

# 资源型城市演化阶段识别及其发展特征

卢硕<sup>1,2</sup>, 张文忠<sup>1</sup>, 余建辉<sup>1</sup>, 李佳洺<sup>1</sup>

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所 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; 2. 河南大学黄河文明与可持续发展研究中心, 开封 475001)

**摘要:** 资源型城市作为一类特殊城市, 发展过程具有明显的阶段性特征。本文以灯光影像等数据为基础, 采用门槛面板模型、非参数估计等方法, 从城市空间结构演化角度, 对资源型城市发展阶段进行定量划分, 并分析了不同发展阶段中心城区空间集聚对城市经济增长、城市转型的差异化特征, 揭示了资源型产业对城市空间结构演变的作用以及资源型城市转型关键时间节点和政策着力点。结果表明: 资源型城市空间相对分散, 但不同资源类型城市之间存在较大差异; 采掘业从业人员占比 1.9% 和 31.0% 可以作为资源型城市不同发展阶段的重要标志性指标; 不同发展阶段中, 社会经济要素在中心城区的集聚程度与城市经济增长的相关关系明显不同, 成熟发展期成为资源型城市转型发展的重要转折期。

**关键词:** 空间结构; 阶段性特征; 门槛效应; 资源型城市转型

DOI: 10.11821/dlxb202010010

## 1 引言

资源型城市是以资源型产品生产和输出为主要职能的城市, 在中国工业化过程中做出了巨大贡献, 支撑了中国经济的高速增长。随着中国经济由高速增长向高质量增长转变, 社会经济发展对大宗矿产资源的需求持续降低, 一些资源型城市经过长期的开采资源逐步枯竭, 迫使资源型城市向更可持续的发展方式转型<sup>[1]</sup>。

资源型城市转型很大程度上表现为从一业独大的矿业经济向多元产业融合发展的非资源型经济体系转变的过程, 城市空间结构作为社会经济活动在地理空间上分布的综合反映, 是城市经济活动空间特征的重要表征。对于资源型城市而言, 依托矿产资源的采掘业在城市经济中占据主导地位, 矿产资源在地理空间上随机、分散的分布状况使得采掘业在空间上也呈现分散化的特点, 围绕分散化的采掘业形成多个分散分布的独立工矿区 and 矿业小镇, 使得城市人口、产业等在空间上都较为分散, 从而降低资源型城市中心城区经济活动的集聚程度, 形成较为松散的城市空间结构<sup>[2-4]</sup>。刘云刚对中国资源型城市进行了全面梳理, 结果表明资源型城市空间结构受资源分布的强烈影响, 呈现明显的松散性特征<sup>[5]</sup>; 李国平等通过对煤炭城市抚顺的空间形态研究, 发现抚顺市人口和产业的分散分布形态受自然条件和自然资源的影响很大<sup>[6]</sup>; 赵景海研究表明自然资源分布等因素的影响使资源型城市大多呈现分散布局的城市空间结构, 并且存在有明显的二元城市形态

收稿日期: 2019-04-15; 修订日期: 2020-04-10

基金项目: 美丽中国生态文明建设科技工程专项(XDA23100302); 国家自然科学基金项目(41701128) [Foundation: The Strategic Priority Research Program of the Chinese Academy of Sciences, No.XDA23100302; National Natural Science Foundation of China, No.41701128]

作者简介: 卢硕(1994-), 男, 河南开封人, 硕士生, 主要从事资源型城市发展研究。E-mail: lushuo17@mails.ucas.ac.cn

通讯作者: 李佳洺(1984-), 男, 山西晋城人, 博士, 副研究员, 主要从事经济地理与区域发展。E-mail: lijm@igsrr.ac.cn

与内部结构<sup>[7]</sup>。除资源开采等经济活动外,在“先生产、后生活”的发展导向下,中国资源型城市中心城区服务业发育程度普遍较低,进一步弱化了中心城区集聚能力。而对于非资源型城市而言,国内外学者的实证研究表明集聚经济对于产业效率及城市增长具有显著的促进作用<sup>[8-12]</sup>,在集聚经济的作用下社会经济要素倾向于向城市中心区不断集聚<sup>[13]</sup>,使得非资源型城市中心城区集聚程度较高。宋颢等以33个矿业城市为研究对象,对比其他类型城市发现矿业城市空间形态的紧凑度普遍较低<sup>[14]</sup>,尤其是大庆、淮南等因矿而建的城市,城市内部城镇都是随矿业开采而兴起发展,使得城镇空间分布呈现“点多、线长、面广”的特征。

与非资源型城市在空间结构方面的差异表明,资源型产业已经显著改变了城市发展的路径,使得资源型城市表现出明显的特殊性。目前对于资源型城市演化过程的研究缺乏对于空间结构的关注。资源型城市生命周期理论已经较为成熟,早在1971年卢卡斯等将城市发展分为建设期、雇佣期、过渡期、成熟期,布莱德伯里又进一步增加了衰退期和消亡期<sup>[15]</sup>;贾敬敦等将资源型城市划分为兴起期、繁荣期、衰退期(新生期)3个阶段<sup>[16]</sup>。这些研究都是基于资源型产业兴衰过程对城市进行划分的,本质上是从产业经济这一城市子系统对城市整体进行判断,更重要的是这些划分多是对不同阶段特征进行定性描述,缺少对关键变化节点的定量分析。事实上,资源型城市演化阶段的科学判断对于相关政策的制定和实施都有十分重要的现实意义,如《全国资源型城市可持续发展规划(2013—2020年)》也将中国资源型城市分为成长型、成熟型、衰退型和再生型四种类型,以便进行分类指导<sup>[17]</sup>。

从城市空间结构角度对资源型城市发展演化阶段的量化研究,不仅有助于把握资源型城市发展的科学规律,确定资源型城市形成、发展、转型等关键参数,而且对不同发展阶段特征性规律的分析,对资源型城市转型也具有重要的指导意义。

## 2 数据与方法

### 2.1 数据来源

本文以《全国资源型城市可持续发展规划(2013—2020年)》中确定的126个地市级资源型城市为研究对象。资源型城市采掘业从业人员占比、GDP增长率等社会经济数据来源于2001—2014年《中国城市统计年鉴》以及各省市统计年鉴。城市空间结构的分析计算通常需要城市内部各区域社会经济数据,但是由于地级城市中区县层级的统计数据获取较为困难,尤其是较长时间内连续的社会经济统计数据。因此,研究采用连续的夜间稳定灯光影像数据<sup>[18]</sup>作为城市空间结构测度的基础数据,已有的研究表明灯光与经济活动强度有显著的正相关性<sup>[19-20]</sup>。灯光影像数据来源于国家环境信息中心(NOAA National Centers for Environmental Information),包括未辐射定标的34期夜间稳定灯光影像(1992—2013年)以及3期辐射定标夜间灯光影像(分别是F12\_1999, F14-15\_2003和F16\_2006),从中提取了334个地级行政单元的影像数据。

### 2.2 中心城区空间集中度测算

城市空间结构重点关注中心城区经济活动的集聚程度,借鉴行业集中度等测度方法,构建以灯光数据为基础的资源型城市中心城区空间集中度表征资源型城市的空间结构特征。为了避免由于连续年份灯光影像数据不可比导致测度结果的偏差,首先需要采用不变目标区域法对影像数据进行回归校正和饱和校正<sup>[21-22]</sup>。本文选取黑龙江鹤岗市作为不变目标区域,对影像进行一元二次回归校正,模型为:

$$DN_{cal} = a \times DN_{hg}^2 + b \times DN_{hg} + c \quad (1)$$

式中： $DN_{cal}$ 为校正后影像像元的DN值； $DN_{hg}$ 为待校正影像像元的DN值； $a$ 、 $b$ 、 $c$ 均为拟合过程中所得参数。

利用每一期待校正影像与参考影像校正模型回归所得的参数对全国区域进行饱和校正：

$$DN' = a \times DN^2 + b \times DN + c \quad (2)$$

式中： $DN'$ 为全国区域校正后影像像元的DN值； $DN$ 为全国区域原始影像像元的DN值。

中心城区空间集中度具体测度方法具体如下：

$$PR = \frac{N_1}{\sum_{i=1}^n N_i} \quad (3)$$

式中： $PR$ 为中心城区空间集中度； $N_1$ 为中心城区的灯光总量， $\sum_{i=1}^n N_i$ 为资源型城市中所所有*i*个区县灯光合计的灯光总量。

### 2.3 门槛面板模型

本文以采掘业人口占比和中心城区空间集中度两类数据实证检验两者之间门槛效应。采用Hansen发展的门槛面板模型，根据数据本身的特点来内生地划分区间，进而研究不同区间资源型产业占比（用采掘业从业人员占比表征）与城市中心城区空间集中度（用灯光集中度表征）之间的关系。假设门槛模型的设定如下：

$$y_{it} = \mu_{it} + \beta_1 x_{it} I(g_{it} \leq \gamma_1) + \beta_2 x_{it} I(\gamma_1 < g_{it} < \gamma_2) + \beta_n x_{it} I(\gamma_{n-1} \leq g_{it} < \gamma_n) + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

式中： $i$ 表示城市； $t$ 表示年份； $y_{it}$ 和 $x_{it}$ 分别为被解释变量（中心城区空间集中度）和解释变量（资源型产业比重）； $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\beta_n$ 为相应的系数向量； $g_{it}$ 为门槛变量，本文中为资源型产业占比（门槛变量等于解释变量）； $\gamma_1$ 、 $\gamma_2$ 、 $\gamma_n$ 为特定的门槛值； $I$ 为指标函数，当括号中的条件被满足时 $I$ 为1，否则为0； $\mu_{it}$ 用于反映城市的个体效应； $\varepsilon_{it}$ 为随机干扰项。

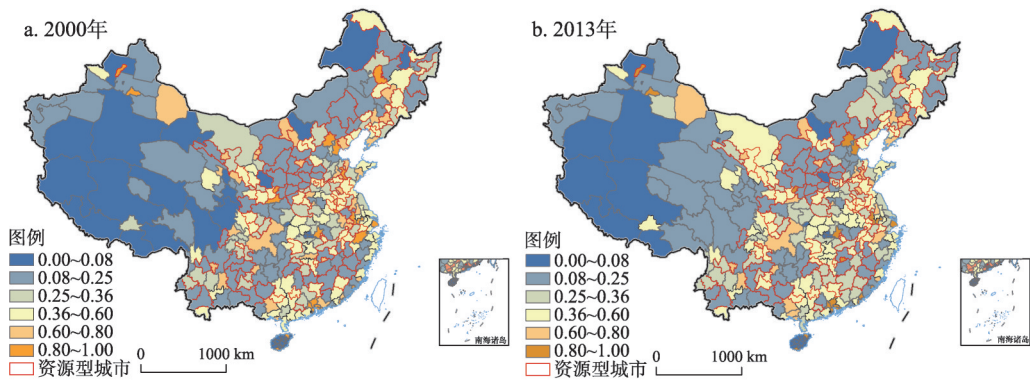
根据Hansen提出的面板门槛模型估计方法，首先将任意 $g_{it}$ 作为初始值赋给 $\gamma$ ，并进行OLS估计，得到相应的残差平方和。然后根据残差平方和最小化原则确定最优的门槛值，进而得到各斜率系数的估计值<sup>[23-25]</sup>。进行门槛效应检验需要解决两方面的问题：一是对门槛效应进行显著性检验；二是门槛的估计值是否等于真实值<sup>[26]</sup>。第一检验的原假设为 $H_0: \beta_1 = \beta_2$ ，对应的备择假设为 $H_1: \beta_1 \neq \beta_2$ ，检验统计量为： $F_1 = (S_0 - S_1(\hat{\gamma})) / \hat{\sigma}^2$ ，其中， $S_0$ 为在原假设 $H_0$ 下得到的残差平方和。第二个检验的原假设为 $H_0: \hat{\gamma} = \gamma_0$ ，其中 $\gamma_0$ 是 $\gamma$ 的真实值，相应的似然比统计量为： $LR_1(\gamma) = (S_1(\gamma) - S_1(\hat{\gamma})) / \hat{\sigma}^2$ 。此推导过程是在单一门槛下进行的，但存在双重门槛或多重门槛时，须重复上述步骤去搜寻第二个门槛值<sup>[27]</sup>。

## 3 资源型城市空间结构特征及演化阶段划分

### 3.1 资源型城市空间结构特征分析

采用资源型城市中心城区空间集中度对2000—2013年间全国126个资源型城市空间集聚状况及其变化趋势进行分析，结果表明资源型城市集聚程度偏低，但是不同类型资源型城市集聚特征存在较大差异。

与非资源型城市相比，资源型城市空间集聚程度明显偏低，且差距不断扩大。2013年中心城区空间集中度平均值为0.367，而非资源型城市平均值为0.420，显著高于资源型城市（图1）。从变化趋势上来看，2000—2013年间中心城区空间集中度略有提高，增



注: 基于自然资源部标准地图服务网站审图号为GS(2016)1593号的标准地图制作, 底图无修改。

图1 2000年和2013年中国城市中心城区空间集中度

Fig. 1 Spatial concentration of urban central area in China in 2000 and 2013

加了0.034, 但是在此期间非资源型城市中心城区空间集中度提升了0.050, 这使得资源型城市与非资源型城市间空间集聚程度的差距进一步拉大。尽管随着城镇化的持续推进, 中国资源型城市的空间集聚程度也有所提升, 但是与非资源型城市相比, 空间集聚程度依然显著较低, 表明资源型城市空间结构较为松散的特征依然存在。

不同资源类型导致城市空间集聚程度差异较大, 黑色金属类资源型城市空间集中度甚至高于非资源型城市平均水平(图2)。黑色金属类城市中心城区空间集中度最高, 平均值达到0.525, 显著高于非资源型城市0.420的平均水平, 此外非金属类和油气类资源型城市空间集中度(分别为0.403和0.391)也及接近非资源型城市平均水平。而煤炭类、有色金属类和森工类城市空间集聚水平则明显偏低, 中心城区空间集中度平均值分别为0.347、0.317和0.294。不同资源类型城市空间集聚程度的差异主要受到矿产资源下游产业的影响。黑色金属主要是铁矿石, 其下游产业为钢铁冶炼, 相关产业众多, 使得钢铁等下游产业更容易在中心城区集聚, 非金属和油气的下游建材及石化等产业也较为发达。而煤炭、有色金属、森工等下游产业受到成本、技术等约束, 没有在当地进行加工转化, 例如中国长期存在的“西煤东调”“北煤南运”的煤炭运输格局<sup>[28]</sup>。煤化工产品综合成本明显高于石油化工产品, 因此产业发展较慢。下游产业发展较慢导致煤炭等资源型城市中心城区集聚程度较低。

### 3.2 基于空间结构特征的资源型城市发展阶段划分

资源型城市中心城区空间集中度与采掘业等资源型产业占比有很强的相关性<sup>[6]</sup>。采掘业在城市经济中的占比越高, 依托采掘业活动形成的矿业城镇越发达, 矿业城镇对人口、经济较高的集聚能力, 降低了中心城区对经济活动的集聚程度, 因此采掘业等在城市经济中的占比越高, 中心城区空间集中度越低。事实上, 2000—2013年间中心城区空间集中度均低于0.14的6个城市(大同、长治、呼伦贝尔、伊春、吕梁、延安)中, 有4

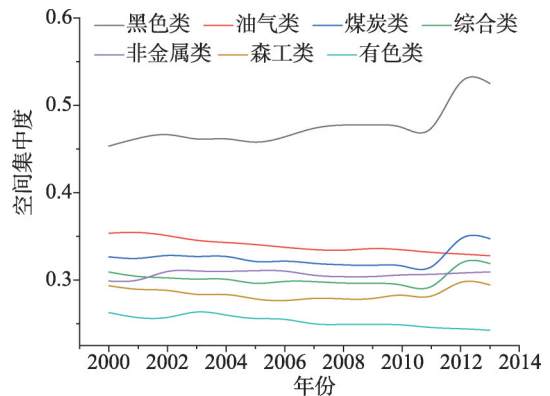


图2 不同资源类型城市空间集中度变化趋势  
Fig. 2 Urban spatial concentration trends of different resource mining types

个城市（大同、长治、吕梁、延安）其采掘业从业人员占比均超过25%；而集中度高于0.6的8个城市（新余、大庆、淄博、淮南、攀枝花、石嘴山、抚顺、包头）中，有5个城市（新余、淄博、攀枝花、石嘴山、包头）采掘业从业人员占比均低于10%。

为明确采掘业发展对城市空间结构变化的影响，采用门槛面板模型识别引起资源型城市中心城区空间集中度突变的采掘业占比等重要节点。结果表明采掘业从业人员占比存在双重门槛（表1），门槛值分别为0.019和0.310，在1%水平下显著（表2）。

结果进一步印证了资源型产业在经济活动中的占比对城市空间结构具有显著的影响，门槛检验结果达到1%的显著性水平。资源型产业占比对城市空间结构的影响并非线性的，而是存在两个明显的突变门槛值。第一个突变门槛值为采掘业从业人员占比达到1.9%。当采掘业从业人员占比低于1.9%时，城市空间集中度随着采掘业占比的提高而增加，即两者是正相关关系（相关性系数为0.652）；当采掘业从业人员占比高于该数值时，两者的相关性变为负向（相关性系数为-0.521），即随着采掘业从业人员比重的提高，城市空间集中度逐步下降。第二个突变的门槛值为采掘业从业人员达到31%。当超过该数值时，尽管采掘业从业人员占比与城市空间集中度依然为负相关关系，但是相关性系数绝对值显著降低，从0.521降低到0.296，表明资源型产业对城市中心城区集聚程度的抑制作用有所降低。

由于上述回归存在内生性的可能。本文通过构建采掘业从业人员占比的滞后变量控制内生性可能产生的偏误回归，以此验证门槛模型回归结果是否稳健。因此，本文将采掘业从业人员占比的滞后一期作为滞后变量建立静态面板门槛模型。与表3相比，表4列出了门槛回归结果，门槛值未发生较大差异，各变量回归系数的符号和显著性均未发生

表1 门槛效应检验结果

Tab. 1 Threshold effect test results

门槛检验	临界值				
	F值	P值	1%	5%	10%
单门槛检验	12.645*	0.053	19.655	12.909	10.550
双门槛检验	50.551***	0.000	-0.642	-5.355	-9.233
三重门槛检验	0.000	0.651	0.000	0.000	0.000

注：P值和临界值均为采用自抽样法重复抽样300次得到的结果；\*\*\*、\*\*、\*分别表示在1%、5%、10%的统计水平上显著。

表2 双重门槛估计值及置信区间

Tab. 2 Double threshold estimates and confidence intervals

门槛值	估计值	95%置信区间
门槛值 $\gamma_1$	0.019	[0.015, 0.446]
门槛值 $\gamma_2$	0.310	[0.009, 0.333]

表3 双重门槛模型估计结果

Tab. 3 Double threshold model estimation results

变量	系数估计值	标准误差	T值	P值	95%置信区间
$x_{it}I(g_{it} < 0.019)$	0.652	0.378	1.470	0.000	[0.502, 0.716]
$x_{it}I(0.019 \leq g_{it} < 0.310)$	-0.521	0.061	-8.520	0.000	[-0.640, -0.401]
$x_{it}I(g_{it} \geq 0.310)$	-0.296	0.043	-6.810	0.000	[-0.381, -0.211]
_cons	0.397	0.008	48.650	0.000	[0.381, 0.413]

表4 双重门槛模型稳健性检验

Tab. 4 Double threshold model robustness test

变量	系数估计值	标准误差	T值	P值	95%置信区间
$x_{it}I(g_{it} < 0.018)$	1.692	0.381	4.440	0.000	[2.440, 0.944]
$x_{it}I(0.018 \leq g_{it} < 0.390)$	-0.531	0.060	-8.910	0.000	[-0.647, -0.413]
$x_{it}I(g_{it} \geq 0.390)$	-0.268	0.046	-5.840	0.000	[-0.358, -0.198]
_cons	0.397	0.008	48.780	0.000	[0.381, 0.413]

显著变化,表明控制内生性偏误后,资源型产业占比与城市空间结构二者仍然具有明显的门槛效应,采掘业从业人员占比处于低水平时,城市空间集中度随采掘业从业人员占比的提高而增加;采掘业从业人员占比处于中等水平时,二者为负相关关系;采掘业从业人员占比处于高水平时,二者依然为负相关关系,但相关系数的绝对值有所降低。表4回归结果加强了对本文的论证,同时可以说明本文门槛回归结果具有较好的稳健性。

根据两个门槛值进一步梳理采掘业从业人员占比和城市空间集中度的相互作用关系(图3)。采掘业从业人员占比仅为1.9%表明矿业经济在整个城市经济体系中的比重较低,较少的采掘业从业人员难以支撑一个大型矿业城镇,而矿业经济发展可能扩大城市经济总量,从而提升中心城区集聚能力(图3)。因此当矿业经济处于较低水平时,随着矿业经济的增长,城市空间集中度是随之增加的。这也表明当采掘业从业人员在总从业人员中的比重低于1.9%时,其对于城市空间结构影响较小,资源型城市特征不明显。加之,1.9%的采掘业从业人员占比也显著高于全国城镇1.07%的平均水平,因此该数值可以作为普通城市向资源型城市转变或资源枯竭型城市向再生型城市转变的重要节点。

采掘业从业员占比达到31%,即有接近1/3的劳动力在矿业部门就业,表明矿业经济在城市经济中已经占据主导地位(图3)。超过这一水平后,矿业经济的进一步增长对城市分散化发展的作用减弱,一定程度上表明资源型城市度过了矿业经济主导下城市空间快速的分散化扩张的阶段,逐步进入相对稳定的发展时期。尽管城市空间分散化趋势依然不变,但是中心城区在周边矿业城镇快速发展的基础上,也开始逐步发展壮大。因此,31%的采掘业从业人员占比可以作为资源型城市由快速成长期转向稳步发展期的一个重要标志性指标。对于采掘业不断下降的过程来说,该数值则表征了资源型城市由稳步发展期向衰退期转变。

### 3.3 不同发展阶段资源型城市空间结构特征的变化趋势

按照资源型城市发展阶段划分标准,将2000—2013年间全国资源型城市划分为成长期、成熟期、衰退期和再生期4个阶段的的城市,为了避免极值的影响,各年份不同时期城市的空间集中度平均水平按中位数计算,结果表明处于不同发展阶段的资源型城市空间集聚程度变化趋势明显不同(图4)。

成长期城市和成熟期城市集聚程度呈现不断降低的趋势,衰退期城市集聚程度则明显提升,而再生期基本处于相对稳定的状态。这一差异体现了资源型城市在发展演化的不同时期,资源开采等资源型经济的兴衰对城市社会经济运行模式和特征的重要影响。资源型城市在兴起和稳定发展阶段,资源开采是城市经济发展的重要支柱,社会经济活动基本都围绕资源采掘业进行组织和布

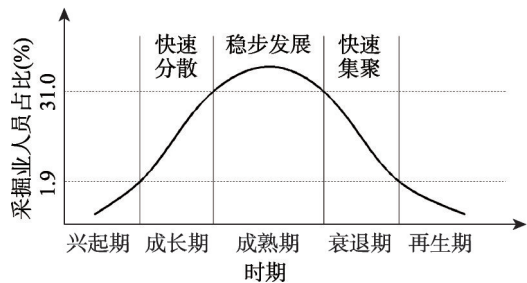


图3 资源型城市发展阶段划分

Fig. 3 Division of resource-based urban development stage

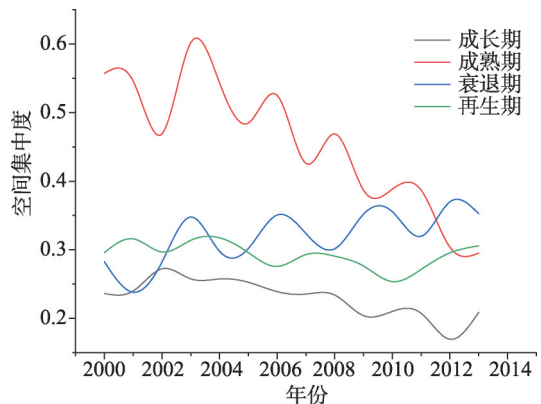


图4 不同发展阶段资源型城市中心城区空间集中度变化趋势

Fig. 4 Trends in spatial concentration of urban central area of resource-based cities at different stages of development

局, 矿产资源空间分散的特征决定了城市社会经济活动在空间上是分散的; 而在衰退阶段, 矿业经济已经难以独立支撑整个城市经济发展, 经济活动的重心转型其他产业, 采掘业导致的分散化的空间特征也显著降低。

#### 4 不同演化阶段资源型城市空间结构与经济增长的特征分析

以上分析已经表明资源型城市发展的不同阶段, 城市趋向于集聚或扩散的空间结构特征有明显差异, 需要进一步明确的是这样的空间结构是否有利于城市的经济增长。已有的研究已经表明, 对于非资源型城市而言, 空间集聚往往有利于城市经济效率的提升, 促进城市的增长<sup>[11-12]</sup>。但是在资源型城市发展转型过程中, 集聚是否同样有利于城市的发展, 是否在资源型城市发展伊始, 就应该通过政策措施限制城市分散化发展, 这些都是资源型城市可持续发展政策着力点和介入时机的重要依据。事实上, 早在1983年, Bradbury就以魁北克—拉布拉多煤炭资源型城镇为案例, 结合采掘业发展周期规律及就业岗位的变化, 提出建立早期预警、财政援助、转岗培训、搬迁的工作策略<sup>[29]</sup>。路卓铭等也对比分析中国和西方国家资源型城市转型的差异, 认为西方国家资源型城市衰退的主因是比较优势的改变, 而中国则主要是资源枯竭和补偿机制的缺失<sup>[30]</sup>。这进一步表明中国资源型城市转型应在资源枯竭之前就提早谋划, 因此确定转型政策方向和介入时机等就显得十分重要, 而且国外也不乏错过转型时机, 而付出巨大代价, 甚至导致城市破产的案例<sup>[31]</sup>。

鉴于资源型城市空间结构与经济增长之间关系的不确定性以及资源型城市不同发展阶段的特征差异, 采用稳健局部加权回归(Robustness LOWESS)等非参数估计的方法对两者的相关性规律进行分析。非参数估计不要求预先设定全局函数形式, 因此可以很大程度上消除人为设定模型造成的影响, 具有更大的灵活性, 能够更加真实地反映空间结构与经济增长之间的相关关系<sup>[32]</sup>。其中, 空间结构依然以城市空间集中度表征, 经济增长以城市GDP增长率表征。

总体来看, 资源型城市空间集聚程度与GDP增长率也呈现正相关的特征(图5), 但是不同集聚水平下, GDP增长率变化很小, 这表明如果不加以区分资源型城市空间集聚可能对经济增长没有显著的影响。这很大程度上与资源型城市不同阶段特征差异较大有关。在资源型城市快速发展时期, 矿业作为城市经济发展的主要驱动力, 而矿业经济天然分散化的特征, 可能使得分散化的空间结构更有利于经济的增长; 而在资源型产业逐步衰退的过程中, 矿业经济对整个经济增长的贡献不断降低, 制造业、服务业等非资源型产业更倾向于在中心城区集聚发展的产业成为经济发展的主要动力, 使得空间集聚更有利于促进经济的发展, 因此如果对资源型城市不加以区分, 不同发展阶段资源型城市的特征相互叠加抵消, 导致资源型城市空间集聚与经济增长规律性特征不显著。

为了准确把握资源型城市的发展规律, 需要对处于不同发展阶段的资源型城市加以区分, 按照以上提出的划分标准, 对资源型城市进行划分后, 局部加权回归的结果印证以上的理论预期(图6)。在资源型城市矿业经济处于快速发展期且在城市经济中占据主导地位时, 经济活动在中心城区的集聚程度与城市经济增长总体没有显著相关性, 但是当中心城区集聚程度过高时呈现明显的负相关关系; 当矿业经济处于相对稳定的成熟期, 经济活动在中心城区的集聚与城市经济增长之间呈现倒“U”型关系; 而矿业经济处于衰退和再生发展阶段, 其主导地位逐步下降时, 经济活动的集聚程度与经济增长则呈现较为明显的正相关性。

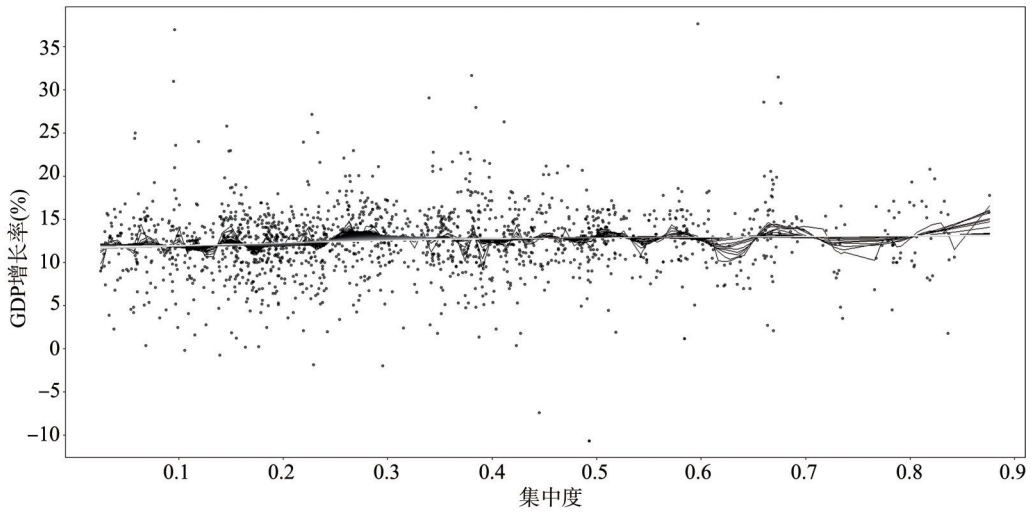


图5 资源型城市中心城区集中度与经济增长相关性分析

Fig. 5 Correlation analysis between spatial concentration of urban central area and economic growth in resource-based cities

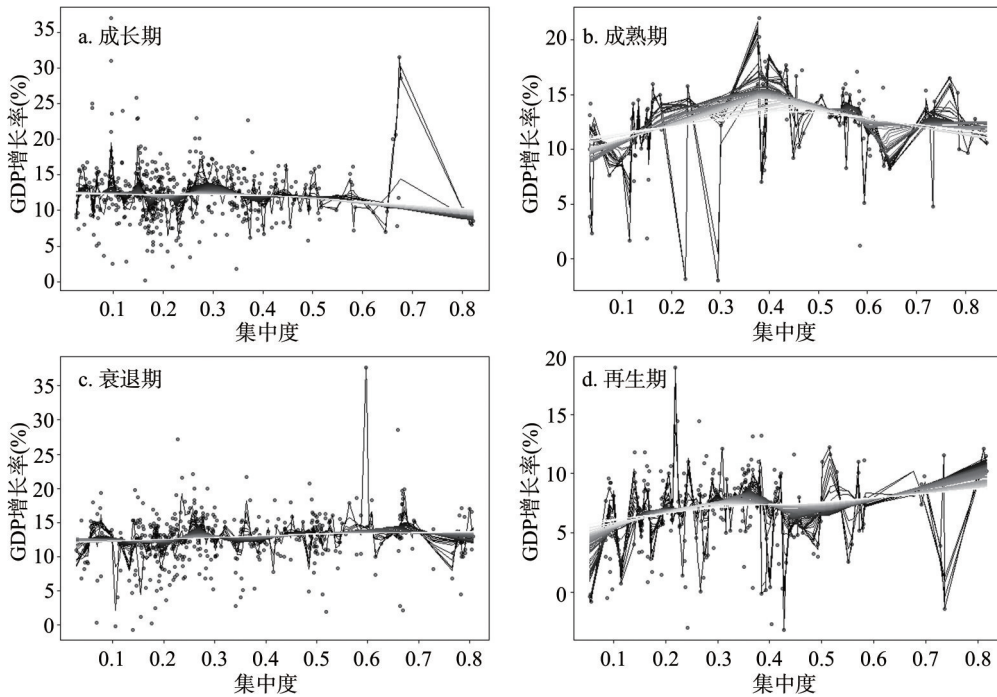


图6 不同发展阶段资源型城市中心城区集中度与经济增长相关性分析

Fig. 6 Correlation analysis between spatial concentration of urban central area and economic growth in resource-based cities at different stages of development

总体来看,在矿业经济快速增长的成长期,社会经济要素向中心城区的高度集聚不利于资源型城市的经济发展,表现出集聚不经济的特征;到发展相对稳定的成熟期,集聚不经济开始逐步向集聚经济转变,集聚经济正的外部性开始显现;而当矿业经济进入衰退以及再生发展期后,经济要素向中心城区的快速集中显著推动了资源型城市的经济



增长, 呈现明显的集聚经济特征。资源型城市所表现出的集聚经济与集聚不经济特征, 在普通城市中也存在的, 但是两类城市转变的过程和原因明显不同。资源型城市在发展过程中是由集聚不经济逐步向集聚经济转变, 而普通城市则是由集聚经济向集聚不经济转变; 尽管集聚经济的出现都是由于要素集聚带来的成本降低、效率提升导致的, 但是集聚不经济的原因则有较大差异, 资源型城市初期的集聚不经济是由矿业经济原材料指向型布局的产业特性决定的, 而普通城市后期出现的集聚不经济则是由于要素在空间中过度集中使得城市出现交通拥堵、劳动力成本上升等导致的。这些差异展示了资源型城市的特殊性, 更重要的是综合资源型城市和普通城市集聚经济的周期性特征, 表明资源型城市进入生命周期的成熟期, 也正是资源型城市向普通城市转变的关键时期。

资源型城市在成熟期所表现出明显的集聚经济特征指明了城市转型相关政策介入的重要时间节点和整体的政策导向。由于集聚不经济性使得政府在资源型城市快速发展的成长期采取推动经济要素空间集中的政策并不合适, 但是需要明确这一时期的短期性和过渡性, 不宜兴建大规模的、永久性的城镇设施。当城市进入成熟期尤其是衰退期后, 政府应该通过土地供给、产业引导、公共服务设施配置等综合性的措施, 促进人口、产业等社会经济要素向中心城区集聚, 不断强化中心城区的集聚能力。需要强调的是产业引导不是要将电力、原材料工业等重工业向中心城区集中, 而是要引导中心城区发展能够促进城市产业转型升级的高新技术及加工制造业等, 同时注重一些吸纳就业能力较强的制造业和服务业的发展, 通过大量就业岗位吸引人口向中心城区集中, 推动资源型城市顺利转入普通城市的发展轨道。

## 5 结论

本文从空间结构视角, 对资源型城市发展阶段进行定量化的划分, 并深入分析了不同发展阶段资源型城市空间集聚对城市经济增长的差异性特征, 为城市转型相关政策的制定实施提供科学依据。

资源型城市空间集聚程度总体偏低, 但不同类型和不同发展阶段资源型城市空间结构有较大差异。2013年资源型城市空间集中度平均值为0.367, 明显低于非资源型城市0.420的平均水平, 而且差距自2000年以来是逐步扩大的。但是黑色金属、非金属及油气类资源型城市空间集中度接近甚至超过非资源型城市平均水平, 而煤炭、有色金属和森工类资源型城市空间集中度明显偏低。

依据采掘业从业人员占比为1.9%和31%时, 资源型城市空间结构的显著变化, 将资源型城市发展阶段划分为成长期、成熟期、衰退期和再生期。进一步分析表明处于成长期和成熟期资源型城市中心城区空间集中度趋于降低, 而衰退期空间集中度持续增加, 再生期的城市空间集中度相对稳定。

总体上资源型城市经济增长与城市空间集聚程度没有显著的相关性, 但是在资源型城市发展的不同阶段, 两者的相互关系存在显著的差异。在资源型产业快速发展的阶段, 空间集聚与经济增长呈现负相关关系; 在稳步发展的成熟阶段, 两者呈现倒“U”型关系, 即一定程度的集聚有利于经济的增长, 但是中心城区集聚程度较高则不利于经济的增长; 当资源型产业进入衰退期, 空间集聚与经济增长表现出显著的正相关关系; 采掘业占比低于1.9%的再生型城市, 集聚与增长也同样呈现正相关关系。

资源型城市由快速增长阶段的集聚不经济向成熟和衰退阶段集聚经济的转变过程, 一定程度上也是资源型城市逐步转型为普通城市的过程, 因此资源型产业稳步发展的成

熟阶段成为城市转型的关键时期。在资源型城市进入成熟阶段, 土地、产业、基础设施等相关政策措施的制定应该逐步由分散化的发展转变为以中心城区集聚发展为主要导向, 进入衰退期后更应该努力促进社会经济要素向中心城区集中。

### 参考文献(References)

- [1] Yu Jianhui, Li Jiaming, Zhang Wenzhong. Identification and comprehensive type classification of resource-based cities in China. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(4): 677-687. [余建辉, 李佳泓, 张文忠. 中国资源型城市识别与综合类型划分. *地理学报*, 2018, 73(4): 677-687.]
- [2] Song Yong, Wang Shijun. *Spatial Pattern, Process and Mechanism of Mining Cities*. Beijing: Science Press, 2011. [宋飏, 王士君. 矿业城市空间格局、过程、机理. 北京: 科学出版社, 2011.]
- [3] Spooner D. *Mining and Regional Development*. Oxford: Oxford University Press, 1981.
- [4] Norcliffe G B. Industrial location and planning in the United Kingdom. *Economic Geography*, 1977, 53(3): 305-306.
- [5] Liu Yungang. Research on the development mechanism of China's resource-based cities and its control countermeasures [D]. Changchun: Northeast Normal University, 2002. [刘云刚. 中国资源型城市的发展机制及其调控对策研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2002.]
- [6] Li Guoping, Zhang Yang. Industrialization and urban morphology and structural evolution of Fushun coalfield area. *Scientia Geographica Sinica*, 2001, 6(6): 511-518. [李国平, 张洋. 抚顺煤田区域的工业化与城市形态及结构演化研究. *地理科学*, 2001, 6(6): 511-518.]
- [7] Zhao Jinghai. Review of research progress on resource-based city development in China. *Urban Development Research*, 2006, 13(3): 86-91. [赵景海. 中国资源型城市发展研究进展综述. *城市发展研究*, 2006, 13(3): 86-91.]
- [8] Williamson J G. Regional inequality and the process of national development: A description of the patterns. *Economic Development & Cultural Change*, 1965, 13(4): 1-84.
- [9] Zhang Yan, Liu Liang. Economic agglomeration and economic growth: An empirical analysis based on Chinese urban data. *World Economic Papers*, 2007(1): 48-56. [张艳, 刘亮. 经济集聚与经济增长: 基于中国城市数据的实证分析. *世界经济文汇*, 2007(1): 48-56.]
- [10] Ji Yuhua, Cai Yuezhou, Yang Kequan. Empirical analysis of urban agglomeration benefits in China. *Management World*, 2004(3): 67-74. [吉昱华, 蔡跃洲, 杨克泉. 中国城市集聚效益实证分析. *管理世界*, 2004(3): 67-74.]
- [11] Chen Dewen, Miao Jianjun. Endogenous research on spatial agglomeration and regional economic growth. *Quantitative Economics & Technology Research*, 2010(9): 82-93. [陈得文, 苗建军. 空间集聚与区域经济增长内生性研究: 基于1995—2008年中国省域面板数据分析. *数量经济技术经济研究*, 2010(9): 82-93.]
- [12] He Canfei. Localized economy, urbanization economy and labor productivity of Chinese manufacturing enterprises. *Journal of Harbin Institute of Technology (Social Science Edition)*, 2011, 13(6): 1-9. [贺灿飞. 地方化经济、城市化经济与中国制造业企业劳动生产率. *哈尔滨工业大学学报(社会科学版)*, 2011, 13(6): 1-9.]
- [13] Schumpeter J A. Supplement: Economic growth: A symposium//Theoretical Problems: Theoretical Problems of Economic Growth. *The Journal of Economic History*, 1947, 7: 1-9.
- [14] Song Yang, Wang Shijun, Ye Qiang, et al. Spatial morphological characteristics and spatial differentiation of mining cities in China. *Areal Research and Development*, 2012, 31(1): 45-49. [宋飏, 王士君, 叶强, 等. 中国矿业城市空间形态特征及其空间分异. *地域研究与开发*, 2012, 31(1): 45-49.]
- [15] Zhang Wenzhong, Yu Jianhui, Wang Dai, et al. *Research on Sustainable Development of Resource-based Cities in China*. Beijing: Science Press, 2014. [张文忠, 余建辉, 王岱, 等. 中国资源型城市可持续发展研究. 北京: 科学出版社, 2014.]
- [16] Jia Jingdun, Huang Qian, Xu Ming, et al. *Research on China's Resource (Mining) Exhausted City Economic Transformation Technology Strategy*. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2004. [贾敬敦, 黄黔, 徐铭, 等. 中国资源(矿业)枯竭型城市经济转型科技战略研究. 北京: 中国农业科技出版社, 2004.]
- [17] State Council. National Resource-Based City Sustainable Development Plan (2013-2020). Available from: [http://www.gov.cn/zwzk/2013-12/03/content\\_2540070.htm](http://www.gov.cn/zwzk/2013-12/03/content_2540070.htm). [国务院. 全国资源型城市可持续发展规划(2013—2020年). [http://www.gov.cn/zwzk/2013-12/03/content\\_2540070.htm](http://www.gov.cn/zwzk/2013-12/03/content_2540070.htm).]
- [18] Chen Jin, Zhuo Li, Shi Peijun, et al. Research on China's urbanization process based on DMSP/OLS data: Construction of light index reflecting regional urbanization level. *Journal of Remote Sensing*, 2003, 7(3): 168-175. [陈晋, 卓莉, 史培军, 等. 基于DMSP/OLS数据的中国城市化过程研究: 反映区域城市化水平的灯光指数的构建. *遥感学报*, 2003, 7

- (3): 168-175.]
- [19] Guo Yongde, Gao Jinhuan, Ma Hongbing. Analysis of the spatial relationship between nighttime lighting data and GDP of Suomi-NPP. *Journal of Tsinghua University (Science and Technology)*, 2016, 56(10): 1122-1130. [郭永德, 高金环, 马洪兵. Suomi-NPP夜间灯光数据与GDP的空间关系分析. *清华大学学报(自然科学版)*, 2016, 56(10): 1122-1130.]
- [20] Ding Huanfeng, Zhou Yanxia. Analysis of the temporal and spatial patterns of China's regional economic development from night lights. *Macroeconomic Research*, 2017(3): 128-136. [丁焕峰, 周艳霞. 从夜间灯光看中国区域经济发展时空格局. *宏观经济研究*, 2017(3): 128-136.]
- [21] Cao Ziyang, Wu Zhifeng, Kuang Yaoqiu, et al. Correction and application of DMSP/OLS night light image in China. *Journal of Geo-Information Science*, 2015, 17(9): 1092-1102. [曹子阳, 吴志峰, 匡耀求, 等. DMSP/OLS夜间灯光影像中国区域的校正及应用. *地球信息科学学报*, 2015, 17(9): 1092-1102.]
- [22] He Chunyang, Li Jinggang, Chen Jin, et al. Urbanization process in the Bohai Sea region based on nighttime lighting data. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(3): 409-417. [何春阳, 李景刚, 陈晋, 等. 基于夜间灯光数据的环渤海地区城市化过程. *地理学报*, 2005, 60(3): 409-417.]
- [23] Hansen B E. Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing and inference. *Journal of Econometrics*, 1999, 93(2): 345-368.
- [24] Bai J. Estimation of a change point in multiple regression models. *Review of Economics & Statistics*, 1997, 79(4): 551-563.
- [25] Yang Nan, Ma Chuoxin. Study on the influence mechanism of China's financial development on urban-rural income gap based on panel threshold model. *Application of Statistics and Management*, 2014, 33(3): 478-489. [杨楠, 马卓欣. 基于面板门槛模型的中国金融发展对城乡收入差距影响机制研究. *数理统计与管理*, 2014, 33(3): 478-489.]
- [26] Luo Jun, Chen Jianguo. FDI, human capital threshold and employment based on the threshold effect test. *World Economy Study*, 2014(7): 74-89. [罗军, 陈建国. FDI、人力资本门槛与就业: 基于门槛效应的检验. *世界经济研究*, 2014(7): 74-89.]
- [27] Lian Yujun, Cheng Jian. Research on the relationship between capital structure and business performance under different growth opportunities. *Journal of Contemporary Economics*, 2006, 28(2): 97-103. [连玉君, 程建. 不同成长机会下资本结构与经营绩效之关系研究. *当代经济科学*, 2006, 28(2): 97-103.]
- [28] Wang Chengjin, Mo Huihui, Wang Jiao'e. Research on the flow pattern and flow field law of China's coal resources. *Journal of Natural Resources*, 2009, 14(8): 1402-1411. [王成金, 莫辉辉, 王姣娥. 中国煤炭资源的流动格局及流场规律研究. *自然资源学报*, 2009, 14(8): 1402-1411.]
- [29] Bradbury J H, St-Martin I. Winding down in a Quebec mining town: A case study of Schefferville. *Canadian Geographer*, 1983, 27(2): 128-144.
- [30] Lu Zhuoming, Hu Guoyong, Luo Hongxiang. Comparison of resource-based urban recession and economic transformation in China and foreign countries. *Macroeconomics*, 2007(11): 32-37. [路卓铭, 胡国勇, 罗宏翔. 资源型城市衰退症结与经济转型的中外比较. *宏观经济研究*, 2007(11): 32-37.]
- [31] Liu Tong, Han Liya. The enlightenment of the bankruptcy of Yubari city government in Japan to the economic transformation of China's resource-based cities. *Macroeconomics*, 2007(1): 60-63. [刘通, 韩丽亚. 日本夕张市政府破产对中国资源型城市经济转型的启示. *宏观经济研究*, 2007(1): 60-63.]

## The identification of spatial evolution stage of resource-based cities and its development characteristics

LU Shuo<sup>1,2</sup>, ZHANG Wenzhong<sup>1</sup>, YU Jianhui<sup>1</sup>, LI Jiaming<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 2. Key Research Institute of Yellow River Civilization and Sustainable Development, Henan University, Kaifeng 475001, Henan, China)

**Abstract:** Resource-based cities refer to the cities where the exploiting and processing of natural resources, such as minerals and forests, dominate industrial development. This special type of city is obviously staged during its development. From a new perspective of urban spatial structure, this paper quantitatively splits the development stages of resource-based cities based on the data of night lights images and uses the methods, such as the threshold panel model and non-parametric estimation. To delve into the impacts of resource-based industries on the evolution of urban spatial structure, as well as the timing of transformation policy design, different effects of the spatial agglomeration of central urban areas on urban growth and transformation by development stages are also analyzed in this paper. The results suggest that: the resource-based cities are relatively internally fragmented with noticeable differences among resource types and individuals, such as oil and gas resource type, and ferrous metal resource type. This paper attempts to adopt the proportion of mining employees as the indicator. Some 1.9% and 31.0% can act as the tipping points to divide different development stages of resource-based cities. The resource-based cities are split into four stages of development given two threshold values. In various stages of development, the correlation between the concentration of social and economic factors in the central urban area and the urban economic growth is noticeably different. Furthermore, 'the mature stage' has acted as a critical turning phase in the transformation of resource-based cities.

**Keywords:** spatial structure; phased characteristics; threshold effects; resource-based cities