

引用格式: 郑紫颜, 仇方道, 张春丽, 等. 再生性资源型城市功能转型异质性及其工业结构解析[J]. 资源科学, 2020, 42(3): 570-582. [Zheng Z Y, Qiu F D, Zhang C L, et al. Heterogeneity of functional transformation of renewable resource-based cities in China and analysis of their industrial structure[J]. Resources Science, 2020, 42(3): 570-582.] DOI: 10.18402/resci.2020.03.15

再生性资源型城市功能转型异质性 及其工业结构解析

郑紫颜^{1,2}, 仇方道^{1,2}, 张春丽³, 李雪^{1,2}, 李彩^{1,2}, 尹鹏星^{1,2}

(1. 江苏师范大学地理测绘与城乡规划学院, 徐州 221116; 2. 江苏师范大学城乡融合发展研究院, 徐州 221116; 3. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130102)

摘要: 再生性资源型城市功能是工业结构的主要反映, 而工业结构转型往往引起该类城市功能的演化。本文采用区位偏远度、熵权-TOPSIS等方法, 研究了2005—2016年中国再生性资源型城市功能的异质性特征及其演化路径, 探讨工业结构对其城市功能演化的促进作用。结果表明: ①再生性资源型城市功能整体持续完善, 但各子功能协同演化格局尚未形成, 资源开采功能显著衰退, 科教创新、金融商贸功能不断强化, 尤以工业制造和集聚辐射功能差异显著。②再生性资源型城市功能整体上呈现向“生态保障-工业制造”引领下的多元化演化趋势, 但演化路径异质性明显。其中成熟型城市功能呈多元均衡演化态势; 发展型城市呈向资源开采、集聚辐射“双主导”功能态势演化; 初始型城市则呈向非均衡的多功能主导演化趋势。③工业结构转型异质性是驱动再生性资源型城市功能演化路径差异的重要动力, 工业结构的多元化、高级化、绿色化、服务化水平越高, 再生性资源型城市功能多元综合性越强。城市功能演化又影响着工业结构转型快慢, 综合功能强的城市工业结构高级化程度较高, 反之较低。

关键词: 工业结构; 城市功能; 异质性; 再生性资源型城市; 熵权-TOPSIS; 区位偏远度; 中国

DOI: 10.18402/resci.2020.03.15

1 引言

再生性资源型城市是指迈过资源枯竭期, 基本摆脱资源生产基地功能的发展路径依赖而转向具有综合发展功能的资源型城市, 是资源型城市转型的先行区与示范区^[1-3]。因此, 城市功能转型与重构是资源型城市转型成功的主要表征, 探讨再生性资源型城市功能转型特征及模式, 揭示其转型发展规律, 寻求其他资源型城市转型与可持续发展可资借鉴的经验, 成为亟需探讨的问题^[4-7]。产业结构对城市功能具有承载、传导、联动等效应^[8-10], 存在同兴同衰的联动关系^[11-13]。从产业结构维度研究再生性资源型城市功能转型及其演化的异质性, 揭示产业结

构转型与城市功能演变的互动规律, 可为引导其他类型资源型城市转型提供借鉴与启示。

目前国内外城市功能相关研究主要表现为4个方面: ①关于城市功能的内容与分类。从微观到宏观^[8,9], 逐步涵盖经济、政治、文化等广义城市综合特征的分类^[13-17], 多强调产业对城市功能发展演化的根本作用。国外学者侧重功能类型与要素的研究, 不限于经济职能, 更强调协调发展与生态服务, 使其内涵不断扩展^[18-20]。而国内学者则从城市竞争力^[21]、功能分工^[22]与功能定位^[23]等视角, 聚焦于分类、演化与优化等方面^[24-27], 探究城市发展的可持续性。②关于城市功能的研究尺度。学者们多从国

收稿日期: 2019-09-06; 修订日期: 2020-01-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(41671123; 41971158); 江苏高校哲学社会科学重大项目(2018SJZDA010); 江苏省研究生科研与实践创新计划项目(KYCX18_1996)。

作者简介: 郑紫颜, 女, 江苏邳州人, 硕士研究生, 研究方向为城市与区域规划。E-mail: 1539156695@qq.com

通讯作者: 仇方道, 男, 江苏丰县人, 博士, 教授, 研究方向为经济地理与区域可持续发展。E-mail: qiufangdao@163.com

2020年3月

家^[21]、经济带^[31]、城市群^[25]、都市圈^[24,26]、城市^[22,23]等不同尺度探讨城市功能演变及其空间联系。③关于城市功能的评价测度。多采用区位熵、纳尔逊统计分析、因子分析与聚类分析等方法开展城市功能评价^[22-26]。国外研究从一般描述法到多变量分析法^[28-30],评估的理论性始终较强,且不断寻求测度方法的完善,如区位熵法逐渐被最小需要量等方法完善;国内则在借鉴国外实证定量研究的基础上,对其进行协同整合研究,近年多侧重对其计量模型的改进^[11-13],如构建更为完善的Kohonen网络模型等。④关于城市功能的发展方向。多基于不同角度探讨城市功能与产业集群^[6]、空间结构^[11]、土地^[22]、人口^[27]、创新^[31]等要素的互动关联,以促进其多元均衡发展。

综上,目前有关城市功能的研究多偏重于静态,且时空耦合视角的研究不够。有关资源型城市,特别是针对再生性资源型城市功能系统的识别及转型路径的异质性等方面的研究有所欠缺,且基于深层次的产业结构视角的量化探析尚有待深化。因此,本文以再生性资源型城市为研究对象,基于多功能视角构建资源型城市功能测度模型,探讨不同类型再生性资源型城市功能演化异质性特征,及其与工业结构的关系,试图为资源型城市工业转型发展及城市功能优化提供科学依据。

2 研究区概况

依据《全国资源型城市可持续发展规划(2013—2020)》,中国再生性资源型城市有23座,其中地级行政区16个,县级行政区7个。本文以通化、鞍山、盘锦、葫芦岛、唐山、淄博、临沂、徐州、宿迁、马鞍山、洛阳、南阳、包头、张掖、阿坝州、丽江等16个地级行政区为研究对象,涉及11个省(自治区)(图1)。2016年再生性资源型城市GDP占全国的5.23%,2016年的三次产业产值比例由2005年的11.94:55.40:32.66演变为13.27:43.50:43.23,而资源型产业占其工业总产值的比重由16.05%降至9.27%。这显示出再生性资源型城市由“因资源而兴”优势向现在的资本、技术等要素优势转化,但不同城市要素集聚水平存在差异,导致工业结构转型不一,功能演化路径各异。因此,开展此类城市的城市功能转型异质性及其工业结构解析研究,不仅对再生性资源型城市也对其他类型资源型城市高

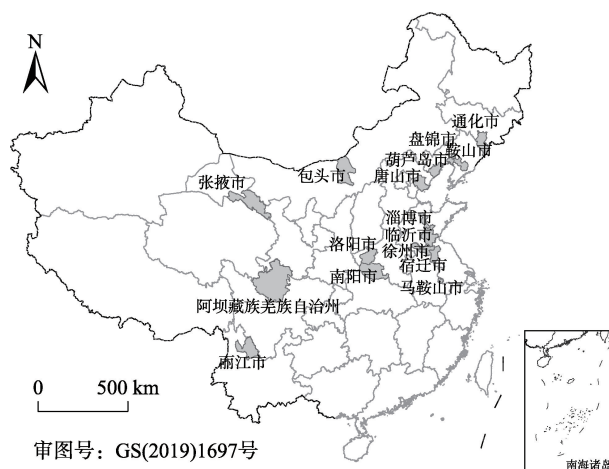


图1 中国再生性资源型城市位置示意图

Figure 1 Location of China's renewable resource-based cities

质量转型具有指导和借鉴作用。

3 研究方法与数据来源

3.1 指标体系构建

基于科学性、系统性、代表性、数据可得性和可比性等原则,构建再生性资源型城市功能测度指标体系(表1)。该指标体系包括3个层次:第一层次为城市功能综合指数,反映再生性资源型城市功能综合发展状态;第二层次为准则层,包括资源开采、工业制造、金融商贸、科教创新、文化服务、生态保障和集聚辐射等7个方面子功能,反映再生性资源型城市各子功能发展态势;第三层次为具体指标层,既包括可以从统计年鉴中直接获取的数据,也包括通过计算获取的数据,还包括部分调研数据。需要说明的是,再生性资源型城市资源开采虽已弱化,但其对城市功能完善的促进作用依然存在,故本文将将其作为正向指标。

3.2 研究方法

3.2.1 熵权-TOPSIS法

熵权-TOPSIS法是在熵权法基础上对传统TOPSIS法的改进,以降低主观赋权对评价结果有效性的影响,具有计算简便、结果合理等优势。其原理是通过熵权法确定指标权重,测度评价对象与最优和最劣方案的欧氏距离,依靠TOPSIS法中逼近理想解的操作来获得研究目标的评价指数^[10]。具体计算中,为消除指标间因量纲不同对计算结果的不良影响,本文采用隶属函数对原始数据进行标准化处理,使其范围为[0,1],但为避免“0”值的出现对后

表1 再生性资源型城市功能指标体系

Table 1 City function indicator system for renewable resource-based cities in China

准则层	指标层	指标正负
资源 开采 功能	采掘业从业人员占比/%	正
	电力、煤气及水生产供应业从业人员占比/%	正
	资源型企业单位数占企业总数比重/%	正
工业 制造 功能	工业总产值占GDP的比重/%	正
	制造业从业人员占比/%	正
	工业企业劳动生产率/(元/人)	正
	资本技术密集型工业产值占工业总产值比重/%	正
金融 商贸 功能	住宿餐饮业从业人员占比/%	正
	房地产业从业人员占比/%	正
	金融业从业人员占比/%	正
	租赁和商贸服务业从业人员占比/%	正
	交通仓储邮电业从业人员占比/%	正
	批发零售贸易业从业人员占比/%	正
科教 创新 功能	科研、技术服务和地质勘查业从业人员占比/%	正
	教育业从业人员占比/%	正
	教育支出占GDP比重/%	正
	R&D经费支出占GDP比重/%	正
文化 服务 功能	文化、体育、娱乐业从业人员占比/%	正
	居民服务及其他服务业从业人员占比/%	正
	水利环境、公共设施管理业从业人员占比/%	正
	公共社会管理和社会组织业从业人员占比/%	正
	卫生、社会保障和社会福利业从业人员占比/%	正
生态 保障 功能	城市绿化覆盖率/%	正
	人均公共绿地/(m ² /人)	正
	工业固体废物利用率/%	正
	单位工业增加值废水排放量/(t/万元)	负
	单位工业增加值二氧化硫排放量/(t/万元)	负
集聚 辐射 功能	区位偏远度(详见研究方法)	负
	产业集聚程度(详见研究方法)	正
	城市GDP占全省比重/%	正
	国际互联网用户数/(户/万人)	正
	城镇化率/%	正

期计算的影响,将标准化处理后的数据整体向上平移一单位,使其位于[1,2],从而仍具有实际意义。本文用此来测度再生性资源型城市的子功能评价指数与整体城市功能的综合指数。具体步骤如下:

(1)采用极值法将原始数据标准化处理

$$\begin{aligned} \text{正效应指标: } x'_{ij} &= \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \\ \text{负效应指标: } x'_{ij} &= \frac{\max x_{ij} - x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \end{aligned} \quad (1)$$

式中: x'_{ij} 为标准化后的值; x_{ij} 为第 i 个指标第 j 年后的原始值。

(2)计算信息熵 H_j

$$H_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad (2)$$

式中: $p_{ij} = x'_{ij} / \sum_{i=1}^m x'_{ij}$; p_{ij} 表示第 i 个指标第 j 年后的特征比重; $k = 1/\ln m$; m 为研究单元数量。

(3)定义指标权重 w_j

$$w_j = (1 - H_j) / \sum_{j=1}^n (1 - H_j) \quad (3)$$

(4)计算加权矩阵 R

$$R = (r_{ij})_{m \times n} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

式中: $r_{ij} = w_j x'_{ij}$; r_{ij} 为第 i 个指标第 j 年后的加权比重。

(5)确定最优解 S_j^+ 和最劣解 S_j^-

$$\begin{aligned} S_j^+ &= \max(r_{1j}, r_{2j}, \dots, r_{mj}) \\ S_j^- &= \min(r_{1j}, r_{2j}, \dots, r_{mj}) \end{aligned} \quad (5)$$

(6)计算最优解和最劣解的欧氏距离 sep_i^+ 与 sep_i^-

$$sep_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (S_j^+ - r_{ij})^2}, \quad sep_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (S_j^- - r_{ij})^2} \quad (6)$$

(7)计算研究目标的评价指数

$$C_i = sep_i^- / (sep_i^+ + sep_i^-), \quad C_i \in [0, 1] \quad (7)$$

式中: C_i 数值越大,表示研究目标越优。

3.2.2 区位偏远度模型

区位偏远度是整合空间和时间距离分析城市区位条件是否偏远,借鉴有关研究成果^[32],选取再生性资源型城市所在省的省会和与其发展联系紧密的区域中心城市(广州、上海和北京)作为参照对象。城市联系方向的确定是根据交通可达性、经济联系、人口迁移、经济区划等研究成果以及国家区域发展战略要求,确定与北京联系的省份包括冀、晋、蒙、辽、吉、黑、陕、甘、鲁、豫10个省区,与上海联系的省份包括皖、赣、苏、鄂、川、渝6个省市,与广州联系的省份包括湘、粤、桂、琼、贵、云6个省区,样本城市与此对应。引入参数计算出省会和区域中心城市的时空距离偏远度后,再利用熵权-TOPSIS,得出区位条件的综合评价。参数计算步骤如下:

(1)空间距离 D_{ij} , 旨在用来衡量 i, j 两城市间绝对距离远近,通过测度各样本城市到省会及区域中

2020年3月

心城市的直线距离获得,单位为km。

(2)时间距离 T_{ij} ,借鉴已有方法^[32],描述一个城市到省会及区域中心城市时间距离的远近,采用铁路列车运行最短时间与公路驾车最短时间,单位为min。

$$T_{ij} = \min\{T_{ij}^0, (T_{ih} + T_{hj})\} \quad (8)$$

式中: T_{ij}^0 为*i*、*j*两城市间列车或公路驾车直达运行的最短时间; $T_{ih}+T_{hj}$ 为*i*、*j*两城市间中转列车运行的最短时间; h 代表中转点。

引入参数 α_1 和 α_2 ,分别表示到省会的空间距离偏远度和时间距离(包括铁路与公路)偏远度,计算公式如下:

$$\alpha_1 = D_i / \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n D_j \quad (9)$$

$$\alpha_2 = T_i / \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n T_j \quad (10)$$

式中:*i*的范围指本文16个样本城市;*j*的范围指样本城市所在省包含的所有地级行政区; D_i 表示第*i*个样本城市到其省会的空间距离; D_j 表示所在省第*j*个城市到其省会的空间距离; T_i 表示第*i*个样本城市到其省会的的时间距离; T_j 表示所在省第*j*个城市到其省会的的时间距离; n 表示某省地级行政区的个数。

同时,引入参数 β_1 和 β_2 ,分别表示到区域中心城市的空间距离偏远度和时间距离(包括铁路与公路)偏远度,计算公式如下:

$$\beta_1 = D_k / \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m D_k \quad (11)$$

$$\beta_2 = T_k / \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m T_k \quad (12)$$

式中: D_k 表示第*k*个样本城市到区域中心城市的空间距离; T_k 表示第*k*个样本城市到区域中心城市的时间距离; m 表示样本城市的个数。

3.2.3 产业集聚指数

产业集聚指数是用来衡量某城市产业集聚程度的标尺,本文参考前人研究成果^[33],选取第二产业的区位熵来衡量样本城市的产业集聚程度。

$$W_{2it} = \frac{y_{2it}/Y_{it}}{y_{2t}/Y_t} \quad (13)$$

式中: W_{2it} 指*i*城市第*t*年的第二产业区位熵; y_{2it} 表示*i*城市第*t*年的第二产业产值; y_{2t} 表示全国第*t*年的第二产业产值; Y_{it} 表示*i*城市第*t*年的地区生产总值; Y_t

表示*t*年全国生产总值。

3.2.4 区位熵

又称专门化率,用以衡量某一产业部门的专业化程度,以及某一区域在更高层次区域的地位和作用等,用来判别其是否具有主导作用。本文运用此法反映某(类)城市的资源开采、工业制造、金融商贸、科教创新、文化服务、生态保障、集聚辐射等各子功能在全国再生性资源型城市中的地位状况,用以解析其城市功能的路径演化。区位熵大于1,说明该类城市的子功能相对于整体样本城市占据主导,反之地位不显著;区位熵值越大,说明该功能越具有优势^[33]。计算过程如下:

$$Q_{if} = \frac{e_{if}/e_i}{E_{nf}/E_n} \quad (14)$$

式中: Q_{if} 表示*i*类城市*f*子功能的区位熵; e_{if} 表示*i*类城市*f*子功能的评价值; e_i 表示*i*类城市功能综合指数; E_{nf} 表示全国再生性资源型城市*f*子功能的评价值; E_n 表示全国再生性资源型城市功能综合指数, n 表示16个全国再生性资源型城市。

3.3 数据来源

本文以地级行政区为研究单元,共计16个,研究时段为2005—2016年,研究中所涉及到的数据主要来自2005—2017年《中国城市统计年鉴》以及相应年份各个再生性资源型城市的统计年鉴。区位偏远度计算中,铁路数据主要来源于全国列车时刻表查询及在线预订系统,所用数据更新至2018年9月;公路数据来源于高德地图中不同的的城市人民政府所处位置之间驾车最短路线所用的时间,路线数据更新至2018年9月;空间距离采用高德地图的测距功能获取;部分缺失数据采用线性插值法降低误差处理。

4 结果分析

4.1 再生性资源型城市功能的异质性特征

依据上述方法计算出2005—2016年再生性资源型城市各子功能评价指数及城市功能综合指数,然后根据各样本城市功能综合指数的总和大小,按照等距离原则,将再生性资源型城市划分为3类,依次称为成熟型城市(1.363~1.526),发展型城市(1.200~1.363)与初始型城市(1.038~1.200)。据此,分析再生性资源型城市功能异质性特征。

4.1.1 总体异质性特征

图2显示,2005—2016年再生性资源型城市功能整体上呈不断完善态势。从子功能维度看,该类城市生态保障与工业制造功能较为完善,资源开采与文化服务功能减弱,尤其是资源开采功能明显衰退,科教创新与金融商贸功能则不断强化,且各子功能间差异缩小(表2)。分阶段看,2005—2010年再生性资源型城市功能间绝对差异扩大而相对差

异呈缩小态势,其中科教创新与生态保障等功能城市间差异偏低,但资源开采功能相对差异显著且有拉大之势,工业制造与集聚辐射功能绝对差异拉大。2010—2016年该类城市功能间差异减小,其中工业制造功能绝对差异最大但呈缩小之势,资源开采功能相对差异仍突出,生态保障功能差异最小。由此可见,再生性资源型城市功能尽管不断完善,但发展不一,异质性显著。

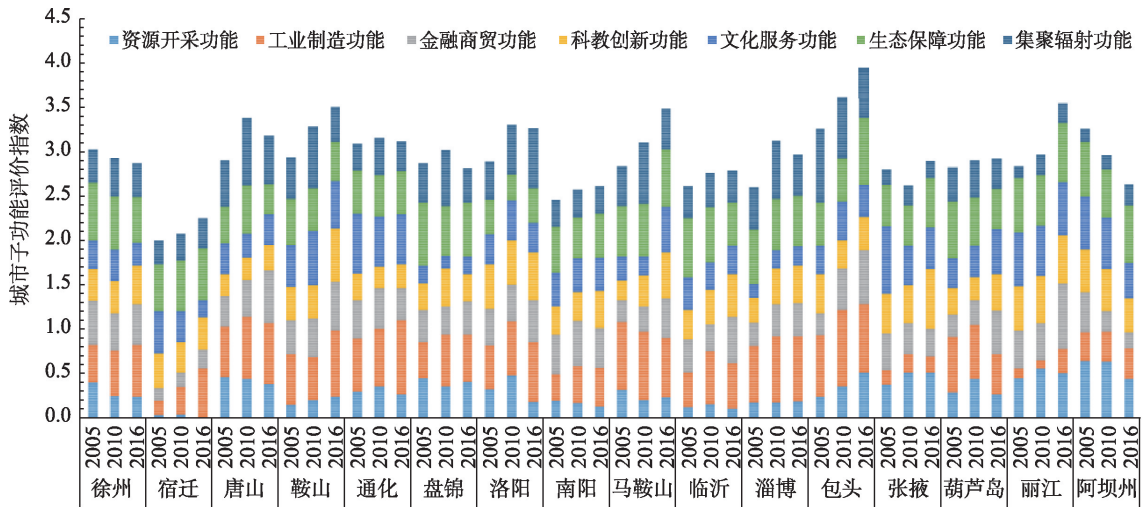


图2 2005—2016年再生性资源型城市功能演化特征

Figure 2 Evolution of urban functions of China's renewable resource-based cities, 2005-2016

表2 2005—2016年再生性资源型城市各子功能评价指数间差异结果

Table 2 Differences between the evaluation index of sub-functions in China's renewable resource-based cities, 2005-2016

类型	城市	2005年		2010年		2016年	
		极差	变异系数	极差	变异系数	极差	变异系数
成熟型	包头	0.60	0.45	0.55	0.34	0.41	0.27
	马鞍山	0.54	0.45	0.55	0.49	0.42	0.26
	通化	0.39	0.33	0.41	0.27	0.57	0.42
	丽江	0.51	0.48	0.48	0.43	0.52	0.35
发展型	鞍山	0.41	0.29	0.48	0.31	0.51	0.30
	唐山	0.32	0.25	0.52	0.38	0.40	0.31
	洛阳	0.17	0.15	0.32	0.21	0.48	0.35
	阿坝州	0.51	0.36	0.49	0.41	0.48	0.38
	淄博	0.48	0.49	0.58	0.46	0.54	0.41
	葫芦岛	0.39	0.37	0.35	0.28	0.23	0.18
	徐州	0.34	0.24	0.33	0.24	0.33	0.28
	盘锦	0.51	0.36	0.49	0.37	0.42	0.32
	张掖	0.60	0.46	0.31	0.29	0.49	0.42
	临沂	0.55	0.39	0.47	0.39	0.41	0.34
初始型	南阳	0.31	0.28	0.33	0.27	0.36	0.30
	宿迁	0.49	0.59	0.51	0.50	0.59	0.60

2020年3月

4.1.2 成熟型城市工业制造功能始终居于主导,金融商贸功能发展迅速,而集聚辐射功能弱化

2005—2016年再生性资源型城市中,成熟型城市整体功能呈提升态势,且相对于其他类城市增幅最大。从子功能维度看,工业制造功能始终最为突出且增速快;资源开采功能相对薄弱但呈上升态势;金融商贸功能增强最为显著,上升19.6%;集聚辐射功能尽管略显优势但呈衰退之势,波动较大且未与城市发展相匹配。分阶段看,2005—2010年,成熟型城市除生态保障功能下降外,其余子功能皆提升,尤其集聚辐射功能上升显著(功能指数增幅25%),特别是鞍山、马鞍山等区位不偏远城市工业制造功能的绝对优势持续强化。2010—2016年,随着一系列推动资源型城市可持续发展政策落实,恰逢谋求高质量转型之际,再生性资源型城市经济发展活力竞相迸发,各项功能多呈增强趋势,其中工业制造功能的主导地位持续提升(功能指数增加66%),金融商贸功能增幅最大,尤以丽江最为显著,但各子功能间差异呈缩小态势。

4.1.3 发展型城市工业制造功能优势凸显,科教创新功能迅速提升,而生态保障与资源开采功能显著减弱

2005—2016年发展型城市整体功能呈缓慢提升态势,但各子功能发展各异,生态保障功能逐渐弱化,而科教创新功能增幅明显,显示出该类城市功能呈现明显的由资源拉动向创新驱动转变态势。趋势上,2005—2010年该类城市首要功能由生态保障转为工业制造,薄弱功能由科教创新转为金融商贸,集聚辐射功能增强显著。究其原因,该阶段唐山、洛阳、淄博3个区位不偏远的城市依托技术、资本等要素富集的优势,而生态保障功能呈弱化态势。先进制造业快速发展,使其工业制造功能显著增强。2010—2016年该类城市功能,与成熟型城市相同,呈现工业制造功能强而资源开采功能弱的格局,且整体上呈下降趋势。各子功能间相对差异呈缩小态势,主要是由于在新旧动能转换之际,该类城市引资引智并举,坚持创新驱动战略,科教创新与金融商贸功能大幅提升,其余功能均呈负向发展趋势,尤以集聚辐射与资源开采功能降幅最大,同时文化服务功能也达不到经济高质量发展的

要求。

4.1.4 初始型城市功能格局较稳定,生态保障功能始终居于优势,工业制造功能提升

2005—2016年初始型城市功能呈现资源开采功能弱而生态保障强的格局,整体上呈现先升后降变化历程,其中工业制造功能增幅明显,而资源开采与文化服务功能持续弱化。分阶段看,2005—2010年该类城市科教创新、金融商贸、集聚辐射等功能增强,由此促使工业制造功能迅速增强,但其文化、体育等公共服务功能没有得到相应保障,造成综合服务功能不完善。2010—2016年,工业制造功能持续增强,而资源开采功能和文化服务功能持续降低,各子功能间差异显著扩大,并较其他类型城市差异最为显著。主要是此阶段该类城市大力推动新型工业化和生态文明建设,促进其工业制造功能和生态功能优势持续强化,而高端要素集聚不足,由此造成该类城市功能低质化和不均衡发展。

4.2 再生性资源型城市功能演化路径的异质性

图3显示,进入21世纪以来,随着全国资源型城市转型试点城市设立,开启再生性资源型城市快速转型发展进程,城市功能也经历了由单主导功能优势演变为综合性功能。具体而言,2005年再生性资源型城市优势功能表现为工业制造和生态保障。之后,随着《国务院关于促进资源型城市可持续发展的若干意见》的实施,到2010年该类城市除保持上述功能优势外,区域中心城市功能急剧显现,使得集聚辐射功能快速增强。进入“十二五”以来,伴随着全国资源型城市可持续发展规划的实施以及《中国制造2025》、生态文明建设等国家战略的推进,2016年再生性资源型城市工业制造、金融商贸、科教创新等演化为主导优势功能。

采用区位熵模型计算出各类再生性资源型城市各子功能指数的区位熵,从表3可知,成熟型、发展型、初始型3类再生性资源型城市功能演化呈现如下特征:

(1)成熟型城市功能相对保持多元化均衡发展态势。2005年该类城市区位熵大于1.0的优势功能有工业制造、集聚辐射、文化服务和科教创新等,表明该类城市除传统的工业制造依然保持优势功能外,基本实现由能源原材料基地向区域性中心城市

的转化,集聚辐射、文化服务和科教创新也发展为城市优势功能;2010年文化服务、集聚辐射、金融商贸3个子功能区位熵大于1.0,成为主导优势功能,显示出“十一五”期间该类城市生产性服务功能显著增强;2016年区熵大于1.0的优势功能有文化服务、金融商贸、资源开采、工业制造等。显示该类城市的生产性服务功能持续增强,而工业制造功能有所弱化,城市多元化功能及综合服务能力持续增强。

(2)发展型城市功能呈现由多功能复合型向以资源开采和集聚辐射为主导优势功能的演化路径。2005年该类城市区熵大于1.0的功能有资源开采、金融商贸、生态保障3个子功能。到2010年资源开采、工业制造、生态保障成为区熵大于1.0的主导优势功能,显示“十一五”期间非资源型工业

的发展,工业制造功能演化为优势功能,而金融商贸功能退化为非优势功能。2016年区熵大于1.0的优势功能有资源开采和集聚辐射等,主要是因为“十二五”以来随着产业集聚能力的增强、基础设施的改善、新型城镇化的推进,使得该类城市集聚辐射功能演化为优势功能,而资源开采功能依然具有较强优势,加快工业转型,特别先进制造业发展,是该类城市功能优化面临的战略选择。

(3)初始型城市均为区位偏远城市,其城市功能呈现由生产服务为优势功能向以工业制造与生产服务为主导优势的演化路径。2005年该类城市区熵大于1.0的功能有金融商贸、科教创新、文化服务、生态保障等4个,主要是由于优势资源的枯竭,导致工业发展退化,而服务业发展加速,使得生产性服务功能成为优势功能。2010年上述4个子功能中除文化服务功能减弱外,其余3个子功能持续增强。到2016年区熵大于1.0的功能演化为工业制造、科教创新、生态保障和集聚辐射4个,表明“十二五”以来,随着科技创新能力的增强,以及区位条件的改善,该类城市制造业发展迅速,工业制造和集聚辐射功能演化为优势功能,而金融商贸和文化服务不再是优势功能。

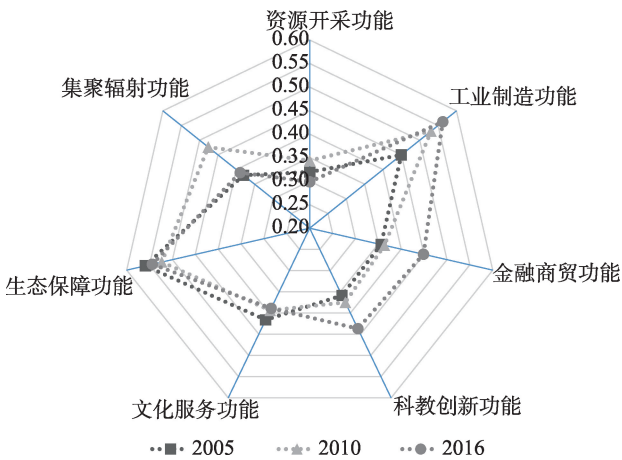


图3 2005—2016年再生性资源型城市整体功能的演化路径

Figure 3 Overall functional change path of renewable resource-based cities in China, 2005-2016

4.3 再生性资源型城市功能演化的工业结构解析

2005—2016年再生性资源型城市功能呈现向生态保障-工业制造“双功能”主导型演变趋势,而资源开采功能快速弱化。由表4可知,2005年工业产值占比位居前5位的主导行业为黑色金属冶炼压延加工业、石油开采及加工业、化学工业,以及非金属矿物制品业等,累积占比达52.74%,多以原材料

表3 2005—2016年再生性资源型城市各子功能评价指数的区位熵

Table 3 Location entropy for sub-functions evaluation indices in China's renewable resource-based cities, 2005-2016

		资源开采	工业制造	金融商贸	科教创新	文化服务	生态保障	集聚辐射
2005	成熟型城市	0.883	1.139	0.911	1.039	1.059	0.899	1.080
	发展型城市	1.154	0.982	1.049	0.951	0.901	1.027	0.962
	初始型城市	0.488	0.655	1.059	1.189	1.317	1.120	0.978
2010	成熟型城市	0.925	0.997	1.050	0.938	1.135	0.914	1.059
	发展型城市	1.144	1.034	0.951	0.989	0.885	1.009	0.997
	初始型城市	0.423	0.860	1.147	1.279	1.175	1.235	0.829
2016	成熟型城市	1.029	1.020	1.036	0.981	1.143	0.945	0.877
	发展型城市	1.103	0.972	0.991	0.999	0.915	0.990	1.079
	初始型城市	0.285	1.129	0.944	1.104	0.923	1.256	1.058

2020年3月

工业为主,由此,促使工业制造成为优势功能。之后,再生性资源型城市产业转型加速,到2010年工业产值占比前5位的行业也发生改变,除黑色金属冶炼、化工2行业产业占比分别增加5.06和0.26个百分点外,非金属矿物制品业占比下降,机械、木材加工发展为主导产业,而石油开采及加工业不再是主导行业,显示工业结构向非资源依赖型和资本密集型产业演变。而产值占比后5位的行业累计占0.83%,比2005年增加0.22个百分点,特别是废弃资源和废旧材料回收业比重增加0.19个百分点,由此造成工业结构多样化增强,推动着城市工业制造功能持续加强,以及集聚辐射功能演变为优势功能。2016年工业产值占比位居前5位的行业中黑色金属

冶炼和压延加工业产值占比较2005年下降了15.48个百分点,化工、非金属制品、机械3行业占比均稳定增长,食品加工与制造业成为主导产业,5个行业产值合计占比44.98%,木材加工不再为主导行业,表明主导产业在再生性资源型城市发展中的地位在减弱,产业多元化持续加强,推动着城市工业制造功能依然保持优势,但作用减弱,同时科教创新、生态保障、集聚辐射功能持续增强,资源开采功能迅速减弱,城市功能的综合性持续强化。

从向“多元均衡型”功能演化的成熟型城市(表4)来看,2005年成熟型城市产值占比位居前5位的工业行业有黑色金属冶炼和压延加工业、机械工业、电力热力生产和供应业、非金属矿物制品业、有色

表4 2005—2016年再生性资源型城市工业行业发展特征

Table 4 Development characteristics of industrial sectors in renewable resource-based cities, 2005-2016

年份	划分依据	主导行业及其占比	劣势行业及其占比
2005	成熟型城市	黑色金属冶炼和压延加工业(56.78%)、机械工业(5.57%)、电力、热力生产和供应业(4.94%)、非金属矿物制品业(4.36%)、有色金属冶炼和压延加工业(3.76%)	石油和天然气开采业(0.00%)、烟草制品业(0.00%)、化学纤维制造业(0.01%)、文教、工美、体育和娱乐用品制造业(0.01%)、皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业(0.02%)
	发展型城市	黑色金属冶炼和压延加工业(20.32%)、化学原料和化学制品制造业(9.57%)、石油加工、炼焦和核燃料加工业(9.47%)、非金属矿物制品业(7.98%)、电力、热力生产和供应业(7.05%)	废弃资源和废旧材料回收(0.01%)、燃气生产和供应业(0.07%)、文教、工美、体育和娱乐用品制造业(0.07%)、水的生产和供应业(0.10%)、仪器仪表制造业(0.18%)
	初始型城市	纺织业(11.87%)、食品加工与制造业(10.28%)、非金属矿物制品业(9.68%)、石油和天然气开采业(8.65%)、电力、热力生产和供应业(7.24%)	煤炭开采和洗选业(0.00%)、废弃资源和废旧材料回收(0.00%)、燃气生产和供应业(0.02%)、化学纤维制造业(0.02%)、水的生产和供应业(0.17%)
2010	成熟型城市	黑色金属冶炼和压延加工业(36.79%)、非金属矿物制品业(8.69%)、机械工业(7.48%)、交通运输设备制造业(5.64%)、有色金属冶炼和压延加工业(4.91%)	烟草制品业(0.00%)、化学纤维制造业(0.00%)、石油和天然气开采业(0.00%)、文教、工美、体育和娱乐用品制造业(0.04%)、印刷和记录媒介复制业(0.08%)
	发展型城市	黑色金属冶炼和压延加工业(30.70%)、化学原料和化学制品制造业(8.76%)、机械工业(7.62%)、非金属矿物制品业(6.28%)、木材加工和木、竹、藤、棕、草制品业(6.27%)	废弃资源和废旧材料回收(0.07%)、水的生产和供应业(0.08%)、文教、工美、体育和娱乐用品制造业(0.12%)、印刷和记录媒介复制业(0.15%)、燃气生产和供应业(0.15%)
	初始型城市	纺织业(13.31%)、食品加工与制造业(9.48%)、非金属矿物制品业(8.53%)、木材加工和木、竹、藤、棕、草制品业(6.80%)、酒、饮料和精制茶制造业(6.38%)	煤炭开采和洗选业(0.00%)、燃气生产和供应业(0.03%)、水的生产和供应业(0.05%)、石油加工、炼焦和核燃料加工业(0.05%)、废弃资源和废旧材料回收(0.20%)
2016	成熟型城市	黑色金属冶炼和压延加工业(22.89%)、医药制造业(12.64%)、食品加工与制造业(8.05%)、机械工业(6.93%)、有色金属冶炼和压延加工业(5.96%)	烟草制品业(0.00%)、石油和天然气开采业(0.00%)、化学纤维制造业(0.03%)、金属制品、机械和设备修理业(0.04%)、皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业(0.17%)
	发展型城市	化学原料和化学制品制造业(12.42%)、黑色金属冶炼和压延加工业(12.28%)、机械工业(8.84%)、非金属矿物制品业(8.46%)、食品加工与制造业(7.33%)	金属制品、机械和设备修理业(0.06%)、水的生产和供应业(0.09%)、废弃资源和废旧材料回收(0.16%)、燃气生产和供应业(0.19%)、石油和天然气开采业(0.36%)
	初始型城市	非金属矿物制品业(10.79%)、食品加工与制造业(10.28%)、纺织业(9.66%)、木材加工和木、竹、藤、棕、草制品业(7.03%)、化学原料和化学制品制造业(5.58%)	煤炭开采和洗选业(0.00%)、金属制品、机械和设备修理业(0.01%)、水的生产和供应业(0.06%)、废弃资源和废旧材料回收(0.14%)、燃气生产和供应业(0.19%)

金属冶炼和压延加工业等,合计占比达75.41%。资源密集型行业“一业独大”的工业结构依然存在,但以机械行业为主的资本密集型行业发展,由此使得该类城市工业制造功能和科教创新功能处于优势地位,非资源依赖性产业的发展,促进该类城市由能源原材料生产基地向区域经济中心演化,推动集聚辐射和文化服务演化为优势功能。2010年产值占比位居前5位的工业行业中黑色金属冶炼和压延业产值占比下降了19.99%,而非金属矿物制品、机械、有色金属冶炼及压延加工3个行业产值占比分别增加了4.33%、1.91%和1.15%,同时交通运输设备制造制造业(5.64%)发展为主导产业,而电力热力生产供应不再是主导优势产业。表明资本技术密集型行业的主导作用持续增强,特别是电力等高耗能产业的衰退,由此推动该类城市向区域经济中心城市演化,集聚辐射功能的优势作用进一步加强,金融商贸功能演化为优势功能。之后,随着国家生态文明建设战略的实施,绿色发展理念的贯彻落实,到2016年成熟型城市产值占比前5位的工业行业中黑色金属冶炼和压延加工、机械、有色金属冶炼和压延加工3个行业产值占比均呈下降趋势,表明原材料工业地位弱化。同时,随着自主创新战略的深入推进和非矿资源的开发,医药、食品等行业优势显现并演化为主导行业,这一先进制造业的发展也带动金融商贸功能增强。此外,文教、工美等娱乐制品业逐渐摆脱劣势地位,说明该类城市文化服务水平提升,城市综合服务功能持续强化。总之,成熟型城市工业结构演变由以黑色金属冶炼为主的典型单一行业主导型向资源劳动资本技术并重型演变,但医药制造、食品加工和机械等技术劳动资本密集型行业的主导作用仍需进一步强化,以促进该类城市综合服务能力持续提升。

从向资源开采、集聚辐射“双主导型”功能演化的发展型城市(表4)来看,2005年发展型城市产值占比位居前5位的工业行业有黑色金属冶炼和压延加工、化工、石油加工、非金属矿物制品、电力热力生产与供应等,累计占比达54.39%,依托资源开发而发展起来的产业主导作用明显,同时随着生态城市建设的推进,生态环境质量大为改善,从而使得资源开采、生态保障功能成为发展型城市主要优势

功能。产值占比位居后5位的工业行业累计占比0.43%,主要为废弃资源和废旧材料回收、文教工美体育和娱乐用品制造、仪器仪表等技术密集型行业,再考虑到居民文化生活等相关行业的发展,文化服务功能亦具有优势。2010年产值占比位居前5位的行业黑色金属冶炼、化工、非金属之矿物制品、机械、木材加工等,累计占比59.63%,比2005年增加了5.24个百分点,主要是由于“十一五”期间,随着技术创新能力增强,资源开采效率提升,黑色金属冶炼及压延加工业产值占比大幅上升,在此基础上,拓宽产业链,促动机械等先进制造业迅速发展。同时,化工、非金属矿物制品等行业产值占比有所下滑,综上,主导行业由不可再生资源依赖型向资本密集型和可再生资源依赖型行业演变,资源开采和生态保障依然保持优势地位,但主导作用有所下降,工业制造演化为主要优势功能。2016年产值占比位居前5位的工业行业合计比重49.33%,比2010年降低10.3个百分点。主要是由于进入“十二五”以来,该类城市黑色金属冶炼压延业占比快速下降,降幅达18.42个百分点,化工、非金属矿物制品2个行业占比有所增加。以上说明,资源开采功能依然是该类城市的优势功能,但主导地位持续减弱,同时,以机械工业为代表的先进制造业得到较快发展,食品加工与制造业取代木材加工跻身主导优势行业,表明依靠比较优势发展起来的高附加值和深加工行业发展迅速,且轻重工业比例有所改善,显示出该类城市的区域经济增长极作用持续加强,促使城市辐射力与影响力提升,可见,城市集聚辐射功能优势作用进一步凸显。总之,发展型城市主导行业呈现由单一资源密集型行业主导转向以资源型行业为主的资本劳动并重型结构,增强了该类城市发展区域依赖性,继续推进工业结构高级化、生态化转型是改变该类城市以资源开采为主导优势功能局面的关键之举。

从向“多功能非均衡型”功能演化的初始型城市(表4)来看,2005年初始型城市产值占比位居前5位的工业行业有纺织、食品加工、非金属矿物制品、石油开采、电力热力生产和供应等,累计占比仅为47.72%,全部为资源密集型行业。由于区位偏远,且缺少主导优势突出的矿产资源,使得该类城市资

2020年3月

源开采和工业制造功能没有显现出明显优势,而文化及生产性服务成为优势功能。2010年产值占比位居前5位的工业行业累计占比为44.50%,比2005年下降了3.22个百分点。主要是由于进入“十一五”以来,纺织、食品加工与制造、非金属矿物制品3个行业仍然为主导行业,而木材加工、酒饮料与精制茶制造2个行业取代石油和天然气开采业、电力热力生产供应业,而成为主要优势行业。同时其优势行业中逐渐融入劳动、资本与技术,创新能力增强,轻工业多样化发展。但该类城市轻重工业失衡远不能带动其功能的整体提升,因此其金融商贸、文化服务等功能发展不充分。2016年产值占比位居前5位的工业行业产值累计占比43.34%,比2010年降低了1.16个百分点。主要是由于该类城市食品与木材加工制品业等占比呈攀升之势,与城市建设紧密相关的非金属矿物制品业地位升至首位,带动以化学原料及其制品为代表的原材料工业跻身前五。表明轻工业发展在该类城市转型发展中居于主导地位,且作用在降低。同时,该类城市在传统比较优势基础上发展制造业,推进城市基础设施建设,工业制造与集散功能同步提升为优势功能,而金融商贸和文化服务功能不再具有优势。总之,与成熟型、发展型2类城市不同,初始型城市工业结构呈现由以资源密集型行业为主的资源劳动复合型演变为以劳动密集型行业为主的资源劳动复合型,这一工业结构演化促使该类城市的工业制造与集聚辐射功能成长为主要优势功能,而金融商贸、文化服务不再是优势功能。

5 结论与讨论

5.1 结论

(1)研究期内再生性资源型城市功能多元化趋势持续增强,但各子功能演化趋向各异,资源开采功能显著衰退,科教创新、金融商贸功能不断强化。各城市之间的整体功能绝对差异扩大而相对差异缩小,尤以工业制造和集聚辐射功能差异显著,表明再生性资源型城市各子功能协同演化格局尚未形成,进一步补齐弱势功能,提升综合服务功能,仍是该类城市功能重组优化急需解决重大问题。

(2)近10多年来再生性资源型城市功能演化的

基本路径是由以生态保障为优势功能向生态保障、工业制造“双主导”型多元功能协同格局演化。不同类型城市功能演化路径各异,其中,成熟型城市功能呈明显改善之势,文化服务一直为主导优势功能,其优势功能经历了由以工业、创新、文化、集聚为主导,演化到以金融、商贸、文化、集聚为主导,再演化到以工业、金融、文化为主导的发展路径;发展型城市功能呈稳步改善态势,资源开采一直是其主导优势功能但主导性在减弱,其主导优势功能先后经历了由以金融、商贸、生态服务为主导,演化到以工业、生态服务为主导,再演化到以集聚辐射为主导的发展路径;初始型城市功能呈先升后降态势,科教创新、生态保障均始终为其优势功能,其主导优势功能演化先后经历了由以商贸、创新、文化、生态为主导,演化到以工业、生态、创新、集聚为主导的发展路径。以上表明,再生性资源型城市功能由单一主导向多元综合性演化是其基本路径,城市功能多元综合性越强,演化路径越复杂,显示出再生性资源型城市功能演化基本摆脱主要优势资源的依赖,转向依托区域资源系统基础塑造特色综合功能,基本摆脱资源生产基地的主导功能,转向发挥区域性中心城市的集聚辐射功能。

(3)再生性资源型城市资源依赖性工业优势快速衰退,与劳动、资本、技术密集型工业特别相关的轻工业与先进装备制造业等齐驱并进,随着工业结构的多元化、高级化、绿色化、服务化,推动该类城市功能的多元化和综合化演进。不同类型再生性资源型城市工业结构转型路径不同,其对城市功能的影响也各异,其中成熟型城市工业结构演变由以黑色金属冶炼为主的典型单一行业主导型向劳动、资本、技术并重型演变,但医药制造、食品加工和机械等行业的主导作用仍需进一步提升,以促进该类城市创新、集聚辐射等综合服务功能持续增强。发展型城市主导行业呈现向以资源密集型行业为主的资本、劳动并重型结构演变趋势,增强了工业体系的区域根植性,继续推进工业结构高级化、多元化、生态化转型是改变该类城市以资源开采为主导的畸形功能格局的关键路径。初始型城市主导行业呈现由以资源密集型行业为主向以劳动密集型行业为主演变趋势,由此推动该类城市的工业制造

与集聚辐射功能成长为主要优势功能。以上表明,中国再生性资源型工业结构转型规定着城市功能的演化方向和路径,其转型路径的差异性驱动了再生性资源型城市功能演化路径的异质性。而再生性资源型城市功能又进一步影响着工业结构转型快慢,综合功能强的城市工业结构高级化程度较高,反之则较低。

5.2 讨论

再生性资源型城市功能演化与工业结构转型相辅相成,但不同类型的资源型城市工业结构演化异质性直接导致了其城市功能演化路径的差异。再生性资源型城市功能是产业、资源等要素综合集聚的表现,本质上是抽象的作用与效能,尽管量化研究易于直观对比,但并不能完全解释其内涵,仍需进一步强化定量与定性相融合的系统研究。本文按照整个研究期内城市功能综合指数进行类型的划分,并从整体角度分析其城市功能特征及演变态势,但忽略了单个城市的特殊之处,下一步研究中将更加注重细化探究。此外,受数据可获得性的限制,本文仅选取典型年份,从2位数行业维度探讨工业结构演变对再生性资源型城市功能的影响,但并未将不同行业之间的关联性纳入研究,而这种关联性识别能更科学地解析城市功能的演变。因此,未来可基于3或4位数行业数据和案例调研进一步挖掘解析。当然,需要指出的是,除本文所揭示的城市功能演化外,现实中的演化过程和模式可能更为多元与复杂。故今后应深入探究多尺度下不同类型的行为主体、不同特性的功能层面与产业演化之间的关系,继续厘清资源型城市工业结构转型与城市功能演化间的互动机理。

参考文献(Reference):

[1] 张文忠. 中国资源型城市可持续发展研究[M]. 北京: 科学出版社, 2014. [Zhang W Z. Study on Sustainable Development of Resource-Based Cities in China[M]. Beijing: Science Press, 2014.]

[2] 余建辉, 李佳洺, 张文忠. 中国资源型城市识别与综合类型划分[J]. 地理学报, 2018, 73(4): 677-687. [Yu J H, Li J M, Zhang W Z. Identification and classification of resource-based cities in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(4): 677-687.]

[3] 仇方道, 袁荷, 朱传耿, 等. 再生性资源型城市工业转型效应及

影响因素[J]. 经济地理, 2018, 38(11): 68-78. [Qiu F D, Yuan H, Zhu C G, et al. The industrial transformation effects and influencing factors of regenerative resource-based cities in China[J]. Economic Geography, 2018, 38(11): 68-78.]

[4] 肖劲松, 毛锋. 中国资源型城市的演化特征与趋势探析[J]. 人文地理, 2008, 23(2): 67-72. [Xiao J S, Mao F. Analysis on the evolutionary characteristics and development trends of resource-based cities in China[J]. Human Geography, 2008, 23(2): 67-72.]

[5] 徐君, 李巧辉, 王育红. 供给侧改革驱动资源型城市转型的机制分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(10): 53-60. [Xu J, Li Q H, Wang Y H. Integrated mechanism of resource-based cities transformation driven by the supply reform[J]. China Population, Resources and Environment, 2016, 26(10): 53-60.]

[6] 梁姗姗, 杨丹辉. 矿产资源消费与产业结构演进的研究综述[J]. 资源科学, 2018, 40(3): 535-546. [Liang S S, Yang D H. A review of mineral resource consumption and industrial structure evolution [J]. Resources Science, 2018, 40(3): 535-546.]

[7] 康彦彦. 资源型城市产业结构调整研究: 以山东东营为例[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2013. [Kang Y Y. Research on Adjustment and Optimization of the Industrial Structure of the Resource-Based Cities: Taking Shandong Dongying as an Example [D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2013.]

[8] 樊杰. 我国主体功能区划的科学基础[J]. 地理学报, 2007, 62(4): 339-350. [Fan J. The scientific foundation of major function oriented zoning in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2007, 62(4): 339-350.]

[9] 于涛方, 顾朝林, 吴泓. 中国城市功能格局与转型: 基于五普和第一次经济普查数据的分析[J]. 城市规划学刊, 2006, (5): 13-21. [Yu T F, Gu C L, Wu H. Structure and transformation of urban function in China: Based on the analysis of data from the Fifth Census and the First Economic Census[J]. Urban Planning Journal, 2006, (5): 13-21.]

[10] 杜挺, 谢贤健, 梁海艳, 等. 基于熵权TOPSIS和GIS的重庆市县域经济综合评价及空间分析[J]. 经济地理, 2014, 34(6): 40-47. [Du T, Xie X J, Liang H Y, et al. County economy comprehensive evaluation and spatial analysis in Chongqing City based on entropy weight-TOPSIS and GIS[J]. Economic Geography, 2014, 34(6): 40-47.]

[11] 申庆喜, 李诚固, 周国磊. 基于工业空间视角的长春市1995-2011年城市功能空间耦合特征与机制研究[J]. 地理科学, 2015, 35(7): 882-889. [Shen Q X, Li C G, Zhou G L. Coupling characteristics and mechanism of urban functional space of Changchun based on the perspective of industrial space in 1995-2011 [J]. Scientia Geographica Sinica, 2015, 35(7): 882-889.]

[12] 赵磊, 唐承财. 产业结构变迁、旅游业与经济增长: 来自中国的经验证据[J]. 资源科学, 2017, 39(10): 1918-1929. [Zhao L, Tang C C. China's tourism industry, industrial structure and economic

2020年3月

- growth: Empirical evidence from China[J]. *Resources Science*, 2017, 39(10): 1918–1929.]
- [13] 张玉韩, 侯华丽, 沈悦, 等. 乌蒙山片区矿产资源开发功能分区及扶贫政策探索[J]. *资源科学*, 2018, 40(9): 1716–1729. [Zhang Y H, Hou H L, Shen Y, et al. Study on the functional division of mineral resources development and poverty alleviation policy in Wumeng Mountain Area[J]. *Resources Science*, 2018, 40(9): 1716–1729.]
- [14] Shi L. Smart city theory and its function and significance of Chinese urban development[J]. *Forum on Science and Technology in China*, 2011, (5): 97–102.
- [15] Wang Y C, Shen J K, Xiang W N. Ecosystem service of green infrastructure for adaptation to urban growth: Function and configuration[J]. *Ecosystem Health and Sustainability*, 2018, 4(5): 132–143.
- [16] Crooks A, Pfoser D, Jenkins A, et al. Crowdsourcing urban form and function[J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2015, 29(5): 1–22.
- [17] 冯建超. 日本首都圈城市功能分类研究[D]. 长春: 吉林大学, 2009. [Feng J C. Distribution of Cities to Functions in the Capital Circle of Japan[D]. Changchun: Jilin University, 2009.]
- [18] Carter H. The study of urban geography[J]. *New Zealand Geographer*, 1973, 29(1): 102–112.
- [19] Tao H Y, Wang K L, Zhuo L, et al. Re-examining urban region and inferring regional function based on spatial-temporal interaction [J]. *International Journal of Digital Earth*, 2019, 12(3): 293–310.
- [20] Lebel L, Garden P, Banaticla M R N, et al. Management into the development strategies of urbanizing regions in Asia: Implications of urban function, form, and role[J]. *Journal of Industrial Ecology*, 2007, 11(2): 61–81.
- [21] Abe K, Kubo T, Komaki N. Changes in the Japanese Urban System Since the 1950s: Urbanization, Demography, and the Management Function[A]. Celine R, Denise P, Elkin V. *International and Transnational Perspectives on Urban Systems*[M]. Singapore: Springer, 2018.
- [22] 潘峰华, 杨博飞. 国家中心城市竞争力及其职能演变: 基于上市企业总部的研究[J]. *地理研究*, 2018, 37(7): 116–128. [Pan F H, Yang B F. Competitiveness and function specialization of national central cities in China: An empirical study based on headquarters of China's public listing firms[J]. *Geographical Research*, 2018, 37(7): 116–128.]
- [23] Venables A J. Breaking into tradables: Urban form and urban function in a developing city[J]. *Journal of Urban Economics*, 2017, 98: 88–97.
- [24] Yu H. Impact of leisure tourism transformation in metropolitan traditional industrial zone on urban function evolution[J]. *Economic Geography*, 2016, 36(11): 214–223.
- [25] 曾春水, 申玉铭, 李哲, 等. 京津冀城市职能演变特征与优化对策[J]. *经济地理*, 2018, 38(9): 67–78. [Zeng C S, Shen Y M, Li Z, et al. Evolutional characteristics and optimization countermeasures of urban functions in Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration[J]. *Economic Geography*, 2018, 38(9): 67–78.]
- [26] 王海军, 翟丽君, 刘艳芳, 等. 基于多维城市要素流的武汉城市圈城市联系与功能分析[J]. *经济地理*, 2018, 38(7): 49–58. [Wang H J, Zhai L J, Liu Y F, et al. Urban connection and function in Wuhan urban agglomeration based on multi-dimensional urban factor flows[J]. *Economic Geography*, 2018, 38(7): 49–58.]
- [27] 肖周燕, 王庆娟. 我国特大城市的功能布局与人口疏解研究: 以北京为例[J]. *人口学刊*, 2015, 37(1): 5–14. [Xiao Z Y, Wang Q J. Empirical study on the evolution of urban functional structure in China: Evidence from Beijing[J]. *Population Journal*, 2015, 37(1): 5–14.]
- [28] Li M Y, Shen Z J, Hao X H. Revealing the relationship between spatio-temporal distribution of population and urban function with social media data[J]. *Geojournal*, 2016, 81(6): 919–935.
- [29] Lebel L, Garden P, Banaticla M R N, et al. Management into the development strategies of urbanizing regions in Asia: Implications of urban function, form and role[J]. *Journal of Industrial Ecology*, 2010, 11(2): 61–81.
- [30] Venables A J. Breaking into tradables: Urban form and urban function in a developing city[J]. *Journal of Urban Economics*, 2017, 98: 88–97.
- [31] 徐维祥, 张凌燕, 刘程军. 城市功能与区域创新耦合协调的空间联系研究: 以长江经济带 107 个城市为实证[J]. *地理科学*, 2017, 37(11): 1659–1667. [Xu W X, Zhang L Y, Liu C J. The coupling coordination of urban function and regional innovation: A case study of 107 cities in the Yangtze River economic belt[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(11): 1659–1667.]
- [32] 孙威, 李洪省. 中国资源枯竭城市的区位条件辨析[J]. *地理学报*, 2013, 68(2): 199–208. [Sun W, Li H S. Quantifying location condition of resources-exhausted cities in China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(2): 199–208.]
- [33] 姚常成, 宋冬林, 范欣. 铁路提速对经济增长的作用机理研究: 基于城镇化、产业集聚与市场潜力的视角[J]. *经济问题探索*, 2019, (2): 29–38. [Yao C C, Song D L, Fan X. Research on the mechanism of railway speed-up on economic growth: Based on the perspective of urbanization, industrial agglomeration and market potential[J]. *Inquiry into Economic Issues*, 2019, (2): 29–38.]

Heterogeneity of functional transformation of renewable resource-based cities in China and analysis of their industrial structure

ZHENG Ziyang^{1,2}, QIU Fangdao^{1,2}, ZHANG Chunli³, LI Xue^{1,2}, LI Cai^{1,2}, YIN Pengxing^{1,2}

(1. School of Geography, Geomatics and Planning, Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, China;

2. Urban-Rural Integration Development Research Institute, Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, China;

3. Northeast Institute of Geography and Agroecology, CAS, Changchun 130102, China)

Abstract: Function of renewable resource-based cities is a main indicator of industrial structure, and the transformation of industrial structure causes the evolution of the functions of such cities. Using the method of locational remoteness and entropy weight TOPSIS, the functional heterogeneity characteristics and evolution paths of China's renewable resource-based cities from 2005 to 2016 were studied. The promoting role of industrial structures in the evolution of their urban functions was also discussed. The results show that: (1) The functions of the studied cities have continued to improve, but the co-evolution pattern of each sub-function has not yet been formed. However, the resource exploitation function has declined significantly. The industrial manufacturing and science and education innovation functions have continuously increased. In particular, there are significant differences in the functions of industrial manufacturing and concentrated radiation. Among these cities, the mature and developing cities are characterized both by strong industrial manufacturing and weak resource exploitation, while cities at the initial stage of development have strong ecological security functions and clear differences among sub-functions. (2) The functions of the studied cities have diversified and mainly are based on ecological security- industrial manufacturing overall. However, the evolutionary path is heterogeneous. The mature cities are characterized by multi-dimensional balanced change. The developing cities are characterized by dual functions of resource exploitation and concentrated radiation. The cities at the initial stage of development show an unbalanced and multi-functional dominant change trend. (3) The differences in the functional evolution paths of China's renewable resource-based cities are driven by the heterogeneity of industrial structure transformation. For China's renewable resource-based cities, the higher the level of industrial structure's diversification, advancement, greening, and service, the more comprehensive its functions will be. The evolution of city functions also affects the speed of industrial structure transformation. The degree of advanced industrial structure in cities with strong comprehensive functions is higher, and vice versa.

Key words: industrial structure; city function; heterogeneity; renewable resource-based city; entropy weight TOPSIS; locational remoteness; China