

李在军,胡美娟,尹上岗,等.中国区域知识资本时空差异及影响因素分析[J].地理科学,2019,39(1):80-88.[Li Zaijun, Hu Meijuan, Yin Shanggang et al. Spatio-temporal Variation and Influencing Factors of Knowledge Capital in China. Scientia Geographica Sinica, 2019, 39(1): 80-88.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2019.01.009

中国区域知识资本时空差异及影响因素分析

李在军¹, 胡美娟², 尹上岗², 周年兴²

(1.扬州大学苏中发展研究院, 江苏 扬州 225009; 2. 南京师范大学地理科学学院, 江苏 南京 210023)

摘要:以区域创新系统能力表征区域知识资本,对其不均衡地理演变及影响因素的分析表明:① 创新综合能力年际变异程度由东向西逐渐递减,东部与中西部地区创新综合能力差异持续扩大。② 区域创新综合能力总体呈现东部沿海创新带、中部内陆创新片区及西部普遍低下的梯度式空间分布格局。③ 劳动力集中指数、人均资本形成额、经济民营化程度、基础设施水平及对外开放度是影响创新能力空间分异的主要驱动因素,而财政支出占比影响较小;各变量对创新综合能力影响的空间异质效应明显,对东中地区往往具有积极的促进作用,对西部地区多呈负向影响,强化了创新综合能力“东高西低”的分异特征。

关键词:知识资本;创新综合能力;中国

中图分类号:F124.3

文献标识码:A

文章编号:1000-0690(2019)01-0080-09

伴随经济增长由高速下行到低速,中国经济发展步入一个“新时代”,即经济“新常态”阶段^[1]。在经济新常态背景下,经济发展面临由要素驱动、投资驱动转向创新驱动的压力,这迫切需要转变经济增长方式,充分发挥知识资本驱动经济增长的内生动力。知识资本是伴随科技发明和技术革新应运而生,由于知识提供了收益与竞争优势而成为资本,并成为知识经济时代资本积累的新形式,其对科技进步和生产效率提升起到显著地促进作用。

经济学家 Galbraith 将知识资本描述为智力的使用行为,但并非静态的智力运用过程,而是一种动态的知识创造活动^[2]。之后,学者分别从知识资本的内涵界定、结构划分及定量评估等方面丰富发展了知识资本的研究体系。其中,知识资本实质是一系列能提高组织绩效与创造价值的无形资产(资源、能力及技能),作为一种知识性的活动,它是生产经营过程中投入与创造的知识、信息、经验及知识产权等要素^[3-6];从不同主体的知识资本结构来看,企业知识资本主要由人力资本和结构性资本及顾客资本三维度构成^[6-8],并可进一步细

分为人力资本、技术资本、管理资本、市场资本及关系资本5个维度^[9],个人知识资本可分为内存和外在于个体的知识资本,而区域知识资本主要包括人力资本和技术创新能力两个维度,创新能力是区域知识资本中最具核心影响的部分^[10];而对知识资本的宏观计量包括账面值减市场值差距方式、Skandia 导航仪模型及计分板模式^[11],微观视角则分别从不同结构组分选取相应指标进行估算^[12]。虽然有关知识资本的内涵、结构及分类等研究不断深化,但由于这一概念本身牵涉较多学科和多领域的交叉,对其涵义定义的主观性较强,目前仍缺乏统一性的界定^[13-15]。此外,由于知识资本的无形性、动态性及主观评定性特征,知识资本表现形式并不固定,导致对区域知识资本尚未达成统一的评价指标体系,对区域知识资本的时空演变特征缺乏关注。

区域知识资本是区域经济发展和社会进步的源泉,由于经济基础、产业结构及政策制度等方面的不均衡,中国地区科技创新发展存在着较大的差异性,伴随经济增长方式转变与创新驱动发展战略的提出,东部地区凭靠发达的工业化、人力资

收稿日期:2017-12-08; **修订日期:**2018-03-10

基金项目:国家自然科学基金(41671140, 41671155)项目资助。[Foundation: National Natural Science Foundation of China (41671140, 41671155).]

作者简介:李在军(1989-),男,山东临沂人,博士,助研,主要研究方向为区域经济发展。E-mail: junzailinyi@163.com

通讯作者:周年兴,教授。E-mail: zhounianxing@263.net

本及经济基础雄厚等优势可率先成为技术创新高地,从而在新一轮的产业竞争中占据有利地位,这将加剧区域知识资本的不均衡发展态势。基于此,本文以区域科技创新综合能力表征知识资本发展程度,分别从创新综合投入、产出、支撑及扩散方面探讨1998~2014年地区知识资本时空不均衡地理的演变特征,并采用面板分位数回归模型识别不同要素的作用特征,以期为实现协同创新的区域联动发展提供建议与思考。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究方法

1) 特定方向差异指数(PDI)。区域的特定方向差异指数在区域分组的前提下可识别区域差异来源的主要方向,内嵌了区域的不可移动性和空间性特征,可有效测度指标的组间差异,并甄别主导方向的空间差异,该方法对探测核心与边缘、发达与欠发达及发展轴带与外围等显著高低空间结构的差异变化较适合^[16,17]。

2) *K*-means纵向轨迹聚类。假设 S 是一组由 n 个要素构成的集合,各要素具有 M 个观测属性,对于个体 i ,其在时刻 j 的观测值记为 y_{ijA} ,则不同时刻 t 的序列 $Y_{iA} = (y_{i1A}, y_{i2A}, \dots, y_{iMA})$ 被称为单变量的轨迹(单轨),轨迹聚类的目标是将 S 划分为 k 个均匀子组^[18]。

3) 面板分位数回归模型。固定效应面板分位数无需假设数据服从正态分布,能够较好地排除离群值的干扰,有效地揭示不同条件分布下解释变量对被解释变量的影响^[19,20]。

1.2 数据来源与处理

基于区域技术创新发展特征及数据可获得性^[21~24],分别从科技创新投入、科技创新产出、科技创新支撑及科技创新扩散四维度构建评价科技创新综合能力指标体系,根据熵值法确定各指标的权重^[25](表1)。由于在地区储蓄、资本形成额、劳动力成本、人力资本及政策支持等要素差异性的利用下开展技术创新活动,将导致地区创新综合能力差异不断扩大。为测度不同要素对区域创新能力的影 响作用,分别从人力资本状况、基础设施建设、资金供给、经济外向度和市场化程度等方面选取相关指标(表2)。其中,交通基础设施综合能力是将铁路和高速公路折算为标准公路里程^[26]。东部地区包括辽宁、北京、天津、河北、上海、江苏、

浙江、福建、山东、广东、海南11个省(市)(不包括港澳台),中部地区包括吉林、黑龙江、山西、安徽、江西、河南、湖北、湖南8个省份,西部地区包括内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆12个省(市、自治区)。相关数据根据1999~2015年《中国科技统计年鉴》^[27]、1999~2015年《中国统计年鉴》^[28]、1999~2015年《中国劳动统计年鉴》^[29]及1999~2015年《中国高技术产业统计年鉴》^[30]整理获得。

2 结果分析

2.1 区域创新能力差异的时间演变特征

采用PDI指数分别对1998~2014年东-中和东-西地区创新系统差异进行测度,并将各年份差异值与1998年的差异值作比(图1)。由图1知,1998~2014年东-中和东-西地区创新投入能力差异呈不断扩大趋势,PDI值分别由1998年的1.24和1.84增至2014年的2.45和2.95,年均增幅分别为4.34%和2.99%,而东-西间创新投入能力差异相对大于东-中地区。这是受区域要素禀赋、经济发展及产业结构等特殊条件的影响,伴随创新型国家战略的提出及《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006~2020年)》的实施,地区间创新投入水平呈现巨大鸿沟,甚至可能会出现“强者愈强,弱者愈弱”的马太效应。

1998~2010年东-中和东-西地区创新产出能力差异快速扩大,PDI值分别由1.42和1.56增至2010年的2.79和4.96,年均增幅分别达5.79%和10.13%,且东-西间创新产出能力差异远大于创新投入、扩散及支撑系统能力的差异,而2010年来东-中和东-西地区创新产出能力差异略呈下降变化,但PDI值仍保持在较高水平。

1998~2014年区域创新支撑能力差异总体呈波动递减变化,东-中地区创新支撑能力差异的下降幅度大于东-西地区。具体来看,东-中地区创新产支撑能力PDI值在1999~2009年间呈阶梯状波动下降,2000年为第一个谷底点,2000~2002年却转为抬升走势,之后快速下降,2009年为最低谷底点,PDI值接近于0,而2009年来PDI值再次趋于扩大;东-西地区创新产支撑能力差异在1998~2007年间缓慢下降趋势,PDI值由0.20降为0.16,年均降幅1.50%,而2007~2014年又呈小幅上升,年均增幅0.84%。

表1 中国科技创新综合能力评价指标体系

Table 1 The evaluation index of comprehensive innovation ability in China

目标层	要素层	指标层	权重
科技创新综合能力	科技创新投入能力	R&D人员全时当量[(人·a)/万人]	0.2259
		R&D经费投入强度	0.1606
		科技支出占GDP的比重(%)	0.1196
		教育支出占GDP的比重(%)	0.0908
		研发机构科技活动课题数(个)	0.1850
	科技创新产出能力	国家产业化计划项目数(个)	0.2180
		专利申请授权数(件)	0.1997
		技术市场成交额占GDP比重(%)	0.2311
		国外主要检索工具收录中国科技论文数(篇)	0.1429
		高科技产业新产品开发项目数(个)	0.1539
	科技创新支撑能力	新产品产值占工业总产值比重(%)	0.0630
		高技术产业总产值占GDP比重(%)	0.2095
		高等学校在校学生数(人)	0.1505
		高等学校专任教师数量(人)	0.1355
		每万人在校大学生数(人)	0.1322
	科技创新扩散能力	高新技术产业企业数(个)	0.2329
		R&D新增设备仪器价值占比(%)	0.1063
		基础研究人员人均经费[万元/(人·a)]	0.1265
		研究机构 and 高等院校数(个)	0.1160
		技术市场技术流向地域金额(万元)	0.1368
		国外技术引进合同金额(万元)	0.1795
		技术引进、消化吸收及改造经费(万元)	0.1494
		高技术产业购买国内技术费(万元)	0.1774
		当年实际使用外资金额(万美元)	0.1362
		高技术产品出口销售收入(万元)	0.2207

注:不含港澳台数据。

表2 影响中国区域创新能力的变量描述性统计

Table 2 Descriptive statistics of independent variables in China

变量	描述	标准差	均值	最小值	最大值
劳动力集中指数(x1)	全国平均劳动生产率/地区劳动生产率	1.31	0.61	0.15	3.48
人力资本水平(x2)	从业人员平均受教育年限(a)	8.57	1.49	2.08	13.44
资本形成水平(x3)	人均资本形成总额(元)	13062.38	12221	826.25	79264.34
基础设施水平(x4)	人均交通设施能力(km/万人)	1.63	6.35	3.46	18.48
对外开放度(x5)	进出口总额占GDP比重(%)	30.13	29.88	1.25	45.32
产业结构变动(x6)	非农产业占GDP比重(%)	86.02	8.01	6.91	99.51
民营化程度(x7)	非国有单位从业人数/社会总就业人数	7.38	7.66	0.25	47.41
政府支撑(x8)	地方财政支出占GDP比重(%)	16.14	18.44	2.84	129.14

注:不含港澳台数据。

区域创新扩散能力差异波动变化较大,东-西
间创新扩散能力差异总体与东-中地区呈一致变
动走势。1998~2000年东-中地区创新扩散能力差
异大幅下降,2000年降为最低值0.45,2002~2010

年差异值持续扩大到2.21,2010年来差异水平再
次降低,2014年PDI值下降为1.48;1998~2002年
东-西地区创新扩散能力差异波动下降,2002年
PDI值达到最低峰值点1.09,2002~2010年差异水

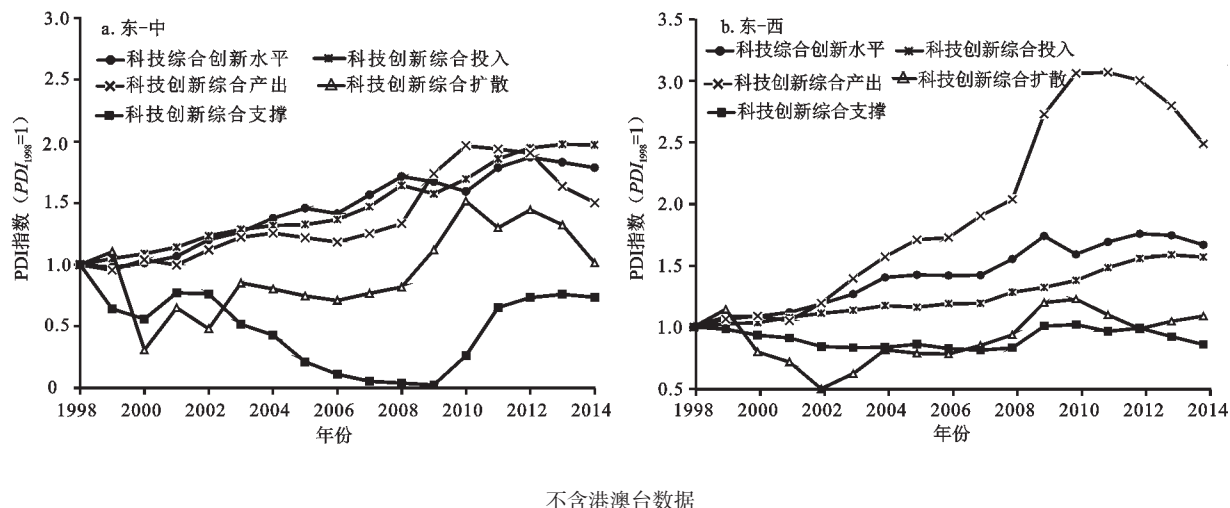


图1 1998~2014年中国区域创新能力差异的时间演变

Fig.1 The temporal evolution of regional difference in innovation ability in China from 1998 to 2014

平呈波动增大,2010年达到峰值2.90,而2010~2014年差异水平小幅递减后呈略微上升变化。

1998~2005年东-中和东-西地区创新综合能力差异均呈持续扩大态势,PDI值分别由1998年的1.31和2.28增至2006年的1.86和3.30,2006年来差异水平再度提升,分别达到2014年的2.35和3.90,且东-西间差异变动明显大于东-中地区,表明地区间创新发展水平差异持续扩大。这是由于第十一个五年规划进一步明确,“东部地区要率先提高自主创新能力,率先实现经济结构优化升级与增长方式转变,……,加快形成一批自主知识产权、核心技术及知名品牌,提高产业素质和竞争力。”这有助于倒逼东部地区发挥科技综合创新的比较优势,不断提高自主创新能力,优化升级经济结构并转变增长方式,从而拉大了同中西部地区创新综合发展水平的差距。

2.2 区域创新能力的空间分异特征

采用K-means纵向轨迹聚类法分别对创新能力子系统进行聚类,将第一和第二等级类别归为高等级地区,第三等级视为中等等级地区,第四和第五等级为低等级地区(图2)。其中,由创新投入能力的时空聚类可知,创新投入能力高等级地区主要分布于东部沿海省份,除江西外,其它中部省份多为中高等级地区,除四川和陕西外,西部其它省份皆为低等级地区。由各指标层的权重知,R&D人员全时当量及国家产业化计划项目数所占权重最大,分别为0.226和0.218,这说明产业化孵化的技术产业化环境与人力资本总投入对区域

创新投入能力的影响最大,但技术创新的资金投入对创新投入能力的影响也不容忽视,其权重占比为0.161;由创新产出能力的时空聚类知,创新产出能力与创新投入能力空间格局并不一致,大部分省域创新产出水平相对低于创新投入能力,仅有北京、江苏、上海、浙江及广东创新投入与产出相对协调。由创新产出系统指标层来看,技术市场成交额占GDP比重的权重最大,为0.231,其次高技术产值占GDP比重权重值为0.210,这表明高技术产业产出规模差异是区域创新产出能力分异的主要来源。

由创新支撑能力的时空聚类知,区域创新支撑能力总体呈东高西低分布。其中,低等级地区数量众多,高等级地区位于东部沿海,仅有6个省份,中等等级地区数为9个,毗邻高等级地区分布。由创新支撑系统指标权重知,高技术产业企业数权重最大,为0.233,高等学校在校学生数和专任教师量权重分别为0.151和0.136,位居其次,这表明科技创新支撑能力同区域创新企业项目数、创新单位组织数及人力资本存量密切相关;由创新扩散能力的时空聚类知,创新扩散能力形成了以东部沿海为创新扩散带的空间分布格局,中西部地区除四川、陕西与湖北为高等级地区外,其它省区创新扩散能力处于中低等级类别。由创新扩散能力指标权重知,高技术产品出口销售权重值最大,为0.221,其次是国外技术引进合同额,为0.180,这表明技术引进吸收能力与销售水平是形成地区间创新扩散能力差异的重要原因。

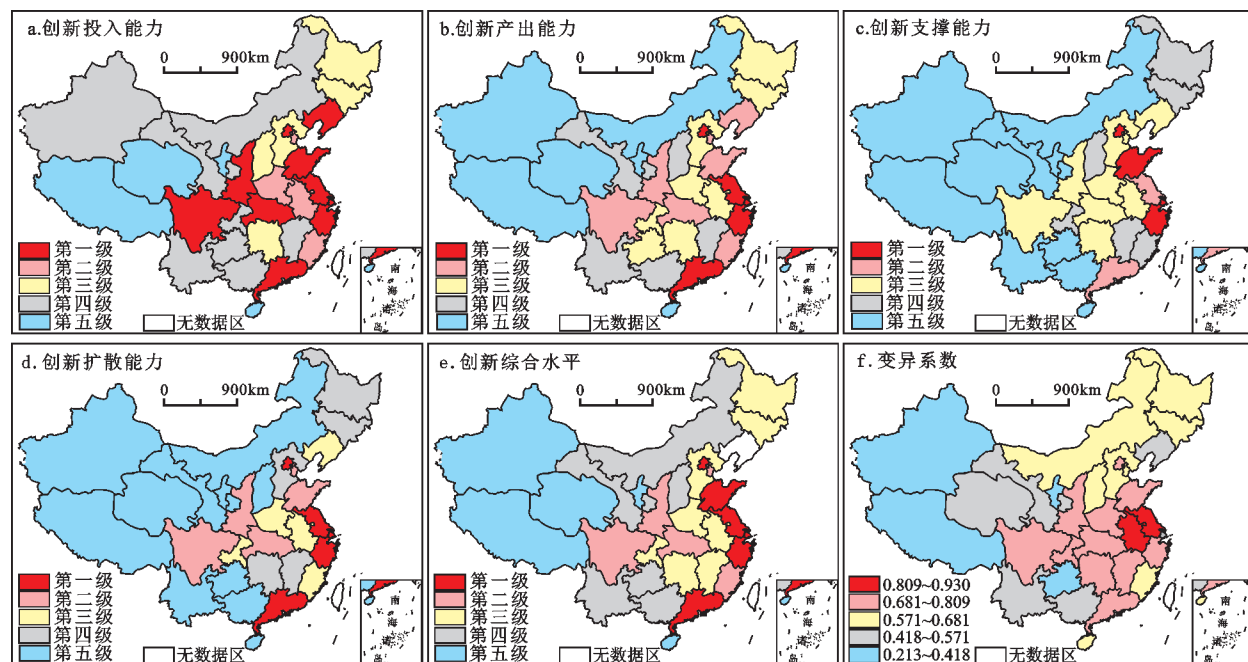


图2 1998~2014年中国区域创新能力的时空聚类与变异系数

Fig.2 The spatio-temporal clustering and variation coefficient of regional innovation ability in China from 1998 to 2014

区域创新综合能力时空聚类揭示,创新综合能力空间分布整体与中国T形空间结构较吻合,创新能力高等级类别集中分布于沿海地带和长江沿岸地区。具体来看,创新综合能力水平由东部沿海向内陆地区递减,高等级创新综合能力地区主要分布于东部沿海地区,除重庆和陕西外,大多数西部省份创新综合能力较低,这为中国创新绩效“东高西低”的空间分布格局提供了证据^[21]。进一步计算各省份1998~2014年创新综合能力的变异系数值,可以看出,创新综合能力变异程度总体自东部沿海向内陆逐渐降低,东中省份创新综合能力变异程度较大,西部省域除四川、陕西及重庆创新综合能力变异程度较高外,均处于全国低水平,这验证了东-西地区创新综合能力差异大于东-中地区的趋势。

2.3 区域创新综合能力的要素驱动特征

采用面板分位数回归来判别不同要素对科技创新能力的影响作用程度,并提取各地区的固定效应以反映变量综合作用的空间异质性。在进行面板分位数回归前,需检验变量间的相关性,在剔除人均储蓄额影响下,发现各变量的方差膨胀因子(VIF)值皆小于10。表3为在此基础上,估算不同分位点上各影响因素的作用系数。

由表3知,除0.9分位点外,劳动力集中指数对创新综合能力均具有显著地正向影响,回归系数随着分位点的增加趋于波动下降,回归系数值总体大于其它变量,这符合创新所需的大量人才基础,但对高等级创新能力地区来说,劳动力数量优势对科技创新能力的提升并不明显;人力资本数量除0.9分位点外对创新综合能力均呈正向影响,但并不显著,且回归系数随着分位点增大快速下降。这可能由于人力资本具有劳力型、经营型、信息型及技术型,而创新型人力资本才会对创新行为发挥积极作用^[22];人均资本形成额对创新能力起到显著正向影响,且影响系数随分位点的增加而不断上升。这是由于技术创新活动的开展依赖充裕资本作为保障;基础设施能力对科技创新具有显著的正向作用,且回归系数随分位点增加呈波动上升。这是由于便利的交通联系有助于增进地区间创新人员和创新产品的交流与扩散,促进创新活力的提升。

对外开放度对创新综合能力起到显著正向影响,影响系数在0.175~0.195间波动,且随分位点增加呈“M”型变化走势。这是由于对外开放程度提高有利于深化同国际技术交流与合作,引进吸收先进的技术,提升自主创新能力;在不同分位点

表3 面板分位数回归结果

Table 3 Results of panel quantile regression

分位点	截距项	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8
0.1	-1.520	0.576**	0.809	0.284***	0.211**	0.182**	-0.743	0.394***	-0.022
0.2	-2.023	0.517**	0.708	0.340***	0.216**	0.183**	-0.673	0.347**	-0.004
0.3	-2.092	0.524**	0.667	0.363***	0.222**	0.188**	-0.664	0.312**	-0.001
0.4	-2.276	0.478*	0.683	0.365***	0.234***	0.189***	-0.612	0.289*	0.002
0.5	-2.254	0.492*	0.633	0.377***	0.245***	0.191***	-0.602	0.276*	0.006
0.6	-2.446	0.479*	0.573	0.399***	0.242***	0.182**	-0.569	0.281*	0.019
0.7	-2.312	0.471*	0.475	0.402***	0.248***	0.187***	-0.549	0.281*	0.021
0.8	-1.700	0.513*	0.082	0.421***	0.247***	0.192***	-0.551	0.357**	0.030
0.9	-1.804	0.325	-0.206	0.443***	0.272***	0.176**	-0.371	0.291*	0.045

注: *、**、***分别为通过10%、5%及1%水平下的显著性检验。

上,产业结构影响系数均为负值,但未通过显著性检验。这可能由于产业结构演变多为技术创新推动的结果,而非技术创新能力提升的主要来源;在0.1~0.9分位点上,经济民营化程度对创新综合能力的影响均显著为正,且回归系数波动变化不大。这是由于创新动力在于企业家将技术产品转化为利润,技术创新能力间的竞争较大程度上是民营化规模与速度的竞争;地方财政支出对科技创新能力的影响随着分位点增加而增大,对0.1~0.3分位点上的低等级创新能力地区影响为负,但并未通过显著性检验。这表明在中等等级以上的创新综合能力地区,地方政府财政支出的加大有助于孵化技术创新所需的社会环境条件,为创新综合能力提升提供必要支撑。

综合来看,除产业结构影响系数为负外,整体上其它各变量对创新综合能力的提升均起到正向促进作用。其中,劳动力集中指数和人力资本的影响系数较大,这表明人才是创新发展的重要源泉,尤其创新型人力资本是关键;人均资本形成额和基础设施水平的影响均呈显著为正,说明地区创新综合能力的提升需要充裕资金与通达性条件作保障;对外开放度和经济民营化程度的回归均显著大于政府财政支出的影响,这说明市场化程度的提高有助于发挥企业创新的主体地位,地方政府应积极营造创新所需的政策环境、制度环境、金融环境及文化氛围,激发社会创新活力,推动社会创新进步。

对各地区创新综合能力的固定效应系数进行提取并可视化(图3),以反映空间异质效应作用下

各变量对创新综合能力变动影响的边际效应。由图3知,东部地区除天津和海南空间效应系数为负值,及福建空间效应系数为0外,其它省域固定效应系数均显著大于0,影响系数平均值达0.509。中部地区除山西、吉林及江西空间效应系数为负,安徽空间效应系数为0外,其它省份固定效应系数均大于0,影响系数平均值为0.065。西部地区除四川、陕西及甘肃外,其它省份固定效应系数均为负值,空间固定效应系数均值为-0.293。可见,创新综合能力影响变量的综合效应具有明显的空间异质性,对东中地区有积极的正向作用,对西部地区多呈负向影响,这种区域背景进一步强化创新综合能力“东高西低”的分异特征。

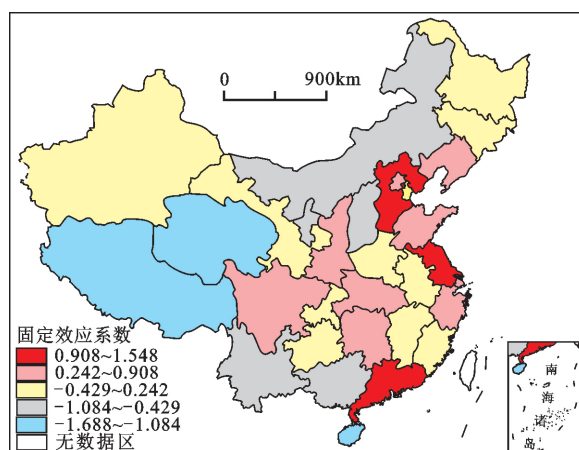


图3 中国区域创新综合能力的空间异质效应

Fig.3 The spatial heterogeneity of regional comprehensive innovation ability in China

3 结论与讨论

3.1 结论

伴随经济增长方式转变及创新驱动发展战略的提出,创新综合水平将成为推动经济持续增长的动力源,本文基于1998~2014年中国省域创新能力的时空演变格局及影响因素进行分析,得到以下结论:

1) 在时间维度上,东-中和东-西地区创新综合能力差异均持续扩大,且东-西间差异大于东-中地区,但各创新综合子系统间差异变动并不一致。其中,东-中地区创新投入和创新产出能力差异自1998年来呈持续扩大走势,创新支撑能力差异呈先波动下降后扩大变化,创新扩散能力差异呈先波动上升后缓慢下降;东-西地区创新投入和创新产出能力差异同样自1998年来持续拉大,而创新支撑能力差异呈平稳波动变化,创新扩散能力差异呈先波动递减后再波动抬升。

2) 空间上,创新综合能力总体形成以东部沿海创新带、中部内陆创新片区及西部普遍低下的梯度式空间分布格局。创新综合能力的年际变异程度整体自东部沿海向内陆逐渐降低,并在长三角地区呈集中连片扩散分布特征,未来可能形成以长江三角洲、珠三角及京津冀为主体的创新能力极化扩散区。

3) 劳动力集中指数、人均资本形成额、经济民营化程度、基础设施水平及对外开放度是造成创新综合水平空间分异的主要驱动因素。各变量对创新综合能力影响的空间异质效应显著,对东中地区往往具有积极的促进作用,而对西部地区多呈负向影响,这进一步加剧了创新综合能力“东高西低”的分异特征。

4) 本文的政策内涵:第一,营造良好的社会创新环境与研发支撑条件,包括制度环境、社会文化环境等方面,强化创新领域的激励机制。第二,中西地区在主动承接产业转移的同时,应注重科技创新研发投入,创新生产方式,努力缩小与东部地区创新发展差异。第三,东部地区应发挥创新引擎优势,促进技术创新扩散,增强知识溢出效应,从而聚力中西地区创新联动发力。

3.2 讨论

由于区域协调发展绩效的显现,中西地区基础设施环境的改善,及积极承接东部地区的产业

转移,这一定程度上有助于促进区域生产性差异相对收敛,但伴随经济快速发展,工业化的实现,经济增长面临结构性减速问题,这迫切需要调整经济增长方式,而技术进步、知识积累与溢出有助于提高生产效率,实现要素收益持续递增。凭借优越的经济基础,发达的工业经济,及大量人力资本优势,东部地区在新一轮的产业转型中有望率先实现创新式发展,但随着东部地区跨越技术创新的瓶颈,经济增长向更高层次生产分工演进,实现集约化转型,这反而再度扩大了区域创新性绝对差距,形成新的不均衡形态,不利于区域协调发展。必须认识到这种创新能力的不均衡地理发展是社会大生产发展与科技进步的结果,也是资本寻获新的价值增值手段所需要的空间差异。同时,东部地区创新发展能力虽领先于中西地区,但与发达国家比较仍有所差距,且伴随经济新常态到来,东部地区面临着转型升级的困难,能否跨越发展的“创新陷阱”是成功转型的关键。诚然,知识资本是一个系统概念,不仅包含科技创新,还牵涉声誉资本、关系资本等多维度,在今后需对其进行整合研究。

参考文献(References):

- [1] 金碚.中国经济发展新常态研究[J].中国工业经济, 2015(1): 5-18.[Jin Bei. Study on the new normal of Chinese economic development.China Industrial Economics, 2015(1): 5-18.]
- [2] Galbraith J K. The new industrial state[M].Princeton: Princeton University Press, 2007.
- [3] Roos G, Roos J. Measuring your company's intellectual performance[J].Long Range Planning, 1997, 30(3): 413-426.
- [4] Bontis N, Chua C K W, Richardson S.Intellectual capital and business performance in Malaysian industries[J].Journal of Intellectual Capital, 2000, 1(1): 85-100.
- [5] SubramaniamM, Youndt M A. The influence of intellectual capital on the types of innovative capabilities[J].Academy of Management Journal, 2005, 48(3): 450-463.
- [6] Stewart T A. Intellectual capital: The new wealth of organizations[M].New York: Doubleday, 1997.
- [7] Edvinsson L, Sullivan P. Developing a model for managing intellectual capital[J].European Management Journal, 1996, 14(4): 356-364.
- [8] Sveiby K E. The new organizational wealth: Managing and measuring knowledge based assets[M].Oakland: Berrett-Koehler, 1997.
- [9] 沈国琪, 陈万明.我国企业知识资本结构的探索性和验证性因素分析[J].科学学研究, 2009, 27(3): 423-428. [Shen Guoqi, Chen Wanming. The exploring and confirmatory factor analysis

- on enterprise's intellectual capital structure in China. *Studies in Science of Science*, 2009, 27(3):423-428.]
- [10] 沈国琪.区域知识资本及其对经济增长的影响研究[D].南京:南京航空航天大学, 2010.[Shen Guoqi. Regional intellectual capital and its impacts on economic growth. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2010.]
- [11] 李元旭, 陈志刚.知识资本计量综述[J]. 科学学研究, 2001, 19(3): 61-65.[Li Yuanxu, Chen Zhigang. The comprehensive view of knowledge capital measurement. *Studies in Science of Science*, 2001, 19(3): 61-65.]
- [12] Bukowitz W R, Petrash G P. Visualizing, measuring and managing knowledge[J].*Research-Technology Management*, 1997, 40(4): 24-31.
- [13] 张福学, 董向荣.国外知识资本理论研究进展[J].情报理论与实践, 2002, 25(1): 18-20.[Zhang Fuxue, Dong Xiangrong. The progress of the foreign theory of knowledge capital. *Information Studies: Theory & Application*, 2002, 25(1): 18-20.]
- [14] 宋良雨.区域知识资本测度指标体系及其应用研究[D].合肥:合肥工业大学, 2011. [Song Liangyu. Research on management and application of regional knowledge capital's index system. Hefei: Hefei University of Technology, 2011.]
- [15] 程惠芳, 陆嘉俊.知识资本对工业企业全要素生产率影响的实证分析[J].经济研究, 2014(5): 174-187.[Cheng Huifang, Lu Jiajun. The empirical analysis of knowledge capital impact on total factor productivity of industry enterprises. *Economic Research Journal*, 2004(5): 174-187.]
- [16] Wang Y, Fang C L, Xiu C L et al. A new approach to measurement of regional inequality in particular directions[J]. *Chinese Geographical Science*, 2012, 22(6):705-717.
- [17] 王少剑, 方创琳, 王洋, 等.广东省区域经济差异的方向及影响机制[J].地理研究, 2013, 32(12): 2244-2256.[Wang Shaojian, Fang Chuanglin, Wang Yang et al. The distribution and mechanisms of regional inequality in Guangdong Province. *Geographical Research*, 2013, 32(12): 2244-2256.]
- [18] Genolini C, Falissard B. Kml: A package to cluster longitudinal data[J].*Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 2011, 104(3): e112-e121.
- [19] Koenker R. Quantile regression for longitudinal data[J]. *Journal of Multivariate Analysis*, 2004, 91(1): 74-89.
- [20] 刘帅宾, 李在军, 周年兴, 等.中国省域消费水平及影响因素的时空异质性分析[J].地理科学, 2018,38(2):186-194. [Liu Shuaibin, Li Zaijun, Zhou Nianxing et al. Spatial-temporal evolution of China's provincial consumption and its influencing factors. *Scientia Geographica Sinica*, 2018,38(2):186-194.]
- [21] 张军涛, 陈蕾.基于因子分析和聚类分析的中国区域自主创新评价——创新系统视角[J].工业技术经济, 2011(4): 36-44.[Zhang Juntao, Chen Lei. Evaluation on China's regional industrial innovation capacity by using factor and cluster analysis—Innovation system respective. *Journal of Industrial Technological Economics*, 2011(4): 36-44.]
- [22] 王鹏.区域性创新能力评价与指标分析——以河北省为例[J].地理与地理信息科学, 2015, 31(6): 100-103.[Wang Peng. Regional innovation capability evaluation and index analysis: A case study of Hebei. *Geography and Geo-Information Science*, 2015, 31(6): 100-103.]
- [23] 宋周莺, 车姝韵, 王姣娥.东北地区的创新能力演化及其经济带作用分析[J].地理科学, 2016, 36(9): 1388-1396.[Song Zhouying, Che Shuyun, Wang Jiaoe. The spatio-temporal analysis of regional innovation capacity and its economic contribution in Northeast China. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(9): 1388-1396.]
- [24] 侯纯光, 程钰, 任建兰, 等.中国创新能力时空格局演变及其影响因素[J].地理科学进展, 2016, 35(10): 1206-1217.[Hou Chunguang, Cheng Yu, Ren Jianlan et al. Spatiotemporal changes and influencing factors of innovation capacity in China. *Progress in Geography*, 2016, 35(10): 1206-1217.]
- [25] 王伟, 孙雷.区域创新系统与产业转型耦合协调度分析——以铜陵市为例[J].地理科学, 2016, 36(2): 204-212.[Wang Wei, Sun Lei. Coupled analysis regional innovation system and resource city industrial transformation: A case study of Tongling city. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(2): 204-212.]
- [26] 王小鲁, 樊纲, 刘鹏.中国经济增长方式转换和增长可持续性经济研究[J].经济研究, 2009(1): 4-16.[Wang Xiaolu, Fan Gang, Liu Peng. Transformation of growth pattern and growth sustainability in China. *Economic Research Journal*, 2009(1): 4-16.]
- [27] 国家统计局, 科学技术部. 中国科技统计年鉴[M].北京: 中国统计出版社, 1999-2015.[National Bureau of Statistics, Ministry of Science and Technology. China statistical yearbook on science and technology. Beijing: China Statistics Press, 1999-2015.]
- [28] 国家统计局.中国统计年鉴[M].北京: 中国统计出版社, 1999-2015.[National Bureau of Statistics of China. Statistical yearbook. Beijing: China Statistics Press, 1999-2015.]
- [29] 国家统计局人口和社会科技统计司, 劳动和社会保障部规划财务司.中国劳动统计年鉴[M].北京: 中国统计出版社, 1999-2015.[Department of Population, Social, Science and Technology Statistics, Ministry of Labour and Social Security. China labour statistical yearbook. Beijing: China Statistics Press, 1999-2015.]
- [30] 国家统计局, 国家发展和改革委员会, 科学技术部.中国高新技术产业统计年鉴[M].北京: 中国统计出版社, 1999-2015.[National Bureau of Statistics of China, National Development and Reform Commission, Ministry of Science and Technology. China statistics yearbook on high technology industry. Beijing: China Statistics Press, 1999-2015.]
- [31] 谭俊涛, 张平宇, 李静.中国区域创新绩效时空演变特征及其影响因素研究[J].地理科学, 2016, 36(1): 39-46.[Tan Juntao, Zhang Pingyu, Li Jing. Spatio-temporal characteristics of regional innovation performance and its influencing factors in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(1): 39-46.]
- [32] 张根明, 陈才, 曹裕, 等.创新型人力资本对经济增长影响的实

证研究[J]. 科技进步与对策, 2010, 27(3): 137-141.[Zhang Genming, Chen Cai, Cao Yu et al. An empirical study of the im-

pact of creative human capital on economic growth. Science & Technology Progress and Policy, 2010, 27(3): 137-141.]

Spatio-temporal Variation and Influencing Factors of Knowledge Capital in China

Li Zaijun¹, Hu Meijuan², Yin Shanggang², Zhou Nianxing²

(1. Research Institute of Central Jiangsu Development, Yangzhou University, Yangzhou 225009, Jiangsu, China; 2. School of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, Jiangsu, China)

Abstract: The ability of regional innovation is the most important part of the regional knowledge capital. This article characterizes knowledge capital with the capacity of the innovative system, and analyzes the unequal geographical evolution of regional knowledge capital and its influencing factors. The results show that: 1) The regional unequal development of innovation comprehensive ability between East and Central East and West China continue to expand from 1998 to 2014, and the differences between East and West are relatively greater than those in eastern and central regions. 2) The degree of interannual variability of the comprehensive ability of regional innovation decreases gradually from East to West, and the comprehensive ability of innovation shows gradient spatial distribution pattern along the eastern coastal innovation belt, central inland innovation zone and the western region. 3) The labor force concentration index, per capital capital formation, the degree of economic privatization, the level of infrastructure and the degree of openness are main driving forces of the spatial heterogeneity of the level of comprehensive innovation; The overall impact of fiscal expenditure is smaller. The spatial heterogeneity effect of all variables on innovation comprehensive ability is evident, which often plays a positive role in promoting the central and eastern regions, but mostly with the negative impact on the western region. Thus, it strengthens the differentiation characteristics of the formation of the innovation comprehensive ability of 'high in the east and low in the west'.

Key words: knowledge capital; comprehensive innovative ability; China