

高校科技创新与区域经济发展耦合协调及时空分异研究

李佳雯, 郭彬

(太原理工大学 经济管理学院, 太原 030024)

摘要:高校作为科技创新重要主体对区域经济发展的推动作用愈发显著。本文基于2008—2017年省际面板数据,研究高校科技创新与区域经济发展之间的耦合协调关系,同时基于地理邻近视角探析其耦合协调度的空间相关性、集聚性。研究结果表明,高校科技创新与区域经济发展具有高耦合协调度且时间上持续上升,空间上整体呈“东高西低,南高北低”特征。此外,高校科技创新与区域经济发展的耦合协调度具有空间正自相关关系,不同聚集区在时空演变中表现出一定的收缩和扩张。

关键词:高校科技创新;区域经济发展;耦合协调度;空间关联分析

中图分类号:F064.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—980X(2020)4—0112—08

创新是高质量发展的动力源泉。推动区域经济高质量发展,须充分发挥科技创新的经济驱动作用。高校作为我国基础研究和高技术领域原始创新的主力军,在区域科技创新体系中发挥着重要作用^[1-2]。因此,依托高校科技研发的创新力,将其转换成区域经济发展动力,是经济新常态背景下转变发展模式、克服经济发展乏力的关键,也是我国走自主创新强国之路的重中之重^[3]。

一、文献综述

当前,国内外围绕科技创新与经济发展间影响作用已有较多研究。早期来看,研究学者多关注于创新对经济发展的单向作用,如Salvatore^[4]基于联合国教科文组织的经验数据验证科技创新对经济可持续发展的贡献作用。Sefer和Ercan^[5]证明了科技创新对经济增长及竞争力的正向作用。李翔和邓峰^[6]将科技创新对经济增长的影响进一步分为“独立效应”和“协同效应”两个方面,分析了二者对经济增长的作用机制。霍国庆等^[7]以文献研究方法对中国区域创新驱动发展的核心概念及其逻辑关系进行系统性的理论构建。

然而,从系统论的角度来看,单一地考虑科技系统对经济系统的输入作用是不全面的,因此有学者进一步将经济发展对科技创新的反馈或互动纳入范畴。例如,赵传松等^[8]探讨了科技创新与经济可持续发展相互作用机理,并额外考虑两者耦合协调度和时空分布变化特征。滕堂伟等^[9]对长江经济带科技创新与经济绿色发展的耦合协调水平、时空分布格局以及空间关联性演变进行分析。

事实上,高校作为三大科技创新主体之一^[10],亦须在研究中进行重点考量。有学者对影响高校创新的主要因素进行分析^[11],Kruss等^[12]研究了高等教育对经济发展的作用影响,并强调考虑空间维度之间交叉的必要性。Goldstein和Renault^[13]认为高校的研究创新对于经济发展的作用来自其知识的溢出,否则对经济不会带来影响。Smith和Bagchi-Sen^[14]研究了高校于当地地区的融入程度,指出高校与地区企业的“聚合”行为有重要作用,如业务培训、创新投资等。李明和李鹏^[15]分别探讨了区域科技创新和高校科技创新对经济发展的支撑效率以及创新资源的优化配置问题。郑琳琳^[16]分别研究了高校、科研机构、企业三类科技创新主体对经济增长的影响效应,并指出高校科技创新成果在促进经济增长方面存在一定时滞。肖洒和刘君^[17]测算了2016年我国高校科技创新和经济发展的耦合发展状态,表明区域高校科技创新能力超前发展与滞后发展并存。

梳理已有的研究成果,可发现国内外相关研究多聚焦于宏观层面上科技创新与经济的双向关系,对于作为科技创新重要主体的高校关注度略显不足,而现有以高校为研究主体的文献中也仅探讨了高校科技

收稿日期:2019—11—11

基金项目:山西省软科学研究计划“山西省推动成果转化应用现状与对策研究”(2018042022-1)

作者简介:李佳雯(1995—),女,河南南阳人,太原理工大学经济管理学院硕士研究生,研究方向:科技管理;郭彬(1970—),男,山西太原人,技术经济及管理博士,太原理工大学经济管理学院教授,硕士研究生导师,研究方向:科技管理。

创新对于经济发展的单向关系,缺乏对二者耦合协调作用的研究,且对于时间、空间等重要要素也鲜有考量。因此,本文基于相关文献,通过建立复合型评价指标体系,测算高校科技创新能力与区域经济发展水平,利用耦合协调度模型及空间自相关分析方法,研究其耦合协调度的时间变化及空间分布,旨在为高校科技创新与区域经济协调发展提供参考。

二、研究方法 with 数据来源

(一)研究方法

高校科技创新能力是一个综合概念,需要用复合指标体系去衡量,从科学性、有效性、系统性出发,借鉴相关研究^[17-21],根据系统理论和CIPP[由背景(context)、输入(input)、过程(process)和成果(product)的首字母组成]评价理论,从人财物资源投入、创新过程和创新成果3个维度建立复合评价指标体系。对于区域经济发展水平,有别于仅使用GDP衡量的单一指标,在考虑绿色可持续理念下,借鉴相关研究^[17,22-23]建立了包含经济规模、经济质量、经济结构、发展潜力和发展代价5个维度的评价指标体系,分别选取指标进行表征,着重考量区域经济发展质量。最终形成的“高校科技创新能力-区域经济发展水平”耦合协调系统评价指标体系见表1。

本文使用熵值法和线性加权法对高校科技创新能力、区域经济发展水平进行测算。在此基础上,借用物理学的耦合概念,借鉴已有模型^[24-25],采用离差系数最小化耦合度模型及测度方法,量化观测高校科技创新和区域经济发展之间的耦合协调程度,最后根据耦合协调度计算结果,运用空间计量经济学中的全局自相关和局部自相关方法来研究高校科技创新与区域经济发展耦合协调的空间关联和分布特征,整体研究思路如图1所示。

表1 “高校科技创新能力-区域经济发展水平”耦合协调系统评价指标体系

子系统	一级指标	二级指标	单位	权重	属性
高校科技创新能力	人力资源	研究与发展全时当量人员	人	0.0108	正
		科研人员中高级职称人次	人	0.0192	正
	财力资源	人均科技经费支出	万元/人	0.0610	正
		科技经费投入的年增长率	%	0.0614	正
	物力资源	科技经费中固定资产购置费	千万元	0.0939	正
		教学、科研仪器设备资产	万元	0.1332	正
	创新过程	科技课题总数	项	0.0521	正
		国际科技交流合作研究	人次	0.0180	正
	成果与贡献	学术论文	篇	0.0156	正
		科技著作	部	0.0297	正
		专利授权数	项	0.4690	正
		国家级科技奖	项	0.0074	正
		硕、博士生毕业数量	人	0.0103	正
		技术转让总金额	千元	0.0184	正
区域经济发展水平	经济规模	人均地区生产总值	万元/人	0.1182	正
		地方财政一般预算收入	亿元	0.1427	正
	经济质量	就业人员工资总额	万元	0.2781	正
		全社会固定资产投资	亿元	0.1735	正
		居民人均可支配收入	元	0.1770	正
	经济结构	地区生产总值中第三产业比例	%	0.0590	正
		第一产业与第二产业之比	%	0.0003	负
	发展潜力	GDP年增长率	%	0.0321	正
		地区R&D经费投入强度	%	0.0136	正
	发展代价	单位GDP能耗	吨标准煤/万元	0.0024	负
		工业污染治理完成投资	万元	0.0031	负

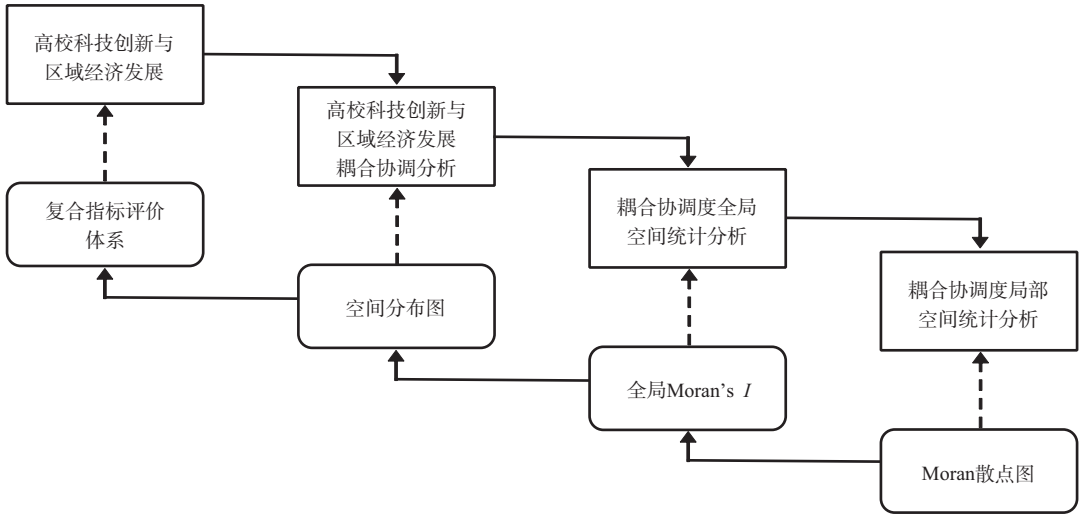


图1 研究框架

使用的耦合度模型如下：

$$C = \left\{ \frac{U_1 U_2}{[(U_1 + U_2) / 2]^2} \right\}^K \quad (1)$$

其中： U_1 和 U_2 分别是高校科技创新能力与区域经济发展水平综合指数； C ($0 \leq C \leq 1$) 为两者的耦合度； K 起到调节区度度的作用，此处 $K=2$ 。

耦合度虽然可以反映高校科技创新能力与区域经济发展水平相互作用的强弱程度，但不足以完全反映两者之间的协调程度。因此，基于耦合度模型之上建立耦合协调度模型，主要度量两个子系统在发展过程中的平衡状态及其协调程度。

$$D = \sqrt{C + T} \quad (2)$$

$$T = aU_1 + bU_2 \quad (3)$$

其中： D ($0 \leq D \leq 1$) 即耦合协调度； T 为两个子系统的耦合协调指数，反映二者整体发展水平对耦合协调度的影响；本研究将两个子系统视为同等重要，故取 $a=b=0.5$ 。

根据高校科技创新能力与区域经济发展水平耦合协调强弱的计算结果，并参考现有文献的取值范围^[23-24]，对耦合度和耦合协调度的等级划分见表 2。

表 2 耦合协调度等级划分

变量	区间	等级	特征
耦合度 C	$0 \leq C < 0.3$	低强度耦合	相互关联性不强
	$0.3 \leq C < 0.5$	拮据(中强度)	相互关联增强,同时有抑制作用
	$0.5 \leq C < 0.8$	较高强度	系统进入良性耦合
	$0.8 \leq C < 1.0$	高强度耦合	良好共振,促进发展
耦合协调度 D	$0 \leq D < 0.2$	严重失调	无协调发展效应
	$0.2 \leq D < 0.4$	濒临失调	协调程度极低
	$0.4 \leq D < 0.6$	初级协调	整体协调效应初步呈现
	$0.6 \leq D < 0.8$	中级协调	较为协调
	$0.8 \leq D < 1.0$	高级协调	共同促进,协调发展

(二)数据来源

本文样本数据来自于 30 个省(市、自治区)(西藏地区和港澳台地区数据缺失,故剔除)。高校科技创新能力数据来源于相应年份的高等学校科技统计资料汇编以及教育部披露的教育统计数据,区域经济发展水平的相关数据来源于国家统计局网站和科技部相关公报^①。需要特别说明的是,在人均可支配收入上存在新老口径的差别,故通过比值统一使用新口径。

三、实证结果与分析

(一)耦合协调分析

1. 耦合协调度的时间演变

根据上述离差系数最小化耦合度模型及测度方法,测算两个子系统的耦合度及耦合协调度,图 2 显示了 2008—2017 年高校科技创新能力与区域经济发展水平综合指数及对应的耦合度、耦合协调度变化趋势。

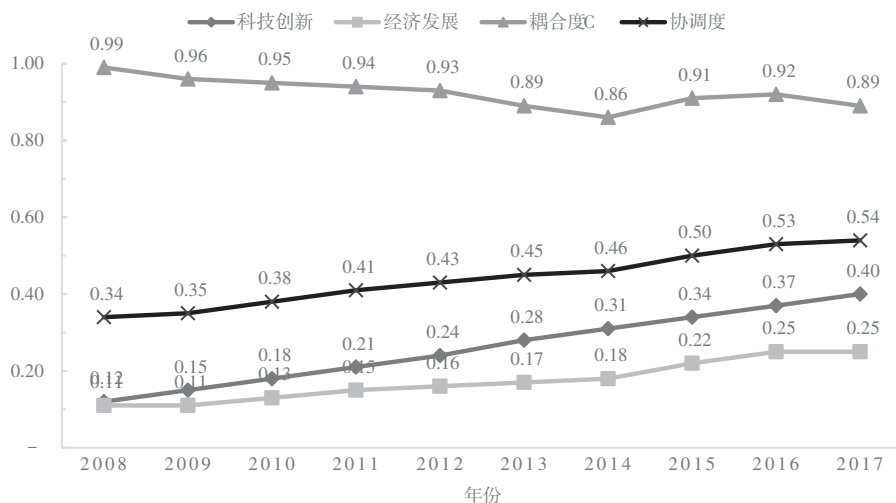


图 2 2008—2017 年高校科技创新能力与区域经济发展水平综合指数及耦合协调状况

① 高等学校科技统计资料来源: http://www.moe.gov.cn/s78/A16/A16_tjdc/; 教育统计数据来源于: http://www.moe.gov.cn/s78/A03/moe_560/jytjsj_2018/; 经济发展数据来源: <http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=E0103>; 科技部相关公报 (<http://www.most.gov.cn/mostinfo/index.htm>)。

由图2可知,2008—2017年中国高校科技创新能力和区域经济发展水平系统耦合度均值虽有波动,但整体上各年份耦合度均在0.85以上,处于高强度耦合状态,表明高校科技创新与区域经济发展关联性较强,二者相互作用,互相影响。从协调度来看,系统均值逐年上升,最终跨越一个等级,整体由濒临失调状态逐渐演变为初级协调状态,说明研究期内两个子系统的协同发展水平在逐步提高,但与实现高级协调发展仍有差距。《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》中提出要重视高校在区域创新体系的引领作用,把科技进步作为经济社会发展的首要推动力量,耦合协调水平的提高说明过去十年间高校科技创新能力的提高为区域经济高质量发展提供了动力,经济的高质量发展也保障了区域内部高校科技创新能力的进一步提升。

2. 耦合协调度的空间演变

为进一步探索耦合协调度的空间动态演变,选取研究期内部分年份对高校科技创新和区域经济发展耦合协调度进行分析,具体的耦合协调度数值见表3。

表3 2008/2013/2017年省域耦合度及协调度

地区		2008年		2013年		2017年	
		耦合度	协调度	耦合度	协调度	耦合度	协调度
东部	北京	0.9973	0.5533	0.9975	0.7214	0.9931	0.8399
	天津	0.7706	0.3377	0.5946	0.3959	0.6214	0.4685
	河北	0.9905	0.3048	0.7682	0.3754	0.7390	0.4525
	上海	0.9436	0.4882	0.9173	0.6262	0.8492	0.7029
	江苏	0.9894	0.4701	0.9664	0.7204	0.9660	0.8570
	浙江	0.9826	0.4151	0.9946	0.6072	0.9857	0.7262
	福建	0.9033	0.2992	0.6763	0.3696	0.6890	0.4603
	山东	0.9821	0.3786	0.9011	0.5251	0.9128	0.6441
	广东	0.9508	0.4090	0.8985	0.5414	0.8885	0.6696
中部	海南	0.9642	0.2344	0.4104	0.2194	0.3114	0.2317
	山西	0.8434	0.2403	0.6653	0.3179	0.6670	0.3548
	安徽	0.9994	0.3040	0.9555	0.4495	0.9651	0.5620
	江西	0.9999	0.2638	0.7897	0.3485	0.7675	0.4333
	河南	0.9917	0.3050	0.8494	0.4025	0.9061	0.5433
	湖北	0.8685	0.3335	0.9972	0.4988	0.9933	0.6231
西部	湖南	0.9875	0.3220	0.9301	0.4348	0.8869	0.5286
	内蒙古	0.5779	0.2205	0.2654	0.2077	0.2916	0.2440
	广西	0.8283	0.2242	0.6370	0.2913	0.6820	0.3858
	重庆	0.9917	0.2999	0.7956	0.3873	0.7812	0.4683
	四川	0.9622	0.3231	0.9608	0.4654	0.9706	0.5906
	贵州	0.9955	0.2438	0.4613	0.2355	0.4245	0.2868
	云南	0.9610	0.2737	0.7028	0.3095	0.5986	0.3605
	陕西	0.9142	0.3358	0.9942	0.5005	0.9951	0.6067
	甘肃	0.9855	0.2246	0.5435	0.2414	0.5939	0.3077
	青海	0.9868	0.2628	0.5132	0.2424	0.4344	0.2745
东北	宁夏	0.6093	0.1874	0.0648	0.0809	0.1265	0.1390
	新疆	0.9766	0.2428	0.3247	0.2008	0.3162	0.2386
	辽宁	0.9802	0.3710	0.8741	0.4769	0.9880	0.5388
	吉林	0.9476	0.2877	0.7776	0.3461	0.8454	0.4413
	黑龙江	0.9721	0.3055	0.9988	0.4580	0.9996	0.5290

由表3可知,高校科技创新和区域经济发展的耦合协调度具有明显空间分布规律。2008年,全国整体协调度水平都较低,大部分省份处于濒临失调状态,宁夏处于严重失调状态,仅有北京和东部沿海部分省份处于初级协调状态,而两个子系统是高度耦合的,整体处于低等协调状态会对两个子系统的发展造成不利影响。2013年,随着《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》等促进科技创新政策的推进以及经济社会的发展,大部分省份耦合协调度有所提升。空间分布上大体呈现由东、中部向西部递减格局,但新疆、内蒙古两个省份协调状态出现下降,宁夏仍处于严重失调状态,这些省份可能是受限于西部地区基础条件和地理环境,政策的促进作用未能有效发挥,高校科技创新和区域经济发展的耦合协调出现停滞状态。中部六省中,湖北已率先进入初级协调状态,北京、江苏、上海已达到中级协调状态,这些省份高校科技创新能力相对较强,经济发展也领先于其他省份,高校获得社会资金支持的机会更多,两个子系统呈现出良好的互联互动状态。

到 2017 年,全国整体的耦合协调状态有了较大提升,凭借着高校科技创新能力的提升和经济高质量发展,北京、江苏已进入高级协调状态,东部沿海一线省份除福建外,其余均已进入中高级协调状态,中部地区湖北省也进入了中级协调状态,说明东中部地区两个子系统发展状态提升明显。西部地区受地域位置和经济条件限制,除具有高校资源优势的四川省外,其他省份高校科技创新能力和区域经济发展水平较低,处于耦合协调水平的末流梯队。另外,宁夏和青海是 2017 年仍处于失调状态的省份,究其原因,宁夏其经济发展状况虽然稍优于西部其他省份,但其高校科技创新能力排名末尾,故处于严重失调状态。

(二)空间自相关分析

根据上述分析,研究期内,高校科技创新与区域经济发展耦合协调度存在明显的空间异质性,大体上东部沿海一线耦合协调状况明显优于中西部,合理推测其可能存在空间相关性,且耦合协调度水平相似的区域大多属于邻接关系,存在空间集聚效应,为此我们使用空间自相关分析方法进行下一步研究。

1. 全局空间自相关分析

Moran's I 指数能反映出数据是否存在空间依赖性,可用于衡量在给定空间权重矩阵下邻接或邻近区域单元间的相关性和差异性^[26],其计算公式为

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (4)$$

其中: S^2 为样本方差; w_{ij} 为空间权重矩阵的 (i,j) 元素(用来度量区域 i 和区域 j 之间的距离);本文使用空间邻接矩阵^[27]来计算莫兰指数,Moran's I 介于 $-1 \sim 1$,大于 0 表示正自相关,即高值与高值相邻、低值与低值相邻;小于 0 表明负自相关,即高值与低值相邻; $I=0$ 表示不存在空间自相关^[28]。利用 STATA 软件测算研究期内高校科技创新和区域经济发展耦合协调度的全局莫兰指数,表 4 给出了研究期内基于正态假设检验的两个子系统协调度的全局 Moran's I 及对应的 P 。

由表 4 可知,研究期内 Moran's I 均为正,根据 P 所示,有 6 年的数据在 1% 水平上显著,其他数据也均在 5% 水平上显著,数据集聚的可能性大于随机分布的可能性,能够显著拒绝零假设,表明存在空间自相关性,即协调度较高的区域或协调度较低的区域在空间上趋于集聚。全局莫兰指数呈现了耦合协调度的整体特征,但不能具体表明各省市区与周边邻近省市区之间的局部关系。

2. 局部空间自相关分析

Moran 散点图可用于反映一个区域单元与其邻接单元的局部空间联系形式,探究各省(市、自治区)高校科技创新与区域经济发展耦合协调度的空间集聚特征。选取 2008 年、2011 年、2014 年和 2017 年 4 年截面数据,利用 STATA 软件绘制莫兰散点图,测度耦合协调度的集聚状态与冷热点分布格局,考察是否存在溢出效应。以耦合协调度值 z 为横轴,其空间滞后向量 W_z (即该耦合协调度所有邻接单元的加权平均值)为纵轴,依据各省(市、自治区)耦合协调度的空间集聚类型划分为 4 个基本象限。HH 扩散效应区:表示协调度高的区域被同样区域所包围;LH 滞后增长区:表示协调度低的区域被协调度高的其他区域所包围;LL 低速增长区:表示协调度低的区域被同样低的其他区域所包围;HL 极化效应区:表示协调度高的区域被协调度低的区域所包围。

根据莫兰散点图结果统计 2008 年、2011 年、2014 年和 2017 年分别位于不同象限的省份数量变化,结果见表 5。

(1)HH 扩散效应区。由图 4 可以看出,山东、浙江、江苏、上海 4 个省(市)在所列出的 4 个年份中一直处于该区,且上海和江苏位于分布图该象限右上端,说明其不论是自身还是周边省份,耦合协调程度都处于较高水平。2011 年湖北省从 HL 区转入该区,表明可能受其溢出效应影响,周边省份协同发展

表 4 高校科技创新和区域经济发展
耦合协调度全局莫兰指数

年度	Moran's I	P
2008	0.259	0.007
2009	0.258	0.008
2010	0.263	0.007
2011	0.201	0.027
2012	0.287	0.004
2013	0.266	0.007
2014	0.287	0.004
2015	0.242	0.012
2016	0.187	0.036
2017	0.253	0.010

表 5 高校科技创新与区域经济发展
耦合协调空间关联变化

年份	HH		LH		LL		HL	
	个数	占比	个数	占比	个数	占比	个数	占比
2008	6	20%	7	23.33%	11	36.67%	6	20%
2011	7	23.33%	7	23.33%	9	30%	7	23.33%
2014	9	30%	6	20%	9	30%	6	20%
2017	7	23.33%	7	23.33%	9	30%	7	23.33%

图3 2008年、2011年、2014年和2017年莫兰散点图

(2) LH 滞后增长区。处于该区的省份变化不大,主要有海南、广西、江西、福建、河北等,处于该类型区的省份与周边环境显示出严重的两极分化问题。位于该区的省份,应通过加强合作,充分利用周边高协调发展水平省份的资源及经验,提升自身创新能力,促进高校科技创新与区域经济发展的协调发展。

(4)HL极化效应区。2008年位于该区的主要有湖北、湖南、四川、陕西、辽宁、广东6个省份,2011年后北京在该区和HH区波动,湖北省则转入HH区。位于该类型区的省份高校科技创新能力和区域经济发展水平都较优,与周边相比具有协调发展的优势,表现出一定程度上的极化效应。今后,这些省份应发挥技术扩散

和经济发展辐射带动效应,带动周边省份发展。

四、结论与展望

(一)本文从资源投入、创新过程和创新成果3个维度建立高校科技创新能力评价指标体系,从经济规模、经济质量、经济结构、发展潜力和发展代价五个维度建立区域经济发展水平评价指标体系,再利用熵值法赋权,测算了30个省(市、自治区)2008—2017年的高校科技创新能力和区域经济发展水平。结果显示,两者总体上呈上升状态,时序特征显示正相关,在发展中呈现明显的一致性,但经济发展水平增长速度略高于高校科技创新能力增长速度,这意味着高校的科技创新水平出现发展滞后现象,可能影响对区域经济发展的支撑作用,今后有关部门应更加重视区域内高校科技创新能力的提升。

(二)利用耦合协调度模型研究了高校科技创新与区域经济发展耦合协调的时空变化。结果显示,2008—2017年两子系统整体相互作用不断加强,内部耦合协调程度逐步提高,耦合协调度逐年上升,但距理想的高级协调状态仍有差距。在空间上,位于东部的福建、海南等省份耦合协调性较弱,与东部沿海一线较高的整体水平脱节,中部多数省份耦合协调状态良好,西部整体耦合协调状态不佳,空间分布存在差异,高校科技创新与区域经济发展的协同发展存在很大提升空间。

(三)应用空间计量经济学中的空间自相关分析方法,对高校科技创新与区域经济发展耦合协调度进行空间关联分析。结果表明,高校科技创新与区域经济发展耦合协调度存在显著的空间自相关,全局处于正相关关系,呈现空间集聚分布状态。局部空间自相关规律明显,四个空间集聚类型区随时间呈现一定的扩张和收缩。HH区省份应继续维持良好的发展态势,发挥自身辐射作用和空间溢出效应。LL区省份应主动学习东部沿海地区经验与技术,争取政策扶持,实现弯道超车。HL区和LH区省份更应该加强合作,打破极化效应,促进高校科技创新与区域经济实现协调发展。

以上研究结论局限于省级地域单元高校科技创新和区域经济发展耦合协调的描述性分析,对两者协调发展的驱动机制、耦合协调度空间格局演变机理及优化路径和相应的对策建议等方面缺少研究,这也是今后需要进一步研究的方向。

参考文献

- [1] 苏竣, 睦纪刚. 中国高校科技创新发展与人才培养[J]. 科学学研究, 2018, 36(12): 2132-2135.
- [2] DATTA S, SAAD M, SARPONG D. National systems of innovation, innovation niches, and diversity in university systems[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2019(143): 27-36.
- [3] 王晓珍, 蒋子浩. 我国高校创新效率及环境分析: 价值类型视角[J]. 科研管理, 2019, 40(10): 25-36.
- [4] SALVATORE S. The contribution of the sciences, technology and innovation to sustainable development: The application of sustainability science from the perspective of UNESCO's experience[J]. Sustainability Science, 2014, 9(4): 453-462.
- [5] SEFER S, ERCAN S. The effects of Science-Technology-Innovation on competitiveness and economic growth[J]. Social and Behavioral Sciences, 2011(24): 815-828.
- [6] 李翔, 邓峰. 科技创新、产业结构升级与经济增长[J]. 科研管理, 2019, 40(3): 84-93.
- [7] 霍国庆, 杨阳, 张古鹏. 新常态背景下中国区域创新驱动发展理论模型的构建研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2017, 38(6): 77-93.
- [8] 赵传松, 任建兰, 陈延斌. 中国科技创新与可持续发展耦合协调及时空分异研究[J]. 地理科学, 2018, 38(2): 214-222.
- [9] 滕堂伟, 孙蓉, 胡森林. 长江经济带科技创新与绿色发展的耦合协调及其空间关联[J]. 长江流域资源与环境, 2019, 28(11): 2574-2585.
- [10] BARRA C, ZOTTI R. Measuring efficiency in higher education: An empirical study using a bootstrapped data envelopment analysis[J]. International Advances in Economic Research, 2016, 22(1): 1-23.
- [11] MUNOZ D A. Assessing the research efficiency of higher education institutions in Chile: A data envelopment analysis approach[J]. International Journal of Educational Management, 2016, 30(6): 809-825.
- [12] KRUSSE G, MCGRATH S, PETERSEN I H, et al. Higher education and economic development: The importance of building technological capabilities[J]. International Journal of Educational Development, 2015(43): 22-31.
- [13] GOLDSTEIN H, RENAULT C. Contributions of universities to regional economic development: A quasi-experimental approach[J]. Regional Studies, 2004, 38(7): 733-746.
- [14] SMITH H L, BAGCHI-SEN S. The research university, entrepreneurship and regional development: Research propositions and current evidence[J]. Entrepreneurship & Regional Development, 2012, 24(5-6): 383-404.
- [15] 李明, 李鹏. 高校科技创新与地区经济发展[J]. 财经问题研究, 2018(1): 123-129.

- [16] 郑琳琳. 三大技术创新主体科技成果与经济增长关系研究——基于国家创新体系与VAR模型的实证分析[J]. 科技进步与对策, 2016, 33(2): 32-39.
- [17] 肖洒, 刘君. 区域高等教育科技创新能力协同发展测度分析[J]. 经济地理, 2018, 38(8): 124-131.
- [18] 刘勇, 应洪斌, 蒋芬君. 中国高校科技创新能力比较——基于华东地区高校的实证研究[J]. 研究与发展管理, 2014, 27(5): 113-119.
- [19] 刘伟, 曹建国, 郑林昌, 等. 基于主成分分析的中国高校科技创新能力评价[J]. 研究与发展管理, 2010, 23(6): 121-127.
- [20] 杜俊慧, 王文寅, 苏贵影. 基于主成分分析的山西高校科技创新能力评价[J]. 经济问题, 2013(7): 111-114.
- [21] 熊国经, 熊玲玲, 陈小山. 泛珠三角区域高校科技创新能力评价——基于E-TOPSIS改进因子分析法的实证研究[J]. 科技管理研究, 2018, 38(2): 86-91.
- [22] 段婕, 孙明旭. 高技术产业、传统产业与区域经济三系统耦合协调度实证研究[J]. 科技进步与对策, 2017, 34(23): 54-63.
- [23] 赵天翊, 杨雅程, 陈虹, 等. 区域经济发展与融资活跃度耦合性研究[J]. 宏观经济研究, 2019(2): 103-115, 175.
- [24] 刘杨, 王海芸. 政府科技投入与企业技术创新效率的耦合协调度——以北京市为例[J]. 技术经济, 2016, 35(10): 66-71.
- [25] 陈耀, 周洪霞. 中国工业化与城镇化协调性测度分析[J]. 经济纵横, 2014(6): 43-49.
- [26] MORTAN P A P. The interpretation of statistical maps[J]. Journal of the Royal Statistical Society Series B(Statistical Methodology), 1947, 10(2): 243-251.
- [27] FORNAHL D, BRENNER T. Geographic concentration of innovative activities in Germany[J]. Structural Change Economic Dynamics, 2009, 20(3): 163-182.
- [28] 彭志敏, 吴群琪. 中国交通运输业与旅游业融合态势的区域差异及空间格局演变[J]. 技术经济, 2017, 36(12): 63-71.

Research on Coupling Coordination Degree and Spatio-temporal Differentiation of Scientific and Technological Innovation in Colleges and Universities and Regional Economy Development

Li Jiawen, Guo Bin

(College of Economics and Management, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: As an important subject of scientific and technological innovation, colleges and universities play an increasingly important role in the construction of regional innovation system. Based on the provincial panel data of 2008-2017, this paper studies the coupling coordination relationship between scientific and technological innovation in colleges and universities and regional economic development. Then, it analyzes the spatial correlation and agglomeration of the coupling coordination degree from the perspective of geographical proximity. The results show that scientific and technological innovation in colleges and universities and regional economic development are highly coupled and the coordination degree increases with time. The overall coordination degree presents the layout of “high in the East, low in the west, high in the South and low in the north”. In addition, there is a positive spatial autocorrelation between the coupling coordination degree of scientific and technological innovation in colleges and universities and regional economic development, and different aggregation areas show certain contraction and expansion in the evolution of time and space.

Keywords: scientific and technological innovation in colleges and universities; regional economic development; coupling coordination degree; spatial correlation analysis