仅有广东、内蒙古、江苏和北京, 其中内蒙古人力创新要素配置水平为 0.5012, 位居全国第 2。可见, 近年来内蒙古推动的人才创新培育方案成效显著, 其余省份均是经济发展水平位居全国前列的一线省份。在增长率方面, 重庆市的人力创新要素配置水平高达 11.01%, 远超其余省份。宁夏、河南、安徽分列第 2、3、4 位, 其增长率分别为 7.03%、3.53%、3.41%。值得注意的是, 尽管宁夏有关人力创新要素配置水平的增长率较高, 其平均值仅为 0.0021, 说明近年来宁夏加大了创新人才培育力度, 但仍碍于基础环境不足等因素制约, 仍难实现深入发展。

(3) 资金创新要素配置水平测度

中国 30 个省份的资金创新要素配置水平见表 9。在平均值方面, 得分大于 0.4 的市有北京、广东和江苏, 其资金创新要素配置水平的平均值分别为 0.5742、0.4997、0.4319。由此可见, 对资金创新要素配置水平而言, 东部地区一线城市的资金实力雄厚, 有助于其提升配置水平。在增长率方面, 内蒙古、重庆、湖北分列前 3, 分别为 6.38%、4.05%、3.29%。观察增长率和平均值的关系, 发现北京平均值最高, 增长率较低; 内蒙古平均值较低, 但增长率最高。

四、主要结论和建议

1. 主要结论

本文从技术创新、人力创新、资金创新三个方面构建中国创新要素配置统计测度的 19 个指标, 然后利用主成分分析法对中国 30 个省份的效用值进行因素分析, 确定技术创新要素配置水平、人力创新要素配置水平、资金创新要素配置水平三个主成分及其权重, 并最终得出以下结论:

(1) 在中国创新要素配置水平综合测度方面, 中国创新要素配置水平平均值最高的省份与最低的省份之间的比率为 36.5 倍。据此可以看出, 中国创新要素配置水平的省际差距十分明显。经济发展水平越高, 创新要素配置水平的平均值越高、增长率越低; 反之, 经济发展水平越低, 创新要素配置水平的平均值越低、增长率越高。根据中国创新要素配置水平增长率前 15 位排名可知, 增长率高的省份经济发展水平相对较低, 增长率低的省份经济发展水平相对较高。

(2) 在技术创新要素配置水平测度方面, 北京技术创新要素配置水平的平均值最高, 说明北京近 10 年来技术创新要素配置水平始终处于较快的上升期。江西技术创新要素配置水平增长率 5.39% 为最高, 内蒙古和上海增长率分别为 5.32%、4.33%, 说明近 10 年, 这 3 个省份技术创新要素配置水平的增长率保持较快速度。但需注意的是, 尽管江西与内蒙古技术创新要素配置水平

的增长率位居中国前列，但其均值远低于国内其他省份均值。

(3)在人力创新要素配置水平测度方面，仅有广东、内蒙古、江苏和北京4个省份的得分大于0.4，其中内蒙古人力创新要素配置水平为0.5012，位居全国第2。可见，近年来内蒙古推动的人才创新培育方案成效显著，而其余省份经济发展水平均位居全国前列。值得注意的是，尽管宁夏人力创新要素配置水平的增长率位居全国第2(7.03%)，但平均值仅为0.0021，说明近年来宁夏加大对创新人才的培育，但是受基础不足等因素制约，整体发展水平不高。

(4)在资金创新要素配置水平测度方面，东部地区的资金实力雄厚，有助于提升资金创新要素配置水平。观察增长率和平均值的关系可发现，在各省份中，北京市资金创新要素水平的平均值最高，但增长率较低；内蒙古平均值相对较低，但增长率最高。进一步从内蒙古和北京资金创新要素配置水平的综合结果来看，尽管北京增长率为负，但因平均值基数较大，所以整体而言北京资金创新要素配置水平远高于内蒙古。

2. 政策建议

(1) 发挥高级创新要素的边际递增收益优势。

从结果看，中国各省份创新要素存在明显差距，且这种差距多由于自主创新能力不足而导致。所以，地方政府应积极利用高级创新要素的边际递增收益优势，采取资源倾斜、资源集聚等方式，优先发展能够带动区域经济发展的高级创新要素。在此基础上，逐步完善区域内创新系统。

(2) 调整区域内创新主体结构 with 研发管理措施。

研究显示，中国中西部多数省份创新要素配置水平平均值显著低于东部地区。因此，在技术创新要素方面，欠发达省份应在保持创新要素配置水平增长率的同时，加大区域内科研机构与高校的产业化水平，使其科技创新成果能够更好地服务于区域发展。在人力创新要素方面，地方政府应建立长期稳定的产学研培育机制，统筹协调高校、科研机构以及企业之间的人才输送链条，提升产学研成果转化能力。在资金创新要素方面，应继续加大对中西部欠发达地区创新要素的资金扶持，以资金扶持带动区域内产学研的创新积极性。

(3) 培育互联网新业态创新能力土壤。

尽管欠发达省份在增长率方面有了长足进步，但从其平均值审视却远低于老牌经济发达省份。为更快打破东中西部不平衡的经济发展格局，欠发达省份有必要积极培育以互联网新业态为主的创新能力土壤，实现经济发展的“弯道超车”。在此过程中，政府应积极落实制造业升级的相关政策方针，加速推进区域内产业结构比重由制造业向高新技术产业倾斜，进而充分发挥互联网新业态对我国区域创新要素的优化配置作用。

参考文献：

[1]王瑞.城市创新能力的结构分析与评价研究[D].合肥：中国科学技术大学硕士学位论文，2015.2-5.

[2]李金磊.中国经济年报：GDP、人口、收入、城镇化有新突破[J].决策探索(上),2020,(03):26-27.

[3]赵佳颖.中国企业技术获取型FDI及其溢出效应分析[D].济南：山东大学硕士学位论文，2007.26-35.

-
- [4]张必成. 新时代创新驱动发展战略的内在逻辑研究[J]. 中国经贸导刊(理论版), 2018, (05):64-65.
- [5]吴菲菲, 童奕铭, 黄鲁成. 组态视角下四螺旋创新驱动要素作用机制研究——基于中国 30 省高技术产业的模糊集定性比较分析[J]. 科学学与科学技术管理, 2020, (07):62-77.
- [6]邢妍. 城乡金融协调发展指标体系构建及评价研究——以国家统筹试验区重庆为例[D]. 重庆: 西南大学硕士学位论文, 2015. 52-68.
- [7]任燕妮. 信息技术型人力资本存量评价指标体系构建及测度[J]. 统计与决策, 2017, (22):179-182.
- [8]高俊杰, 刘爱君, 楚蓓. 大学生创新创业政策有效性评价指标体系的构建[J]. 中国商论, 2019, (10):232-234.
- [9]刘潇, 薛莹, 纪毓鹏, 等. 基于主成分分析法的黄河口及其邻近水域水质评价[J]. 中国环境科学, 2015, (10):3187-3192.
- [10]张晓琴, 王敏. 基于主成分分析的成分数据缺失值插补法[J]. 应用概率统计, 2016, (01):101-110.
- [11]孙媛媛. 基于主成分分析法的省际旅游竞争力研究——以丝绸之路经济带沿线九省市为例[J]. 经济研究导刊, 2017, (17):134-138.
- [12]武保赞, 蒋武林, 张克荣, 等. 基于主成分方法的新型城镇化发展水平的综合评价研究——以全国 31 个省市时间序列数据的实证分析为例[J]. 黑龙江工业学院学报(综合版), 2018, (08):79-86.
- [13]张林泉. 因子分析中特征向量和主成分的应用研究[J]. 数学的实践与认识, 2015, (02):204-210.
- [14]张丽洁. 基于 TRIZ 理论的区域技术创新能力研究——对东、中、西部地区的实证分析[D]. 西安: 西安建筑科技大学硕士学位论文, 2015. 21-30.
- [15]赵宁, 石磊, 翟凤勇, 等. 基于专利信息评价和挖掘智能机器人领域技术创新人才——主成分分析法(PCA)的视角[J]. 科技管理研究, 2019, (17):160-165.