

杨晓俊, 朱凯凯, 陈朋艳, 等. 基于渗透原理的农民工城市空间融入变化规律研究[J]. 地理科学, 2018, 38(4): 504-510. [Yang Xiaojun, Zhu Kaikai, Chen Pengyan et al. The Spatial Variation of Migrant Workers' City Integration Based on the Principle of Penetration. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(4): 504-510.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2018.04.003

基于渗透原理的农民工城市空间融入变化规律研究

杨晓俊, 朱凯凯, 陈朋艳, 郭文浩

(西安外国语大学旅游学院人文地理研究所, 陕西 西安 710128)

摘要: 根据2015~2016年对西安市区农民工调查和访谈的1 200份问卷为基础, 结合渗透原理, 借助数理统计方法, 构建城市空间网络节点模型, 分析城市融入动态变化规律。研究得出: ① 农民工城市空间融入具有渗透和排斥规律, 其影响因素涉及软差异实力与硬差异实力在城市空间网络节点上渗透力与排斥力相互作用; ② 该综合作用的阈值决定农民工在城市空间网络节点上的迁移与逗留时间; ③ 理论数据仿真测试表明基于同心圆理论的城市空间网络节点模型(Logistic)符合农民工城市融入动态位移特征, 对城市空间和谐发展有着积极的启示意义。

关键词: 农民工; 城市融入; 渗透原理; 城市空间网络节点; 排斥力与渗透力

中图分类号: K901.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2018)04-0504-07

随着中国社会转型(工业化与城市化)的发展, 农民工城市融入问题日益突出。特别是城市发展面临产业结构演进、经济实力跃进所形成的不同阶层生活空间的挤压与缺失, 区域发展的福利差异所导致居住社会环境差异、生活方式行为对抗等一系列城市社会空间问题。

针对农民工城市融入问题, 国内外目前存在3种研究范式: 地位结构观范式、网络结构观范式以及制度结构观范式。针对该3种范式, 不同学者分别从统计学、人文地理学、环境心理学等角度进行了深入而广泛的研究。从时代性、社会整合、社会分层、社会流动、社会网络角度等不同视角展开研究^[1~6], 得到影响农民工城市融入的主要问题涉及经济制度、社会制度以及社会文化问题^[6,7]。其中经济制度主要体现在城乡二元化结构的差异导致薪酬不公, 制度问题主要是户籍制度和土地制度所影响的身份确定; 而社会文化问题主要是认同感差异、文化背景差异所引起的空间冲突和需求缺失问题。这些研究为快速城镇化背景下促进农业转移人口市民化提供了广阔的人本化思维。但相关理论只是定性层面的研究, 缺乏统计建模量化分析, 从而得到的指标缺乏普遍的适用性。

对农民工城市融入问题的微观研究发现, 个人特征和家庭变量对于迁移决策和时间的影响不同^[8~13]; 社会关系网络和迁入地生活、工作信息对于潜在的迁移者至关重要^[8]。因此研究表明: 农民工城乡迁移存在个体人群社会认同感、时段影响、代际差异、地域分布和迁移内在驱动力差异^[14~18], 并且城市化的制度异化、经济限制、生活隔离、心理排斥等现象^[16~19]造成农民工工作空间挤压和生活空间剥夺等问题。需要从“城市融入”和“社会融入”来推进农民工深度城镇化融入的进程。本文在已有结论的基础上, 分析软差异实力与硬差异实力影响因素, 通过城市空间网络节点能级图模型, 借助随机统计方法, 从定量的角度研究农民工在城市空间网络节点动态迁移及逗留规律, 并给出农民工城市融入的建议与对策。

1 城市空间融入模型建立

1.1 城市空间网络模型建立

本文以西安市9区4县为案例地, 以2015年11月~2016年3月3次调研的1 200份调查问卷和实际访谈数据为依据, 结合国内外学者研究成果, 将农民工城乡迁移存在个体人群的重要影响因

收稿日期: 2017-05-10; 修订日期: 2017-08-23

基金项目: 国家社会科学基金项目(13XSH017)资助。[Foundation: National Social Science Foundation of China (13XSH017).]

作者简介: 杨晓俊(1970-), 女, 陕西宝鸡人, 副教授, 主要从事城市、社区规划研究。E-mail: yangxiaojun@xisu.edu.cn

素,即社会认同感、时段影响、代际差异、地域分布和迁移内在驱动力概括为硬差异实力;城市化的制度异化、经济限制、生活隔离、心理排斥等造成农民工工作空间挤压和生活空间剥夺等因素归结为软差异实力^[6~8]。同时,为了研究农民工在城市空间融入的直观性,将农民工在城市借助于就业汲取资源过程等效为农民工镶嵌在城市空间网络某个节点,将城市网络空间节点等效为一簇同心圆能级图。农民工从高层能级向低层能级跃迁的过程等效为农民工在城市空间的渗透过程,将该过程定义为渗透原理,其包括4个层面的内容:① 能级层上节点对应的资源定义为能级资源量,渗透过程等效为获取资源量过程;② 农民工在城市空间渗透过程取决于软差异实力与硬差异实力的综合作用;③ 渗透过程体现为农民工在城市空间网络节点上的3种不同状态,即城市渗入、迁移以及逗留状态;④ 渗透过程伴随跃迁过程,能级层之间跃迁差值随着能级的增高呈现指数变化趋势。

为了分析软差异实力与硬差异实力对农民工在城市融入渗透与排斥过程的影响,建立农民工城市融入影响因子相关系数表(表1)。

表1 农民工差异实力因子相关系数

Table 1 Correlation coefficients of peasant workers different strength factors

相关因子	工种	年龄	距离	收入	认可度	信任度	逗留时间
工种	1	0.6	0.1	0.6	0.7	0.4	0.8
年龄	0.6	1	0.7	0.7	0.5	0.7	0.7
距离	0.1	0.7	1	0	0.1	0	0.6
收入	0.6	0.7	0	1	0.9	0.85	0.83
认可度	0.7	0.5	0.1	0.9	1	0.8	0.83
信任度	0.4	0.7	0	1	0.8	1	0.9
逗留时间	0.8	0.7	0.6	0.85	0.83	0.9	1

在分析调查问卷的过程中,对相关数据进行如下的统计预处理:① 确定各个指标数据范围,去掉最大值与最小值提高数据稳定性;② 对各自影响因子进行相关分析,得到该数据协方差矩阵,从而使得研究软差异实力与硬差异实力与诸多影响因子之间建立相互关系;③ 在考虑相关性同时,充分考虑人的行为感知与心理感知影响,采用聚类机器学习方法(R语言)分别给各个指标赋值,借助多元线性回归方法^[20]得到各数据指标之间的

相关性,相关关系包括强相关(表示各指标之间的相关性很强,对农民工在城市空间网络节点渗透力的促进作用很强)、弱相关(表示各指标之间的相关性弱,对农民工在城市空间网络节点渗透力的促进作用很弱或者没有)和负相关(表示各指标之间相互冲突,对农民工在城市空间网络节点渗透具有阻碍作用)。相关性体现在软差异实力、硬差异实力的诸多指标之间以及软差异实力、硬差异实力指标内部之间。相关性随着时间不同、地域不同以及农民工个体不同呈现复杂的对应关系。

基于渗透原理,农民工在城市社会生活空间融入过程表现出渗透或迁出的双向位移特征。从图1可以看出,每个节点对应于一个状态,节点所处的同心圆称之为资源能级层次,该层次用能级半径表示,能级层次所具备的资源称之为能级资源量。半径越大,能级层次越高,但能级资源量越少,农民工渗透阻碍较小;相反半径越小,能级层次越低,能级资源量越大,农民工渗透过程阻碍将会加大。

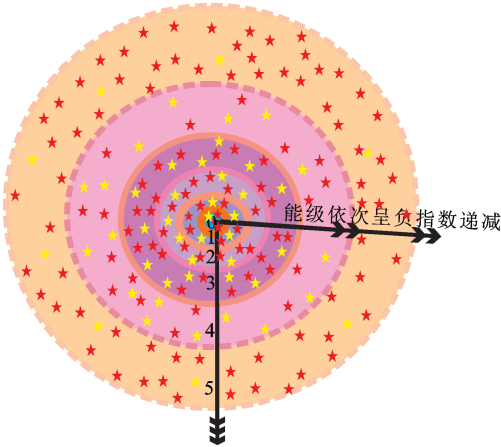


图1 农民工在城市空间网络节点上的能级渗透示意图

Fig.1 The osmotic level of peasant workers in urban space network nodes

1.2 软硬差异实力对农民工城市网络节点变化分析

根据城市空间融入因素,将软差异实力(制度异化、经济限制、生活隔离、心理排斥以及人与人精神纽带)的制约因素分别赋予归一化权重 u_i , $i=1,2,...N$, N 为软差异实力因子个数。

$$u_1 + u_2 + ... = 1$$

相应的硬差异实力(个体人群社会认同感、时段影响、代际差异、地域分布和迁移内在驱动力)

制约因素权值分别表示为 $v_j (j=1, 2, \dots, M)$, $v_1 + v_2 + \dots + v_M = 1$, M 为硬差异实力因子个数。

不同城市空间,不同农民工所指派的权重因子不同,对于不同农民工个体软差异实力与硬差异实力分别定义为 $a_i (i=1, 2, \dots, n)$ 与 $b_j (j=1, 2, \dots, m)$, n, m 为个体农民软、硬差异实力因子个数;研究表明,农民工城市融入能力取决于在城市空间网络某个节点上渗透力与排斥力的综合作用;该综合作用决定农民工在该节点上动态迁移与逗留时间。对于能级图上所示的每一个节点,当渗透力大于排斥力时,农民工会跃迁至高级能级图,即在能级较高节点上获取资源;体现为农民工融入城市程度加深;当渗透力小于排斥力时,农民工就会在低能级空间节点上就业,获取资源就会减少,渗透过程出现障碍;当渗透力与排斥力差值在一定阈值范围内时,农民工在城市空间网络节点上出现逗留现象,即达到稳定状态。

随着城市竞争力的增强,城市空间网络节点上渗透力与排斥力就会加剧。为了进一步分析软差异实力与硬差异实力对排斥力与渗透力相互作用影响,定义表达如下,即

$$\begin{aligned} Q(a, b) &= \sum_{i=1}^N a_i u_i + \sum_{j=1}^M b_j v_j \quad \max Q(a, b) \\ \text{subject to } &a_i \geq 0, b_j \geq 0, u_i \geq 0, v_j \geq 0 \quad (1) \\ &u_1 + u_2 + \dots = 1, v_1 + v_2 + \dots = 1 \end{aligned}$$

式中, $Q(a, b)$ 表示农民工在城市空间网络节点上软差异实力与硬差异实力的综合值, a, b 分别表示农民工软差异实力与硬差异实力具体数值, u, v 分别表示对应于农民工软差异实力与硬差异实力归一化的权值。该综合值反映农民工在城市空间网络节点上渗透力与排斥力相互作用程度,蕴含农民工通过自身努力在城市空间网络节点上谋求一个位置的难易程度。

若农民工在城市空间网络节点上渗透力与排斥力差值大于该节点上对应的上限阈值,农民工就会从该节点所在同心圆层级渗透到距离中心更近层级;如果渗透力与排斥力差值大于该节点上对应下限阈值,农民工会从该节点所在能级层迁移至距离中心较远能级层;若渗透力与排斥力阈值大于下限阈值并且小于上限阈值,农民工会逗留在该节点上,暂时趋于稳定平衡状态。一般情况而言,农民工渗透过程很艰难,需要付出更多的体力、智力的支持。但在特殊情况下,农民工在软

差异实力与硬差异实力某个具体的指标进入了极端的状态,例如有特殊的擅长或者特殊的天赋,如体育才能、超群的手艺,民间艺术等,使得农民工在城市空间网络节点上出现跨越式的跃迁现象。所以,渗透力与排斥力差值决定农民工在城市空间网络节点上动态变化规律,大量数据测试表明,该差值与农民工在城市空间某网络节点上逗留时间呈现负指数型变化。

$$\tau \propto \exp(-\|O(t) - I(t)\|), \|O(t) - I(t)\| \leq \varepsilon \quad (2)$$

式中, \propto 表示成正比比例, $O(t)$ 、 $I(t)$ 分别表示渗透力与排斥力, ε 为农民工在城市空间网络节点上的渗透力与排斥力相互作用的阈值,该阈值决定着农民工在该节点上的平均逗留时间。

2 农民工在城市空间网络节点上动态变化统计规律分析

对于农民工而言,能否在城市某个岗位就业,等效为农民工镶嵌在城市空间网络某个节点上。在该节点上,由于受到软差异实力与硬差异实力相互影响,农民工在城市空间网络上的位移具有动态变化特征。为了从定量角度分析位移特征与统计特性,定义农民工在城市空间的渗透力与排斥力之比为:

$$\rho(t) = \frac{O(t)}{I(t)} \quad (3)$$

式中, $O(t)$ 渗透力, $I(t)$ 排斥力, t 表示时间(以年为单位), $\rho(t)$ 表示在一段时间内农民工在城市空间渗透与排斥比率,该指标表示该农民工城市融入成本高价化、进程断裂化的现状。实验数据测试表明:排斥力与渗透力服从负指数分布规律,农民工在某固定的时间段内,从高层次能级向着低层次能级上渗透,所渗透的农民工数量服从速率为 λ 泊松分布,同时迁移出该能级层的农民工人数服从速率为 β 泊松分布。而且随着能级层的增大,该速率呈现如下规律:

$$\text{渗透速率参数 } \lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_n \quad (4)$$

$$\text{迁移速率参数 } \beta_1 > \beta_2 > \dots > \beta_n \quad (5)$$

式中, n 表示能级层数。随着能级层次减小,渗透难度加大,排斥力呈现正指数级别增长,导致低能级层次向着高能级层次迁移的农民工数量增大。当且仅当排斥力与渗透力差值处于一定阈值范围之内时,农民工在城市空间网络节点上呈现逗留状态。

所以,农民工在城市空间的渗透力与排斥力之比 $\rho(t)$ 有如下的3种情况,即

$$\rho(t) = \begin{cases} > 1 \\ = 1 \\ < 1 \end{cases} \quad (6)$$

如果 $\rho(t) > 1$, 即渗透力大于排斥力, 表示该农民工通过提升自身的软差异实力, 在城市空间网络某节点上获取了对应于该能级层的能级资源量; $\rho(t) < 1$ 农民工在城市发展受到限制, 被迫在城市空间网络节点上发生迁移; $\rho(t) = 1$ 表示农民工在城市空间的排斥力与渗透力差值落在一定的阈值范围内, 农民工在城市空间网络节点上处于平衡状态, 如图2所示。

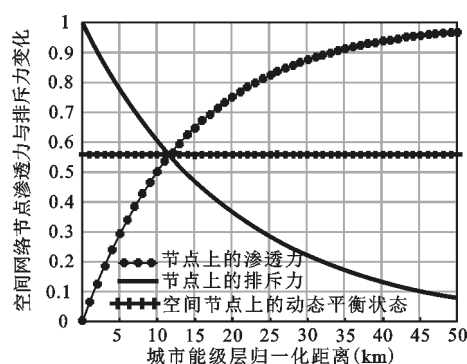


图2 农民工城市空间渗透力与排斥力动态平衡

Fig.2 The equilibrium between penetrability and exclusiveness of migrant workers in urban space

城市空间网络节点上渗透力作用曲线表明, 离城市中心越近, 呈现指数级别增长, 渗透至城市中心空间人数减少, 对于城市空间网络节点而言,

农民工能否嵌入该节点, 取决于自身的软差异实力与硬差异实力。排斥力变化曲线表明, 离中心越近, 排斥力越大。随着时间推移, 农民工逐渐提高自身综合能力, 软差异实力与硬差异实力增强, 会渗透到适合自己的空间网络节点上。动态平衡曲线表明, 农民工渗透力与排斥力达到动态平衡时, 当且仅当到达平衡点时, 农民工在城市空间网络节点上处于动态平衡状态, 即融入城市某个空间。由于农民工的个体差异, 其渗透力与排斥力对应的时空差异较大, 所以这3条曲线的数值是动态变化的。对于一个城市而言, 真正融入的并不是农民工的整体, 而是部分软硬差异实力接近城市居民的人群。

3 软硬差异实力内在因素对农民工城市空间迁移影响

根据调查问卷测试, 经济收入与期望值的差距、生活隔离、心理排斥以及人与人精神纽带的制约以及制度异化、城市公共设施、城市文化包容性、城市安全感以及城市舒适度等因素组成软差异实力。分别对这些影响指标进行编号1~12, 如图3a横坐标所示。从图3a变化曲线可以看出: 精神纽带的制约以及制度异化对农民工在城市空间的影响最大, 这也是农民工城市融入最重要的因素之一。城市的文明程度高, 各项福利制度健全, 公共服务设施完善, 该城市的农民工接纳力就越强。相反城市的各种制度不健全, 人文环境差, 社会包容度不够, 该城市对农民工的接纳力就弱。

硬差异实力包括个体人群社会心理认同感、家庭与城市的距离、子女教育、老人抚养、自己出

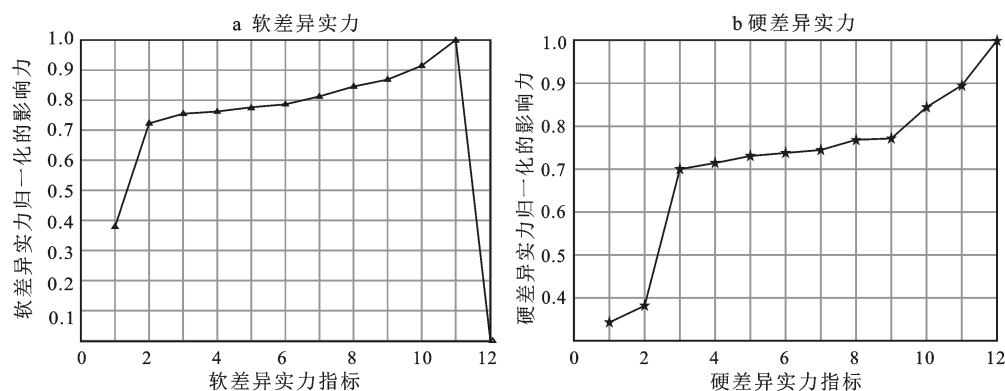


图3 软硬差异实力对农民工在城市空间网络节点移动影响

Fig.3 The influence of soft and hard difference strength on the movement of migrant workers in urban space

生地生活习惯和所在城市生活习惯的差异、城市生存压力承受能力、城市渗透能力、自身发展学习能力、周围朋友外在影响、时段影响、代际差异、地域分布、个体人群社会心理认同感、迁移内在驱动力差异等。对以上进行编号1~12,如图3b横坐标所示,这些指标对农民工在城市空间网络节点的影响力不同,其中个体人群社会心理认同感对农民工在城市空间网络节点移动影响最大。

基于以上的分析,对于某个特定的城市,根据式(1),由此给出该城市农民工在空间网络节点上的渗透力模型,分别给 Q 中的系数 a_i 和 b_j 根据图3赋值, u_i 和 v_j 分别表示被无条件抽样调查中绝对人数,得到的 Q 值就是农民工在该城市空间的网络节点上变化过程。

4 农民工在城市空间网络节点上逗留时间统计分析

为了研究农民工在城市空间网络节点上的逗留时间,本研究设数批次(能级图的各同心圆)的农民工在城市空间各节点上离开时刻为 $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$, $T_1 = \tau_1, T_2 = \tau_2 - \tau_1, \dots$,令根据随机过程的理论,统计量 $T_n = \tau_n - \tau_{n-1}$ 服从泊松过程,而且时间间隔是无记忆的并服从负指数分布。则 T_1, T_2, \dots 是相互独立同分布的随机变量,设 $N(t)$ 表示时间间隔 $[0, t]$ 内到达该城市空间网络节点的农民工的数量,即

$$N(t) = \sup\{n | T_1 + T_2 + \dots + T_n \leq t\} \quad (7)$$

显然, $\{N(t), t \geq 0\}$ 是一个动态位移过程^[9],该过程模拟农民工在城市的数量变化过程。为了得到对应于某个城市一段时间内农民工数量的变化规律,则该位移函数为:

$$m_N(t) \Delta E\{N(t), t \geq 0\}, t \geq 0 \quad (8)$$

城市不同发展时期农民工城市融入呈现不同动态位移特征,由最初的大量涌入到后期的渗透与

迁出交错更替。特别是随着人工智能技术、大数据的信息产业发展,农民工在城市各个能级层上的位移呈现复杂动态更新过程,并且更新速度将会加快,为了表示更新过程,引入了如下随机变量,即

$$m_N(t) = F(t) + \int_0^t m_N(t-s) dF(s) \quad (9)$$

式(9)表示农民工在城市空间网络节点上的更新函数,满足更新方程, F 表示更新时间间隔的分布函数, s 为更新时间。

随着时间的增大,更新的速率表示为

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{m_N(t)}{t} = \frac{1}{\mu} \quad (10)$$

式中, $\mu = ET_i$ 时间间隔的数学期望^[21]。

根据西安市区以及周边城市调查问卷数据,本研究根据公式(10)得到的农民工在城市空间网络节点上的逗留时间估计值(表2)。

表2中,渗透力比与排斥力比分别表示归一化的渗透力与排斥力的值,表2表明城市发展各个阶段的水平层次决定着城市空间网络节点上农民工的动态位移变化。其渗透力与排斥力受城市经济、文化、社会以及生态因素的综合作用影响;根据公式(10)计算对应各个能级层节点上的平均逗留时间,从数据可以看出,随着能级层半径的增大,逗留时间增大。该平均值与城市空间网络节点上的排斥力与渗透力相差阈值呈现指数型变化规律。在科技进步发展的时期,技术进步导致农民工在城市网络空间节点上平均逗留时间有缩短的趋势。此外,进一步的数据分析显示:基于农民工在城市空间网络节点上的逗留时间,存在季节性的迁移,影响较大的传统节日,农事活动以及气候因素的影响等,体现为农民工人数双向迁移的速率参数突然增大;同时,农民工在城市空间网络由于排斥力与渗透力此消彼长的综合作用,会在节点附近出现钟摆式的振荡迁移过程,从而导致城市空间网络节点的随机漂移。

表2 农民工在城市空间网络节点上逗留时间

Table 2 Time period of staying of rural migrant workers on city space network node

时间	城市经济发展水平	归一化的渗透力与排斥力的值		各能级层逗留时间(a)				
		渗透力	排斥力	1	2	3	4	5
2002~2005年	增长快速期	1	0.70	0.50	0.80	1.10	2.5	4.2
2006~2010年	增长平稳期	0.85	0.83	0.30	0.60	0.90	2.1	4.0
2011~2012年	增长平稳过渡期	0.78	0.81	0.27	0.60	0.87	2.3	3.8
2013~2016年	增长稳中有降	0.74	0.87	0.35	0.61	0.89	2.4	3.7
2017年~	增长稳中有升	0.78	0.91	0.12	0.60	0.70	2.8	3.6

5 结论

基于渗透原理的农民工城市融入规律体现为城市空间网络节点上的渗透过程;对于每一个资源节点,农民工迁移、渗透与逗留取决于排斥力与渗透力差值,该差值导致农民工在能级渗透图上的迁移方向。渗透过程的强弱取决于软差异实力与硬差异实力相互作用,该综合作用的阈值决定农民工在城市空间网络节点上迁移与逗留的时间;其逗留时间服从更新的随机过程。

对于每一个城市,产业结构合理,人文环境以及生态环境发展良好,则农民工城市空间融入处于动态平稳发展过程。反之,其钟摆式的振荡迁移过程将加剧,折射出城市产业结构的失衡及人文环境的不健全。在此状态下,需要政府协调各方面的资源,提高城市融入的软差异实力,加强对农民工的包容性与接纳性。同时健全各种福利制度,合理引导农民工城市渗透与迁出路径,加大继续教育培训和绿色生态产业发展,拓宽城市多样化的发展模式,实现城市空间融入良性流动和可持续发展。

随着人工智能技术、大数据的信息产业发展,农民工城市空间融入将会更加复杂多变,其动态更新过程体现城乡空间重构,城乡一体化发展趋势,这也是未来研究的热点之一。

参考文献(References):

- [1] Arbaci S. Reviewing ethnic residential segregation in southern European cities:Housing and urban regimes as mechanisms of marginalization[J]. *Housing Studies*, 2008, 23(4): 589-613.
- [2] Van Kempen E T. The dual city and the poor:social polarization, social segregation and life chances[J]. *Urban Studies*, 1994, 31(7): 995-1015.
- [3] Fan C C. Interprovincial migration, population redistribution, and regional development in China:1990 and 2000 census comparisons[J]. *The Professional Geographer*, 2005, 57(2): 295-311.
- [4] 王桂新,潘泽瀚,陆燕秋. 中国省际人口迁移区域模式变化及其影响因素——基于2000和2010年人口普查资料的分析[J]. *中国人口科学*, 2012, 32(5): 2-13,111. [Wang Guixin, Pan Zehan, Lu Yanqiu. China's inter-provincial migration patterns and influential factors: Evidence from year 2000 and 2010 population census of China. *Chinese Journal of Population Science*, 2012, 32(5): 2-13, 111.]
- [5] 李志刚,刘晔,陈宏胜. 中国城市新移民的“乡缘社区”:特征、机制与空间性——以广州“湖北村”为例[J]. *地理研究*, 2011, 30(10): 1910-1920. [Li Zhigang, Liu Ye, Chen Hongsheng. Characteristics, mechanism, and spatiality of neo-migrants' home-place-based communities in China: A case study of Hubei Village, Guangzhou. *Geographical Research*, 2011, 30(10): 1910-1920.]
- [6] 段成荣.省际人口迁移迁入地选择的影响因素分析[J]. *人口研究*, 2001, 25(1):56-61. [Duan Chengrong. Factors influencing choices of in-migrant places in inter-provincial migration. *Population Research*, 2001, 25(1): 56-61.]
- [7] 王桂新.迁移与发展——中国改革开放以来的实证[M]. 北京: 科学出版社, 2005. [Wang Guixin. Migration and development: An Empirical Study of China's reform and opening up. Beijing: Science Press, 2005.]
- [8] 高更和,李新建,乔家君.论中部农区农户打工区位选择影响因素——以河南省三个样本村为例[J]. *地理研究*,2009,28(6): 1484-1493. [Gao Genghe, Li Xiaojuan, Qiao Jiajun. Research on the influencing factors of employment location choice for farm households in agriculture area of Central China: A case study for three sampling villages in Henan province. *Geographical Research*, 2009, 28(6): 1484-1493.]
- [9] Fujita M, Krugman P R, Venables A J. The spatial economy: cities, regions and international trade[M]. Cambridge M A:MIT Press, 1999.
- [10] Peter D. Goldsmith, Kisan Gunjal, Barnabé Ndarishikanye. Rural-urban migration and agricultural productivity: the case of Senegal[J]. *Agricultural Economics*, 2004(31):33-45.
- [11] Fatma Unsal. Globalization and the mid-rank city: The case of Adana,Turkey[J]. *Cities*, 2004,21(5): 439-449.
- [12] Edward W Soja. Seeking spatial justice[M]. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2010.
- [13] Arreola D D. Place making and Latino urbanism in a Phoenix Mexican immigrant community[J]. *Journal of Urbanism*, 2012,5(2-3): 157-170.
- [14] 刘盛和,邓羽,胡章.中国流动人口地域类型的划分方法及空间分布特征[J]. *地理学报*, 2010, 65(10): 1187-1197. [Liu Shenghe, Deng Yu, Hu Zhang. Research on classification methods and spatial patterns of the regional types of China's floating population. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(10):1187-1197.]
- [15] 姚华松,许学强,薛德升. 广州流动人口空间分布变化特征及原因分析[J]. *经济地理*, 2010, 30(1): 40-46. [Yao Huasong,Xu Xueqiang, Xue Desheng. On spatial distribution and evaluative laws of floating population in Guangzhou. *Economic Geography*, 2010,30 (1): 40-46.]
- [16] 耿慧志,沈丹凤.上海市外来人口的空间分布和影响机制[J]. *城市规划*, 2009, 33(12): 21-31. [Geng Huizhi, Shen Danfeng. Spatial distribution and mechanism of migrant population in Shanghai. *City Planning Review*, 2009, 33(12): 21-31.]
- [17] 兰宗敏,冯健.城中村流动人口日常活动时空间结构——基于北京若干典型城中村的调查[J].*地理科学*, 2012, 32(4): 409-417. [Lan Zongmin, Feng Jian. The spatio-temporal structure of migrant's daily activities of village in city: Case of typical villages in city of Beijing, China. *Scientia Geographica Sini-*

- ca, 2012, 32(4): 409-417.]
- [18] 周春山, 边艳. 1982~2010年广州市人口增长与空间分布演变研究[J]. 地理科学, 2014, 34(9): 1085-1092. [Zhou Chunshan, Bian Yan. The growth and distribution of population in Guangzhou city in 1982-2000. *Scientia Geographica Sinica*, 2014, 34(9): 1085-1092.]
- [19] 李志刚, 吴缚龙, 肖扬. 基于全国第六次人口普查数据的广州新移民居住分异研究[J]. 地理研究, 2014, 33(11): 2056-2068. [Li Zhigang, Wu Fulong, Xiao Yang. Residential segregation of new migrants in Guangzhou, China: A study of the 6th census. *Geographical Research*, 2014, 33(11): 2056-2068.]
- [20] Stephen Boyd, Lieven Vandenberghe. *Convex optimization* [M]. Berkeley: Cambridge University Press, 2004.]
- [21] Dror Givon, Panagiotis Stinis, Jonathan Weare. Variance reduction for particle filters of systems with time scale separation [J]. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 2009, 57(2): 424-434.]

The Spatial Variation of Migrant Workers' City Integration Based on the Principle of Penetration

Yang Xiaojun, Zhu Kaikai, Chen Pengyan, Guo Wenhao

(School of Tourism & Research Institute of Human Geography, Xi'an International Studies University, Xi'an 710128, Shaanxi, China)

Abstract: Based on interviews and questionnaires of 1 200 more or less rural migrant workers in the city of Xi'an in the interval between 2015 and 2016, a network node model of urban space (USNN) associated with the statistical model is proposed in this research aiming to understanding the integrating principles of rural migrant workers in cities. With the combination the principle of penetration and the application of mathematical statistics method, the principle of penetration ideas is exploited to analyze the dynamic change process involving in rural migrant workers pouring into the cities and towns. Logistic regression is employed to describe the nodes in USNN of dynamic change process which is determined by the the interactions of penetration force and repulsion force each other, and the difference value between the interactions of penetration force is determined the direction of displacement in USNN. The conclusions and results can be drawn as follows: Firstly, the integration into the urban space of rural migrant workers takes on the phenomenon of penetration and migration, the influence factors involve in the interactions of penetration force and repulsion force which depends on the soft and hard difference potential strength; Secondly, the comprehensive threshold value of penetration force and repulsion force is determined by the time interval of migration and residence. In order to explicitly describe the stochastic process of rural migrant workers integrating into the cites and towns, network node model is established to analyze the data, and the principle of penetration is applied in exploring the urban spatial transition energy level of migrant workers in terms of concentric circle model; concentric circle model is consist of different levels whose value is arranged the energy value varying from the maximum to minimum centered at city logic origin. In addition, the statistical model with respect to rural migrant workers in urban space network level node permeation process is employed. Based on these, concepts of the soft and hard difference strength are defined to analyze interaction process of osmotic force and repulsive force on each node in urban space network. For any arbitrary node, concepts of the soft and hard difference strength are defined to analyze interaction process of osmotic force and repulsive force on each node in urban space network. The time of penetrating and migration; the moving routes well fitted with Poisson update process; Finally, Simulation and theoretical data test results demonstrate that the Logistic statistical model associated with nodes inside the network of urban space based on concentric circle theorem coincides with the dynamic displacement characteristics of rural migrant workers integrating into the cites and towns, which have a positive significant meaning effect on the harmonic development of urban space.

Key words: migrant workers; urban integration; principle of Penetration; urban space network nodes (USNN); penetration force and repulsion force