

# 交通基础设施与服务业的集聚效应 ——来自省市两级的多层线性分析

孙晓华 刘小玲 徐帅

(大连理工大学管理与经济学部, 大连 116024)

**摘要:**服务业集聚是提高产业素质和区域竞争力的重要途径,如何更好地发挥服务业的集聚效应是区域经济发展需要探究的核心问题之一。本文将交通运输成本纳入到产业集聚与生产率关系的理论模型中,讨论了交通基础设施影响服务业集聚效应的机制。实证研究中,基于面板门限模型将样本省份划分为交通基础设施建设的高水平和低水平两组,进而利用多层线性回归模型就交通基础设施对服务业集聚效应的影响进行了检验,结果发现:在交通基础设施发达的省份,省级服务业集聚能够强化城市服务业集聚效应的发挥;在交通基础设施水平较低的省份,服务业集聚的有效范围仅局限在城市层面,省级服务业集聚对市级服务业的集聚效应难以产生促进作用。

**关键词:**交通基础设施;服务业集聚;多层线性模型;门限回归

## 引言

现代服务业是转变经济发展方式和产业结构升级的基本保证,而服务业集聚则成为提高产业素质和区域竞争力的重要途径。近年来,现代服务业集聚区在一些经济发达的省市蓬勃兴起,大批中央商务区、文化创意产业园、科技创业园等各具特色的服务业集聚区应运而生。迄今为止,国内多数服务业集聚区的规划与推进由政府主导,一般分为两类:一是市级政府依据城市层面产业发展需求成立的市级服务业集聚区,二是从省级层面总体规划落实到地级市的省级服务业集聚区。在省与市两级规划管理的行政体制下,尽管服务业集聚主要由市级政府执行和完成,但建设规划部分来自于省级政府,市级服务业集聚区多是全省服务业发展的组成部分。为了更好地发挥服务业的集聚效应,各省区在建设服务业集聚区的同时,无一例外地提出公共服务的重要性,尤其强调了交通基础设施的投资。从理论上讲,良好的交通基础设施不仅可以促进服务业集聚,而且能够加强服务业集聚效应的释放<sup>[1]</sup>。那么,在中国各地区服务业集聚的形成与发展过程中,交通基础设施建设对集聚效应的发挥产生了什么作用呢?交通基础设施水平高的省份,服务业的集聚效应是否会更加突出呢?本文将对此展开详细讨论。

## 文献回顾与理论假说

学者们针对产业集聚效应问题已经开展了广泛而深入的研究,下面将从服务业集聚效应的边界和基础设施对服务业集聚效应的影响两方面对现有文献进行回顾。

### 1、服务业集聚效应的边界

企业在一定区域范围内的相对集中能够增加交易频率、降低区位成本和环境不确定性等不利因素,从而降低交易成本<sup>[2]</sup>,因此产业集聚的边界问题也就是产业集聚内部效率的分界线<sup>[3]</sup>。新古典经济学派从外部性角度提出了集聚经济的动因:共享熟练的劳动力市场、与本地大市场相联系的前后向联系和知识溢出,不过

收稿日期:2015-04-16

基金项目:国家社会科学基金项目(15ZDA025,16BGL021);国家软科学研究计划项目(2013GXS4D108);教育部人文社科基金资助项目(13YJC790127);辽宁省教育厅一般研究项目(L2013039)。

作者简介:孙晓华,大连理工大学管理与经济学部教授,博士生导师;刘小玲,大连理工大学管理与经济学部,博士研究生;徐帅,大连理工大学管理与经济学部,硕士研究生。

上述三类因素均难以解释产业集聚边界形成的机理,以 Krugman<sup>[4]</sup>为代表的新经济地理学派从运输成本、要素流动、规模收益递增和政府行为等角度阐述了服务业集聚边界的形成和演化机制。

新经济地理学认为产品从上一环节到下一环节的过程中存在运输成本,且该成本随着距离的扩大而不断增加<sup>[5]</sup>,由此限制了产业集聚的影响范围,使其局限于对本地产生经济效应。对于生产性和流通性服务业而言,二者的发展直接依赖于交通运输,运输成本的节约可以促使其在原有优势区域不断集聚,但对于消费性和社会性服务业产品而言,由于其大部分是无形产品,加之交通运输成本的限制使其产品交易局限于本地。因此,运输成本是决定服务业边界延伸的重要因素<sup>[6]</sup>。

产业之间的知识外溢和生产要素的直接贸易关系能够促进服务业集聚<sup>[7]</sup>,特别是生产性服务业本身属于知识密集型企业,知识共享产生的正外部性有利于企业集聚。同时,服务业本身的发展需要大量人力资本的交流,而人力资本要素的自由流动也能够带来知识溢出的正外部性<sup>[8]</sup>。由此,在市场机制的驱使下,资源和要素自动向获得最佳收益的区位集聚,促使服务业集聚边界不断扩大<sup>[9]</sup>。

在规模收益递增的条件下,当企业规模达到一定程度时,会整合产业链上下游形成更大范围的集聚<sup>[10][11]</sup>。按照规模收益的框架,服务业集聚边界的扩张属于规模报酬上升时期,到达成熟阶段后内部效率达到平衡,边界趋于稳定,如果内部或外部环境发生变化将打破平衡,向新的边界发展,规模收益递增的特性导致服务业集聚的边界具有演化的可能性。

此外,部分国家的政府行为在服务业集聚形成过程中扮演着重要角色,优惠政策能够引导大批企业形成地理上的集聚,而且影响着服务业集聚的辐射范围和边界。

针对服务业集聚效应的边界问题,学者们针对不同国家的发展情况进行了实证检验。有研究指出,相比于制造业,服务业更倾向于在经济发达的城市选择集聚<sup>[12]</sup>,尤其是生产性服务业更容易对周边城市形成溢出作用<sup>[13]</sup>。也有学者得到了更为明确的结论,Desmet 和 Fafchamps<sup>[14]</sup>分析了美国郡级层面的就业集聚变化情况,发现在考虑空间维度的因素后,服务业在距离集聚中心 5-20 公里的范围内拥有较高的集聚度,而制造业集聚效应的范围是 20-70 公里。来自国内的研究发现,中国城市服务业有明确的集聚方向,倾向于在行政等级高、经济规模大的城市以及沿海城市分布<sup>[15]</sup>。其中,生产性服务业集聚的空间依赖性更为明显<sup>[16]</sup>,对经济增长具有明显的技术溢出作用,有效的作用范围为 100 公里<sup>[17]</sup>。

## 2、交通基础设施与服务业集聚

与传统制造业具有可存储和远距离传输的特点不同,服务产品的生产和消费在时空上具有同一性<sup>[18]</sup>,且具有本地偏好的特性,因此服务业集聚效应的边界范围要更小<sup>[19]</sup>。不过,交通基础设施有利于缩短城市之间的空间距离,某种程度上能够缓解服务业的同一性和不可储存性的缺陷,为服务业集聚效应在更大范围内的发挥创造条件。同时,发达的交通基础设施能够对地区间资源进行整合与共享,促进服务业在城市之间的交流,降低地方政府人为设置的进入壁垒<sup>[20]</sup>。

学者们就交通基础设施对产业集聚的影响进行了实证研究。有学者研究表明公共交通基础设施会带来人口的大量集聚从而带动就业水平的提高,形成集聚经济并带动生产率的提升<sup>[21]</sup>。也有学者认为信息的传输对服务业集聚的形成具有重要意义<sup>[22]</sup>,而基础设施能够提高信息传输的时效性,尤其是发达的交通基础设施能够改变经济活动的水平和空间分布,进而作用于产业集聚<sup>[23]</sup>。Deichmann<sup>[24]</sup>指出,交通基础设施对不同行业集聚所起到的效果不同,对于落后地区的工业集聚,通过改善交通基础设施只能起到有限的效果。对于服务业,Graham<sup>[25]</sup>的研究发现交通基础设施投资能够带来正的外部性,从而提升服务行业的集聚密度。

近年来,随着中国交通基础设施投资力度的不断加大,尤其是高速公路和高速铁路的建设,不仅推动了相关省份的经济增长,改变了现有的地缘经济格局,而且加快了地区间的要素流动,为优势资源快速集聚提供了便利条件,促进了企业合作和分工的深化。然而一个不容忽视的事实是,不同省份的经济发展水平和自然条件存在差异。部分地区交通基础设施水平较高,省内城市之间经济联系紧密;相反,部分地区交通基础设施建设滞后,无法满足省内城市经济协同发展的需要。

综观国内外现有文献,尽管学者们证实了服务业的集聚效应存在边界,也发现了基础设施对产业集聚形成的重要推动作用,但这些研究仅侧重于单一方面,并没有将二者结合起来深入研究影响服务业集聚边界形成的内在机制。因此,在已有研究的基础上,本文将依据中国省和市两级服务业集聚式发展的实际情

况,考察省份层面交通基础设施建设对市级服务业集聚效应发挥的影响。理论上,将交通运输成本纳入到产业集聚的理论模型中,讨论交通基础设施对服务业集聚效应的影响机制;经验研究方面,以 2003–2011 年《中国城市统计年鉴》为样本,利用多层线性模型实证检验省级交通基础设施建设水平对市级服务业集聚效应的作用。

理论模型

1、理论模型推导

产业集聚是生产同类产品的若干企业,以及为之配套的上下游企业及相关服务业在某个特定地理区域内高度集中的现象,衡量的是产业在空间上的一种分布情况。下面将借鉴 Ciccone 和 Hall<sup>[26]</sup> 的思想,以 Abdel-Rahman 和 Fujita<sup>[27]</sup>、Duranton 和 Puga<sup>[28]</sup> 的中间产品模型为依据,推导存在交通运输成本条件下服务业集聚影响生产率的理论机制。

首先,做出如下理论假设:(1)城市经济由制造业和本地服务业两部门构成,后者生产前者所需要的中间品和服务,且制造业厂商可以在两个城市  $i$  和  $j$  之间自由选择区位。(2)厂商生产有差异的产品,制造业与中间厂商的生产均为垄断竞争模式。(3)沿用克鲁格曼的“线型”城市结构,假定每个企业在城市中呈现线性均匀分布,城市  $i$  土地面积为  $S_i$ ,城市中总有效劳动力为  $L_i$ ,均衡工资率为  $w_i$ 。(4)制造业作为城市中心,服务业将产品和服务传递到制造业厂商需要一定的运输成本,运输成本的系数用  $\varepsilon$  来衡量。运输成本取决于区域的面积大小和交通基础设施发达程度,面积越大,服务业传递到制造业的运输成本越高;交通基础设施越发达,服务业传递到制造业的成本越低,因此运输成本系数可以表示为:

$$\varepsilon_i = e^{-\frac{t_i}{s_i}}$$

(1)

其中, $S_i$  表示城市  $i$  的面积, $t_i$  为交通基础设施的发达程度,其取值范围大于零且不能无限增大, $\varepsilon_i$  的取值范围在 0 和 1 之间。当城市  $i$  的面积无限小时, $\varepsilon_i$  接近于 0,城市面积无限大时, $\varepsilon_i$  接近于 1。

两个城市的消费者具有一致的 CES 效用函数,制造业产品间的不变替代弹性为  $\sigma_y > 1$ 。制造业在城市之间交易具有运输成本,表示为  $\varepsilon$ 。 $E_i$  和  $E_j$  分别表示城市  $i$  和城市  $j$  中消费者对制造业的总支出。制造业厂商生产差异化的产品,用  $G_{y,i}$  来衡量城市  $i$  制造业品市场价格指数, $p_{y,i}(k)$  表示制造业厂商  $k$  生产产品的价格。参考 Duranton 和 Puga<sup>[28]</sup> 的中间产品模型,构建城市  $i$  中制造业厂商  $k$  面对的需求函数为:

$$y_i(k) = [E_i + (1 + \varepsilon)E_j] G_{y,i}^{\sigma_y} p_{y,i}(k)^{-\sigma_y}$$

(2)

进一步,借鉴 Ciccone 和 Hall<sup>[26]</sup> 的单位空间生产函数思想,引入单个厂商单位空间需求密度的概念,即  $y_i(k)/S_i$ 。 $y_i(k)/S_i$  表示厂商在单位土地面积上的需求,代表着厂商需求的空间外部性,假设该需求密度的弹性系数为  $(\lambda-1)/\lambda (\lambda > 1)$ 。 $e_i$  和  $e_j$  分别表示单位面积上城市  $i$  和  $j$  消费者对制造业产品的总支出。单个制造商  $k$  在单位空间内的需求可以表示为:

$$f_{y,i} = [e_i + (1 + \varepsilon)e_j] G_{y,i}^{\sigma_y} p_{y,i}(k)^{-\sigma_y} \left[ \frac{y_i(k)}{S_i} \right]^{(\lambda-1)/\lambda}$$

(3)

假定制造业在空间上是均匀分布的,故有:

$$y_i(k) = S_i [e_i + (1 + \varepsilon)e_j] G_{y,i}^{\sigma_y} p_{y,i}(k)^{-\sigma_y} \left[ \frac{y_i(k)}{S_i} \right]^{(\lambda-1)/\lambda}$$

(4)

提出公因式  $y_i(k)/S_i$ ,将制造业厂商单位面积的需求函数变形为:

$$\frac{y_i(k)}{S_i} = \{ [e_i + (1 + \varepsilon)e_j] G_{y,i}^{\sigma_y} p_{y,i}(k)^{-\sigma_y} \}^{\lambda}$$

(5)

制造商生产过程中需要劳动、中间品和其他投入,假定固定和可变投入是  $f_y$  和  $c_y$ , $w_i$  和  $g_i$  分别表示劳动的工资和其他要素的价格, $G_{x,i}$  为中间投入品的价格指数, $\mu$  和  $\gamma$  分别是中间投入和其他要素在投入成本中的份额。另外,交通基础设施建设在城市经济体系中的影响体现为中间投入和其他要素投入在成本中的份额。由于制造业厂商在生产过程中需要中间投入和其他要素,而这些生产要素传递到制造厂商的过程中需要运输成本,运输成本越高,中间投入和其他要素在整个制造商成本中的比例越多。因此,将运输成本纳入到中间品和其他要素的成本,二者在投入成本中的份额可以表示为  $\mu/(1-\varepsilon)$  和  $\gamma/(1-\varepsilon)$ ,则制造业厂商  $k$  的成本函数



如下：

$$C_{y,i}(k) = w_i^{1-\gamma/(1-\varepsilon)-\mu/(1-\varepsilon)} g_i^{\gamma/(1-\varepsilon)} G_{x,i}^{\mu/(1-\varepsilon)} [c_y y(k) + f_y] \tag{6}$$

将制造业厂商  $k$  的成本表示成单位空间上的成本函数：

$$\frac{C_{y,i}(k)}{S_i} = w_i^{1-\gamma/(1-\varepsilon)-\mu/(1-\varepsilon)} g_i^{\gamma/(1-\varepsilon)} G_{x,i}^{\mu/(1-\varepsilon)} \left[ c_y \frac{y_i(k)}{S_i} + \frac{f_y}{S_i} \right] \tag{7}$$

用  $h$  表示中间厂商,  $n$  表示中间厂商的数量, 中间产品替代弹性为  $\sigma_x > 1$ , 本地中间厂商的价格指数表示为：

$$G_{x,i} = \left\{ \int_0^n [p_{x,i}(h)]^{-\sigma_x} \right\}^{-(1/\sigma_x)} \tag{8}$$

同理, 制造业生产成本中比例为  $\mu/(1-\varepsilon)$  的部分用于购买中间产品, 其中运输成本等于  $\mu/(1-\varepsilon)-\mu$ ,  $m$  表示城市  $i$  中制造业厂商的数量。因此, 本地中间厂商  $h$  面对单位空间需求函数为：

$$\frac{x_i(h)}{S_i} = \left\{ \left[ \frac{\mu}{1-\varepsilon} G_{x,i}^{\sigma_x} \int_0^m \frac{C_{y,i}(k)}{S_i} dk \right] p_{x,i}(h)^{-\sigma_x} \right\}^{\lambda} \tag{9}$$

和制造业的成本函数一样, 同样假设本地中间厂商生产  $x_i$  需要固定劳动投入和可变劳动投入为  $f_x$  和  $c_x$ , 则城市  $i$  中间厂商的单位空间成本函数为：

$$\frac{C_{x,i}(h)}{S_i} = w_i \left[ c_x \frac{x_i(h)}{S_i} + \frac{f_x}{S_i} \right] \tag{10}$$

在垄断竞争的条件下, 城市  $i$  中厂商数量达到均衡分为两个阶段: 第一阶段, 短期内由于所有厂商参与竞争, 厂商的利润达到最大化。此时, 市场上存在着大量的厂商, 单个厂商的定价不影响总体的价格指数, 于是由公式(9)和(10)以及利润最大化的一阶条件得到均衡时中间产品成本加成的定价：

$$p_{x,i} = \frac{c_x \sigma_x \lambda}{\sigma_x \lambda - 1} w_i \tag{11}$$

均衡时所有中间产品厂商同价, 因此中间产品的价格指数仅取决于本地中间厂商的数目, 表示为：

$$G_{x,i} = p_{x,i} n_i^{-(1/\sigma_x)} = \frac{c_x \sigma_x \lambda}{\sigma_x \lambda - 1} w_i n_i^{-(1/\sigma_x)} \tag{12}$$

第二阶段, 当实现长期均衡时, 由于厂商的自由进入使均衡时的两部门垄断利润降为 0, 制造业和服务业的均衡单位空间需求为  $\frac{y_i}{S_i} = f_y(\sigma_y \lambda - 1)/S_i c_y$ ,  $\frac{x_i}{S_i} = f_x(\sigma_x \lambda - 1)/S_i c_x$ 。此时, 劳动力市场出清, 劳动人数达到均衡, 满足  $L_{y,i} + L_{x,i} = L_i$ 。在劳动力市场出清条件下, 服务业劳动力人数可以表示为  $L_i(h) = \frac{X_i}{w_i} = L_i \left( \frac{\mu}{1-\gamma} \right)^{\textcircled{1}}$ , 服务企业

的数量为  $n_i = \frac{\mu}{(1-\gamma) \sigma_x \lambda f_x} L_i$ , 服务业的劳动人员数量  $L_{x,i} = \left( \frac{\mu}{1-\gamma} \right) L_i$ 。

长期均衡时, 所有制造业厂商成本相同, 服务业在城市  $i$  中的最优产量可表示为：

$$X_i = n_i S_i \frac{x_i}{S_i} = n_i S_i \left[ \frac{\mu}{1-\varepsilon} G_{x,i}^{\sigma_x} m_i \frac{C_{y,i}(k)}{S_i} p_{x,i}(h)^{-\sigma_x} \right]^{\lambda} \tag{13}$$

参考 Ciccone 和 Hall<sup>[26]</sup> 的做法, 以服务业的产量与服务业劳动力的比值  $X_i/L_{i,h}$  来衡量服务业劳动生产率, 服务业劳动力与面积比  $L_{i,h}/S_i$  来衡量服务业集聚水平, 结合公式(7)(9)(11)和(12), 同时将制造业厂商的数量  $m_i$ 、需求  $y$  和其他要素价格  $g_i$  视为控制变量, 其他变量作为常数项, 则服务业劳动生产率与集聚程度的关系可表示为下式：

①长期均衡时, 地区之间自由贸易, 厂商自由进入, 中间厂商的产出和制造业厂商的产出比例恒定为  $\mu$  (意味着交通基础设施只对成本有影响), 所有厂商工资率均相同  $w_i$ , 整个城市劳动创造的价值 = 制造业的增加值 + 中间厂商的增加值, 制造业作为最终产品, 其产值  $Y$  衡量了总产值。去掉其他原始资本, 所有劳动人数创造的价值增量为  $w_i L_i = Y(1-\gamma)$ , 因此  $X = \left( \frac{\mu}{1-\gamma} \right) w_i L_i$ 。

$$\frac{X_i}{L_{i,h}} = \theta_i \times \left( \frac{L_{i,h}}{S_i} \right)^{\frac{-\lambda[1+\frac{\mu}{(1-\varepsilon)\sigma_x}]}{1-\lambda[1-\gamma/(1-\varepsilon)]}} \times S_i^{\frac{-\lambda[1+\mu/(1-\varepsilon)\sigma_x]}{1-\lambda[1-\gamma/(1-\varepsilon)]}} \times m_i^{\frac{\lambda}{1-\lambda[1-\gamma/(1-\varepsilon)]}} \times g_i^{\frac{\gamma\lambda/(1-\varepsilon)}{1-\lambda[1-\gamma/(1-\varepsilon)]}} (c_y y + f_y)^{\frac{\lambda}{1-\lambda[1-\gamma/(1-\varepsilon)]}} \quad (14)$$

设  $\rho = 1 - \lambda[1 - \gamma/(1 - \varepsilon)]$ ,  $D = L_{i,h}/S_i$ ,  $P = X_i/L_{i,h}$ , 公式 (14) 简化为:

$$P_i = \theta_i \times D_i^{\frac{-\lambda[1+\frac{\mu}{(1-\varepsilon)\sigma_x}]}{\rho}} \times S_i^{\frac{-\lambda[1+\mu/(1-\varepsilon)\sigma_x]}{\rho}} \times m_i^{\frac{\lambda}{\rho}} \times g_i^{\frac{\gamma\lambda/(1-\varepsilon)}{\rho}} (c_y y + f_y)^{\frac{\lambda}{\rho}} \quad (15)$$

为了讨论服务业集聚对生产率的影响,对公式 (15) 中的服务业集聚程度  $D$  求偏导,得:

$$\frac{\partial P}{\partial D} = \frac{-\lambda[1+\frac{\mu}{(1-\varepsilon)\sigma_x}]}{1-\lambda[1-\gamma/(1-\varepsilon)]} = \begin{cases} > 0, \text{如果 } \varepsilon < 1 - \gamma/(1 - 1/\lambda) \\ < 0, \text{如果 } \varepsilon > 1 - \gamma/(1 - 1/\lambda) \end{cases} \quad (16)$$

根据公式 (16), 地区服务业集聚对服务业劳动生产率的影响呈现出倒 U 型关系, 二者关系取决于运输成本系数: 如果运输成本系数小于  $1 - \gamma/(1 - 1/\lambda)$ , 服务业集聚对劳动生产率有着促进作用; 随着运输成本系数的增加, 当  $\varepsilon = 1 - \gamma/(1 - 1/\lambda)$  时, 服务业集聚效应达到最大; 若运输成本系数  $\varepsilon > 1 - \gamma/(1 - 1/\lambda)$ , 服务业集聚的对劳动生产率开始呈现负向影响。

进一步地, 结合交通运输成本的决定因素, 可知服务业集聚效应的发挥取决于地区总面积和交通基础设施状况, 具体可以表述为: 在地区面积既定的前提下, 交通基础设施越发达, 运输成本越低, 服务业集聚对生产率的促进作用就更为明显; 随着地区面积的增加, 如果交通基础设施建设相对落后, 服务业的集聚效应可能无法充分发挥。

2、计量模型设定

对公式 (14) 两边取对数, 将生产商数量和面积纳入常数项中, 其他要素  $g$  表示控制变量, 参考 Ciccone 和 Hall<sup>[26]</sup> 的模型结果, 选择固定资产投资和高等教育水平作为控制变量, 从而构建如下的计量经济模型:

$$\ln P_i = cons + \theta \ln D_i + \varphi \ln edu_i + \eta \ln fun_i + e_i \quad (17)$$

其中,  $i$  和  $t$  分别为地区和年份,  $P$  表示劳动生产率 ( $X_i/L_{i,h}$ ),  $D_i$  为服务业集聚程度,  $edu_i$  是从业人员受教育程度,  $fun_i$  表示交通基础设施水平,  $e_i$  为误差项。下面将通过实证研究的方法设计, 利用中国省际和地级市面板数据对理论假说进行检验。

实证研究设计

为了检验交通基础设施对服务业集聚效应的影响, 本文从地级市和省份两个层面进行考察, 基本思路为: 第一步, 利用多层线性模型探讨省一级服务业集聚程度是否对城市一级服务业集聚效应的发挥存在间接的促进或阻碍作用; 第二步, 按照理论分析的结果, 省份面积要远大于城市, 因此省级层面服务业集聚对市一级服务业集聚效应的影响, 取决于交通基础设施的发达程度, 拟采用门限回归方法将样本省份按照交通基础设施水平分为不同组别, 如果不同组别之间省份对城市服务业集聚效应的作用存在明显差异, 则验证了理论假说。

1、多层线性分析方法

我国地区间的经济发展和基础设施建设的差异较大, 交通基础设施水平高的省份, 省内各城市之间联系更为紧密, 省一级服务业集聚有利于强化市级服务业的集聚效应。在实证分析中, 涉及省份和其所属地级市两个层面的数据, 而且市嵌套在省之内。针对多层嵌套数据, 传统的处理方法是将省、市变量都看作同一水平的变量, 直接在市级层面对数据进行多元回归分析, 但对于多层数据来说, 最小二乘法前提假设中的同方差性尤其是个体间随机误差相互独立的条件无法满足。针对本文所研究的问题, 由于两个不同省份的城市之间发展差异较大, 而同一省份内部的城市之间在行政管理、经济政策和自然条件等方面存在诸多相似性, 这不仅破坏了同方差假设, 而且无法满足随机误差相互独立的前提条件。因此, 本文借鉴心理学和教育学领域处理多层嵌套数据常用的方法, 即多层线性模型 (Hierarchical Linear Models, HLM) 进行实证检验。

② 其中,  $\theta_i = \left[ \left( \frac{\mu}{1-\gamma} \right)^{1+\lambda \left( \frac{\mu+\gamma\sigma_x}{(1-\varepsilon)\sigma_x} \right)} (\sigma_x \lambda)^{\lambda(2-\frac{\mu}{1-\varepsilon})-1} f^{\lambda \left[ 1-\frac{\mu}{(1-\varepsilon)\sigma_x} \right]-1} \left( \frac{c_x \sigma_x \lambda}{\sigma_x \lambda - 1} \right)^{\frac{\mu\lambda}{1-\varepsilon}} \mu^\lambda \right]^{\frac{1}{1-\lambda[1-\gamma/(1-\varepsilon)]}}$ 。

多层线性模型的基本思路是将多层数据在因变量上的总变异分为组内和组间两个层次,然后分别在两个层次上引入相应的自变量,对组内和组间的差异进行解释。基本的多层线性模型由一个组内方程和组间方程来表示,结合本文的研究对象,将地级市个体间的差异作为组内差异,省层面的差异作为组间差异,设定模型如下:

$$L1: \ln P_i = \beta_0 + \beta_1 \ln D_i + \beta_2 \ln edu_i + \beta_3 \ln fund_i + e_i$$

$$L2: \beta_0 = \gamma_{00} + \mu_{0j}$$

$$\beta_1 = \gamma_{10} + \gamma_{11} \ln SD_i + \mu_{1j}$$

$$\beta_2 = \gamma_{20} + \mu_{2j}$$

$$\beta_3 = \gamma_{30} + \mu_{3j}$$

(18)

(18)

并且假设:

$$e_{ij} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma^2)$$

$$\mu_{ij} \stackrel{iid}{\sim} N(0, \tau_{ij})$$

$$Cov(e_{ij}, \mu_{ij}) = 0$$

其中,第一层方程 L1 中各变量的含义与公式(17)一致,采用城市层面的数据样本, $e_{ij}$ 是省份内各城市间的组内误差;第二层方程 L2 中  $D_i$  表示省份层面服务业的就业密度, $\mu_i$  表示省份之间的误差,系数  $\gamma_{11}$  表示省份服务业集聚对城市服务业集聚效应的影响。与传统回归方程不同,多层模型中 L1 中的截距和斜率不再假设为一个常数而是一个随机变量,充当第二层模型 L2 的解释变量。这样,可以通过考察 L1 和 L2 中变量系数的显著性与符号来判断层级之间变量的作用关系,如果 L2 中变量的系数显著且与相对应 L1 中的变量系数符号相同,表明第二层变量可以加强第一层中相应变量对被解释变量的影响;如果符号显著为负或者不显著,则意味着能够削弱这种影响,或者对其作用微弱。

2、交通基础设施影响服务业集聚的门限面板模型

在检验交通基础设施对服务业集聚效应影响的过程中,需要按照交通基础设施的建设水平对样本省份进行分组。如果按照主观划分方式,单纯地依据省份交通基础设施的指标大小归类,往往会导致回归结果的偏误,本文采用 Hansen 提出的面板门限模型(Panel Threshold Model)对样本数据进行自动识别,该方法能够依据数据本身的特点内生地划分区间。其主要原理是将选定的门限变量纳入回归模型中,建立基于门限变量的分段函数,并对门限的个数和数值进行估计。依据前文的理论分析,我们建立以省份服务业集聚程度为解释变量,基础设施水平为门限变量的回归方程:

$$\ln SP_{it} = \alpha_{it} + \theta_1 \ln SD_{it} I(sfund_{it} \leq \gamma) + \theta_2 \ln SD_{it} I(sfund_{it} > \gamma) + \phi \ln sedu_{it} + \eta \ln sfund_{it} + e_{it}$$

(19)

其中, $\ln SP_{it}$ 和  $\ln SD_{it}$ 分别为省级的生产率和服务业集聚程度, $sfund_{it}$ 是门限变量, $\gamma$ 为门限值, $I(\cdot)$ 为指标函数,系数  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  和门限值  $\gamma$  均为待估参数。在估计门限值时,采用 Tsay<sup>[29]</sup>提出的排列回归方法进行搜寻,得到门限估计值后,还需要对门限值的显著性和真实性进行检验。第一个检验的原假设为  $H_0: \beta_1 = \beta_2$ ,检验统计量为: $F_1 = S_0 - S_1(\hat{\gamma}) / \sigma^2$ ,  $S_0$  为原假设下进行参数估计后得到的残差平方和, $\sigma^2$  为备选假设下进行参数估计得到的残差方差。在原假设下,门限值  $\gamma$  是不确定的,因此统计量  $F_1$  的分布为非标准分布,可采用自抽样(Bootstrap)模拟其渐近分布,进而构建与其对应的概率值  $p$ ,以检验其显著性。第二个检验的原假设为: $H_0: \hat{\gamma} = \gamma_0$ ,相应的似然比统计量  $LR_1 = S_1(\gamma) - S_1(\hat{\gamma}) / \sigma^2$ ,该统计量的分布也是非标准的,但 Hansen<sup>[30]</sup>提供了一个简单的公式,可以计算出其非拒绝域,即当  $LR_1(\gamma_0) \leq c(\alpha)$  时,不能拒绝原假设。当存在两个或两个以上门限值时,需要重复上述步骤搜寻其他的门限值,此处不做赘述。

通过门限回归分析的结果,即可按照交通基础设施影响服务业集聚效应的门限效应大小,将样本省份自动分组,包括高水平组和低水平组。进一步地,对每组中的省市两层数据进行多层线性回归,以考察在不同的交通基础设施水平下,省一级服务业集聚对市级层面集聚效应的作用。

3、数据来源与变量选择

在本文的两部分实证研究中,前一部分采用省份面板数据进行门限回归,数据来自于《国研网》2003—2013 年的中国 31 个省区统计资料。由于检验过程涉及省和市两个层面,因此剔除北京、上海、天津和重庆四

个直辖市,同时删掉数据缺失的内蒙古和西藏自治区,剩余的 25 个省区数据作为研究样本。后一部分采用某一年份的城市和省份截面数据进行多层线性模型回归,本文选择最新的 2013 年作为分析对象,城市层面的数据来自于 2014 年《中国城市统计年鉴》,省份层面的数据来自于 2014 年国研网数据库。

此外,对于解释变量和被解释变量,指标选择过程如下:(1)劳动生产率:用地区服务业生产总值与服务业从业人员的比值来表示<sup>③</sup>,实证第一部分采用省份层面的数据,第二部分采用城市层面的数据。(2)产业集聚程度:用地区服务业从业人员与地区面积的比值(就业密度)来表示,反映了经济活动的空间分布情况,省份和城市服务业集聚分别采用各自层面的数据。(3)教育水平:用地区高等学校在校生人数与地区总人口之比来表示,分别作为两部分实证的解释变量。高等学校在校生人数越多,表明该地区劳动力市场上能够提供的高素质人才越多,有利于促进地区劳动生产率水平的提升。(4)交通基础设施:研究表明基础设施本身对劳动生产率有着直接的促进作用,尤其是交通基础设施的促进作用最为明显<sup>[31]</sup>。参照刘秉镰等<sup>[32]</sup>的做法,省份层面的交通基础设施采用等级公路里程与全省面积的比值,即等级公路的密度作为实证第一部分的门槛变量,而城市层面的基础设施则选择人均道路面积来衡量。

实证检验与结果分析

在实证检验的过程中,首先基于交通基础设施的建设情况,利用面板门限回归模型对样本省份进行分组,然后再利用多层线性模型讨论在交通基础设施水平高组别和低组别条件下省份服务业集聚对市级服务业集聚效应的作用,进而得到交通基础设施对服务业集聚效应的影响。

1、基于门限回归的省份分组

门限回归中,依次对不存在门限、单一、双重和三重门限进行显著性检验,结果见表 1。可以发现,单一门限最为显著,双重门限和三重门限均没有通过 5%的显著性检验,依据门限搜寻的原理,第一个门限是最为明显的转折点,因此选择单一门限模型。

表 1 门限效果检验

| 门限个数   | 临界值       |       |        |        |        |
|--------|-----------|-------|--------|--------|--------|
|        | F 值       | P 值   | 1%     | 5%     | 10%    |
| 单一门限检验 | 36.924*** | 0.010 | 36.922 | 36.341 | 35.860 |
| 双重门限检验 | 10.874*   | 0.051 | 8.172  | 6.591  | 5.818  |
| 三重门限检验 | 7.794     | 0.053 | 23.229 | 21.193 | 20.565 |

注:“\*\*\*”、“\*\*”、“\*”分别表示在 1%、5%、10%水平下显著,下同。

表 2 列出了单一门限的估计结果,依据真实性检验原则,门限的估计值在 95%的置信区间的范围内,说明估计值真实有效。门限值为 0.425,意味着等级公路密度在 0.425 左右时<sup>④</sup>,省级层面服务业就业密度对劳动生产率存在突变。

表 2 门限值估计结果

|                      | 估计值   | 95%置信区间       |
|----------------------|-------|---------------|
| 门限值 $\hat{\gamma}_1$ | 0.425 | [0.409,0.510] |

我们统计了 25 个省份等级公路密度 2003–2013 年的均值,依据交通基础设施水平的门限值 0.425,将所选样本的 25 个省份分为高水平组和低水平两组(见表 3)。高水平组包括广东、江苏、浙江、辽宁等 15 省,多位于东南沿海和中部地区,其中,低水平组包括四川、贵州、甘肃和新疆等 10 省,基本属于西部地区。

表 3 基于交通基础设施水平的省份分组

| 组别   | 标准                  | 省份                                           |
|------|---------------------|----------------------------------------------|
| 高水平组 | 等级公路密度 $\geq 0.425$ | 广东、江苏、浙江、山东、辽宁、福建、河北、山西、安徽、江西、河南、湖北、湖南、海南、陕西 |
| 低水平组 | 等级公路密度 $< 0.425$    | 吉林、黑龙江、广西、四川、贵州、云南、甘肃、青海、宁夏、新疆               |

③由于本文包括省份和地级市两个层面的数据,所以“地区”既包含了省份,也包含了地级市,同时本文的服务业指代统计年鉴上的第三产业。

④等级公路密度的单位为公里/平方公里,门限值 0.425 意味着每平方公里的等级公路长度为 0.425 公里。



2、多层线性模型的回归结果

HLM 模型采用极大似然估计的迭代过程,步骤如下:第一步,在进行 HLM 模型回归之前需要建立零模型,即将 L1、L2 中的解释变量都去掉,由此得到组内相关系数(ICC),检验使用多层线性回归的必要性;第二步,建立随机系数模型,也就是将第二层模型 L2 中的解释变量都去掉,通过 L2 模型参数的随机效应检验,确定 L2 层中需要设置随机效应项的系数,并纳入解释变量对 L1 层的系数进行解释;第三步,将 L2 中的两个解释变量以组平均值方式进行对中处理,利用群体背景对个体行为的影响消除个体效应,确定最终回归的完全模型。

采用 2013 年省份和地级市数据进行多层线性回归。首先,通过估计高水平组和低水平组被解释变量对应的零模型,得到高水平组和低水平组的组内相关系数 ICC 分别为 0.50 和 0.24,表明高水平组城市服务业劳动生产率的差异约有 50%由省份之间的差异决定,而低水平组约 24%是由省份带来的。依据学者 Cohen<sup>[33]</sup>提出的经验标准,如果相关系数大于 0.059,就需要考虑用多层线性模型来处理组间的差异,本文的检验结果显然表明选择多层线性模型是合理与必要的。

| 表 4 随机系数模型回归结果    |       |       |           |       |       |            |
|-------------------|-------|-------|-----------|-------|-------|------------|
| 随机效应              | 高水平组  |       |           | 低水平组  |       |            |
|                   | 标准差   | 方差    | $\chi^2$  | 标准差   | 方差    | $\chi^2$   |
| 截距, $\mu_0$       | 0.281 | 0.079 | 14.975    | 0.211 | 0.045 | 8.377      |
| $\ln D, \mu_1$    | 0.157 | 0.025 | 23.481 ** | 0.158 | 0.025 | 44.811 *** |
| $\ln edu, \mu_2$  | 0.097 | 0.009 | 8.387     | 0.081 | 0.007 | 6.076      |
| $\ln fund, \mu_3$ | 0.070 | 0.005 | 15.459    | 0.041 | 0.002 | 7.964      |
| L1 随机效应, $r$      | 0.274 | 0.075 |           | 0.174 | 0.030 |            |

然后,对随机系数模型进行估计(结果见表 4)。可以发现,高水平组和低水平组中都只有就业密度系数分别在 5%和 1%的水平上通过了显著性检验,意味着市级服务业就业密度的系数会随着省份的不同而出现差异,因而需要对 L1 层中的就业密度系数加入省份的因素加以解释。

依据前文的模型设计,利用省份服务业的就业密度  $\ln SD$  对市级服务业集聚效应,也就是 L1 层的就业密度系数项  $\beta_1$  进行解释,从而得到基础设施高水平组和低水平组的完全回归模型的估计结果(见表 5)。观察高水平组的情况:L1 中城市服务业的就业密度系数由 L2 中的  $\gamma_{10}$ 和  $\gamma_{11}$ 共同决定, $\gamma_{10}$ 表示城市层面服务业就业密度的回归系数,显著为正说明高水平组中城市层面服务业集聚对劳动生产率具有显著的促进作用, $\gamma_{11}$ 表示省份层面服务业就业密度的系数,显著为正意味着在交通基础设施发达的省份,省级服务业集聚能够推动省份内部各城市服务业集聚效应的发挥。具体地, $\gamma_{11}$ 的估计值为 0.1,代表省级层面服务业集聚程度提高 1%,能够间接地促进城市层面服务业集聚效应上升 0.1%。

再看低水平组的结果,城市层面服务业就业密度的系数  $\gamma_{10}$ 在 10%的水平上显著为正,说明服务业集聚对生产率水平具有明显的正效应。不同的是,省份层面服务业就业密度的系数  $\gamma_{11}$ 为正但不显著,证明在交通基础设施水平较低的省份中,省级服务业集聚对市级服务业集聚效应难以产生正面影响。也就是说,对于交通基础设施建设相对滞后的省份而言,服务业集聚的影响范围仅局限在城市层面,省级服务业发展尚未对城市带来应有的促进作用。

| 表 5 HLM 模型回归结果        |           |       |             |           |       |           |
|-----------------------|-----------|-------|-------------|-----------|-------|-----------|
| 固定效应                  | 高水平组      |       |             | 低水平组      |       |           |
|                       | 系数        | 标准误   | T 值         | 系数        | 标准误   | T 值       |
| 截距, $\beta_0$         |           |       |             |           |       |           |
| $\gamma_{00}$         | 2.458 *** | 0.115 | 21.438      | 2.238 *** | 0.104 | 21.470    |
| $\ln D, \beta_1$      |           |       |             |           |       |           |
| $\gamma_{10}$         | 0.094 **  | 0.037 | 2.503       | 0.110 **  | 0.036 | 3.018     |
| $\ln SD, \gamma_{11}$ | 0.107 **  | 0.037 | 2.904       | 0.022     | 0.022 | 0.969     |
| $\ln edu, \beta_2$    |           |       |             |           |       |           |
| $\gamma_{20}$         | 0.068 *** | 0.025 | 2.724       | 0.018     | 0.023 | 0.769     |
| $\ln fund, \beta_3$   |           |       |             |           |       |           |
| $\gamma_{30}$         | 0.104 **  | 0.043 | 2.425       | 0.216 *** | 0.049 | 4.357     |
| 随机效应                  | 标准差       | 方差    | $\chi^2$    | 标准差       | 方差    | $\chi^2$  |
| $\ln D, \mu_0$        | 0.058     | 0.003 | 107.938 *** | 0.041     | 0.002 | 17.328 ** |
| L1 随机效应 R             | 0.248     | 0.062 |             | 0.210     | 0.044 |           |



控制变量方面,高等教育在高水平组中的系数  $\gamma_{20}$  显著为正,说明基础设施发达的地区教育水平能够显著促进服务业劳动生产率的提高,但在低水平组中不显著,表明在基础设施落后的地区不具有吸引力,无法引进更多的优秀人才,进而无法带动生产率的提高。道路水平在两组别中的系数  $\gamma_{30}$  均显著为正,意味着城市层面基础设施越发达,越有利于服务业劳动生产率的提升。

3、稳健性检验

为了保证实证结论的可靠性,我们采用 2009 年的数据进行稳健性检验。参照前面的做法,将 25 个省份按照交通基础设施建设情况高水平组和低水平组分组,多层线性回归的结果见表 6。可以发现:在高水平组中,本文重点考察的省份层面服务业就业密度的系数  $\gamma_{11}$  同样显著为正,而在低水平组中不显著;城市层面的服务业就业密度系数  $\gamma_{10}$  在两个组别中均显著为正。这说明本文的实证研究结论是稳健的,即交通基础设施对于服务业集聚效应存在明显的作用。具体来说,交通基础设施发达的省份,省级服务业集聚能够强化市级服务业集聚效应的发挥,而如果交通基础设施建设相对滞后,省级服务业发展对市级服务业集聚效应没有显著影响。

| 表 6 稳健性检验结果           |            |         |             |            |       |           |
|-----------------------|------------|---------|-------------|------------|-------|-----------|
| 固定效应                  | 高水平组       |         |             | 低水平组       |       |           |
|                       | 系数         | 标准误     | T 值         | 系数         | 标准误   | T 值       |
| 截距, $\beta_0$         |            |         |             |            |       |           |
| $\gamma_{00}$         | 11.197 *** | 0.094   | 101.307     | 11.200 *** | 0.127 | 88.063    |
| $\ln D, \beta_1$      |            |         |             |            |       |           |
| $\gamma_{10}$         | 0.079 *    | 0.049   | 1.849       | 0.114 *    | 0.052 | 2.211     |
| $\ln SD, \gamma_{11}$ | 0.098 **   | 0.033   | 2.442       | 0.017      | 0.029 | 0.610     |
| $\ln edu, \beta_2$    |            |         |             |            |       |           |
| $\gamma_{20}$         | 0.117 ***  | 0.030   | 4.121       | 0.088 ***  | 0.032 | 2.794     |
| $\ln fund, \beta_3$   |            |         |             |            |       |           |
| $\gamma_{30}$         | 0.091 *    | 0.060   | 1.875       | 0.002      | 0.047 | 0.045     |
| 随机效应                  | 标准差        | 方差检验    | $\chi^2$    | 标准差        | 方差检验  | $\chi^2$  |
| $\ln D, \mu_1$        | 0.070      | 0.00569 | 113.810 *** | 0.055      | 0.003 | 15.073 ** |
| L1 随机效应 R             | 0.285      | 0.081   |             | 0.222      | 0.049 |           |

研究结论

服务业集聚是提升各地服务业竞争力和促进产业转型升级的重要支撑,如何更好地发挥服务业集聚对生产率的带动作用区域经济发展需要探究的核心问题之一。本文将交通运输成本纳入到产业集聚与生产率关系的理论模型中,讨论了交通基础设施建设影响服务业集聚效应的机制,发现地区面积和交通运输成本共同决定着服务业的集聚效应:在地区面积既定的前提下,当交通运输成本低于某一临界值时,服务业集聚对地区生产率具有正向推动作用;反之,如果大于临界值,服务业的集聚效应则难以发挥。实证研究中,基于面板门限模型将样本省份划分为交通基础设施建设的高水平和低水平两组,利用多层线性回归模型就交通基础设施对服务业集聚效应的影响进行了检验,得到如下结论:在交通基础设施发达的省份,省级服务业集聚能够推动城市服务业集聚效应的发挥;在交通基础设施水平较低的省份,服务业集聚的有效范围仅局限在城市层面,省级服务业集聚对市级服务业的集聚效应难以产生促进作用

在中国各省区大力推动服务业集聚式发展的过程中,省级以上大型现代服务业集聚区的建设规划多由省一级政府制定,由市一级政府负责具体执行。根据本文的研究结论,服务业集聚效应的发挥不仅与资源要素禀赋、人力资本储备和地区经济发展水平等因素有关,而且取决于交通基础设施建设状况。其政策内涵为,在服务业发展规划和政策制定的过程中,需要充分考虑到地区基础设施的建设情况。一方面,对于基础设施发达的省份,应该积极发挥中心城市服务业的辐射效应,从省一级层面制定整体规划,扩大服务业集聚效应的作用范围,推动区域经济的-体化发展。另一方面,对于交通基础设施相对落后的省份,则需要将发展重点放在城市层面,寻求地级市内部传统服务业向现代服务业的优化升级,同时要大力加强交通基础设施建设,降低同一省份内各城市之间要素转移和交流的障碍,以增强省内城市之间的沟通和协作,实现发达的大型城市

与落后的中小城市互动发展格局,更大限度地发挥服务业集聚的经济效应。

#### 参考文献:

- [1] McCann P., Shefer D. Location, Agglomeration and Infrastructure[J]. Papers in Regional Science, 2004,83(1):177-196
- [2] 威廉姆森. 交易经济学:契约关系的规制[M]. 上海:上海人民出版社, 1996
- [3] 杨小凯,张永生. 新兴古典经济学和超边际分析[M]. 北京:中国人民大学出版社, 2000
- [4] Krugman P. R. Geography and Trade[M]. Cambridge: The MIT Press, 1991
- [5] 范剑勇. 产业集聚与地区间劳动生产率差异[J]. 经济研究, 2006,(11):72-81
- [6] 陈建军,陈国亮,黄洁. 新经济地理学视角下的生产性服务业集聚及其影响因素研究——来自中国 222 个城市的经验证据[J]. 管理世界, 2009,(4):83-95
- [7] 庄惠明,郑剑山. 中国服务业 FDI 的效应研究:基于技术溢出与竞争排斥视角[J]. 管理评论, 2015,27(2):26-34
- [8] Hafner K. A. Agglomeration Economies and Clustering - Evidence From German and European Firms[J]. Applied Economics, 2013,45(20):2938-2953
- [9] 唐运舒,冯南平,高登榜. 要素转移与聚集融合发展的机理与路径分析[J]. 当代经济管理, 2013,35(3):54-58
- [10] Porter M. E. The Structure within Industries and Companies' Performance[J]. The Review of Economics and Statistics, 1979,61(2):214-227
- [11] Marrocu E., Paci R., Usai S. Productivity Growth in the Old and New Europe: The Role of Agglomeration Externalities[J]. Journal of Regional Science, 2013,53(3):418-442
- [12] Jacobs W., Koster H. R. A., van Oort F. Co-Agglomeration of Knowledge-intensive Business Services and Multinational Enterprises[J]. Journal of Economic Geography, 2014,14(2):443-475
- [13] Ke S., He M., Yuan C. Synergy and Co-Agglomeration of Producer Services and Manufacturing: A Panel Data Analysis of Chinese Cities[J]. Regional Studies, 2014,48(11):1829-1841
- [14] Desmet K., Fafchamps M. Changes in the Spatial Concentration of Employment across US Counties: A Sectoral Analysis 1972-2000[J]. Journal of Economic Geography, 2005,5(3):261-284
- [15] 李华香,李善同. 中国城市服务业空间分布的特征及演变趋势分析[J]. 管理评论, 2014,26(8):22-30
- [16] 沈能. 局域知识溢出和生产性服务业空间集聚——基于中国城市数据的空间计量分析[J]. 科学学与科学技术管理, 2013,34(5):61-69
- [17] 韩峰,王琢卓,阳立高. 生产性服务业集聚、空间技术溢出效应与经济增长[J]. 产业经济研究, 2014,(2):1-10
- [18] 李文秀,谭力文. 服务业集聚的二维评价模型及实证研究——以美国服务业为例[J]. 中国工业经济, 2008,(4):55-63
- [19] 顾乃华. 我国城市生产性服务业集聚对工业的外溢效应及其区域边界——基于 HLM 模型的实证研究[J]. 财贸经济, 2011,(5):115-122
- [20] 刘生龙,胡鞍钢. 交通基础设施与中国区域经济一体化[J]. 经济研究, 2011,(3):72-82
- [21] Chatman D. G., Noland R. B. Transit Service, Physical Agglomeration and Productivity in US Metropolitan Areas[J]. Urban Studies, 2014,51(5):917-937
- [22] Meliciani V., Savona M. The Determinants of Regional Specialisation in Business Services: Agglomeration Economies, Vertical Linkages and Innovation[J]. Journal of Economic Geography, 2015,15(2):387-416
- [23] Eberts R. W., McMillen D. P. Agglomeration Economies and Urban Public Infrastructure[J]. Handbook of Regional and Urban Economics, 1999,3:1455-1495
- [24] Holl A. Transport Infrastructure, Agglomeration Economies, and Firm Birth: Empirical Evidence from Portugal[J]. Journal of Regional Science, 2004,44(4):693-712
- [25] Deichmann U., Kaiser K., Lall S. V., et al. Agglomeration, Transport, and Regional Development in Indonesia[R]. World Bank Policy Research Working Paper No.3477, 2005
- [26] Graham D. J. Agglomeration, Productivity and Transport Investment[J]. Journal of Transport Economics and Policy (JTEP), 2007,41(3):317-343
- [27] Ciccone A., Hall R. E. Productivity and the Density of Economic Activity[J]. The American Economic Review, 1996,86(1):54-70
- [28] Abdel-Rahman H., Fujita M. Product Variety, Marshallian Externalities, and City Sizes[J]. Journal of Regional Science, 1990,30(2):165-183

[29] Duranton G., Puga D. From Sectoral to Functional Urban Specialisation [J]. Journal of Urban Economics, 2005,57(2):343-370

[30] Tsay R. S. Testing and Modeling Threshold Autoregressive Processes[J]. Journal of the American Statistical Association, 1989, 84(405):231-240

[31] Hansen B. E. Threshold Effects in Non-Dynamic Panels: Estimation, Testing, and Inference[J]. Journal of Econometrics, 1999, 93(2):345-368

[32] Aschauer D. A. Is Public Expenditure Productive? [J]. Journal of Monetary Economics, 1989,23(2):177-200

[33] 刘秉镰,武鹏,刘玉海. 交通基础设施与中国全要素生产率增长——基于省域数据的空间面板计量分析[J]. 中国工业经济, 2010,(3):54-64

[34] Cohen J. Statistical Power Analysis[J]. Current Directions in Psychological Science, 1992,1(3):98-101