

基于空间场-水文模型的城市影响腹地界定 及其空间演变分析

——以河南省地级城市为例

潘竟虎,戴维丽

(西北师范大学地理与环境科学学院,兰州 730070)

摘要 城市影响腹地范围的划分,在区域与城市规划中有着重要的理论和实际意义。本文从“城市结节性”和“空间交通可达性”两方面改进场强模型,采用主成分分析法与指标体系计算河南省城市结节性指数,利用累积耗费距离测算空间可达性,借助k阶数据场模型与水文分析模型,综合测度了1991年和2010年河南省17个地级城市的影响腹地范围及空间演变特征。研究表明,20年间河南省地级城市的平均可达本文时间从1991年的45.41 min缩短为2010年的33.03 min,空间场能显著增长且空间分异性显著。南阳的腹地面积增加最大,信阳的腹地面积缩小最大;安阳腹地面积增加率和漯河腹地面积减少率最大。郑州的腹地范围与其行政辖区偏移度最大。

关键词 城市腹地;城市影响范围;空间场;可达性;水文模型;河南

DOI:10.3724/SP.J.1047.2014.00754

1 引言

城市影响腹地定义为城市的吸引力与辐射力对城市周边区域社会、经济联系发挥主导影响的外部效应场^[1],它是城市之间,以及城市与区域间相互作用强度和范围的体现,与之相近的词汇还有城市势力圈、城市影响区、城市吸引范围等。在空间中,以城市为核心将生产力各要素相互吸引从而聚集,与此同时,中心城市也向腹地辐射其作用力^[2],城市腹地面积和资源优劣已变成衡量一个城市综合实力和潜力的重要因素。因此,开展城市腹地界定研究可为城市获得理想的腹地空间提供科学依据,对于提高中心城市的竞争力和区域空间布局规划无疑具有重要价值。国外学者很早就关注城市腹地界定,Reilly^[3]最早引入引力模型定量研究城市与腹地区域经济的联系。自20世纪中期后,腹地划分理论渐趋完善并随着经济社会背景的变化而形成多种流派,典型代表有Dickinson的中央-中间-外缘三地带说、Perroux的增长极理论、Fredmann的核心-边缘理论、Gottmann的大都市带理论、Peter Tay-

lor的世界城市和Peter Hall的多中心城市论等,各自从集聚与扩散、吸引与辐射、等级与结构、不平等发展关系等角度探讨城市与腹地关系。与理论成果渐趋丰富形成对照,腹地界定方法也大致分类为3种,即经验判断法、模型分析法和GIS模拟法^[4-6],后两种可称为定量法。经验判断法主要依据区域间的各种“流”(人员、货物、技术、信息、资本)的计算来划分城市影响腹地。实际操作中,由于“流”数据获取较难,数据精度无法保证,且指标间的关系复杂、数据量大,灵活性不强,一般只能将其作为检验和补充手段。模型分析法多借助城市相互作用的引力模型及其改进的模型,采用某几项具体指标通过数学运算来划定城市腹地范围。近年来,GIS技术逐渐成为界定城市腹地空间范围的有效手段。

国内腹地界定研究虽起步较晚,但在从定性描述到定量划分的转换过程中得到了快速发展^[7-9],且逐渐形成了自己的特色。钟业喜^[10]、邱岳^[11]、王丽^[12]、辛红^[13]等学者们对断裂点方法、Voronoi图理论、Huff概率模式、场强模型等均进行了改进和发展,并在具体的案例研究中得到应用和推广。然

收稿日期 2013-11-07;修回日期:2013-11-29.

基金项目 国家自然科学基金项目(41061017,41361040);西北师范大学青年教师科研能力提升计划项目(SKQNYB12021)。

作者简介 潘竟虎(1974-),男,甘肃嘉峪关人,博士,副教授,研究方向为空间经济分析。E-mail:panjh_nwnu@nwnu.edu.cn

而,由于受城市腹地界定的复杂性、不确定性和人为性因素的制约,目前的研究尚存在许多不足:(1)指标选取上,衡量城市综合实力时多用非农业人口、总人口或简单几个指标,难以反映城市实际竞争力。(2)研究方法上,广泛采用的引力模型计算过程较为主观,而加权Voronoi图的计算过程复杂,且结果缺乏有效解释;场强模型则往往视空间为均质面,摒弃了场在空间扩展的各向异性。(3)研究时段上,基于某一年份的静态研究多,城市腹地空间格局的动态演变研究少。

随着信息化和全球化浪潮的加剧,世界经济逐渐由“地点空间”向“流空间”转换^[14-15],中心城市的外围区域往往被多个城市所争夺和影响,其腹地空间则不可避免地与其他城市的腹地范围存在各种联系。当前,中国城镇化正快速推进,各中心城市均不同程度地得以壮大,地方保护等行政壁垒在区际联系中的障碍不断削弱,加之区域交通和通讯条件持续优化,城市腹地的空间场能日益增强,必将主导未来区域人口、产业集聚程度和推进形成区域空间新格局^[16]。本文提出了一种新的城市腹地划分方法,即以区域可达性和空间场能测算为基础,引入水文分析模型自动提取城市的影响腹地范围,并以河南省地级城市为例,实证划分了1991年和2010年各城市的腹地影响范围,分析了腹地空间形态动态演变特征,为丰富城市腹地界定方法,为有关区域开展城市规划、区域规划和城市经济区划分等提供借鉴。

2 研究方法 with 数据

2.1 方法与模型

2.1.1 城市结节性指数测算

Christaller的中心性(Centrality)表达相对重要性,结节性(Nodality)则强调绝对重要性^[17],因此,本文选择城市结节性代替中心性。以地级市作为基本评价单元,这是考虑到我国的市管县体制对地级市规模与辖县范围未作明确规定,在现实规划等操作中问题较为突出。充分考虑对城市结节性现状和潜力影响因素,按照客观性、综合性、数据可获得性和易操作的原则,建立含5个一级指标(城市经济规模、社会发展、科技教育、设施规模、生态环境)和16个二级指标(生产总值、固定资产投资额、财政收入、社会消费品零售额、城镇人口、人均GDP、公

共图书馆藏书、医生数、科研技术人数、高等学校在校学生数、建成区面积、货运总量、邮电业务总量、用电总量、建成区绿化覆盖率、人均公共绿地面积)的指标体系。

采用离差标准化方法对原始指标进行标准化处理,公式为:

$$X_{kj}^{\otimes} = \frac{X_{kj} - \min(X_j)}{\max(X_j) - \min(X_j)} \times 100 \quad (1)$$

式(1)中, X_{kj}^{\otimes} 为第 k 个城市第 j 个指标标准化后的值; X_{kj} 为第 k 个城市第 j 个指标的初始值; $\max(X_j)$, $\min(X_j)$ 分别表示所有城市中第 j 个指标的最大值与最小值。

按照特征值大于1的原则提取因子,进行方差极大化旋转,将选取的主因子的特征值加权累加得到研究区域内各城市的结节性指数值,其公式为:

$$Z_k = \sum_{i=1}^M \left(A_i \times \sum_{j=1}^{16} C_{ij} \times X_{kj}^{\otimes} \right) \quad (2)$$

式(2)中, Z_k 为城市 k 的结节性指数; A_i 是第 i 主成分的方差贡献率; M 是主因子个数; C_{ij} 是第 i 个主因子在第 j 个指标上的载荷; X_{kj}^{\otimes} 为标准化后的值。

2.1.2 区域可达性测度

空间可达性采用累积耗费距离方法来获得,以栅格为基本操作单元,通过最短路径法计算每个栅格到某个目的栅格的最短加权距离。计算式为^[18]:

$$A = \begin{cases} \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (C_i + C_{i+1}) \\ \frac{\sqrt{2}}{2} \sum_{i=1}^n (C_i + C_{i-1}) \end{cases} \quad (3)$$

式(3)中, C_i 为第 i 个像元的耗费值, C_{i+1} 为第 $i+1$ 个像元的耗费值; n 为像元数。如在代价表面上以垂直或平行方向计算,采用式(3)的上分式;如在代价表面上对角线方向计算距离,则采用下分式。

采用 500 m×500 m 大小的栅格将河南省栅格化。借鉴“中华人民共和国公路工程技术标准(JTGB01-2003)”和不同时期路网质量,根据表1所设的标准为栅格赋以不同的时间成本值。考虑到河南省实际和数据的便宜,本文只测算了道路的可达性,对道路以外的其他要素(陆地、水域等)均统一以 5 km/h 的步行通行速度来替代。据此,从基础数据库中提取矢量要素赋予成本值后,转换为栅格数据,将不同道路层的时间成本值栅格图叠置运算,获得全域时间成本栅格图。

表1 主要交通方式的道路交通时速与时间成本
Tab.1 Velocity and cost of the cantonal land traffic network

年份	道路等级	铁路	高速公路	国道	省道	县道	其他
1991	速度(km/h)	70	90	60	50	45	5
	时间成本(min)	0.86	0.67	1	1.2	1.33	12
2010	速度(km/h)	120	120	90	80	60	5
	时间成本(min)	0.5	0.5	0.67	0.75	1	12

2.1.3 场能模型

区域空间场能用K阶数据场模型来表征,就中心城市而言,作为区域经济增长极,可用场强来反映其辐射和扩散效应;外围地区则同时受到多个中心城市的叠加作用,引入势能来刻画这种叠加值。其计算式为^[19]:

$$E_{ij}^k = \frac{Z_k}{(D_{ij}^k)^a} \quad (4)$$

$$F_{ij} = \sum_{k=1}^K E_{ij}^k \times \lambda_k \quad (5)$$

式(4)、(5)中, i 和 j 分别为行号和列号,反映外围点(栅格)的空间位置; E_{ij}^k 为外围点(i,j)受中心城市 k 的辐射强度(场强), Z_k 是中心城市 k 的结节性指数; D_{ij}^k 为(i,j)到 k 的距离(区域可达成本值); a 为摩擦系数,取标准值2; F_{ij} 为(i,j)的空间势能; λ_k 为 k 对外围点(i,j)的影响权重,由中心城市结节性指数的相对大小而定。

2.1.4 水文分析模型

分布式水文分析模型在水文空间分析中得到广泛应用,在流域划分中,山脊和山谷分别表示分水线与汇水线,提取山脊线和山谷线的实质也就是提取分水线与汇水线^[20],据此,本文引入该方法来确定城市影响腹地的空间范围。ArcGIS平台内含的Hydro模型是一个开放式、基于COM类的、可扩展的水文分析模型,应用于数字流域划分、水文网络自动生成、水文网络分析、汇流计算、属性更替等分析管理工作。本文将河南省视为水流流域范围,把能综合反映区域社会经济的发展水平与潜力、体现区域发展优势差异的空间场能栅格图视为数字高程模型(DEM),界定省域内各城市的腹地边界的过程实质上就是在由空间点集决定的“地形”(空间场能)中,根据场流方向计算回流量,生成场能河网,持续探寻更高级“山丘”或“洼地”的过程,城市的结节性指数即为点集的属性值。采用Hydro模块对“分水线”和“汇水线”进行提取,所获得的“汇水

线”即为城市影响腹地的边界,依次划分可得到全省城市的腹地范围。

2.1.5 腹地影响范围分析方法

偏移度(城市腹地面积与市域行政面积之比)刻画了城市在区域竞争中拓展腹地或争夺空间的效力,可以反映城市间竞争腹地的特征和方向,可作为行政区划调整的参考。

圆形是城市腹地最高效的外部空间形态,故引入空间形态紧凑度指数来反映城市腹地的空间外部形态,计算式为^[21]:

$$C = 2\sqrt{\pi \cdot A} / P \quad (6)$$

式(6)中, C 为城市腹地的形态紧凑度; A 为腹地面积; P 为腹地的周长。

2.2 数据源分析

本文以1991年和2010年为研究时点,保证了时效性和可对比性。河南省1991年和2010年地级城市分别有12个和17个,为便于比较,两时期都采用17个城市开展研究。基础地理信息数据来源于国家基础地理信息中心1:400万矢量数据;DEM获取自中科院资源环境数据中心数字高程模型数据集(分辨率1 km);交通源数据取自中国地图出版社1992年出版的交通图^[22]和山东地图出版社2011年出版的河南省交通全图^[23];社会经济等数据取自1992年和2011年的《河南城市统计年鉴》^[24]。本文计算出的可达值均为理论可达值,也就是未考虑极端状态(如交通堵塞影响与不同交通方式组合等)的理想状态可达性。在ArcGIS平台下完成矢量化、投影等处理。

样本数据采用KMO和Bartlett球形检验结果显示,1991年和2010年近似卡方值分别为7957.02和7882.87,远大于临界值120;两时期的KMO值分别为0.935和0.873,均大于0.8,说明适宜因子主成分分析。按照特征值大于1和累积贡献率大于85%的原则,1991年提取到3个主因子,特征值分别为11.092、1.780、1.349,累计贡献率为69.32%、78.08%、

85.63%; 2010年提取到3个主因子, 特征值分别为10.598、1.868、1.491, 累计贡献率为66.24%、77.41%、85.23%。按照式(2)计算中心城市的结节性指数。

借助 ArcGIS 的 Cost Weighted 功能, 在耗费图层上计算每个城市的成本加权距离, 求出每个栅格到最近城市的时间, 继而获得整个区域的可达时间成本。按照场强模型, 输入城市结节性指数与可达性时间距离参数, 通过栅格地图代数运算得到17个城市到达空间上任何一点(栅格)的辐射场强, 叠加后生成省域空间场能图。

3 城市影响腹地界定及其空间演变分析

3.1 城市结节性指数

河南省地级城市结节性指数差异显著(图1), 1991年最大和最小结节性指数相差达11.56倍, 前5位为郑州(24.15)、洛阳(12.57)、新乡(8.05)、平顶山(7.54)、开封(7.51), 后3位依次为漯河(2.09)、驻马店(2.29)、周口(2.32)。2010年区域中心城市结节性指数排名有所变动, 前5位分别为郑州(31.30)、洛阳(14.05)、南阳(8.96)、新乡(8.05)、安阳(7.59), 后3位是三门峡(3.12)、鹤壁(3.47)、濮阳(4.24), 最大和最小结节性指数差距缩小至10.03倍。从时间变化上来看, 1991—2010年间河南省地级市结节性指数平均值由6.15增加到7.71, 增长了25.37%。就

增长率空间格局而言, 豫南和豫东各市的结节性指数增长速率较大, 豫中次之, 豫北较小。总体来看, 原以农业为主的城市结节性指数增长最快, 如商丘增长率高达180.86%, 南阳、漯河和驻马店增长率也都在50%以上。究其原因, 由于“地改市”, 市区面积大幅增长是其客观原因; 承接东部产业转移, 经济实力迅速增长是其主观因素。相对而言, 开封和濮阳等老工业城市结节性指数降幅最大, 均在30%以上。

3.2 交通可达性

城市平均可达性是城市到区域内所有栅格所花费时间的平均值, 反映该城市在区域内的交通优势, 值越小, 可达性越好。从单个城市平均可达性来看, 1991年可达性最高的城市是平顶山, 时间为31.38 min, 最低的城市是周口, 时间为59.35 min; 2010年时间成本最低的城市是商丘, 仅需要20.06 min, 最高的是三门峡, 44.23 min。将17个城市可达性图进行叠加, 并设置均值选项, 得到1991年和2010年全省平均可达性空间格局(图2)。图2表明, 研究时段内河南省可达性显著提升, 地级市的平均可达时间成本由1991年的45.41 min缩短到2010年的33.03 min, 减少了12.38 min。从城市可达时间的标准方差来看, 1991年标准方差为17.65, 2010年标准方差为15.94, 缩小了9.69%, 表明全省道路交通网络进一步完善, 地级市总体上可达性有了明显提高。

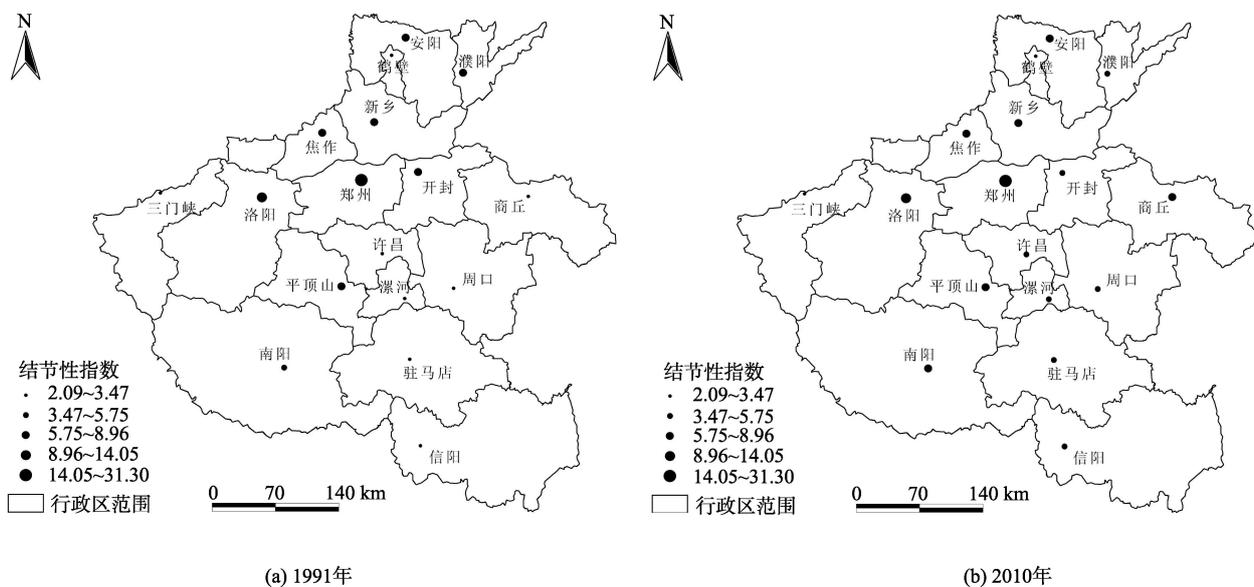


图1 河南省城市的结节性指数分级

Fig.1 Nodality index of cities for different grading in Henan Province

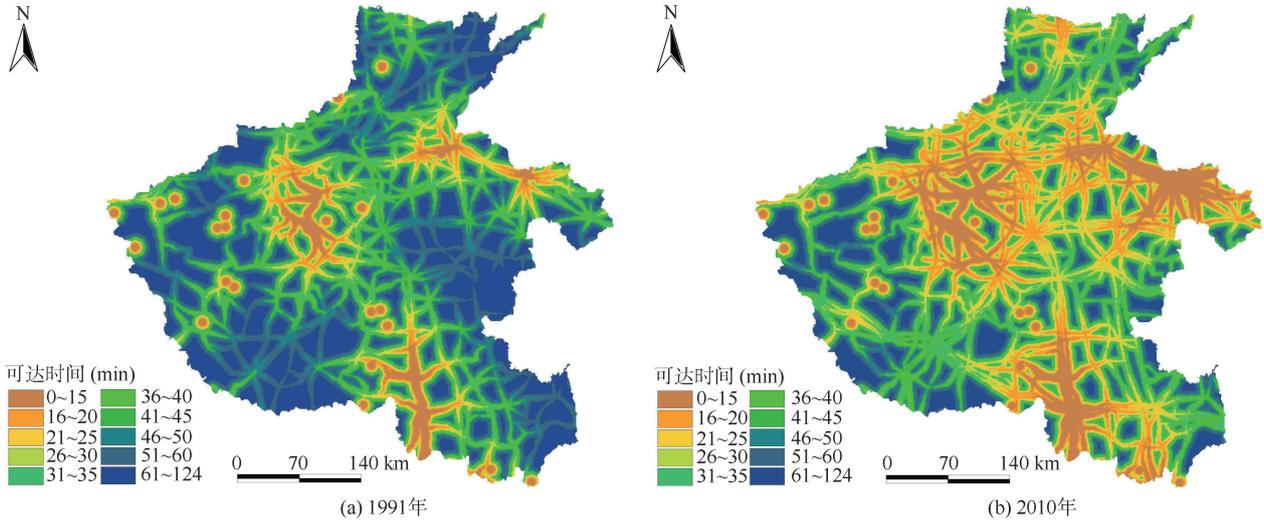


图2 河南省地级城市不同时间圈的可达性分布图
Fig.2 Accessibility distribution in different hour circles in Henan Province

3.3 空间场能

利用 ArcGIS 的空间分析功能计算出河南省地级市的空间场能(势能),结果如图 3 所示。两时期高场能区主要分布在以郑州为中心的中部城市周围,低场能区广泛分布于远离中心城市且交通基础设施不完备的边缘与外围地区。近 20 a 来,河南省空间场能明显提升,1991 年场能平均值为 4064,标准方差为 243,2010 年平均值达 11 759,标准方差为 677,一定程度上反映出经济快速发展的同时,区域异质性特征显著加深。空间场能的空间格局也呈现出以郑州为中心的单核向多极网络状形态演化。此外,空间场能的形态布局与区域中心城市空

间位置,以及道路网络的空间布局高度耦合。从场能平均值来看,两时期场能最高的城市均为省会郑州,最低的城市都是三门峡,焦作的场能提升较快。

3.4 城市影响腹地

3.4.1 腹地范围与形状

图 4 为场强栅格和水文模型划分出的 17 个地级城市的腹地影响范围,与将空间视为均质而划分的腹地相比,其结果更加合理,体现了交通条件与中心城市结节性指数,对于城市腹地扩张的双重影响。河南省各城市腹地面积差异较大,以 2010 年为

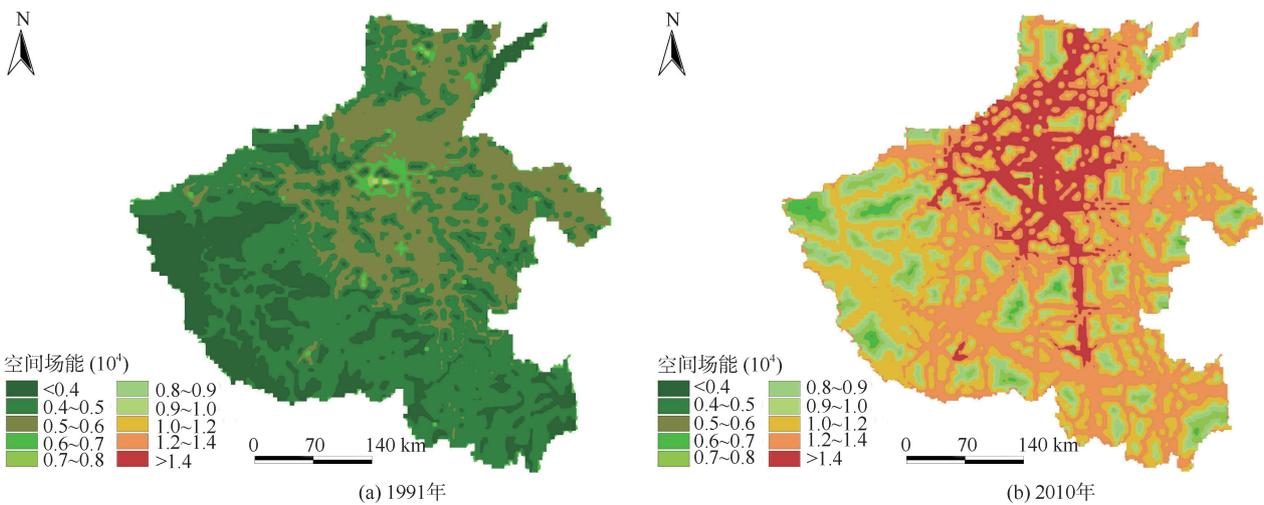


图3 河南省空间场能的分布格局
Fig.3 Spatial pattern of spatial field in Henan Province

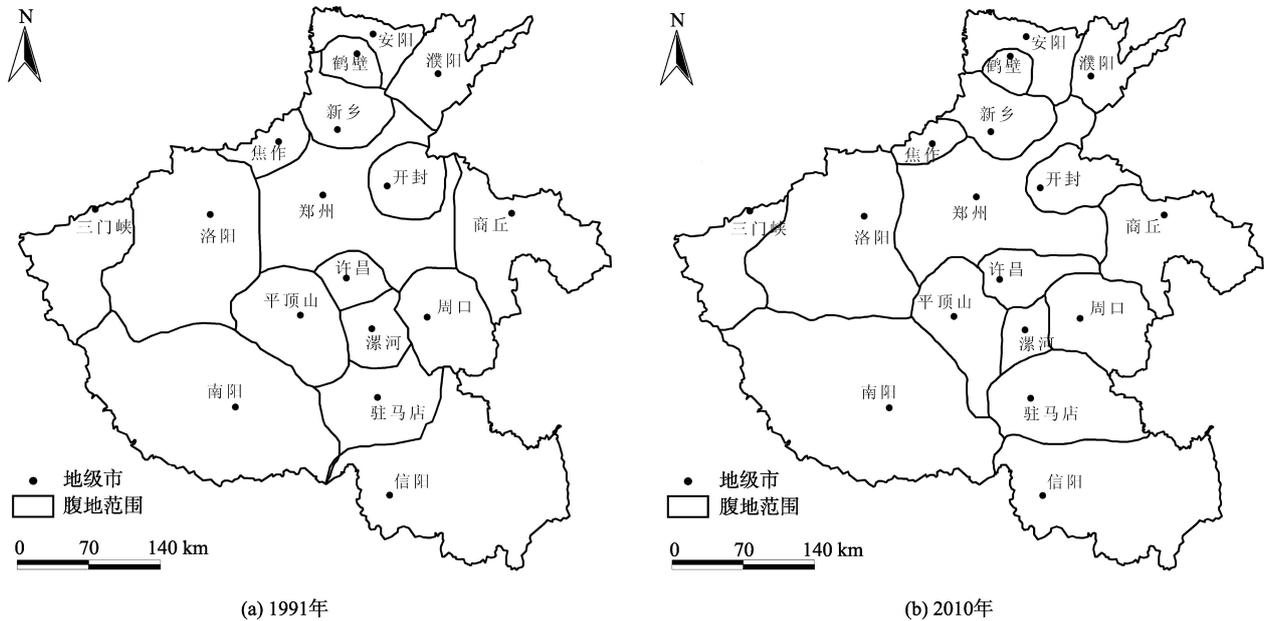


图4 河南省地级城市的腹地范围

Fig.4 Map of urban hinterland area in Henan Province

例,最大和最小城市腹地相差达19.59倍。南阳的腹地面积最大($31\ 708\ \text{km}^2$),其次是周口和洛阳,面积均在 $2 \times 10^4\ \text{km}^2$ 以上;腹地面积在 $1 \times 10^4\ \text{km}^2$ 以上的城市还有郑州、商丘和驻马店。鹤壁的腹地面积最小,仅 $1618\ \text{km}^2$,其次是焦作,腹地面积 $1973\ \text{km}^2$ 。作为全省经济中心的郑州,其腹地面积仅排在第4位(表2)。

从图4可见,城市影响腹地范围的几何形状大致可分为3种(以1991年为例):在人口和经济实力相等情况下的几个城市影响腹地大致以中垂线分界并列分布,如许昌、漯河和驻马店;或者几个城市腹地呈花瓣分布状态,如安阳、新乡和濮阳;在结节性指数有一定差别情况下强对弱影响区域的半包围,如郑州对新乡;在人口和经济实力差别较大情况下强对弱影响区域的全包围,如郑州对开封。以上述基本形状为基础,根据不同的结节性规模和具体的空间分布格局又可衍生出若干影响腹地的几

何图形(以1991年为例):(1)凸透镜形。地处两个较大城市之间的小城市其影响腹地可能为凸透镜形,如介于安阳和新乡之间的鹤壁的影响腹地。(2)新月形。一侧分布大城市,另一侧分布小城市,此种情况下居中的中等城市其影响腹地形状可能为新月形,如介于郑州和南阳之间的平顶山。(3)不规则型。某些城市的影响腹地受周边城市的挤压向不同方向的延伸可能形成不规则型,如郑州和洛阳。

从腹地面积总量变化来看,南阳、驻马店和安阳3市腹地面积增加最大,均在 $2000\ \text{km}^2$ 以上,其中,南阳增加了 $4316\ \text{km}^2$;信阳缩小了 $2715\ \text{km}^2$ 以上,其次是濮阳和三门峡。从腹地面积变化率来看,安阳和许昌增加率均在50%以上,而漯河和焦作减少率均在30%以上。

3.4.2 腹地空间变化

将1991年和2010年城市影响腹地地图进行空间叠置,发现20年间城市影响腹地变化的一些特征:

表2 城市影响腹地范围面积(km^2)

Tab.2 Hierarchy of urban hinterland area

城市	1991年	2010年	城市	1991年	2010年	城市	1991年	2010年
郑州	18271	18595	新乡	5095	5543	商丘	12081	11502
开封	4511	4584	焦作	2855	1973	周口	7646	7960
洛阳	20406	19674	濮阳	6559	4651	驻马店	8030	10371
平顶山	8896	7908	许昌	2700	4156	南阳	27392	31708
安阳	3547	5586	漯河	3673	2458	信阳	22982	20267
鹤壁	2212	1618	三门峡	8622	6976			

(1)随着交通状况的提升和改善,地级以上城市影响腹地形状的主体由1991年的圆形、近圆形、半圆形为主,演变到以月牙形和多边形为主,这一点可以从空间形态紧凑度指数得到印证。1991年,17个城市空间形态紧凑度指数平均值为0.721,标准偏差0.168;为消除边界效应的影响,去除掉处于边界的城市后,紧凑度最大的是开封,达0.928,最小的是郑州,仅0.505。2010年,17个城市空间形态紧凑度指数平均值减小到0.709,标准偏差缩小到0.120,空间形态总体趋于不规则和不紧凑;紧凑度最大的城市是鹤壁,达0.949,最小的仍是郑州,仅0.557。

(2)随着人口、产业逐渐向中等城市扩散和集聚,20世纪90年代以农业为主的城市(南阳、驻马店、周口等)普遍赢得了发展优势,增强了结节性,扩展了自身的影响腹地,而传统的资源型城市(平顶山、濮阳、焦作、鹤壁等)腹地则进一步收缩。(3)个别城市的影响腹地有所偏移,更趋近于场能值较高的区域发展中心。如平顶山、许昌、新乡等向郑州所在的中原经济区核心区方向移动。

3.4.3 腹地与行政区

各城市地理位置和所辖行政面积差异较大,因此,直接比较城市间的腹地面积不具有实质意义,本文提出“偏移度”的概念。偏移度计算结果显示,1991年有9个城市的偏移度 >1 ,其中,郑州和鹤壁的偏移度 >2 。偏移度最大的郑州腹地面积是其行政区面积的2.44倍。2010年则只有7个城市的偏移度 >1 ,其中只有郑州的偏移度(2.48) >2 。总体而言,17个城市的平均偏移度由1991年的1.083减小为2010年的1.009,这说明河南省目前的地级市行政区划与经济实际状况总体相符合。两时期偏移度较大的城市主要有两类:“大马拉小车”型(偏移度 >1.5),包括郑州和鹤壁;“小马拉大车”型(偏移度 <0.5),包括焦作和安阳。

4 结论与讨论

本研究将GIS空间分析方法与城市地理学的基本理论相结合,提出了一种新的城市腹地影响范围测度方法,首先对场模型进行改进,以结节性指数代替城市规模值,以栅格耗费距离的可达性代替直线距离,生成空间场,将空间场视为DEM,引入水文模型划分腹地。以河南省为例,界定了其1991年和2010年地级市的影响腹地,并对城市影响腹地的范围和空间形态的演变进行了分析。与前人的

研究相比,本文提出的城市腹地识别方法和技术体系充分考虑了现实的交通网络和城市结节性,且实现了腹地范围空间全覆盖,结果可视性强,实用性好,可快速完成城市腹地的界定和识别。

城市腹地影响范围是多种影响因素综合作用的结果,且具有边界不稳定性。本文的研究只是初步的、探索性的,尚存在许多问题有待进一步探讨:本文只考虑河南省内部城市间对腹地的争夺,而未考虑周边邻近省份大城市对本省城市腹地范围的影响;研究中只涉及到省域内的陆路交通系统,航空和水路交通的影响则未能考虑。涉及腹地空间演化的模式和动力机制等均有待进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 王德,项昂.中心城市影响腹地的动态变化研究[J].同济大学学报(自然科学版),2006,34(9):1175-1179.
- [2] 钟业喜,陆玉麒.基于空间联系的城市腹地范围划分——以江苏省为例[J].地理科学,2012,32(5):536-543.
- [3] Reilly W J. Methods for the study of retail relationships [M]. Austin: University of Texas,1929:1-9
- [4] Green F H W. Urban hinterland in England and Wales: An analysis of bus services[J]. The Geographical Journal, 1950,116(1):64-81.
- [5] Zook M A, Brunn S D. Hierarchies, regions and legacies: European cities and global commercial passenger air travel[J]. Journal of Contemporary European Studies, 2005,13(2):203-220.
- [6] Liu L C, Dong X F, Chi S Q. Quantitative delimitation of metropolitan area based on the synthetic method and GIS technology, a case study in Lanzhou Metropolitan Area [J]. Journal of Urban Planning and Development, 2010, 136(4):357-364.
- [7] 吴国玺,阎卫阳.基于加权Voronoi图的河南省城市影响区研究[J].城市发展研究,2009,16(1):55-59.
- [8] 梅志雄,徐颂军,欧阳军.珠三角城市群城市空间吸引范围界定及其变化[J].经济地理,2012,32(12):47-53.
- [9] 姜晓丽,张平宇.基于Huff模型的辽宁沿海港口腹地演变分析[J].地理科学,2013,33(3):282-290.
- [10] 钟业喜,陆玉麒.城市影响区格局分析的定量方法——以江西省为例[J].长江流域资源与环境,2010,19(5):480-486.
- [11] 邱岳,韦素琼,陈进栋.基于场强模型的海西区地级及以上城市影响腹地的空间格局[J].地理研究,2011,30(5):795-803.
- [12] 王丽,邓羽,刘盛和,等.基于改进场模型的城市影响范围动态演变——以中国中部地区为例[J].地理学报,2011,66(2):189-198.
- [13] 辛红,林涛.基于公路网可达性的浙江省城市腹地划分研究[J].上海师范大学学报(自然科学版),2012,41(6):617-624.
- [14] 关兴良,方创琳,罗奎.基于空间场能的中国区域经济发展差异评价[J].地理科学,2012,32(9):26-36.

- [15] 刘卫东,陆大道. 新时期我国区域空间规划的方法论探讨[J].地理学报,2005,60(6):894-902.
- [16] 鲁莎莎,关兴良,王振波.基于可达性与数据场的长三角经济区空间场能[J].地理研究,2013,32(2):295-306.
- [17] Preston R E. Two centrality models[J]. Yearbook of association of pacific coast geographers, 1970,32:59-78.
- [18] 靳诚,陆玉麒,张莉,等.基于路网结构的旅游景点可达性分析——以南京市为例[J].地理研究,2009,28(1):246-258.
- [19] 闫小培,林彰平. 20世纪90年代中国城市发展空间差异变动分析[J].地理学报,2004,59(3):437-445.
- [20] 吴扬,汪珠.基于GIS的城市影响腹地划分研究——以长三角为例[J].云南地理环境,2008,20(6):45-50.
- [21] Gordon P, Richardson H. Are compact cities a desirable planning goal?[J]. Journal of the American Planning Association, 1997,63(1):95-106.
- [22] 陈振华.中国分省公路交通地图集[M].北京:中国地图出版社,1992:69-72.
- [23] 山东地图出版社.河南及周边省区交通旅游地图册[M].济南:山东地图出版社,2011:1-24.
- [24] 河南城市社会经济调查队.河南城市统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2011:46-295.

Delimitation and Evolvement of Urban Hinterland Area in Henan Province Based on Spatial Field and Hydrologic Model

PAN Jinghu* and DAI Weili

(College of Geographic and Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Regional development depends on central cities and their hinterlands which supply resources for the economic activities of cities. Therefore, a reasonable delimitation for hinterland and the analysis of its spatial pattern are needed not only to present an approach for studies on urban economic region, but also provide the basis for regional decision making. Due to the significant advantages of a clear understanding of the interrelationship between city and its hinterland, as well as between city and city, the study on urban hinterland is becoming a highlight in regional research. However, to date, there is not an efficient and credible methodological system and techniques to identify the urban hinterland area in China. This research investigates the potential of a computerized identification method supported by geographic information techniques to provide a better understanding of the distribution of urban hinterland. It improves the traditional field models from two aspects, which are “composite nodality index” and “regional accessibility”, in order to delineate urban hinterland area more reasonably. The principal components analysis method along with the indicators system were used to calculate urban nodality index. With the application of raster cost weighted distance method and k-order data fields, this paper attempts to comprehensively measure the regional accessibility and the spatial field of 17 cities at the prefecture level in Henan Province. Furthermore, this paper delimits the urban hinterlands in 1991 and 2010 by using the hydrologic analysis model. At last, the dynamic evolution characteristic of urban hinterland area was investigated in three perspectives: area levels, spatial morphology and spatial relationship between the urban hinterlands and the administrative districts. The results indicate that the accessibility condition keeps improving and the average accessibility is 45.41 min and 33.03 in 1991 and 2010 respectively, which is improved by 12.38 min. Spatial field have been increasing significantly from 1991 to 2010, and the spatial difference of spatial field appears to be remarkable. The whole pattern of the urban hinterland area in Henan Province has not changed much. The hinterland in Nanyang City had the largest increase in its area, while the hinterland area of Xinyang City shrinks most. With regard to the change ratio of urban hinterland area, Anyang City has the largest increasing ratio, while Luohe City had the largest decreasing ratio. Zhengzhou City has the largest deviation rate between its urban hinterland area and its administrative area.

Key words: urban hinterland; urban spheres of influence; spatial field; accessibility; hydrologic model; Henan

*Corresponding author: PAN Jinghu, E-mail: panjh_nwnu@nwnu.edu.cn