

引用格式:李宛聪,李红,王士君,等.东北地区收缩城市识别及其建设用地扩张时空演变[J].资源科学,2024,46(2):368-385.  
[Li W C, Li H, Wang S J, et al. Identification of shrinking cities in Northeast China and spatiotemporal evolution of construction land expansion[J]. Resources Science, 2024, 46(2): 368-385.] DOI: 10.18402/resci.2024.02.10

# 东北地区收缩城市识别及其建设用地扩张 时空演变

李宛聪<sup>1</sup>,李红<sup>1</sup>,王士君<sup>2</sup>,浩飞龙<sup>2</sup>

(1. 吉林大学地球科学学院, 长春 130061; 2. 东北师范大学地理科学学院, 长春 130024)

**摘要:**【目的】建设用地扩张是城市化在地理空间上的直接表现,剖析收缩城市建设用地时空演变特征,对于优化收缩城市土地资源分配具有参考价值。【方法】构建“一主两副三维度”的多指标模型,识别东北地区2000—2020年收缩城市;运用公共边测度法、PLUS模型等,探讨研究期内东北地区收缩城市建设用地的扩张特征、扩张模式与驱动机制。【结果】①东北地区收缩城市数量与收缩程度呈加剧态势。2000—2010年,东北地区仅识别出4个人口收缩城市、1个人口-经济收缩城市;2010—2020年,识别出3个人口-经济收缩城市、1个人口-活力收缩城市和17个全维度收缩城市,且在空间上呈现出“东多西少、北高南低”的特征。②2010—2020年,东北地区70.59%的收缩城市建设用地呈持续增长的趋势,且扩张速度的高值区均集中分布于哈(尔滨)-大(连)经济带沿线城市。③收缩城市新增建设用地填充式扩张面积占比逐渐增加,扩张格局由扩散趋向集聚。④收缩城市建设用地演变是自然环境、人口-经济与基础设施等因素交互作用的综合结果,不同类型、不同研究时段收缩城市的核心驱动因子既存在共性,也具有独特性。【结论】东北地区70%以上的收缩城市呈现出建设用地持续扩张的矛盾发展格局。建议收缩城市形成合理的建设用地扩张秩序,充分挖掘城市存量建设用地利用潜力,实现收缩城市的“精明增长”。

**关键词:**收缩城市;建设用地扩张;时空特征;识别模型;驱动因素;东北地区

DOI: 10.18402/resci.2024.02.10

## 1 引言

中国正处于城镇化发展的中期阶段,从逻辑推演的角度考虑,扩张与增长理应是城市发展的唯一标准演替路径<sup>[1]</sup>。然而随着中国快速城镇化与高速交通网络的发展,城市极化效应不断加剧<sup>[2]</sup>,不论是经济快速发展的珠三角、长三角、京津冀,还是相对欠发达的中西部、西南部、东北部等地区<sup>[1-5]</sup>,均显现出不同程度的城市收缩现象,收缩城市逐渐成为近年来城市研究的焦点。但目前中国对于收缩城市的研究集中于收缩城市的概念引介及识别方法<sup>[1,4]</sup>、空间格局及模式提炼<sup>[5-7]</sup>、驱动机制与效应分析以及应对策略等方面<sup>[8,9]</sup>。在中国改革开放以来近40年

的经济高速发展进程中,在以经济增长为导向的城市规划理念指导下,收缩城市普遍呈现出的人口流失与空间扩张悖论现象<sup>[10,11]</sup>,逐渐成为收缩城市亟需解决的问题。因此,基于中国特殊转型发展背景下的建设用地时空演变研究仍需进一步丰富。

既有关于收缩城市建设用地的研究集中在以下两个方面:①以典型收缩城市为研究单元,重点关注收缩城市内空置与废弃住宅。其中,部分学者以规划政策为切入点,探讨收缩城市空置与闲置用地的再开发<sup>[12]</sup>,还有部分学者通过应用多智能体(MAS)、元胞自动机(CA)与系统动力学(SD)等模型预测收缩城市人口对住宅或用地的需求<sup>[13]</sup>,为避

收稿日期:2023-11-27 修订日期:2024-01-28

基金项目:国家自然科学基金项目(42171198;42171191;42071219)。

作者简介:李宛聪,女,黑龙江巴彦人,博士研究生,研究方向为土地利用与生态环境。E-mail: liwc19@mail.jlu.edu.cn

通讯作者:李红,女,吉林镇赉人,教授,研究方向为区域与城市发展。E-mail: h\_li@jlu.edu.cn

2024年2月

免收缩城市无序扩张提供理论依据。②探究单一城市、城市群或连片区域等不同研究尺度下收缩城市的土地利用效率,通常选取多维指标体系,运用熵值法<sup>[14]</sup>、超效率SBM模型<sup>[15]</sup>、数据包络分析法(DEA)等研究方法<sup>[16]</sup>衡量土地利用效率<sup>[14,17]</sup>。然而,既有研究对于城市在“收缩”过程中其建设用地的时空演变特征、扩张模式以及驱动机理等核心问题的研究较为缺乏。因此,针对城市建设用地演变问题的阶段性、演变规律的复杂性和演变动力的综合性,针对收缩城市建设用地变化趋势和内在影响机制的研究仍需进一步拓展。

近年来,因缺乏区位优势、矿产资源枯竭、改革发展动力不足等原因<sup>[1]</sup>,东北地区相继呈现出“东北现象”“新东北现象”与“后东北现象”<sup>[1]</sup>,导致区域内多数城市面临经济增长停滞、人口密度持续降低、用地闲置等问题<sup>[18]</sup>。因此,自2003年以来,国家先后出台了《关于实施东北地区等老工业基地振兴战略的若干意见》《关于近期支持东北振兴若干重大政策举措的意见》《关于深入推进实施新一轮东北振兴战略加快推动东北地区经济企稳向好若干重要举措的意见》《关于进一步推动新时代东北全面振兴取得新突破若干政策措施的意见》等多项政策,推动新时代东北地区的全面振兴。鉴于此,本文构建收缩情境下建设用地时空格局演变分析框架,以最具代表性和典型性的东北地区为例,基于多指标识别模型定量测度收缩城市的时空分异特征;并在此基础上,运用扩张速度与强度、公共边测度法、PLUS模型等研究方法,探讨东北地区收缩城市收缩前期(2000—2010年)与收缩当期(2010—2020年)建设用地的扩张特征、扩张模式与驱动机制,以期为实现区域收缩城市人地协调发展提供依据,也可为新一轮东北振兴战略政策的制定与优化提供参考。

## 2 理论分析

收缩城市指城市相关发展要素(人口、经济、空间等)处于缩减状态的一类城市。因各国和各地区在城市发展方面存在实质性差异,研究人员尚未对其识别体系达成共识,但普遍基于人口变化学与多指标变化学进行识别<sup>[1]</sup>。前者认为人口数量的变化是区域经济发展低迷、就业率低下、基础设施不全

面等各种社会经济因素共同导致的综合结果,通常将一定时间段内人口流失的数量与下降的速度作为衡量收缩城市的标准<sup>[4,6]</sup>。后者则强调收缩的综合概念,认为仅基于人口变化情况识别收缩城市,尽管方法便捷,但无法揭示除人口以外的其他发展要素的缩减情况以及彼此间的耦合关联性<sup>[1]</sup>,故通常将人口、经济、社会、空间等多维度的缩减情况作为收缩城市判别的依据<sup>[19]</sup>。而城市是一个嵌于区域、多要素相互作用的综合体,收缩城市不仅是以人口为主的发展要素的缩减,还是在全球化与区域一体化过程中,城市在区域城镇体系中地位与辐射范围的相对下降,从而导致以人口为核心的相关发展要素的再配置,呈现出要素流的空间流动与溢出<sup>[1]</sup>。因此,本文认为收缩城市的识别不仅需要强调多维性还要考虑人口的优先性。

收缩情境对城市建设用地利用效率的提升提出了更高的要求。然而对比欧美国家收缩城市新增建设用地动力减弱的情形,中国收缩城市则普遍呈现出建设用地持续扩张的矛盾发展格局<sup>[10]</sup>。而且收缩城市建设用地系统是一个与外界进行广泛物质循环、能量传递和信息交流的耗散系统<sup>[20]</sup>,结合已有研究对收缩城市建设用地演变的驱动因素,从自然环境、人口-经济与基础设施3个层面进行总结分析(图1):①自然环境对建设用地的适宜性起着决定性作用,是影响收缩城市建设用地变化的临界因子。其中,水、土地、植被资源是制约建设用地扩张速度的主要因素;气候条件通过影响城市化水平间接影响城市建设用地扩张;地质灾害与地形条件是限制城市扩张的根本性因素,例如地势起伏大、距地质灾害点较近的区域不适宜开发为建设用地。②人口-经济在很大程度上促进了建设用地的扩张,是收缩城市建设用地变化的动力来源。其中,人口密度是收缩城市建设用地变化的内在驱动力,人口规模的收缩降低了建设用地的需求值;GDP的变化不仅改变城市工业与商业用地的需求,也会影响城市人口流动,改变城市居住用地的需求,从而间接地影响收缩城市建设用地的配置。③基础设施影响收缩城市建设用地的扩张方向,对建设用地变化起着导向作用。其中,交通基础设施是城市间进行经济贸易活动互联互通的基础保障,其建设水

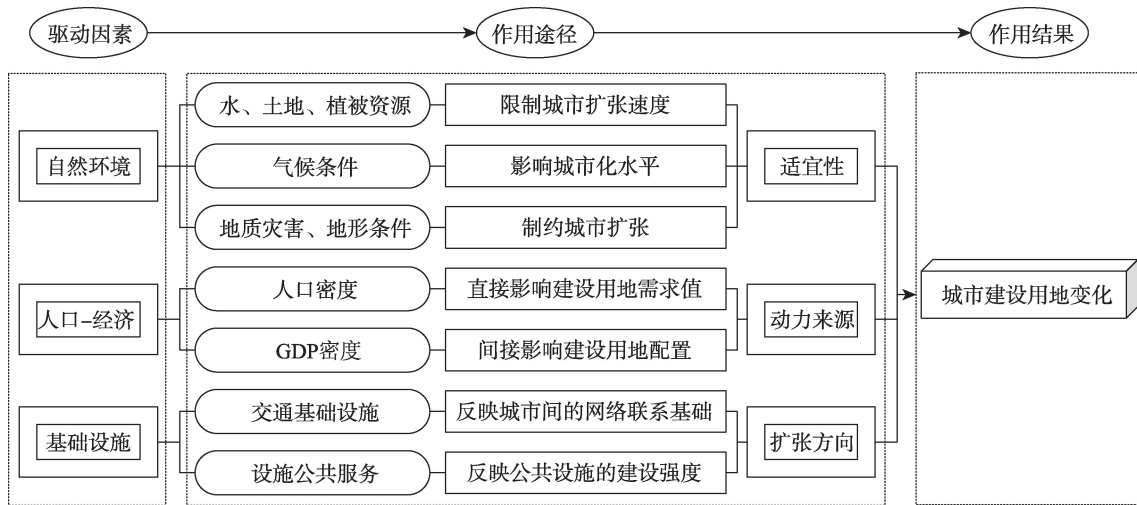


图1 收缩城市建设用地变化的驱动机理分析

Figure 1 Analysis of the driving mechanisms of construction land changes in shrinking cities

平直接影响城市间的网络联系<sup>[21]</sup>;另外,在快速城市化背景下,日趋完善的医院、学校等公共服务设施是城市居民的需求,可促进城市各类发展要素合理流动与高效集聚,公共服务设施可达性也成为收缩城市建设用地变化的重要外部拉力。

### 3 研究区域、数据来源与研究方法

#### 3.1 研究区域

东北地区地处 38°46'N—53°33'N、111°59'E—135°05'E,三面环山,一面临海,是一个相对独立且完整的自然地域单元(图2)。区域内含内蒙古自治区东四盟市(呼伦贝尔市、通辽市、赤峰市与兴安盟,以下简称为内蒙四盟市)、辽宁省、吉林省与黑龙江省,涉及40个地级行政单元(37个地级市、1个盟、1个地区和1个自治州)。参考相关研究<sup>[4,22]</sup>,本文将东北地区37个地级市的市辖区作为研究单元。

进入21世纪以来,因地理区位优势缺失以及资源过度开采,东北地区的经济优势逐渐丧失,步入后发地区行列;2003年,为缩小区域间发展差异,中央实施东北振兴战略,为东北地区经济发展注入了“强心剂”,在东北振兴战略的刺激下,区域经济在2003—2007年呈高速发展的趋势<sup>[23]</sup>;2008年,在国际金融海啸的冲击下,中国经济整体下滑严重,东北地区也不例外,但2008—2013年区域GDP指数略高于全国水平;然而,东北振兴战略并未从根本上扭转区域经济增长放缓的趋势,2013年后区域

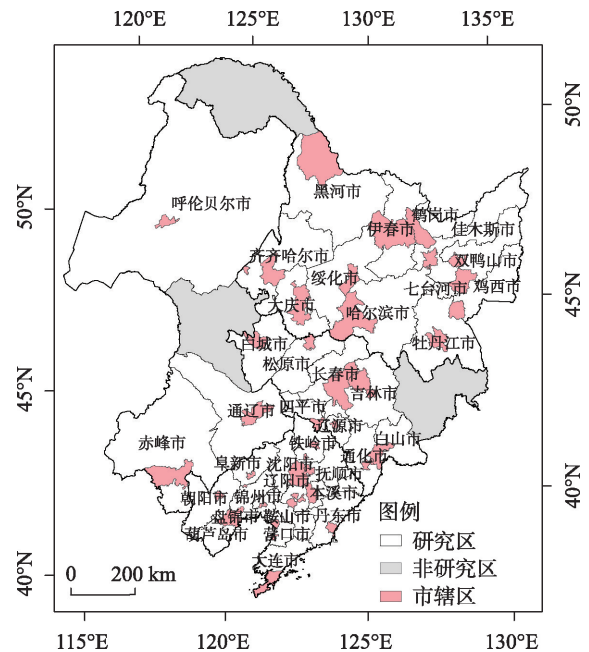


图2 东北地区的地理区位

Figure 2 Geographical location of Northeast China

注:基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为GS(2022)1873号的标准地图制作,底图无修改。

GDP指数均低于全国水平(图3)。

与此同时,受区域经济发展下滑制约,区域人口外流现象严峻,2010—2020年区域共减少常住人口1199万人;另外,囿于社会结构演化与计划生育国策带来的人口老龄化与少子化,2015年后区域人口整体呈现出“低出生率、高死亡率、人口负增长”

2024年2月

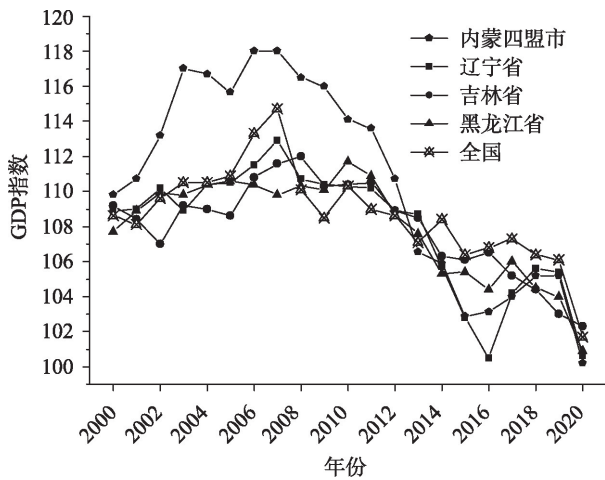


图3 2000—2020年东北地区GDP指数变化及其与全国对比

Figure 3 Changes in the GDP index of Northeast China and comparison with the national values, 2000-2020

的变化趋势,两者共同导致区域人口数量持续收缩(图4)。因此,本文将东北地区作为研究收缩城市建设用地时空演变特征的案例区,具有典型的代表性和现实意义。

### 3.2 数据来源

本文数据来源主要有:①土地利用数据(30 m)来源于资源环境数据云平台(<http://www.resdc.cn>)的解译数据(2000年、2010年、2020年),分为耕地、林地、草地、水域、建设用地(即城镇用地)、未利用地、其他建设用地(即农村居民点与其他建设用地之和)7类。②夜间灯光数据来源于钟晓雅等<sup>[24]</sup>基于DMSP-OLS和NPP-VIIRS夜间灯光遥感数据融合的“中国长时间序列夜间灯光数据集(2000—

2020)(<https://cstr.escience.org.cn>)”。③人口数据来源于《全国人口普查数据》(第五、六、七次),社会经济数据来源于相应年份的《中国城市统计年鉴》《中国城市建设统计年鉴》以及各省份的统计年鉴与统计公报。个别缺失数据运用插值法进行插补处理<sup>[25]</sup>。④年平均降水量、年平均气温、GDP、道路、土壤类型、地质灾害点来源于资源环境数据云平台;高程与年度植被指数来源于地理空间数据云;人口密度来源于WorldPop;河流水系来源于Open Street Map;各类POI数据采集于百度地图。

### 3.3 研究方法

#### 3.3.1 收缩城市多指标识别模型

构建“一主两副三维度”收缩城市多指标识别模型(图5),其中,“一主”是指衡量收缩城市最直观的指标,即城市人口流失状况;“两副”是指反映收缩城市发展水平和效率的经济维度<sup>[1]</sup>与反映收缩城市吸引力和竞争力的活力维度;“三维度”是指3个维度之间互为因果,却又相互独立的关系。

本文选取7项与人口、经济、活力3个维度相对应的评价指标,构建东北地区收缩城市多指标识别体系(表1)。其中,人口维度仅选取衡量收缩城市最直观的指标,即城市市辖区常住人口增长率。城市经济收缩是识别收缩城市的重要依据,选择能够反映城市经济活力水平的GDP增速,反映城市经济结构的产业结构高级度与工业企业数量,反映城市政府宏观经济调控手段的财政收入与支出来衡量。城市活力是城市发展的原动力和重要引擎,城市活力提升能够降低收缩城市产生的可能性,本文选

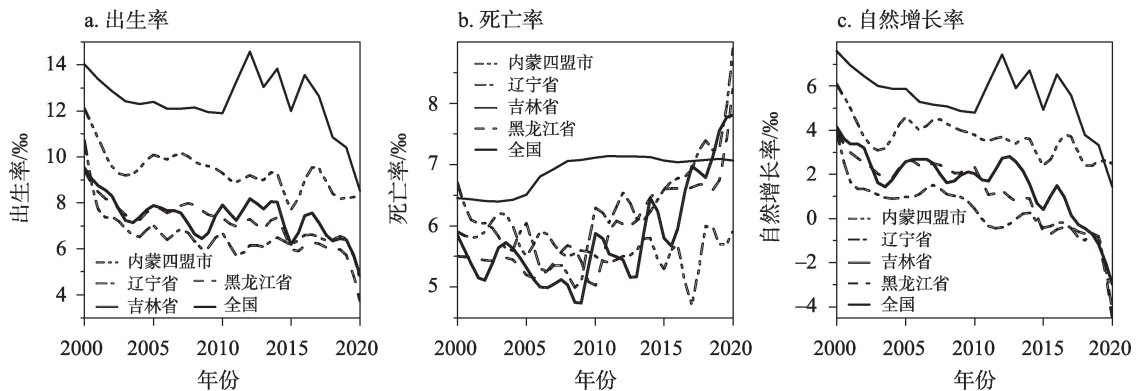


图4 2000—2020年东北地区人口变化及其与全国对比

Figure 4 Changes in the population of Northeast China and comparison with the nation values, 2000-2020

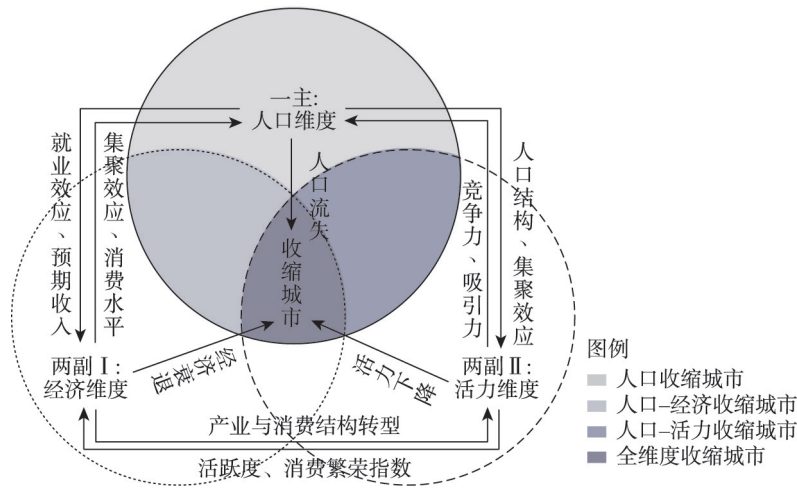


图5 多维度收缩城市的概念体系示意图

Figure 5 Schematic diagram of the conceptual model of a multidimensional shrinking city

表1 东北地区收缩城市多指标识别体系及权重系数

Table 1 Multi-indicator identification system and indicator weights for shrinking cities in Northeast China

目标层	准则层	指标层	单位	权重
收缩城市	人口维度	常住人口增长率	%	1.000
		经济维度	GDP 增速	%
	活力维度	产业结构高级度	%	0.213
		工业企业数量	个	0.285
		财政收入	万元	0.099
		财政支出	万元	0.087
		平均夜间灯光强度增长率	%	1.000

取方便获取、空间覆盖率广且已被证实能够反映城市活力水平的市辖区平均夜间灯光强度增长率来表征。收缩城市类型及其识别依据<sup>[1,3]</sup>如表2所示。

经济维度各指标权重均是基于熵值法确定的。假设*i* (*i* ∈ [1, *m*]) 表示评价对象, *j* (*j* ∈ [1, *n*]) 表示评价指标。具体计算公式如下:

$$S_{ij} = \frac{X_{ij} - \min X_j}{\max X_j - \min X_j} \quad (1)$$

$$W_j = \frac{1 + \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m \left( \frac{S_{ij}}{\sum_{i=1}^m S_{ij}} \times \ln \frac{S_{ij}}{\sum_{i=1}^m S_{ij}} \right)}{\sum_{j=1}^n \left[ 1 + \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m \left( \frac{S_{ij}}{\sum_{i=1}^m S_{ij}} \times \ln \frac{S_{ij}}{\sum_{i=1}^m S_{ij}} \right) \right]} \quad (2)$$

式中: *S<sub>ij</sub>* 与 *X<sub>ij</sub>* 分别为标准化处理后的数据值与原始数据值;  $\max X_j$  与  $\min X_j$  分别为原始数据第 *j* 个评价

表2 收缩城市类型及其识别依据

Table 2 Types of shrinking cities and the criteria for their identification

收缩城市类型	识别依据	描述
人口收缩城市	$P_c < 0$ , 其中 $P_c$ 为人口收缩度	城市仅常住人口流失现象凸显
人口-经济收缩城市	$P_c < 0$ 且 $E_c < 0$ , 其中 $E_c$ 为经济收缩度	城市常住人口流失与经济衰退现象并存
人口-活力收缩城市	$P_c < 0$ 且 $N_c < 0$ , 其中 $N_c$ 为活力收缩度	城市常住人口流失与活力下降现象并存
全维度收缩城市		
轻度全维度收缩城市	$-5\% < P_c < 0$ 且 $E_c < 0, N_c < 0$	城市常住人口流失、经济衰退、活力下降现象并存
中度全维度收缩城市	$-20\% < P_c \leq -5\%$ 且 $E_c < 0, N_c < 0$	
重度全维度收缩城市	$P_c \leq -20\%$ 且 $E_c < 0, N_c < 0$	

2024年2月

指标的最大值与最小值;  $W_j$  为各指标的权重。

将公式(1)、(2)的结果相乘再加权求和,可以得到城市  $c$  的经济收缩指数  $EI_c$ , 计算公式如下:

$$EI_c = \sum_{j=1}^n (W_j \times S_{ij}) \quad (3)$$

根据  $EI_c$  计算各城市在 2000—2010 年间的经济收缩度  $E_{c1}$ :

$$E_{c1} = \frac{EI_{c2010} - EI_{c2000}}{EI_{c2000}} \times 100\% \quad (4)$$

式中:  $EI_{c2000}$ 、 $EI_{c2010}$  分别为城市  $c$  在 2000、2010 年的经济收缩指数。如果城市  $c$  的  $E_{c1} < 0$ , 表明该城市为经济收缩城市。

与之类似, 计算各城市在 2000—2010 年间的人口收缩度  $P_{c1}$ :

$$P_{c1} = \frac{P_{c2010} - P_{c2000}}{P_{c2000}} \times 100\% \quad (5)$$

式中:  $P_{c2000}$ 、 $P_{c2010}$  分别为城市  $c$  在 2000、2010 年市辖区常住人口数量。如果城市  $c$  的  $P_{c1} < 0$ , 表明该城市为人口收缩城市。另外, 活力收缩度 ( $N_{c1}$ ) 的计算过程与人口收缩度相似; 不同年份, 即 2010—2020 年的收缩度的计算过程也以上式类推。

### 3.3.2 城市建设用地扩张分析方法

(1) 建设用地扩张时序演变分析。建设用地扩张的时序演变主要通过扩张速度与扩张强度进行表示。其中, 建设用地扩张速度可以反映一定时期内建设用地扩张的快慢程度<sup>[26]</sup>; 扩张强度可以反映特定时期内建设用地空间扩张的相对强弱、快慢, 分级标准如表 3 所示。计算公式如下:

$$V = \frac{U_B - U_A}{T} \quad (6)$$

$$R = \frac{U_B - U_A}{U} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (7)$$

式中:  $V$  为建设用地扩张速度;  $U_A$  为研究初期研究单元建设用地面积;  $U_B$  为研究末期研究单元建设用地面积;  $T$  为研究时段长度;  $R$  为建设用地扩张强度;  $U$  为研究单元总面积。

(2) 建设用地扩张空间演变分析。基于 ArcGIS

软件的空间处理与分析功能, 运用公共边测度法界定新增建设用地的扩张模式。具体公式如下<sup>[27,28]</sup>:

$$L = \frac{L_c}{L_a} \quad (8)$$

式中:  $L_c$  为新增建设用地斑块与原建设用地斑块的公共边长度;  $L_a$  为新增建设用地斑块的总边长;  $L$  为两者比值。当  $L \geq 0.5$ , 为填充式扩张  $L_1$ ; 当  $0.0 < L < 0.5$ , 为蔓延式扩张  $L_2$ ; 当  $L = 0$ , 为飞地式扩张  $L_3$ <sup>[29]</sup>。

### 3.3.3 PLUS 模型

PLUS 模型 (patch-generating land use simulation model) 可以通过分析土地利用类型间的转化规则, 获得各类用地的变化与转换概率; 并运用随机森林分类算法探求各项驱动因子对各类用地变化的贡献值<sup>[30]</sup>, 具体工作流程如图 6 所示。

根据区域特性以及数据可获取性, 本文从自自然环境、人口-经济、基础设施 3 个层面选取了 9 个驱动因素、21 个驱动因子, 构建收缩城市建设用地变化的驱动因子体系(表 4)。

## 4 结果与分析

### 4.1 收缩城市类别及其时空分异

随着时间的推移, 东北地区全维度收缩城市中出现于 2010—2020 年, 呈现出收缩城市数量与收缩程度逐渐加剧的态势(图 7)。2000—2010 年, 东北地区仅识别出 4 个人口收缩城市、1 个人口-经济收缩城市, 并未识别出人口-活力收缩城市与全维度收缩城市; 2010—2020 年, 识别出 3 个人口-经济收缩城市、1 个人口-活力收缩城市和 17 个全维度收缩城市(包括 5 个轻度全维度收缩城市、8 个中度全维度收缩城市、4 个重度全维度收缩城市, 后文分别简称其为轻度、中度、重度收缩城市), 未识别出人口收缩城市。2000—2010 年 5 个单维度或双维度收缩城市均于 2010—2020 年转变为全维度收缩城市, 呈现出单维度或双维度收缩城市向全维度收缩城市转变的演进规律。且 2010—2020 年所有人口流失城市均伴随着经济或活力的收缩, 证明某种程度上仅依据人口变化情况对收缩城市进行识别存在

表 3 建设用地扩张强度分级

Table 3 Expansion strength classification of construction land

类型	高速扩张	快速扩张	中速扩张	低速扩张	缓慢扩张	逆向扩张
扩张强度/%	$1.92 \leq R$	$1.05 \leq R < 1.92$	$0.59 \leq R < 1.05$	$0.28 \leq R < 0.59$	$0 \leq R < 0.28$	$R < 0$

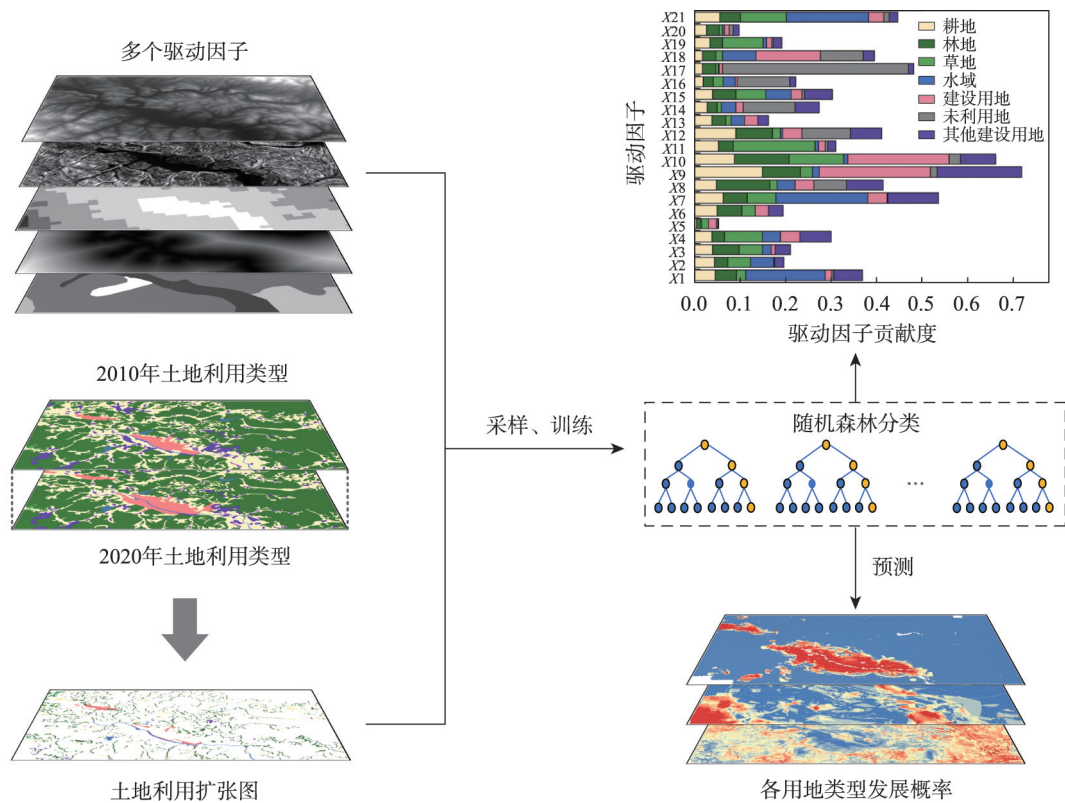


图6 PLUS模型工作流程示意图(改绘自Liang等<sup>[30]</sup>)

Figure 6 Schematic diagram of the workflow of the PLUS model (Adapted from Liang et al<sup>[30]</sup>)

表4 东北地区收缩城市建设用地变化驱动因子及相关信息

Table 4 Driving factors and related information of construction land change for shrinking cities in Northeast China

选取层面	驱动因素	驱动因子	数据说明	年份	
自然环境	水资源	距河流水系的距离/km	30 m×30 m 栅格数据	2020	
	土地资源	土壤类型	227个亚类的空间分布	2010	
	植被资源	年度植被指数	30 m×30 m 栅格数据	2010/2020	
	气候条件	年平均降水量/mm	年平均气温/°C	100 m×100 m 栅格数据	2010/2020
			距地质灾害点的距离/km	7大类地质灾害点	2019
	地形条件	高程/m	坡度/°	90 m×90 m 栅格数据	2020
			人口密度/(人/km <sup>2</sup> )	100 m×100 m 栅格数据	2010/2020
	人口-经济因素	经济	GDP密度/(万元/km <sup>2</sup> )	100 m×100 m 栅格数据	2010/2020
基础设施	交通基础设施	距高速公路的距离/km	30 m×30 m 栅格数据	2019	
		距国道的距离/km	30 m×30 m 栅格数据	2019	
		距省道的距离/km	30 m×30 m 栅格数据	2019	
		距城市主干路的距离/km	30 m×30 m 栅格数据	2019	
		距铁路的距离/km	30 m×30 m 栅格数据	2019	
	公共服务设施	距政府所在地的距离/km	30 m×30 m 栅格数据	2020	
		距购物中心的距离/km	30 m×30 m 栅格数据	2020	
		距高等院校的距离/km	30 m×30 m 栅格数据	2020	
		距三甲医院的距离/km	30 m×30 m 栅格数据	2020	
		距公园广场的距离/km	30 m×30 m 栅格数据	2020	
		距产业园区的距离/km	30 m×30 m 栅格数据	2020	

2024年2月

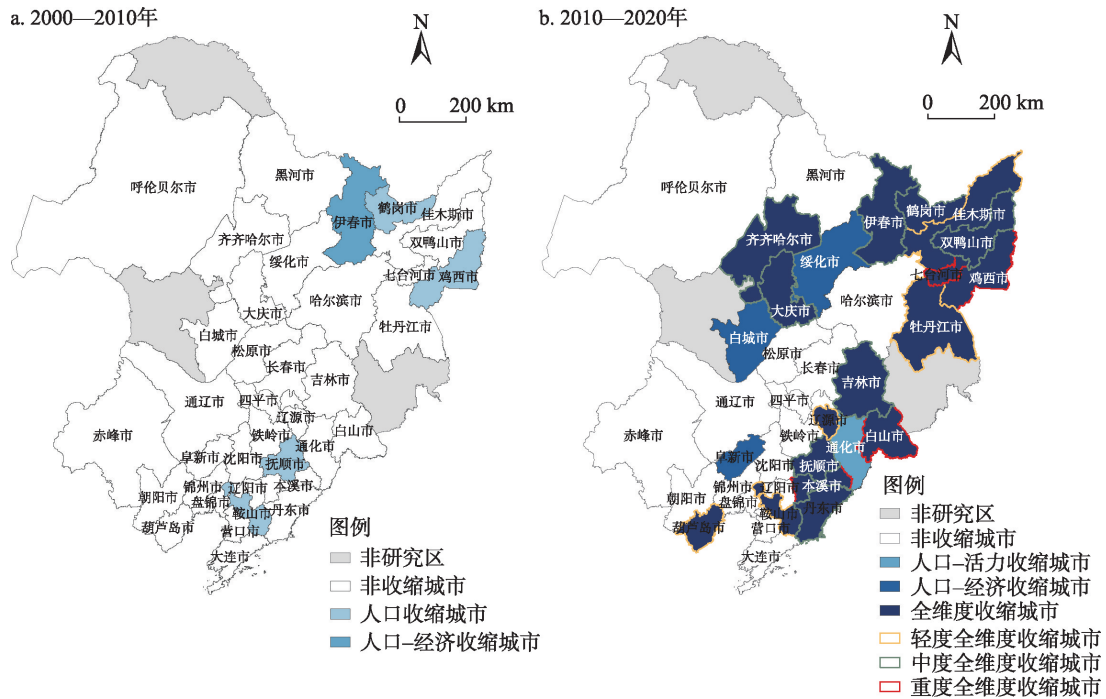


图7 2000—2020年东北地区各类收缩城市的空间分布

Figure 7 Spatial distribution of various types of shrinking cities in Northeast China, 2000-2020

注:基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为GS(2022)1873号的标准地图制作,底图无修改。

一定的合理性。

在空间上,研究期内收缩城市位于黑龙江省(9个)、吉林省(3个)、辽宁省(5个),整体呈现出“东多西少、北高南低”的发展格局特征,与东北地区不断南移的经济重心相呼应<sup>[31]</sup>;集中分布于哈(尔滨)-大(连)经济带东侧与北侧,多为四座副省级城市(哈尔滨、长春、沈阳、大连)“虹吸”范围内城市,表明目前东北地区的发展阶段仍以核心城市集聚为主,通过空间剥夺抑制了“虹吸”范围内城市的发展<sup>[1]</sup>。另外,由于东北地区独特的区位条件,47.06%的收缩城市为边境城市,究其原因在于边境城市区位条件与地理可达性较差,缺乏与其相邻的内陆城市与周边国际城市的互动。

#### 4.2 收缩城市建设用地扩张特征

2010—2020年,东北地区70%以上的收缩城市建设用地面积并未随着收缩城市的产生而得以削弱,反而呈持续增长的趋势,并以缓慢扩张为主(表5),意味着东北地区的收缩城市多呈现出建设用地持续扩张的悖论现象。2000—2010年,除双鸭山市略有缩减外,其余收缩城市建设用地均呈增长的趋势。2010—2020年,29.42%的收缩城市建设用地转

增为减,其中包含轻度收缩城市辽源市、牡丹江市,中度收缩城市齐齐哈尔市、伊春市,以及重度收缩城市七台河市,多为2000—2010年建设用地增长幅度较大的城市,但这些城市在这一时期建设用地减少的面积均低于2000—2010年扩张的面积,整体仍保持建设用地的扩张。另外,相较于2000—2010年,2010—2020年区域轻度收缩城市建设用地扩张速度均有所降低;而中度与重度收缩城市中除齐齐哈尔市、伊春市与七台河市呈现出逆向扩张外,其余城市的建设用地扩张速度均呈现出不同程度的增长,表明面对过去40余年的经济高速增长,多数城市并不愿接受城市收缩的事实,不得不依赖土地财政、扩张性增长实现地方经济的增长<sup>[32]</sup>,且随着收缩程度的加剧,这种依赖程度也不断加深。

从不同省份来看,东北地区收缩城市建设用地的扩张速度与强度按辽宁省—吉林省—黑龙江省的顺序梯度下降,整体表现为“南高北低”的特点。收缩城市建设用地扩展的快、慢区在两个时间段存在一定的相似性,其中,扩张较快的收缩城市多处于副省级城市“虹吸”范围内,且形成了以辽宁省抚顺市与鞍山市为聚集核心的分布规律;而扩展较慢



表5 2000—2020年东北地区收缩城市建设用地扩张特征

Table 5 Expansion characteristics of construction land of shrinking cities in Northeast China, 2000-2020

城市类型	城市名称	2000—2010年			2010—2020年			
		扩张速度/(km <sup>2</sup> /a)	扩张强度/%	扩张类型	扩张速度/(km <sup>2</sup> /a)	扩张强度/%	扩张类型	
轻度收	鞍山市	4.945	0.789	中速扩张	4.501	0.718	中速扩张	
缩城市	葫芦岛市	3.547	0.154	缓慢扩张	0.473	0.021	缓慢扩张	
	辽源市	1.117	0.262	缓慢扩张	-0.979	-0.230	逆向扩张	
	佳木斯市	0.048	0.003	缓慢扩张	0.010	0.001	缓慢扩张	
	牡丹江市	0.094	0.004	缓慢扩张	-0.098	-0.004	逆向扩张	
	抚顺市	4.650	0.641	中速扩张	6.161	0.849	中速扩张	
中度收	丹东市	1.202	0.144	缓慢扩张	1.902	0.228	缓慢扩张	
	吉林市	2.182	0.058	缓慢扩张	4.955	0.131	缓慢扩张	
	齐齐哈尔市	1.808	0.041	缓慢扩张	-0.475	-0.011	逆向扩张	
	鹤岗市	0.035	0.001	缓慢扩张	0.185	0.004	缓慢扩张	
	双鸭山市	-0.026	-0.002	逆向扩张	0.156	0.010	缓慢扩张	
	大庆市	0.145	0.003	缓慢扩张	1.325	0.026	缓慢扩张	
	伊春市	3.148	0.030	缓慢扩张	-1.329	-0.013	逆向扩张	
	本溪市	0.215	0.014	缓慢扩张	1.076	0.071	缓慢扩张	
	重度收	白山市	1.429	0.053	缓慢扩张	1.622	0.060	缓慢扩张
		鸡西市	0.390	0.018	缓慢扩张	1.523	0.070	缓慢扩张
七台河市		3.855	0.101	缓慢扩张	-3.619	-0.095	逆向扩张	

的收缩城市集中在三江平原,包括轻度收缩城市佳木斯市、牡丹江市以及中度收缩城市双鸭山市。2000—2010年收缩城市建设用地扩张主要表现为以下3种空间格局特征:①沿行政边界的贴边扩张,如鞍山市新增建设用地主要向与辽阳市交界的行政边界开展贴边扩张;②在原有建设用地基础上的圈层扩张,如白山市新增建设用地围绕原有建设用地向外多方位扩张;③属于独立地块的新城新区扩张,如鸡西市新增建设用地脱离了原有城市边缘,形成鸡西经济开发区和鸡冠新区(图8)。2010—2020年收缩城市呈现出与2000—2010年相似的建设用地空间格局特征。

#### 4.3 收缩城市建设用地扩张模式

研究期内区域收缩城市建设用地扩张格局由扩散趋向集聚,64.71%的收缩城市填充式扩张面积占比有所增加,52.94%的收缩城市则呈蔓延式与飞地式扩张减少(图9)。轻度收缩城市多呈现由蔓延式扩张到单中心填充式扩张的空间演变过程,中度与重度收缩城市则多呈现出由单中心蔓延式扩张到开发区、新区的飞地式扩张,再到新城新区建设的多中心蔓延式扩张的空间演变过程。2000—

2010年,东北地区41.18%的收缩城市新增建设用地以蔓延式扩张为主,而2010—2020年增至58.82%。其中:①轻度收缩城市鞍山市、辽源市的新增建设用地主要扩张模式由蔓延式转变为填充式,城市形态趋于紧凑;②轻度收缩城市牡丹江市以及重度收缩城市本溪市则由填充式转变为蔓延式,中度收缩城市双鸭山市、大庆市由填充式转变为飞地式,城市形态逐渐向相对松散的状态演变;③轻度收缩城市葫芦岛市、中度收缩城市伊春市、重度收缩城市鸡西市由飞地式转变为蔓延式,重度收缩城市白山市持续以飞地式为主,中度收缩城市抚顺市、丹东市、吉林市、齐齐哈尔市以及重度收缩城市七台河市持续以蔓延式为主,城市形态维持相对松散的状态;④轻度收缩城市佳木斯市以及中度收缩城市鹤岗市延续以填充式为主,城市形态维持相对紧凑的状态。

各收缩城市受自然地理特征的限制<sup>[33]</sup>以及“政策力”“经济力”与“社会力”等因素的促进<sup>[34]</sup>,导致在局部上呈现出不同的空间结构特征。①35.29%的收缩城市呈放射状结构。如鞍山市、辽源市、佳木斯市、吉林市、鹤岗市、双鸭山市等,均位于东北平

2024年2月

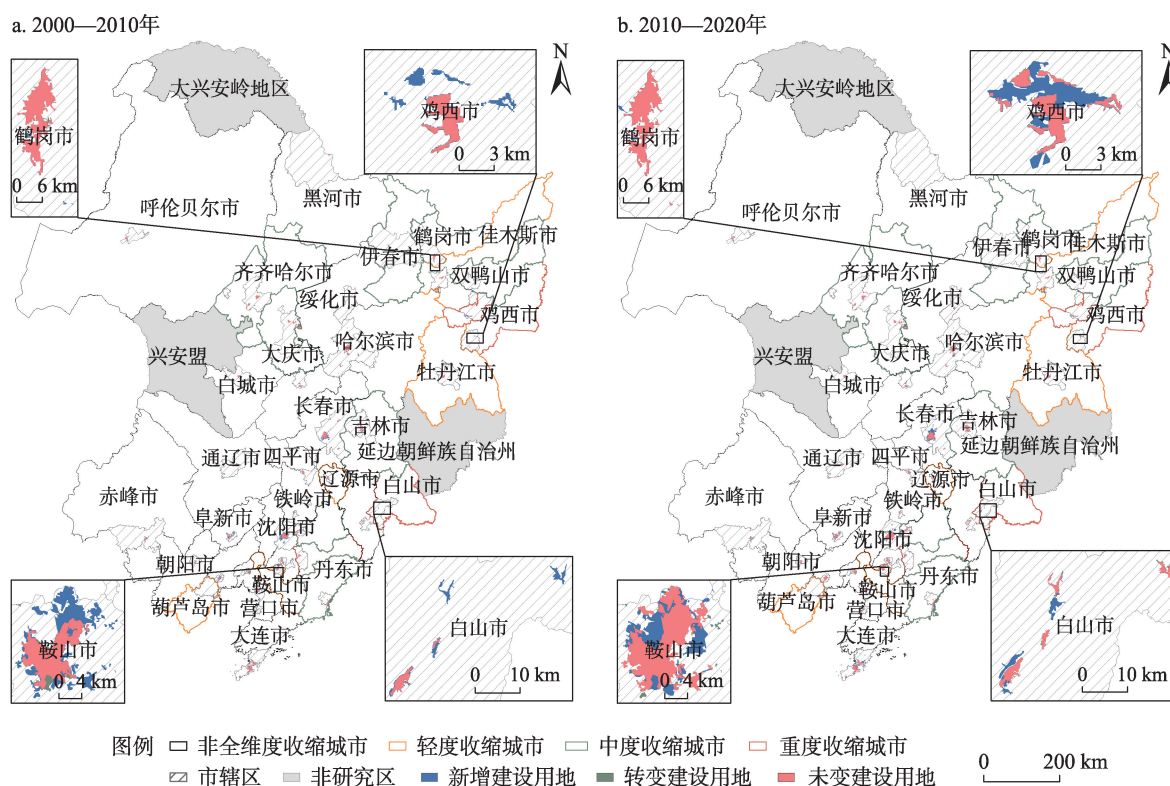


图8 2000—2020年东北地区收缩城市建设用地变化

Figure 8 Changes of construction land of shrinking cities in Northeast China, 2000-2020

注:因本文研究区域较大,在低比例尺下有些细小的图斑不能清晰看到,因此选择轻度收缩城市鞍山市、中度收缩城市鹤岗市、重度收缩城市白山市与鸡西市作为内嵌地图。本图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为GS(2022)1873号的标准地图制作,底图无修改。轻度、中度、重度收缩城市分别为轻度、中度、重度全维度收缩城市的简称,下同。

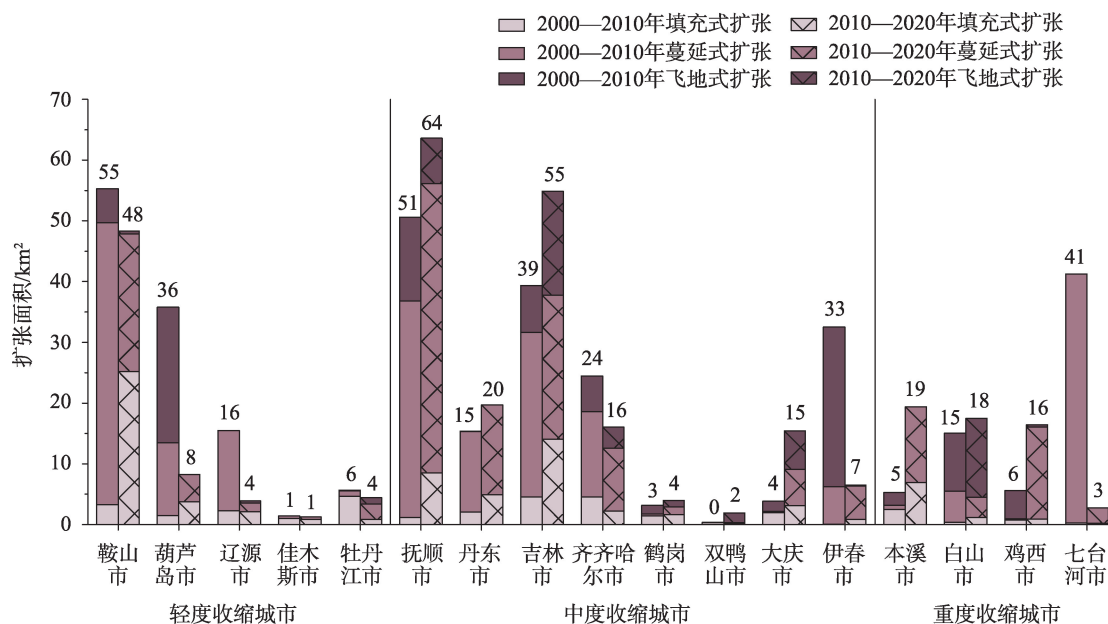


图9 2000—2020年东北地区收缩城市建设用地扩张模式占比演变

Figure 9 Evolution of the proportion of construction land expansion patterns by city in shrinking cities in Northeast China, 2000-2020

原,因城市地势平坦,多呈“放射状”向多方位扩展。②29.42%的收缩城市呈带状结构。该类城市多位于山地、丘陵、沿海地区,受制于城市腹地大小以及地形条件,如抚顺市、鹤岗市、七台河市等呈带状结构演变,又如葫芦岛市、丹东市沿海岸线呈条带状扩展。③35.29%的收缩城市呈多中心组团状结构。集中分布于山地、丘陵区域,同样受城市腹地面积以及地形条件的影响,如齐齐哈尔市、伊春市、大庆市等在城市发展过程中形成多个核心,为多中心组团状结构城市。

#### 4.4 收缩城市建设用地变化驱动力分析

本文以东北地区收缩城市2000—2010与2010—2020年土地利用变化图作为基础数据,将全部驱动因子纳入到PLUS模型用地扩张分析策略(LEAS)模块,采用随机森林算法,计算2000—2010与2010—2020年不同驱动因子对不同收缩城市内各土地利用类型变化的贡献度。在此基础上,为更直观地反映不同驱动因子影响各收缩城市建设用地变化的程度,本文仅提取2000—2010与2010—2020年不同驱动因子对各收缩城市建设的贡献度,绘制热图(图10)。

收缩城市建设用地的演变是自然环境、人口、经济与基础设施等因素交互作用形成的综合结果,在水资源、土壤资源、植被资源、气候条件、地质灾害、地形条件等自然环境因素的限制下,人口、经济、交通基础设施、公共服务设施等人口-经济与基础设施因素驱动着收缩城市建设用地不断发生变化,且不同研究时段、不同类型的收缩城市核心驱动因子既存在共性,也具有独特性。

2000—2010年,各收缩城市建设用地变化的核心影响因子差异性较大,大量新增建设用地集中在人口密集、经济繁荣、交通便利以及公共服务设施完善的区域。其中,随着城镇化进程的不断推进,这一时期轻度收缩城市鞍山市、葫芦岛市、辽源市,与中度收缩城市抚顺市、双鸭山市、大庆市,以及重度收缩城市白山市、七台河市因城市人口密度增加、经济水平提升,直接带动了城市建设用地需求的增长<sup>[35]</sup>。交通基础设施要素是区域间空间联系最直接的载体,这一时期交通因素成为轻度收缩城市佳木斯市与中度收缩城市齐齐哈尔市、鹤岗市的核心驱

动因素,且因这一时期黑龙江省中小城市高铁与机场等交通基础设施不断完善,这类城市主要分布于黑龙江省重要的高铁经济圈。分布于地势起伏较大的小兴安岭与长白山脉区域的轻度收缩城市牡丹江市,与中度收缩城市丹东市、吉林市、伊春市,以及重度收缩城市本溪市、鸡西市受地形的影响,这一时期核心驱动因素均为公共服务设施。另外,从收缩程度来看,这一时期轻度收缩城市建设用地变化的核心驱动因素主要为人口、经济与交通基础设施,中度与重度收缩城市则主要为人口、经济、交通基础设施与公共服务设施。

2010—2020年,由于区域经济整体下滑、哈(尔滨)大(连)客运专线建成投运与中小城市高铁与机场等交通基础设施不断完善,这一时期仅中度收缩城市齐齐哈尔市、鹤岗市、伊春市与重度收缩城市鸡西市的核心驱动因素转变为人口与经济因素,重度收缩城市白山市转变为交通基础设施,64.71%的收缩城市新增建设用地集中分布于原公共服务设施周边。另外,自然环境为城市发展提供基础条件,在一定程度上制约着建设用地的空间布局与扩张方向,东北地区中度收缩城市抚顺市两面环山,地形约束导致城市建设用地扩张明显区别于平原城市,城市发展后期新增建设用地的爬坡现象逐渐凸显,从而导致这一时期该城市的核心驱动因素转变为高程。从收缩程度来看,这一时期轻度收缩城市建设用地扩张集中分布于公共服务设施完善区域,中度与重度收缩城市则主要分布于人口密集、经济繁荣、公共服务设施完善区域。

## 5 讨论

### 5.1 收缩城市人口流失与建设用地扩张的悖论解析

人口与土地是人地关系地域系统中重要的基础要素,两者相辅相成<sup>[35]</sup>,在城市化进程中,人地协调发展是优化人地关系地域系统的内在要求。2010—2020年,东北地区70.59%的收缩城市常住人口与建设用地发展速度处于不协调的状态,表现出人减地增的逆协同型发展格局(表6)。对比欧美国家收缩城市可知,随着人口规模的下降,欧美国家新增建设用地的动力被削弱,呈现出城市建设用地的闲置与废弃<sup>[36]</sup>;而中国东北地区收缩城市则多呈现出人口流失与建设用地扩张并存的悖论现象<sup>[10]</sup>。

2024年2月

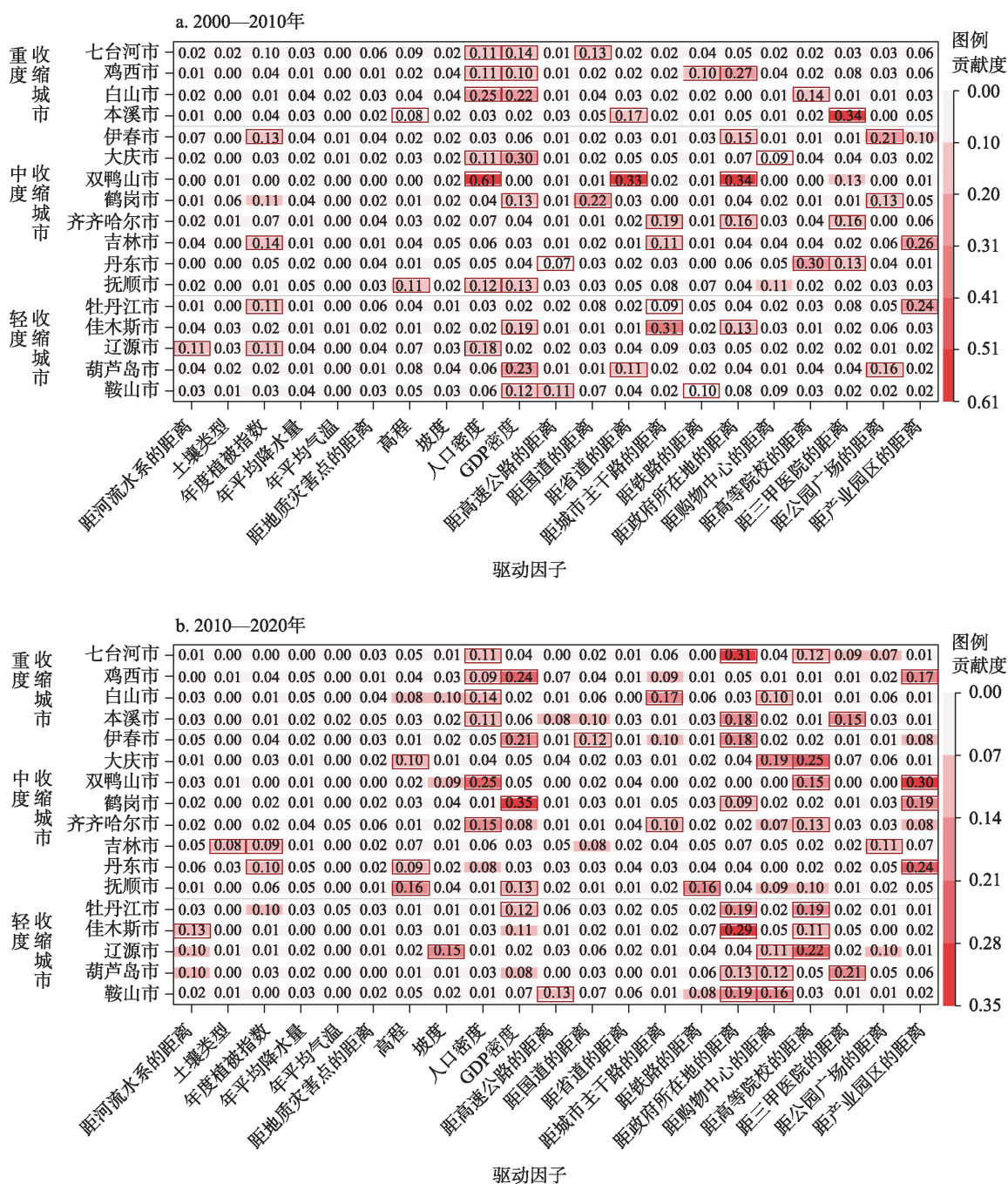


图10 2000—2020年东北地区收缩城市建设用地变化的驱动因子贡献度

Figure 10 Contribution degree of driving factors of construction land change of shrinking cities in Northeast China, 2000-2020

其中,导致收缩城市人口减少的原因,主要为人口自然结构变化造成的总量绝对减少与人口流失造成的总量相对减少,抑或是两者共同作用的结果。①前者主要是由于社会结构演化与计划生育国策带来的人口老龄化与少子化造成的人口自然增长率的负增长。自2015年后东北三省的人口自然增长率均呈现负增长,2022年,黑龙江、辽宁、吉林三

省人口自然增长率分别为 $-5.75\%$ 、 $-4.96\%$ 和 $-4.07\%$ ,东北地区的人口红利逐渐削弱,这也是导致近年来东北地区收缩城市增多的主要动因之一。②后者主要受全球化和区域化带来的资本、劳动力、技术等生产要素流动的影响,导致城市人口由于经济发展增速下滑以及区域间经济发展不均衡造成外流。而城市建设用地仍保持扩张的原因

表6 2010—2020年东北地区收缩城市人口与建设用地发展速度协调关系

Table 6 The coordinated relationship between population and construction land development rate of shrinking cities in Northeast China, 2010-2020

城市类型	城市名称	人口增长率/%	建设用地增长率/%	人地关系	价值评价	
轻度收缩城市	鞍山市	0.000	0.404	人减地增	不协调	
	葫芦岛市	-0.027	0.079	人减地增	不协调	
	辽源市	-0.019	-0.198	人减地减	欠协调	
	佳木斯市	-0.022	0.002	人减地增	不协调	
	牡丹江市	-0.036	-0.020	人减地减	欠协调	
中度收缩城市	抚顺市	-0.076	0.632	人减地增	不协调	
	丹东市	-0.057	0.324	人减地增	不协调	
	吉林市	-0.151	0.342	人减地增	不协调	
	齐齐哈尔市	-0.094	-0.038	人减地减	欠协调	
	鹤岗市	-0.179	0.023	人减地增	不协调	
	双鸭山市	-0.199	0.240	人减地增	不协调	
	大庆市	-0.078	0.138	人减地增	不协调	
	伊春市	-0.159	-0.329	人减地减	欠协调	
	重度收缩城市	本溪市	-0.209	0.230	人减地增	不协调
		白山市	-0.279	0.646	人减地增	不协调
鸡西市		-0.208	0.828	人减地增	不协调	
七台河市		-0.211	-0.650	人减地减	欠协调	

可能一方面在于中国独特的政治与经济体制,以及中央-地方的分税制改革,导致城市长期依靠土地财政、扩张性增长来实现地方经济的繁荣,缓解地方社会发展的压力<sup>[32]</sup>;另一方面,由于在快速城镇化的背景下,中国当前的城市规划范式均以经济增长为导向,收缩城市也不例外,这势必造成收缩城市内土地资源因盲目开发建设而造成浪费,而且这种悖论现象也充分揭示了中国当前的规划范式难以应对收缩城市,亟待变革。

此外,根据收缩城市建设用地结构演变特征(图11)可以看出,因东北地区城市以工业为主的产业结构特点,城市建设用地中居住与工业用地占比较高,绿地与广场等绿色开敞空间面积占比较低,整体呈现出“两低两高”现象,为满足正常的社会发展需求,将导致城市边缘不断向外扩张。尽管从增速和占比来看,随着时间的推移上述现象已有所缓解,但依然造成区域居住用地供过于求,房价的大幅波动与住房空置率的不断上升。而住房空置率的不断上升会进一步导致部分空置率较高的小区物业水平的降低<sup>[37]</sup>;房价的大幅波动会加剧开发商与住户之间的矛盾,甚至于导致资本不太雄厚的开发商破产,在城市内形成大量烂尾楼<sup>[36]</sup>。而且

因其他用地呈现出的供不应求,也将导致与居住用地相适应的基础与公共服务设施严重滞后,既限制了交通、电力、信息、污水与垃圾处理等基础设施的建设,又制约了商业、教育、医疗、餐饮、娱乐等服务业的发展。上述过程相互交织渗透,造成了收缩城市的“恶性循环”。

## 5.2 关于收缩城市新增建设用地扩张模式的探讨

城市建设用地扩张模式研究是区域研究的热点问题,国内外学者基于经济学、社会学和地理学等不同理论视角对城市建设用地扩张模式的类型划分进行了深入研究,并指导了实践。如许家伟等<sup>[38]</sup>基于TM影像将建设用地扩张模式分为紧凑型圈层模式、低密度蔓延模式和轴向带状扩展模式;戴芹等<sup>[39]</sup>基于组织神经网络分类(SOMF)方法,将北京市建设用地的扩张模式划分为填充式、扩张式、独立式、线状式和簇状式。本文根据尹慧慧等<sup>[29]</sup>的研究将新增建设用地的扩张模式分为3类:①填充式扩张,主要表现为在原建设用地内部或沿原建设用地外围某一方向向外推移,一般情况下图斑数量较多但图斑面积较小,多适用于收缩城市内部空置用地的开发,可优化收缩城市建设用地利用结构,促进收缩城市人口与空间聚集,是实现收缩城市精明

2024年2月

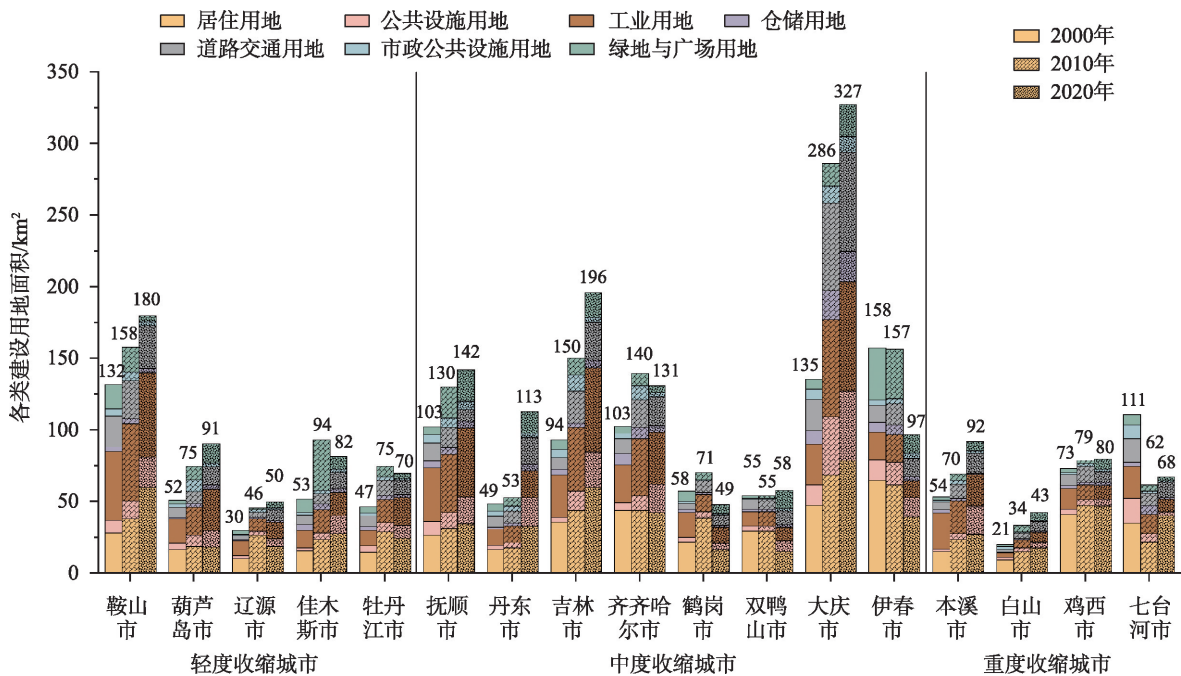


图 11 2000—2020 年东北地区收缩城市各类建设用地面积

Figure 11 Areal structure of construction land in shrinking cities in Northeast China, 2000-2020

增长的重要途径。②蔓延式扩张,主要以原建设用地外围进行全方位扩展为主,图斑数量较少但图斑面积相对较大,可以满足城镇化进程下城市人口迅速增长的用地需求;但对于收缩城市而言,这种建设用地扩张模式不利于城市人口集聚与产业发展,土地利用方式相对较为粗放,对城市交通、生态环境均会产生消极影响。③飞地式扩张,以远离原建设用地的开发区为主,并且在空间上分布得较为分散,其图斑数量较少且图斑面积也较小,是造成城市形态分散的主要原因。

研究期内东北地区一半以上的收缩城市新增建设用地的扩张模式以蔓延式为主,这种以牺牲周边绿色空间为代价的低效扩张方式,将导致城市内废弃用地与闲置基础设施数量的持续增长,意味着收缩城市想要实现“瘦身强体”与良性发展之路任重道远。但收缩城市并不意味着要放弃建设用地的增长,充分挖掘收缩城市存量建设用地利用潜力<sup>[40]</sup>,形成合理的建设用地扩张秩序,即以填充式扩张为主、蔓延式扩张为辅、飞地式扩张次之,可提高新增建设用地投入与产出,提升城市“宜居性”。结合已有研究与本文结果发现,以飞地式扩张为主的收缩城市可通过完善开发区基础与公共服务设施,

增强人流、物流、资金流等的吸引力<sup>[41]</sup>,进一步提升城市的集聚效应与用地效率,减轻市中心的承载压力;以蔓延式扩张为主的收缩城市要明确城市发展边界,防止建设用地低密度无序蔓延,提高城市紧凑度;以填充式扩张为主的收缩城市应仍以优化城市建设用地结构与布局为主,提高城市节约集约利用水平。

## 6 结论、政策建议与研究展望

### 6.1 结论

本文在构建“一主两副三维度”的多指标模型识别东北地区收缩城市的基础上,对收缩前期(2000—2010年)与收缩当期(2010—2020年)东北地区收缩城市建设用地的扩张特征、扩张模式与驱动机制进行实证分析。主要结论如下:

(1)东北地区收缩城市数量与收缩程度呈加剧态势。2000—2010年,东北地区仅识别出4个人口收缩城市与1个人口-经济收缩城市,并未识别出全维度收缩城市;2010—2020年区域呈现单维度或双维度收缩城市向全维度收缩城市转变的演进规律,45.95%的城市步入全维度收缩城市行列,收缩城市整体呈现出“东多西少、北高南低”的空间特征,集中分布于哈(尔滨)-大(连)经济带东侧与北侧。

(2)2010—2020年,东北地区70%以上的收缩城市建设用地面积并未随着收缩城市的产生而得以缩减,反而呈持续增长的趋势,并多以缓慢扩张为主,导致其城市常住人口与建设用地发展速度处于不协调的状态,表现出人减地增的逆协同型发展格局。且扩张速度的高值区均集中分布于哈(尔滨)-大(连)经济带沿线城市;研究期内建设用地扩张的空间格局呈现出贴边扩张、圈层扩张与新城新区扩张并存的扩张特征。

(3)研究期内东北地区收缩城市的建设用地扩张格局由扩散趋向集聚。轻度收缩城市多呈现由蔓延式扩张到单中心填充式扩张的空间演变过程,中度与重度收缩城市则多呈现出由单中心蔓延式扩张到开发区、新区的飞地式扩张,再到新城建设的多中心蔓延式扩张的空间演变过程。但研究期内一半以上的收缩城市新增建设用地的扩张模式以蔓延式为主,且不同收缩城市在局部上呈现出不同的空间形态特征,如放射状结构城市(占比35.29%)、带状结构城市(占比29.42%)、多中心组团状结构城市(占比35.29%)。

(4)收缩城市建设用地的演变是自然环境、人口-经济与基础设施等因素交互作用的综合结果,不同研究时段、不同类型的收缩城市核心驱动因子既存在共性,也具有独特性。2000—2010年,人口、经济、交通基础设施与公共服务设施等因素是各收缩城市建设用地扩张的主要核心驱动因素,其中,轻度收缩城市建设用地变化的核心驱动因素为人口、经济与交通基础设施;中度与重度收缩城市则主要为人口、经济、交通基础设施与公共服务设施。2010—2020年,各收缩城市建设用地扩张的主要核心驱动因素为公共服务设施,其中,轻度收缩城市建设用地扩张集中于公共服务设施完善区域,中度与重度收缩城市则主要分布于人口密集、经济繁荣、公共服务设施完善区域。

## 6.2 政策建议

收缩城市并不意味着要放弃建设用地的增长,可形成合理的建设用地扩张秩序,即“以填充式扩张为主,蔓延式扩张为辅,飞地式扩张次之”,提高新增建设用地投入与产出;也应不断优化收缩城市

建设用地结构,提高绿地与广场等绿色开敞空间面积占比,降低居住与工业用地面积占比。目前,以填充式扩张为主的收缩城市应仍以优化城市建设用地结构与布局为主;以蔓延式扩张为主的收缩城市要明确城市发展边界,提高城市紧凑度;以飞地式扩张为主的收缩城市需进一步提升城市的集聚效应与用地效率。

## 6.3 研究展望

本文揭示了2000—2020年东北地区收缩城市建设用地扩张的时空演变特征,并探讨其驱动机理,具有一定的进步意义,未来可在以下方面进行拓展研究:①进一步根据收缩城市空间特征将其分为穿孔型、圈饼型、边缘型<sup>[6]</sup>等,以更为精准地探讨不同类型收缩城市建设用地扩张特征演变趋势。②面对东北地区收缩城市建设用地持续扩张的新矛盾发展格局,如何科学合理地引导收缩城市健康发展,避免收缩城市边缘的无序开发与蔓延,提升收缩城市建设用地配置的科学性与合理性,不仅是当前政府面临的城市发展问题,也是笔者今后研究的重要方向。

## 参考文献(References):

- [1] 孙平军,王柯文.中国东北三省城市收缩的识别及其类型划分[J].地理学报,2021,76(6):1366-1379.[Sun P J, Wang K W. Identification and stage division of urban shrinkage in the three provinces of Northeast China[J]. Acta Geographica Sinica, 2021, 76(6): 1366-1379.]
- [2] 吴康,李耀川.收缩情境下城市土地利用及其生态系统服务的研究进展[J].自然资源学报,2019,34(5):1121-1134.[Wu K, Li Y C. Research progress of urban land use and its ecosystem services in the context of urban shrinkage[J]. Journal of Natural Resources, 2019, 34(5): 1121-1134.]
- [3] 张帅,王成新,王敬,等.中国城市收缩的综合测度及其时空分异特征研究[J].中国人口·资源与环境,2020,30(8):72-82.[Zhang S, Wang C X, Wang J, et al. On the comprehensive measurement of urban shrink in China and its spatio-temporal differentiation[J]. China Population, Resources and Environment, 2020, 30(8): 72-82.]
- [4] 戚伟,刘振,刘盛和,等.基于“城区常住人口”的2010—2020年中国收缩城市识别[J].地理研究,2023,42(10):2539-2555.[Qi W, Liu Z, Liu S H, et al. Identifying shrinking cities in China from 2010 to 2020 based on resident population in physical urban area

2024年2月

- [J]. *Geographical Research*, 2023, 42(10): 2539–2555.]
- [5] 罗福周, 周婷婷, 刘广川. 基于县域尺度的城市收缩综合测度及类型识别: 以中小城市聚集区陕西为例[J]. *现代城市研究*, 2022, (10): 52–58. [Luo F Z, Zhou T T, Liu G C. Comprehensive measurement and type identification of urban shrinkage at county-level: A case study of Shaanxi, a cluster of small and medium-sized cities[J]. *Modern Urban Research*, 2022, (10): 52–58.]
- [6] 孟祥凤, 马爽, 项雯怡, 等. 基于百度慧眼的中国收缩城市分类研究[J]. *地理学报*, 2021, 76(10): 2477–2488. [Meng X F, Ma S, Xiang W Y, et al. Classification of shrinking cities in China using Baidu big data[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(10): 2477–2488.]
- [7] 张明斗, 曲峻熙. 中国广义城市收缩的空间格局与生成逻辑研究: 基于人口总量和经济规模的视角[J]. *经济学家*, 2020, (1): 77–85. [Zhang M D, Qu J X. A study on the spatial pattern and generating logic of generalized urban shrinkage in China: Based on the perspectives of total population and economic scale[J]. *Economist*, 2020, (1): 77–85.]
- [8] 孟祥凤, 王冬艳, 李红. 东北老工业城市收缩的驱动力分析[J]. *现代城市研究*, 2020, (3): 25–32. [Meng X F, Wang D Y, Li H. Analysis on driving forces of urban shrinkage in old industrial cities of Northeast China[J]. *Modern Urban Research*, 2020, (3): 25–32.]
- [9] 周恺, 戴燕归, 涂娅. 收缩城市的形态控制: 断面模型与精明收缩的耦合框架[J]. *国际城市规划*, 2020, 35(2): 20–28. [Zhou K, Dai Y G, Tu H. To regulate the urban form of shrinking city: A coupling framework of transect models and smart shrinkage[J]. *Urban Planning International*, 2020, 35(2): 20–28.]
- [10] 姜晓晖. 空间不匹配带来城市收缩的三重逻辑: 制度空间位移、政策空间悖论与行为空间失衡[J]. *人文地理*, 2021, 36(6): 87–95. [Jiang X H. The triple logic of urban shrinking caused by spatial mismatch: Institutional space displacement, policy space paradox and behavior space imbalance[J]. *Human Geography*, 2021, 36(6): 87–95.]
- [11] 李牧, 郝晋珉, 陈丽, 等. 中国地级市城乡建设用地与人口增长脱钩分析[J]. *资源科学*, 2019, 41(10): 1897–1910. [Li M, Hao J M, Chen L, et al. Decoupling of urban and rural construction land and population change in China at the prefectural level[J]. *Resources Science*, 2019, 41(10): 1897–1910.]
- [12] Mullenbach L E, Stanis S A W, Piontek E. Centering environmental justice: Gentrification beliefs, attitudes, and support of park development in a shrinking city[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2021, DOI: 10.1016/j.landurbplan.2021.104253.
- [13] Jiang N, Crooks A, Wang W J, et al. Simulating urban shrinkage in Detroit via agent-based modeling[J]. *Sustainability*, 2021, DOI: 10.3390/su13042283.
- [14] Wang Y Y, Liu Y J, Zhou G L. Coordinated relationship between compactness and land-use efficiency in shrinking cities: A case study of Northeast China[J]. *Land*, 2022, DOI: 10.3390/land11030366.
- [15] 朱红波, 高乙嘉. 我国西南地区城市土地利用效率的时空格局研究: 基于非期望产出超效率SBM模型的分析[J]. *城市问题*, 2022, (9): 95–103. [Zhu H B, Gao Y J. Spatial and temporal pattern of urban land use efficiency in southwest China: Based on undesired output super-efficiency SBM model[J]. *Urban Problems*, 2022, (9): 95–103.]
- [16] Song Y, Yeung G, Zhu D L. Efficiency of urban land use in China's resource-based cities, 2000–2018[J]. *Land Use Policy*, 2022, DOI: 10.1016/j.landusepol.2022.106009.
- [17] 孙平军, 彭雅丽, 周馨雨. 集约用地视角东北三省城市收缩效应诊断与作用机理研究[J]. *地理研究*, 2023, 42(1): 106–122. [Sun P J, Peng Y L, Zhou X Y. Research on urban shrinkage effects in Northeast China from the perspective of intensive land use[J]. *Geographical Research*, 2023, 42(1): 106–122.]
- [18] 王姣娥, 杜方叶, 景悦, 等. 东北地区城际专利转移的空间: 行业路径与影响因素[J]. *资源科学*, 2022, 44(2): 365–374. [Wang J E, Du F Y, Jing Y, et al. Spatial-industry paths of technology transfer: An empirical study of Northeast China[J]. *Resources Science*, 2022, 44(2): 365–374.]
- [19] Wang R L, Wang C X, Zhang S. A study on the spatial and temporal evolution of urban shrinkage and its influencing factors from a multidimensional perspective: A case study of resource-based cities in China[J]. *Plos One*, 2021, DOI: 10.1371/journal.pone.0258524.
- [20] 郭远智, 李许红. 基于随机森林模型的黄河流域城市建设用地结构时空演化及其驱动机制研究[J]. *地理科学进展*, 2023, 42(1): 12–26. [Guo Y Z, Li X H. Spatiotemporal changes of urban construction land structure and driving mechanism in the Yellow River Basin based on random forest model[J]. *Progress in Geography*, 2023, 42(1): 12–26.]
- [21] 顾观海, 吴彬, 张文主, 等. 中国陆地边境带建设用地开发强度的时空分异及驱动机制研究[J]. *中国土地科学*, 2022, 36(7): 94–105. [Gu G H, Wu B, Zhang W Z, et al. Spatial and temporal variation and driving mechanism of construction land development intensity in China's border area[J]. *China Land Science*, 2022, 36(7): 94–105.]
- [22] 吴康, 戚伟. 收缩型城市: 认知误区、统计甄别与测算反思[J]. *地理研究*, 2021, 40(1): 213–229. [Wu K, Qi W. Shrinking cities: Misunderstandings, identifications and reflections[J]. *Geographical Research*, 2021, 40(1): 213–229.]
- [23] 田俊峰, 王彬燕, 程利莎, 等. 政策主导下的区域土地利用转型过程与机制: 以中国东北地区为例[J]. *地理研究*, 2020, 39(4): 805–821. [Tian J F, Wang B Y, Cheng L S, et al. The process and mechanism of regional land use transition guided by policy: A case study of Northeast China[J]. *Geographical Research*, 2020, 39(4): 805–821.]
- [24] 仲晓雅, 闫庆武, 李桂娥. 中国长时间序列夜间灯光数据集的研



- 发(2000–2020)[J]. 全球变化数据学报(中英文), 2022, 6(3): 416–424. [Zhong X Y, Yan Q W, Li G E. Development of time series of nighttime light dataset of China (2000–2020)[J]. Journal of Global Change Data & Discovery, 2022, 6(3): 416–424.]
- [25] 宋洋, 朱道林, Yeung G, 等. 收缩情境下城市用地结构时空格局演变及动力机制: 以中国东北地区为例[J]. 地理研究, 2021, 40(5): 1387–1403. [Song Y, Zhu D L, Godfrey Y, et al. Spatio-temporal evolution and driving mechanism of urban land use structure with the context of urban shrinkage: Evidence from Northeast China[J]. Geographical Research, 2021, 40(5): 1387–1403.]
- [26] 王艳飞, 张定祥, 李婷婷. 京津冀建设用地区人口密度变化格局及影响机制[J]. 资源科学, 2023, 45(4): 872–883. [Wang Y F, Zhang D X, Li T T. Spatial pattern and mechanism of population density change in the built-up areas of the Beijing–Tianjin–Hebei region[J]. Resources Science, 2023, 45(4): 872–883.]
- [27] 申志成, 徐新良, 王世豪, 等. 中美典型城市群土地开发模式对比研究[J]. 资源科学, 2022, 44(5): 968–983. [Shen Z C, Xu X L, Wang S H, et al. Comparative study of the land development patterns in typical urban agglomerations of China and the United States[J]. Resources Science, 2022, 44(5): 968–983.]
- [28] Xu C, Liu M S, Zhang C. The spatiotemporal dynamics of rapid urban growth in the Nanjing metropolitan region of China[J]. Landscape Ecology, 2007, 22(6): 925–937.
- [29] 尹慧慧, 毋兆鹏. 干旱区绿洲城市建设用地扩张时空格局变化特征研究[J]. 生态科学, 2023, 42(5): 231–240. [Yin H H, Wu Z P. Spatiotemporal changes of urban construction land expansion in oasis in arid region[J]. Ecological Science, 2023, 42(5): 231–240.]
- [30] Liang X, Guan Q, Clarke K C, et al. Understanding the drivers of sustainable land expansion using a patch-generating land use simulation (PLUS) model: A case study in Wuhan, China[J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2021, DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2020.1015.
- [31] 李东芮, 王梓豪, 刘玲娜, 等. 东北地区城市经济发展的时空格局演变分析[J]. 城市发展研究, 2023, 30(5): 59–64. [Li D R, Wang Z H, Liu L N, et al. Spatio-temporal pattern evolution of urban economic development in Northeast China[J]. Urban Development Studies, 2023, 30(5): 59–64.]
- [32] 张京祥, 冯灿芳, 陈浩. 城市收缩的国际研究与中国本土化探索[J]. 国际城市规划, 2017, 32(5): 1–9. [Zhang J X, Feng C F, Chen H. International research and China's exploration of urban shrinking[J]. Urban Planning International, 2017, 32(5): 1–9.]
- [33] 唐健雄, 朱媛媛, 刘雨婧, 等. 典型旅游城市空间形态演变及影响因素: 以张家界为例[J]. 经济地理, 2022, 42(1): 221–229. [Tang J X, Zhu Y Y, Liu Y J, et al. Spatial morphology evolution of typical tourist cities and its influencing factors: Taking Zhangjiajie as an example[J]. Economic Geography, 2022, 42(1): 221–229.]
- [34] 郑莘, 林琳. 1990年以来国内城市形态研究述评[J]. 城市规划, 2002, (7): 59–64. [Zheng X, Lin L. A review of studies on the urban morphology since 1990s[J]. City Planning Review, 2002, (7): 59–64.]
- [35] 董朝阳, 薛东前. 中国村镇建设用地演化及其与人口关联关系[J]. 地理与地理信息科学, 2022, 38(5): 96–103. [Dong C Y, Xue D Q. Evolution of construction land and its correlation with population in villages and towns in China[J]. Geography and Geo-Information Science, 2022, 38(5): 96–103.]
- [36] Wiechmann T, Pällagst K M. Urban shrinkage in Germany and the USA: A comparison of transformation patterns and local strategies [J]. International Journal of Urban and Regional Research, 2012, 36(2): 261–280.
- [37] Jeon Y, Kim S. Fear of vacant houses: Analyzing perceptions on housing abandonment in shrinking inner-city neighborhoods[J]. Journal of Housing and the Built Environment, 2023, 38(3): 1–24.
- [38] 许家伟, 张贺, 李小建. 一体化进程中建设用地扩张及驱动机理: 以郑汴一体化区域为例[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2015, 21(2): 9–16. [Xu J W, Zhang H, Li X J. Spatio-temporal expansion and driving mechanism of LUCC in integration area based on GIS and RS: A case study of Zhengbian new area[J]. Journal of Chongqing University (Social Science Edition), 2015, 21(2): 9–16.]
- [39] 李丽, 迟耀斌, 王智勇, 等. 改革开放30年来中国主要城市扩展时空动态变化研究[J]. 自然资源学报, 2009, 24(11): 1933–1943. [Li L, Chi Y B, Wang Z Y, et al. The spatio-temporal dynamic characteristics in expansion of major cities in China in 30 years since the reform and opening-up[J]. Journal of Natural Resources, 2009, 24(11): 1933–1943.]
- [40] Li W C, Li H, Wang S J. Spatiotemporal evolution of county-level land use structure in the context of urban shrinkage: Evidence from Northeast China[J]. Land, 2022, DOI: 10.3390/land11101709.
- [41] 刘岁, 张洪鑫, 程伟亚, 等. 山东省城镇建设用地扩张质量研究: 基于不同扩张模式的分析[J]. 城市问题, 2021, (10): 76–84. [Liu S, Zhang H X, Cheng W Y, et al. The quality of urban construction land expansion in Shandong Province: Based on the analysis of different expansion patterns[J]. Urban Problems, 2021, (10): 76–84.]

# Identification of shrinking cities in Northeast China and spatiotemporal evolution of construction land expansion

LI Wancong<sup>1</sup>, LI Hong<sup>1</sup>, WANG Shijun<sup>2</sup>, HAO Feilong<sup>2</sup>

(1. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China; 2. School of Geographical Sciences, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

**Abstract: [Objective]** Expansion of construction land is a direct manifestation of urbanization in geographical space. Analyzing the characteristics of the spatial and temporal changes of construction land in shrinking cities is an important reference for optimizing the allocation of land resources in shrinking cities. **[Methods]** This study constructed a multi-indicator model with “one subject, two subsets, and three dimensions” to identify shrinking cities in Northeast China in 2000-2020. On this basis, it used the common edge measure method and PLUS model to explore the characteristics, patterns, and driving mechanisms of construction land expansion in shrinking cities in Northeast China during the study period. **[Results]** (1) The Northeast area experienced a significant increase in the number and extent of shrinking cities between 2010 and 2020. From 2000 to 2010, only four demographically and one demographically-economically shrinking cities were identified. From 2010-2020, the region identified three demographically-economically, one demographic-vitality, and 17 full-dimensional shrinking cities. Spatially, it was characterized by a greater presence in the eastern and northern regions than in the western and southern regions. (2) More than 70.59% of the shrinking cities’ construction land showed a continuous growth trend from 2010 to 2020. Among these cities, those with the fastest expansion rate were mostly centered in the Harbin-Dalian economic belt. (3) The proportion of infill expansion of new construction land in shrinking cities has gradually increased, and the pattern of expansion has tended to agglomerate from diffusion. (4) The evolution of construction land in shrinking cities is a comprehensive result of the interaction of the natural environment, population-economic and infrastructure factors, and the core driving factors of shrinking cities across various study periods and types have both commonality and uniqueness. **[Conclusion]** Of the shrinking cities in Northeast China, 70% showed the paradoxical development pattern of continued expansion of construction land. We recommend that shrinking cities should form a reasonable order of construction land expansion, fully explore the potential for utilizing the cities’ stock of construction land, and ultimately achieve “smart growth” in shrinking cities.

**Key words:** shrinking city; construction land expansion; spatiotemporal characteristics; recognition model; driving factors; Northeast China