

# 非均质空间格局下经济极化对技术创新的影响效应研究

## ——基于两阶层线性模型的实证分析

周 密 盛玉雪\*

**摘 要:** 本文运用阶层结构理论模型剖析经济极化对技术创新的影响机理,同时构建两阶层线性模型对这一影响机理进行实证分析。经济极化对创新的影响效应分为两个部分:一是经济极化对创新的直接影响效应;二是经济极化通过创新过程变量的间接影响效应。考虑阶层结构关系与不考虑阶层结构关系相比,不同因素对创新的影响效应存在较大差异。不同的极化度通过对经费与人力资本的反向调节来影响创新产出,且不同的极化度在跨层级交互效应的传递路径中对特定因素的调节具有互补性。经济极化并不通过私营比重这一中介变量发挥影响。未来提升创新产出的政策应注重四方面的转变。

**关键词:** 非均质空间; 经济极化; 技术创新; 跨层级交互效应

### 一、引 言

改革开放 30 多年来,以特惠政策为核心的区域非均衡发展战略的直接后果是资源向经济中心高度聚集,形成经济极化(Economic Polarization)。同时,经济极化所带来的空间非均质格局(郝寿义,2009)与地方政府在本区域的主导性并存,增加了不同区域相互协调的难度,为经济极化后的资源流动、产业互动与创新网络的形成设置了障碍,也必然会影响区域创新能力的整体提升。深入研究我国非均质空间格局下经济极化对技术创新的影响效应,将为设计有效的激励机制与决策,寻找区域协调发展“可描述”与“可实施”的政策提供有力依据。更为重要的是,这将为从技术创新的微观改革到区域协调发展宏观战略的重大转变提供完整路径。

极化是指“中间阶层消失”或“向极点聚集”的现象,是反映经济社会差异的重要概念。经济极化描述的是发达的极点与周边落后区域所形成的经济发展两个极端的

\* 周 密、盛玉雪,南开大学经济与社会发展研究院(邮编:300071),E-mail:nkzhoumi@126.com;nkshengyuxue@126.com。基金项目:2011年度国家社科基金项目“中国跨越‘中等收入陷阱’的战略创新研究”(编号:11CJL003);2011年度教育部人文社科项目“非均质后发大国中经济极化、区域互动与协调发展的路径选择研究”(编号:11YJC790307);2011年天津科技计划项目“促进官-产-学-研-中协作网建设的政策研究-基于创新链、产业链与技术转移链深度融合的视角”(编号:11ZLZLZT04000)。

现象(邓向荣、周密、李伟,2007)。经济极化是非均质空间的重要体现。非均质空间是指由非同质的经济联系所形成的经济空间。布德维尔(Boudeville J.R.,1966)将这种非同质经济联系划分为计划空间和极化空间。在我国区域经济发展背景下,经济极化不仅是非均质空间结构性布局的重要类型,也是改革开放非均衡战略实施以来的重要现实格局。

经济极化与非均衡在概念与内涵上存在区别。非均衡概念强调样本偏离全局均值的分布情况;极化概念强调特定区域成员围绕样本局部均值成聚类式分布,同一类成员之间具有非常相似的特征,不同区域的成员具有不同的特征。由于,特定区域的技术创新必然受特定区域特征影响,当不同区域的成员具有显著不同特征时,对创新的影响也将呈现差异,这也成为影响技术创新的重要外部环境特征。虽然极化概念与非均衡概念存在区别,然而极化的理论基础正是非均衡发展理论。佩鲁(Francois Perroux,1950)指出,增长以不同的强度首先出现在一些增长点或增长极上,然后通过不同的渠道向外扩散,并对整个经济产生强大的辐射效应。缪尔达尔(Myrdal,1957)提出的循环因果累积理论指出,发展中国家存在“地理上的二元经济结构”(geographical dual economy),将首先形成极化效应的强化,只有当极化所带来的正外部性逐渐减小以至于消失时,才有可能出现区域之间协调发展。弗里德曼(Friedmann,1966)将中心-外围理论的概念引入区域经济学,促使增长极理论与地理空间理论结合起来。至此,极化理论的基础研究已经相对比较完善。

非均衡发展理论以定性的描述或历史经验分析为主,量化是一个方向。20世纪70年代开始,极化理论的量化研究开始逐步发展。开始时,基尼系数是主要的衡量指标(Atkinson,1970),然而Levy、Frank和Murnane(1992)等学者的研究显示,基尼系数以组间异质性为主,而忽略了组内同质性。20世纪90年代初,Wolfson(1994)测算出支持非均衡分布的最基本公理——匹古·道尔顿条件与极化概念并不一致。由于基尼系数没有考虑样本点的空间聚类分布特征,因此当组内同质性较大时,基尼系数就不能很好的衡量经济发展中的极化问题。鉴于此,多位学者对极化测度进行了研究,并相继形成了具有代表性的四种测度指数:基于类概念的Esteban-Ray指数(1994);基于排序公理的TsuiKy-Wang指数(1998);基于广义熵可分解特性的Kanbur-Zhang指数(2001)以及基于洛伦兹曲线的Wolfson指数(1994)。

我国学者利用极化度指数对我国极化在空间上的表现(欧向军和顾朝林,2004)、演化趋势(郭腾云2005)、分布特点与作用机制(赵映慧等,2010)以及形成原因(李正华等,2008)进行了整体研究。学者们的研究对本文具有重要启示,但这些研究也存在一定的局限。第一,区域经济社会差异所形成的非均质空间特征对创新的影响很少被关注。经济极化将会导致不同区域在创新资源投入、创新能力形成以及创新环境整合等诸多方面缺乏交互作用和动态发展,从而影响区域创新的协调发展,并最终导致国家创新体系执行与实施层面的阻碍。第二,虽然研究创新影响因素的文献很多,然而在经济极化影

响创新主题下构建理论与实证相统一的分析框架是一个崭新的方向。第三,对影响因素的处理方式上,在多元回归框架下,经济极化作为影响创新的环境因素与其他因素作为自变量放在同一层次,从而很难解决因素之间异质性的组内相关问题。本文的主要工作是对影响创新的不同层次因素进行结构划分,将经济极化作为环境变量与其他因素放在不同层面进行分类研究,从而解决在多元回归中层次性变量可能产生的内生性问题。

全文第二部分构建阶层结构理论模型分析经济极化对技术创新影响的内在机理;第三部分对经济极化进行测度研究,为后文的实证分析提供数据支撑;第四部分运用两阶层线性模型实证分析经济极化对技术创新的影响,重点分析跨层级交互效应;第五部分是结论及政策启示。

## 二、阶层结构下经济极化对技术创新影响的理论分析

### (一) 阶层结构下技术创新影响因素的内在层次关系

在对技术创新影响因素的研究中,传统的单层次模型将所有的影响因素视为同一层次自变量,模型发展的方向是自变量的数量扩展与指标优化,如图1所示。

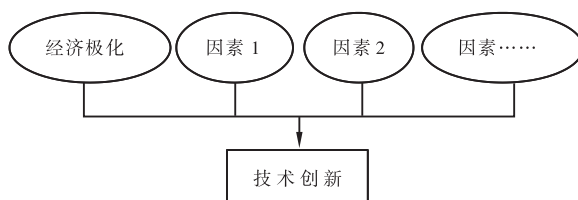


图1 单一层次模型中影响因素的关系

然而,不同因素不仅单独对技术创新产生影响,因素之间还存在某种相互关系。如果能够通过某种分层结构解构这种影响,则能更准确的反映影响创新的完整过程。Kreft I.&Leeuw J.(2007)的阶层结构理论指出由于不同分类之间隶属关系所形成的阶层数据结构(Hierarchical data structure)特征。这种结构由较低层次的观察数据嵌套在较高层次的数据之内组成。其中,处于较低层次的数据是个体层次,处于较高层次的数据是总体层次<sup>①</sup>。

影响技术创新的因素有多种多样。由于进行创新的微观主体企业总是嵌套于特定的时间与空间之中,受区域环境、产业环境或宏观环境的影响,因此从影响技术创新的变量结构来看,过程变量与环境变量是相互内属、嵌套的两个层次。又由于作为反映经济社会分化的重要变量,经济极化是区域创新环境的重要特征,因此经济极化与影响创

<sup>①</sup> 由于微观与宏观在经济学研究中都有其特定内涵,为避免产生歧义,本文统一使用总体层次与个体层次。

新的过程因素是两个不同的层次。基于此,技术创新的解释效果可能会来自于三个不同的部分,即创新过程部分、以经济极化为主的创新环境部分以及经济极化通过创新过程进行间接影响的部分。这种数据结构特征如图 2 所示。

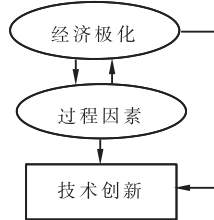


图 2 阶层结构下影响因素的关系

### (二) 不同层次因素影响技术创新的阶层结构理论模型分析

创新影响因素分为创新过程因素与创新环境因素,其中创新过程因素主要考虑资本因素、人才因素、所有制因素,创新环境因素主要考虑反映经济社会差异的极化度。

根据前文分析,假设创新环境与创新过程之间的阶层结构关系以  $(i, j)$  来表示,其中  $i$  是个体层次,  $j$  是总体层次。 $LnT_{ij}$  表示对技术创新产出的总体影响,  $LnO_{ij}$  表示创新过程的影响效应、 $LnU$  是创新环境的影响效应、 $LnO \times LnU$  为创新环境通过创新过程对创新产出的间接影响,即跨层级交互效应 (Cross-Level interaction effect) (温福星, 2009)。跨层级交互效应是指总体层次自变量对个体层次自变量影响力的调节效应,即第一层的自变量乘以第二层的自变量所出现的变异。(Snijders and Bosker, 1999)。

独立层次模型:

$$Ln(T_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 Ln(O_{ij}) + \beta_2 Ln(U_j) + \varepsilon_{ij}$$

阶层结构模型:

$$LnT_{ij} = \Upsilon_{00} + \Upsilon_{10} Ln(O_{ij}) + \Upsilon_{01} Ln(U_j) + \Upsilon_{11} Ln(O_{ij}) Ln(U_j) + r_{ij}$$

阶层结构模型与独立层次模型的区别在于总体层次对个体层次的作用将形成新的影响效应,即  $Ln(O_{ij}) Ln(U_j)$  部分。该部分体现了第二层因素对第一层因素的跨层级交互效应。由于阶层结构关系中过程因素对经济极化具有环境嵌入性,形成的关系为  $S = \{(1,2)\}$ , 假定,这种关系形成的收益函数为  $R(S\{(1,2)\}) = A$ , 且阶层关系中总体层次的边际收益为个体层次的某一常数倍  $\alpha$ 。

则根据阶层结构关系中不同层次之间的组分性质与层级收益性质:

① 组分性质:

$$\sum_{i \in C} Y_i(N, S, R) = RS(C)$$

② 层级收益性质:

$$Y_i(N, S, R) - Y_i(N, S | \{i, j\}, R) = \alpha(Y_j(N, S, R) - Y_j(N, S | \{i, j\}, R))$$

得到： $Y_1(N, \{(1, 2)\}, r) = \alpha Y_2(N, \{(1, 2)\}, r)$

$$\text{层级值为： } Y(N, S, r) = \left(\frac{\alpha}{\alpha+1} A, \frac{1}{\alpha+1} A\right)$$

$Y(N, S, r)$  的大小主要由两大因素决定。一个因素是层级收益指数  $\alpha$ 。这个指数的经济学含义是经济极化层次的边际收益是过程层次边际收益的某一常数倍。这种边际收益差距的形成主要是由经济极化因素对创新过程的影响作用引起的，如区域非协调发展刺激并限制企业创新过程中 R&D 投入的广度，从而影响产出。另一个因素是收益函数 A 的差异。收益函数的经济学含义是经济极化与过程因素作为整体对技术创新产生的影响有多大，即不同层次变量最终整体对技术创新产出产生的影响效果。由此得到两个假设。

(1) 假设 1：经济极化对创新的影响分为两个部分，一是经济极化直接对创新产生影响；二是经济极化通过创新过程变量间接影响创新。

(2) 假设 2：考虑经济极化与创新过程的阶层结构关系与不考虑阶层结构关系相比，不同因素对创新的影响效应将存在差异。

### 三、经济极化的测度：Esteban-Ray 极化度指数

影响技术创新的环境因素之多，使我们很难在一篇文章中全部涉及，本文将反映我国非均质后发大国结构性布局特征的经济极化作为环境因素的主要研究对象。选取 Esteban-Ray 指数（简称 ER 指数）来计算极化度，其基本思想是在一定的权数基础上，通过变量间的不断循环比较，内在的确定比较的基准，从而测度变量间的差异，如公式 (1) 所示。

$$f_{ER} = A \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_i^{1+\partial} p_j |x_i - x_j| \quad (1)$$

$n$  为样本数，即区域总数，本文选取的区域总数为 31 个； $p$  为区域权数， $p_i$ 、 $p_j$  分别为  $i$ 、 $j$  地区的变量值在全国（或所研究区域）的权重；参数  $A$  为极化指数的标准化系数，本文定义  $A = \frac{10}{\mu}$ ，其中  $\mu$  为研究区域按人口数或地区产值加权的经济变量均值， $\mu = \sum_{i=1}^n p_i X_i$ 。 $\partial$  为  $(0, 1.6)$  之间的特定值， $\partial$  值越接近 1.6，ER 指数越不同于标准的基尼系数。本文按一般惯例取 1.5。

为使极化度能够充分反映区域环境的不同特点，本文将考察反映生产性活动的产值极化度、区域人口分布的人口极化度以及综合考察二者的综合极化度三种不同的经

济极化。其中产值极化度中  $X$  取地区生产总值,  $p$  取地区产值比重; 人口极化度中  $X$  取地区年末人口,  $p$  取地区人口比重; 综合极化度中  $X$  取地区生产总值,  $p$  取地区人口比重。由于 2000 年开始, 我国的区域发展战略逐步从非均衡战略向协调发展战略转型, 因此选用 2000—2010 年的统计数据, 计算结果如图 3 所示。

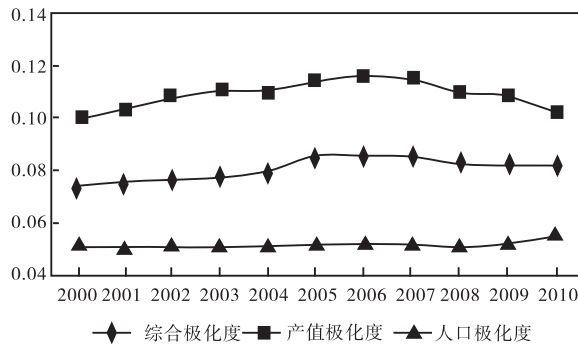


图 3 我国 2000—2010 年综合极化度、产值极化度和人口极化度的示意图

图 3 反映了近十年我国 31 个不同省级区域间经济社会差异变动的演进趋势: (1) 产值极化度的变动态势基本呈倒 U 型, 这意味着以生产性活动的物质产出衡量的区域经济差异呈现先增加后减弱的发展格局, 区域经济的协调程度在逐步提高。(2) 综合考虑生产性活动物质产出与人口分布的综合极化度与产值极化度呈现相同的变化态势。然而, 单独以人口分布来考查区域经济社会差异时, 2000 年—2009 年人口极化度变化不大, 而 2009—2010 年具有微弱上扬趋势。

#### 四、阶层结构下技术创新影响因素的实证分析

##### (一) 两阶层线性模型的变量及数据说明

技术创新影响因素中的经济极化与创新过程的内在嵌套关系具有异质性, 因此, 应该将这两类因素进行分层处理。本文构建两阶层线性模型 (Two-Level Hierarchal Linear Model, 简称 HLM2) 对异质性所产生的内生性问题进行解决。

##### 1. 变量的设计与说明

因变量为创新产出, 用各地区专利申请授权量 (项) (PATENT) 表示。专利是反映一个国家与地区新技术、新知识的累积能力, 是创新得以持续开展的主要来源 (吴玉鸣, 2007)。其中授权量与申请量相比, 能够更真实的反映最终获得政府认可的专利分布情况。

第一层次中考察创新过程的自变量分别为:

(1) 科研经费, 用 R&D 经费 (亿元) (RDFUND) 表示。在投入变量中, R&D 经费是

最重要的变量,是创新的核心要素。

(2) 人力资本。创新人才是最活跃的创新要素。从人才的形成与使用来看,R&D 人员反映了技术型人才的使用水平,用 R&D 人员全时当量(万人年)(RDPERS)表示。预算内教育经费,含城市教育费附加(亿元)(EDUFUN),反映了特定区域的初中、高中以及大专以上等各层次受教育人口的情况,能够综合反映人才存量水平与成长潜力。各层次教育经费投入的程度决定着企业人才的水平,正以多种形式直接进入创新过程之中。

(3) 所有制特征,用私营企业工业产值/国有及国有控股企业工业产值(PRIVSN)表示。安同良等(2006)通过江苏省制造业的问卷调查,测度到企业所有制特征是影响中国制造业企业创新活动的主要因素。

第二层次中,以极化度反映创新环境的社会特征。极化度分为综合极化度(ERXP)、产值极化度(ERXX)和人口极化度(ERPP)。经济极化是我国区域创新环境的重要特征:一是非均质空间格局正在成为我国区域层面技术差距形成的重要原因;二是,以新技术范式为基础的技术选择机制由于经济极化呈现区域差异,将进一步影响国家创新竞争力的形成。

上述变量设计如表 1 所示。

表 1 两阶层线性模型中主要变量的设计

变量类型	变量层次	变量名称	变量指标	关系预测
因变量		创新产出	专利授权量(项)	
自变量	第一层: 创新过程层 次	科研经费	R&D 经费(亿元)	+
		人力资本增量	R&D 人员全时当量(万人年)	+
		人力资本存量	预算内教育经费,含城市教育费附加(亿元)	+
	第二层: 创新环境层 次	所有制特征	私营企业工业产值/国有及国有控股企业工业产值	+
		综合极化度	综合 E-R 指数	?
		产值极化度	产值 E-R 指数	?
		人口极化度	人口 E-R 指数	?

## 2. 数据说明

第一层次与第二层次的变量涉及 31 个省市 2000 年到 2010 年 11 年的 341 组数据,为保证平稳性均取对数形式。数据来源包括《中国统计年鉴(2011)》、《2000—2011 年全国教育经费执行情况统计公告》、中国主要科技指标数据库、国家统计局数据库。需要说明的是,由于统计原因,缺 2010 年 R&D 人员全时当量的数据(未公布),缺 2000 年私营工业比重的数据(统计口径问题),缺 2010 年预算内教育经费的数据(未公布)。以上所缺的数据均采用差值法予以补充。采用最大似然法进行估计。

## (二) 实证结果分析<sup>①</sup>

根据 Snijders 与 Bosker(1999) 提出的阶层线性模型设定原则：“第二层组数为 10 左右时,使用固定效应的模式设定方程<sup>②</sup>”。由于本文第二层的组数为 11 年的数据,本文适用于固定效应。基本模型如式(5)、式(6)所示。综合考虑 1—8 八个模型:模型 1 只考虑第一层四个因素——科研经费、科研人员投入、私营比重以及教育经费因素;模型 2—4 则在模型 1 的基础上,考虑了第二层因素,分别加入了综合极化度、产值极化度和人口极化度;模型 5—7 是在第二层中两两考虑上述三个因素;模型 8 是在第二层中全部加入上述三个因素。

第一层模型:

$$LNPATENT_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} * (LNRDFUND_{ij}) + \beta_{2j} * (LNRDPERS_{ij}) + \beta_{3j} * (LNPRIVSN_{ij}) + \beta_{4j} * (LNEDUFUN_{ij}) + r_{ij} \quad (5)$$

第二层模型:

$$\begin{aligned} \beta_{0j} &= \gamma_{00} + \gamma_{01} * (LNERXP_j) + \gamma_{02} * (LNERXX_j) + \gamma_{03} * (LNERPP_j) \\ \beta_{1j} &= \gamma_{10} + \gamma_{11} * (LNERXP_j) + \gamma_{12} * (LNERXX_j) + \gamma_{13} * (LNERPP_j) \\ \beta_{2j} &= \gamma_{20} + \gamma_{21} * (LNERXP_j) + \gamma_{22} * (LNERXX_j) + \gamma_{23} * (LNERPP_j) \\ \beta_{3j} &= \gamma_{30} + \gamma_{31} * (LNERXP_j) + \gamma_{32} * (LNERXX_j) + \gamma_{33} * (LNERPP_j) \\ \beta_{4j} &= \gamma_{40} + \gamma_{41} * (LNERXP_j) + \gamma_{42} * (LNERXX_j) + \gamma_{43} * (LNERPP_j) \end{aligned} \quad (6)$$

在上述模型中,加入阶层结构后,由于系数经过了一定的变形,系数的大小所表示的已经不是弹性概念,因此主要从系数的方向与变化来考察影响效应。

1. 如模型 1 所示,不考虑阶层结构关系时,创新过程因素对创新产出的影响均显著正相关,且人力资本增量因素作用突出。这反映出当单独考虑以企业为主的过程因素时,人力资本增量因素比其他因素更能促进创新产出,这与创新是智力资本密集型活动有关。

### 2. 跨层级交互效应分析

(1) 跨层级交互效应的结构性分析。如模型 2 所示,当第二层加入综合极化度时,从截距项可知,综合极化度自身对创新产出的单独影响并不显著,却通过科研经费这一中介变量影响创新产出,即第二层科研经费系数的显著性。当第二层加入产值极化度时,产值极化度除单独负向作用于创新产出外,还通过调节经费与人员两个中介变量影响创新产出。当第二层加入人口极化度时,人口极化度除单独影响创新产出外,还通过科

① 在实证分析之前本文已经进行适用性检验,由于篇幅限制省略了过程。其中组内相关系数  $\rho$  为 0.1044,根据判定标准为:  $0.059 > \rho \geq 0.01$  为低度关联强度;  $0.138 > \rho \geq 0.059$  为中度关联强度;  $\rho \geq 0.138$  为高度关联强度。关联强度越高越适用于阶层线性模型,本文适用于本模型。

② 在该准则中,如果第二层组数不低于 10,且每一个第二层内的样本数不少于 100,则可以采用随机效应模式。本文由于数据限制无法满足这一条件,所以使用固定效应模型。



表 2 两阶层线性模型估计结果 1

自变量	系数	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4
截距项	$\gamma_{00}$	5.45*** (18.859)	- 10.42 (- 0.623)	- 24.51* (- 1.758)	- 124.71*** (- 2.597)
科研经费	$\gamma_{10}$	0.29*** (3.614)	8.34** (1.977)	6.95* (1.802)	22.053* (1.869)
人员投入	$\gamma_{20}$	0.57*** (5.569)	- 4.47 (- 0.960)	- 6.73* (- 1.631)	- 19.09 (- 1.344)
私营比重	$\gamma_{30}$	0.17*** (5.569)	1.39 (0.933)	1.13 (0.829)	3.52 (0.870)
教育经费	$\gamma_{40}$	0.22*** (3.489)	- 3.61 (- 1.038)	1.73 (0.577)	10.11 (1.076)
综合 极化 度	截距项	$\gamma_{01}$	- 5.86 (- 0.886)		
	科研经费	$\gamma_{11}$		3.11* (1.862)	
	人员投入	$\gamma_{21}$		- 1.89 (- 1.016)	
	私营比重	$\gamma_{31}$		0.47 (0.791)	
	教育经费	$\gamma_{41}$		- 1.58 (- 1.144)	
产值 极化 度	截距项	$\gamma_{02}$		- 13.24** (- 2.121)	
	科研经费	$\gamma_{12}$		2.94* (1.690)	
	人员投入	$\gamma_{22}$		- 3.20* (- 1.724)	
	私营比重	$\gamma_{32}$		0.42 (0.676)	
	教育经费	$\gamma_{42}$		0.65 (0.484)	
人口 极化 度	截距项	$\gamma_{03}$			- 43.57*** (- 2.700)
	科研经费	$\gamma_{13}$			7.31* (1.840)
	人员投入	$\gamma_{23}$			- 6.57 (- 1.375)
	私营比重	$\gamma_{33}$			1.13 (0.825)
	教育经费	$\gamma_{43}$			3.29 (1.076)

注：\*，\*\*，\*\*\*分别表示在 10%，5%，1%的显著性水平下显著。

表 3 两阶层线性模型估计结果 2

自变量	系数	模型 5	模型 6	模型 7	模型 8	
截距项	$\gamma_{00}$	-0.36 (-0.020)	86.18 (1.525)	-0.94 (-0.017)	-63.17 (-0.842)	
科研经费	$\gamma_{10}$	5.87 (1.380)	-6.43 (-0.526)	10.06 (0.802)	38.85* (1.918)	
人员投入	$\gamma_{20}$	-1.01 (-0.209)	29.54* (1.886)	8.39 (0.544)	-24.25 (-1.033)	
私营比重	$\gamma_{30}$	0.87 (0.597)	-1.49 (-0.124)	0.65 (0.157)	4.66 (0.694)	
教育经费	$\gamma_{40}$	-5.25 (-1.490)	-19.12* (-1.923)	-12.15 (-1.198)	-7.92 (-0.575)	
综合极 化度	截距项	$\gamma_{01}$	33.87** (2.470)	-12.01* (-1.674)		61.0** (2.549)
	科研 经费	$\gamma_{11}$	-3.59 (-1.120)	3.81** (2.052)		-15.69** (-2.407)
	人员 投入	$\gamma_{21}$	10.63*** (2.742)	-3.91* (-1.900)		20.60*** (2.786)
	私营 比重	$\gamma_{31}$	-0.49 (-0.430)	0.51 (0.774)		-1.85 (-0.801)
	教育 经费	$\gamma_{41}$	-7.74*** (-2.968)	-0.57 (-0.382)		-7.92* (-1.773)
	产值极 化度	截距项	$\gamma_{02}$	-40.41*** (-3.368)		-8.76 (-1.411)
科研 经费		$\gamma_{12}$	6.48** (2.044)		3.57** (2.092)	18.25*** (3.077)
人员 投入		$\gamma_{22}$	-12.62*** (-3.436)		-3.30* (-1.791)	-22.90*** (-3.492)
私营 比重		$\gamma_{32}$	0.85 (0.753)		0.42 (0.701)	1.87 (0.896)
教育 经费		$\gamma_{42}$	6.22*** (2.580)		-0.87 (-0.648)	7.18* (1.811)
人口极 化度		截距项	$\gamma_{03}$		37.83* (1.827)	4.77 (0.268)
	科研 经费	$\gamma_{13}$		-5.57 (-1.216)	0.57 (0.142)	12.61* (1.608)
	人员 投入	$\gamma_{23}$		13.19** (2.261)	5.20 (1.027)	-8.60 (-0.934)
	私营 比重	$\gamma_{33}$		-0.66 (-0.450)	-0.16 (-0.125)	1.68 (0.639)
	教育 经费	$\gamma_{43}$		-6.10* (-1.664)	-3.58 (-1.117)	-1.49 (-0.278)

注：\*，\*\*，\*\*\*分别表示在 10%，5%，1%的显著性水平下显著。

研经费这一中介变量影响创新产出。这验证了第一个假设:经济极化对创新的影响分为两个部分,一是经济极化直接对创新产生影响;二是经济极化通过创新过程变量间接影响创新。

(2) 跨层级交互效应中双边层次的关系传递路径分析。当第二层加入综合极化度时,形成一条影响路径:“ $\uparrow$ 综合极化度 $\rightarrow$ 科研经费 $\uparrow$  $\rightarrow$ 创新产出 $\uparrow$ ”。当第二层加入产值极化度时,形成两条影响路径“ $\uparrow$ 产值极化度 $\rightarrow$ 创新产出 $\downarrow$ ”,“ $\uparrow$ 产值极化度 $\rightarrow$  $\uparrow$ 科研经费+科研人员 $\downarrow$  $\rightarrow$ 创新产出 $\downarrow$ ”。当第二层加入人口极化度时,人口极化度对创新产出形成两条影响路径:“ $\uparrow$ 人口极化度 $\rightarrow$ 创新产出 $\downarrow$ ”,“ $\uparrow$ 综合极化度 $\rightarrow$ 科研经费 $\uparrow$  $\rightarrow$ 创新产出 $\uparrow$ ”。

第二层加入综合极化度与产值极化度时,综合极化度既直接正向作用于创新产出,又通过正向调节科研人员和负向调节教育经费的作用间接作用于创新产出,形成两条影响路径:“ $\uparrow$ 综合极化度 $\rightarrow$ 创新产出 $\uparrow$ ”,“ $\uparrow$ 综合极化度 $\rightarrow$  $\uparrow$ 科研人员+教育经费 $\downarrow$  $\rightarrow$ 创新产出 $\uparrow$ ”;产值极化度既直接负向作用于创新产出,又通过负向调节科研人员和正向调节教育经费的作用间接作用于创新产出,形成两条影响路径“ $\uparrow$ 产值极化度 $\rightarrow$ 创新产出 $\downarrow$ ”“ $\uparrow$ 产值极化度 $\rightarrow$  $\downarrow$ 科研人员+教育经费 $\uparrow$  $\rightarrow$ 创新产出 $\uparrow$ ”。因此,综合极化度与产值极化度在双边层次关系的传递路径中具有一定的互补性。

第二层加入综合极化度与人口极化度时,综合极化度既直接负向作用于创新产出,又通过正向调节经费,负向调节人员投入间接影响创新产出,形成两条影响路径“ $\uparrow$ 综合极化度 $\rightarrow$ 创新产出 $\downarrow$ ”“ $\uparrow$ 综合极化度 $\rightarrow$  $\uparrow$ 科研经费+ $\downarrow$ 科研人员 $\rightarrow$ 创新产出 $\uparrow$ ”。人口极化度直接正向作用于创新产出,并通过正向调节人员投入,负向调节教育经费间接影响创新产出,形成两条影响路径“ $\uparrow$ 人口极化度 $\rightarrow$ 创新产出 $\uparrow$ ”“ $\uparrow$ 人口极化度 $\rightarrow$  $\uparrow$ 科研人员+教育经费 $\downarrow$  $\rightarrow$ 创新产出 $\uparrow$ ”。综合极化度与人口极化度在双边层次关系的传递路径中对科研人员的调节具有一定的互补性。

第二层加入产值极化度与人口极化,人口极化度并不显著,产值极化度并不单独直接作用于产出,而是通过对科研经费的正向和科技人员的负向调节作用来间接影响产出,形成一条影响路径“ $\uparrow$ 产值极化度 $\rightarrow$  $\uparrow$ 科研经费+ $\downarrow$ 科研人员 $\rightarrow$ 创新产出 $\uparrow$ ”。

总体来看,不同的极化度通过对经费与人员的反向调节来影响创新产出,且不同的极化度在双边层次关系的传递路径中对特定因素的调节具有一定的互补性。

3. 综合考虑三种不同极化影响时,过程因素单独作用减弱,创新过程因素中唯有科研经费因素显著。极化因素通过调节创新过程影响创新产出的效应突显。当第二层同时加入综合极化度、产值极化度和人口极化度时,对于科研经费,产值极化度和人口极化度均是正向调节,综合极化度是负向调节;对于人员投入,产值极化度为负向调节,而综合极化度为正向调节;对于教育经费,产值极化度为正向调节,而综合极化度为负向调节。

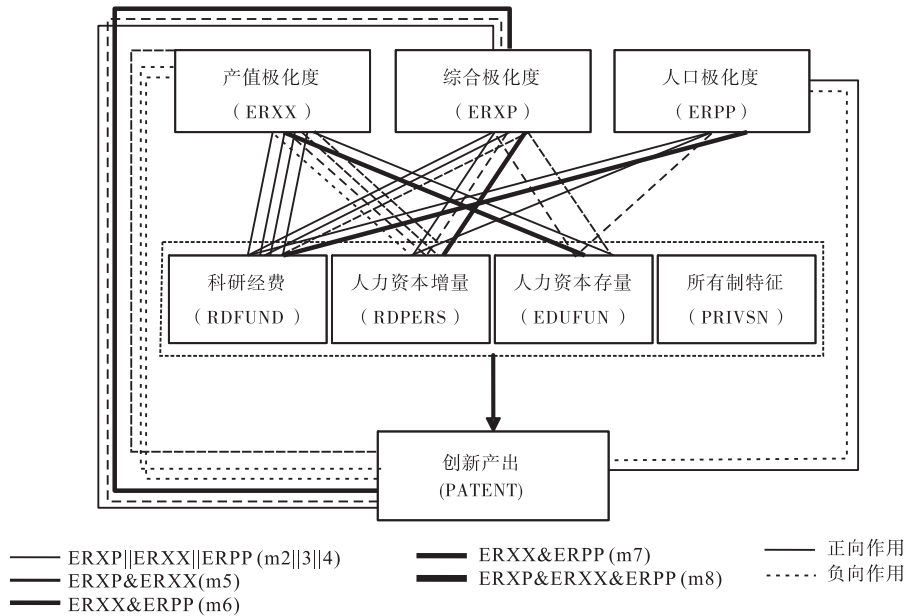


图 4 跨层级交互效应中双边层次的关系传递路径

总体而言,上述分析验证了假设 2:考虑经济极化与创新过程的阶层结构关系与不考虑阶层结构关系相比,不同因素对创新的影响效应将存在较大差异。此外,经济极化并不通过私营比重这一中介变量发挥影响。因此,在创新活动的调节中,不应存在所有制歧视。

## 五、结论及政策启示

本文运用阶层结构理论模型剖析经济极化对技术创新的影响机理,指出阶层结构数据特征变量与单层次模型中的变量具有显著不同,这来源于两个方面:一是不同层次之间边际收益差距所形成的跨层级效应;二是收益函数差异所形成的阶层结构与非阶层结构对创新影响效应的差异。通过构建两阶层线性模型,本文对这一影响机理进行实证分析,跨层级交互效应的结构性分析与双边层次的关系传递路径分析显示了以下几个方面。(1)经济极化对创新的影响效应分为:一是经济极化对创新直接的影响效应;二是经济极化通过创新过程变量间接的影响效应。(2)考虑阶层结构关系与不考虑阶层结构关系相比,不同因素对创新的影响效应存在较大差异。(3)不同的极化度通过对经费与人力资本的反向调节来影响创新产出,且不同极化度在跨层级交互效应的传递路径中对特定因素的调节具有互补性。(4)经济极化并不通过私营比重这一中介变量发挥影响。因此,在创新活动的调节中,不应存在所有制歧视。

未来提升创新产出的政策应注重四方面转变。第一,由单纯重视与创新过程相关的政策向创新过程与创新环境政策并举转变;第二,由单纯重视创新产出结果向重视实现创新产出的传递路径转变;第三,由单纯重视极化带来的协调障碍向非均质空间结构下不同极化度的协调转变;第四,由单纯重视创新投入规模增加向加强科研经费与人力资本的适配性转变。

### 参考文献

- [1] 安同良,施浩,Alcorta. 中国制造业企业 R&D 行为模式的观测与实证:基于江苏省制造业企业问卷调查的实证分析[J]. 经济研究, 2006(2).
- [2] 邓向荣,周密,李伟. 我国科技创新极化度指数的构造及区域比较[J]. 财经研究, 2007(6).
- [3] 郭腾云. 1952—2003 年我国区域经济极化趋势及其方向[J]. 河北师范大学学报, 2005(4).
- [4] 郝寿义,郝大江. 基于要素适宜度视角的空间经济增长[J]. 中南财经政法大学学报, 2009(3).
- [5] 李正华,徐小平,杜建国. 长三角区域经济发展不均衡和极化的演化分析[J]. 经济问题探索, 2008(06): 23—29.
- [6] 欧向军,顾朝林. 江苏省区域经济极化及其动力机制定量分析[J]. 地理学报, 2004, 59(5).
- [7] 温福星. 阶层线性模型的原理与应用[M]. 中国轻工业出版社, 2009.
- [8] 吴玉鸣. 中国区域研发、知识溢出与创新的空间计量经济研究[M]. 北京:人民出版社, 2007.
- [9] 赵映慧. 1990 年以来东北地区三大城市群的极化发展[J]. 经济地理, 2010(5).
- [10] Ita Kreft Jan Leeuw, 多层次模型分析导论[M]. 邱皓政, 郭志刚译. 重庆大学出版社, 2007.
- [11] Anthony B. Atkinson On the Measurement of Inequality [J]. Journal of economic theory 1970, 2.
- [12] Boudeville, J. R. Problems of Regional Economic Planning[M]. Edinburgh University Press, 1966
- [13] Esteban J, Ray D. On the Measurement of Polarization[J]. Econometrica, 1994, 62(4).
- [14] Friedmann, J. . Regional Policy A Case Study of Renezuella [M]. Cambridge, Mass: M. I. T. Press. 1966.
- [15] Kanbur, R. and Zhang, X., Fifty Years of Regional Inequality in China: A Journey through Revolution, Reform and Openness. [D]. Mimeo, Cornell University. 2001.
- [16] Levy, Frank & Murnane, Richard J, U. S. Earnings Levels and Earnings Inequality: A Review of Recent Trends and Proposed Explanations[J]. Journal of Economic Literature, American Economic Association, 1992. 30(3).
- [17] Myrdal, G. . Economic Theory and Underdevelopment Regions[M]. London: Duckworth, 1957.
- [18] Perroux F. Economic Spaces: Theory and Applications [J]. Quarterly Journal of Economics, 1950. 64(1).
- [19] Snijders, T. A. B., Bosker, R. J. Multilevel analysis: An Introduction to Basic and Advanced

Multilevel Modeling [M]. London: Sage. 1999.

- [ 20 ] Tsui ky, Wang YQ. Polarization Ordering and New Classes of Polarization Indices [D]. Memo: the Chinese University of HongKong, 1998.
- [ 21 ] Wolfson M C. Conceptual Issues in Normative Measurement When Inequalities diverges[J]. American Economic Review. 1994, 84.

## **The Effect of Economic Polarization on Technological Innovation in the Heterogeneous Space ——Base on the Empirical Research of Two-Level Hierarchical Line Model**

Zhou Mi Sheng Yuxue

(Nankai University, College of Economic and Social Development, Tianjin 300071, China)

**Abstract:** This paper analysis the effect of economic polarization on technological innovation using the theory of hierarchical structure model and base on a two-level hierarchical linear model we do the empirical research. The study proves that: (1) there a two kinds of economic polarization's effect on technological innovation, the direct one and the indirect one by regulating the innovation process; (2) the effect on innovation are quite different whether conceder the hierarchical structure or not; (3) different kinds of polarization regulate the fund and the human capital oppositely, and their cross-level interaction effects are complement; (4) economic polarization dose not exert influence through the private proportion variables. To enhance the output of innovation the policy should focus on four aspects of change in the future.

**Keywords:** Heterogeneous Space; Economic Polarization; Technological Innovation;  
Cross-Level interaction Effect

**JEL Classification:** O31 R11