

武汉市公共交通网络中心性及其与银行网点的空间耦合性研究

詹璇^{1,2}, 林爱文^{1,2*}, 孙铖^{1,2}, 乔卫¹

(1. 武汉大学资源与环境科学学院, 武汉 430079; 2. 教育部地理信息系统重点实验室, 武汉 430079)

摘要:本文以构建公共交通网络为切入点,运用改进的多中心性评价模型测度了武汉都市发展区公共交通网络中心性,并结合GIS核密度分析法与双变量空间自相关分析法,探讨了公共交通网络中心性和银行网点空间分布规律,以及两者之间的耦合性与空间结构。主要研究结论为:①武汉都市发展区公共交通网络中心性具有城市多中心指向性特征,且由中心向外围圈层递减;②银行网点布局呈现“核心—中心—过渡区—外围”多层次结构,且具有空间不均衡性;③公共交通网络各中心性指标与银行网点具有不同程度的空间正相关。银行网点受接近中心性的影响最大,直达性次之,介数中心性最小;④局域上,公共交通网络中心性指标与银行网点的耦合关系存在空间不平稳性与空间异质性。高一高聚集与低—低聚集是主要的空间关联模式;高一高聚集主要位于银行网点布局的核心圈层,低—低聚集点缀于外围圈层,高一低聚集与低—高聚集介于核心圈层与外围圈层之间。

关键词:公共交通网络中心性;改进多中心性评价模型;银行网点;耦合;武汉都市发展区

1 引言

城因水兴,市缘路起。城市交通路网是城市发展和居民生活出行重要的物质基础,在实现城市日常功能的同时,影响着城市的空间结构与发展(黄文雄等, 2009; 李清泉等, 2012)。公共交通作为城市交通系统的主体部分,是解决居民通勤问题、缓解交通环境压力、改善要素集聚分配的有效手段(李志等, 2014; 许文娟, 2014)。《中华人民共和国国民经济和社会发展的第十二个五年规划纲要》中提出,要大力发展城市公共交通系统,实施公交优先发展战略。优先发展城市公共交通已成为缓解交通拥堵、构建两型社会的必然选择(徐黔予, 2011; 王薇等, 2012)。

1998年,复杂网络研究爆发,许多真实世界的

网络受到社会学、生物学、物理学等领域学者的热切关注。公共交通系统作为一种具有复杂结构的现实网络,国内外众多交通及地理学者从复杂网络理论的视角对其展开研究(赵莉莉, 2010)。如Latora等(2002)初步研究了波士顿地铁的网络特性; Sienkiewicz等(2005)探讨了波兰21个城市的公共运输网络的聚类系数、介数及匹配性等拓扑特性。国内公共交通复杂网络的研究起步稍晚。高自友等(2005)以北京市为例,对城市公交网络的无标度特性及度分布指数进行了实证研究;王喆等(2007)构建了成都市公交线路系统的复杂网络,通过计算网络拓扑结构的静态几何量参数来分析其拓扑特性。以上成果大多是基于复杂网络理论对公交网络形态结构及整体评价进行的研究,对城市公交网络空间特性与社会经济活动之间联系的研究较

收稿日期:2016-02;修订日期:2016-07。

基金项目:国家基础科学人才培养基金项目(J1103409) [Foundation: Fund for Fostering Talents in Basic Science of the National Natural Science Foundation of China, No.J1103409]。

作者简介:詹璇(1992-),女,江西上饶人,硕士生,研究方向为人文地理学、城市地理学及GIS应用,E-mail: 254298610@qq.com。

通讯作者:林爱文(1963-),男,湖北黄冈人,教授,博士生导师,主要从事区域发展与土地利用、资源环境遥感与GIS应用研究,E-mail: awlin@whu.edu.cn。

引用格式:詹璇,林爱文,孙铖,等. 2016. 武汉市公共交通网络中心性及其与银行网点的空间耦合性研究[J]. 地理科学进展, 35(9): 1155-1166.
[Zhan X, Lin A W, Sun C, et al. 2016. Centrality of public transportation network and its coupling with bank branches distribution in Wuhan City[J]. Progress in Geography, 35(9): 1155-1166. DOI: 10.18306/dlkxjz.2016.09.010]

少。随着“可达性”这一概念的兴起,交通可达性也逐渐受到国内研究者的重视,并广泛运用于交通系统与经济发展(程钰等, 2013)、人口变化(李涛等, 2012)、居民出行行为(曹小曙等, 2015)、社会活动空间关系(李立等, 2012)等方面。公共交通作为交通系统的一个重要子集,其可达性研究也随之增多。如田关云(2014)利用 TransCAD 建立了兰州市公共交通路线系统,并评价其可达性水平;李志等(2014)以南京地铁1、2号线为例,测度了地铁建成前后的公共交通可达性及其格局变化。公共交通网络中心性是测度可达性的一种有效手段,在城市地理、公共交通规划等理论与实践研究中发挥重要作用,如李刚(2014)从公共交通网络中心性角度研究了城市内部轨道交通应急救援站的选址问题。总体而言,上述研究成果在一定程度上填补了公共交通网络与城市社会经济活动关系领域的空缺。

伴随全球化的快速发展,金融服务业日益成为各国经济发展中的主动力与创新源泉(Bryson, 1997)。银行网点是城市中最重要金融中介,其布局是否合理与银行经营效益和民众办理金融业务的便捷度息息相关。目前,地理学界对银行网点空间研究多集中于区位选择、空间格局演化及其影响因素与优化策略等方面。如李翠敏(2005)研究了上海中心城区不同类型银行的分布,认为上海银行机构分布主要受两大类因素影响,即人口、商务流量、交通、城市规划等外部因素和银行定位与业务导向、形象营销所需等内部因素;邓秀丽(2012)认为北京银行业的分布表现为核心的高度集中和外围的零散分布,行政和交通对其区位分布有较大影响;甄茂成等(2013)利用复杂网络理论分析了北京市中国银行网点的网络特征,并从中剖析其空间分布的本质特征。已有成果表明,国内外对银行业地理分布的研究日益增多并逐渐深入,但仍存在一些缺陷。良好的区位条件是满足银行发展、提升竞争力的必备条件和重要选址因素,而良好的区位条件很大程度上取决于交通的便利程度。交通网络可达性越好,越有利于产业集聚,区位条件也就越好。但目前学界对银行网点布局与交通之间关系的研究较为笼统,理论与实证研究尚未形成体系,且从城市内部公共交通网络中心性视角分析其与银行网点分布的空间关联性与耦合性的研究几乎没有。此外,已有研究方法多为定性分析,对交通网络中心性与社会经济要素的关系研究仅落脚在

线性相关分析上(陈晨等, 2013),未进一步探索其空间结构特性。为此,本文以武汉都市发展区为例,以城市公共交通网络中最具代表性的公共汽车网络与地铁网络为研究实体,基于改进多中心性评价模型测度公交网络中心性,运用核密度分析法对公交网络中心性和银行网点空间分布规律进行分析,并在此基础上构建公共交通网络中心性与银行网点分布密度的双变量空间自相关模型,探究两者的空间耦合关系,以期对武汉市银行网点的布局优化提供理论支撑,也为城市公共交通可达性及其与社会活动关系的研究提供一种新思路。

2 数据与方法

2.1 研究区域

武汉市位于中国经济地理中心,是全国重要的工业基地、科教基地和综合交通枢纽。长江及其最大支流汉水横贯武汉市中央,将其城区一分为三,形成了武昌、汉口、汉阳三镇隔江鼎立的空间格局。本文研究区为《武汉市城市总体规划(2010-2020年)》所确定的都市发展区,东到阳逻、双柳、左岭、豹澥,西至走马岭、蔡甸城关镇、常福,北抵天河、横店、三里,南达纱帽、金口、郑店和五里界,是城市功能的主要集聚区和城市空间的重点拓展区。由于部分公共交通线路较长,延伸至都市发展区界线外(如292路、301路),因此需在都市发展区基础上,将研究区范围适当扩展至公交线路终点。

2.2 数据来源与处理

本文公共交通数据包括公交汽车线路及站点、地铁线路及站点和道路网。其中,公交线路及站点数据来源于武汉公交管理办公室网站(<http://www.whjt.gov.cn/gjb/>),时效性强,能反映武汉公交线路运营的最新状态。地铁线路及站点数据来自武汉地铁集团有限公司网站(<http://www.whrt.gov.cn/>)。道路基础数据是基于百度地图、腾讯地图叠加卫星地图进行配准后矢量化得到的。截至2015年12月,研究区内共有360条常规公交汽车线路和4条地铁线路,利用ArcGIS对各线路及站点进行矢量化处理,生成武汉市公共交通网络图(图1)。本文中银行网点仅指银行实体营业网点,包括支行、储蓄所、分理处等分支机构,不包括ATM网点,相关数据从中国银行、中国工商银行、中国农业银行、汉口银行等23家银行官方网站上获得。通过百度地图

找到各银行网点的经纬度坐标,导入 ArcGIS 形成矢量数据,进行空间定位与分析。

2.3 研究方法

2.3.1 改进多中心性评价模型(Improved Multiple Centrality Assessment Model)

“单中心”城市空间结构是中国传统的城市发展模式,大量人口、产业集聚于中心城区,造成了严重的交通拥堵问题,已成为影响中国城市健康发展的一大“弊病”(郭研苓, 2011; 孙斌栋等, 2013)。为缓解单中心蔓延带来的城市问题,很多大城市纷纷采取由“单中心”向“多中心”转变的空间发展战略。《武汉市城市总体规划(2010-2020 年)》明确提出,要依托主要交通干线,建成以主城区为核心的多轴、多中心、开放式的城市空间布局。交通系统作为城市的骨架,与城市空间格局相互影响,一方面对“多中心”城市结构具有重要的引导作用;另一方面,交通网络空间结构也会伴随着城市空间格局的转变而形成多个辐射核心。基于此,本文以公交线路、地铁线路及沿实际道路步行换乘线路为边,公交站点、地铁站点为节点构建网络数据集,基于实地调查,设置常规公交车速为 20 km/h,地铁车速为 30 km/h,步行速度为 5 km/h,沿着实际网络路径计算各个节点间的距离与时间成本,运用改进多中心性评价模型的接近中心性、介数中心性与直达性等指标,测度武汉都市发展区公共交通网络中心性,为公交网络与银行网点分布之间的关系进行量化研究提供基础。

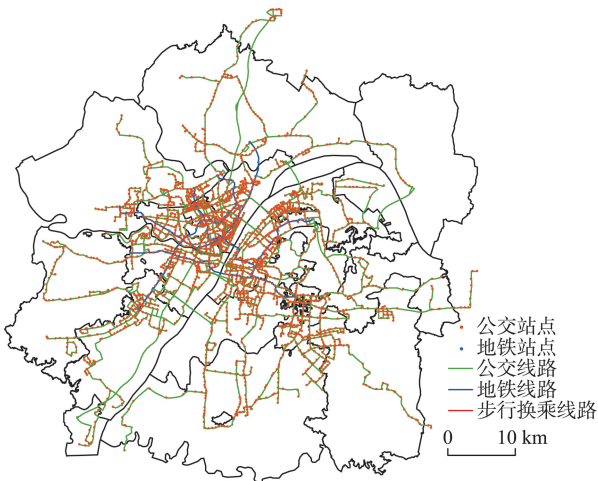


图1 武汉市公共交通网络示意图

Fig.1 Public transportation network in Wuhan City

(1) 接近中心性

接近中心性表示一个节点与其他所有节点接近的程度,公式如下:

$$C_i^C = (N-1) / \sum_{j=1; j \neq i}^N d_{ij} \quad (1)$$

式中: C_i^C 表示节点 i 的接近中心性; N 为网络节点数; d_{ij} 表示节点 i 与 j 之间的最短路径。一般意义上的可达性是指任一点到达目的地的难易程度(李平华等, 2005),常以距离、时间为指标来衡量空间阻力。本文选取的公共交通网络包含距离相同条件下,时间成本不同的3种交通方式,即公共交通网络数据集的边包含了常规公交线路、地铁线路、站点步行换乘线路3种类型,对应的实际通行方式与速度不同。基于各边计算的节点间实际时间存在差异,对作为模型参数的最短距离成本路径进行了改进,使之更符合当代城市居民高效率、快节奏的生活出行要求。改进的接近中心性计算公式如下:

$$C_i^C = (N-1) / \sum_{j=1; j \neq i}^N t_{ij} \quad (2)$$

式中: C_i^C 表示节点 i 的接近中心性; N 表示网络节点数; t_{ij} 表示节点 i 与 j 之间的最短时间成本。某个节点的接近中心性越大,则其到网络中任意其他节点所花费的平均时间就越短,在网络中也就越趋于中心位置。因此,接近中心性反映了节点在网络中的相对可达性,并且能从公共交通网络的角度指示城市结构核心。

(2) 介数中心性

介数中心性也是一种基于最短距离的度量指标,通常被定义为网络中所有节点对的最短路径中经过节点 i 的最短路径数,公式如下:

$$C_i^B = \frac{1}{(N-1)(N-2)} \sum_{j=1; k=1; j \neq k \neq i}^N \frac{n_{jk}(i)}{n_{jk}} \quad (3)$$

式中: C_i^B 表示节点 i 的介数中心性; N 表示公共交通网络节点数; n_{jk} 表示节点 j 与 k 之间的最短路径数量; $n_{jk}(i)$ 表示节点 j 与 k 之间最短路径中穿过节点 i 的最短路径数量。同理,本文对该指标稍作修改,将其定义为网络中所有节点对以最短时间成本连接的路径中,经过节点 i 的最短时间成本路径数,公式如下:

$$C_i^B = \frac{1}{(N-1)(N-2)} \sum_{j=1; k=1; j \neq k \neq i}^N \frac{m_{jk}(i)}{m_{jk}} \quad (4)$$

式中: C_i^B 为节点 i 的介数中心性; N 为公共交通网络节点数; m_{jk} 为节点 j 与 k 之间最短时间成本路径数量; $m_{jk}(i)$ 为节点 j 与 k 之间最短时间成本连接的路

径中穿过节点*i*的最短时间成本路径数量。式(4)所表达的实际意义是当穿过某个节点的最短时间成本路径越多,介数中心性数值越大。介数中心性可以反映网络节点上潜在负荷的大小,运用在公共交通网络中则衡量各节点承受的交通客流量。

(3) 直达性

公共交通网络基于城市道路又不同于道路网络,其在线路设置、站点停靠、行驶方向上存在一定限制,站点之间的通行常常无法实现绝对直线化。在不考虑交通堵塞等情况下,本文可计算出站点基于公交网络通行的最短距离,它既考虑了站点所在道路的空间特性,也反映了公共交通因其停靠站点、线路设置限制造成的绕路等问题的固有特性。通过测度网络中2个节点的最短路径与连接这2个节点的直线路径的偏离程度,将其作为衡量公共交通网络效率的指标;偏离程度越小,直达性越好,交通效率越高。公式为:

$$C_i^s = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1; j \neq i}^N \frac{d_{ij}^{\text{Eucl}}}{d_{ij}} \quad (5)$$

式中: C_i^s 为节点*i*的直达性; N 为网络节点数; d_{ij}^{Eucl} 为节点*i*与*j*之间的欧氏距离,即节点*i*与*j*之间的最短距离。若某一节点能以最短的直线路径到达网络内任一节点,说明该节点直达性最佳,交通效率也最高。

2.3.2 GIS空间密度分析法

直接用图来表示离散点数据时,存在难以清晰地表达其空间分布趋势的弊端。GIS空间密度分析法则可通过对离散点数据或线数据进行内插,从而得到研究对象空间连续的密度变化图层,反映其在整个区域的空间集聚状况。依据插值原理的不同,可分为核密度分析和普通的点、线密度分析(尹海伟等, 2014)。核密度分析是通过计算一定窗口范围内的离散点密度,将计算结果作为该窗口的中心值。对于落入搜索范围内的点,赋予不同的权重,越接近搜寻中心的点或线权重越大,反之亦然。因此,核密度分析能够反映距离衰减规律。而在一般的点、线密度分析中,落在搜索范围内的点或线权重相同,无法反映出距离衰减规律(王法辉, 2009)。接近中心性、介数中心性、直达性等中心性度量指标是网络节点的属性,对各中心性指标与其他要素进行相关分析时需统一分析尺度(王瑶莉等, 2013)。本文运用ArcGIS核密度分析工具,对公共交通网络中心性与银行网点进行空间插值,将两者

转换到同一分析单元下,全面研究武汉都市发展区内公共交通网络中心性与银行网点的空间分布形态及规律。

2.3.3 空间自相关分析

传统数量统计分析只注重数量值之间的关系,无法表达其空间关系。空间统计分析则可研究与地理位置相关的数据间的空间依赖、空间关联或空间自相关。为更直观地表达研究区内公共交通网络中心性与银行网点的空间关联模式,本文采用空间自相关方法来测度两者的空间格局相关性。空间自相关(Spatial Autocorrelation)是空间统计学的重要组成部分,包括全局空间自相关和局部空间自相关两大类。全局空间自相关是对某种现象或属性值在整个区域的空间特征的描述,检验其在空间上是否存在聚集、分散或随机等特性。全局自相关模型计算结果是一个单一数值,有时会掩盖局部状态的不稳定性(高爽等, 2011);而局部空间自相关测度了研究区域各空间位置与各自周围邻近位置的同一属性的相关性,能更准确地把握局部空间要素的集聚与分异特征,从而弥补全局相关性分析的不足。最常用的局部自相关测度指数为空间关联局部指标(Local Indicators of Spatial Association, LISA),即Local Moran's I 指数。

本文为探讨银行网点与公共交通网络中心性之间的空间耦合模式,故采用全局和局域的双变量空间自相关分析法。首先,构建双变量全局空间自相关模型,通过Moran's I 指数探讨银行网点与公共交通网络中心性在整个研究区上的相关性。公式如下:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} (X_i^a - \bar{X}_a)(X_j^b - \bar{X}_b)}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n C_{ij} \sum_{i=1}^n (X_i^a - \bar{X}_a)(X_j^b - \bar{X}_b)} \quad \dots (6)$$

式中: n 为空间单元总数; C_{ij} 是衡量空间单元*i*、*j*之间邻接关系的权重矩阵; X_i^a 、 X_j^b 分别为空间单元*i*属性*a*的值和空间单元*j*属性*b*的值; \bar{X}_a 、 \bar{X}_b 分别为属性*a*、*b*的平均值。 I 取值在±1之间,大于0表示空间正相关,越接近1,则正相关性越强;小于0表示空间负相关,越接近于-1,则负相关性越强;等于0表示空间无关。

其次,运用局部双变量空间自相关模型,以更好地识别不同空间单位银行网点与公共交通网络中心性之间的耦合关系。公式如下:

$$I_{kl} = \frac{X_k^i - \bar{X}_k}{\sigma_k} \sum_{j=1}^n W_{ij} \frac{(X_j^j - \bar{X}_j)}{\sigma_j} \quad (7)$$

式中: I_{kl} 为局部双变量空间自相关系数; X_k^i 为空间单元 i 属性 k 的值; X_l^j 为空间单元 j 属性 l 的值; \bar{X}_k 、 \bar{X}_l 分别为属性 k 、 l 的平均值; σ_k 、 σ_l 分别为属性 k 、 l 的方差; W_{ij} 为空间单元 i 、 j 之间的空间权重矩阵。

3 公共交通网络中心性测度及空间分布特征

基于改进多中心性评价模型测度接近中心性、介数中心性、直达性等指标,运用核密度分析法得到公共交通网络中心性核密度分布图(图 2a-2c)。经试验,接近中心性、介数中心性和直达性核密度分析的搜索半径分别取 2000、3000、1800 m 为宜,格网大小均为 257.11 m×257.11 m。

3.1 接近中心性

由图 2a 可以看出,公共交通网络接近中心性呈现出“核心—边缘—外围”的空间结构。接近中心性核密度最高值在 0.000073416~0.000091769 之间,位于长江西北的汉口老城区,大致以解放公园路、高雄路、中山大道—胜利街、武展西路—游艺路为界形成了高密度核心区(图 2a 中 A 区)。该区域位于汉口的中心地区,优良的地理区位和交通条件使得接近中心性值较大的站点集中在该区域,如京汉大道江汉路、香港路苗栗路、解放大道循礼门、新华路协和医院等公交站,及“友谊路站”“江汉路站”“香港路站”和换乘站点“循礼门站”等地铁站,这些站点到网络中所有节点的平均时间最短,在整个公交网络中处于中心位置。区域 B 以高密度区域 A 为核心向外圈层扩散,沿香港路、新华路向西北方向延伸至康居一路附近,向南至大夹街附近,向东则延伸至解放大道黄浦大街公交站点,分布范围较大,包括解放大道中山公园、京汉大道武胜路、武胜路泰合广场等公交枢纽,以及汉口火车站、利济北路站、青年路站等地铁站点。区域 C 是位于武昌地区的次级中心,分布在以湖北省政府为中心的水果湖地区,空间范围较小。区域 B 和 C 的接近中心性核密度值均在 0.000055062~0.000073415 之间,区域内节点到达网络中其他节点的平均时间较短,接近中心性较高。

距上述城市中心较远的区域中零星分布着几个小范围的低核密度区,如南湖大道以南、关山大道—大学园路以西、民族大道以东、华师园路以北

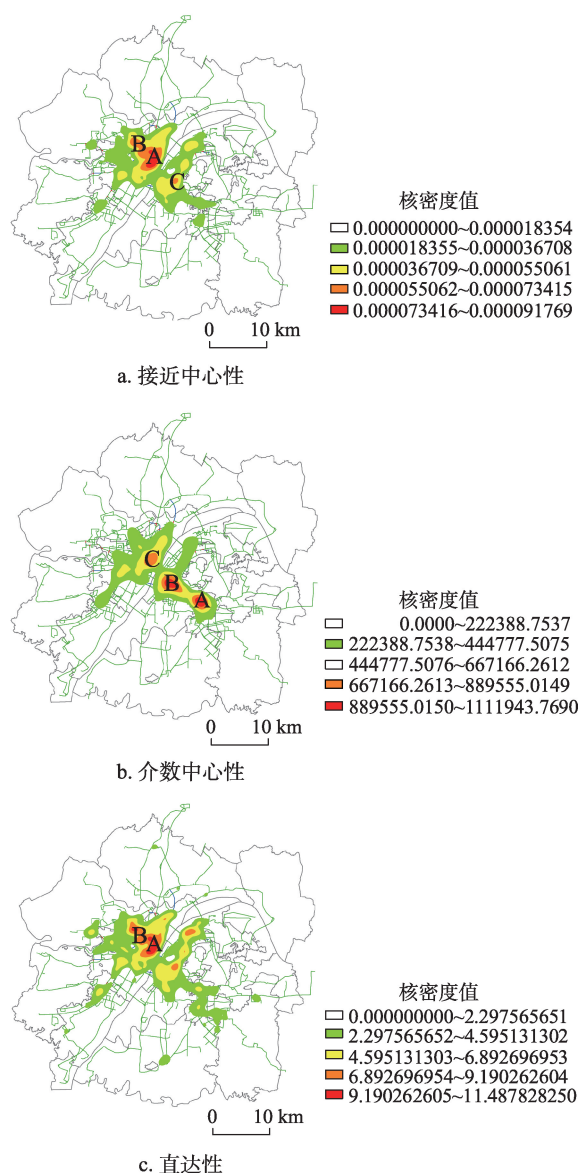


图2 武汉公共交通网络中心性核密度分布

Fig.2 Kernel density of public transportation network centralities in Wuhan City

的区域,五环大道、东西湖大道附近,以及围绕美好愿景·香榭丽舍、东方花园等住宅小区的神龙大道、东风大道、联城路、车城北路附近。从武汉三镇的整体角度看,接近中心性核密度聚集区主要分布于汉口地区,其接近中心性明显高于与其隔江相望的武昌和汉阳地区。可见,汉口地区公共交通站点到网络所有站点花费的平均时间最少,在武汉市处于中心地位。

3.2 介数中心性

从图 2b 可以看出,公共交通网络介数中心性呈现出明显的“多中心集聚”结构(图 2b 中的 A、B、C 区),并呈近似同心圆状分布。核密度最高值在

889555.0150~1111943.7690 之间,集中于光谷广场商圈附近(图2b中A区)和以中南路地铁换乘站为中心的 中南路、武珞路、中南一路附近(图2b中B区),上述区域内网络节点的介数中心性核密度值最高。换言之,网络中所有节点对以最短时间连通的路径中,通过该区域内节点的路径数目最多,说明该区域内站点在整个公交网络中占据重要地位,承受的交通客流量最大,相应的各车站通行压力也最大,如民族大道光谷广场、虎泉街地铁光谷广场站、雄楚大道下钱村等公交站点,与全市轨道交通客流量最大、衔接汉口和武昌的地铁2号线一期工程终点站“光谷广场站”和地铁2、4号线的换乘站点“中南路站”和“洪山广场站”。

区域C是公交网络介数中心性核密度分布的次级核心区,大致以京汉大道与江汉路交会处为中心,分布在解放大道、京汉大道、中山大道、万松园路、江汉路等主次干道附近,包括江汉路地铁循礼门站、京汉大道大智路、香港路苗栗路等站点。该区域核密度值处于较高水平,在667166.2613~889555.0149之间,图2b中以区域A、B为中心向外圈层扩散的部分区域的核密度值也在此区间。这些区域内的公共交通网络介数中心性较高,表明通过区域内网络节点的最短时间成本路径较多,公交客流相对较大。

纵观全区,介数中心性核密度呈T字形分布,以长江—汉江和武珞路—珞喻路为轴向外递减,形成了以光谷广场、中南路地铁站、循礼门地铁站为中心的3个高值区。武昌地区的介数中心性核密度值高于汉口和汉阳,可见客流量大的公共交通枢纽多位于武昌地区。

3.3 直达性

由图2c可知,直达性核密度分布呈现出“大分散、小集聚”的弱圈层结构,且布局较分散,具有城市多中心指向性特征。直达性核密度最高值在9.190262605~11.487828250之间,其覆盖范围内的公交网络节点到其他任意节点的最短路径与直线路径偏离程度最小,交通效率最高。空间上以解放大道、中山大道、京汉大道、澳门路等交通干线为轴向两侧扩散,包括香港路站、循礼门站、江汉路站等地铁站附近区域(图2c中A区),和以长港路站为中心,南至新湾路、西至常青路、北至红旗渠路以北、东至新湾五路的区域。以这2个高密度区为中心向外扩展的区域是直达性较高的集中分布区(图2c中

B区),核密度值在6.892696954~9.190262604之间,分布范围较广,大致由江汉路站向西北延伸至常青花园站。另外,在水果湖广场、光谷商圈、建设二路与建港南路交叉口、汉阳大道与永丰路路交汇处以及田园街与四明路交会处附近,形成了小型的中心—外围圈层分布结构,这些区域直达性核密度值处于中上水平。

整体上看,汉口地区的直达性核密度值平均水平最高,且分布范围较集中连片,武昌地区次之,汉阳地区最低。一方面说明总体上汉口地区公共交通效率最高,汉阳地区最低;另一方面,介数中心性与直达性及接近中心性的核心匹配度不高。公交需求大的地方,公共交通可达性及效率均不高,说明武汉市都市发展区内公共交通站点与线路设置存在不合理性,应在客流量较大的地方增设站点与线路,协调公交客流与公交可达性及通行效率之间的关系,使处于介数中心性核密度集聚区内的交通站点能快速高效地辐射全区,避免出现客流拥挤、交通堵塞等问题。

4 银行网点空间分布特征

4.1 总体分布特征

武汉市都市发展区内1463个银行网点的空间分布如图3所示,其空间格局以贯穿市区的长江和汉江为界差异显著。汉口地区的银行网点数量最多,分布最密集;其次是武昌区;汉阳区最少,仅98个。汉口自古被誉为“楚中第一繁盛处”,以发展金

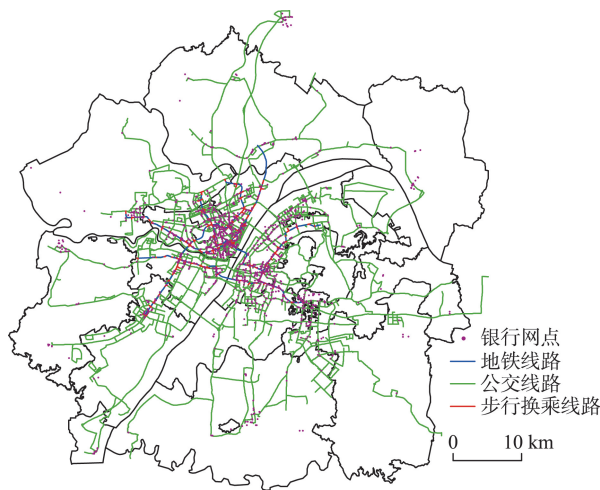


图3 武汉银行网点空间分布

Fig.3 Distribution of bank branches in Wuhan City

融贸易和商业服务为主要职能;区内有汉正街传统商贸区、江汉路商务文化区和堤角都市工业园区,有中国民生银行大厦、日清洋行大楼等地标建筑,是外商投资兴业的热土,吸引着各大金融机构在此聚集。武昌地区重点发展科教文化、高新技术、金融商务等职能,建设有中南商务办公区、水果湖行政办公区、鲁巷城市副中心以及武汉大学、华中科技大学等众多科研院校,因而分布着不少银行网点。汉阳是武汉的工业中心,以发展制造业为主,相对而言对银行机构的吸引力较小,整体上网点布局较少,主要集中于钟家村及新兴的王家湾商圈附近。由此可见,银行网点数量同城区的发展职能之间存在一定关系。此外,本文通过对公交站点建立300 m缓冲区,对地铁站点建立500 m缓冲区,分别计算在各自缓冲区范围内银行网点数量,发现位于公交站点300 m缓冲区内的银行网点数达1277个,占银行网点总数的87%,说明银行网点分布与公交站点服务范围的空间契合度较高。其中,水果湖路水果湖、江汉北路新华路口、武珞路丁字桥等公交站点周边银行网点数量较多,在9~12个之间;而位于地铁站点500 m缓冲区内的网点数仅为409个,比例为28%,主要原因是地铁站点总体数量较少,其服务半径内的银行网点数在整个研究区内所占比例不高。以银行网点为中心建立的300 m缓冲区内有68个地铁站点,占总数的71%,说明银行网点附近的轨道交通条件较为便利。

4.2 核密度分布特征

运用ArcGIS的核密度分析工具,将银行网点与中心性指标统一到覆盖研究区的等空间分辨率格网上,得到银行网点核密度分布图(图4)。

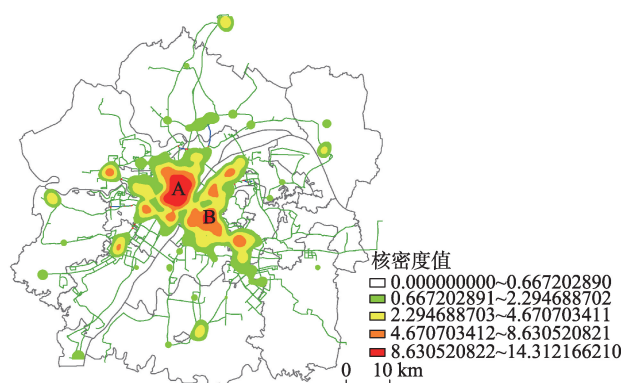


图4 银行网点核密度分布图

Fig.4 Kernel density of bank branches in Wuhan City

图4更直观地体现了网点的空间集聚特征,即“核心—中心—过渡区—外围”的多核多层次空间结构。核心区的核密度值最高,在8.630520822~14.312166210之间,主要集中在汉口内环以江汉路为代表的中山大道与以武广商圈为核心的解放大道沿线的“城市商业中心”,以及被誉为武汉“华尔街”的建设大道附近(图4中A区)。这几条贯通汉口东西的交通大动脉与新华路—友谊路、台北路、香港路、澳门路、保成路、利济北路等南北走向城市主要街道交错形成了较大面积的集聚分布热区。另一个银行网点布局的高密度核心区为以水果湖路—姚家岭街、中南路—中北路为横纵轴,并围绕洪山广场这一武昌区交通枢纽与商业中心向外扩散的区域(图4中B区),相比之下其范围较小。此外,还有多个低等级圈层中心分散在核心区外,如光谷广场商业中心、徐东商圈、钟家村商圈等小型集聚区。上述集聚区以外的区域,构成了银行网点的过渡区与外围区。整体上看,武汉市银行网点分布核密度具有沿江和沿城市主干道发展的特点,武昌地区尤为明显。

5 公共交通网络中心性与银行网点的空间耦合性

通过上述分析发现,武汉都市发展区内公共交通网络中心性和银行网点均存在一定的空间集聚性。本文借助于GeoDa软件,运用全局和局部的双变量空间自相关模型,进一步分析公共交通网络中心性与银行网点之间从整体到局部的空间关联关系。

5.1 双变量全局空间自相关

首先,运用ArcGIS软件提取了研究区内1463个银行网点的核密度值,以及其相同位置处的公共交通网络中心性核密度值。在GeoDa软件中,以公共交通网络中心性核密度和银行网点核密度为变量,可得到如图5所示的公共交通网络接近中心性—银行网点、介数中心性—银行网点、直达性—银行网点的Moran散点图。图中拟合线的斜率即双变量全局自相关系数(Moran's I 指数),分别为0.3924、0.2918、0.3532,均为正数,且图中大部分点集中在第一、三象限,而第一、三象限分别代表“高一高”集聚和“低—低”集聚;第二、四象限分别代表“低—高”集聚和“高—低”集聚。结果表明,在全球

空间上,研究区内公共交通网络各中心性指标与银行网点分布存在着不同的空间关联程度,均为正相关。可见,银行网点分布范围内公共交通条件优越,可达性较好,且各指标与银行网点的空间格局趋同特征不同。其中,银行网点核密度与接近中心性核密度的Moran's I 指数最大,空间关联性最强,意味着银行网点倾向于分布在接近中心性较高的城市中心,以获得较好的区位优势,促进银行更最大限度地获取经营利润。如解放大道以南、江汉路以西、中山大道以北、民意四路以东的区域以及水果湖路与中北路交会处,接近中心性核密度均较高,社会经济活动密集,银行网点数量众多且分布集中,各银行网点所在位置到公共交通网络中所有节点花费的平均时间最短,所能影响的服务区域和对象分布范围较广。直达性是衡量公共交通效率的有效指标,它与接近中心性的核密度空间分布特征较为相似,因此直达性与银行网点的核密度空间相关性亦较强,可以发现银行网点多分布于公共交通效率高的区域,如友谊路、前进路、球场路附近。也

就是说,通过降低城市居民公共交通的通勤成本、提高出行效率,可吸引银行网点布局。

此外,介数中心性核密度与银行网点核密度之间也存在显著的空间正相关,即介数中心性核密度越高,银行网点分布越多且越集中。主要原因是介数中心性数值高低表征了各公交站点与地铁站点的潜在负荷大小,数值越高的地方,站点的公共交通客流量越大,如光谷广场附近及中南路地铁中南路站附近等人流密集区,使银行网点拥有足够的服务消费人群,有助于提高银行的经济效益。相比于接近中心性、直达性,介数中心性与银行网点的相关性相对最低,说明银行网点更倾向于分布在区位条件好、公共交通效率高的区域。

5.2 双变量局部空间自相关

Moran's I 统计量只说明公共交通网络中心性与银行网点在空间上的平均差异程度,无法反映局部空间差异。通过GeoDa软件的Multivariate LISA工具得到武汉都市发展区内3个公共交通网络中心性指标与银行网点布局的LISA聚类图(图6),进一

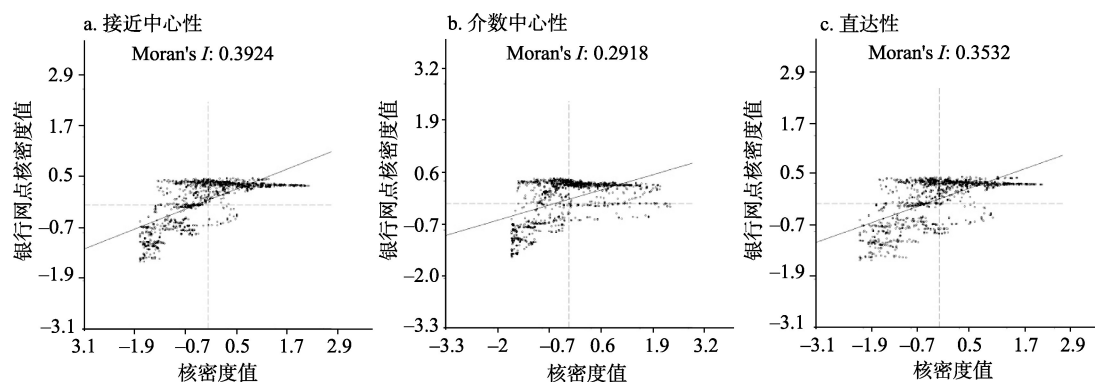


图5 公共交通网络中心性与银行网点Moran散点图

Fig.5 Moran scatter plot of centrality of public transportation network and bank branches

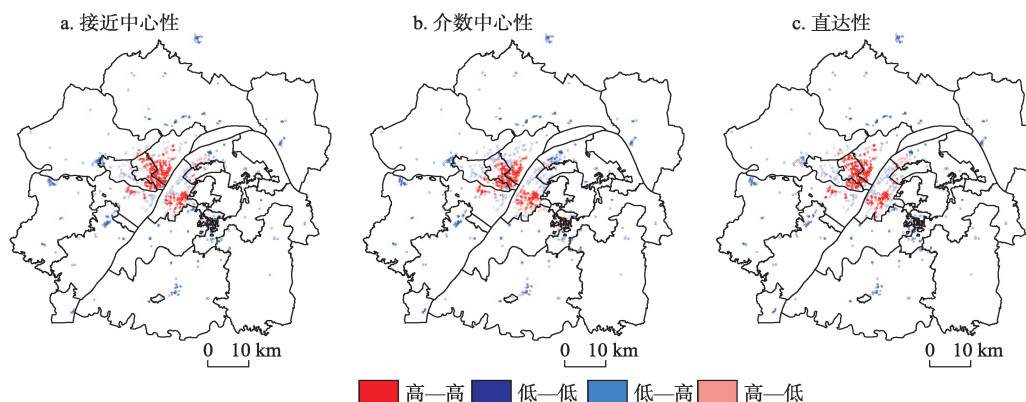


图6 公共交通网络中心性与银行网点的双变量LISA聚类图

Fig.6 Bivariate LISA cluster map of public transportation network centralities with bank branches

步挖掘各中心性指标与银行网点的局部聚类特征信息。

由图6可知,3个公共交通网络中心性指标与银行网点的空间耦合均存在4种类型的聚集区,且表现出高度的空间相似性。其中,高一高与低—低2种类型聚集区构成了公共交通网络中心性与银行网点分布格局的主要空间关联模式。此外,银行网点核密度分布的核心区基本属于高一高聚集区,外围区则基本属于低—低聚集区,即具有银行网点分布核心圈层的高值指向性与外围圈层的低值指向性特征,而其他类型聚集区主要位于银行网点核密度分布的过渡区。

(1) 高一高聚集区。指公共交通网络中心性核密度值较高,且银行网点分布密集的区域。该区域主要分布在解放大道、江汉路附近的汉口内环以及以中南路、洪山广场为中心的武昌繁华地段,少部分位于汉阳区。上述区域均处于武汉市主要建成区的中心,集聚了大量商业网点、中小型企业以及流动人口,道路交通设施完善,公共交通网络中心性与银行网点的分布之间表现出了显著的空间正相关性。对比图6a、图6b、图6c可知,3个中心性指标与银行网点之间的耦合关系存在整体相似性的同时也具有微弱的空间异质性,即接近中心性与银行网点空间关联的高—高类型区域范围最大,直达性次之,介数中心性最小。

(2) 低—低聚集区。指公共交通网络中心性核密度值较低,且银行网点分布少而分散的区域。该区域也具有正的空间相关性,主要位于银行网点分布的外围圈层,是研究区的边缘地带,远离热闹喧嚣的城市中心,人口分散,公共交通条件相对滞后,站点、路线设置相对较少,各类社会基础设施与经济活动强度均不及城市中心地带。对于商业银行而言,该类区域不具备良好的区位条件,只需布局少量银行网点即可满足其周边居民的金融业务需求。

(3) 低—高聚集区。指公共交通网络中心性核密度值较低,但银行网点分布较集中的区域,主要位于高一高聚集区与低—低聚集区之间,部分点缀于研究区边缘,具有沿江分布的特点,如和平大道、拦江路、古田二路附近。这些区域是银行网点的聚集热点,但其公共交通条件却相对欠缺且效率不高,可能是因为该区域深厚的历史底蕴及沿江的区位优势使其发展起步较早,形成了集商贸、金融、历

史风貌、文化旅游、高档居住等多功能为一体的聚集区,吸引了众多银行。而多功能复合使得交通资源相对稀缺,易产生交通堵塞,导致公共交通效率低下等问题,加之武汉三镇隔江鼎立的空间格局使得滨江带处于各镇的相对边缘而非中心位置,沿江各公交站点的公共交通网络中心性受地形条件限制及水路交通影响而处于偏低水平。因此,该区域内银行网点分布与公共交通网络中心性存在非协调性,同时说明其公共交通条件有待完善。此外,部分区域也可能存在银行网点布局过多的问题,需对其进行资源整合,保障资源的利用效率和银行的服务效益。

(4) 高一低聚集区。指公共交通网络中心性核密度值较高,但银行网点分布较分散的区域。该空间关联模式的分布范围很小,但对比图6a、图6b、图6c发现该模式的空间分布差异较大,图6a与图6c相似,均分布在和平大道与建设一路、建设四路围成的区域内;图6b中介数中心性与银行网点的高—低聚集区则位于关山大道、光谷创业街附近。说明尽管上述对应区域公共交通站点的接近中心性、直达性或介数中心性均处于较高水平,但银行因考虑到周边地区的设施状况、人口分布与质量状况、经济发展结构、同行业分布情况、土地租金以及银行自身经营定位与发展战略等多种内外因素,并未选择在此设立网点,从而产生了公共交通网络中心性与银行网点的空间非协调性。

6 结论与讨论

城市公共交通是与城市人民息息相关的民生工程,银行网点则是城市中最重要金融中介,两者均是城市地理、城市规划研究中的重要课题。本文基于改进多中心性评价模型和双变量空间自相关模型,对武汉都市发展区公共交通网络中心性,以及其与银行网点布局的空间耦合性进行了定量研究,有助于把握武汉市公共交通网络中心性的空间分布状态,为科学规划城市公共交通建设以及合理布局银行网点提供参考。主要结论有以下几点:

(1) 武汉都市发展区公共交通网络中心性具有城市多中心指向性特征,且由中心向外围圈层递减。位于汉口中心地带的京汉大道江汉路、“江汉路站”、“循礼门站”等站点的接近度中心性最高,处于城市中心位置;光谷广场附近区域站点的介数中

心性最高,交通客流量与通行压力最大,为城市另一中心;解放大道、中山大道沿线的香港路站、江汉路站等站点直达性最高,公共交通效率最好,也是城市中心之一。

(2) 武汉公共交通网络空间结构已形成多个辐射核心,正处于一个良性的发展状态,但同时需避免中心区交通负荷过重等问题。如“光谷广场”附近人员密集,客流量巨大,地铁、公交等现有路线、车次仍难以满足大众的出行需求。因此,在未来城市公交网络规划与建设中,应加强“疏”与“导”。“疏”在于继续提升中心地区公交网络的服务能力,“导”在于引导和加强非中心地区的公交网络建设,促进城市交通结构的多中心化的协调发展。

(3) 武汉都市发展区内银行网点分布呈现“核心—中心—过渡区—外围”多核多层次的空间结构,且区域差异明显。核心区域在汉口内环的中山大道、解放大道和建设大道等主干道与武昌的洪山广场周围。

(4) 整体上看,公共交通网络各中心性指标与银行网点之间具有良好的空间正相关性,但关联程度存在差异。银行网点倾向于分布在接近中心性较高、区位条件较好的城市中心,公共交通效率高的地方也颇受银行青睐。但从局部空间角度分析,银行网点分布与公共交通网络耦合关系具有空间不平稳性和空间异质性,以高一高聚集与低—低聚集为主,但还存在高一低聚集和低—高聚集这2种偏离一般规律的现象。高一高聚集位于银行网点布局的核心圈层,低—低聚集则点缀于外围圈层;高一低聚集与低—高聚集零星分布于核心圈层与外围圈层之间。这一方面说明银行网点的分布还受其他多重因素,如人口流动、经济活动、同行业分布情况、政策引导及银行自身发展需要等的影响;另一方面,也反映出目前部分区域存在银行网点布局不合理的情况,如在低—高聚集区内银行网点布局过于集中,但其公共交通条件不佳,一定程度上影响了市民办理金融业务的便捷程度,不利于地区金融服务业的发展。因此,银行网点布局时应整合资源,合理布局,实现效益最优化发展。

当然,本文尚存在一些不足之处,如在研究公共交通网络中心性时并未考虑常规公交的站点停靠时间,且不同时段内不同公共交通线路的通行能力有较大差异,从而影响其运行速度和时间。不同等级与性质的银行网点与公共交通网络中心性间

的相关性也存在差异,而本文并未对银行网点的等级及所属银行性质进行细分。在未来的研究中,应针对这些不足开展进一步探讨。

参考文献(References)

- 曹小曙, 杨文越, 黄晓燕. 2015. 基于智慧交通的可达性与交通出行碳排放: 理论与实证[J]. 地理科学进展, 34(4): 418-429. [Cao X S, Yang W Y, Huang X Y. 2015. Accessibility and CO₂ emissions from travel of smart transportation: Theory and empirical studies[J]. Progress in Geography, 34(4): 418-429.]
- 陈晨, 程林, 修春亮. 2013. 沈阳市中心城区交通网络中心性及其与第三产业经济密度空间分布的关系[J]. 地理科学进展, 32(11): 1612-1621. [Chen C, Cheng L, Xiu C L. 2013. Distribution of centrality of traffic network and its relationship with economic density of tertiary industry in Shenyang[J]. Progress in Geography, 32(11): 1612-1621.]
- 程钰, 刘雷, 任建兰, 等. 2013. 济南都市圈交通可达性与经济发展水平测度及空间格局研究[J]. 经济地理, 33(3): 59-64. [Cheng Y, Liu L, Ren J L, et al. 2013. The study about measuring of the relationship between transportation accessibility and the level of economic growth and spatial structure at county level[J]. Economic Geography, 33(3): 59-64.]
- 邓秀丽. 2012. 北京市金融服务业空间格局及其演变研究[D]. 北京: 首都师范大学. [Deng X L. 2012. Beijingshi jinrong fuwuyue kongjian geju jiqi yanbian yanjiu[D]. Beijing, China: Capital Normal University.]
- 高爽, 魏也华, 陈雯, 等. 2011. 发达地区制造业集聚和水污染的空间关联: 以无锡市区为例[J]. 地理研究, 30(5): 902-912. [Gao S, Wei Y H, Chen W, et al. 2011. Study on spacial-correlation between water pollution and industrial agglomeration in the developed region of China: A case study of Wuxi City[J]. Geographical Research, 30(5): 902-912.]
- 高自友, 吴建军, 毛保华, 等. 2005. 交通运输网络复杂性及其相关问题的研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 5(2): 79-84. [Gao Z Y, Wu J J, Mao B H, et al. 2005. Study on the complexity of traffic networks and related problems[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 5(2): 79-84.]
- 郭研苓. 2011. 多中心空间结构对城市交通的影响研究: 以上海为例[D]. 上海: 华东师范大学. [Guo Y L. 2011. Research on the influence of poly-centric spatial impacting on the urban transport: A case of Shanghai[D]. Shanghai, China: East China Normal University.]
- 黄文雄, 代筠杰, 谭利英, 等. 2009. 基于“两型社会”的武汉中心城区交通问题研究[J]. 华中科技大学学报: 城市科

- 学版, 26(4): 62-66. [Huang W X, Dai Y J, Tan L Y, et al. 2009. Traffic problems of Wuhan City center based on constructing resource-conserving and environmentally friendly society[J]. Journal of Huazhong University of Science and Technology: Urban Science Edition, 26(4): 62-66.]
- 李翠敏. 2005. 城市银行网点的空间分析: 以上海市中心城区为例[D]. 上海: 上海师范大学. [Li C M. 2005. Chengshi yinhang wangdian de kongjian fenxi: Yi Shanghaishi zhongxin chengqu weili[D]. Shanghai, China: Shanghai Normal University.]
- 李刚. 2014. 基于网络中心性的城市轨道交通应急救援站选址研究[D]. 北京: 北京交通大学. [Li G. 2014. Research on location of urban rail transit emergency rescue stations based on network centrality[D]. Beijing, China: Beijing Jiaotong University.]
- 李立, 汪德根. 2012. 城市低碳公共交通对旅游景点通达性影响研究: 以苏州市为例[J]. 经济地理, 32(3): 166-172. [Li L, Wang D G. 2012. The impact of urban low-carbon public transport to tourist attractions' accessibility: Suzhou City area as the example[J]. Economic Geography, 32(3): 166-172.]
- 李平华, 陆玉麒. 2005. 可达性研究的回顾与展望[J]. 地理科学进展, 24(3): 69-78. [Li P H, Lu Y Q. 2005. Review and prospectation of accessibility research[J]. Progress in Geography, 24(3): 69-78.]
- 李清泉, 萧世伦, 方志祥, 等. 2012. 交通地理信息系统技术与前沿发展[M]. 北京: 科学出版社. [Li Q Q, Xiao S L, Fang Z X, et al. 2012. Jiaotong dili xinxi xitong jishu yu qianyan fazhan[M]. Beijing, China: Science Press.]
- 李涛, 曹小曙, 黄晓燕. 2012. 珠江三角洲交通通达性空间格局与人口变化关系[J]. 地理研究, 31(9): 1661-1672. [Li T, Cao X S, Huang X Y. 2012. The relationship between spatial structure of accessibility and population change in Pearl River Delta[J]. Geographical Research, 31(9): 1661-1672.]
- 李志, 周生路, 吴绍华, 等. 2014. 南京地铁对城市公共交通网络通达性的影响及地价增值响应[J]. 地理学报, 69(2): 255-267. [Li Z, Zhou S L, Wu S H, et al. 2014. The impact of metro lines on public transit accessibility and land value capture in Nanjing[J]. Acta Geographica Sinica, 69(2): 255-267.]
- 孙斌栋, 涂婷, 石巍, 等. 2013. 特大城市多中心空间结构的交通绩效检验: 上海案例研究[J]. 城市规划学刊, (2): 63-69. [Sun B D, Tu T, Shi W, et al. 2013. Test on the performance of polycentric spatial structure as a measure of congestion reduction in megacities: The case study of Shanghai[J]. Urban Planning Forum, (2): 63-69.]
- 田关云. 2014. 基于TransCAD的城市公共交通网络可达性研究[D]. 兰州: 兰州交通大学. [Tian G Y. 2014. Studies on the urban public transit network accessibility based on TransCAD[D]. Lanzhou, China: Lanzhou Jiaotong University.]
- 王法辉. 2009. 基于GIS的数量方法与应用[M]. 姜世国, 滕骏华, 译. 北京: 商务印书馆. [Wang F H. 2009. Jiyu GIS de shuliang fangfa yu yingyong[M]. Jiang S G, Teng J H, Trans.. Beijing, China: Business Press.]
- 王薇, 吴丹. 2012. 武汉市优先发展城市公共交通的思考[J]. 科技致富向导, (18): 23-24. [Wang W, Wu D. 2012. Wuhanshi youxian fazhan chengshi gonggong jiaotong de sikao[J]. Guide of Sci-tech Magazine, (18): 23-24.]
- 王瑶莉, 高松, 刘瑜. 2013. 青岛城市道路邻近中心性及其应用方法[J]. 地理研究, 32(3): 452-464. [Wang Y L, Gao S, Liu Y. 2013. Exploration into urban street closeness centrality and its application methods: A case study of Qingdao [J]. Geographical Research, 32(3): 452-464.]
- 王喆, 彭其渊. 2007. 成都市公交复杂网络拓扑特性研究[J]. 交通与计算机, 25(2): 39-42. [Wang Z, Peng Q Y. 2007. Research on topologic properties of Chengdu public traffic complex network[J]. Computer and Communications, 25 (2): 39-42.]
- 徐黔予. 2011. 优先发展城市公共交通的意义与策略[J]. 决策咨询, (2): 71-73. [Xu Q Y. 2011. The meaning and strategy of priority to the development of urban public transport [J]. Decision-Making & Consultancy, (2): 71-73.]
- 许文娟. 2014. 城市公共交通与城市发展的适应性评价研究[D]. 北京: 北京交通大学. [Xu W J. 2014. Study on adaptability evaluation between public transport and urban development[D]. Beijing, China: Beijing Jiaotong University.]
- 尹海伟, 孔繁花. 2014. 城市与区域规划空间分析实验教程[M]. 南京: 东南大学出版社. [Yin H W, Kong F H. 2014. Lab manual for spatial analysis in urban and regional planning[M]. Nanjing, China: Southeast University Press.]
- 赵莉莉. 2010. 复杂网络理论在城市公交系统中的应用[D]. 石家庄: 河北师范大学. [Zhao L L. 2010. The application of complex networks in urban bus transport systems[D]. Shijiazhuang, China: Hebei Normal University.]
- 甄茂成, 张景秋, 杨广林. 2013. 基于复杂网络的商业银行网点布局特征: 以北京市中国银行为例[J]. 地理科学进展, 32(12): 1732-1741. [Zhen M C, Zhang J Q, Yang G L. 2013. Characteristics of commercial bank branch networks based on complex networks theory: A case study on bank of China in Beijing[J]. Progress in Geography, 32(12): 1732-1741.]
- Bryson J R. 1997. Business service firms, service space and the management of change[J]. Entrepreneurship & Region-

- al Development, 9(2): 93-112.
- Latora V, Marchiori M. 2002. Is the Boston subway a small-world network[J]. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 314(1-4): 109-113.
- Sienkiewicz J, Holyst J A. 2005. Public transport systems in Poland: From Bialystok to Zielona Góra by bus and tram using universal statistics of complex networks[J]. *Acta Physica Polonica B*, 36(5): 1771-1778.

Centrality of public transportation network and its coupling with bank branches distribution in Wuhan City

ZHAN Xuan^{1,2}, LIN Aiwen^{1,2*}, SUN Cheng^{1,2}, QIAO Wei¹

(1. School of Resource and Environment Science, Wuhan University, Wuhan 430079, China;

2. Key Laboratory of Geographic Information System, Ministry of Education, Wuhan 430079, China)

Abstract: Urban public transportation is an indispensable part of urban life and an important topic in today's urban geography research. Existing studies on public transportation mainly focused on the characteristics of network structure and topology. Centrality is one of the important properties of public transportation network, and is widely examined both in theoretical and empirical studies. Centrality can be effectively calibrated by Multiple Centrality Assessment Model (MCA), which is composed of multiple measures such as closeness, betweenness, and straightness. In recent years, researchers began to focus increasingly more on the study of the relationship between public transportation network and social and economic activities. As the most important financial intermediary in the city, banks and the distribution of their branches are closely related to the efficiency of people's financial activities. Thus, we investigate the spatial pattern of public transportation network centrality and its coupling with bank branches in Wuhan City. First, this study builds a dataset consisting of public transportation and bank branches in Wuhan urban development zone of 2015 in ArcGIS. Based on the characteristics of the data, this study improves the Multiple Centrality Assessment Model for better accuracy. It then examines the geography of three centrality indices by improved Multiple Centrality Assessment Model, and analyzes the centrality of Wuhan public transportation network and its spatial correlation with bank network layout by using kernel density estimation and bivariate spatial autocorrelation model based on GeoDa. The results show that: (1) Kernel density indicates a clear city multicenter directivity of the public transportation network centralities in Wuhan, and the concentration decreases progressively from the central areas to the periphery. (2) The spatial distribution pattern of bank branches presents a core—center—transitional area—periphery multi-level structure, and the regional variations between different areas are obvious. (3) There is a significant positive correlation between public transportation network centralities and the bank network layout in Wuhan City. Among the three centrality indicators, closeness has the greatest effect on the distribution of bank branches, straightness comes the next, and betweenness has minimum impact on bank branches' distribution. (4) At the local level, spatial correlation patterns between public transportation network centralities and bank branches exhibit spatial nonstationarity and heterogeneity. The local spatial correlation dendrogram indicates that "High-High" and "Low-Low" coupling are the main spatial correlation patterns. The distribution characteristics of the "High-High" type cluster to the central area, and "Low-Low" type cluster in the peripheral area, are prevalent. "High-Low" and "Low-High" types are distributed sporadically in the transitional areas. This result also indicates that the distribution of bank branches is affected by various factors, including public transportation network centralities.

Key words: centrality of public transportation network; Improved Multiple Centrality Assessment Model; bank branches; coupling; Wuhan urban development zone