

# 人力资本异质性和知识外溢对 产业结构升级的影响研究

——基于省级和区域面板数据的空间计量

武晓霞<sup>a</sup>, 金素<sup>b</sup>

(南京审计学院 a. 金审学院; b. 国际商学院, 江苏 南京 211815)

**[摘要]**运用 2002—2012 年数据,从省级层面和区域层面分析人力资本异质性、知识外溢等因素对产业结构升级的影响,所得主要结论如下:从省级层面看,人力资本异质性和以产业集聚衡量的知识外溢显著推动了产业结构升级,以研发存量和技术市场成交额衡量的知识外溢显著抑制了产业结构升级,但研发存量与人力资本相结合则有利于产业结构升级。从区域层面看,人力资本异质性和知识外溢对产业结构升级的影响存在区域差异。人力资本异质性显著有利于东部地区,不利于中部地区,对西部地区虽然有利但不显著。以研发存量衡量的知识外溢显著抑制了东部地区,有利于中部地区。以产业集聚衡量的知识外溢显著抑制了中部地区,对东部地区和西部地区的影响则不显著。以技术市场成交额衡量的知识外溢显著抑制了西部地区的产业结构升级,对东中部地区则没有显著影响。

**[关键词]**人力资本异质性;知识外溢;产业结构升级;人均受教育年限;研发存量;产业集聚;人力资本投资

**[中图分类号]**F249.2 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1672-8750(2015)05-0045-11

## 一、引言

2008 年的金融危机对中国经济产生了巨大冲击,许多学者认为本轮国际金融危机对中国经济的影响表面上是对经济增长速度的冲击,实质上是对不合理的经济发展方式的冲击。党的十八大报告提出“推进经济结构战略性调整是加快转变经济发展方式的主攻方向”<sup>[1]</sup>,而转变中国经济发展方式的核心内容之一就是产业结构升级问题。然而,中国各省区的产业结构升级程度存在巨大的空间差异,2002—2012 年 30 个省区(西藏除外)的产业结构升级的初步统计结果显示:产业结构升级程度较高的前八位省区中,东部地区占据六位,分别是北京、天津、上海、江苏、浙江和广东,西部地区仅有贵州和宁夏两省区。由此可知,产业结构升级在省区和区域层面存在较大差异,原因主要在于经济实力、经济开放度、政府政策等方面的差距较大。从新经济地理学研究视角来看,人力资本异质性与知识外溢也是影响产业结构升级的关键因素。那么,这些因素对于推动各省区和区域的产业结构升级究竟发挥了什么作用,其影响力的方向和大小究竟有何不同?此外,能否从理论上证明产业结构升级的空间差异确实存在呢?为此,我们将通过建立基本的理论假说和构建包含空间因素的空间面板计

**[收稿日期]**2014-12-28

**[基金项目]**国家社会科学基金项目(11CJY015);教育部人文社会科学基金项目(13YJC630083);江苏省第四期“333 工程”资助科研项目;中国浦东干部学院 2014 年度长三角改革发展研究课题;江苏高校哲学社会科学研究重点项目(2014ZDIXM016);江苏高校哲学社会科学研究基金项目(2014SJD149)

**[作者简介]**武晓霞(1982—),女,山西运城人,南京审计学院金审学院讲师,南京大学经济学院博士生,主要研究方向为空间经济学;金素(1980—),女,江苏南京人,南京审计学院国际商学院讲师,博士,主要研究方向为国际金融和货币经济学。

量模型对上述问题予以解答,并在所得结论的基础上为各省区和区域制定产业结构政策提供有效的建议。

## 二、基本理论假说

### (一)人力资本异质性与产业结构升级

人力资本有利于产业结构升级已经得到了许多学者的支持<sup>[2-5]</sup>,但各种经验研究的结果却存在争议,由此引发了人力资本的异质性问题。人力资本异质性是指不同群体的人力资本在技能、教育程度、社会地位等方面存在差异,不同区域的人力资本在数量、质量、结构等方面存在差异。区域间人力资本存量差异导致资本边际报酬差异,人力资本能够克服物质资本边际收益递减的趋势,尤其是高水平人力资本的增加有利于推动经济发展,从而推动区域产业结构升级。中国三大区域的人力资本表现出明显的异质性,即从西部到中部再到东部,人力资本水平依次递增<sup>[6]</sup>,正是这种基于人力资本异质性的区域分布特征使得制造业所占份额从西部、中部到东部也依次递增。人力资本异质性促进产业结构升级的机制主要有两种:第一,自我选择机制。Venables认为人力资本在对彼此的能力缺乏完全信息的情况下,各自会按照技能水平进行空间排序,高技能人才会选择在技术水平和生活水平较高的城市就业,从而使得整个城市人力资本的质量得到提高,最终导致城市的生产率整体提高,促进产业结构升级<sup>[7]</sup>。第二,产业集聚机制。城市生产率的提高对高技能人才产生了较大需求,进而推动了人力资本投资,增强了区域人力资本的异质性。较高的人力资本水平具有较强的吸收能力和干中学的外溢效应,更容易打破经济集聚与分散的对称均衡,从而促使企业和产业集聚于人力资本较丰富的地区。但是,人力资本异质性推动产业结构升级的效果受到各区域经济发展水平的制约,即同样的高技能人才能够显著促进东部地区的产业结构升级,而对西部地区产业结构升级的作用却并不明显<sup>[6]</sup>。基于上述分析,本文提出假设1。

假设1:各省区和区域人力资本的异质性存在空间差异,人力资本异质性与产业结构升级呈同向变化趋势。由于东中西部地区的经济发展水平不同,因此人力资本异质性对产业结构升级的影响也存在区域差异。

### (二)知识外溢与产业结构升级

作为技术进步在产业间转移和扩散的一种特定形式,知识外溢对于各地区的经济增长和产业结构升级至关重要。知识溢出的传导机制表现为从知识溢出源到吸收方吸收知识进行创新的动态过程,通过学习、模仿等途径促使新技术和新知识在产业内或产业间传递和扩散,从而逐步实现产品从低附加值、低技术含量向高附加值、高技术含量过渡,加快高新技术产业的发展,促使产业结构的合理化和高级化,进而优化产业结构<sup>[8]</sup>。知识溢出促进产业结构升级的途径主要有三种:第一,人力资本流动。人力资本是知识和技能的载体,人力资本在企业间的流动会为企业带来新理念和新技术,促使企业知识更新换代,提高企业的技术创新能力。第二,进口贸易。进口贸易的知识外溢表现为数量效应和种类效应。如果进口的是中间投入品,则说明国外的研发成果被应用到国内生产中,从而提高了产品质量。如果进口的是设备,则企业会在不断使用新设备的过程中提高自身技术水平。第三,外商直接投资(FDI)。FDI带来了产业结构升级所需的技术和资金,有利于改变东道国的投资结构,进而加速产业结构调整。但是,知识溢出推动产业结构升级受到技术水平、劳动者素质等因素的影响。Groot等研究了动态外部性对城市发展的影响,发现动态外部性通过促进高科技产业的技术创新推动了产业结构升级<sup>[9]</sup>。Combes研究发现,知识外溢和技术外溢对劳动者素质有着较高的要求,当劳动者素质较低时,动态外部性会抑制产业结构升级<sup>[10]</sup>。因此,分析知识溢出对产业结构升级的影响必须考虑知识吸收方劳动者的素质。基于以上分析,本文提出假设2。

假设2:知识外溢对产业结构升级存在正向促进作用,但这一作用效果受到省区和区域人力资本

异质性的影响,即人力资本门槛假说成立。

### (三)经济实力与产业结构升级

各省区的经济实力也间接影响产业结构升级。现代化理论(theory of modernization)指出,一个国家或地区越贫穷,其现代化程度越低,GDP和国民收入就越低。凯恩斯的消费理论指出,消费需求与个人收入水平相关。钱纳里的工业化阶段理论指出,随着收入水平的提高,需求结构促使产业结构发生变化,他按照人均国民收入水平把从不发达经济向发达经济的演化过程分为六个阶段,从任何一个发展阶段跃进更高级的阶段都伴随着产业结构的升级。查道中等运用VAR模型实证分析了城乡居民消费结构与产业结构之间的关系后发现,城市居民消费结构升级对产业结构升级具有较弱的正向诱导效应,而农村居民消费结构则不具备这种效应<sup>[11]</sup>。政府消费需求反映了政府的规模以及对市场的干预程度,政府消费需求的变化能够引导全社会生产要素在不同产业部门之间的重新配置,从而影响不同产业的发展以及产业结构之间的相互替代与变迁,而政府干预是影响产业结构升级的政策基础。陈立泰等利用中国的动态面板数据研究得出财政支出对服务业发展具有正向作用的结论。从省际层面看,财政支出效应具有滞后性与深度扩张性;从区域层面看,地方财政支出对各区域服务业发展的作用弹性不同<sup>[12]</sup>。基于以上分析,本文提出假设3。

假设3:随着消费者个人收入水平的提高,消费需求将向高端服务业转变;同时,政府财政支出越多,越有利于推动服务业发展,两者最终都有利于推动产业结构升级。

### (四)经济开放度与产业结构升级

经济开放度是衡量一国经济对外开放程度的综合性指标,能够较好地反映一国经济融入国际经济的程度(对国际经济的依存程度)<sup>[13]</sup>。20世纪80年代以来,伴随着科技进步和跨国公司在全球范围的资源调整,外商直接投资的产业领域不断扩大,许多学者认为外商直接投资对东道国产业结构的优化和升级具有促进作用。赤松要的“雁行产业发展形态论”、小岛清的“边际产业转移理论”、小泽辉智的“增长阶段模型”都支持了该观点。对外贸易有利于产业结构升级的思想最早体现在李嘉图的比较优势理论中,他认为国家之间的比较利益机制可以促进商品的国际流动,而商品的进出口方向仅仅是一种表面现象,其背后的实质是开放条件下产业结构的选择问题。之后,赫克歇尔-俄林的要素禀赋理论指出国际贸易可以推动两国产业结构的良性循环发展。弗农的产品生命周期理论也可以理解为工业先行国与工业后进国之间的比较优势的不断转化和产业结构的不断调整过程,先行国的产业转移一方面促进了后进国的工业化,另一方面也使得两国的比较优势不断发生变化。在此过程中,后进国进口发达国家较成熟的产品,并将这种产品与国内劳动力结合起来,带动该产业以及相关产业的发展,进而逐步实现产业升级。基于以上分析,本文提出假设4。

假设4:对外贸易和外商直接投资的规模越大,越有利于通过“出口中学”和“干中学”来推动技术进步,进而越有利于加快产业结构升级。

## 三、研究设计

众多研究表明,影响产业结构升级的因素是多维的,本文将影响因素分解为四大类:(1)人力资本异质性因素,采用人均受教育年限来衡量。(2)知识外溢因素,采用研发存量、技术市场成交额、高技术产业的产业集聚来衡量。(3)经济实力,采用人均地区生产总值、地方财政支出来衡量。(4)经济开放度,采用外贸依存度、外资依存度来衡量。

### (一)模型设定

鉴于自变量与因变量之间并非简单的线性关系,为了使参数更具有弹性含义,减少异常值的影响,同时为了突出空间效应的重要性,本文将所有变量取对数后设定如下3个模型。

1. 固定效应普通模型

$$\ln Isu_{it} = \alpha_0 + \underbrace{\alpha_1 \ln Yedu_{it}}_{\text{人力资本异质性}} + \underbrace{\alpha_2 \ln Rd_{it} + \alpha_3 \ln Tech_{it} + \alpha_4 \ln Agg_{it}}_{\text{知识外溢}} + \underbrace{\alpha_5 \ln Yedu_{it} \times \ln Rd_{it}}_{\text{交叉项}} + \underbrace{\alpha_6 \ln Pgdpi_{it} + \alpha_7 \ln Fe_{it}}_{\text{经济实力}} + \underbrace{\alpha_8 \ln Tra_{it} + \alpha_9 \ln FDI_{it}}_{\text{经济开放度}}$$

其中,  $Isu$  表示产业结构升级,  $Yedu$  表示人均受教育年限,  $Rd$  表示研发存量,  $Tech$  表示技术市场成交额,  $Agg$  表示产业集聚,  $Pgdpi$  表示人均地区生产总值,  $Fe$  表示地方财政支出,  $Tra$  表示外贸依存度,  $FDI$  表示外资依存度,  $\alpha_0, \dots, \alpha_9$  为待估参数,  $i$  表示各个区域,  $t$  表示时间。

2. 固定效应空间滞后模型(SLM)

空间滞后效应模型分析各个变量在一个地区是否存在扩散现象,即空间溢出效应,表达式如下:

$$1n Isu_{it} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^n \alpha_j X_{ij} + \rho C 1n Isu_{it} + \theta_i + \varepsilon_{it}, C = I_T \otimes W, \varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma^2 I)$$

其中,  $X$  表示  $n \times k$  的解释变量矩阵,  $\rho$  表示空间滞后系数,  $I_T$  表示  $T$  维单位矩阵,  $\otimes$  为克罗内克积, 代表  $NT \times NT$  矩阵,  $\theta$  是一个不随区域变动的特定常数项,  $\varepsilon$  为随机误差向量。

3. 固定效应空间误差模型(SEM)

该模型分析邻接地区关于被解释变量的误差冲击对本地区观察值的影响程度,即反映空间依赖作用,体现在随机误差项中,表达式如下:

$$1n Isu_{it} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^n \alpha_j X_{ij} + \theta_i + \varepsilon_{it}, \varepsilon_{it} = \lambda C \varepsilon_{it} + \mu_{it}, \mu_{it} \sim N(0, \sigma^2 I)$$

其中,  $\lambda$  为  $n \times 1$  的截面被解释变量向量的空间误差回归系数,  $\mu$  为正态分布的随机误差向量。

(二) 变量选择

鉴于数据的可获得性,我们选取我国 30 个省、市、自治区(以下简称省区,西藏除外)2002—2012 年的面板数据,数据来自 2003—2013 年《中国统计年鉴》。

1. 产业结构升级变量

为定量分析各省区产业结构升级的异质性及影响因素,本文采用产业结构层次系数来衡量各省区产业结构升级的程度。按照靖学青的度量方法<sup>[14]</sup>,我们将产业结构层次系数定义为:假设某地区经济包括  $n$  个产业,将这  $n$  个产业从高层次到低层次依次排列,每个产业在该地区经济中所占比重为  $q(j)$ ,显然  $0 < q(j) \leq 1$ ,由此得到该地区的产业结构层次系数(用  $Isu$  表示)如下:

$$Isu = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^i q(j)$$

本文中的  $n = 3$ ,即涉及第一产业、第二产业和第三产业,这三个产业的层次孰高孰低与经济结构演变规律相关。按照配第、克拉克、库茨涅茨和钱纳里等经济学家的研究结论,并经经济发展规律的验证,三次产业层次由高到低的排列顺序应该是第三产业、第二产业、第一产业。因此,该系数具体计算方法为:  $Isu = [q(1)] + [q(1) + q(2)] + [q(1) + q(2) + q(3)]$ ,其中  $q(1)$ 、 $q(2)$ 、 $q(3)$  分别表示第三产业、第二产业和第一产业在地区经济中的比重。本文根据三次产业增加值在地区生产总值中的比重来计算  $q(j)$ 。

2. 人力资本异质性变量

Caselli 和 Coleman 按照受教育程度将人力资本分为初级、中级和高级三类<sup>[15]</sup>。本文借鉴他们的方法,采用人均受教育年限来衡量人力资本。根据陈昭、陆铭和金煜估算人均受教育年限的方法<sup>[16]</sup>,我们将每一种教育水平按一定的受教育年限进行折算(大学及以上以 16 年计、高中 12 年、初中 9 年、小学 6 年、文盲 0 年),然后乘以该教育水平的人数,再加总求和,最后除以相应的总人口。

### 3. 知识外溢变量

根据知识生产函数,知识外溢影响产业结构升级的主要路径是研发支出与空间距离。为此,我们设定三个指标:研发存量、技术市场成交额和高技术产业的产业集聚。

(1)研发存量。研发存量对产业结构升级起着决定性作用,但是该指标很难直接获取,本文采用永续盘存法来估算,即  $S_{it} = (1 - \delta)S_{it-1} + RD_{it}$ ,其中  $RD_{it}$  采用各省区研究与试验发展(R&D)经费内部支出来衡量。2002年的研发存量用 Griliches 的方法来计算,即  $S_{i2002} = RD_{i2002}/(g + \delta)^{[17]}$ 。根据 Coe 等的定义, $g$  为 2002—2012 年各省区每年研发支出的对数形式增长率的平均数, $\delta$  为研发资本折旧率,回归结果为 5%<sup>[18]</sup>。相关数据来源于 2003—2013 年《中国科技统计年鉴》。此外,为了考察研发存量与人力资本异质性的相互作用对产业结构升级的影响,并验证人力资本门槛假说<sup>①</sup>在中国省区间是否存在,我们设定了人力资本异质性与研发存量的交叉项。

(2)技术市场成交额。作为科技成果转化、产业化的重要渠道,技术市场有利于促进技术与产业的融合发展,有利于推动服务业发展、支撑经济发展方式转变和产业结构优化升级。以北京市为例,2012 年北京市实现技术交易增加值 1657.3 亿元,占北京地区初步核算生产总值的比重达 9.3%,技术交易成为贡献北京市 GDP 增长的一大利器<sup>②</sup>。因此,技术市场成交额是影响产业结构升级的重要变量之一。

(3)产业集聚。近年来,国家将高技术产业作为优先发展的重要产业,高技术产业基地的集聚作用不断显现,正逐步发展成为全球具有影响力的产业集群。借鉴 Glaeser 等的方法,用衡量地区产业相对专业化水平的指标来测量高技术产业的集中度,进而反映高技术产业部门的集中对产业结构升级的影响,计算公式为  $Agg_i = S_i/S^{[19]}$ ,其中  $S_i$  为地区高技术产业部门的产值占该地区生产总值的比重, $S$  为全国高技术产业的产值占国内生产总值的比重。事实上,该指标就是各区域的区位熵,值越大说明高技术产业的地区优势越明显,即集中度越高。相关数据来源于 2002—2013 年《中国高技术产业统计年鉴》。

### 4. 经济实力变量

我们采用人均地区生产总值和地方财政支出两个指标来衡量经济实力。按照钱纳里的工业化阶段理论,人均国民收入水平与产业结构升级之间存在着紧密的关系,因此我们引入人均地区生产总值这一指标。

产业结构升级需要有稳定的宏观环境,更需要有政府财政政策的引导,合理的财政政策可以渗透到产业发展的全过程中,引导要素在产业间、部门间重新配置,淘汰落后的生产力,从而达到帕累托最优,实现产业结构升级。因此,我们采用地方公共财政支出来衡量产业结构升级程度,相关数据来源于中经网统计数据库。

### 5. 经济开放度变量

(1)外贸依存度。外贸依存度是一国或地区商品和劳务进出口总额占该国或地区国内生产总值的比重,反映了一国国内生产总值中有多大比例是由对外贸易产生的,其大小反映了一国或地区的经济与外部经济联系的紧密程度,计算方法为:外贸依存度 = (进口总额 + 出口总额)/GDP。

(2)外资依存度。外资依存度是外商直接投资占国内生产总值的比重,反映了外商直接投资对一国或地区经济增长的重要性,计算方法为:外资依存度 = FDI/GDP。

需要说明的一点是:进出口总额和 FDI 均依据当年汇率进行换算。

①人力资本门槛假说是指知识溢出发挥积极作用的前提是各地区人力资本必须达到一定水平,具备足够的吸收能力。

②技术交易为北京直接贡献 GDP9.3 个百分点,“知识经济”在北京经济增长中的“主力”地位愈发凸显,详见 <http://www.bj.chinaneews.com/news/2013/0816/33061.html>。

## 四、实证分析

### (一) 产业结构升级的空间自相关分析

产业结构升级的空间效应包括空间依赖性(相关性)和空间异质性(差异性)两种。空间依赖性主要表现为邻接地区产业结构升级的互动影响;空间异质性主要表现为产业结构升级在地理空间上缺乏匀质性,从而导致产业结构升级程度存在较大的空间差异。

空间效应可以通过空间自相关性的全域 Moran's I 指数来衡量。进一步讲,我们根据数据的分布情况可以计算出 Moran's I 的期望值。

$$E_n(I) = -\frac{1}{n-1}$$

$$VaR_n(I) = \frac{n^2 w_1 + n w_2 + 3 w_0^2}{w_0^2 (n^2 - 1)} - E_n^2(I)$$

其中,  $w_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$ ,  $w_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_{ij} + w_{ji})^2$ ,  $w_2 = \sum_{i=1}^n (w_{i.} + w_{.i})^2$ ,  $w_{i.}$  和  $w_{.j}$  是空间权重矩阵的第  $i$  行和第  $j$  列之和。

上述公式可检验  $n$  个区域之间是否存在空间自相关关系, 即有:

$$Z(d) = \frac{MoranI - E(I)}{\sqrt{VaR(I)}}$$

我们通过计算得到中国 30 个省区历年的全域 Moran's I 指数, 具体如表 1 所示。

从表 1 中可以看出, 2002—2013 年各年产业结构的 Moran's I 指数均大于零, 其正态统计量  $Z$  值在多数年份达到 0.05 或者更低的显著性水平, 这说明中国 30 个省区的产业结构升级具有明显的空间正相关关系, 各省区的产业结

表 1 2002—2013 年产业结构升级指数

	I 值	Z 值	P 值	I 值	Z 值	P 值	
2002	0.057	2.989	0.001	2008	0.013	1.588	0.056
2003	0.062	3.150	0.001	2009	0.016	1.693	0.045
2004	0.058	3.016	0.001	2010	0.030	2.168	0.015
2005	0.015	1.660	0.048	2011	0.033	2.249	0.012
2006	0.011	1.526	0.064	2012	0.042	2.593	0.005
2007	0.014	1.635	0.051	2013	0.042	2.563	0.005

构升级并非是随机分布的, 而是呈现空间集聚的特征。也就是说, 产业结构水平较高的省区趋于集中。另外, 从 Moran's I 指数的变动趋势来看, 2003—2008 年呈下降趋势, 2008—2013 年呈上升趋势。

### (二) 回归分析

#### 1. 模型选择

我们由前文的空间自相关分析结果可以发现, 产业结构升级存在空间相关性, 即集聚现象, 下面我们将进一步运用空间面板计量模型分析人力资本异质性和知识外溢对产业结构升级的影响。

(1) 普通模型还是空间模型。空间模型采用极大似然 (ML) 估计法, 并通过空间依赖性检验发现: SLM 模型和 SEM 模型的拟合优度检验值  $R^2$  均高于 OLS 面板模型。另外, SLM 模型中空间滞后回归系数均为正值, 且达到了 1% 的显著性水平, 表明邻近省区产业结构升级对本省区产业结构升级具有同向的促进作用, 而 SEM 中空间误差回归系数也为正值, 达到了 1% 的显著性水平, 表明一个省区的产业结构升级不仅受到本省区相关变量的影响, 还受到邻近省区相关变量的影响。这说明空间因素的确在发挥作用, 也验证了本文的观点: 任何地区之间都不可能没有空间关系, 以往的研究大多假定地区之间相互独立, 忽略了空间相关性, 导致固定效应面板估计的参数失真, 因此只有引进空间差异性和空间依赖性才能修正经典的线性模型。

(2) SLM 模型还是 SEM 模型。常见的选择标准有自然对数似然函数值 (LOG-L)、似然比率

(LR)、赤池信息准则(AIC)、施瓦茨准则(SC)和拉格朗日乘子(Lagrange multiplier, LM)等。我们采用LOG-L方法,其原则是LOG-L越大,说明模型越好,所以我们选择SEM模型进行分析。

## 2. 回归结果分析

人力资本异质性和知识外溢对产业结构升级影响的回归结果如表2所示。

表2 省级层面的回归结果

变量	普通模型		SLM		SEM		
	回归系数	p值	回归系数	p值	回归系数	p值	
人力资本异质性	$\ln Yedu$	0.3443 (19.7555)	0.0000	0.3600 (9.8396)	0.0000	0.4291 (10.6220)	0.0000
	$\ln Rd$	-0.2193 (-17.6410)	0.0000	-0.2693 (-11.1772)	0.0000	-0.2959 (-10.9308)	0.0000
知识外溢	$\ln Tech$	-0.0006 (-0.4244)	0.6716	-0.0035 (-3.1112)	0.0019	-0.0043 (-3.4901)	0.0005
	$\ln Agg$	-0.0019 (-0.7566)	0.4498	0.0015 (0.6697)	0.5031	0.0083 (3.1843)	0.0015
交叉项	$\ln Yedu \times \ln Rd$	0.1150 (19.7862)	0.0000	0.1404 (12.3959)	0.0000	0.1524 (12.1119)	0.0000
经济实力	$\ln PgdP$	0.0243 (5.5604)	0.0000	0.0369 (10.2905)	0.0000	0.0320 (8.2904)	0.0000
	$\ln Fe$	0.0213 (5.5411)	0.0000	0.0117 (2.3071)	0.0210	0.0086 (1.4184)	0.1561
经济开放度	$\ln Tra$	0.0163 (9.3852)	0.0000	0.0067 (3.9105)	0.0001	0.0053 (2.5200)	0.0118
	$\ln FDI$	0.0013 (0.7125)	0.4766	0.0021 (1.4063)	0.1596	0.0027 (1.5858)	0.1128
空间滞后系数	$\lambda$			0.2600 (6.4726)	0.0000		
空间误差系数	$\rho$					0.7800 (23.6823)	0.0000
	$R^2$	0.8183		0.9142		0.8507	
	$Rbar^2$	0.8138					
	LOG-L			920.0838		920.7640	

### (1) 人力资本异质性

由表2可知,人均受教育年限对产业结构升级有着显著的正向作用,人力资本异质性每增加一个百分点,可以带动产业结构升级程度上升0.4291个百分点,假说1得到验证,即人力资本异质性与产业结构升级同向变化。通过对比各个因素的弹性我们发现,在所有因素中,人力资本异质性对产业结构升级的影响程度是最大的,说明人力资本异质性是产业结构升级的重要驱动力。

### (2) 知识外溢

表2的回归结果表明,随着研发存量和技术市场成交额的上升,产业结构升级程度逐渐下降,研发存量和技术市场对产业结构升级的影响显著为负的原因主要有三个方面:一是时滞效应。从研发投入、技术成交到研发积累、技术应用存在时滞。二是研发投入结构不合理。我国的研发投入侧重试验发展,基础研究和应用研究的投入相对较低。2002—2012年,我国试验发展人员全时当量比重从68.00%上升到81.65%,而基础研究与应用研究人员全时当量比重则分别从8.12%和23.89%下降到6.53%和11.82%。三是科技成果转化率低。虽然科技创新是产业结构升级的重要引擎,但我国的科技成果转化率仅为10%左右,远低于发达国家40%的水平。幸运的是,国家已出台了五项举

措来提高科技成果转化率。

研发存量与人力资本异质性的交叉项对产业结构升级具有正向影响,即  $\ln Yedu \times \ln Rd$  的系数显著为正,说明研发存量与人力资本异质性的相互作用对产业结构升级有着明显的促进作用,即各省区的吸收能力影响到研发存量对产业结构升级的推动作用,这证明人力资本门槛假说成立。也就是说,研发存量要想对本省区发挥正向作用,必须与本省区人力资本结合起来。

高技术产业的产业集聚通过了 1% 的显著性水平检验,这与我们的预期相符。高技术产业集聚导致的知识溢出效应可以通过人才流动、研发合作、产业关联和企业家创业等方式来实现,高技术产业易形成创新集群、创新网络,有助于加快知识的扩散与传播,进而提高高技术产业的创新能力和创新绩效,最终实现产业结构升级。

### (3) 经济实力

人均 GDP 通过了显著性检验,人均 GDP 每增加 1 个百分点,产业结构升级程度会上升 0.0320 个百分点,说明各区域人均 GDP 对产业结构升级具有显著的推动作用。政府财政支出对产业结构升级的推动作用虽然为正但不显著,原因可能在于财政支出在一定程度上衡量了各省区的财政分权程度,财政分权程度越高,地方政府越有动力为 GDP 竞争而保护本地市场,同时地方政府对本地经济的干预能力也越强。当各省区政府倾向于保护本地市场和本地经济时,该地区的经济结构也趋向于自给自足和封闭,进而降低了专业化程度,影响了产业结构升级。

### (4) 经济开放度

外贸依存度对产业结构升级的影响在 5% 的水平上显著为正,而外资依存度对产业结构升级的影响虽然为正但不显著,这与预期不符,原因可能是外商直接投资对产业结构升级的影响存在滞后效应。虽然近年来流入中国的外资绝对规模不断扩大,甚至在服务业领域的投资超过了制造业领域,但其相对规模仅有较小幅度的增长。另外,企业仅从自身角度出发来选择外商直接投资的产业,很少从宏观角度来考虑产业结构升级问题,再加上信息不对称影响政府政策执行的有效性,从而使得外商直接投资不仅不能促进产业结构升级,反而造成了其他优质资源的浪费。

## (三) 分区域回归分析

我国大陆区域整体上可划分为三大经济地区:东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、广西、海南,中部地区包括内蒙古、山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南,西部地区包括重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆。由于东部、中部和西部三大区域内部影响产业结构升级的各种因素存在较大差异,因此本文进一步运用空间误差模型分区域进行研究,回归结果如表 3 所示。

### 1. 总体情况分析

从表 3 中  $R^2$  的结果来看,东部地区的拟合程度最高,说明本文选取的九个变量能够解释产业结构升级变化的 96.25%,而中部地区可以解释 33.69%,西部则仅为 34.75%。由此看来,中西部地区产业结构升级的原因更加复杂。通过比较人力资本异质性对产业结构升级的影响我们可以发现,只有东部地区显著为正,而中部地区显著为负,西部地区则不显著,说明人力资本异质性对产业结构升级的影响存在区域差异,原因可能是中西部地区的人力资本整体质量不高,人力资本质量制约了收入水平,进而影响了需求结构,最终影响了供给结构和产业结构的升级。

### 2. 分区域情况分析

由表 3 可知,在东部地区,人力资本异质性对产业结构升级具有显著的推动作用,其弹性达到了 0.4142。另外,研发存量与人力资本异质性的交叉项、人均 GDP 和外贸依存度对产业结构升级也有显著的推动作用,它们对产业结构升级的影响程度分别为 0.1327、0.2159 和 0.0157。对产业结构升级产生消极影响的因素仅有研发存量,其阻碍程度达到 0.2535。因此,就东部地区而言,人力资本异



质性对产业结构升级具有重要意义。在中部地区,只有研发存量、财政支出和外资依存度对产业结构升级具有显著的正向推动作用,而人力资本异质性、产业集聚和外贸依存度阻碍了产业结构升级,而且这三个变量的阻碍作用超过了其他因素的推动作用,达到0.0843%。在西部地区,人均GDP和外资依存度均在1%的显著性水平上通过检验,且对产业结构升级具有正向推动作用,而技术市场成交额则在5%的显著性水平上抑制了产业结构升级,人力资本异质性对产业结构升级产生了负面影响,但这一影响不显著。

表3 区域层面的回归结果

变量	东部		中部		西部		
	回归系数	p 值	回归系数	p 值	回归系数	p 值	
人力资本异质性	<i>lnYedu</i>	0.4142 (9.8161)	0.0000	-0.5028 (-2.4975)	0.0125	-0.0821 (-0.5976)	0.5501
	<i>lnRd</i>	-0.2535 (-7.3832)	0.0000	0.3869 (2.6944)	0.0071	0.0466 (0.5759)	0.5647
知识外溢	<i>lnTech</i>	-0.0016 (-0.9048)	0.3656	-0.0017 (-0.4618)	0.6442	-0.0048 (-2.2918)	0.0219
	<i>lnAgg</i>	0.0047 (1.2399)	0.2150	-0.0123 (-2.2181)	0.0266	0.0032 (0.6769)	0.4985
交叉项	<i>lnYedu × lnRd</i>	0.1327 (8.2252)	0.0000	-0.1740 (-2.5246)	0.0116	-0.0209 (-0.5219)	0.6018
经济实力	<i>lnPgdp</i>	0.2159 (4.0202)	0.0001	0.0128 (1.3780)	0.1682	0.0411 (4.4388)	0.0000
	<i>lnFe</i>	0.0078 (0.9880)	0.3232	0.0461 (3.1421)	0.0017	0.0053 (0.4302)	0.6670
经济开放度	<i>lnTra</i>	0.0157 (3.5281)	0.0004	-0.0135 (-2.3017)	0.0214	-0.0049 (-0.8623)	0.3885
	<i>lnFDI</i>	-0.0022 (-0.7232)	0.4696	0.0113 (2.6972)	0.0070	0.0069 (2.7514)	0.0059
空间误差系数	$\rho$	0.4780 (7.1210)	0.0000	0.6160 (9.7176)	0.0000	0.6320 (9.1266)	0.0000
$R^2$	0.9625		0.3369		0.3475		
LOG-L	408.7904		285.0240		272.1755		

## 五、结论与政策建议

本文运用2002—2012年的数据,从省级层面和区域层面分析了人力资本异质性、知识外溢等因素对产业结构升级的影响,得到主要结论如下:

第一,在省级层面,人力资本异质性和以产业集聚衡量的知识外溢显著推动了产业结构升级,以研发存量和技术市场成交额衡量的知识外溢显著抑制了产业结构升级,但研发存量与人力资本相结合则有利于产业结构升级。人均GDP和外贸依存度也显著有利于产业结构升级,但财政支出和外资依存度对产业结构升级的影响则不显著。

第二,在区域层面,人力资本异质性和知识外溢对产业结构升级的影响存在区域差异。人力资本异质性在1%的水平上显著有利于东部地区,不利于中部地区,对西部地区虽然有利但不显著。以研发存量衡量的知识外溢显著抑制了东部地区,有利于中部地区。以产业集聚衡量的知识外溢显著抑制了中部地区,对东部地区和西部地区的影响则不显著。以技术市场成交额衡量的知识外溢显著抑制了西部地区的产业结构升级,对东部和中部地区则没有显著影响。

基于所得结论,本文提出以下政策建议:

第一,重视空间因素的影响。在产业结构升级政策制定过程中,各省区政府要考虑到省区之间政策的相关性和异质性。政策的相关性是指本省区政策对相邻省区政策的“溢出效应”或者“竞争效应”,溢出效应有利于加强相邻省区同类政策的效果,而竞争效应则弱化了相邻省区的政策效果。政策的异质性是指各省区根据本省区的具体情况(经济发展水平、资源禀赋、产业结构高级化程度)来制定政策,这些具体情况存在地区差异,因而政策效应也存在差异。因此,建议各省区加强省区间的互动,从而加快整体产业结构的升级。

第二,提高中西部地区异质性人力资本比重。本文的实证结果表明人力资本异质性对中西部地区产业结构升级具有负面或不显著影响,而对东部地区则具有正向显著影响,因此只有提高异质性人力资本比重才有可能改变中西部的现状。首先,政府要建立合理的人才制度。党的十八大强调了人才工作的两大关键问题,一是要建立聚集人才体制机制,二是要择天下英才而用之。解决这两个问题的关键在于建设合理的制度。其次,大力发展中西部教育事业。中西部地区的财政性教育经费远远少于东部,因此不仅政府要加大支持力度,而且中西部自身也要积极拓展人力资本投资力度。最后,要发挥市场在人才资源配置中的作用。健康的人才市场要符合信息化、多元化、产业化和法制化的特点。

第三,加强研发经费与人力资本的结合。本文的实证结果表明省级层面和东部地区的研发存量对产业结构升级均具有显著的负面影响,但研发存量与人力资本相结合则会显著推动产业结构升级。因此,要推动产业结构的升级,一方面必须拥有高素质的人力资本,另一方面研发经费必须与人力资本进行恰当的匹配,必须在经费方面保证人力资本效用得到正常发挥,只有这样才能真正提高一国的科技创新能力。

第四,推进西部地区的产业集聚。本文的实证结果表明产业集聚对西部地区产业结构升级的影响显著为正,因此西部地区要积极承接东部地区的产业转移,形成产业集聚中心。一方面,政府部门要根据西部地区的具体情况,制定具有西部特色的产业集聚发展规划,既要考虑到西部地区的资源禀赋特点,又要考虑到西部地区聚集人力资本等资源的能力。另一方面,政府部门要努力减少阻碍生产要素流动的壁垒,加强基础设施、工业园区等建设,完善配套设施等,最终带动产业集聚的发展。

#### 参考文献:

- [1] 金京,戴翔,张二震. 全球要素分工背景下的中国产业转型升级[J]. 中国工业经济,2013(11):57-69.
- [2] 代谦,别朝霞. 人力资本、动态比较优势与发展中国家产业结构升级[J]. 管理世界,2006(11):70-85.
- [3] 李平,张玉. 国际智力回流对中国产业结构升级影响的实证研究[J]. 科学学与科学技术管理,2012(12):160-166.
- [4] 张国强,温军,汤向俊. 中国人力资本、人力资本结构与产业结构升级[J]. 中国人口·资源与环境,2011(10):138-146.
- [5] 王健,李佳. 人力资本推动产业结构升级:我国二次人口红利获取之解[J]. 天津财经大学学报,2013(6):35-45.
- [6] 陈建军,杨飞. 人力资本异质性与区域产业升级:基于前沿文献的讨论[J]. 浙江大学学报:人文社会科学版,2014(9):149-160.
- [7] Venables A J. Productivity in cities: self-selection and sorting [R]. Department of Economics Discussion Paper Series,2010.
- [8] 王耀中,陈杰. 动态外部性与产业结构优化关系研究新进展[J]. 财经理论与实践,2012(5):91-95.
- [9] Groot D, Poot J, Smit M J. Agglomeration externalities, innovation and regional growth: theoretical perspectives and meta-analysis [R]. Working Papers in Economics, University of Waikato, Department of Economics, 2008.

- [10] Combes P P. Economic structure and local growth; france, 1984—1993 [J]. Journal of Urban Economics, 2000, 47: 329—355.
- [11] 查道中, 吉文惠. 城乡居民消费结构与产业结构、经济增长关联研究——基于 VAR 模型的实证分析 [J]. 经济问题, 2011(7): 19—22.
- [12] 陈立泰, 余春玲, 王鹏. 产业转移背景下的财政支出与服务业发展——基于 28 个省市面板数据的经验分析 [J]. 经济经纬, 2012(5): 22—26.
- [13] 杨少文, 熊启泉. 1994—2011 年的中国经济开放度——基于 GDP 份额法的测算 [J]. 国际贸易问题, 2014(3): 13—24.
- [14] 靖学青. 产业结构高级化与经济增长——对长三角地区的实证分析 [J]. 南通大学学报: 社会科学版, 2005(3): 45—49.
- [15] Caselli F, Coleman W J. Cross-country technology diffusion: the case of computers [J]. The American Economic Review, 2011, 91: 328—335.
- [16] 陈昭, 陆铭, 金煜. 中国人力资本和教育发展的区域差异: 对于面板数据的估算 [J]. 世界经济, 2004(12): 25—33.
- [17] Griliches Z. R&D and the productivity slowdown [J]. American Economic Review, 1980, 70: 343—348.
- [18] Coe D T, Helpman E. International R&D spillovers [J]. European Economic Review, 1995, 39: 859—877.
- [19] Glaeser E L, Kallal H, Scheinkman J, et al. Growth in cities [J]. Journal of Political Economy, 1992, 100: 1126—1152.
- [责任编辑: 王丽爱]

## The Effect of Human Capital Heterogeneity and Knowledge Spillover on Industrial Structure Upgrading: Spatial Measurement Based on Provincial and Regional Panel Data

WU Xiaoxia<sup>a</sup>, JIN Su<sup>b</sup>

(a. Jinshen College, Nanjing Audit University, Nanjing 211815, China

b. School of International Business, Nanjing Audit University, Nanjing 211815, China)

**Abstract:** Using the data from 2002 to 2012, this paper analyzes the effect of human capital heterogeneity and knowledge spillover on industrial structure upgrading at provincial level and regional level. Conclusions are as follows. At provincial level, human capital heterogeneity and knowledge spillover measured by industrial agglomeration significantly improve industrial structure upgrading, knowledge spillover measured by R&D stock and technology market turnover restrains industrial structure upgrading, but the combination of R&D stock and human capital is conducive to industrial structure upgrading. At regional level, there exists regional difference in the effect of human capital heterogeneity and knowledge spillover on industrial structure upgrading. Human capital heterogeneity is advantageous to the East, which is not conducive to the Middle, but is not significant in the West. Knowledge spillover measured by R&D stock restrains the East and improves the Middle. Knowledge spillover measured by industrial agglomeration significantly restrains the Middle, and the effect on the East and West are not significant. Knowledge spillover measured by technology market turnover blocks the West.

**Key Words:** human capital heterogeneity; knowledge spillover; industrial structure upgrading; per capita education; R&D stock; industrial agglomeration; human capital investment