

制造业集聚与人力资本协同发展研究

——空间经济学的视角

倪进峰

[摘要] 本文基于空间经济学视角研究区域制造业与人力资本的协同发展关系，通过构建一个纳入劳动力和产业异质性的DCI空间经济学模型，结合我国大陆31个省份的面板数据进行实证分析，研究发现：制造业集聚与区域人力资本之间存在相互促进的互动发展关系；高技术产业的集聚更依赖高水平人力资本，但其对本地人力资本发展的贡献不及制造业整体；交通运输条件具有提高人力资本吸引力的正向调节效应，同时人力资本也提升了交通设施的使用效率。研究结论的政策含义是，应加快完善制造业与人力资本的空间协同机制，注重区域人才结构与产业结构的匹配，同时，还应注意发挥交通基础设施的联动性作用。

[关键词] 制造业集聚；区域人力资本价值；空间协同发展；区域经济发展规律

一、引言与文献回顾

2019年12月，习近平总书记在《求是》杂志发表题为《推动形成优势互补高质量发展的区域经济布局》的重要文章。文章指出，当前需要正确认识经济空间结构发生深刻变化等区域经济发展新形势，尊重产业和人口向优势区域集中等区域发展规律，条件好的地区应承载更多的产业和人口；文章强调，各地区要发挥比较优势，促进各类要素合理流动和高效集聚，形成优势互补、高质量发展的区域经济布局。^①由此可见，要素和生产的集中是当前我国区域经济发展新形势的主要特征之一；为适应新形势，进一步强化生产和要素的高质量集聚是当前及今后一段时间内谋划区域协调发展新思路、推动区域

[收稿日期] 2021-08-18

[作者简介] 倪进峰，浙江大学经济学院、浙商银行发展规划部，电子邮箱地址：ni20070818@163.com。

^① 习近平：《推动形成优势互补高质量发展的区域经济布局》，《求是》，2019年第24期。

高质量发展的重要抓手。

事实上,决策层有关要素与生产互动关系的相关论述较早可见于党的十九大报告,报告中提出,要“着力加快建设实体经济、科技创新、现代金融、人力资源协同发展的产业体系”,“建设现代化经济体系,必须把发展经济的着力点放在实体经济上”,^①突出了实体经济与投入要素协同发展对于我国构建现代产业体系的重要意义。各类投入要素当中,人力资源的内涵较为丰富,既是“基础”的——指代劳动力数量时,是进入生产函数最基础的两大生产要素之一;又是“核心”的——衡量劳动者素质时,是创造价值、实现规模报酬递增的源泉(Schultz, 1993),是支撑科技创新、现代金融等“高级”要素发挥作用的保障。因此,人力资源常被称作“第一资源”“最活跃的生产要素”。基于人力资源视角,考察投入要素与实体经济的协同发展关系,是具有一定代表性的。

人力资本是从资本形成、投资回报、价值增值等角度来理解人力资源的。人力资本的形成主要归功于教育培训和医疗保健的贡献(Schultz, 1982; 杨建芳等, 2006; 李海峥等, 2010)。围绕人力资本与实体经济关系,现有研究强调前者的要素角色和生产职能,侧重于论证其单方向对实体经济的作用,如人力资本对经济增长的促进(Krueger and Lindahl, 2001, 王小鲁和樊纲, 2004; Fleisher and Zhao, 2010),对产业升级发展的贡献(张国强等, 2011; 王健和李佳, 2013; 阳立高等, 2018)。后续有文献开始关注人力资本与实体经济的互动关系,相关研究多见于国内文献,主要是结合我国数据,实证检验人力资本与经济增长的互动关系。其中,有文献从宏观层面,利用时间序列数据检验我国经济增长和人力资本之间的长期动态关系(王宇和焦建玲, 2005; 张苏和唐婧, 2010);有的是分析我国省域面板数据(胡永远, 2011; 逯进和周惠民, 2013; 胡宏兵, 2014; 董志华, 2019),或聚焦于特定省区(刘建华和黄春松, 2009; 高素英等, 2010; 强国民和于长永, 2013),基本上都得到了人力资本与经济增长相互促进的肯定结论。也有部分文献探讨了人力资本与产业发展的互动关系,如张其春和郗永勤(2006)分析了区域人力资本与产业结构调整互动发展机理,提出应建立人力资本与产业结构协调的动态机制,完善人力资本动力机制系统。张桂文和孙亚南(2014)采用灰色关联分析法测算了我国产业结构演进与人力资本存量的耦合度和关联度,发现二者存在较强的耦合关联,但耦合程度不高。

^① 习近平:《决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告》,北京:人民出版社,2017年,第38页。

综上所述,已有文献侧重于从时间维度检验人力资本与实体经济的经验关系,缺乏基于空间维度的思考,即使涉及区域数据,也多是将区域作为实证分析的样本个体,很少有探究背后的区域发展规律。然而,空间是经济活动的基本载体,把握区域人力资本和实体经济互动关系背后的区域发展规律、空间经济机制,有助于探索建立健全区域协调发展新机制。因此,本文尝试基于空间经济学视角,揭示区域人力资本与制造业互动发展背后的空间经济机制,并辅以经验上的证据。本文通过构建一个 DCI 框架(Dixit—Stiglitz 背景、Cobb—Douglas 函数和冰山运输成本)、纳入劳动力异质性和产业异质性因素的空间经济学模型,理论推演结果显示,区域人力资本布局内生于制造业企业的区位均衡,经济空间中的制造业集聚和人力资本存在相互促进的互动发展关系。进一步的比较静态分析显示,相比于制造业整体,区域人力资本对高技术产业集聚的吸引力更大,但高技术产业集聚对当地人力资本的促进不及制造业整体。此外,交通运输条件具有提高人力资本吸引力的“正向调节效应”,即随着交通运输条件的优化,区域人力资本对制造业集聚的影响更大。后文利用我国大陆 31 个省份的面板数据对上述命题进行检验,实证结果支持了理论观点。在理论方面,本文试图对人力资本理论作出边际上的补充,强调制造业专业化对于区域人力资本发展的贡献,明确人力资本和制造业集聚在空间经济中的协同发展和双向影响。实践方面,本文试图揭示新形势下要素和生产空间集中背后的区域发展规律,提示二者可能的空间作用路径,为管理部门制定协同发展政策、推行相关空间规划措施提供有益的参考。

二、理论模型

(一)前提条件

经济空间由 a 和 b 两块区域组成,两区域在消费者偏好、企业生产技术与运输成本上是同质的,经济中有制造业 M 与农业 A 两个产业部门,有技术劳动力(技术工人)、非技术劳动力(农民)以及物质资本三种投入要素;企业迁移以物质资本的区际流动形式实现;农业生产无固定成本,市场结构为完全竞争,在规模报酬不变的生产技术下生产同质产品,单位农产品产出仅需要投入单位农民,区际贸易无成本,满足市场出清的 Walras 均衡条件。

(二)消费者行为

作为同质消费者的劳动力消费制成品 Q 和农产品 A ,对 N 种多样化制成品的消费是 CES 式的。为了剔除制造业企业之间可能的战略互动,设定企

业是连续的, 因此 CES 函数也是产品的密度函数。整个消费受总收入 Y 的预算约束, 如式 2.1 所示

$$\begin{cases} \max_{Q,A} U = \left(\frac{Q}{\mu}\right)^{\mu} \left(\frac{A}{1-\mu}\right)^{1-\mu} \\ Q = \left(\int_0^n (q^i)^{\sigma-1/\sigma} di\right)^{\sigma-1/\sigma} \\ \text{s. t. } PQ + p_A A \leq Y \end{cases} \quad 2.1$$

式 2.1 中的 μ 表示制成品消费比例, $\sigma > 1$ 是各类制成品之间不变的替代弹性, σ 越大, 产品之间的替代性越大, 差异性越小; σ 越小, 产品之间的替代性越小, 差异性越大。 q^i 是制成品 i 的消费量, 制成品价格指数 P 满足

$$P = \left(\int_0^n (p^i)^{-(\sigma-1)} di\right)^{-1/(\sigma-1)} \quad 2.2$$

p^i 是制成品 i 的价格, p^A 为农产品价格, 为了简化符号, 将 p^A 标准化为 1 并设作计价单位。一阶条件下, 消费者实现最大化效用的制成品 i 的消费量为

$$q^i = \frac{\mu Y}{P} \left(\frac{p^i}{P}\right)^{-\sigma} \quad 2.3$$

(三) 生产者行为

制造业是垄断竞争的, 每个制造业企业只生产单一类型、存在一定替代性的差异化产品。制造业生产具有规模经济特征, 需要一单位物质资本作为固定投入、一单位的技术工人作为边际投入。假定经济中共有 N 单位资本, 于是有 N 家企业和 N 种商品。企业空间分布的结构系数为 λ , 表明区域 a 有 $n_b = \lambda N$ 家企业并生产如数种产品, 区域 b 的企业和产品种数则为 $n_b = (1 - \lambda)N$ 。由于对称性, 下面的分析聚焦于区域 a 。

制成品的区际运输依据“冰山成本”假定, 为了使一单位在区域 a 生产的 q_a^i 运输到达区域 b , 必须生产 $\tau \geq 1$ 单位的产品, 于是要求区际存在制成品贸易需要满足

$$\tau p_{aa}^i q^i = p_{ab}^i q^i \quad 3.1$$

即 $\tau p_{aa}^i = p_{ab}^i$, 其中 p_{aa}^i 和 p_{ab}^i 分别表示 a 区域生产的 i 产品在本地和区域 b 的售卖价格。可以将 2.2 式改写成

$$P_a = \left[\int_0^{n_a} (p_{aa}^i)^{1-\sigma} di + \varphi \int_0^{n_b} (p_{ab}^i)^{1-\sigma} di\right]^{-1/(\sigma-1)} \quad 3.2$$

其中 $\varphi = \tau^{1-\sigma} \in [0, 1]$ 反向衡量区际运输成本, 刻画了交通运输条件, φ 越大, 运输条件越优越, 运输成本越小; φ 越小则反之。此时 2.3 式可改写成

$$q_a^i = \mu \left[\frac{Y_a}{P_a} + \varphi \left(\frac{P_b}{P_a}\right)^{\sigma} * \frac{Y_b}{Y_a}\right] \left(\frac{p_a^i}{P_a}\right)^{-\sigma} \quad 3.3$$

资本所有权归两个区域的劳动力平均占有，资本收益返还资本所有者所在地，两个区域获得的资本收益是相等的。制成品不完全替代使企业按边际成本加成定价，但企业的自由进出保证了整个制造业部门处于资本竞争状态而没有经济剩余，企业收益在扣除成本后的资本利息归资本所有者占有，制造业企业 i 的利润函数为：

$$\pi_a^i = r_a^i = p_a^i q_a^i - c q_a^i$$

其中 r^i 是企业利润也是资本利率， $c = w^M$ 是企业的边际成本，等于支付给技术工人的工资。利润最大化的一阶条件要求

$$p_a = \frac{\sigma}{\sigma - 1} w^M \quad 3.5$$

由于消费者对各种制成品的偏好是相同的，均衡时，各种制成品产量相同，价格相等且仅取决于产品替代弹性与技术工人的工资。企业对技术工人的需求 l_a 等于产出数量 q_a ，将式 3.5 代入式 3.3 得到

$$l_a = q_a = \mu \left(\frac{w^M \sigma}{\sigma - 1} \right) - \sigma [Y_a P_a^{\sigma-1} + \varphi Y_b P_b^{\sigma-1}] \quad 3.6$$

(四) 劳动力特征

假定农民不需要任何生产技能，但从事制造业生产存在技术门槛，学习技能的人力资本积累过程占用劳动者的休闲时间，需要更高的名义工资予以补偿，借鉴 Toulemonde(2006)引入经过人力资本积累(技能学习)调整的实际工资等式

$$\frac{w^M}{1+k} = w^A \quad 4.1$$

参数 $k > 0$ 体现劳动力异质性，反映不同部门劳动者的人力资本差值， k 越大劳动力异质性越强，人力资本差异越大。此外， k 也体现了部门之间的生产技术距离， k 越大，制造业的技术密集程度越高。由于劳动力异质性的存在，均衡时有 $w^M > w^A$ ，又因为 $p^A = w^A = 1$ ，可以得到 $w^M = 1+k$ 。

(五) 区域收入等式

为了简化分析，设定两区域劳动力规模同为 L ，两部门的劳动力规模也同为 L 。技术工人在经济空间服从 $(\theta, 1-\theta)$ 的分布格局，系数 $0 \leq \theta \leq 1$ 是 a 区域的技术工人比重，体现了人力资本水平的区际差异，当 $\theta = 1/2$ 时，技术工人平衡分布，两区域人力资本相同；当 $\theta \in [0, 1/2) \cup (1/2, 1]$ 时，异质性劳动力的结构差异带来区域人力资本水平的不同。例如，当 $1/2 < \theta \leq 1$ 时， a 区域相对 b 区域有更高比例的技术工人，因此具有更高的人力资本水平。两区域的总收入分别为

$$\begin{cases} Y_A = \theta L w^M + (1-\theta)L + \frac{R}{2} \\ Y_B = (1-\theta)L w^M + \theta L + \frac{R}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Y_A = \theta L k + L + \frac{R}{2} \\ Y_B = (1-\theta)L k + L + \frac{R}{2} \end{cases} \quad 5.1$$

其中, $R = \sum r_i$ 是所有企业的资本利息之和。

(六) 区位均衡

企业会根据区际利润差异进行区位调整, 物质资本会根据利率差异跨区域流动, 资本流动的动态方程为

$$\dot{\lambda} = (\Delta r)\lambda(1-\lambda) \quad 6.1$$

均衡时, 劳动力、产品市场出清, 物质资本市场出清有 $\dot{\lambda} = 0$, 资本不再有流动的激励, 经济空间会出现两种分布格局, 一种是中心—外围结构, 制造业完全集聚在某一区域, 即 $\Delta r > 0$, $\lambda = 1$ 或 $\Delta r < 0$, $\lambda = 0$ 。经济空间的集聚力完全占优, 正的净利率差使得分散力微不足道。另一种是 $\Delta r = 0$, $0 < \lambda < 1$, 制造业不完全集聚, 此种情况下, 将均衡价格的表达式 3.5、均衡工资的表达式 4.1、均衡产出的表达式 3.6 一起带入式 3.4, 得到

$$\begin{aligned} \Delta r &= (p_a q_a - w^M q_a) - (p_b q_b - w^M q_b) = \frac{w^M}{\sigma - 1} (q_a - q_b) \\ &= \frac{1+\varphi}{1-\varphi} * \frac{k}{Y_a + Y_b} * \left(\theta - \frac{1}{2}\right) - \left(\lambda - \frac{1}{2}\right) = 0 \end{aligned} \quad 6.2$$

令 $\eta = k / (Y_a + Y_b)$, 表示技术工人的溢价收入占整个国民收入中的比重, 体现劳动力异质性程度, 也反映生产技能在整个经济中的地位。对 6.2 化简得到

$$\frac{1+\varphi}{1-\varphi} * \eta * \left(\theta - \frac{1}{2}\right) = \left(\lambda - \frac{1}{2}\right) \quad 6.3$$

如式 6.3 所示, 在区域 a 中, 等式右边的 $\lambda - 1/2$ 代表分散力, 来源于企业集聚带来的拥挤和竞争。左边的 $(1+\varphi) * \eta * (\theta - 1/2) / (1-\varphi)$ 代表集聚力, 体现人力资本对企业布局的吸引, 作用力的大小取决于 θ 和 $(1+\varphi) * \eta / (1-\varphi)$ 。对于 θ 来说, 当区际不存在人力资本差异的时候, 有 $\theta = \lambda = 1/2$, 制造业平衡分布, 不存在集聚现象。而当有 $1/2 < \theta < 1$ 时, 由于 $(1+\varphi) * \eta / (1-\varphi) > 0$, 均衡时 $1/2 < \lambda < 1$ 。此时, 即使满足集聚力与分散力的相等, 制造业的分布会部分集聚于技术工人比例大、人力资本水平高的区域。出现上述集聚现象, 一是因为制造业生产需要技术工人作为边际投入, 企业地理上接近技术工人可以节约通勤和培训成本。二是源于更大的 θ 对应更大的需求规模, 在“本地市场效应”的作用下, 企业倾向于布局具有更大市场需求的高

人力资本水平地区。

命题1 综合考虑生产技术特点、人力成本节约以及“本地市场效应”，制造业会集聚于人力资本水平高的地区。

制造业生产的集中要求有相应的人力资本空间结构予以匹配，制造业专业化程度高的地区无形中发展了当地的人力资本水平，这种发展一是来源于“就业效应”，不仅是对各地人力资本的吸聚，也可能是通过提供更多“干中学”平台的就业机会促进了当地人力资本的形成。二是“收入效应”，更多的企业带来更多的差异化产品，压降制成品价格，刺激当地消费，鼓励消费者为获取更高收入而强化技能学习，积累人力资本。上述两种效应还提升了当地的高技能人才密度，可能引发人力资本的“竞争效应”和“知识溢出效应”，产生区域人力资本发展的自我强化机制。

命题2 在“就业效应”“收入效应”等机制的综合作用下，制造业集聚会促进当地人力资本的发展。

结合命题1与命题2，可以得到经验假设1

经验假设1：制造业集聚与区域人力资本之间存在相互促进的互动发展关系。

令 $g(\varphi, \eta) = (1 + \varphi) * \eta / (1 - \varphi)$ ，当6.3式成立时，存在稳态值 (φ^*, η^*) 使集聚力与分散力相等，控制 $\varphi = \bar{\varphi}$ 不变，由于 $\partial g / \partial \eta > 0$ ，随着系数 η 的增大，尤其是当 η 的值超过 $\tilde{\eta} = (1 - \bar{\varphi}) / (1 + \bar{\varphi})$ ，有 $g(\bar{\varphi}, \tilde{\eta}) > 1$ ，均衡时，从等式左边往右看，人力资本对平衡分布的偏离要求制造业以更大的幅度偏离平衡分布，这是因为，一方面， η 值越大说明制造业的技术密集度越高，对区域劳动力素质更加敏感。另一方面， η 越大技术工人的溢价收入比重越大，人力资本水平高的地区总收入越高，“本地市场效应”越大。从等式右边往左看，制造业对平衡分布的偏离对应人力资本较小幅度的偏离平衡。可能因为，高端技术面向的人群较小，对当地人力资本发展的作用有限。

命题3 制造业集聚与区域人力资本的互动发展存在产业异质性，高技术产业的集聚更依赖高水平人力资本，但其对本地人力资本发展的贡献不及制造业整体。

经验假设2：对于制造业集聚与高技术产业集聚，区域人力资本对后者的影响更大，但前者对本地人力资本的反向影响更大。

在控制 η 不变的情况下，由于 $\partial g / \partial \varphi > 0$ ，随着 φ 的上升，尤其是当 φ 超过 $\tilde{\varphi} = (1 - \bar{\eta}) / (1 + \bar{\eta})$ ，均衡时，制造业对平衡分布的偏离大于人力资本对平衡分布的偏离，技术工人比例高的地区制造业比例更高。

命题4 交通运输条件具有提高人力资本吸引力的“正向调节效应”，随

着交通运输条件的优化, 区域人力资本对制造业集聚的影响更大。

经验假设 3: 人力资本与交通运输条件对制造业集聚的交互作用为正。

三、实证分析

(一) 研究设计

1. 模型和变量

实证分析中一般采用联立方程模型考察变量之间的内生互动关系。根据研究主题, 建立产业集聚与人力资本的联立方程组

$$\begin{cases} agg_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 hc_{i,t} + \alpha_2 trans_{i,t} + \alpha_3 hms_{i,t} + \alpha_4 open_{i,t} + \epsilon_{i,t} & (1) \\ hc_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 agg_{i,t} + \beta_2 edu_{i,t} + \beta_3 health_{i,t} + v_{i,t} & (2) \end{cases}$$

方程(1)是制造业集聚方程, 因变量制造业集聚(agg)用区位熵(EI)衡量, 区位熵刻画了某产业在特定区域内相对于全国的专业化水平和集聚程度(范剑勇, 2006; 刘修岩等, 2007; Fan and Scott, 2003; 倪进峰和李华, 2017), 计算公式为

$$agg_{i,t}^k = EI_{i,t}^k = \frac{L_{i,t}^k / L_{i,t}}{L_t^k / L_t}$$

其中 $L_{i,t}^k$ 表示 t 年 i 地区 k 产业的就业人数, $L_{i,t} = \sum_k L_{i,t}^k$ 、 $L_t^k = \sum_i L_{i,t}^k$ 和 $L_t = \sum_i \sum_k L_{i,t}^k$ 分别表示同年 i 地区就业人数、全国 k 产业就业人数和全国就业总人数。

影响产业集聚的区位因素有很多, 为了精简模型并避免多重共线性对参数估计的干扰, 本文参考相关文献, 选取三个主要变量控制影响制造业集聚的区位因素。首先, 运输成本是绝大多数空间经济学经典模型无法回避的关键变量, 一般认为, 运输成本的降低会引发产业集聚, 交通运输条件($trans$)良好的地区运输成本低, 会得到制造业的青睐。国内文献一般采用交通基础设施密度衡量各地的交通运输条件、交通可达性, 进而反向度量各省的货物运输成本(贺灿飞等, 2008; 贺灿飞等, 2010; 宋周莺和刘卫东, 2013)。本文借鉴吉亚辉和文静(2016)的研究, 综合考虑各类交通基础设施对降低运输成本的作用以及它们的相对使用频率, 采用加权交通基础设施密度衡量各地交通运输条件, 计算公式如下:

$$trans_i = \frac{\alpha * rk_i^a + \beta * rk_i^b + \gamma * rk_i^c}{Aarea_i}$$

其中, rk_i^a 、 rk_i^b 和 rk_i^c 分别表示区域 i 的公路里程、铁路营业里程和内

河航道通航里程； α 、 β 和 γ 是各类交通设施的相应权重，由年度全国该类交通设施的货运量占三类货运总量的比重表示，因此有 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ ； $Aarea_i$ 是区域 i 的行政区划土地面积。

其次，本地市场效应是空间经济学重要的理论基石，本地市场效应认为本地市场需求规模(hms)大的区域一般是净出口区域，往往制造业集聚程度较高。本文参考黄玖立和黄俊立(2008)、陆剑宝(2014)等的做法，选取区域总产出(GRP)来反映各区域的本地市场规模。

最后，结合我国区域经济发展历程，在全球化背景下，外向度($open$)较高的地区深度参与全球产业分工，市场潜能(Market Potential)较大，外商直接投资引进力度较大，区域竞争优势明显，对制造企业布局具有很强的吸引力。现有研究一般从贸易视角(进出口占GRP比重)或利用外资视角(FDI与GRP的比值)衡量区域外向度，考虑到不少研究强调外商直接投资对促进中国制造业集聚有重要贡献(冼国明和文东伟，2006；吴艳红等，2011)，本文选用FDI与GRP的比值反映各地的外向度。

方程(2)是人力资本方程，OECD(2001)界定人力资本是“个人拥有的有助于创造个人、社会和经济福利的知识、技能、能力和素质”。中央财经大学“中国人力资本指数研究项目”采用国际通行的J-F方法，以估算个体终生收入的现值来衡量人力资本价值，并通过与区域人口数据的结合计算人力资本存量、人均人力资本等指标，来反映各地人力资本状况。^①其中，人均人力资本是地区人力资本总量与非退休人口的比值，在一定程度上可以代表区域劳动力质量(李海峥等，2013)，本文选取人均人力资本指标反映各地人力资本水平(hc)。

教育培训和健康医疗对人力资本形成的贡献最大。在我国，教育均等化是政府公共服务均等化的重要组成部分，欠发达地区教育经费投入不足是制约我国教育均等化进程的瓶颈，对区域之间教育水平的差异产生了重要影响(吕炜和刘国辉，2010；唐兴霖和李文军，2013)，本文选取人均地方财政教育支出衡量各地教育水平(edu)。现有文献常采用区域医疗条件代理健康状况，相关研究显示，地方公共卫生支出对于我国区域健康人力资本的长远发展具有深远意义(陈浩，2010)，因此，本文采用人均地方财政医疗卫生支出反映各地的健康状况($health$)。

需要说明的是，区位熵描绘了区域变量发展状况比照全国平均水平的相对指标，与此对应，本文对人力资本及其他外生变量的取值都采用了相对值形式，也体现了各变量的区域分布和集聚情况，变量的具体定义汇总如下：

^① 具体计算方法详见李海峥等(2010)、李海峥等(2013)。

表 1 变量定义汇总

变量	变量定义
制造业集聚(<i>agg</i>)	基于制造业就业人数的区位熵 基于高技术产业就业人数的区位熵
人力资本(<i>hc</i>)	各地人均人力资本价值/全国人均人力资本价值
交通运输条件(<i>trans</i>)	各地加权交通密度/全国加权交通密度
本地市场规模(<i>hms</i>)	各地 GRP/全国 GRP 平均值
外向度(<i>open</i>)	(各地 FDI/GRP)/(全国 FDI/GRP 平均值)
教育水平(<i>edu</i>)	各地人均地方财政教育支出/全国人均地方财政教育支出
健康状况(<i>health</i>)	各地人均地方财政医疗卫生支出/全国人均地方财政医疗卫生支出

2. 数据来源及描述性统计

综合考虑数据的完整性和可获得性, 本文的考察期为 2005—2016 年, 研究的区域个体为中国大陆 31 个省级行政区。各省份制造业就业人数、总就业人数、FDI、GRP、常住人口数、地方财政教育支出、地方财政医疗卫生支出、行政区划土地面积数据来源于国家统计局网站。高技术产业就业人数来源于历年《中国高技术产业统计年鉴》; 各省份人均人力资本数据出自“中国人力资本指数项目 2019”, 公布于中央财经大学中国人力资本与劳动经济研究中心网站;^① 公路、铁路里程等交通基础设施数据来源于历年《中国交通统计年鉴》; 少量缺失数据通过线性插值法补齐。各变量的描述性统计如表 2 所示:

表 2 各变量数据的描述性统计

变量	观测值数	均值	标准差	最小值/最小值省份	最大值/最大值省份
制造业集聚(<i>agg</i>)		0.9811	0.6958	0.0611/2012 年西藏	3.6626/2012 年上海
制造业整体		0.8381	1.0756	0.0239/2012 年新疆	4.8735/2005 年上海
高技术产业		0.9525	0.5569	0.4490/2016 年青海	3.4204/2007 年上海
人力资本(<i>hc</i>)	372	1.9442	1.1527	0.1028/2006 年西藏	6.5726/2005 年上海
交通运输条件(<i>trans</i>)		1.0000	0.7963	0.0360/2011 年西藏	3.5399/2006 年广东
本地市场规模(<i>hms</i>)		0.8493	0.6550	0.0186/2016 年青海	3.6073/2015 年天津
外向度(<i>open</i>)		1.1750	0.5165	0.5887/2005 年四川	3.5398/2005 年上海
教育水平(<i>edu</i>)		1.2093	0.6472	0.4884/2005 年湖南	5.4866/2006 年北京
健康状况(<i>health</i>)					

^① 数据下载网址 <http://humancapital.cufe.edu.cn/rlzbzxm/zgrlzbzxm2019/zgrlzbzsbgsjk/zgrlzbzxmjsjg.htm>。

(二) 回归分析

1. 联立性检验

对联立方程组进行参数估计之前, 需要先实施联立性检验, 以验证核心变量的内生互动性, 明确联立方程模型的适用性(Gujarati and Porter, 2009)。文献的通常做法是进行 Durbin-Wu-Hausman 检验, 检验的步骤如下: 第一步, 将变量 $trans$ 、 hms 、 $open$ 代入方程(2)进行 OLS 回归, 回归残差 $\delta_{i,t}$ 作为自变量代入方程(1)进行 OLS 回归, 得到的估计结果如下:

$$agg_{i,t} = 0.4842 + 1.8735 \cdot hc_{i,t} - 0.0474 \cdot trans_{i,t} - 1.2484 \cdot hms_{i,t} + 0.0622 \cdot open_{i,t} - 1.8735 \cdot \delta_{i,t} + \varphi_{i,t}$$

(1.49) (5.71)*** (-0.66) (-2.7)**
(0.75) (-3.22)***

其中, 括号内为 t 值, **、*** 分别代表变量在 1% 和 5% 的显著性水平下显著, 从估计结果来看, $\delta_{i,t}$ 显著不为 0, 由此可以认为制造业集聚与人力资本存在统计意义上的内生性, 联立方程模型是适用的。

2. 估计方法及估计结果分析

估计联立方程模型常采用两阶段最小二乘法(2SLS)和三阶段最小二乘法(3SLS)。前者是单一方程估计法, 后者是一种充分利用方程组系统信息的系统估计策略, 往往更加有效率(Wooldridge, 2010; 陈强, 2014)。因此, 本文主要选用 3SLS 对方程组(1)–(2)进行参数估计。

分别对制造业总体和高技术产业样本进行回归, 结果如表 3 所示。

表 3 联立方程的 3SLS 估计

模型 方程 变量	制造业总体				高技术产业			
	A		B		A		B	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
$hc_{i,t}$	0.7261*** (12.22)		0.3349*** (2.85)		1.1064*** (11.69)		0.4177** (2.3)	
$trans_{i,t}$	0.1145*** (5.36)		0.1284*** (5.38)		0.1367*** (3.86)		0.1560*** (4.2)	
$trans_{i,t} * hc_{i,t}$			0.1750*** (5.16)				0.3117*** (5.72)	
$hms_{i,t}$	0.0886*** (4.5)		0.1296*** (5.82)		0.4063*** (10.53)		0.4829*** (12.15)	
$open_{i,t}$	0.1448*** (5.84)		0.2104*** (6.65)		0.2034*** (4.97)		0.3163*** (6.54)	

		续表							
		制造业总体				高技术产业			
模型		A		B		A		B	
变量	方程	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
	$-cons$	-0.1447*** (-3.29)		0.0317 (0.58)		-1.0604*** (-15.3)		-0.7435*** (-8.62)	
	$agg_{i,t}$		0.6730*** (18.98)		0.6951*** (20.13)		0.3462*** (15.69)		0.3625*** (16.81)
	$edu_{i,t}$		0.2176*** (4.03)		0.1831*** (3.35)		0.3503*** (5.72)		0.3219*** (5.24)
	$health_{i,t}$		0.1065*** (3.11)		0.1274*** (3.53)		0.0872** (2.05)		0.1021** (2.35)
	$-cons$		-0.0923** (-2.32)		-0.0987** (-2.45)		0.1453*** (3.41)		0.1469 (3.41)
	$chi2$	900.49***	970.03***	933.54***	990.57***	993.99***	736.96***	1120.87***	761.59***
	R^2	0.67	0.71	0.66	0.70	0.66	0.64	0.70	0.64

注：1. 模型 A 是原方程组，模型 B 在方程(1)中加入了人力资本和交通运输条件的交互项 $trans_{i,t} * hc_{i,t}$ ，交互项变量进行了去中心化处理；2. 参数估计值下方括号内标注的为 z 值，上标***、**、* 分别表示估计结果在 1%、5% 和 10% 的显著性水平下显著。

第一，制造业集聚与区域人力资本之间存在显著的互动发展关系。一方面，各模型下方程(1)中 hc 的参数估计值都为正，且高度显著——除了高技术产业样本下模型 B 的 hc 在 5% 的水平下显著，其他情况下 hc 都通过了 1% 水平的显著性检验，表明人力资本对制造业布局的影响是显著的，制造业企业明显偏好于人力资本条件好、劳动力素质高的区域，这些区域的制造业也集聚程度高、专业化水平强，这一结论与现有探讨产业集聚影响因素的主流观点相一致，命题 1 得到验证。另一方面，制造业集聚对区域人力资本发展具有显著的推动作用，反映在表 3 中，是各模型下方程(2)中 agg 的参数估计值都为正，且均在 1% 的显著性水平下显著，命题 2 得到验证。通过以上两个方面的估计，再结合方程组通过了联立性检验，可以认为经验假设 1 得到验证。

第二，区域人力资本对高技术产业集聚的影响更大，但高技术产业集聚对当地人力资本发展的贡献不及制造业整体。对比制造业样本与高技术产业样本下模型 A 变量 hc 的系数估计值，相似之处是二者的 z 值都较大且非常接近，说明人力资本对制造业整体以及高技术产业集聚的促进是显著的，但高

技术产业样本下 hc 的系数要更大($1.1064 > 0.7261$), 即区域人均人力资本每高于全国平均水平 1 个百分点, 高技术产业的集聚程度会高于全国平均水平近 1.11 个百分点, 而制造业整体的集聚程度仅会提高 0.73 个百分点。其次, 在引入了交互项的模型 B 中, 上述结论依然稳健, 高技术产业样本下, hc 以及 $trans * hc$ 的系数估计值都更大, 人力资本作用于高技术产业的边际效用更大, 凸显了高技术产业发展在空间维度中对高水平人力资本的依赖。然而, 比较两种样本下的方程(2)可以发现, 无论是模型 A 还是模型 B, 制造业 agg 的参数估计值都大幅高于高技术产业样本的系数估计值, 说明产业异质性也体现在对区域人力资本的促进上, 制造业整体的产业集聚对当地人力资本发展的贡献, 要高于高技术产业的贡献。如前所述, 高端技术的掌握门槛较高, 知识溢出的受众人群较窄, 因此对本地人力资本发展的作用有限。此外, 考察期内, 高技术产业的体量规模较小, 占制造业整体的比重较小, 制造业整体仍然是各地劳动力“干中学”的主要平台, 是发展各地人力资本的主力军。命题 3 和经验假设 2 得到验证。

第三, 人力资本与交通运输条件对制造业集聚存在效应为正的交互作用。两种样本下, 模型 B、方程(1)中 $trans * hc$ 的参数估计值为正, 且都在 1% 的显著性水平下显著, 表明区域人力资本与交通运输条件对制造业集聚的吸引是相互促进的, 一方面, 优良的交通运输条件可以“放大”人力资本吸引力, 命题 4 得到验证, 交通运输条件具有“正向调节效应”。另一方面, 交通运输条件的发挥, 需要借力区域人力资本优势, 经验假设 3 得以检验。

第四, 控制变量的系数估计结果符合预期。交通运输条件、本地市场规模、外向度对制造业集聚的正向影响都是显著的, 同时, 教育水平和健康状况显著地促进了本地人力资本的发展。

(三) 稳健性检验

本文从两方面进行了稳健性检验, 一是采用 2SLS 重新估计联立方程参数; 二是对相关变量进行了替换, 用各地人均 GDP、(公路里程+铁路里程)/土地面积、进出口总额/GDP、教育支出/GDP、医疗支出/GDP 的相对值分别表示本地市场规模、交通运输条件、外向度、教育水平和健康状况, 带入模型进行回归。以上两个方面的回归结果都显示, 支持经验假设的实证结果没有明显变化, 实证结论是稳健的。

四、研究结论与政策建议

本文的研究结论蕴含三个方面的政策涵义。

首先,应建立完善制造业与人力资本的空间协同发展机制。研究结论显示,制造业集聚与区域人力资本之间存在相互促进的互动发展关系。区域经济发展新形势下,建立完善空间协同发展机制的前提,是要坚决维护以制造业为代表的实体经济在现代产业体系建设中的主体地位,充分发挥实体经济在引领高质量发展中的先导作用。通过优化制造业的空间分布和区域配置,培育制造业与人力资本良性循环、互动发展的区域自组织机制。借鉴国内外区域发展和空间规划实践,坚持区域一体化发展战略,坚定都市圈发展导向,推动产业发展“联动化”,人才流动“同城化”,区域联系“网状化”。顺应空间经济发展趋势,维护中心城市的增长极地位,保障集聚效应的发挥,打破行政藩篱,进一步改革户籍制度,为制造业和人力资本提供更多元的空间协同载体,让二者在更广阔的地域空间互动起来。此外,需要从更加全局的角度关注人力资本与各类生产要素之间的协调性,考察它们彼此之间的空间交互效应,避免在协同制造业发展的进程中出现相互掣肘的困局。

其次,注重区域人才结构与产业结构的匹配。研究结论显示,对于制造业集聚与高技术产业集聚,人力资本对后者的影响更大,但前者对人力资本的反向影响更大。我国各地发展不平衡,东部沿海与中西部地区分处城市化和工业化的不同阶段,各地不能“一刀切”地片面追求产业高级化,避免产业布局同构造成经济资源浪费,而且这也不利于当地人力资本的形成。不能依赖“运动式”的“抢人”政策,把人才作为房地产去库存的手段,恶化居民的资产负债表并造成人力资源闲置。各地应根据本地产业发展现状,科学引导物质资本与人力资本有机融合,扎扎实实地做大做强实体经济,通过产业发展建立起培养人才、留住人才的长效机制。

最后,注意发挥交通基础设施的联动性作用。研究结论显示,对于促进制造业集聚,交通设施放大了人力资本的吸引力,人力资本也提升了交通设施的使用效率。可见,交通设施成为重要的协调要素和支撑力量,进入到人力资本和区域制造业发展的空间协同体系当中。因此,系统推进“四个协同”,可以重点关注交通基础设施的正向调节效应和配套作用,着力提升交通发展的质量效益,一是突出重点,基建项目投放聚焦“长三角”“大湾区”等重点区域和“省际断头路”“城际高速铁路”等重点领域;二是加大力度补短板,以交通基建优化国土空间布局,带动城市更新,进一步强化城市空间对实体经济的承载以及高素质人才的吸纳能力。

[参考文献]

陈浩,2010:《卫生投入对中国健康人力资本及经济增长影响的结构分析》,《中国人口科

- 学》第2期。
- 陈强, 2014:《高级计量经济学及 Stata 应用(第二版)》,北京:高等教育出版社。
- 董志华, 2019:《人力资本与经济增长互动关系研究——基于中国人力资本指数的实证分析》,《宏观经济研究》第4期。
- 范剑勇, 2006:《产业集聚与地区间劳动生产率差异》,《经济研究》第11期。
- 高素英、赵曙明、王雅洁, 2010:《人力资本与区域经济增长动态相关性研究》,《经济与管理研究》第1期。
- 贺灿飞、谢秀珍、潘峰华, 2008:《中国制造业省区分布及其影响因素》,《地理研究》第3期。
- 贺灿飞、朱彦刚、朱晟君, 2010:《产业特性、区域特征与中国制造业省区集聚》,《地理学报》第10期。
- 胡宏兵, 2014:《教育人力资本促进经济增长的效应研究——基于抽样面板因果检验方法的实证分析》,《教育研究》第10期。
- 胡永远, 2011:《人力资本积累与地区经济增长的联动关系分析》,《中国人口·资源与环境》第12期。
- 黄玖立、黄俊立, 2008:《市场规模与中国省区的产业增长》,《经济学(季刊)》第4期。
- 李海峥、贾娜、张晓蓓等, 2013:《中国人力资本的区域分布及发展动态》,《经济研究》第7期。
- 李海峥、梁赟玲等, 2010:《中国人力资本测度与指数构建》,《经济研究》第8期。
- 刘建华、黄春松, 2009:《基于有效劳动模型的人力资本与经济增长关系分析——以福建省为例》,《工业技术经济》第4期。
- 刘修岩、殷醒民、贺小海, 2007:《市场潜能与制造业空间集聚:基于中国地级城市面板数据的经验研究》,《世界经济》第11期。
- 陆剑宝, 2014:《基于制造业集聚的生产性服务业协同效应研究》,《管理学报》第3期。
- 逯进、周惠民, 2013:《中国省域人力资本与经济增长耦合关系的实证分析》,《数量经济技术经济研究》第9期。
- 吕炜、刘国辉, 2010:《中国教育均等化若干影响因素研究》,《数量经济技术经济研究》第5期。
- 倪进峰、李华, 2017:《产业集聚、人力资本与区域创新——基于异质产业集聚与协同集聚视角的实证研究》,《经济问题探索》第12期。
- 强国民、于长永, 2013:《新疆人力资本与区域经济增长动态关系实证分析》,《西北人口》第1期。
- 宋周莺、刘卫东, 2013:《中国工业中小企业省区分布及其影响因素》,《地理研究》第12期。
- 唐兴霖、李文军, 2013:《中国区域教育支出地区差距的度量与分解:1995—2010年》,《学术研究》第7期。
- 王健、李佳, 2013:《人力资本推动产业结构升级:我国二次人口红利获取之解》,《现代

财经》第 6 期。

- 王小鲁、樊纲, 2004: 《中国地区差距的变动趋势和影响因素》, 《经济研究》第 1 期。
- 王宇、焦建玲, 2005: 《人力资本与经济增长之间关系研究》, 《管理科学》第 1 期。
- 吴艳红、薄文广、殷广卫等, 2011: 《FDI、产业特征与制造业地理集中——基于中国数据的实证分析》, 《南开经济研究》第 1 期。
- 冼国明、文东伟, 2006: 《FDI、地区专业化与产业集聚》, 《管理世界》第 12 期。
- 杨建芳、龚六堂、张庆华, 2006: 《人力资本形成及其对经济增长的影响——一个包含教育和健康投入的内生增长模型及其检验》, 《管理世界》第 5 期。
- 阳立高、龚世豪、王铂等, 2018: 《人力资本、技术进步与制造业升级》, 《中国软科学》第 1 期。
- 张桂文、孙亚南, 2014: 《人力资本与产业结构演进耦合关系的实证研究》, 《中国人口科学》第 6 期。
- 张国强、温军、汤向俊, 2011: 《中国人力资本、人力资本结构与产业结构升级》, 《中国人口·资源与环境》第 10 期。
- 张其春、郝永勤, 2006: 《区域人力资本与产业结构调整互动关系》, 《现代经济探讨》第 8 期。
- 张苏、唐婧, 2010: 《教育财政投入、人力资本与中国经济增长实证分析》, 《求索》第 6 期。
- Fan, C. C. and A. J. Scott, 2003, “Industrial Agglomeration and Development: A Survey of Spatial Economic Issues in East Asia and a Statistical Analysis of Chinese Regions”, *Economic Geography*, 79(3): 295–319.
- Fleisher, B., H. Li and M. Zhao, 2010, “Human Capital, Economic Growth, and Regional Inequality in China”, *Journal of Development Economics*, 92(2): 215–231.
- Gujarati, D. N. and D. C. Porter, 2009, *Basic Econometrics (5th Edition)*, Tata McGraw-Hill Education.
- Krueger, A. B. and M. Lindahl, 2001, “Education for Growth: Why and for Whom?”, *Journal of Economic Literature*, 39(4): 1101–1136.
- OECD, 2001, *The Well-being of Nations: The Role of Human and Social Capital*, OECD Publishing.
- Schultz, T. W., 1993, *Origins of Increasing Returns*, Blackwell.
- Schultz, T. W., 1982, *Investing in People: The Economics of Population Quality*, University of California Press.
- Toulemonde, E., 2006, “Acquisition of Skills, Labor Subsidies, and Agglomeration of Firms”, *Journal of Urban Economics*, 59(3): 420–439.
- Wooldridge, J. M., 2010, *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data (2th Edition)*, MIT Press.

Research on Manufacturing Industry Agglomeration and Human Capital Coordinated Development: The Perspective of Spatial Economics

NI Jin-feng^{1,2}

(1. School of Economics, Zhejiang University;

2. Strategy & Development Department, China Zhesang Bank)

Abstract: This paper studies the coordinated development relationship between regional manufacturing and human capital from the perspective of spatial economics. By constructing a DCI spatial economic model that incorporates labor and industrial heterogeneity, and conducting empirical analysis in combination with panel data of 31 provinces in mainland China. The study found that there is an interactive development relationship between manufacturing agglomeration and regional human capital; the agglomeration of high-tech industries relies more on high-level human capital, but its contribution to the development of local human capital is less than the overall manufacturing industry; transportation conditions have a positive regulatory effect that increases the attractiveness of human capital, and at the same time, human capital also improves the efficiency of the use of transportation facilities. The policy implication is to establish and improve the spatial coordination mechanism of manufacturing and human capital, pay attention to the matching of regional talent structure and industrial structure, and give play to the linkage of transportation development.

Key words: manufacturing agglomeration; regional human capital value; spatial coordinated development; regional economic development mechanism

(责任编辑: 孟大虎 责任校对: 孟大虎 刘泽云)