

魏冶,修春亮,刘志敏,等.春运人口流动透视的转型期中国城市网络结构[J].地理科学,2016,36(11):1654-1660.[Wei Ye, Xiu Chunliang, Liu Zhimin et al. Spatial Pattern of City Network in Transitional China Based on the Population Flows in "Chunyun" Period. Scientia Geographica Sinica, 2016, 36(11): 1654-1660.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2016.11.007

# 春运人口流动透视的转型期中国城市网络结构

魏冶<sup>1</sup>, 修春亮<sup>1</sup>, 刘志敏<sup>1</sup>, 陈伟<sup>2,3,4</sup>

(1. 东北师范大学地理科学学院, 吉林 长春 130024; 2. 中国科学院区域可持续发展分析与模拟重点实验室, 北京 100101; 3. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 4. 中国科学院大学, 北京 100049)

**摘要:**基于春运人口流动大数据,选取对外联系度、优势流、城市位序-规模分析方法对转型期中国城市网络特征进行分析。结果显示:①城市网络层级结构中蕴藏着位序-规模规律,但与理想的帕累托分布有所区别,城市规模彼此差异相对较小;②空间距离与城市等级在城市网络联系中发挥支配性作用,保证了城市网络的层级性与有序性;③中国城市网络核心联系呈现“两横三纵”特征,该特征与铁路大动脉的空间分布高度吻合;④东部地区城市网络联系更加密切,而西北、西南地区则相对稀疏,基本上以“胡焕庸线”为界,而“兰新线”是突破这一限制的潜在力量;⑤中国东北地区未形成明显的区域性中心,城市联系形成带状网络;⑥华北与华南地区的“灯下黑”现象值得警惕,缓解这一问题的可行办法是核心城市功能的对外疏散,加强核心城市与周边城市之间的联系;⑦带状区域发展或许将成为未来中国区域经济发展的流行模式和中坚力量。总体上看,针对于揭示转型期中国城市网络结构特征,春运人口流动数据具有一定的研究价值,是城市与人口研究领域一个值得深入挖掘的重要数据源。

**关键词:**城市网络;春运;人口流动

**中图分类号:**C912.81      **文献标识码:**A      **文章编号:**1000-0690(2016)11-1654-07

城市网络是对传统城市与区域空间结构研究的延伸和完善,是城市地理学研究新晋热点问题之一。城市网络的研究内容很多,但对城市网络的测度和构建仍然是最基础和最核心的工作。传统的城市网络构建途径有3种<sup>[1]</sup>:基础设施途径,通过交通基础设施或通讯基础设施来反映城市之间的联系<sup>[2-7]</sup>。企业组织途径,通过生产性服务业公司或跨国公司的企业空间组织和区位战略来分析城市网络<sup>[8-10]</sup>。社会文化途径,通过社会组织(如非政府组织)、社会群体(如技术移民、精英阶层)来实现城市网络的测度<sup>[11-13]</sup>。虽然多种途径的结合实现了对城市系统从静态视角到动态观点的考量,但是关系数据的缺乏仍旧是制约城市网络实证研究的关键问题。值得庆幸的是,近年在新技术的支撑下,城市网络的研究又有了新的尝试——形成以大数据为基础的研究潮流<sup>[14-17]</sup>,极大地推动了城市网络构建途径的升级换代。大数据规

模呈爆炸式增长,种类也不断推陈出新,但并不是所有大数据都能够适应城市网络的研究,如何从这些复杂多样的数据中遴选出适合的有价值信息,进而发展、验证和完善新的城市关联测度途径,成为城市网络研究的新问题和新挑战。本文正是本着探索城市网络构建新途径这一目的,提出基于春运人口流动大数据,来研究中国的城市网络结构和机制问题,希冀通过新数据和新视角的引入,实现对转型期中国城市网络的独特观察和思考。

## 1 研究思路、数据收集与研究方法

### 1.1 研究思路

利用全国289个地级以上城市(不包括港澳台地区)春运期间百度迁徙客流O-D关系型数据建立城市间联系矩阵;通过测量各城市的对外联系度,对中国城市网络的层级结构进行分析,识别不

收稿日期:2015-11-15;修订日期:2016-02-30

基金项目:国家自然科学基金项目(41401172)资助。[Foundation: National Nature Science Foundation of China (41401172).]

作者简介:魏冶(1983-),吉林梨树人,讲师,博士,主要从事城市与区域规划及GIS应用研究。E-mail: weiy742@nenu.edu.cn

通讯作者:修春亮,教授。E-mail: xiuc@nenu.edu.cn

同城市在该网络中的地位,并利用网络语境的城市位序-规模分析方法对该网络进行数学分布的描述;借助优势流分析方法来分析春运人口流动所构建的城市网络联系的主要特征,详细分析不同城市在该网络中的具体作用;最后得出分析结论和进行讨论。

## 1.2 数据搜集

研究数据来源于百度搜索引擎推出的“百度迁徙”平台。“百度迁徙”是百度针对春运期间推出的基于定位服务(Location Based Service,简称LBS)的人口迁徙大数据项目,通过云计算平台利用每天数十亿次的全样LBS定位数据进行运算分析,从而得出人群的迁徙轨迹,最后以可视化与部分公开数据形式呈现。本研究通过百度迁徙平台,采集了2015年春运期间(2015年2月7日~2015年3月4日)中国289个地级以上城市间的1 914 336条不对称春运人口流动数据,作为构建城市网络的依据。

## 1.3 研究方法

### 1.3.1 优势流方法

优势流是对城市网络简化分析的一种方法,是目前国内外研究城市网络体系结构较成熟的方法之一,被Nystuen和Dacey于1961年首次提出<sup>[7]</sup>。该方法依据某一个城市主要要素流流向并参照城市规模将这个城市归属到对其最具控制力的中心。一般在一定空间范围内某城市所处层级水平越高,表明其中心性、主导性越强,对周边城市或地区的控制力和影响力越大,服务范围越广<sup>[7]</sup>。本文的要素流为春运人口流。

### 1.3.2 城市对外联系度

首先建立289个城市节点间关系型数据矩阵,分别得到研究时段每天每个城市节点作为出发城市和终到城市与网络中其他节点城市的连通情况,其公式为:

$$I_{ij}=K_{ij}+K_{ji} \quad (i,j=1,2,3,\dots,n) \quad (1)$$

式中, $I_{ij}$ 为*i*城市节点与*j*城市节点连接的边的数目, $K_{ij}$ 代表迁徙客流从*i*城市节点出发终到*j*城市节点的边数, $K_{ji}$ 代表迁徙客流从*j*城市节点出发终到*i*城市节点的边数。

其次,参照社会网络分析中的度中心性方法<sup>[18]</sup>,汇总每一城市节点与网络中其他所有城市节点连通的边数,得到该城市节点总连接边数,即该城市节点的对外联系度。城市对外联系度反映该

城市节点与网络中其他城市节点的发生直接联系可能性的大小,体现其在城市网络中的交流能力。计算公式为:

$$T_{ij} = \sum_{i=1}^n I_{ij} \quad (n=1,2,3,\dots,289) \quad (2)$$

式中, $T_{ij}$ 为*i*城市节点的对外联系度, $I_{ij}$ 同上文, $n$ 为城市数量。

### 1.3.3 网络语境下的位序-规模分析

对于城市等级规模的研究是城市研究领域研究的经典问题,尤其是Zipf法则的提出掀起了解释和检验城市位序-规模分布的高潮<sup>[19-21]</sup>。位序-规模法则认为城市规模与其位序之间存在某种关系: $P_i=P_1 \times R_i^{-q}$ ,其中, $R_i$ 表示城市*i*的位序, $P_i$ 为位序为*R<sub>i</sub>*的城市规模, $P_1$ 为首位城市的规模,参数 $q$ 即是Zipf指数。当 $q=1$ ,规模等级结构呈帕累托分布,当 $q<1$ 时,规模等级结构的差异相对较小,中间位序的区域单元增多,空间分布模式向对数正态分布转化<sup>[22]</sup>;当 $q>1$ 时,表明城市规模差异较大,结构体系分布相对分散,首位城市垄断地位较强。通常,对上式做对数变换可得: $\ln P_i = \ln P_1 - q \ln R_i$ ,即认为城市规模对数值和城市位序对数值之间呈线性相关关系。截至目前,已有研究多是基于单一属性数据的实证,然而随着城市间要素流的相互渗透及城市间经济的频繁互动,单一的人口、用地、经济规模等传统属性指标已很难反映真实的区域关系,为验证这一事实,选取城市“对外联系度”作为衡量城市规模的指标来检验中国城市体系的位序-规模分布情况,并与传统的以人口(这里选择“市辖区人口”)为规模指标的位序-规模结构进行对比。

## 2 中国城市网络特征分析

### 2.1 基于对外联系度的中国城市网络层级结构

#### 2.1.1 城市网络的总体特征

对外联系度( $T_{ij}$ )用于衡量网络中城市节点与其他城市节点发生直接联系的可能性及其在网络中中转和衔接功能,是城市节点在网络中中心性强弱的测度指标。以各城市节点标准化的外联系度为纵坐标、城市位序为横坐标,得到基于城市对外联系度的位序-规模分布散点图(图1)。从图1可以看出,城市节点对外联系度值差异显著,是明显的异质网络。对外联系度分布出现“长尾”,少数城市节点拥有较大对外联系度值,多数城市节点拥有较

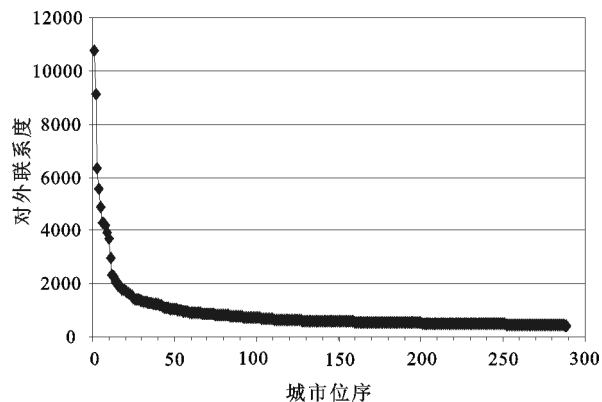


图1 城市位序-对外联系度散点图

Fig.1 Scatter plot of the city rank-external linkages

小的对外联系度值,且对外联系度与位序之间存在着明显的幂率属性关系。初步判断,以城市节点对外联系度刻画的城市网络是小世界网络,具有无标度特性,同时还说明该网络具有明显的层级性。

### 2.1.2 城市网络的规模分布特征

以位序的对数为自变量,分别以对外联系度与人口的对数为因变量,进行线性回归分析,回归方程如公式(3)与(4)所示:

$$y = -0.786x + 17.413 \quad R^2 = 0.923 \quad (3)$$

$$y = -0.554x + 9.173 \quad R^2 = 0.983 \quad (4)$$

线性回归方程皆通过了置信度为0.01的显著性检验且拟合优度 $R^2$ 均在0.90以上,认为回归模型具有很好的解释力,即基于人口和对外联系度的城市规模均符合Zipf法则。但是,以对外联系度为规模的Zipf指数( $q$ )为0.554,以人口为规模的Zipf指数为0.768,皆小于1,说明二者并非理想中的帕累托分布,而是呈现彼此差异较小的一种规模等级结构,且对外联系度为指标的规模分布比以人口为指标的规模分布的差异更小。虽然以对外联系度为指标的等级规模结构远离理想的帕累托分布,但笔者认为这反而是中国城市网络健康发展的重要表征之一,说明一些中间节点在网络中发挥重要作用,避免联系过于集中在顶层节点(北京、上海),造成顶层节点过度放大与超负荷联系。

### 2.1.3 城市网络的层级特征

采用ArcGIS 10.0所提供的自然分裂法Natural Breaks(Jenks)将城市分为国家级中心城市(第一层级)、区域级中心城市(第二层级)、次区域级中心城市(第三层级)和地方性城市(第四层级)4个级别,如图2所示。自然分裂法基于数据内部的内在

联系进行自然分组,旨在最大化组间差距并最优化组内相似值,最大限度地保证了分级的客观性。

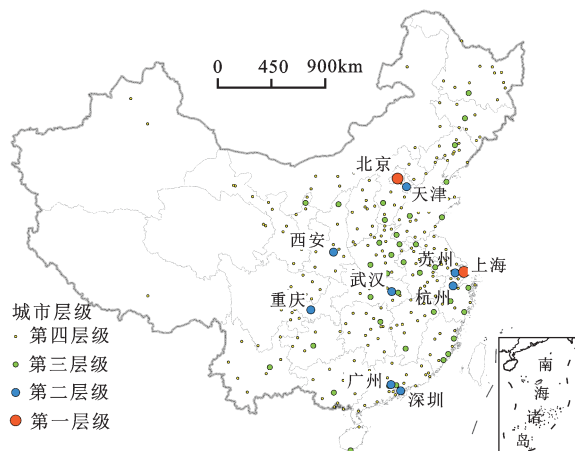


图2 基于春运人口流动的中国城市网络层级体系

Fig.2 Hierarchical system of Chinese city network based on population flows in "Chunyun" period

从图2可以看出:①城市网络层级体系呈现出明显的金字塔结构,级别越高城市数量越少,级别越低城市数量越多,4个层级城市数比例为2:8:38:241,以国家级中心城市和区域级中心城市为骨架的城市网络体系控制全国。基础数据显示,第一层级与第二层级共10个城市对外联系度的累计百分比高达21.850%,在区域联系中具有举足轻重的作用;②层级较高的城市多为直辖市、副省级城市等行政级别较高的城市;③华东、华南、华北、华中、西南、西北地区均有区域性中心城市分布,唯独东北地区缺乏;④对应于中国长三角、珠三角与京津唐等三大城市密集区,形成了“上海-苏州-杭州”、“广州-深圳-东莞-佛山”与“北京-天津”等3个星座式结构,并成为区域发展的联系中心。

## 2.2 基于优势流的城市网络联系结构

### 2.2.1 最大优势流空间格局特征

利用全国各地级市O-D迁徙客流首位联系数据,经网络分析得到城市两两之间的13 294条不对称网络联系,将此作为刻画中国城市网络的核心联系,并以ArcGIS 10.0软件进行空间表达,如图3所示。图3中的城市节点以对外联系度为基础数据,利用自然断裂法Natural Breaks(Jenks)分为4级。

从全国尺度来看,基本上形成了以京沪两大城市为核心、以主要交通干线为轨迹的放射状格局,东部地区城市网络结构复杂,网络联系更为密



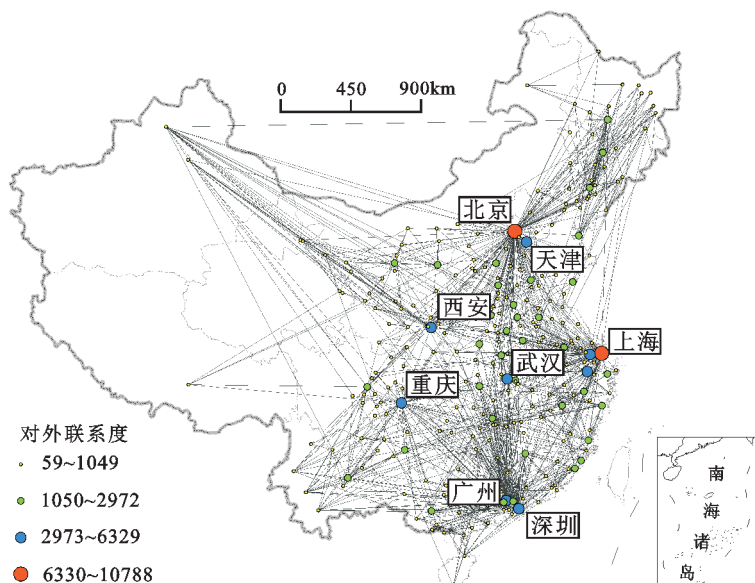


图3 基于最大优势流的中国城市网络体系

Fig.3 City network in China delineated by first dominant flows

切,而广大西部地区城市网络化特征并不突出,多为“串式”的点对点联系。具体来看,春运迁徙客流刻画出明显的“两横三纵”网络联系格局,与铁路网大动脉的空间分布高度吻合,“两横”为陇海—兰新线和沪昆线,“三纵”为哈大线、京广线和宝成—成昆线。作为国家级的核心,北京、上海不但自身对外交流能力突出,而且作为枢纽还控制着整个网络的交流能力,全局中心性明显。

从区域尺度来看,以区域中心城市为主导的城市间联系遵循距离衰减法则,且表现出了一定的空间依赖性,天津、西安、重庆、武汉、深圳、广州、苏州和杭州分别承担了各自所在区域的中心职能。北京和天津主要控制包括河北、山西、内蒙在内的华北地区;北京、重庆和上海形成了对四川、贵州、云南等西南地区的控制;而华南地区由北京、上海、深圳和广州共同控制;东北地区则形成了以哈大轴为核心的网络,并接受北京的控制。具体来看,京广线连接了南北交通,沟通了华北、华中和华南地区沿线城市的联系,北京通过该线实现了对广州的控制;西安作为西北地区门户的地位充分体现,作为西北内陆与东南沿海联系的枢纽,连接起陇海—兰新沿线的城市;沪杭—浙赣—湘黔—贵昆线构筑起连接华东和西南地区城市联系的通道。

从局域尺度来看,城市联系多发生在相邻省区、城市间,联系方式多为线性或“点—点”模式,体

现出明显的以客流为经济要素的空间依赖性,反映了区域经济一体化和城市空间结构的正由极核向扁平化发展的趋势。并且,中心城市数量相较更高级别中心城市明显增多,大体上以中国人口分界线黑河—腾冲线(胡焕庸线)为界,该线以东中心城市数量多且趋于均匀分布,而该线以西基本无中心城市分布。还有一些有趣的现象值得注意,华南地区总的对外联系是十分强烈的,但除了珠三角的广州、深圳、东莞与佛山4个城市所形成的星座式结构外,外围只有南宁与三亚两个次区域中心城市,形成较为明显的“灯下黑”局面。华北地区的情况十分类似,在首都经济圈甚至更大的范围内,除北京、天津之外,仅有石家庄与邯郸市两个次区域中心城市,“灯下黑”的情形再一次上演。与华南与华北地区的“灯下黑”特点不同,华东地区各级中心的地理分布则更为“有序”,以上海为主要极核,向各方向辐射,在关键节点距离上,都有相应的次区域级别以上中心城市分布,形成了较为完善的层级结构。

## 2.2.2 第二至第十优势流空间格局特征

进一步选取第二至第十优势流研究中国城市网络体系特征。为克服因图形复杂而造成的可视化困难,利用人机交互方法在 ArcGIS10.0 软件上对各优势流网络进行细部剖析。随机选取了一些地方性城市,观察随着优势流位次增加,这些城市

对外联系规律的变化。分析发现,在最大优势流与第二优势流网络中,对外联系主要指向国家级中心城市与区域级中心城市,以及邻近一些次区域级中心城市,少有地方性城市之间的联系,同时受距离与等级两大因素的影响;从第三优势流开始,与跨区域的次区域级中心城市之间的联系增多,但地方性城市之间联系仍处弱势,即距离的制约有所突破,但受等级因素的影响仍旧很大;从第五优势流开始,地方性城市之间联系明显增多,开始摆脱等级要素影响。一些统计数据也可以佐证这一变化过程——第一至第五优势流网络中,相互联系的城市对数量分别为1 702,1 701,2 307,2 786与6 585,呈明显的递增趋势。在第五优势流之后,距离与等级两大因素的影响逐渐消失,网络结构表现出更强的空间自主性和网络交互性。从空间分布上看,即便随着优势流位次的增加,城市间联系不断增多,但由于中国城市与人口空间分布的不均衡,网络联系的密度仍明显呈现南高北低、东高西低的不平衡局面。

### 3 结论与讨论

#### 3.1 结论

本文尝试利用“春运”人口流动数据来进行中国城市网络结构分析,对城市网络构建和测度进行了一次新尝试,并得到以下结论:

1) 城市网络结构中蕴藏位序-规模规律。中国城市网络中各城市节点对外联系度的分布特征,大体遵循了经典的Zipf法则,但并非理想中的帕累托分布,而呈现一种城市间差异相对较小的分布模式,在这一分布模式中,一些中间节点起到重要作用,有效防止了位序-规模曲线过早地收敛,也有效避免了资源与压力向顶层城市的过度集中。

2) 空间距离与城市等级在城市网络联系中发挥支配性作用。上文分析可知,空间距离与城市等级是影响城市对外联系的两大重要因素,但随着优势流位次增加,二者对城市网络的影响作用式微。该现象表明,距离与等级的影响是框架性的,是构建城市网络主干的关键力量,保证了城市网络的层级性与有序性;但同时对于更广泛的联系而言,距离与等级的影响甚微,则有效保证了城市网络的空间自主性与网络交互性。

3) 中国城市网络核心联系与铁路大动脉的空间分布高度吻合。从最大优势流的空间表达上看,

中国城市网络“两横三纵”的核心联系结构与铁路网骨架线吻合程度极高。“两横三纵”的城市网络格局纵贯南北、联通东西,基本串联了中国重要的城市和地区,是中国城市联系的骨架,很好地沟通起经济发达的东部、南部和欠发达的西北内陆边疆的联系,对促进区域经济协调发展有重要意义。

4) 东部地区城市网络联系更密切、西部相对疏松。从整体上看,城市间联系主要集中的东部,而西部地区联系则向相对疏松,大体以传统的胡焕庸线为界,但沿兰新线联系束的存在似乎撕裂了这一界限,促进城市联系向西部延伸。但值得注意的是,这一联系束上尚缺少区域和次区域中心城市,兰州、西宁和乌鲁木齐等城市的对外联系能力需要加强。

5) 东北地区城市缺乏区域性中心,城市联系形成带状网络。对于胡焕庸线以东地区而言,唯独东北地区缺少区域性中心,而呈现为哈尔滨、长春、沈阳、大连四城市分庭抗礼的局势,这与东北地区城市联系受行政区划分割的影响严重、城市间跨省联系微弱息息相关。

#### 3.2 讨论

除以上发现性的结论外,提出两个探索性的问题:① 带状区域发展或许将成为未来中国区域经济发展的流行模式和中坚力量。从上海至四川攀枝花,在东西绵延超过3 000 km的长江沿江地带,涵盖了上海1个国家级中心城市、苏州等4个区域级中心城市以及南京等11个次区域级中心城市,形成了一个中心城市密集带。虽然东北地区缺少区域级中心城市,但是以哈、长、沈、大为核心,形成了明显的带状发展区域。再加上之前的“两横三纵”结构,我们不难发现,带状区域的发展态势正在网络联系方面有所展现,或许将成为未来中国区域经济发展的流行模式和中坚力量。② 华北与华南地区的“灯下黑”现象值得警惕。这一现象既反映其高级别中心城市的统治性较强(往往是国家层面),同时也反映了城市网络发展中的“断层”现象,即缺少起到承接作用与区域平衡作用的中间节点,这种现象的结果是核心城市规模不断膨胀,造成严重的大城市病,而周边其他城市的发展资源和机会不断被剥夺,发展能力受限。解决这一问题或许应通过核心城市的功能扩散来实现。

本文由于数据获取限制,所采集的春运人口

流动数据为二进制数据,并非真正的人口流动数量,使研究深度受限,但分析结果和过程表明,二进制数据也颇具研究价值。另外,基于研究视角的不同、受限于所选数据的局限性,本文所提出的中国城市层级结构与已有的基于其他途径所建构的城市层级体系不完全一致,例如南京、沈阳这一传统意义上的区域性中心城市在本文中被“降级”,邯郸等一些城市被“升级”。最后,由于数据限制,春运客流没有分门别类,其组成的复杂性没有被充分讨论,这会涉及到以春运人口流动架构的中国城市网络的形成机制。以后研究将在此3个方面进一步完善。

### 参考文献(References):

- [1] 马学广,李贵才.世界城市网络研究方法[J].地理科学进展, 2012,31(2): 255-263. [Ma Xueguang, Li Guicai. Research methods for world city network and relevant inspirations. Progress in Geography, 2012,31(2):255-263.]
- [2] Choi J H, Barnett G A, Chon B S. Comparing world city networks: A network analysis of internet backbone and air transport intercity linkages[J]. Global Networks, 2006, 6(6): 81-99.
- [3] Derudder B, Devriendt L, Witlox F. Flying where you don't want to go: An empirical analysis of hubs in the global airline network[J]. Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie, 2007, 98(3): 307-324.
- [4] Derudder B, Witlox F. Mapping world city networks through airline flows: Context, relevance, and problems[J]. Journal of Transport Geography, 2008, 16(5):305-312.
- [5] Malecki E J. The economic geography of the internet's infrastructure[J]. Economic Geography, 2002, 78(4): 399-424.
- [6] 董超,修春亮,魏冶.基于通信流的吉林省流空间网络格局[J].地理学报,2014,69(4):510-519. [Dong Chao, Xiu Chunliang, Wei Ye. Network structure of 'space of flows' in Jilin Province based on telecommunication flows. Acta Geographica Sinica, 2014,69(4):510-519.]
- [7] 宋伟,李秀伟,修春亮.基于城际航空客流的中国城市层级结构分析[J].地理研究,2008,27(4):918-926. [Songwei, Li Xiuwei, Xiu Chunliang. Patterns of spatial interaction and hierarchical structure of Chinese cities based on intercity air passenger flows. Geographical Research, 2008,27(4):918-926.]
- [8] Taylor P J, Catalano G, Walker D R F. Measurement of the world city network[J]. Urban Studies, 2002, 39(13): 2367-2376.
- [9] 赵渺希,刘铮.基于生产性服务业的中国城市网络研究[J].城市规划,2012, (9):23-38. [Zhao Miaoxi, Liu Zheng. Research on China's city network based on production service industry. Urban Planning, 2012,(9):23-38.]
- [10] 王娟,李丽,赵金金,等.基于国际酒店集团布局的中国城市网络连接度研究[J].人文地理,2015,30(1):148-153. [Wang Juan, Li Li, Zhao Jinjin et al. A city network analysis based on spatial distribution of international hotel groups in China. Human Geography, 2015,30(1):148-153.]
- [11] Beaverstock J V. Transnational elites in global cities: British expatriates in Singapore's financial district[J]. Geoforum, 2002, 33(4): 525-538.
- [12] Scott S. Transnational exchanges amongst skilled British migrants in Paris[J]. Population, Space and Place, 2004, 10(5): 391-410.
- [13] Taylor P J. The new geography of global civil society: NGOs in the world city network[J]. Globalizations, 2004, 1(2): 265-277.
- [14] 甄峰,王波,陈映雪.基于网络社会空间的中国城市网络特征——以新浪微博为例[J].地理学报,2012,67(8):1031-1043. [Zhen Feng, Wang Bo, Chen Yingxue. China's city network characteristics based on social network space: An empirical analysis of Sina Micro-blog. Acta Geographica Sinica, 2012,67(8):1031-1043.]
- [15] 陈映雪,甄峰,王波,等.基于社会网络分析的中国城市网络信息空间结构[J].经济地理, 2013,33(4):56-63. [Chen Yingxue, Zhen Feng, Wang Bo et al. Chinese city network structure in the cyberspace based on social network analysis. Economic Geography, 2013,33(4):56-63.]
- [16] 隋正伟,郭伦,刘瑜.基于签到数据的城市间交互网络研究[J].地理与地理信息科学,2013,29(6):1-5. [Sui Zhengwei, Wu Lun, Liu Yu. Study on interactive network among Chinese cities based on the check-in dataset. Geography and Geo-Information Science, 2013,29(6):1-5.]
- [17] 熊丽芳,甄峰,王波,等.基于百度指数的长三角核心区城市网络特征研究[J].经济地理,2013,33(7):67-73. [Xiong Lifang, Zhen Feng, Wang Bo et al. The research of the Yangtze River Delta Core Area's city network characteristics based on Baidu index. Economic Geography, 2013,33(7):67-73.]
- [18] Freeman L C. Centrality in social networks: conceptual clarification[J]. Social Networks, 1979, 1(3): 215-239.
- [19] 程开明,庄艳杰.城市体系位序-规模特征的空间计量分析——以中部地区地级以上城市为例[J].地理科学,2012,32(8): 905-912. [Cheng Kaiming, Zhuang Yanjie. Spatial econometric analysis of the rank-size rule for urban system: a case of prefectural-level cities in China's middle area. Scientia Geographica Sinica, 2012,32(8):905-912.]
- [20] 杨宇,董雯,刘毅,等.基于交通视角的新疆城市等级体系演变研究[J].经济地理,2011, 31(4):591-598. [Yang Yu, Dong Wen, Liu Yi et al. Analysis of evolvement of hierarchical system of cities in Xinjiang based on transportation development vision. Economic Geography, 2011, 31(4):591-598.]
- [21] 薛俊菲.基于航空网络的中国城市体系等级结构与分布格局[J].地理研究,2008, 27(1):23-32. [Xue Junfei. Hierarchical structure and distribution pattern of Chinese urban system based on aviation network. Geographical Research, 2008, 27(1):23-32.]
- [22] 杨国良,张捷,艾南山,等.旅游流齐夫结构及空间差异化特征——以四川省为例[J].地理学报,2006,61(12):1281-1289.



[Yang Guoliang, Zhang Jie, Ai Nanshan et al. Zipf structure and difference degree of degree of tourist flow size system: A case

study of Sichuan Province. *Acta Geographica Sinica*, 2006, 61 (12):1281-1289.]

## Spatial Pattern of City Network in Transitional China Based on the Population Flows in “Chunyun” Period

Wei Ye<sup>1</sup>, Xiu Chunliang<sup>1</sup>, Liu Zhimin<sup>1</sup>, Chen Wei<sup>2,3,4</sup>

(1. *School of Geographical Sciences, Northeast Normal University, Changchun 130024, Jilin, China*; 2. *Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China*; 3. *Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China*; 4. *University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*)

**Abstract:** The space of flows theory proposed by Manuel Castells has given birth to the network perspective of city network. In contrast with the traditional perspective of urban system which is based on the central place theory, city network perspective pays more attention to the interactions and linkages between cities and regions. Thus, the city network is becoming one of the new and hot topics in the field of urban geography. “Chunyun” is a well-known socio-economic phenomenon unique to transitional China, which refers to a blooming of population flows during the Spring Festival, or refers to the period when the blooming happens. Previously, the real population flows data in “Chunyun” were difficult to obtain. The situation had not changed until the “Big data on human migration during the spring festival from Baidu map” (“Baidu migration data” in short) came up. The big data were gathered from the locations provided by hundreds of millions smart phone users through Location Based Service (LBS) Baidu map data source, and was published in the form of interactive heat map that displays people’s travel routes in China during the Chunyun period. Based on Baidu migration data, using degree of external linkages, dominant flows and network-based rank-size analysis, the spatial pattern of city network in transitional China was studied in this article. The study process certificates that Baidu migration data is indeed a high quality data sources for the study of city network, and has turned up some interesting results: 1) The distribution of external linkage degree of cities in China follows Zipf’s law, but differs from the ideal Pareto distribution. 2) The factor of spatial distance and city level play key roles in the formation of urban network of China, and ensure the hierarchy and regularity of the network. 3) The spatial distribution of core linkages in the city network could be summarized as “Three-horizontal & Two-longitudinal”, which almost coincides with the rail arteries in China. The “Three-horizontal & Two-longitudinal” linkages are skeletons of the city network, which matter a great deal in building the interregional contact and coordinating the interregional relationship. 4) In overall, the strength of interactions within the city network differs between East and West China, and Hu’s line is apparently the dividing line. As potential powers, the linkages along the Lanzhou-Xinjiang railway line have the opportunity to break the Hu’s line. 5) Northeast China lacks regional centers and the linkages between cities forms a bunchy network. 6) There is a phenomenon of “near field deprivation” in North China and South China, that is, the core city have strong interactions with outer regions, but the smaller cities in its near field have poor external linkages with the core city and outer regions. 7) Belt-shaped region may become a popular mode and the future backbone of regional economic development in China.

**Key words:** city network; Chunyun; population flows