

【国民经济】

交通枢纽等级的测度及其空间溢出效应

——基于中国城市面板数据的空间计量分析

胡 煜, 李红昌

(北京交通大学经济管理学院, 北京 100044)

[摘要] 近年来随着一系列区域发展政策的出台, 政府为交通枢纽建设提出了新的方向与目标, 但是交通枢纽等级如何测度, 对本地及周边区域的经济发展有何影响仍未得到解决。本文首先对中国城市的交通枢纽等级进行划分, 分析其空间分布情况, 然后基于 2003—2013 年中国城市面板数据, 采用空间杜宾模型估计交通枢纽城市对当地经济的影响及其空间溢出效应。结果表明: 中国交通枢纽分布有着显著的空间不平衡性, 不过正在逐渐改善; 交通枢纽对本地区及周围区域的经济产出有显著的正向作用, 作用大小按照全国性枢纽、区域性枢纽、地区性枢纽排序; 东、中、西部地区交通枢纽的空间溢出效应差异明显, 东部和中部地区各类交通枢纽都有显著正的空间溢出效应, 不过中部地区不同交通枢纽间的差异并不明显, 西部地区则只有区域性交通枢纽有显著正的空间溢出效应。政府应当注重交通枢纽的梯度建设以适应不同地区的发展, 加强配套城市群的建设, 促进产业集群的形成, 完善地区间的交通设施的互联互通, 推进综合交通体系建设。

[关键词] 交通枢纽等级; 空间溢出效应; 空间杜宾模型

[中图分类号] F294.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-480X(2015)05-0032-12

一、问题提出

过去十年是中国交通运输建设力度最大, 发展速度最快的时期, 在取得显著成绩的同时, 依然存在着运输效率比较低、部分地区规划建设混乱等问题。在中国经济发展进入新常态的当下, 中国运输业已经发展到了节点和枢纽在更大程度上决定网络效率的阶段^[1], 需要从各种运输方式独立发展向综合运输发展转变, 由通道建设为主向通道枢纽建设并行转变。在国家近期的几大重要战略中多次体现了对于建设利用交通枢纽城市的重视, 《国家新型城镇化规划(2014—2020 年)》中提出优化城镇化布局和形态, 加强中小城市和小城镇与交通干线、交通枢纽城市的连接; 《关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见》明确提出加快建设上海、南京等 14 个全国性综合交通枢纽, 有序发展区域性综合交通枢纽, 提高综合运输体系的运行效率。新的发展方向和目标也涌现出了新的问题——如何对城市的交通枢纽等级进行合理划分, 不同等级的交通枢纽对于城市的经济发展有

[收稿日期] 2015-03-16

[基金项目] 国家自然科学基金项目“基于交通/物流时间价值的经济时空关系研究”(批准号 41171113); 国家社会科学基金重大项目“集约、智能、绿色、低碳的新型城镇化道路研究”(批准号 13&ZD026)。

[作者简介] 胡煜(1991—), 男, 江西景德镇人, 北京交通大学经济管理学院博士研究生; 李红昌(1973—), 男, 河北邯郸人, 北京交通大学经济管理学院副教授。

多大作用,对周围区域的经济发展有多大影响?这些看似简单的问题却一直没有得到解决,一定程度上导致各级政府部门规划中对交通枢纽城市的划分不一致,众多城市为促进当地经济发展,争相打造区域性甚至全国性交通枢纽,例如河南有超过半数的城市号称要打造全国交通枢纽城市,这种各自为政的无序竞争造成了资源不必要的分散和浪费,影响交通网络的整体效率。

过去几十年国外学者有许多关于交通对经济产出影响的研究,新经济地理学中认为交通成本是区域中影响不完全竞争和劳动力流动的重要因素^[2-4],城市经济学中将交通成本视作影响城市空间结构的一个决定性因素^[5-7],宏观经济学中的内生增长模型也认为改善交通可以通过科技进步对经济增长做出贡献^[8-10]。交通成本的下降使得企业的投入成本得以降低,从而提高了要素生产率,运输改进引起的生产和销售成本降低也会导致规模效应和竞争水平的提高,最终将留下生产力水平更高的公司^[11,12]。交通对生产率影响的另一个重要途径是集聚经济,交通的改进可以改变人们和厂商参与经济活动的方式,提高空间内经济活动的联系程度,通过集聚经济引起生产率的提高^[13,14]。国内近年来也有一些学者研究了交通基础设施对经济增长的影响,这些研究大多表明交通基础设施对中国的经济增长有正向影响^[15]和网络效应^[16-18]。

中国目前对城市交通枢纽等级的划分缺乏理论依据和实践经验,关于交通枢纽城市与经济发展关系的研究不足,既有研究也主要集中于理论分析和案例研究,关于交通枢纽城市的空间溢出效应研究更是罕见。本文将对中国城市的交通枢纽等级进行划分,观察中国交通枢纽的空间分布情况,然后运用空间计量的方法,实证检验不同功能等级的交通枢纽城市对于当地经济增长的影响以及其空间溢出效应,探讨现阶段中国交通枢纽城市的规划建设问题,从而为中国交通枢纽建设与区域发展战略提供理论依据和政策建议。

二、交通枢纽城市功能等级的测度

1. 交通枢纽分级方法选择

国内对交通枢纽等级的界定主要都表现在全国或者区域性综合运输体系规划中,例如2007年印发的《综合交通网中长期发展规划》按照城市所处的区位、功能和作用,衔接的交通运输线路的数量,吸引和辐射的服务范围大小,以及承担的客货运量和增长潜力,将枢纽城市分为全国性综合交通枢纽、区域性综合交通枢纽和地区性综合交通枢纽三个层次。但是这类规划主要是面向未来,根据地理区位,利用定性分析或宏观指标描述进行划分的,缺少对于某个具体交通枢纽城市目前发展到什么程度,在全国所有交通枢纽中属于什么层次的定量分析。这样偏主观的规划实施起来就会存在很多问题,例如《综合交通网中长期发展规划》的规划期已经过去了近10年,但规划中确定的42个全国性综合交通枢纽城市仍有不少城市明显未达到当时的功能定位,具体到某个交通枢纽城市,也无法得知其功能作用是否达到其他交通枢纽的水平。很多区域性交通规划也存在着同样的划分偏主观的情况,使得最后难以实现规划目标,同时也难以对交通枢纽发展水平进行定量分析,造成了交通枢纽建设工作上的困扰,也对下一步交通网络的合理布局造成了影响,所以对交通枢纽城市的等级进行定量测度是十分必要的。

交通领域的分级研究一般使用指标阈值法或分级模型法。由于不同区域不同时期社会经济发展情况相差很大,使得指标产生较大变化,这就导致确定不同指标的系数和最后用于交通枢纽分级的阈值时会有很多的主观因素。虽然分级模型也有着自身的缺陷,比如指标选取不当时会导致结果偏离现实,但是相比较而言,在指标选取合理时分级模型还是比较科学客观的,从以往学者的研究来看,大多也认为分级模型是比较合理的,因此本文采用分级模型对枢纽城市进行等级划分。常见的分级模型有两类,一类是通过已知样本对待评测样本进行归类分析,如神经网络模型等;另一类则是对样本自身曲线或离散点分布进行层次划分,如聚类分析模型等。由于交通枢纽本身并无已知样本,只能通过样本分布特点进行层次划分,因此本文选择聚类分析模型对交通枢纽城市的功能等

级进行划分。

交通枢纽是区域交通网络的重要节点,是各种交通网络的交汇和运输转换衔接处,交通枢纽城市的发展受自然、经济、社会等多种因素的综合影响。丁金学等^[9]回顾了中国历史上交通枢纽的演进过程,发现中国古代交通枢纽在形成初期主要受城市和自然条件的影响,政治因素在早期也对交通枢纽影响比较大,随着枢纽的发展,经济和交通因素的影响逐渐加强,近现代以来中国交通枢纽在交通线路的沟通下逐渐形成网络,结构也渐趋稳定。从中国交通枢纽城市的演进过程可以看出现代交通枢纽的形成主要受交通与经济因素的影响,因此交通与经济因素是测度交通枢纽城市当前发展水平的良好指标,自然与政治因素更多的是影响交通枢纽未来的发展而非现在的情况。最终本文采用交通和经济这两类指标对交通枢纽的等级进行测度,交通指标包括客运总量(万人)、货运总量(万吨)、邮政业务收入(万元)、交通仓储邮电业从业人员数(万人),经济指标包括地区生产总值(当年价格,万元)、年末总人口(万人)、第二产业产值(万元)、社会消费品零售总额(万元)。数据主要来源于《中国城市统计年鉴》(2004—2014),部分缺失数据通过查阅城市的《国民经济与社会发展统计公报》进行补全,2014年的中国城市统计年鉴中共有4个直辖市、15个副省级市、271个地级市,剔除2011年设立的毕节市、铜仁市,2012年设立的三沙市,2013年设立的海东市,缺少数据的拉萨市、中卫市,最后计算的样本数缩减为284个地级及以上城市。

本文采用K-均值聚类方法对交通枢纽城市的功能等级进行划分,主要思路流程如下:①将样本内的n个城市粗略分成K个初始类;②进行修改,逐个分派样本内的城市到其最近均值的类中(通过计算指标间的欧氏距离);③重新计算每个有变化的类的中心对象(均值);④重复②和③,直到各类无城市进出。

2. 中国交通枢纽的空间分布

本文采用《综合交通网中长期发展规划》对交通枢纽城市的划分,将其划分为全国性枢纽城市、区域性枢纽城市和地区性枢纽城市三个等级,其他的非交通枢纽城市认为是普通城市。分别对2003—2013年的全国城市数据进行聚类分析,测度各年中国交通枢纽的不同等级,发现大部分的城市交通枢纽等级比较固定,比如北京、上海、广州就一直属于全国性枢纽城市,但是也有不少城市的交通枢纽等级发生了变化,以2013年为例,具体的各类交通枢纽城市见表1。

表 12013 年各类交通枢纽城市

类型	城市
全国性枢纽城市(6个)	上海、北京、天津、广州、深圳、重庆
区域性枢纽城市(24个)	成都、济南、南京、郑州、武汉、长沙等
地区性枢纽城市(57个)	昆明、吉林、合肥、威海、南昌、保定等
普通城市(197个)	宿州、蚌埠、枣庄、景德镇、潮州、桂林等

资料来源:作者计算。

通过聚类分析方法测度的各级交通枢纽城市和一般规划相比,全国性枢纽城市和区域性枢纽城市的数量明显减少,但这并不是指成都、武汉这样的城市不够格成为全国性枢纽城市,从广义上讲这些城市都发挥着重要的集散和中转功能,但是在测度年份,通过交通和经济指标反映的功能作用显示,它们发挥的作用和北京、上海、广州等城市不是一个层次的。由于本文分类时选取的是交通指标和经济指标,聚类分析方法的特点使得某个城市即使处于重要的地理区位,也拥有着公路、铁路等良好的基础设施,但如果没有发挥出足够的作用就不能归类于全国性枢纽城市或者区域性枢纽城市。虽然这种测度方法由于没有考虑未来发展潜力直接用于规划会不太恰当,但是对于测度当下交通枢纽发挥的作用,以及枢纽城市目前所处的功能等级却是十分恰当的。例如,测度结果中全国性枢纽城市在早些年份只有北京、上海、广州和深圳四个城市,但是随着枢纽建设的完善,天津、重庆发挥出越来越重要的作用,在2010年都成为了全国性枢纽城市,可以预见随着配套交通基础

设施建设和地区经济发展,成都、武汉等城市也会发挥出北京、上海等全国性枢纽城市同一层次的作用,进而被归类于全国性枢纽城市。从 2013 年的情况看,《综合交通网中长期发展规划》规划的 42 个全国性枢纽城市依然有十多个城市跟那些发展较好的交通枢纽有明显差距,想要全部城市在规划期内达到规划目标的难度很大。

下面通过对比 2003 年和 2013 年中国交通枢纽的分布来分析中国各类交通枢纽的分布情况和变化趋势。2003 年时中国交通枢纽的分布呈现出明显的空间不平衡性,绝大多数的交通枢纽是沿着海岸线分布的,并且在华北地区、长江三角洲和珠江三角洲有明显的集中抱团情况,中西部地区只零星分布了成都、重庆、武汉等区域性枢纽城市,其他城市绝大部分都是普通城市。而到 2013 年,虽然中国交通枢纽的分布依旧呈现出明显的空间不平衡性,功能等级较高的交通枢纽依然主要分布在东部沿海地区,特别是华北地区、长江三角洲和珠江三角洲,但是中西部地区枢纽的等级和数量都有所提高,西南地区,华中地区和中原地区的交通枢纽已经初具雏形,中国的交通枢纽发展正日趋平衡。不过东北和河北地区的交通枢纽却有所退化,发挥的作用不如从前,可能跟这些地区近年来经济增长速度放缓有关。此外,除了明显的空间不平衡性外,近年来一些地区还出现两个城市均具有较高交通枢纽等级的双核格局,如京津冀地区的北京与天津,珠三角地区的广州和深圳,成渝地区的重庆和成都,华中地区的武汉和长沙。不少地区在核心交通枢纽城市的带领下呈现出城市群共同发展的情况,说明近年来中国的城市发展已经进入了区域内城市群协同发展的新阶段。但是总体上看,中西部地区,特别是西北地区 and 西南地区,还是比较缺乏发展势头良好的城市群,主要都是普通城市中零星有几个地区性枢纽城市。

本文还采用 Moran I 指数从整体上检验中国城市交通枢纽等级的空间相关性,指数计算方法如下:

$$Moran\ I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \tag{1}$$

其中, $S^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$, $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$, Y_i 为第 i 个城市的观测值(本文中即是交通枢纽等级), n 为城市总数, W_{ij} 为空间权重矩阵,本文采用行标准化的反距离空间权重矩阵。根据 2003—2013 年中国各城市的交通枢纽等级,计算得到中国城市交通枢纽等级的 Moran I 指数(见表 2)。

表 2 2003—2013 年中国城市交通枢纽等级 Moran I 指数

年份	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Moran I	0.1676	0.1677	0.1980	0.1757	0.1699	0.1544	0.1643	0.1393	0.1352	0.1289	0.1215
z 值	7.9940	8.0025	9.3988	8.3964	8.1161	7.3864	7.8561	6.6835	6.4922	6.1826	5.8379
p 值	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

资料来源:作者计算。

检验结果显示,2003—2013 年中国城市的交通枢纽等级的 Moran I 指数在 0.12—0.20 之间,指数均值为 0.1566,并且全部在 1%的水平上显著地偏离随机分布,说明中国交通枢纽城市的确存在明显的空间相关性。本文还发现各年的 Moran I 指数虽然略有波动,但是总体上在逐年的减小,也说明中国交通枢纽的空间相关性的确正在逐渐减弱,中国交通枢纽城市的空间分布日趋平衡。

三、空间溢出效应计量模型的构建

1. 基本模型

本文同大多数研究交通与经济增长关系的文献一样,通过一个柯布—道格拉斯函数来反映交

交通枢纽等级跟经济产出之间的关系^[20-22],假定生产函数为:

$$Y=AK^{\beta_1}L^{\beta_2}H^{\beta_3} \quad (2)$$

其中, Y 、 A 、 K 、 L 、 H 分别表示各个城市的产出、全要素生产率、资本存量、劳动力数量和人力资本, β_1 、 β_2 、 β_3 分别是资本、劳动力数量、人力资本的产出弹性系数。一般认为交通基础设施除了投资建设的时候可以直接刺激经济增长外,其他时候是通过影响其他投入要素的效率来改变产出,所以可以认为交通枢纽等级是全要素生产率中的一个影响因素,假定全要素生产率为:

$$A=A(e^{\beta_4 Th}) \quad (3)$$

(3)式是关于交通枢纽等级 Th 的函数, β_4 是交通枢纽等级的弹性系数,(2)式对数化之后可得:

$$\ln Y=\alpha+\beta_1 \ln K+\beta_2 \ln L+\beta_3 \ln H+\beta_4 Th+e \quad (4)$$

其中, α 是常数项, e 是误差项,因为生产活动的关联性和外部性,一个城市的经济生产会受到周围城市的影响,为了考察交通枢纽城市对邻近城市的空间溢出效应,本文采用空间杜宾模型进行估计,因此生产函数可以写成如下形式:

$$Y_{it}=\alpha+\beta X_{it}+\rho \sum_{j=1}^N W_{ij} Y_{jt}+\theta \sum_{j=1}^N W_{ij} X_{jt}+u_i+\lambda_t+\varepsilon_{it} \quad (5)$$

式中,下标 i 表示地级区域, t 表示年份, Y_{it} 表示城市 i 在时期 t 的总产出, α 是常数项, X_{it} 是解释变量的集合, W_{ij} 是空间权重矩阵的元素, $\sum_{j=1}^N W_{ij} Y_{jt}$ 代表因变量的空间滞后项, $\sum_{j=1}^N W_{ij} X_{jt}$ 代表自变量的空间滞后项, u_i 表示空间效应, λ_t 表示时间效应, ε_{it} 是随机扰动项。

2. 溢出效应的估计方法

在存在空间滞后项时,回归系数将不再简单地反映自变量对因变量的影响,LeSage and Pace^[23] 提出了一种方法将总效应分成了直接效应和间接效应来更好地描述存在的空间交互作用。这种方法用直接效应表示自变量对本地区造成的平均影响,间接效应表示自变量对其他地区造成的平均影响,总效应表示自变量对所有地区造成的平均影响。空间杜宾模型可以用以下形式表达:

$$(I_n-\rho W)y=X\beta+WX\theta+l_n\alpha+\varepsilon \quad (6)$$

(6)式可以写成:

$$y=\sum_{r=1}^k S_r(W)x_r+V(W)l_n\alpha+V(W)\varepsilon \quad (7)$$

其中, $S_r(W)=V(W)(I_n\beta_r+W\theta_r)$, $V(W)=(I_n-\rho W)^{-1}=I_n+\rho W+\rho^2 W^2+\rho^3 W^3+\dots$ 。

将(7)式写成矩阵形式:

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix} = \sum_{r=1}^k \begin{pmatrix} S_r(W)_{11} & S_r(W)_{12} & \cdots & S_r(W)_{1n} \\ S_r(W)_{21} & S_r(W)_{22} & \cdots & \\ \vdots & \vdots & \ddots & \\ S_r(W)_{n1} & S_r(W)_{n2} & \cdots & S_r(W)_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{1r} \\ x_{2r} \\ \vdots \\ x_{nr} \end{pmatrix} + V(W)l_n\alpha + V(W)\varepsilon \quad (8)$$

用 $S_r(W)_{ij}$ 表示 $S_r(W)$ 中的第 i,j 个元素, $V(W)_i$ 表示 $V(W)$ 的第 i 行。

$$y_i = \sum_{r=1}^k [S_r(W)_{i1}x_{1r}+S_r(W)_{i2}x_{2r}+\cdots+S_r(W)_{in}x_{nr}]+V(W)_i l_n\alpha+V(W)_i \varepsilon \quad (9)$$

总效应等于矩阵 $S_r(W)$ 加总的均值,直接效应是通过计算矩阵 $S_r(W)$ 中对角元素 $S_r(W)_{ii}$ 的平均值得到,间接效应则是矩阵 $S_r(W)$ 中的非对角元素的平均值,可通过总效应减去直接效应得到。

3. 变量和数据说明

空间计量方法与传统计量方法最大的区别之一就是引入了空间权重矩阵,构建空间权重矩阵

有两种标准——邻接标准和距离标准,每种标准下又有多种规则用以构建空间权重矩阵。邻接标准常见的有固定距离规则、相邻边规则、 k 个最近邻居规则等,距离标准常见的有地理距离规则、经济距离规则等。本文在选取空间权重矩阵时,没有简单地选择地理单元邻接矩阵,而是根据王红亮等^[24]对各种不同方法选取空间权重矩阵方法的比较研究,选取了各城市之间最短距离的倒数作为权重,这样处理能够充分考虑到对交通影响最大的地理距离因素,同时可以考察地理距离接近但并不相邻的两个城市可能存在的相互影响。在空间权重矩阵阈值的选择上,因为空间溢出效应随着距离而变,本文将不同距离阈值的空间权重矩阵代入模型进行估计,根据结果选取最适合的权重矩阵。

本文使用 2003—2013 年的中国城市面板数据,主要来源于历年《中国城市统计年鉴》,少数城市缺失了部分数据,通过查阅这些城市的《国民经济与社会发展统计公报》进行补全,因为价格指数没有分城市的数据,所以用各省份的相关指数替代,主要来源于历年的《中国统计年鉴》。除去对城市交通枢纽等级分类时剔除城市外,陇南市由于缺少数据也被剔除,最终使用 283 个地级及以上城市数据。由于估计模型的假定,除虚拟变量以外的数据全部取对数,其中 Y 表示产出, K 表示资本存量, L 表示劳动力数量, H 表示人力资本,城市交通枢纽等级 Th 根据前文分类的等级进行设定,各变量的具体数据及构造如下:

(1) Y :由国内生产总值定义,为了消除物价的影响,根据 GDP 平减指数将各城市的 GDP 调整为 2003 年价格为基期的实际 GDP,单位:亿元。

(2) K :由于中国没有公开发表的资本存量统计数据,本文借鉴柯善咨^[25]的方法进行估算,首先使用各城市 2003 年市辖区限额以上工业企业流动资产和固定资产净值估算限额以上工业资本存量,然后使用限额以上工业增加值占市辖区生产总值比例估算 2003 年各城市资本存量,2003 年以后各城市的资本存量通过全市固定资产投资总额,用永续盘存法计算:

$$K_{it} = (1 - \delta_t) K_{i,t-1} + I_{it} / P_{it} \quad (10)$$

其中 K_{it} 表示第 i 个地区第 t 年的资本存量, $K_{i,t-1}$ 表示第 i 个地区第 $t-1$ 年的资本存量, I_{it} 表示第 i 个地区第 t 年的投资, P_{it} 为各地区固定资产投资价格指数, δ_t 表示第 t 年的折旧率。在折旧率的设定上,本文根据单豪杰^[26]的研究,将折旧率设定为 10.96%,单位:亿元。

(3) L :劳动力数量采用了单位从业人员加私营和个体从业人员,单位:万人。

(4) H :人力资本采用了每万人在校大学生数,单位:人。

(5) Th :由于本文采取聚类分析方法对交通枢纽进行分级,因此只能利用虚拟变量对交通枢纽等级进行设定, $First$ 代表全国性枢纽城市, $Second$ 代表区域性枢纽城市, $Third$ 代表地区性枢纽城市,虽然这样设定有一定缺陷,但是相对于比较主观的交通枢纽指数更为合理,而且也足以在实证分析中体现出不同等级交通枢纽空间溢出效应的区别。

为了考察不同区域交通枢纽的空间溢出效应,本文将全国 283 个城市分别归并到东部、中部和西部三个地区^①,最终东部地区有 101 个城市,中部地区有 109 个城市,西部地区有 73 个城市,三个地区的主要指标均值见表 3。从表中可以看出地区间的差距非常明显,东部沿海地区在所有指标上都领先于中西部地区和全国平均水平,各类交通枢纽数量更是遥遥领先于中西部地区,中西部的指标则都是低于全国平均水平的,相比较而言中部地区的指标大多数都是领先于西部地区的,只是全国性交通枢纽的指标小于西部地区。

四、交通枢纽空间溢出效应的实证研究

1. 数据检验

本文同时运用了多种面板单位根检验方法,从 IPS、Fisher-ADF、Fisher-PP 检验的结果看,只有

① 东部地区:北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南;中部地区:山西、内蒙古、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南;西部地区:四川、重庆、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆、广西。

表 3 全国与各区域主要指标均值

地区	Y	K	L	H	$First$	$Second$	$Third$
全国	6.5322	7.1428	3.9889	4.2806	0.0177	0.0755	0.1757
东部	7.1054	7.6976	4.3864	4.5666	0.0459	0.1566	0.3258
中部	6.3825	6.9525	3.9190	4.2357	0.0000	0.0342	0.1218
西部	5.9629	6.6592	3.5433	3.9519	0.0050	0.0249	0.0486

资料来源:作者计算。

变量 $\ln H$ 是没有单位根的,其他变量是存在面板单位根的,不过所有检验都可以得出变量在一阶差分情况下为平稳数据的结论,因此需要进行协整检验。本文主要使用 Westerlund^[27]提出的方法进行检验,这种检验方法允许异质面板的协整,还可以考察究竟是面板数据中的某个变量,还是与整个面板数据存在协整关系。本文还利用传统的 Pedroni、Kao 等检验进行验证,检验结果中都显示在 1%的水平上显著存在协整关系,所以本文认为数据存在协整关系,可以进行下一步的回归。

本文使用城市级别的数据进行研究,由于每个城市都有自己的自然、经济和社会特点,一般来说应该使用固定效应模型,通过 Hausman 检验也证实了这个想法,然后比对空间固定效应、时间固定效应、空间和时间固定效应的估计结果,最终选择空间和时间固定效应模型进行估计。本文进一步通过 LM 检验来判断空间滞后项和空间误差项,所有空间权重矩阵的检验结果都在 1%的水平上拒绝了方程无空间滞后项或者无空间误差项的原假设,说明方程既有空间滞后项,也有空间误差项,因此在本文的研究中空间杜宾模型(SDM)比空间滞后模型(SAR)和空间误差模型(SEM)更为合适。

2. 中国交通枢纽空间溢出效应的估计结果

由于空间相关性的存在,最小二乘法估计空间模型可能导致回归参数、空间参数和标准误估计的不一致性,常见的空间计量估计方法有极大似然估计法(ML)、准极大似然估计法(QML)、工具变量法(IV)、广义矩估计法(GMM)、贝叶斯方法(MCMC)等。本文根据 Lee and Yu^[28]和 Elhorst^[29]给出的准极大似然估计法进行估计,研究时使用了多个空间阈值不同的空间权重矩阵进行模型的估计,不同空间权重矩阵估计 SDM 模型的 R^2 和 Log-L 见表 4。

表 4 不同空间权重矩阵估计 SDM 模型的 R^2 和 Log-L

距离阈值	170	180	190	200	210	220	230	240
R^2	0.8799	0.8593	0.8642	0.8646	0.8560	0.8502	0.8536	0.8490
log-L	2964.88	2981.81	2982.27	3078.11	3087.47	3089.65	3066.81	3070.42

资料来源:作者计算。

综合 R^2 和 Log-L 的值可以看出,当空间距离阈值在 200–220km 范围内时,模型的估计结果最为拟合,同时空间滞后系数 ρ 在阈值为 210km 时也是最大的,说明从全国范围看,交通枢纽城市在 210km 左右的范围内最为明显,所以本文给出的估计结果全部是空间距离阈值为 210km 的权重矩阵的估计结果。对不同空间模型的估计结果见表 5。

此时 LM spatial lag 和 robust LM spatial lag 的值分别为 89.05 和 40.06,都在 1%的水平上拒绝了无空间滞后项的原假设,而且 LM spatial error 和 robust LM spatial error 的值分别为 573.25 和 524.26,也都在 1%的水平上拒绝了无空间误差项的原假设,证明选择 SDM 模型是合适的。回归结果显示各种等级交通枢纽城市及其空间滞后项的系数都在 1%水平上是显著为正的,并且全国性枢纽城市系数最大,区域性枢纽城市系数次之,地区性枢纽城市最小。当然空间滞后项并不能直接看出空间溢出效应的大小,下面通过直接效应、间接效应和总效应来分析此时交通枢纽的空间溢出效应,具体估计结果见表 6。

表 5 不同空间模型的回归结果

变量 \ 模型	SAR		SEM		SDM	
	系数	z 值	系数	z 值	系数	z 值
lnK	0.1786***	19.73	0.1814***	18.46	0.1724***	18.23
lnL	0.0036	0.40	0.0074	0.77	0.0124	1.32
lnH	0.0061	1.08	0.0076	1.35	0.0055	0.97
First	0.3908***	8.83	0.3577***	8.07	0.3877***	8.74
Second	0.2482***	12.25	0.2120***	10.22	0.2291***	11.24
Third	0.1516***	12.98	0.1261***	10.58	0.1395***	11.88
WlnK					-0.0277*	-1.92
WlnL					-0.0313*	-1.83
WlnH					-0.0146	-1.42
WFirst					0.2022**	2.15
WSecond					0.1921***	4.73
WThird					0.1287***	5.78
ρ	0.3135***	15.47			0.3912***	14.30
λ			0.4233***	19.98		
σ^2	0.0077***	40.82	0.0080***	38.83	0.0077***	39.07
R ²	0.8159		0.8184		0.8560	
Log-L	3043.75		3028.11		3087.47	
观察值	3113		3113		3113	

注:W 开头的变量是相应变量的空间滞后项,***、** 和 * 分别表示在 1%、5%和 10%的水平上显著。

资料来源:作者计算。

表 6 空间杜宾模型的直接效应、间接效应和总效应

变量 \ 效应	直接效应		间接效应		总效应	
	系数	z 值	系数	z 值	系数	z 值
lnK	0.1760***	18.76	0.0591***	3.77	0.2352***	12.17
lnL	0.0098	1.03	-0.0405*	-1.68	-0.0308	-1.13
lnH	0.0044	0.79	-0.0184	-1.23	-0.0140	-0.78
First	0.4204***	8.90	0.5216***	3.61	0.9420***	5.57
Second	0.2568***	11.68	0.4159***	6.84	0.6727***	9.58
Third	0.1574***	12.39	0.2704***	8.23	0.4278***	10.97

注:***、** 和 * 分别表示在 1%、5%和 10%的水平上显著。

资料来源:作者计算。

从表中可以看出,各类交通枢纽的三种效应都在 1%的水平上显著为正,而且三种效应中各类交通枢纽的系数都遵循全国性枢纽城市系数最大,区域性枢纽城市系数次之,地区性枢纽城市最小的排列。说明交通枢纽的确可以促进当地以及周边区域经济的发展,并且交通枢纽的功能等级越高,效果越明显,总体上符合不同等级交通枢纽城市的功能定位和对交通枢纽作用的理论预期。此外,从表中结果中还可以发现资本存量的三种效应都在 1%的水平上显著为正,其余的参数只有劳动力数量的间接效应在 10%的水平上显著为负,说明资本存量不仅对于当地经济发展有着良好的促进作用,并且有着显著的正向空间溢出效应,而劳动力的聚集却有可能对周围区域造成负的空间溢出,这可能是因为集聚经济的存在,使得劳动力聚集的城市生产率更高,从而吸引周围的劳动力和厂商进入,进而影响了周围城市的经济发展。

3. 东、中、西部地区交通枢纽空间溢出效应的估计结果

本文为了观察中国不同区域交通枢纽的空间溢出效应,还对东、中、西部地区交通枢纽的空间溢出效应进行估计,空间权重矩阵的阈值依旧选取了最为拟合的 210km,结果见表 7。从表中可以看出,各地区表现不仅各自差异非常明显,与全国的估计结果也有很大不同。东部地区的估计结果和全国的比较接近,各类交通枢纽的三种效应都在 1%的水平上显著为正,同时依然满足全国性枢纽城市最大、区域性枢纽城市次之、地区性枢纽城市最小的排序,不过东部地区交通枢纽效应的系数都要相应地大于全国的估计结果,说明在经济发展较好,基础设施比较完善的东部地区,交通枢纽对于区域经济发展的正向作用更为明显,交通枢纽的预期功能被很好地发挥了出来。中部地区由于在观测期内都没有全国性枢纽城市,所以只能考察剩下两种枢纽城市的影响,结果显示两种枢纽城市的各类效应的估计结果都在 1%的水平上显著为正,并且区域性枢纽城市大于地区性枢纽城市,但是相比于全国和东部的估计结果,这种系数大小上的差异并不明显,这应该由于中国中部地区的交通建设一直比较落后,交通基础设施规模总量不足,覆盖面偏低,没有形成完善的交通网络,枢纽城市顺畅连接的功能得不到很好发挥。

西部地区交通枢纽的估计结果则更为不同,虽然各类交通枢纽的直接效应依然都在 1%的水平上显著为正,但是只有区域性枢纽城市的间接效应是显著的。不过全国性交通枢纽和地区性交通枢纽不显著的原因是不一样的,地区性交通枢纽溢出效应不显著的原因应该是交通基础设施建设的落后,难以发挥出人员和货物运输的集散中转功能,无法辐射周边区域。全国性交通枢纽溢出效应

表 7 东、中、西部地区交通枢纽的直接效应、间接效应和总效应

效应 \ 区域		东部		中部		西部	
		系数	z 值	系数	z 值	系数	z 值
直接效应	lnK	0.2285***	15.94	0.1568***	9.84	0.1747***	7.75
	lnL	0.0092	0.66	0.0311**	2.07	-0.0199	-0.82
	lnH	0.0303***	3.59	0.0021	0.19	-0.0201	-1.39
	First	0.4745***	9.06			0.3889***	3.16
	Second	0.2406***	9.76	0.2357***	6.74	0.2723***	2.72
	third	0.1379***	9.17	0.1387***	6.51	0.2468***	6.30
间接效应	lnK	-0.1251***	-4.20	0.0271	1.21	0.0659**	2.30
	lnL	-0.0051	-0.18	0.0571	1.53	-0.0019	-0.04
	lnH	0.0855***	3.13	-0.1719***	-6.20	-0.0274	-1.25
	First	0.8674***	5.35			0.1876	0.48
	Second	0.5004***	6.76	0.2607***	4.28	0.6021***	2.74
	Third	0.2357***	5.01	0.2039***	6.03	-0.0067	-0.07
总效应	lnK	0.1034***	3.33	0.1839***	6.77	0.2407***	6.54
	lnL	0.0042	0.15	0.0882**	2.19	-0.0218	-0.36
	lnH	0.1157***	3.87	-0.1698***	-5.20	-0.0475*	-1.80
	First	1.3419***	7.39			0.5765	1.27
	Second	0.7410***	9.09	0.4964***	6.56	0.8745***	3.26
	Third	0.3736***	7.14	0.3426***	7.86	0.2401**	2.01
R ²		0.8227		0.6416		0.7155	
N		1111		1199		803	
Log-L		1334.24		1205.59		666.37	

注:*** ** 和 * 分别表示在 1%、5%和 10%的水平上显著。

资料来源:作者计算。

不显著则是由于西部地区经济发展水平不足,即使是全国性枢纽城市往往也没有成型的产业集群用以带动周围地区发展,交通方面的优势反而使得企业选址时会考虑枢纽城市,而不是周围的普通城市。新经济地理学^[30]就认为集聚效应与交通成本的关系会遵循一个钟形曲线,随着交通成本的不断降低,集聚效应会先增大后减小,西部地区现在应该就处在钟形曲线的上坡阶段,交通的改善反而拉大了地区间的差距。从现实情况来看,重庆及其周围区域近年来的发展就是如此,在周围城市经济发展依然缓慢的情况下,已经有众多世界 500 强企业入驻重庆。此外,西部地区交通的自然条件本就不好,交通建设时经常出现重视枢纽城市而忽视其他城市的情况,造成其他城市与枢纽城市的交通网络连接性不足,这也无形中削弱了交通枢纽的空间溢出效应。

除了交通枢纽的估计结果外,各地区的其他变量估计结果也与全国的有所不同,东部地区人力资本的三种效应估计结果都在 1% 的水平上显著为正,中部地区人力资本却有显著负的溢出效应,说明在东部相邻区域有着明显的知识溢出效应,而在中部不同区域经济水平差距较大,人们偏向于去人力资本集中的城市工作生活。此外,东部地区的资本存量有负的溢出效应,中部地区不显著,西部地区的资本存量有正的溢出效应,这可能是因为不同地区资本存量的构成不一样,发展落后的地区主要是基础设施资本,而像东部地区更多的是促进城市发展的较高级资本。

五、政策含义

1. 注重交通枢纽的梯度建设

中国东、中、西部地区交通枢纽的空间溢出效应具有明显差异,考虑到目前中国不同区域的经济发展和高等级交通枢纽的建设难度,在继续推进各类交通枢纽规划建设的时候,不能盲目建设高等级交通枢纽,需要根据不同区域的实际情况,注重对交通枢纽的梯度建设。东部地区经济发展情况良好,基础设施完善,各类交通枢纽都可以发挥出很好的作用,所以应该在东部地区大力打造全国性交通枢纽和区域性交通枢纽,特别是如果能够在京津冀、长江三角洲和珠江三角洲这三大区域之外打造出几个全国性交通枢纽,例如青岛、福州、连云港等重要港口,就可以使中国经济出现新的增长极,带动区域乃至全国的经济。中部地区交通枢纽虽然具有正的空间溢出效应,但是溢出效应小于东部乃至全国的平均水平,所以中部地区需要加强交通网络的建设,扩大交通基础设施的覆盖面,提高交通枢纽的顺畅连接程度。同时考虑到中部地区明明有着连接东西的地理优势,却缺乏全国性交通枢纽的情况,中部地区还应加强高等级交通枢纽的建设,努力将武汉、郑州、长沙等拥有良好交通区位优势的城市建成全国性的交通枢纽,疏通东部和西部地区的人员货物往来,带动中部地区的整体发展。西部地区由于经济和基础设施建设比较落后,地区性交通枢纽几乎发挥不出其溢出效应,而全国性交通枢纽集聚效应又太过明显,如果一味建设高等级交通枢纽可能会带来区域发展更加失衡的后果,所以西部地区的交通枢纽更应该注重其衔接转换能力的建设,完善交通的骨干网络,以点带面,依靠重庆、成都、西安等节点城市拉动区域经济的共同发展。

2. 加强配套城市群的建设

中国近年来交通枢纽的发展已经呈现出核心城市带动周围城市群共同发展的情况,在发展情况良好的东部地区,人力资本显著的空间溢出效应也体现了知识溢出的作用,说明城市群是未来中国发展的一个趋势,这与国家新型城镇化规划中的很多设想是一致的。不过目前中国的城市群布局不尽合理,除去比较成型的京津冀、长江三角洲和珠江三角洲城市群,长江中游城市群、成渝城市群等还处于发展的阶段,在很多地区甚至都没有这种发展势头良好的城市群。此外,中国城市群内部分工协作不够,不少大城市人口资源环境压力偏大,但是中小城市的潜力却没有得到充分发挥。接下来发展时需要利用交通枢纽的辐射带动能力,通过周围城市群的配套建设,发展适合当地的特色产业,加强城市间的良性互动,促进产业集群的形成,从而推动区域经济的发展。同时,交通枢纽和配套城市群的建设对于正在实施的“一带一路”战略来说也有着重要意义,参与丝绸之路经济带的

许多地区经济发展比较落后,对于这些地区而言,通过建设丝绸之路经济带上的重要交通枢纽,辅助以配套城市群的建设,形成商贸物流、文化科技的中心,将原本在内陆的偏远地区打造成改革开放新高地,是“一带一路”战略成功实施的重要基础。

3. 推进综合交通体系建设

中国东、中、西部地区交通枢纽的空间溢出效应具有明显差异的另一个重要原因就是综合交通体系建设的不完善,虽然中西部地区交通骨干网络与东部地区有着一定差距,不过更大的地区间差距则是体现在各种运输方式的互联互通和协调布局上,而这种差距严重影响了地区交通运输系统的整体效率。同时,中国的交通基础设施通常会被行政边界分割,跨省和跨市的交通项目从规划设计之初就困难重重,建成之后的管理使用也难做到互惠共享,难以发挥出应有的对经济发展的促进效果。今后交通枢纽的建设规划中应该从综合交通发展的角度出发,打破行政边界,合理布局交通基础设施,做到交通设施的共建和共享,加强支线交通与干线交通,不同交通方式之间的连接,特别是中西部地区交通设施的互联互通,提高运输效率,促进区域经济的协调发展。

〔参考文献〕

- [1]荣朝和. 交通—物流时间价值及其在经济时空分析中的作用[J]. 经济研究, 2011,(8):133-146.
- [2]Krugman, P. Increasing Returns and Economic Geography[R]. National Bureau of Economic Research, 1990.
- [3]Fujita, M., P. R. Krugman, and A. J. Venables. The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade[M]. Massachusetts: MIT Press, 2001.
- [4]Fujita, M., and J. Thisse. Economics of Agglomeration: Cities, Industrial Location, and Globalization[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- [5]Alonso, W. Location and Land Use: Toward a General Theory of Land Rent [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1964.
- [6]Fujita, M. Urban Economic Theory: Land Use and City Size[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- [7]Anas, A., R. Arnott, and K. A. Small. Urban Spatial Structure [J]. Journal of economic Literature, 1998,36(3):1426-1464.
- [8]Aschauer, D. A. Highway Capacity and Economic Growth[J]. Economic Perspectives, 1990,14(5):4-24.
- [9]Munnell, A. H. Policy Watch: Infrastructure Investment and Economic Growth [J]. The Journal of Economic Perspectives, 1992,6(4):189-198.
- [10]Banister, D., and J. Berechman. Transport Investment and Economic Development [M]. Oxford: Psychology Press, 2000.
- [11]Baldwin, R. E., and T. Okubo. Heterogeneous Firms, Agglomeration and Economic Geography: Spatial Selection and Sorting[J]. Journal of Economic Geography, 2006,6(3):323-346.
- [12]Melitz, M. J., and G. I. Ottaviano. Market Size, Trade, and Productivity[J]. The Review of Economic Studies, 2008,75(1):295-316.
- [13]Eberts, R. W., and D. P. Mcmillen. Agglomeration Economies and Urban Public Infrastructure [A]. Cheshire, P., and S. M. Edwin. Handbook of Regional and Urban Economics[C]. Amsterdam: Elsevier, 1999.
- [14]Graham, D. J. Agglomeration, Productivity and Transport Investment [J]. Journal of Transport Economics and Policy, 2007,41(3):317-343.
- [15]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.
- [16]刘勇. 交通基础设施投资、区域经济增长及空间溢出作用——基于公路、水运交通的面板数据分析[J]. 中国工业经济, 2010,(12):37-46.
- [17]胡鞍钢,刘生龙. 交通运输、经济增长及溢出效应——基于中国省际数据空间经济计量的结果[J]. 中国工业经济, 2009,(5):5-14.
- [18]张学良. 中国交通基础设施促进了区域经济增长吗——兼论交通基础设施的空间溢出效应[J]. 中国社会科学, 2012,(3):60-77.

- [19]丁金学,金凤君,王成金等. 交通枢纽的空间演进与发展机理[J]. 地理科学进展, 2012,(4): 484–490.
- [20]Jiwattanakulpaisarn, P., R. B. Noland, and D. J. Graham. Causal Linkages between Highways and Sector-Level Employment[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2010,44(4):265–280.
- [21]Boarnet, M. G. Spillovers and the Locational Effects of Public Infrastructure [J]. Journal of Regional Science, 1998,38(3):381–400.
- [22]Del Bo, C. F., and M. Florio. Infrastructure and Growth in a Spatial Framework: Evidence from the EU Regions[J]. European Planning Studies, 2012,20(8):1393–1414.
- [23]LeSage, J., and R. K. Pace. Introduction to Spatial Econometrics[M]. Florida: CRC Press, 2010.
- [24]王红亮,胡伟平,吴驰. 空间权重矩阵对空间自相关的影响分析——以湖南省城乡收入差距为例[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 2010,(1):110–115.
- [25]柯善咨. 中国城市与区域经济增长的扩散回流与市场区效应[J]. 经济研究, 2009,(8),85–98.
- [26]单豪杰. 中国资本存量 K 的再估算:1952—2006 年[J]. 数量经济技术经济研究, 2008,(10):17–31.
- [27]Westerlund, J. Testing for Error Correction in Panel Data [J]. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 2007,69(6):709–748.
- [28]Lee, L., and J. Yu. Estimation of Spatial Autoregressive Panel Data Models with Fixed Effects [J]. Journal of Econometrics, 2010,154(2):165–185.
- [29]Elhorst, J. P. Applied Spatial Econometrics: Raising the Bar[J]. Spatial Economic Analysis, 2010,5(1):9–28.
- [30]Tabuchi, T., and J. Thisse. Taste Heterogeneity, Labor Mobility and Economic Geography [J]. Journal of Development Economics, 2002,69(1):155–177.

The Estimate of Transport Hub Level and Its Spatial Spillover Effects ——A Spatial Panel Data Study on China's Prefecture-level City

HU Yu, LI Hong-chang

(School of Economics and Management of Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: In recent years, with a series of regional development policy releasing, the government proposed the new direction and target for the transport hub, but it has not been resolved that how to measure the transport hub level and what the effect to the economic development of local and surrounding areas. This paper divide the traffic hub level of cities in China and analyzes its spatial distribution, then based on the panel data of Chinese cities in 2003—2013, using spatial Durbin model to estimate the influence of the transport hub cities to the local economy and its spatial spillover effects. The results show that the distribution of China's transport hub has obvious spatial imbalance, but is gradually improved. Transport hubs have significant positive influence on the local region and the surrounding region's economic output, effect size sort by the order is national hub, regional hub and district hub. Transportation hubs in eastern region, central region and western region have obvious difference in spatial spillover effect, all kinds of transportation hub have significant positive spillover effects in the eastern region and central region, but the difference between different transport hub in central region is not obvious, and only regional hub city has a significant positive spillover effects in the western region. The government should pay attention to the gradient construction of transport hub to adapt the development of different regions, strengthening the construction of supporting cities groups, promote the formation of industrial cluster, perfecting regional transport infrastructure interconnectivity, advancing the construction of comprehensive transport system.

Key Words: transport hub level; spatial spillover effects; spatial Durbin model

JEL Classification: C21 I91 R11

〔责任编辑:王燕梅〕