

交通通达性对中国城市增长趋同影响的空间计量分析

殷江滨¹, 黄晓燕¹, 洪国志², 曹小曙¹, 高兴川¹

(1. 陕西师范大学西北国土资源研究中心 西北城镇化与国土环境空间模拟重点实验室, 西安 710119;

2. 中山大学城市与区域研究中心, 广州 510275)

摘要: 交通基础设施建设是促进城市经济增长与趋同的重要手段。在新古典增长模型基础上, 构建城市增长趋同的空间计量分析模型框架, 利用1990-2012年中国273个地级以上城市数据, 探讨城市间通达性和口岸通达性的改善对城市经济趋同的影响。研究发现: 城市经济增长存在显著的空间相关性, 趋同分析更适用空间计量方法; 中国城市经济增长存在绝对趋同现象, 且2001年后的趋同速度较20世纪90年代更快; 全国层面, 城市间通达性对城市经济增长及趋同的影响逐渐显现。进入21世纪后, 通达性水平提升延缓了城市经济趋同速度, 区域差距被进一步拉大。但在地区层面, 城市间通达性的改善促进了东部、中部和西部地区内部城市的趋同; 口岸通达性对全国城市经济的影响不显著, 但对各地区城市趋同产生明显不同的影响。20世纪90年代到公路及水运口岸的通达性促进了中部城市的趋同, 到公路和铁路口岸的通达性则延缓了西部城市的趋同速度。21世纪以后, 公路口岸通达性主要影响中部和西部城市, 铁路口岸主要影响东部城市的趋同进程。四类口岸通达性对东北城市的影响均不显著; 最后, 从促进城市经济增长与趋同角度, 对交通基础设施建设的相关政策进行了讨论。

关键词: 通达性; 趋同; 空间计量; 地区差异; 中国

DOI: 10.11821/dlxb201610009

1 引言

改革开放以来, 中国经济在实现飞速发展的同时, 地区间表现出极强的差异性, 尤其是20世纪90年代后, 省区间、地带间的经济差距不断扩大^[1-2], 东部沿海省份的增长势头明显快于中西部省份。与之不同的是, 作为区域经济的核心, 城市经济增长则表现出趋同趋势。基于城市层面数据, 徐现祥等^[3]发现20世纪90年代中国城市经济增长存在 δ 趋同和绝对 β 趋同, 且结论是稳健的; 洪国志等^[4]同样发现1990-2007年间中国城市间存在绝对 β 收敛。

交通基础设施投资是促进经济增长和趋同的重要手段^[5]。在中国, 西部大开发、东北振兴和中部崛起等区域均衡发展战略实施过程中, 交通设施投资均是重要举措之一^[6-7]。在欧洲, 随着欧盟东扩和区域差距的不断拉大, 欧盟国家也投入大量资金用于交通设施建设(如泛欧交通网TEN-T), 并希望通过大规模、广覆盖的交通投资, 增加落后地区的经济机会, 实现更为均衡的增长^[8]。然而, 交通投资并不必然导致经济增长趋同。事实上, 无论在理论探讨还是实证研究中, 二者关系都极为复杂^[9]。一方面, 交通条件的改善

收稿日期: 2015-12-24; 修订日期: 2016-05-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(41401180); 陕西省自然科学基金研究计划项目(2014JQ2-4017) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41401180; Natural Science Foundation of Shaanxi Province, No.2014JQ2-4017]

作者简介: 殷江滨(1985-), 男, 江西湖口人, 博士, 副教授, 中国地理学会会员(S110009620M), 主要从事城市地理与经济地理研究。E-mail: yinjb@snnu.edu.cn

降低了地区企业的生产成本和交易成本,提高生产效率,促进更有活力的经济增长^[10]。在计量经济模型中,作为一种公共资本投入,交通投资也是总体生产函数的重要部分^[11],交通投资的增加,与其他资本存量一样会增加地区经济增长率。Aschauer^[5]运用新古典增长模型对美国研究发现,交通等基础设施投入对经济增长的产出弹性为0.39;张学良^[12]对中国的研究得出,交通设施的经济增长弹性在0.0563和0.2058之间。

另一方面,新的交通投资提高了通达性水平,促使人口和经济活动在空间上重新分布^[13]。新经济地理学认为,在劳动力自由流动前提下,高运输成本导致经济活动在空间上分散分布,当运输成本降至趋于零时,对规模经济的追求导致经济发生集聚,并形成中心—外围结构^[14]。由于通达性的提升,欠发达地区既有可能因经济机会增加,吸引更多的企业投资和人口进入,促进经济更快发展^[15],也有可能因市场环境、经济基础等劣势,人口和经济要素加速向发达地区集聚,从而导致地区差距进一步扩大^[16-17]。这种区域交通改善对周边区域要素流动和经济增长的影响被称为交通投资的空间溢出效应^[18]。基于1968-1988年间美国加州县级数据,Boarnet^[19]发现高速公路等交通设施存在负向空间效应,基础设施更完善的地区吸引到更多经济资源,经济增长较相邻地区更快;Chen^[19]对美国东北部走廊的研究则表明地面交通对地区产出具有显著影响,其中绝大部分来自地区间的溢出效应,高速公路的作用尤为明显;张学良^[20]运用1993-2009年中国省级面板数据,发现外地交通设施对本地经济增长有正的促进作用,通过扩散效应交通设施促进一个区域带动相邻地区的发展。覃成林^[21]利用中国铁路及其沿线城市数据分析发现,铁路交通发展有助于改善全国及东部、东北地区经济不平衡现象,但不利于西部城市经济增长的趋同。近30年来,中国经济的快速发展和交通基础设施的大规模建设为交通与经济增长趋同研究提供了绝佳案例。随着“一带一路”战略的实施,中国的对外开放格局进一步深化,城市与国内外区域间的交通网络将得到强化,并对其经济增长产生深远影响。基于此,本文尝试利用1990-2012年中国城市数据,在新古典增长模型基础上,构建城市增长趋同的空间计量分析模型框架,探讨交通通达性对经济趋同的作用。

本文试图在以下方面对现有研究做出改进:①在衡量交通禀赋时,考虑到交通基础设施固有的网络效应^[22],本文选取交通通达性水平,替代现有经济学文献中常用的交通投资或道路里程指标^[23]。此外,中国地方保护主义盛行,地区间断头路现象长期存在^[24],运用交通设施规模指标难以度量地区间实际的交通通达能力,也是本文选择通达性指标的重要原因。具体而言,鉴于改革开放后中国经济不断增强的外向型特征及新时期国家“一带一路”战略背景,通达性指标除采用城市间通达性外,还选用城市到一类口岸(包括公路、铁路、水运和航空口岸)通达性指标,以期更准确把握交通改善对经济趋同的贡献;②在计量方法上,考虑到空间自相关和空间异质性对经济增长的影响^[25-26],本文采用空间计量分析方法对标准趋同模型进行扩展,将空间效应纳入交通与经济趋同关系研究中,弥补传统趋同模型忽视空间依赖性估计的不足;③研究尺度上,认识到城市作为国家经济增长的核心空间,以其为单位的经济增长趋同有别于以省区为单位的趋同^[3,27],本文选择城市尺度,探讨交通改善对城市经济增长差距的作用,这对于快速城市化时期经济发展与趋同研究具有特殊意义。

2 数据与方法

2.1 数据来源与处理

本文研究对象为中国地级以上城市的市区,样本量为273个。研究分为1990-2000年和2001-2012年两个时段。研究数据主要包括交通数据和城市经济数据。其中,交通数据

包括口岸数据及公路网数据。本文涉及口岸为国家对外开放一类口岸,数据来自不同年份《中国口岸年鉴》。公路网数据来自地图矢量化,通过扫描整理1992年《中国交通地图册》(测绘出版社)、2000年《分省中国地图集》(中国地图出版社)、2013年《中国公路里程地图分册系列》(中国地图出版社)地图数据,对其公路交通及城市进行矢量化处理,并根据《中华人民共和国公路工程技术标准(JTGB01-2003)》规定的公路设计速度,结合区域实际,对不同年份不同类型与等级的公路赋予不同的车行速度,最终得到1990年、2000年和2012年3个年份的全国公路网数据。

经济数据主要包括经济增长因变量及相关控制变量。经济增长通过人均GDP衡量,控制变量主要涉及产业结构、物质资本、人力资本、劳动力等要素。具体包括:工业化比重、固定资产投资、外商直接投资、从业人员数、在校大学生占总人口比重。数据主要来源于1990-2012年《中国城市统计年鉴》,消费价格指数来自历年各省统计年鉴。通过消费价格指数缩减得到1990年不变价GDP和固定资产投资,外商投资通过当年汇率换算得出,人口数据为市区年末常住人口。

2.2 方法与模型

2.2.1 交通通达性 通达性是各类活动运用交通系统达到特定区位的能力^[28],节点间的运输距离是衡量通达性的重要指标^[29]。本文城市通达性水平通过城市间通达性、到四类口岸(公路、铁路、水运、航空)通达性两种指标衡量。度量方法选取最短时间距离模型。其中,城市间通达性采用某城市到其他所有城市最短时间距离的平均值衡量,到口岸通达性通过城市到所有口岸最短时间距离的最小值(即到最近口岸最短时间距离)衡量^[30]。其中,城市*i*的平均最短时间距离 T_i ,计算模型为:

$$T_i = \frac{\sum_{j=1}^n t_{ij}}{n}, \quad i \in (1, 2, 3, \dots, n), \quad j \in (1, 2, 3, \dots, n) \quad (1)$$

式中: t_{ij} 为城市*i*到节点(城市或口岸)*j*的最短时间距离; n 为节点总数。 T_i 值越小,表明通达性越好。到口岸通达性即为模型中的因子 t_{ij} , t_{ij} 越小,表明城市到某类口岸的通达性越好。借助ArcGIS 10.1软件,在网络数据集基础上采用OD矩阵分析模块,运用网络分析法求得各节点间最短时间距离。通过分析,最终得到各节点城市的城市间通达性和四类口岸通达性。

2.2.2 探索性空间数据分析 探索性空间数据分析(ESDA)是进行空间差异、空间集聚与扩散研究的重要手段^[31]。本文通过该分析对全国城市经济空间分布模式进行检验,作为空间计量趋同模型设定的前提条件。Moran's *I*方法是ESDA技术的核心,分为全局自相关和局部自相关。全局自相关衡量空间分布模式的总体特征,可用于反映全国城市人均GDP空间集聚格局的总体特征。计算公式为:

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

式中: $S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$; $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$; n 为城市总数; W_{ij} 为空间权重矩阵,由于地级城市市区通常不相邻接,空间权重基于距离标准设定,距离定义采用欧式距离。Moran's *I*的值介于-1~1之间,大于0表示存在空间正相关,越接近1,空间集聚特征越明显;小于0表示空间负相关,越接近-1,空间扩散特征越明显。

局部自相关衡量局部地区与周边地区的关联模式和空间差异状况。其计算公式为:

$$I_i = Z_i \times \sum_j^n W_{ij} Z_j \quad (3)$$

式中： Z_i 和 Z_j 分别为城市 i 与 j 的观测值的标准化形式； W_{ij} 为空间权重矩阵。若 I_i 和 Z_i 在0.05水平上显著为正，表明城市与其相邻城市之间存在正的空间自相关，高水平（低水平）城市在空间上具有集聚效应，即HH（LL）集聚。若 I_i 和 Z_i 显著为负，表明城市与周边城市之间存在负向空间相关性，高（或低）水平城市被低（或高）水平城市所包围，即HL（LH）集聚。

2.2.3 空间计量模型构建 （1）经典趋同模型。经济趋同研究主要基于Barro等^[32]提出的新古典增长模型，趋同机制来自要素边际报酬递减假说。在考察交通通达性对经济趋同的影响之前，本文先构建绝对趋同模型，为与考虑了空间依赖性后的趋同模型相区别，称之为经典趋同模型。其表达式为：

$$\ln \frac{y_{T+t}}{y_t} = \alpha_0 + \alpha_1 \times \ln(y_t) + \varepsilon, \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n) \quad (4)$$

式中： y_t 、 y_{T+t} 分别为城市期初、期末的人均GDP； T 为时间跨度；趋同速度为 $\beta = -\frac{1}{T} \ln(1 + \alpha_1)$ ，若 α_1 显著小于0，则存在绝对 β 趋同。通过探索性空间分析，若城市经济确存在显著的空间相关性，则必须将空间纬度引入趋同估计，常见的方法是把Moran's I 运用到OLS回归残差中。具体有空间误差模型和空间滞后模型。

（2）空间滞后模型（SLM）。由于城市间贸易、投资或劳动力流动，导致经济增长存在实质性相关，通过加入因变量的空间滞后因子进行分析。其表达式为：

$$\ln \frac{y_{T+t}}{y_t} = \alpha_0 + \rho \times W \ln \frac{y_{T+t}}{y_t} + \alpha_1 \times \ln(y_t) + \varepsilon, \quad [\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n)] \quad (5)$$

式中： W 为基于欧式距离标准的空间权重矩阵； $W \ln \frac{y_{T+t}}{y_t}$ 为空间滞后因变量； ρ 为空间滞后系数，表明相近城市间的影响程度和方向； ε 为独立的随机误差项向量。

（3）空间误差模型（SEM）。对于城市间随机误差冲击的空间溢出效应，通过扰动误差项之中的空间依赖作用，衡量相近城市关于经济增长的误差冲击对本城市经济增长的影响。

$$\ln \frac{y_{T+t}}{y_t} = \alpha_0 + \alpha_1 \times \ln(y_t) + u, \quad u = \lambda \times W u + \varepsilon; \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n) \quad (6)$$

式中： u 、 ε 均为误差向量， u 为空间自相关误差， ε 服从高斯分布误差； W_u 为空间滞后扰动项； λ 为空间误差自相关系数。

（4）空间计量模型的构建。基于上述模型，进一步考察交通通达性对增长趋同的影响。实证分析中，本文首先加入资本、劳动力等控制变量构建条件趋同模型，再加入通达性变量，对比加入前后的趋同态势，分析交通投资对经济趋同的影响。模型表达式为：

$$\begin{aligned} \ln \frac{y_{T+t}}{y_t} = & \alpha_0 + \alpha_1 \times \ln(y_t) + \alpha_2 \times A + \alpha_3 \times \text{Indus} + \alpha_4 \times \ln \text{Invest} \\ & + \alpha_5 \times \ln \text{FDI} + \alpha_6 \times \ln \text{Labor} + \alpha_7 \times \text{Talent} + u \end{aligned} \quad (7)$$

式中： A 为不同类型通达性水平，其中，城市间通达性采用每个时期内的通达性变化率（Acc）衡量，口岸通达性采用期末口岸通达性值衡量，为便于解释，本文对口岸通达性值求倒后再纳入模型，包括公路口岸（Road）、铁路口岸（Rail）、水运口岸（Port）和航空口岸（Air）。 Indus 为城市工业化比重，反映城市产业结构状况； Invest 为人均固定资产投资，反映城市资本增量水平，衡量资本投入对城市经济增长的作用； FDI 为人均外

商直接投资; *Labor* 为单位从业人员数, 反映城市劳动力规模; *Talent* 为在校大学生占总人口的比重, 反映城市人力资本的丰富程度。为增强数据与模型估计的稳定性, 各控制变量指标均为每个时期内的历年平均值。在加入通达性指标后, 若 α_1 绝对值变大, 则表明该通达性提升有助于城市经济趋同的发生, 否则表明延缓了趋同速度^[33-34]。

3 城市交通通达性分析

3.1 城市间通达性水平

城市间通达性衡量一个城市运用现有交通网络, 到达其他所有城市最短通行时间的平均水平。分析发现, 2012年, 中国城市通达性呈现明显的空间不均衡性, 通达性水平最高的城市位于河南和湖北, 外围的安徽、山东和河北等地城市次之。通达性最低城市主要位于西北、西南和东北地区, 总体上形成“核心—边缘”同心圈层结构^[35]。

从城市间通达性演变过程看, 两个研究时段通达性变化差异明显(图1)。总体上, 2000-2012年间城市间通达性增速明显快于前一时期。20世纪90年代城市间通达性增长最快的地区为东北地区, 10年间通达性水平提升均在20%以上。其次为京津冀和长三角地区, 通达性增幅多在15%以上。通达性改善最慢的地区为西北地区城市, 安徽、湖南、贵州等中西部城市通达性提升也相对较慢。这一时期的通达性变化与国家公路尤其是高速公路建设关系密切。京沈、哈大、京石、京沪等省际高速公路的建成通车, 极大地提高了沿线城市的整体通达水平, 其他地区(如珠三角)虽有较大交通投资, 但主要限于省内, 出省通道建设相对滞后, 限制了城市间通达性的提升^[36-37]。

2000-2012年全国各地公路建设步伐明显加快, 到2012年底, 公路里程424万 km, 其中高速公路达9.62万 km, 分别是2000年水平的3倍和6倍, “7918”国家高速公路网骨架基本形成^[38]。更为完善的交通网络推动城市通达性水平得到普遍改善, 通达性提升速度相对均衡。除东北地区外, 通达性增速均在20%以上。

3.2 对外口岸通达性水平

对外口岸是中国对外开放的重要门户, 是国家“一带一路”战略实施的重要平台^[39]。截止2012年底, 全国共设立一类对外公路口岸64个, 铁路口岸19个, 水运口岸139个, 航空口岸63个。其中, 公路口岸主要位于陆地边境, 包括新疆、云南、内蒙古和吉林等

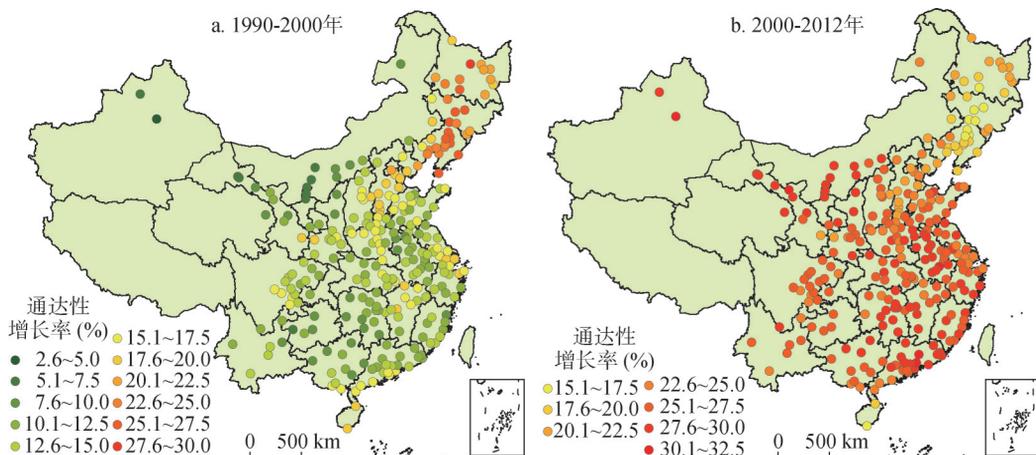


图1 不同时期中国城市间通达性增长率

Fig. 1 The growth rate of accessibility between cities in two periods in China

地，此外，作为对外开放前沿的广东公路口岸也较多。铁路口岸总体较少，主要分布于东北和广东等地。水运口岸包括海运与河运口岸，广东、黑龙江、江苏和山东等地最多。航空口岸主要设立于大城市，包括直辖市、省会及各省经济中心城市。

到口岸通达性采用到最近口岸最短时间距离衡量，通达性水平主要与城市到口岸的道路网络及口岸的设立有关。2012年，到公路口岸通达性最高的城市主要位于黑龙江、吉林、广东、广西和云南等地，陕西、河南、山东、江苏一带通达性最低，这与公路口岸的空间分布大致吻合（图2）。到铁路口岸通达性最高的城市主要位于东北、京津冀、长三角、河南和广东等地，西北、云贵川等地普遍较低。

各城市到水运口岸的通达水平相对均质化。除西北地区外，全国其他地区通达性普遍较高，其中，沿海、沿长江、珠江和黑龙江等地城市通达性最高。航空口岸在空间上相对分散，导致各城市的通达性差异相对较小。通达性较高的城市主要位于东部沿海、京津冀、东北等地。

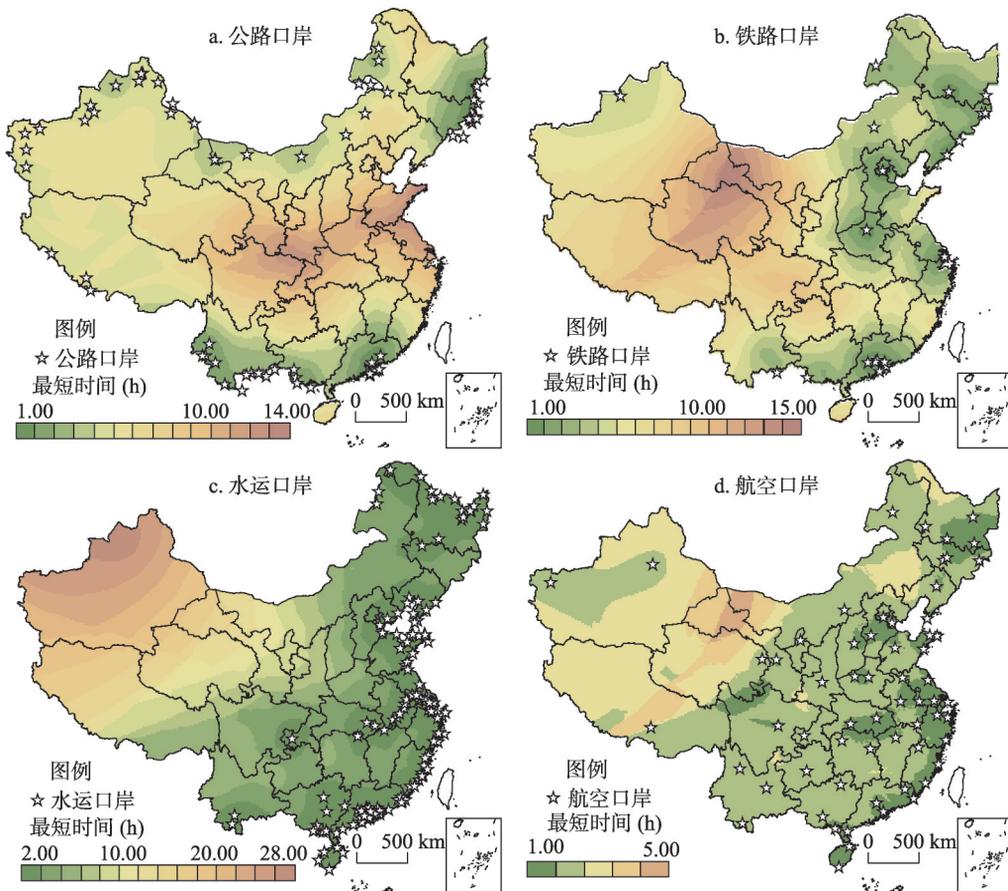


图2 2012年中国城市到四类口岸通达性水平对比

Fig. 2 The accessibilities between cities and four types of ports of entry in 2012

4 实证分析

4.1 城市经济空间相关模式检验

利用GeoDa软件计算出全国及四大地区城市人均GDP的Moran's I系数变化（图

3), 发现在全国层面, Moran's I 系数为正, 统计值在 0.01 水平显著, 城市人均 GDP 显示出正的空间相关性, 普通最小二乘估计的随机独立假设显然有误, 应采用空间计量分析方法。空间正相关表明, 发达城市倾向于和其他发达城市在空间上集聚, 欠发达城市同样在空间上集聚, 相邻城市互相影响, 产生依赖关系。从动态演进看, Moran's I 总体上变化不大, 说明城市间的空间集聚趋势保持稳定状态。

在地区层面, 中国东部城市的 Moran's I 持续显著为正, 空间集聚趋势在 2005 年后呈增强趋势, 西部城市的 Moran's I 虽显著正值, 但波动明显。与东部及西部城市不同, 中部和东北地区城市的发展水平相对分散, Moran's I 系数长期为负, 但在 2005 年以后由负相关转变为正相关, 空间集聚趋势逐渐增强。

运用局部自相关考察城市经济在局部区域的空间关联模式。总体上, 显著的空间集聚区不断增加, 从 1990 年的 76 个城市增加至 2012 年的 113 个。其中, 高高集聚区 (HH) 从珠三角逐渐扩展到长三角、环渤海地区。低低集聚区 (LL) 从陕甘宁、四川等地扩展至贵州、河南、山西等地。高低集聚区 (HL) 范围则不断收缩, 由 HL 向 LL 跃迁。

4.2 绝对趋同分析

空间相关模式检验发现, 城市经济增长存在显著的空间相关性, 由于最小二乘估计 (OLS) 未考虑经济主体间的空间依赖性, 本文采用 GeoDa 软件进行空间计量模型估计。为更好了解空间模型的合理性, 先对模型做 OLS 估计, 再进行空间计量模型估计 (表 1)。

通过 OLS 估计, 期初人均 GDP 系数 α_1 为 -0.111, 且在 1% 水平上显著, 但模型拟合优度为 0.034。进一步运用空间计量模型估计, SLM 和 SEM 模型拟合优度均明显大于 OLS 模型。在确定空间依赖性是来自空间误差项还是空间滞后时, 参考 Anselin 等^[31]提出的判断准则, 先比较 LMLAG 和 LMERR, 若二者都显著, 继续比较 R_LALAG 和 R_LMERR, 如都显著则进一步对比 SLM 和 SEM 模型估计结果。从表 1 可知, 1990-2000 年间, 空间误差模型的 R^2 和对数似然值 Log likelihood 更大, 且 AIC 和 SC 更小, 模型拟合效果优于空间滞后模型, 且两个模型整体优于 OLS 模型。因此, 判断绝对趋同模型适用 SEM 估计。2001-2012 年间, R_LALAG 不显著, 可以判断空间误差模型也更为适用。模型结果显示, 空间误差系数 λ 显著大于 0, 说明城市间经济增长存在较强的空间依赖作用, 影响一个城市经济增长的随机冲击项对附近城市经济增长具有扩散效应。

空间计量估计发现, 与 20 世纪 90 年代相比, 2001-2012 年间中国城市经济趋同速度明显加快。20 世纪 90 年代, 得到 α_1 为 -0.144, 趋同速度 1.56%, 半程趋同时间 45 年, 即落后城市需要 45 年时间才能达到发达城市的一半水平。2001-2012 年趋同速度提升至 2.41%, 半程趋同时间约为 32 年, 速度略快于现有文献的典型趋同速度 (2%)。

分析两个时段城市绝对趋同的地区差异 (表 2)。受篇幅限制, 表 2 仅列出对比后的最优模型结果。分析发现, 20 世纪 90 年代中国东部、中部及东北地区城市更适用于空间误差模型, 而西部城市更适用于空间滞后模型。2001-2012 年间, 显示东部城市更适用空

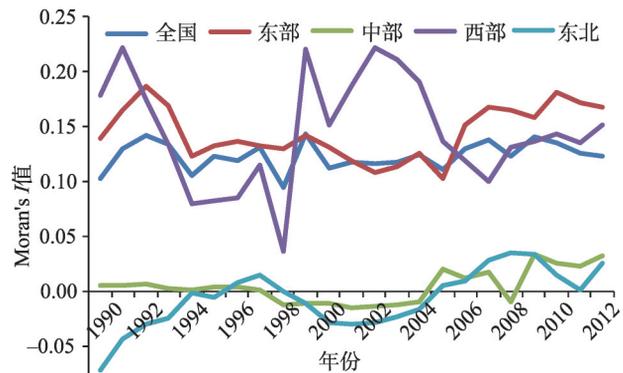


图3 1990-2012年全国及各地区城市人均GDP的 Moran's I 变化

Fig. 3 Moran's I statistics of GDP per capita at the national and regional levels in 1990-2012

表1 1990-2012年全国层面城市绝对趋同的模型估计结果对比
 Tab. 1 Estimation results of absolute convergence of cities at the national level

	1990-2000年			2001-2012年		
	OLS	SLM	SEM	OLS	SLM	SEM
λ/ρ		0.525***	0.548***		0.462***	0.517**
C	2.387***	1.696***	2.652***	3.437***	2.627***	3.538***
$\ln(y_i)$	-0.111***	-0.125***	-0.144***	-0.205***	-0.193***	-0.214***
R^2	0.034	0.108	0.119	0.139	0.199	0.212
Log likelihood	-121.658	-113.742	-112.323	-98.504	-90.841	-89.177
AIC	247.315	233.484	228.645	201.008	187.682	182.354
SC	254.534	244.312	235.864	208.227	198.511	189.573
趋同速度(%)	1.18	1.33	1.56	2.29	2.14	2.41
半程趋同时间(年)	59.00	52.00	45.00	33.00	35.00	32.00
Moran's I	0.111			0.121		
LMLAG	19.725***			21.596***		
R_LALAG	5.892**			0.561		
LMERR	25.144***			29.833***		
R_LMERR	11.311***			8.797***		

注: *、**、***分别表示在10%、5%和1%显著水平上通过检验。

间滞后模型, 其他地区城市更适用空间误差模型。

20世纪90年代, 全国各地城市绝对趋同速度相差不大, 其中, 东北地区城市的绝对趋同速度最快, 为2.07%, 中部城市最慢, 为1.85%。2001年以后, 各地区趋同速度差距明显, 西部城市的趋同速度提升至2.46%, 中部城市大幅下降, 趋同速度仅为0.73%。东部和西部城市趋同速度明显加快。

4.3 交通通达性对经济趋同的影响分析

在绝对趋同研究基础上, 构建条件趋同模型, 进一步考察不同类型通达性对城市增长趋同的影响, 研究先采用全国尺度, 后对四大地区进行对比。实证过程中, 先将工业化、投资等控制变量引入, 得到模型(1), 再分别引入城市间通达性、四类口岸通达性变量, 得到模型(2)、(3)。实证分析前, 先采用Stata软件对模型进行多重共线性检验, 对未通过检验变量进行剔除, 并重新构建模型。通过通达性变量引入前后趋同速度的对比分析, 考察通达性对趋同的影响, 探讨其内在机制。

4.3.1 全国层面 通过OLS及空间计量模型估计结果对比发现, 20世纪90年代, 全国层

表2 1990-2012年中国城市绝对趋同模型估计结果的地区间对比

Tab. 2 Estimation results of absolute convergence of cities at the regional level in 1990-2012

	1990-2000年				2001-2012年			
	东部(SEM)	中部(SEM)	西部(SLM)	东北(SEM)	东部(SLM)	中部(SEM)	西部(SEM)	东北(SEM)
λ/ρ	0.260	-0.113	-0.005	0.538***	-0.442**	0.809***	0.057	0.549***
C	3.040***	2.743***	2.741***	2.902***	4.2637***	2.390***	3.753***	3.347***
$\ln(y_i)$	-0.173***	-0.169**	-0.172**	-0.187*	-0.225***	-0.077	-0.237***	-0.205**
R^2	0.121	0.042	0.092	0.218	0.239	0.200	0.209	0.215
Log likelihood	-28.671	-33.315	-25.439	-13.558	-24.523	-30.888	-16.010	-10.955
AIC	61.342	70.630	56.877	31.117	55.046	65.776	36.020	25.910
SC	66.512	75.584	62.788	34.170	62.801	70.731	39.961	28.963
趋同速度(%)	1.90	1.85	1.89	2.07	2.31	0.73	2.46	2.09

注: *、**、***分别表示在10%、5%和1%显著水平上通过检验。

面的最优模型为空间滞后模型 (SLM), 空间滞后系数 ρ 显著大于0, 表明邻近城市的经济增长对本城市经济产生正向溢出效应。2001-2012年间, 空间误差模型 (SEM) 的拟合结果更佳, λ 亦显著为正, 邻近城市经济增长随机冲击项对本城市产生扩散效应 (表3)。

20世纪90年代, 全国层面的城市间交通通达性、到四类口岸通达性的提升对城市经济增长趋同的影响均不显著。通过空间计量估计, 发现在引入城市间通达性增速变量 (Acc) 后, 期初人均GDP系数 α_1 小幅下降, 即趋同速度减缓, 城市间通达性对城市经济增长的影响为负, 但未能通过10%显著性检验, 说明该时期城市间通达性提升并不能促进经济增长趋同。在引入到四类口岸通达性变量后, 趋同速度加快, 但回归结果也不显著, 说明从全国层面看, 到口岸通达性的增加对城市经济增长与趋同的影响同样不明显。

2001-2012年间, 城市间交通通达性改善显著延缓了城市经济趋同的速度。引入Acc后, 趋同速度从10.91%减缓至10.82%, 通达性系数通过5%显著性检验, 说明城市间通达性水平提升拉大了城市经济差距。结合通达性改善速度与城市经济增长的正向关系, 即通达性提升越快, 城市经济增长越快, 推测发达城市在通达性改善过程中获益更多。交通投资是经济增长的必要条件, 而非充分条件^[40]。交通的改善只有在其他市场条件存在时才会对地区经济产生促进作用^[15]。与欠发达城市相比, 发达城市的市场环境和经济基础更为优越, 对外交通网络更为完善^[41], 这些均有助于其在交通改善过程中获得更快发展, 而城市间交通条件的改善也为落后城市的生产要素向发达城市集聚创造了条件。这与Faber的研究结论^[42]相似。Faber通过对中国高速公路网络研究发现, “被纳入高速公路网”对于“边缘城市的经济发展”具有显著而稳健的负向作用, 主要原因是高速公路引起地区间运输成本下降, 从而导致边缘城市的产业经济不断向中心城市聚集。

总体上, 城市间交通通达性对经济增长与趋同的影响逐渐显现, 而四类口岸通达性的影响一直不显著。交通基础设施投资是社会经济发展的前提^[43], 但其对经济增长的影响并非立竿见影。在投资初期, 交通条件虽有改善, 但城市间的交通网络尚未形成, 并构成经济增长的“瓶颈”。随着经济的发展, 配套设施不断改善, 交通网络逐渐形成并将

表3 1990-2012年中国交通通达性对城市经济趋同影响的空间计量模型结果

Tab. 3 Spatial econometric results of influence of accessibilities on convergence at the national level in 1990-2012

	1990-2000年			2001-2012年		
	SLM(1)	SLM(2)	SLM(3)	SEM(1)	SEM(2)	SEM(3)
λ/ρ	0.366***	0.358***	0.379***	0.630***	0.603***	0.617***
C	2.720***	2.743***	2.834***	2.084***	1.715***	2.212***
$\ln(y_t)$	-0.656***	-0.655***	-0.676***	-0.699***	-0.696***	-0.705***
Acc		-0.332			1.383**	
Road			-0.176			0.221
Rail			0.161			0.086
Port			0.037			-0.003
Air			-0.031			0.044
Indus	0.105	0.113	0.168	0.406***	0.387**	0.504***
$\ln Invest$	0.391***	0.391***	0.388***	0.573***	0.569***	0.562***
$\ln FDI$	0.034***	0.035***	0.032**	0.024	0.026*	0.024
$\ln Labor$	0.058**	0.063**	0.058**	0.054**	0.058***	0.038
Talent	2.143	1.944	2.958	-0.781	-0.818	-0.777
R^2	0.464	0.465	0.471	0.630	0.637	0.637
趋同速度(%)	10.67	10.64	11.27	10.91	10.82	11.10

注: *, **, ***分别表示在10%、5%和1%显著水平上通过检验。

经济体系连为一体,促进要素流动,其对经济增长的作用开始显现^[44]。城市间通达性的计量结果证实了这一结论。对于口岸通达性而言,由于不同口岸在空间上存在较大的地区差异,其对各地区城市经济的影响也必然有所不同并可能相互抵消,从而导致在全国层面的影响不显著。因此,有必要进一步将研究尺度细化为东部、中部、西部和东北四大地区,研究不同类型通达性对各地区经济增长趋同的影响。

4.3.2 地区间对比 将全国城市样本细分,考察交通改善对趋同影响的地区差异。模型结果对比发现,20世纪90年代,中国东部、中部及东北地区城市更适用SEM估计,西部城市SLM拟合结果更佳(表4)。2001-2012年间,东部城市适用SLM,其他地区城市更适用于SEM估计(表5)。

(1) 城市间通达性

20世纪90年代,城市间通达性的改善对各地区城市经济增长的影响不显著,这与全国层面的结论相似,但在2001年以后显著促进了东部、中部和西部地区城市经济的趋同,对东北地区城市影响不明显。引入Acc后,东中西地区内部城市趋同速度均有所提高,城市间经济差距逐渐缩小。由于通达性系数对城市增长的系数均显著为正,推测落后城市在通达性改善中获益更多。根据新古典增长理论和新增长理论,趋同机制分别来自资本边际报酬递减和技术转移与扩散^[45-46]。资本的逐利性、城市间的技术学习与模仿使得落后城市获得更大发展,经济增长走向趋同^[3],已有实证研究也找到了相应证据^[3-4]。

交通基础设施正是趋同机制得以生效的支撑性条件。随着城市间通达性提高,资本、技术、劳动力在城市间交流日益频繁。以要素流动的重要形式——产业转移为例,进入21世纪后,全国各地交通设施大规模建设,特别是内陆地区连接沿海各大城市高速公路的开通,国家骨干公路网逐渐形成,运输成本明显下降,越来越多的产业从沿海发达城市向落后城市转移,其中既包括沿海省份内部发达城市向欠发达城市的转移(如广东从珠三角向粤北、粤东和粤西转移,长三角从上海、苏南向苏北转移),也包括东部城市向中西部内陆城市的转移,而且在向中西部转移过程中,除省会等发达城市外,靠近

表4 1990-2000年中国交通通达性对经济趋同影响的地区间对比

Tab. 4 Spatial econometric results of influence of accessibilities on convergence at the regional level in 1990-2000

	东部			中部			西部			东北		
	SEM(1)	SEM(2)	SEM(3)	SEM(1)	SEM(2)	SEM(3)	SLM(1)	SLM(2)	SLM(3)	SEM(1)	SEM(2)	SEM(3)
λ/p	0.527***	0.468***	0.552**	-0.326	-0.505	-0.742**	-0.123	-0.130	-0.214	0.464**	0.456*	0.567***
C	3.100***	3.129***	3.231***	5.913***	6.064***	6.333***	3.092***	3.053***	3.028***	2.894***	2.724***	2.711***
$\ln(y_i)$	-0.644***	-0.642***	-0.678***	-0.832***	-0.841***	-0.866***	-0.642***	-0.640***	-0.627***	-0.725***	-0.721***	-0.663***
Acc		-1.632			-1.051			0.182			1.084	
Road			-0.213			45.489**				24.689*		1.058
Rail			0.208			0.136				52.172*		-0.014
Port			0.076			0.217**				-0.330		-0.232
Air			-0.141			0.162				0.018		-0.052
Indus	0.009	-0.023	-0.010	0.764**	0.773**	1.130***	0.237	0.212		0.139	0.076	
$\ln Invest$	0.401***	0.420***	0.401***	0.343***	0.349***	0.306***	0.399***	0.403***	0.400***	0.453***	0.458***	0.445***
$\ln FDI$	0.038	0.041	0.044	0.043*	0.043*	0.040*	0.023	0.023	0.028	0.083	0.073	0.102*
$\ln Labor$	0.084**	0.092**	0.106**	-0.044	-0.040	-0.060	0.103	0.101	0.119	0.116	0.095	0.048
Talent	1.177	0.712	3.791	10.218***	10.434**	6.809	-2.736	-2.907	-5.532	-1.425	-0.646	7.030
R ²	0.465	0.469	0.508	0.489	0.497	0.542	0.479	0.479	0.563	0.514	0.518	0.561
趋同速度(%)	10.33	10.27	11.33	17.84	18.39	20.10	10.27	10.22	9.86	12.91	12.76	10.88

注: *、**、***分别表示在10%、5%和1%显著水平上通过检验。

表5 2001-2012年中国交通通达性对经济趋同影响的地区间对比

Tab. 5 Spatial econometric results of influence of accessibilities on convergence at the regional level in 2001-2012

	东部			中部			西部			东北		
	SLM(1)	SLM(2)	SLM(3)	SEM(1)	SEM(2)	SEM(3)	SEM(1)	SEM(2)	SEM(3)	SEM(1)	SEM(2)	SEM(3)
λ/ρ	-0.281*	-0.317**	-0.304**	0.770***	0.807***	0.607***	-0.362	-0.443**	0.513**	0.309	0.278	0.435*
C	2.827***	2.514***	3.132***	1.311*	0.870	1.242	1.706***	1.703***	1.826***	3.744***	3.963***	3.767***
Ln(y _i)	-0.691***	-0.712***	-0.723***	-0.599***	-0.601***	-0.570***	-0.660***	-0.679***	-0.689***	-0.727***	-0.728***	-0.744***
Acc		1.693**			2.473*			5.115***			-0.723	
Road			0.073			26.160*					9.974*	-1.307
Rail			0.274***			-0.439					-14.385	-0.243
Port			-0.017			0.111					-0.161	0.055
Air			-0.006			0.067						0.166
Indus	0.323	0.269	0.509*	-0.285	-0.230	-0.302	0.696**	0.969***	0.821***	1.315***	1.333***	1.365***
LnInvest	0.487***	0.500***	0.489***	0.591***	0.558***	0.567***	0.594***	0.438***	0.598***	0.321***	0.317***	0.345***
LnFDI	0.078***	0.072***	0.069**	0.048	0.059	0.028	0.001	0.030*	-0.003	0.095*	0.089	0.080
LnLabor	0.077***	0.099***	0.059*	0.024	0.034	0.048	-0.006	-0.016	0.017	0.053	0.056	0.046
Talent	-0.890	-0.769	-0.217	-1.265	-1.109	-1.596	-1.665	-0.065	-1.331	-0.136	-0.186	0.435
R ²	0.672	0.686	0.707	0.546	0.565	0.574	0.753	0.807	0.778	0.727	0.728	0.766
趋同速度(%)	10.68	11.32	11.67	8.31	8.35	7.67	9.81	10.33	10.62	11.80	11.84	12.39

注: *、**、***分别表示在10%、5%和1%显著水平上通过检验。

东部地区或交通便捷的城市也吸引了大量外地产业迁入^[47-48]。通过承接产业转移,落后城市实现了快速资本积累和技术进步,加快了经济增长进程与趋同步伐。值得注意的是,各地区的研究结论与全国层面恰好相反。在全国层面,通达性的提升抑制了城市间经济趋同,说明虽然交通改善促进了东中西部地区内部城市增长的趋同,但地区间的经济差距仍在不断拉大,这与前文空间关联模式的结论相吻合。

城市间通达性提高对西部城市的经济增长影响更为明显。西部城市模型中,Acc变量系数达5.355,且在1%水平下显著。说明通达性每提升1个百分点,西部城市经济增长将提高5.115个百分点。相对而言,东部及中部城市通达性改善的经济效应较低,分别为1.693和2.473。这与刘生龙等研究结论相一致^[6, 49-50]。本文将其归因于交通改善的边际回报递减规律。与中东部城市相比,西部城市的交通通达性水平更低,在交通改善过程中能获得更大的边际收益。表明需要加快西部城市的交通基础设施建设,提高与外界的交通连接和通达水平,进一步发挥其对经济增长的促进作用。

(2) 到口岸通达性

到口岸通达性对各地区城市经济趋同的影响存在明显差异。20世纪90年代,到口岸通达性主要影响了中部和西部地区城市的经济增长与趋同,其中,中部城市主要受到公路和水运口岸通达性影响,西部城市主要受到公路和铁路口岸通达性影响。四类口岸通达性对东部和东北地区影响均不显著。在引入四类口岸通达性变量后,中部城市的空间计量模型结果显示,到公路和到水运通达性变量与城市增长显著正相关,说明到公路和水运口岸距离越近,城市经济的增长越快。与中部城市不同,西部城市的经济增长更依赖于到公路口岸及铁路口岸通达程度,回归结果在10%水平下显著。

改革开放特别是20世纪90年代以来,随着浦东开发开放和对外口岸的大量设立,中国全面对外开放格局逐渐形成,城市外向型经济快速发展,对外依存度不断提高^[51]。在广大中西部地区,城市间的对外开放条件存在明显差异,那些拥有或靠近对外口岸的城

市无疑具有发展外向型经济的比较优势。对于中部城市而言,除内蒙古边境口岸外,沿长江及东部沿海的水运口岸均是发展对外经济的重要载体,与这些口岸的便捷联系有助于推动城市经济增长。而对于西部城市而言,与中亚、东南亚等地的贸易关系更为重要^[30, 52],到内陆边境公路和铁路口岸的通达性在城市经济发展过程中发挥了更大作用。水运口岸通达性对各地区的影响均不显著,鉴于港口贸易对国家尤其是沿海地区经济发展的推动作用^[53],这一结果看似令人费解,但有其合理之处:①该时期全国水运口岸大量设立,各城市到达水运口岸的时间距离普遍缩短,仅从距离角度看,城市对外交通条件已相对均质化(图2),比较优势并不明显;②口岸的大量设立同时带来口岸数量多、规模小、基础设施建设滞后、同质化竞争等问题^[54],导致其对城市经济的驱动作用难以有效发挥。

20世纪90年代,到公路及水运口岸的通达性促进了中部城市的增长趋同,而到公路和铁路口岸的通达性延缓了西部城市的趋同速度。引入通达性变量后,中部城市的趋同速度从17.84%提升至20.10%,即欠发达城市的增长速度快于发达城市,推测欠发达城市在与公路及水运口岸的联通中获益更大。而西部城市的趋同速度由10.27%下降至9.86%,推测到两类口岸通达性对发达城市经济增长的促进作用更为明显。对于两个地区出现的截然相反的结果,可能与该时期两地区经济发展特征有关。相对而言,中部城市的经济发展水平更高,外向型经济特征也更为明显。除少量省会等发达城市外,其他沿江或靠近东部地区的城市凭借良好的区位条件,往往能实现经济更快发展,从而促进城市间经济趋同。而西部城市总体经济水平较低,除省会等城市外,多数城市外贸依存度小,外向型经济发展滞后。因此,那些省会等发达城市更能在与对外口岸的连通中获益,从而导致城市增长趋同速度放缓。

2001年以后,中国东部城市的经济增长趋同开始受到铁路口岸通达性影响,中部和西部城市主要受到公路口岸通达性影响,到水运口岸和航空口岸通达性的影响均不显著。引入口岸通达性变量后,东部城市经济增长与到最近铁路口岸的时间呈正相关,相关系数在1%水平下显著。中部和西部城市则与到最近公路口岸的时间呈正相关,相关系数在10%水平下显著。到铁路口岸通达性对东部城市的显著影响主要与北京西、上海铁路口岸的开通有关。作为京津冀、长三角地区唯一的铁路口岸,京、沪口岸通过与周边港口等资源有效衔接,对改善周边城市的对外交通条件,促进经济增长具有重要作用。

到铁路和公路口岸通达性分别促进了东部和西部城市的经济趋同,到公路口岸通达性抑制了中部城市的经济趋同。引入口岸通达性变量后,东部城市的趋同速度从10.68%提升至11.67%,西部城市的趋同速度从9.81%提升至10.62%,即两个地区的欠发达城市实现了经济更快发展。对于东部城市而言,北京西、上海等新铁路口岸的设立,改变了周边区域城市特别是欠发达城市的区位条件,为其吸引外商投资、发展对外贸易提供了基础。而2000年国家西部大开发战略实施后,西部地区进出口贸易快速发展,外商直接投资明显增多,城市外向型经济特征日益突出,与毗邻的国家的贸易关系逐渐占据其外贸主导地位^[52]。在全面对外开放背景下,西部地区欠发达城市(如靠近边境口岸城市)凭借更高的资本边际报酬获得更快发展。与东部和西部城市不同,中部城市受到公路口岸通达性影响,趋同速度从8.31%下降至7.67%,即发达城市增长更快。这可能与中部城市的空间增长趋势有关。前文分析可知,2001-2012年间,中部城市总体发展水平相对分散,绝对趋同速度最慢,城市增长重心向省会等发达城市转移。这些城市凭借自身更为多元和外向型的经济特性,在口岸交通改善过程中获得了较快发展。

对比各地区两类通达性的影响发现,口岸通达性在两个时段均对城市经济增长产生

显著影响,而城市间通达性直到2001年以后才开始影响城市增长。究其原因,除前文分析20世纪90年代交通网络尚未形成影响其经济效益发挥外,还与这一时期中国普遍存在的市场分割有关。地区间的市场分割促使城市企业因国内市场受限,转而寻求进入国外市场以实现规模经济,导致城市外贸出口增加^[55],从而强化了外贸口岸对城市经济的作用。2001年以后,随着区际产业转移步伐的加快和国内市场规模不断扩大,城市间贸易流量明显增多,城市间交通通达性开始显著影响城市增长。

值得注意的是,中国东北地区城市增长一直以来都不受各类通达性影响,本文推测其与东北城市已高度同质化的交通条件有关。东北地区地域单元相对完整,各城市主要分布于东北平原,作为中国重要的工业基地,交通设施较为完备,道路网络发达。改革开放后,国家在边境地区和主要城市设立了大量的对外开放口岸。截止2012年底,东北地区共拥有一类公路口岸13个、铁路口岸6个、水运口岸24个和航空口岸6个,口岸密度大大高于其他地区。城市间交通比较优势不突出。同时,对外口岸也出现重量轻质、功能雷同、整体效益较低等问题^[56],限制了其作用的发挥。

5 结论与政策讨论

5.1 结论

全国层面的城市经济增长存在显著的空间正相关性,城市间经济增长的空间依赖性特征明显。动态上看,发达和欠发达城市的空间集聚呈蔓延趋势。地区层面,东部和西部城市的经济增长呈显著空间集聚特征,中部和东北地区城市相对分散,但2005年后空间集聚趋势逐渐增强。

空间计量结果表明,中国城市经济增长存在绝对趋同现象。全国层面,2001年后的趋同速度较20世纪90年代更快。地区层面,20世纪90年代各地区城市趋同速度差异较小,东北城市的趋同速度最快。进入21世纪后,中国中部城市的趋同速度明显下降,东部和西部城市的速度明显加快。

城市间通达性对全国城市经济增长及趋同的影响逐渐显现。20世纪90年代通达性的改善对城市经济的影响并不显著。进入21世纪后,通达性水平提升显著延缓了城市经济趋同速度,发达城市凭借更为优越的经济市场条件和更为完善的交通基础网络,在交通改善过程中获益更多,区域差距被进一步拉大,到四类口岸通达性对全国城市经济的影响不显著。

城市间通达性对各地区城市经济的影响也在2001年以后开始显现,但影响方向明显不同。城市间通达性改善显著促进了东部、中部和西部地区城市经济增长,并加速了地区内城市趋同速度。换言之,城市间交通条件的改善在拉大全国城市经济差距的同时,也在缩小地区内城市增长差距,反映出交通建设对国家经济空间结构的深刻影响。

与城市间通达性不同,口岸通达性对城市趋同的影响存在明显地区差异。20世纪90年代到公路及水运口岸的通达性促进了中部城市的趋同,到公路和铁路口岸的通达性则延缓了西部城市的趋同速度。2001年以后到铁路和公路口岸通达性分别促进了东部和西部城市的经济趋同,到公路口岸通达性抑制了中部城市的经济趋同。此外,四类口岸通达性对东北地区城市的影响一直不显著。

5.2 政策讨论

研究表明,交通通达性对城市经济增长具有越来越显著的促进作用,且对西部城市的影响尤为明显。因此,应加大各地区特别是交通基础设施较落后的中西部地区的交通

投入,增强城市间的交通联系,发挥交通投资的消费波及、前向波及等乘数效应,推动城市及外围地区经济发展。

城市间通达性对经济趋同具有显著影响,虽从全国层面看抑制了趋同速度,但对地区内城市趋同产生了显著促进作用。因此,在交通基础设施建设过程中,应重点关注欠发达城市出省通道建设及与发达城市之间的道路连接,从国家和省级层面入手,减少城市间断头路等现象,增加落后城市的经济机会,促进发达城市各类经济要素向外围的扩散和转移,充分发挥交通对城市经济增长的空间溢出正效应。

口岸通达性对城市趋同的影响存在明显地区差异。进入新世纪以后,公路口岸通达性主要影响中部和西部城市,铁路口岸主要影响东部城市的趋同进程。在经济全球化和国家“一带一路”战略背景下,口岸作为国家面向国外市场的重要平台与功能性节点,是完善国家对外开放格局,拓展内陆城市外部市场的重要载体。对于中西部地区而言,应进一步改善中西部城市的口岸通达性水平,一方面通过设立新的一类口岸,形成合理的口岸空间格局,另一方面,加快口岸与城市间交通基础设施建设,在城市与口岸间建立更为便捷的交通联结,完善对外物流通道,为对外贸易与要素流动创造条件。对于东部地区而言,应完善铁路口岸格局,重点扶持核心水运口岸,加快建设陆海互联、江海互联物流通道,增强对外口岸的综合竞争力。对于东北地区而言,整合各类口岸资源,壮大核心口岸,加快口岸基础设施建设和物流通道建设,提高口岸通关能力是未来发展的主要方向。

参考文献(References)

- [1] Lin Yifu, Liu Peilin. Chinese development strategy and economic convergence. *Economic Research Journal*, 2003(3): 19-25. [林毅夫,刘培林. 中国的经济发展战略与地区收入差距. *经济研究*, 2003(3): 19-25.]
- [2] Zhu Guozhong, Qiao Kunyuan, Yu Jihai. Is provincial economic growth convergent in China? *China Economic Quarterly*, 2014, 13(3): 1171-1194. [朱国忠,乔坤元,虞吉海. 中国各省经济增长是否收敛? *经济学(季刊)*, 2014, 13(3): 1171-1194.]
- [3] Xu Xianxiang, Li Xun. Convergence in Chinese cities. *Economic Research Journal*, 2004(5): 40-48. [徐现祥,李郇. 中国城市经济增长的趋同分析. *经济研究*, 2004(5): 40-48.]
- [4] Hong Guozhi, Hu Huaying, Li Xun. Analysis of regional growth convergence with spatial econometrics in China. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(12): 1548-1558. [洪国志,胡华颖,李郇. 中国区域经济发展收敛的空间计量分析. *地理学报*, 2010, 65(12): 1548-1558.]
- [5] Aschauer D A. Is public expenditure productive? *Journal of Monetary Economics*, 1989, 23(2): 177-200.
- [6] Liu Shenglong, Hu Angang. Transport infrastructure and economic growth: Perspective from China's regional disparities. *China Industrial Economy*, 2010(4): 14-23. [刘生龙,胡鞍钢. 交通基础设施与经济增长: 中国区域差距的视角. *中国工业经济*, 2010(4): 14-23.]
- [7] Wang Boli, Zhang Xiaolei. The Contribution of highway traffic infrastructure construction to economic growth in Xinjiang based on I-O and ESDA. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(12): 1522-1533. [王伯礼,张小雷. 新疆公路交通基础设施建设对经济增长的贡献分析. *地理学报*, 2010, 65(12): 1522-1533.]
- [8] Stepniak M, Rosik P. From improvements in accessibility to the impact on territorial cohesion: The spatial approach. *Journal of Transport and Land Use*, 2016.
- [9] Beuthe M. Transport evaluation methods: From cost-benefit analysis to multicriteria analysis and the decision framework//Giorgi L, Pearman A. *Project and Policy Evaluation in Transport*. Aldershot, UK: Ashgate, 2002.
- [10] Sichelshmidt H. The EU programme "trans-European networks": A critical assessment. *Transport Policy*, 1999, 6(3): 169-181.
- [11] Puga D. European regional policies in light of recent location theories. *Journal of Economic Geography*, 2002, 2(4): 373-406.
- [12] Zhang Xueliang. Regional comparative analysis on the relationship between transport infrastructure and economic growth in China. *Journal of Finance and Economics*, 2007, 33(8): 51-63. [张学良. 中国交通基础设施与经济增长的区

- 域比较分析. 财经研究, 2007, 33(8): 51-63.]
- [13] Ortega E, López E, Monzón A. Territorial cohesion impacts of high-speed rail at different planning levels. *Journal of Transport Geography*, 2012, 24: 130-141.
- [14] Fujita M, Krugman P R, Venables A. *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*. Cambridge: MIT Press, 1999.
- [15] Yu N, De Jong M, Storm S, et al. Spatial spillover effects of transport infrastructure: Evidence from Chinese regions. *Journal of Transport Geography*, 2013, 28: 56-66.
- [16] Condeço-Melhorado A, Tillema T, de Jong T, et al. Distributive effects of new highway infrastructure in the Netherlands: The role of network effects and spatial spillovers. *Journal of Transport Geography*, 2014, 34: 96-105.
- [17] Del Bo C, Florio M, Manzi G. Regional infrastructure and convergence: Growth implications in a spatial framework. *Transition Studies Review*, 2010, 17(3): 475-493.
- [18] Boarnet M G. Spillovers and the locational effects of public infrastructure. *Journal of Regional Science*, 1998, 38(3): 381-400.
- [19] Chen Z, Haynes K E. Public surface transportation and regional output: A spatial panel approach. *Papers in Regional Science*, 2014.
- [20] Zhang Xueliang. Has transport infrastructure promoted regional economic growth? With an analysis of the spatial spillover effects of transport infrastructure. *Social Sciences in China*, 2012(3): 60-77. [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. *中国社会科学*, 2012(3): 60-77.]
- [21] Qin Chenglin, Liu Wanqi, Jia Shanming. Impact of railway transportation development on convergence of economic growth of cities along railway. *Technology Economics*, 2015, 34(3): 51-57. [覃成林, 刘万琪, 贾善铭. 中国铁路交通发展对沿线城市经济增长趋同的影响. *技术经济*, 2015, 34(3): 51-57.]
- [22] Gutiérrez J, Condeço-Melhorado A, Martín J C. Using accessibility indicators and GIS to assess spatial spillovers of transport infrastructure investment. *Journal of Transport Geography*, 2010, 18(1): 141-152.
- [23] Zhang Guangnan, Zhang Haihui, Yang Quanfa. The project of poverty alleviation through transport construction and regional economic disparities in China: Evidence from provincial panel data from 1989 to 2008. *Journal of Finance and Economic Research*, 2011, 37(8): 26-35. [张光南, 张海辉, 杨全发. 中国“交通扶贫”与地区经济差距: 来自1989-2008年省级面板数据的研究. *财经研究*, 2011, 37(8): 26-35.]
- [24] Li Yuwei, Ni Pengfei. Externality, transport network and the economic growth of megalopolis. *Social Sciences in China*, 2013(3): 22-42. [李煜伟, 倪鹏飞. 外部性、运输网络与城市群经济增长. *中国社会科学*, 2013(3): 22-42.]
- [25] López-Bazo E, Vayá E, Mora A J et al. Regional economic dynamics and convergence in the European Union. *The Annals of Regional Science*, 1999, 33(3): 343-370.
- [26] Wu Yuming. A spatial econometric analysis of China's provincial economic growth convergence. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2006(12): 101-108. [吴玉鸣. 中国省域经济增长趋同的空间计量经济分析. *数量经济技术经济研究*, 2006(12): 101-108.]
- [27] Lucas Jr R E. Life earnings and rural-urban migration. *Journal of Political Economy*, 2004, 112(S1): 29-59.
- [28] Morris J M, Dumble P, Wigan M R. Accessibility indicators for transport planning. *Transportation Research Part A: General*, 1979, 13(2): 91-109.
- [29] Jin Fengjun, Wang Jiao'e. Railway network expansion and spatial accessibility analysis in China: 1906-2000. *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59(2): 293-302. [金凤君, 王姣娥. 20世纪中国铁路网扩展及其空间通达性. *地理学报*, 2004, 59(2): 293-302.]
- [30] Zhou Yixing, Zhang Li. The foreign-oriented hinterland of Chinese port-cities. *Scientia Geographica Sinica*, 2001, 21(6): 481-487. [周一星, 张莉. 中国大陆口岸城市外向型腹地研究. *地理科学*, 2001, 21(6): 481-487.]
- [31] Anselin L. *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988.
- [32] Barro R, Sala-i-Martin X. *Economic Growth*. New York: McGraw-Hill, 1995.
- [33] Borozan D. Internal migration, regional economic convergence, and growth in Croatia. *International Regional Science Review*, 2015: 1-23.
- [34] Mao Xinya, Zhai Zhenwu. Internal migration and regional economic growth convergence: Panel data analysis of China (1980-2010). *Chinese Journal of Population Science*, 2013(1): 46-56. [毛新雅, 翟振武. 中国人口流迁与区域经济增长收敛性研究. *中国人口科学*, 2013(1): 46-56.]
- [35] Wang Chengjin, Wang Wei, Zhang Mengtian, et al. Evolution, accessibility of road networks in China and dynamics: From a long perspective. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(10): 1496-1509. [王成金, 王伟, 张梦天, 等. 中国道路网

- 络的通达性评价与演化机理. 地理学报, 2014, 69(10): 1496-1509.]
- [36] Department of Transport and Energy of State Planning Commission. The important period of transportation development in China: Retrospection on transportation development in Eighth-Five-Year Plan period. *Comprehensive Transportation*, 1996(1): 5-7. [国家计委交通能源司综合交通发展处. 我国交通运输发展的重要时期: “八五”交通运输发展回顾. *综合运输*, 1996(1): 5-7.]
- [37] Ministry of Transport. The Tenth Five-year Plan for highway and waterway transportation development. 2001. [中华人民共和国交通部. 公路水路交通“十五”发展计划. 2001.]
- [38] Ministry of Transport. Statistical bulletin of highway and waterway transportation development in 2012. 2013. [交通运输部综合规划司. 2012年公路水路交通运输行业发展统计公报. 2013.]
- [39] Song Zhouying, Che Shuyun, Wang Jiao'e, et al. Spatiotemporal distribution and functions of border ports in China. *Progress in Geography*, 2015, 34(5): 589-597. [宋周莺, 车姝韵, 王姣娥, 等. 中国沿边口岸的时空格局及功能模式. *地理科学进展*, 2015, 34(5): 589-597.]
- [40] Button K. Infrastructure investment, endogenous growth and economic convergence. *The Annals of Regional Science*, 1998, 32(1): 145-162.
- [41] Rietveld P, Nijkamp P. Transport and regional development//Polak J, Heertje A. *European Transport Economics, European Conference of Ministers of Transport (ECMT)*. Oxford: Blackwell Publishers, 1993.
- [42] Faber B. Trade integration, market size, and industrialization: Evidence from China's National Trunk Highway System. *The Review of Economic Studies*, 2014, 81(3): 1046-1070.
- [43] Rosenstein-Rodan P. Problems of industrialization of eastern and south-eastern Europe. *Economic Journal*, 1943, 53: 202-211.
- [44] Ozbay K, Ozmen- Ertekin D, Berechman J. Empirical analysis of relationship between accessibility and economic development. *Journal of Urban Planning and Development*, 2003, 129(2): 97-119.
- [45] Romer P M. Increasing returns and long-run growth. *The Journal of Political Economy*, 1986, 94: 1002-1037.
- [46] Mankiw N G, Romer D, Weil D. A contribution to the empirics of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 1992, 107: 407-437.
- [47] Wei Houkai, Bai Mei. Study on characteristics, influential factors and development trends of enterprise migration in China. *Development Research*, 2009(10): 9-18. [魏后凯, 白玫. 中国企业迁移的特征、决定因素及发展趋势. *发展研究*, 2009(10): 9-18.]
- [48] Wu Aizhi, Sun Tieshan, Li Guoping. Spatial agglomeration and regional shift of textile and garment industry in China. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(6): 775-790. [吴爱芝, 孙铁山, 李国平. 中国纺织服装产业的空间集聚与区域转移. *地理学报*, 2013, 68(6): 775-790.]
- [49] Ke Shanzi, Guo Sumei. The interaction of market integration and regional economic growth in China: 1995 -2007. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2010(5): 62-72. [柯善咨, 郭素梅. 中国市场一体化与区域经济增长互动: 1995-2007年. *数量经济技术经济研究*, 2010(5): 62-72.]
- [50] Liu Shenglong, Wang Yahua, Hu Angang. The effect of western development program and regional economic convergence in China. *Economic Research Journal*, 2009(9): 94-105. [刘生龙, 王亚华, 胡鞍钢. 西部大开发成效与中国区域经济收敛. *经济研究*, 2009(9): 94-105.]
- [51] Lu Qi, Zhang Chaoyang, Yang Chunyue, et al. The development of foreign trade in China's seven economic regions and its regional pattern changes, 1965-2004. *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(8): 799-808. [鲁奇, 张超阳, 杨春悦, 等. 1965年来中国对外贸易的地域差异及其格局演变. *地理学报*, 2007, 62(8): 799-808.]
- [52] Zheng Lei, Song Zhouying, Liu Weidong, et al. Spatial pattern and trade structure of foreign trade in western China. *Geographical Research*, 2015, 34(10): 1933-1942. [郑蕾, 宋周莺, 刘卫东, 等. 中国西部地区贸易格局与贸易结构分析. *地理研究*, 2015, 34(10): 1933-1942.]
- [53] Liu Weidong, Liu Hongguang, Tang Zhipeng, et al. The impacts of exports on regional economic development and industrial restructuring in China. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(4): 407-415. [刘卫东, 刘红光, 唐志鹏, 等. 出口对中国区域经济增长和产业结构转型的影响分析. *地理学报*, 2010, 65(4): 407-415.]
- [54] Yu Yi. Competitive power analysis and improvement strategy of large port in coastal China. *International Trade Journal*, 2003(6): 15-19. [俞毅. 我国沿海大型外贸港口竞争力分析及提升战略. *国际贸易问题*, 2003(6): 15-19.]
- [55] He Canfei, Ma Yan. Market segmentation and exports in cities of China. *Progress in Geography*, 2014, 33(4): 447-456. [贺灿飞, 马妍. 市场分割与中国城市出口差异. *地理科学进展*, 2014, 33(4): 447-456.]
- [56] Cong Zhiying, Yu Tianfu. The investigation of the frontier ports economy of the east of northeast. *Economic Geography*, 2010, 30(12): 1937-1943. [丛志颖, 于天福. 东北东部边境口岸经济发展探析. *经济地理*, 2010, 30(12): 1937-1943.]

The effect of transport accessibility on urban growth convergence in China:

A spatial econometric analysis

YIN Jiangbin¹, HUANG Xiaoyan¹, HONG Guozhi², CAO Xiaoshu¹, GAO Xingchuan¹

(1. Center for Land Resources Research in Northwest China, Urbanization and Environmental Simulation

Key Laboratory in Northwest China, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China;

2. Center for Urban & Regional Studies, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: The construction of transport infrastructure is a significant strategy to promote urban economic growth and convergence. Based on the neo-classical growth model, this study establishes a spatial econometric model of urban growth convergence, and explores the influences of two types of accessibility on urban economic convergence by using the data of 273 cities in China from 1990 to 2012. The results suggest the following findings. First, a significant global autocorrelation of GDP per capita exists among cities, which suggests that the application of non-spatial model to convergence analysis suffers from the risk of misspecification and a spatial econometric model is competent. Second, the result of spatial econometric model indicates the existence of absolute urban economic convergence in China, with a higher rate of convergence in the period of 2001-2012 than in the 1990s. Third, the effect of transport accessibility between cities on urban economic growth and convergence is appearing gradually in China. At the national level, the improvement of accessibility between cities significantly slowed down the rate of convergence and broadened the economic disparities since 2001. At the regional level, however, it accelerated the rate of convergence of cities in the eastern, central, and western regions, respectively. Fourth, accessibilities between cities and four types (i.e., highway, waterway, railway, and airway) of ports of entry have no significant effect on economic convergence among cities at the national level, but play significant and different roles in determining the convergence among cities at the regional level. In the 1990s, the accessibilities for highway and waterway ports of entry significantly promoted the convergence of cities in the central region, while accessibilities for highway and railway ports of entry restrained the convergence of cities in the western region. But since 2001, the accessibilities for highway ports of entry have mainly influenced the convergence of cities in the central and western regions, and the accessibilities for railway ports of entry mainly influenced the convergence of eastern cities, while the accessibilities for waterway and airway ports of entry had no effect on the convergence in any region. Furthermore, all the four types of accessibilities for ports of entry do not have significant effect on urban growth convergence in Northeast China. Based on these findings, kinds of policies about the promotion of urban growth convergence by transport infrastructure investment are discussed.

Keywords: accessibility; convergence; spatial econometrics; regional disparity; China