

【信息经济与管理】

创新主体及其交互作用产出效应研究

——基于市场化程度的变系数分析

高月姣

(南京邮电大学 经济学院,江苏 南京 210023)

摘要:将市场化指数引入变系数模型,借助面板数据因子分析法,研究了市场化程度影响下创新主体及其交互作用产出效应的变化趋势。结果显示,随着市场化程度的提高,区域创新主体及其交互作用的产出效应都呈现出明显的非线性变化。创新主体及其交互作用对区域创新能力的影响程度并没有因为市场化程度的提高持续增加,相反,大部分变量的影响都有减弱的趋势。其中,高校科研机构对区域创新的影响持续下降,企业的影响先增强后减弱;高校科研机构与企业 and 政府的交互作用对区域创新的影响都呈上升趋势,而企业和政府的交互作用的影响呈先升高后降低趋势。创新能力不足和交互作用机制障碍等是主体市场竞争能力不高的掣肘。

关键词:产出效应;创新主体;变系数模型;市场化

中图分类号:F207 **文章编号:**1673-5420(2020)03-0044-12

经济新常态背景下,资源、市场、人才和技术的竞争愈演愈烈,我国经济发展面临的机遇和挑战并存。2018年全球创新指数报告显示,中国排名第17位,与瑞士、荷兰、瑞典、英国、新加坡、美国等发达国家仍有较大差距,主要表现在自主创新能力薄弱、创新主体互动程度不高、资源配置效率低下、高层次创新人才相对缺乏、对外技术依存度高和科研成果转化率较低等方面。在当前创新资源约束趋紧的国际形势下,探求区域创新成因,建立有效互动的区域创新系统迫在眉睫。我国“十三五”规划继续

收稿日期:2020-03-15 本刊网址:<http://nysk.njupt.edu.cn>

作者简介:高月姣,博士,讲师,研究方向:经济统计。

基金项目:江苏省高校哲学社会科学研究项目“江苏省创新主体路径选择及交互机制研究”(2017SJB1690)

推动实施创新驱动发展战略,强调要进一步厘清各类创新主体的功能定位,增强创新主体之间的有效互动交流,引导创新要素聚集流动,推进各具特色、优势互补的区域创新系统建设。

区域创新主体——企业、高等学校、研发机构、政府以及中介机构等,由于正式或非正式的联结并相互作用而产生技术转移、知识溢出和技术溢出,组织结构和空间结构上的相互依存与相互制约形成了主体间的交互作用。这种交互作用能够促进系统内部的信息流动和知识共享,产生单一主体无法产生的交互效应,是区域创新的重要动力机制和创新活力的主要来源。

创新主体的创新活动根植于区域创新环境之中,主体的交互作用也会因此而受到制度、常规惯例和社会习俗等的影响。创新主体的交互作用强调创新的动态方法而非基于特定知识库的静态方法,区域创新能力最终取决于主体创新活动、主体的交互作用,以及它们与创新环境的相互作用。市场化程度是重要的环境因素之一,市场需求诱发创新热情,成熟、开放的市场环境能促进创新主体之间的竞争和合作,实现优势互补,进而影响区域的创新驱动力。从区域主体及其交互作用的创新差异角度探索经济增长成因,对各区域依照自身特点优化创新要素配置、提升创新能力与效率、缩小经济差距均有现实意义,研究结论对我国区域经济政策的制定和完善有一定的参考价值,能够为促进区域内资源协调发展和可持续发展等长期性、战略性问题提供决策依据。

一、文献综述

创新主体有各自独特的功能和优势,在区域创新系统中都发挥着巨大作用。其中,企业是技术创新的主体,高校和科研机构聚焦于系统内知识创新,政府是制度创新的主要承担者,中介机构则是服务创新的主体。区域创新系统中的创新行为有别于单个主体的创新行为的最大特点和优势在于创新主体之间的互动合作^[1-2],因此,区域层次上的交互作用是创新系统研究的重要组成部分。在区域知识流动和资源流动的过程中,区域知识应用开发子系统与知识生产扩散子系统之间存在强烈的交互作用,推动了知识、资源以及人力资本等要素的持续流动或交换^[3]。官建成等指出,要素的流动并不仅限于系统之间,也发生于各子系统内部,区域内知识的流动得益于区域创新系统内各主体之间的交互作用^[4]。因此,创新并不是一个线性过程,而是多主体、多要素的交互创新过程,主体间的交互作用决

定了区域创新能力^[5]。创新主体之间依照创新系统的利益驱动机制、交互学习机制和竞争协作机制等相互交流、合作、竞争和学习,它们之间相互依存、相互制约、相互协调,通过知识、信息、人才和技术等的交互刺激反馈的无限循环过程,促进区域创新资源和知识等在创新主体间有效流动,同时也推动区域内制度、体制、规则和文化等“惯性力量”的形成^[6]。

早期的创新系统研究倾向于理论探讨和框架构建,缺乏对主体及其交互作用创新表现的计量测度与实证分析。随着研究的逐步展开,学者们从实证角度进一步比较主体及其交互作用对区域创新能力的贡献程度。Buesa等运用面板回归模型比较了创新主体对区域创新能力的影响程度,认为在创新生产过程中,各主体的产出效应都显著为正,且企业的产出效应最为突出^[7]。王锐淇等采用空间面板模型研究区域创新能力影响因素时有相同的发现,他还指出我国东部地区政府的创新活动能促进高校和金融机构创新^[8]。大量文献聚焦于企业与高校和科研机构之间交互作用的研究,认为企业与知识产出部门之间的交互合作对于区域创新系统意义重大^[9],在分析主体间高资源互补性的基础上深入探讨了它们之间交互作用的内部机理^[10-13]。这些研究在理论与测度方法上都取得了丰硕的成果,但都未能从创新主体视角系统考察主体及其交互作用对区域创新的产出效应,且鲜有文献关注到政府和其他主体交互作用的产出效应。高月姣等结合因子分析和面板数据回归模型全面探讨了创新主体及其交互作用的产出效应,发现除各创新主体有显著正向作用外,政府与企业的交互作用、政府与高校科研机构的交互作用的产出效应都为正,且后者表现更佳。企业与高校科研机构的交互作用的产出效应并不明显^[14]。上述研究中的固定参数模型从微观主体及其交互作用的创新表现探讨了区域创新动因,分析了区域创新主体和主体间交互作用的产出效应差异,然而,回归结果是在所有样本均值条件下获得的,只能反映创新主体及其交互作用对区域创新能力的平均影响程度,而未能体现出环境因素对创新主体及其交互作用产出效应的影响差异。

鉴于此,本文尝试采取变系数模型研究,将市场化程度引入模型,得到创新主体及其交互作用的产出效应变化趋势,揭示市场化因素影响下区域创新系统中企业、高校、科研机构和政府等创新主体间的互动情况,为中国区域创新系统建设提供参考依据。

二、指标选取与数据描述

(一) 区域创新产出和市场化程度指标的选取

区域创新产出分析中,选用专利指标衡量产出水平是较常用的做法^[7,14-15]。中国专利数据统计中包含专利授权量和专利申请量2个指标。由于专利授权量容易受专利机构等不确定性因素影响而出现异常波动,本文选用专利申请量测度区域创新产出,假定申请量滞后4年。选用市场化指数测度市场化程度。

(二) 采用因子分析法获取创新主体变量

为了克服用单个指标测度主体创新活动的缺陷,全面考察主体的创新产出效应,从不同角度科学选取刻画主体创新表现的指标后,利用因子分析法的降维技术,抽取公因子得到创新主体变量。

1. 选取主体创新活动指标

企业、高校和科研机构等直接行为主体最重要的创新活动当属研发资源投入。本着系统性、典型性、可操作性的原则,综合借鉴前人研究^[7-8,14-15],用R&D人员全时当量指标来体现研发人员投入力度,R&D经费内部支出指标来描述研发经费投入力度。为刻画企业对创新活动的投入强度,选取企业新产品开发经费占GDP比例作为指标。

政府间接影响区域创新,除了对其他主体提供科技拨款外,主要通过法律法规和产业政策等工具为其他创新主体创造良好的创新环境与氛围。遗憾的是,当前缺少对制度、体制、政策的直接测度,已有研究通常忽略政府的政策功能。借鉴李文贵和王锋正等人对政策制度变量的测度^[16-17],从樊纲等人编制的中国市场化指数系列报告中选取了“减少政府对企业的干预”“对生产者合法权益的保护”和“知识产权保护”等3个指标,从政府对企业创新的干预程度、法制创新环境、司法体系的创新水平、知识产权保护力度等方面进行间接描述。

综上,最终选用了11个指标,包括X1:高等学校R&D人员全时当量,X2:R&D机构R&D人员全时当量,X3:高等学校(R&D)经费内部支出,X4:R&D机构R&D经费内部支出,X5:大中型工业企业R&D人员全时当量,X6:大中型工业企业R&D经费支出,X7:新产品开发经费占GDP比例,X8:地方财政科技拨款占地方财政支出比重,X9:对生产者合法权益保护,X10:减少政府对企业干预,X11:知识产权保护。

文中数据涉及的中国30个省市地区的创新主体活动指标、市场化指数年专利数据(其中西藏地区部分缺失未加讨论)均来源于公开出版的统计年鉴和政府报告,包括2005—2017年的《中国科技统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国市场化指数报告》和

《工业企业科技活动统计年鉴》等。

2. 因子分析

传统的因子分析法研究的初始指标是截面数据,不适用于本文所选的面板数据。Buesa^[7]、Zhao^[18]和高月姣^[14]将不同时间维度的截面数据综合在一起,得到大样本后进行因子分析,并利用面板数据的因子得分进行回归分析,考察了区域创新的影响因素。这种处理方法克服了因子得分的不可比性,同时也可以得到样本在不同时间维度的公因子得分。用这些公因子进行回归分析既能消除变量之间的共线性问题使回归模型更稳定,又能更清晰地说明问题。本研究借鉴这一方法对区域创新主体的创新活动进行动态分析,所用软件为 SPSS 18.0。

首先对 R&D 经费支出数据以 2001 年为基期平减预处理,然后将 11 个指标数据进行适用性检验, KMO 值为 0.808,球形 Bartlett 检验也以 0.000 显著通过,因子模型合适。按照主成分法提取因子,前 3 个因子所解释的方差占总方差的累计百分比达到 84.359%,因此提取 3 个主因子。采用方差最大旋转法使因子之间的方差差异最大化,得到旋转后的因子载荷矩阵(表 1)。

表 1 旋转成份矩阵

原始变量	成份		
	1	2	3
X1:高等学校 R&D 人员全时当量	0.748	0.461	0.317
X2:R&D 机构 R&D 人员全时当量	0.969	0.018	0.112
X3:高等学校(R&D)经费内部支出	0.792	0.422	0.354
X4:R&D 机构 R&D 经费内部支出	0.965	0.020	0.165
X5:大中型工业企业 R&D 人员全时当量	0.114	0.927	0.160
X6:大中型工业企业 R&D 经费支出	0.110	0.924	0.278
X7:新产品开发经费占 GDP 比例	0.179	0.716	0.397
X8:地方财政科技拨款占地方财政支出比重	0.410	0.327	0.683
X9:对生产者合法权益保护	0.177	0.150	0.851
X10:减少政府对企业干预	0.153	0.461	0.663
X11:知识产权保护	0.214	0.613	0.637

第一主因子 F_1 有高载荷的指标是 X_1, X_2, X_3, X_4 , 这4个变量从研发经费支出和人员投入两方面体现了高校和科研机构等知识产出部门的创新表现, 故称为高校科研机构创新, 记为 $UNIVINS$ 。高校和科研机构的研发资源投入高度相关, 二者都是知识创新的主体, 在区域创新系统的功能定位、运行模式等方面均有相似之处, 此处因子分析结果将它们合并为一个综合变量是可以理解的。第二主因子 F_2 有高载荷的指标是 X_5, X_6, X_7 , 这3个变量体现了企业的创新活力, 故称为企业创新, 记为 $FIRM$ 。第三主因子 F_3 在 X_8, X_9, X_{10}, X_{11} 上有高载荷, 分别从资金投入和创新政策等方面反映了政府的创新参与度, 故称为政府创新, 记为 GOV 。

借助因子得分系数矩阵, 可以将公因子用原始变量的标准化值的线性组合表示, 得到3个公因子的得分, 为以下回归模型研究做好前期数据准备。

三、建立变系数模型

变系数模型为:

$$y = \beta_0(u) + \beta_1(u)x_1 + \beta_2(u)x_2 + \cdots + \beta_j(u)x_j + \cdots + \beta_p(u)x_p + \varepsilon \quad (1)$$

其中 y 是响应变量, $X = (x_1, x_2, \cdots, x_p)^T$ 和 u 是协变量且相互独立, 变参数 $\beta_j(u)$ 反映了第 j 个变量 y 对因变量的影响随变量 u 的变化趋势, 暗含了变量 x_j 与变量 u 之间的交互关系。该模型是探索变量间回归关系的重要工具, 既能精确描述数据, 又可以很好地避免非参数估计中的“维数灾难”问题, 较好地结合了线性模型和非参模型的优点, 在近20年的研究中得到了专家学者的青睐并被广泛应用于环境科学、生物数据以及经济问题研究中。如, 舒通认为国际石油价格会受到全球经济增长、地缘政治、生产成本、替代能源价格等因素的影响, 并采用变系数模型预测了WTI原油现货的季度平均价格^[19]。傅晓霞采用变系数能源效率模型, 研究不同发展阶段和经济条件下技术进步、工业化程度、重工业比重和能源价格等因素对能源效率影响程度的差别及趋势变化, 探索了能源效率决定机制的变化^[20]。Lynch等用变系数模型研究了孕产妇营养状况和产前甲基汞毒性之间的关系, 认为孕妇在妊娠期应重视持续食用鱼类产品等^[21]。

在专利产出过程中, 高等学校、科研机构与企业直接进行创新生产, 是区域创新的直接主体, 政府则通过与其他主体的互动间接影响创新, 是区域创新的间接主体。市场化程度并不直接影响创新产出, 而是通过市场竞争等带动创新主体间的知识和人才流动, 通过调整区域资源配置和变革创新激励制度等影响创新产出, 因此它对区域创

新的影响最终需通过创新主体及主体间的交互作用的产出效应间接体现出来。为考虑市场化程度对各产出效应的影响,用 MI 表示市场化指数,构建如下变系数模型:

$$\ln y = \beta_0(MI) + \beta_1(MI) UNIVINS + \beta_2(MI) FIRM + \beta_3(MI) FIRM * UNIVINS + \beta_4(MI) UNIVINS * GOV + \beta_5(MI) FIRM * GOV + \varepsilon \quad (2)$$

其中被解释变量 y 表示区域创新能力,自变量 $UNIVINS, FIRM, GOV$ 分别表示高校-科研机构创新、企业创新和政府创新。据于俊年^[22]和 Zhao^[18]等的交互作用测度的方法,在模型中添加了3个交互项 $FIRM * UNIVINS, UNIVINS * GOV, FIRM * GOV$,目的是考察主体变量间交互作用的产出效应。 $\beta_0(MI)$ 是常数项,系数 $\beta_1(MI), \beta_2(MI), \beta_3(MI), \beta_4(MI)$ 和 $\beta_5(MI)$ 是变参数,均是市场化指数的函数,依次反映市场化程度影响下,高校科研机构,企业,企业和高校科研机构的交互作用,高校科研机构和政府的交互作用,企业和政府的交互作用等5个变量对创新产出的影响。

四、模型估计及结果讨论

首先选取了具有良好数学特性、易于进行统计推断的 Epanechnikov 核函数,采用局部线性化法估计出与所有样本点相对应的变系数取值,然后根据广义交叉验证法则获取最优带宽,得到模型中的5个半弹性变系数。采用软件 R 3.5.3 编程。运行结果显示最优带宽 $oph = 0.25$ 。

由于半弹性系数随市场化指数变化,为直观显示,将最终结果以市场化指数为横轴,以5个变量对区域创新能力的影响系数为纵轴作图如下。图1—图5反映了5个创新主体及其交互作用变量对区域创新能力的影响受市场化影响的变化趋势。相较于以往单纯的固定参数模型,基于市场化指数的变系数模型结果提供了更为全面、丰富的信息。

从图中可以看出,创新主体及其交互作用的产出效应都随市场化程度变化发生了具有明显趋势的非线性变化。随着市场化程度的提高,高校科研机构对区域创新能力的影响减弱,但恒为正(图1);企业的创新活动对区域创新能力的影响总体上呈先上升后下降趋势(图2);高校科研机构和政府的交互作用、企业和高校科研机构交互作用的产出效应随市场化程度的提高整体上都呈上升趋势(图3、图4);企业和政府的交互作用对区域创新能力的影响系数先增大后减小(图5)。

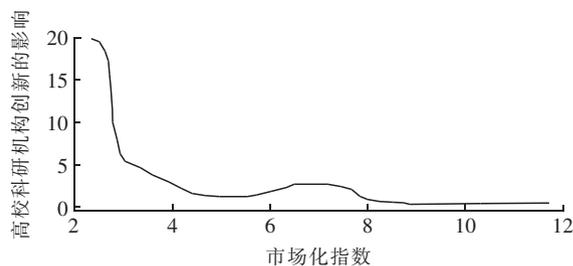


图1 市场化影响下高校科研机构的产出效应曲线

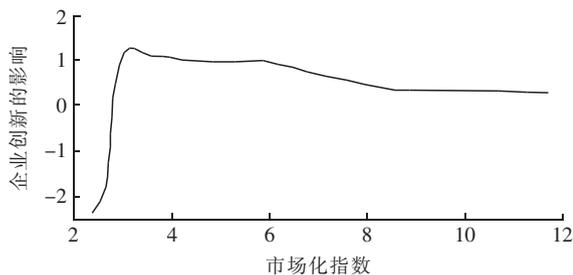


图2 市场化影响下企业的产出效应曲线

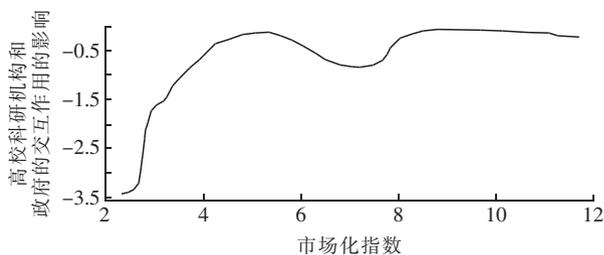


图3 市场化影响下高校科研机构 and 政府的交互作用的产出效应曲线

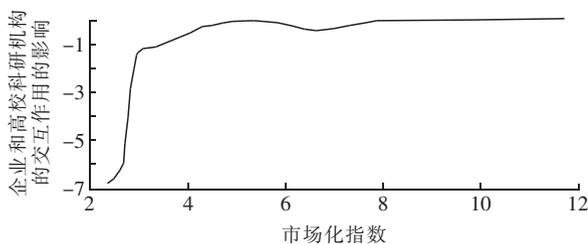


图4 市场化影响下企业和高校科研机构的交互作用的产出效应曲线

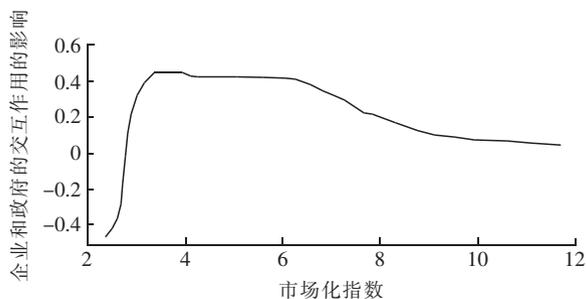


图5 市场化影响下企业和政府的交互作用的产出效应曲线

结合中国区域创新现状和市场化程度变化情况可以发现,这些产出效应趋势变化与区域创新主体的功能定位及创新水平高度相关。

与高校科研机构的产出效应趋势逐渐下降不同,市场化程度对企业产出效应的影响先增加后减少,这主要是由二者的功能定位差异造成的。市场化程度较低时,创新资源由国家计划分配到高校和科研机构,通过发挥杠杆效应促进知识生产,高校科研机构的产出效应较高。虽然企业和高校科研机构都创造新知识,但高校和科研机构更关心基础研究,而企业通过直接面向市场而致力于创造与生产相关的科技知识。因此,随着

市场化水平的提高,市场资源流向企业主体,有力地促进了区域内部知识的流动与生产,从而有效提升了创新能力。由于我国尚处于经济转型期,产权保护机制并不健全,市场机制也尚未完善,面对激烈的市场竞争,虽然企业的创新动力有所增强,但创新水平整体不高已经成为知识流动和资源流动的制约,对区域创新的影响呈减弱趋势。

政府通过科技拨款、减免税负和政府购买等扶持行为对企业创新生产提供直接帮助,二者之间的资源流动能有效促进知识流动,带动以专利为代表的区域知识的显著增加。随着市场化程度的提高、市场机制逐步完善、创新资源配置市场化,政府将逐渐转变职能,其介入宏观调控的程度会降低,将主要扮演创新引导者角色。我国政府的创新活动水平不高,对企业创新活动或急功近利或谨小慎微的越位干预会损害市场公平竞争的环境,并违反企业创新的内在发展规律,导致产出效应逐步下降。但是一些基础研究仍需高校和科研机构承担,政府会通过知识产权保护、科技拨款等方式支持高校和科研机构创新,促进创新生产,使得高校科研机构和政府的产出效应逐步增大。数据显示,当市场化指数达到9.76时,产出效应才出现正值。实证结果出现负效应存在多方面原因。其一,高校和科研机构产生的知识外溢效应慢,对创新产出有滞后效应;其二,高校和科研机构自身的创新水平有限时,可能会更多地考虑使用政府经费拨款,对高校和科研机构经费产生挤出效应;其三,对政府科技拨款使用效率不高等均会阻碍区域创新。

高校科研机构和创新企业的创新目标不同,企业的目标是通过合作获取技术,而高校科研机构的目标是完成科研考核、获奖等。企业强调技术保密而高校科研机构强调知识分享。市场化程度较低时,这些机构属性上的冲突造成创新资源配置的低效,使它们之间的知识流动和资源流动产生严重障碍,阻碍了区域创新的知识生产。市场化程度的提高、市场机制的不断完善、合作模式的多样化,能促使高校和科研机构更重视市场需求,减少与企业的属性冲突,降低主体间的匹配成本,使创新资源配置更加合理,促使二者之间知识的生产、传播、流动与转移速度逐渐加快,带动区域创新的提高。这一结论说明:市场化程度低的地区,企业和高校科研机构的交互作用对区域创新有阻碍作用;市场化程度高的地区,企业和高校科研机构的交互作用能促进区域知识生产,只是现阶段影响还比较微弱。

五、结论与建议

本文构建变系数模型,讨论了市场化程度影响下企业、高校科研机构和政府等创

新主体及其交互作用产出效应的趋势变化。与已有研究相比,文中选用的研究方法能够提供更加丰富全面的信息,弥补了以往文献忽视市场化程度这一环境变量讨论主体及其交互作用创新表现的不足,提供了更为贴近现实的分析结果,有利于政策制定者有针对性地提出区域创新目标与措施。结果显示,当以专利测度区域创新能力时,区域创新主体及其交互作用的产出效应会随着市场化程度的改变而发生变化。高校科研机构对区域创新能力的影响持续下降,但始终维持在正的水平;企业的影响先增强后减弱;高校科研机构与企业 and 政府等其他主体的交互作用对区域创新能力的影响都呈上升趋势,企业和政府的交互作用的影响表现为先增强后减弱。

根据区域创新系统理论,相对完善的市场制度是主体间交互作用发挥的必要前提,但是研究结果显示,创新主体及其交互作用对区域创新能力的影响程度并没有因为市场化程度的提高持续增加,相反,大部分变量的影响都有减弱的趋势。这充分体现了,在激烈的市场竞争机制下,由我国创新主体的创新能力不足和创新主体间交互作用的机制障碍等造成的创新主体市场竞争能力不高是新形势下区域创新的薄弱环节,亟待解决。

首先,在创新政策举措上,政府应多种方式并举。一方面,要通过科技经费拨款和创新政策扶持等引导资源在高校、科研机构以及企业之间的有效配置,提高各创新主体的自主创新能力,带动区域的知识产出。另一方面,需要大力提高政府部门的管理创新能力,避免政府资金对其他主体研发经费的“挤出效应”,同时兼顾资源使用效率和公平,发挥主体间交互作用的最大产出效应。

其次,针对各地区的市场化程度差异,实行区域创新差异化政策。政府需要思考创新主体的创新表现与市场化程度之间的“匹配”问题,推动制度创新和科技创新两个轮子一起转,促进市场和创新的和谐共振,从而最大限度地提升创新能力。

参考文献:

- [1] ANTONIO K, WILLIAM L. Regional innovation system, absorptive capacity and innovation performance: an empirical study[J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 2015(92): 99 - 114.
- [2] LUNDVALL B. Innovation as an interactive process[J]. *China Soft Science*, 2010(1): 101 - 106.
- [3] AUTIO E. Evaluation of R&D in regional systems of innovation[J]. *European Planning Studies*, 1998(2): 131 - 140.
- [4] 官建成, 刘顺忠. 区域创新系统测度的研究框架和内容[J]. *中国科技论坛*, 2003(2): 24 - 26.

- [5] DOLOREUX D, PARTO S. Regional innovation systems: current discourse and unresolved issues[J]. *Technology in Society*, 2005(2): 133 - 153.
- [6] 薛捷, 张振刚. 基于知识基础、创新网络与交互式学习的区域创新研究综述[J]. *中国科技论坛*, 2011(1): 104 - 111.
- [7] BUESA M, HELJSA J, BAUMERT T. The determinants of regional innovation in Europe: a combined factorial and regression knowledge production function approach[J]. *Research Policy*, 2010(6): 722 - 735.
- [8] 王锐淇, 张宗益. 区域创新能力影响因素的空间面板数据分析[J]. *科研管理*, 2010(3): 17 - 26.
- [9] ROBIN C, NATALIA Z. University effects on regional innovation[J]. *Research Policy*, 2013(3): 788 - 800.
- [10] 李林, 傅庆. 产学研主体创新效率对区域创新的影响研究[J]. *科技进步与对策*, 2014(5): 45 - 49.
- [11] DRAGHICI A, BABAN C, GOGAN M, et al. A knowledge management approach for the university-industry collaboration in open innovation[J]. *Procedia Economics and Finance*, 2015(23): 23 - 32.
- [12] 洪勇, 李琪. 基于主体间多维交互的产学研知识转移机理[J]. *科学学研究*, 2018(5): 857 - 867.
- [13] FLORIAN SZÜCS. Research subsidies, industry-university cooperation and innovation[J]. *Research Policy*, 2018(7): 1256 - 1266.
- [14] 高月姣, 吴和成. 创新主体及其交互作用对区域创新能力的影响研究[J]. *科研管理*, 2015(10): 51 - 57.
- [15] 陈凯华, 寇明婷, 官建成. 中国区域创新系统的功能状态检验: 基于省域 2007—2011 年的面板数据[J]. *中国软科学*, 2013(4): 79 - 96.
- [16] 李文贵, 余明桂. 产权保护与民营企业国有化[J]. *经济学*, 2017(4): 1341 - 1366.
- [17] 王锋正, 姜涛, 郭晓川. 政府质量、环境规制与企业绿色技术创新[J]. *科研管理*, 2018(1): 26 - 33.
- [18] ZHAO S, WEI S, ZHU Y. Evaluating China's regional collaboration innovation capability from the Innovation actors perspective: an HP and cluster analytical approach[J]. *Technology in Society*, 2013(3): 182 - 190.
- [19] 舒通. 基于变系数回归模型的石油价格预测[J]. *数理统计与管理*, 2008(5): 815 - 820.
- [20] 傅晓霞, 吴利学. 中国能源效率及其决定机制的变化: 基于变系数模型的影响因素分析[J]. *管理世界*, 2010(9): 45 - 54.
- [21] LYNCH M, HUANG L, COX C, et al. Varying coefficient function models to explore interactions between maternal nutritional status and prenatal methylmercury toxicity in the seychelles child development nutrition study[J]. *Environmental Research*, 2011(1): 75 - 80.
- [22] 于俊年. 计量经济学软件: EVIEWS 的使用[M]. 北京: 对外经济贸易大学出版社, 2012.

(责任编辑: 张秀宁)

Output effects of innovative actors and their interaction based on marketization degree

GAO Yuejiao

(School of Economics, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210023, China)

Abstract: The output effect change along with marketization degree of regional innovative actors and their interaction are studied through a varying coefficient model combined with factorial analysis of panel data, in which marketization index is introduced as explanatory variable. The results show that the output effect of regional innovative actors and their interaction all show obvious trend of nonlinear change with the improvement of marketization degree. The influence degree of innovative actors and their interaction on regional innovation ability does not increase continuously due to the improvement of marketization degree. On the contrary, the influence degree of most variables tends to weaken. The output effect of university-R&D institutions continues to decline and the output effect of enterprises increases initially and decreases subsequently with marketization degree. The output effect of the interaction of enterprises and university-R&D institutions as well as the interaction of university-R&D institutions and government shows an increasing trend, whereas the output effect of the interaction of enterprises and government increases initially and decreases subsequently. Lack of innovation ability and interaction mechanism barriers are the constraints of the low competitiveness of the main market.

Key words: output effect; innovative actors; varying coefficient model; marketization