

基于夜间灯光数据的资源枯竭型 城市全域活力格局演变研究

路旭,李通,刘茂娣

(沈阳建筑大学建筑与规划学院,辽宁 沈阳 110168)

摘要:以资源枯竭型城市辽宁省北票市为研究对象,参照村域尺度划分基本研究单元,通过分析1995—2019年夜间灯光的变化过程,归纳概括了北票市全域活力格局演变特征。依据灯光变化将北票市域内各单元分为持续下降单元、正向下下降单元、逆向下下降单元、间隔下降单元、持续增长单元、相对平稳单元这6类。其中,活力下降情况占大多数,与城市人口、经济显著收缩的总体趋势相符。由夜间灯光演化情况可知,资源型经济的变化仍然是影响北票市城市发展的主导因素。同时,夜间灯光演化情况也反映出北票市在资源枯竭过程中不断寻找接续产业以及重新振兴活力的复杂演变过程。

关键词:城市活力;夜间灯光;收缩城市;资源枯竭型;北票市

中图分类号:TU984

文献标志码:A

引用格式:路旭,李通,刘茂娣.基于夜间灯光数据的资源枯竭型城市全域活力格局演变研究[J].沈阳建筑大学学报(社会科学版),2024,26(3):296-303.

资源型城市是中国重要的能源战略保障基地,是国民经济持续健康发展的重要支撑,然而由于资源的有限性和人类长期的开采利用,资源必然走向衰竭,使城市成为资源枯竭型城市^[1]。自2008年起,中国已分3批界定了69个资源枯竭型城市^[2],其中较多分布在东北三省和内蒙古东部地区,该区域拥有大量的矿产资源、石油资源、林业资源等,持续的资源开采和产业结构单一化导致许多城市出现资源枯竭现象,并伴有明显的收缩特征,具体表现为资源型支柱产业衰退,城市动能转换困难、产业结构失衡、土地利用结构不合理以及生态环境破坏严重等。收缩并不意味着城市走向衰亡,保持活力是城市可持续发展的根本,雅各布斯曾提出城市规划的首

要目标是城市活力^[3]。城市活力是城市空间旺盛生命力和城市功能生存发展的保证^[4]。城市活力不仅有利于提高居民的生活质量,而且对于城市可持续发展具有重要的意义^[5]。城市活力在一定程度上也反映了城市发展的能力和潜力,表征着一个城市对于生命机能、生态环境和经济社会的支持程度^[6]。现有研究为城市活力的概念界定、指标构建、综合评价等提供了多维度的方法^[7-9],但是大多聚焦于微观尺度的城市公共空间层面,对城市整体层面的活力采用定性分析或单维度的替代指标来衡量,缺乏对城市活力多样性和丰富性的阐述和论证^[10]。

已有的城市活力评价研究多基于社会经济指标、百度热力图、位置移动数据、调查问

卷等方式进行研究^[11]。夜间灯光数据与国民生产总值、人口分布、电力消耗等人类社会经济活动具有较高相关性^[12]。笔者以灯光像元数据为研究媒介,利用 ArcGIS 和 ENVI 软件对获取到的灯光影像进行预处理和数据衔接,进而得到北票市历年基本单元的灯光数据值,通过对不同数据值进行归纳并实现空间可视化分布模拟,分析北票市全域城镇空间收缩演变过程,总结其收缩变化规律,并对形成促因进行分析。

一、文献综述与研究对象的特征

1. 文献综述

城市收缩是指在城市发展进程中出现的城市人口流失、经济萎缩、城市土地使用效率低下和城市生活环境逐渐恶化等一系列现象与问题。人口缩减可以被认为是收缩城市的最本质表征^[13],城市收缩是一个高度动态的过程^[14],收缩的驱动因素可能与制度变迁、经济衰退、人口结构变化、城市扩张形式郊区化有关^[15]。在大多数的西方国家,后福特主义和向后社会主义的语境下收缩城市逐渐产生^[16],由于环境灾害和其他因素^[17],全球化加速了收缩城市进程,产业发展的周期性衰退是收缩城市形成的一个重要原因,一些依赖于单一产业的城市,经济增长也容易遭受到单一产业衰退的冲击,进而逐渐成为收缩城市,比如在欧洲曾经以钢铁、纺织、矿业等为支撑产业的工业城市所发生的收缩现象^[18-19]。城市去工业化的同时还伴随着郊区化,这种现象导致了市中心住宅区的废弃、社会环境的恶化和社区的衰败。20 世纪 90 年代,随着郊区、边缘地区、逆郊区化等收缩现象的产生,收缩城市的空间性问题逐渐受到广泛关注。

2. 研究对象的特征

北票市地处辽宁省西北部地区,是典型的资源枯竭型城市,同时也符合收缩型城市的特征。北票是一个因煤而兴的城市,一百多年来,煤矿采掘业一直都是地方支柱产业,带动了城市的快速发展,也提供了大量的就

业岗位并增加了税收。然而,资源枯竭是资源型城市必须面临的历史难题,20 世纪 90 年代以来,北票市的煤矿就出现煤炭产量持续下降的情况,2001 年北票矿务局宣布破产。2013 年开始,铁矿企业产品需求趋弱对城市经济产生了更为直接的影响,致使北票的经济总量呈现下降趋势,同时人口规模也出现了收缩。2009—2019 年,北票市户籍总人口减少约 4.37 万人,减幅为 7.35%,中心城区户籍人口 2.87 万人,减幅为 16.44%,呈现出显著的收缩城市特征,具体收缩规模统计情况如图 1 所示。

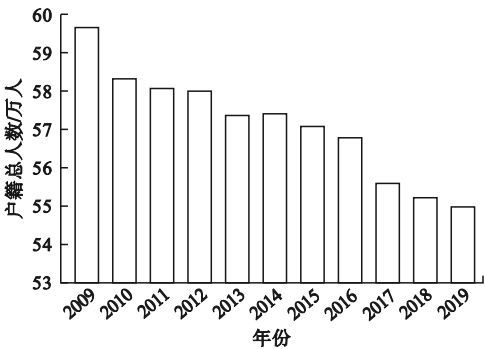


图 1 北票市人口规模统计

北票市所代表的资源型城市是随着中国现代工业的发展而兴起并逐步壮大的,它们为国民经济和社会发展做出过巨大贡献^[20-23]。资源型城市是国民经济持续健康发展的重要支撑,然而由于资源的有限性和人类长期的开采利用,导致这些城市成为资源枯竭型城市。自 2008 年起,中国界定了 69 个资源枯竭城市,其中有 19 个分布在东北地区,占总数的 27.53%,按照资源基础可分为森工型、石油型、煤炭型和铁矿型等。长期资源开发导致的产业结构单一问题在资源行业衰退的背景中集中显现,形成了经济、人口共同收缩的不利局面(见图 2)。

笔者采用夜间灯光识别方法对 1995—2019 年北票市城镇空间活力演变过程进行研究。为了深入剖析北票市内部空间格局,以村域为基本单元进行全域分析,将北票市域划分为 30 个乡镇单元、263 个村庄单元。

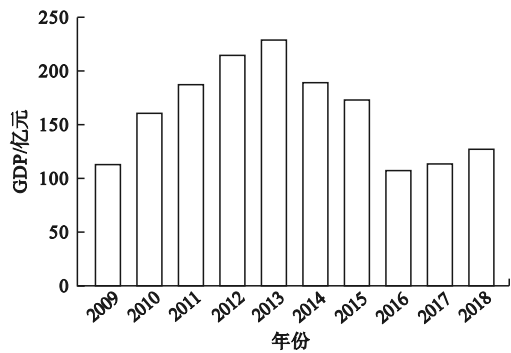


图 2 北票市经济总量的演变

二、夜间灯光识别分析方法

随着中国城乡发展质量不断提升,城市和村庄的灯光照明设施日益完善,夜间灯光的构成也日益多元化。北票市各研究单元的夜间灯光由工矿作业灯光、市政设施灯光、生活照明灯光共同构成,进而表现出整体的照明效果。

目前,在灯光照明研究中具有代表性的 DMSP/OLS 夜间灯光数据产品有 4 种。一是 1994—1995 年全球 DMPS/OLS 夜间灯光频率数据;二是 1996—1997 年全球 DMSP/OLS 辐射定标夜间灯光平均强度数据;三是 1992 年、1996 年和 1998 年亚洲 DMSP/OLS 非辐射定标夜间灯光平均强度数据;四是 1992—2013 年全球 DMSP/OLS 夜间灯光时间序列数据集中的稳定夜间灯光数据。研究结合第 4 种 DMSP/OLS 数据和 NPP/VIIRS 数据对选定年份的灯光进行测算,并通过 GIS 和 ENVI 软件进行校正和解译。在北票市行政边界范围内按掩膜提取历年稳定夜间灯光数据,将栅格分辨率重采样为 1 km、投影转为 Albers 等积投影以方便计算。经过处理,将校正后的遥感影像像元亮度 (Digital Number ,DN) 值大于 63 的 NPP-VIIRS 影像赋值为 63,最终形成 1995—2019 年长序列灯光影像数据集,并得到 1995—2019 年北票市灯光空间分布图、灯光差值图、灯光总值图、灯光均值图以及中心城区灯光距平值图等。

研究以 1995 年、2001 年、2007 年、2013 年、2017 年和 2019 年为时间节点,分为 4 个

变化阶段,获取北票市不同阶段内村域单元的灯光值及空间分布图。研究区域夜间灯光亮度以该区域所有像元的 DN 值之和来表示。将全域基本单元的内部划分出 700 m × 900 m 的基础像元,每个像元有自身的 DN 值,每个村域单元的灯光总值由若干个像元组成,利用 GIS 对每个村域不同年份的灯光栅格数据进行按掩膜提取,计算得出各个像元灯光总值,通过村域 DN 总值衰减情况进行收缩判定,对单元内灯光亮度总值变动予以分析 (见图 3、图 4)。

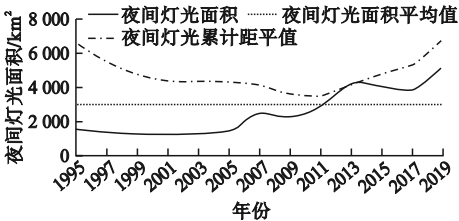


图 3 1995—2019 年北票市夜间灯光面积的变化

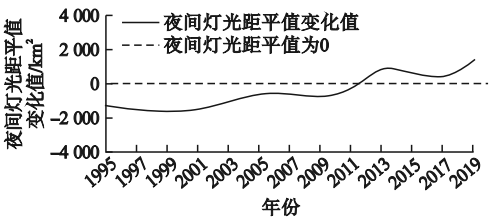


图 4 1995—2019 年北票市夜间灯光距平值的变化

依据灯光数据变化规律确定收缩单元类型,进而识别出全域收缩单元的位置、数量、强度等。

三、北票市城乡活力格局现状

DN 值是地区在某阶段内社会活动效应的综合表现,当 DN 值在一个阶段内出现大量减少时,则认为收缩现象已经发生 (见图 5)。总体而言,北票市在 1995—2019 年全域灯光走势总体呈上升趋势,但在此期间出现了多次波动发展,在部分年份城乡总体活力出现下降的情况,可概括为 4 个发展阶段。

1. 第一阶段 (1995—2007 年)

第一阶段为波动发展阶段,在此期间北票市的总体活力值呈波动上升。在初始期,北票市灯光总面积就呈现出缩减态势,2001

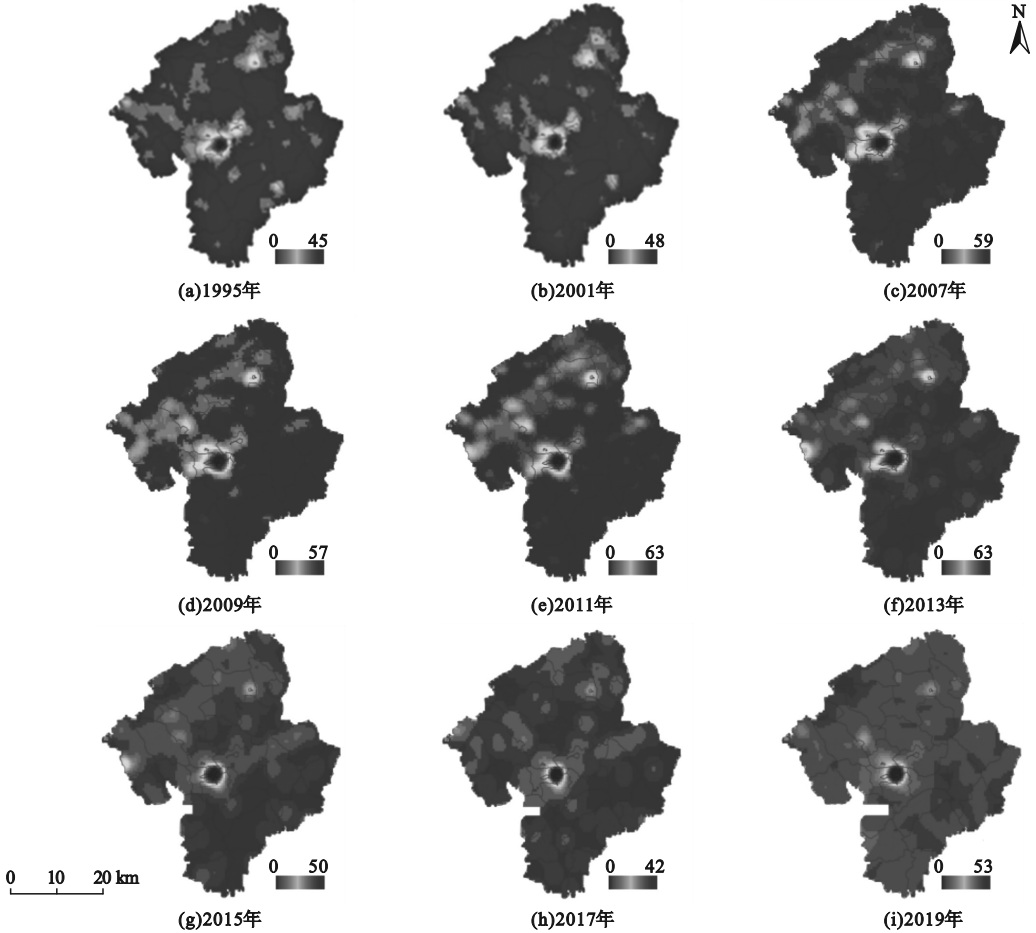


图5 1995—2019年北票市夜间灯光的演变

年比1995年减少了122 km²,距平值也呈现负向增加,表明该阶段就已经存在城市活力、收缩发展的迹象。由灯光分布可看出1995年北票市呈“一核两片多散点”的空间架构,一核为主城区,两片均位于市域北侧,集中在宝国老镇和西官营镇,散点大多位于南侧平原地带,至2007年片区面积大量减少且联系明显减弱。

2. 第二阶段(2007—2013年)

第二阶段为快速增长阶段,DN总值大幅度增加,2013年城市活力达到最高,此时北票市矿产经济正值顶峰,对城市活力贡献值最大。北侧工矿地带连绵化,而南侧的多个次级活力中心则基本消失。

3. 第三阶段(2013—2017年)

第三阶段为断崖下行阶段,2013—2017年灯光面积连续下降,减少了286 km²,北票市总体活力出现中等幅度的滑坡。这一阶段

铁矿经济效益不佳,矿产开采量与年产效益值不成正比,且连续走低,而此时北票市尚未出现可替代矿产经济的主导产业,北票市中部和北部矿场大量倒闭,相关附加产业受到剧烈冲击,人口外流严重,灯光强度及覆盖区域急剧降低,城市活力出现大幅度下跌。

4. 第四阶段(2017—2019年)

第四阶段为快速恢复阶段,因2016—2018年北票市积极推动传统产业向中高端迈进,大力发展农林业、旅游业、服务业等,同时加大外资引入、增加出口创汇,大力建设产业园区和经济开发区,降低工矿业占比,加强与周边城市如沈阳、大连、天津的交流,不断鼓励地方企业创新发展,促使该阶段城市活力触底反弹,北票市活力连续增强,且近两年北票市发展势头良好,产业结构和布局趋于合理,矿山治理和生态修复成效显著,城市活力呈现不断攀升态势。

四、北票市城乡活力格局的演变

研究对北票市各个乡镇的灯光变化值统计分析,以(灯光收缩量/灯光增加量)×100%为其收缩扩张指数,以(灯光收缩量/灯光变化总量)×100%为其收缩强度指数,计算得出北票市全域收缩强度指数为22.32%,全域收缩扩张指数为28.73%(见表1、表2)。

表1 北票市收缩统计情况

单元种类	单元/个
持续下降单元	49
正向下降单元	28
逆向下降单元	22
间隔下降单元	74
合计单元	173

表2 北票市灯光变化量统计情况

类别	灯光总量/km²
第一阶段变化量	10 240
第二阶段变化量	20 164
第三阶段变化量	-6 777
第四阶段变化量	14 598
收缩总量	10 983
增加总量	38 225
变化总量	49 208

对实验测得数据分析发现,北票市全域263个基本单元之中,活力下降的单元共计173个,占比为65.78%,从空间分布情况看,这些活力下降型单元与工矿点总体联系强度较高。基本单元的DN值变化可分为6种,分别为持续下降单元、正向下降单元、逆向下降单元、间隔下降单元、持续增长单元、相对平稳单元(见图6)。从总体格局看,北票市收缩扩张指数呈两极分化的趋势,台吉镇、五间房镇、宝国老镇、娄家店乡、三宝乡收缩强度较大,这些乡镇均位于邻近中心城区或北部主要工矿点的区位,以矿产采掘和加工业为主导。市域南部各乡镇收缩扩张指数虽然较小,但其收缩周期持续较长,且多为连续性收缩单元,久而久之造成的收缩效应也较为强烈。

1. 持续下降单元

持续下降单元是指总体活力在绝大多数时间段内都处于下降的基本单元,具体判定标准是当某单元DN值连续下降3次及以上即别为持续下降单元,或单元DN值连续下降两次且其中一次降幅与上一阶段相比高于40%,也被认定为持续下降单元。研究得出

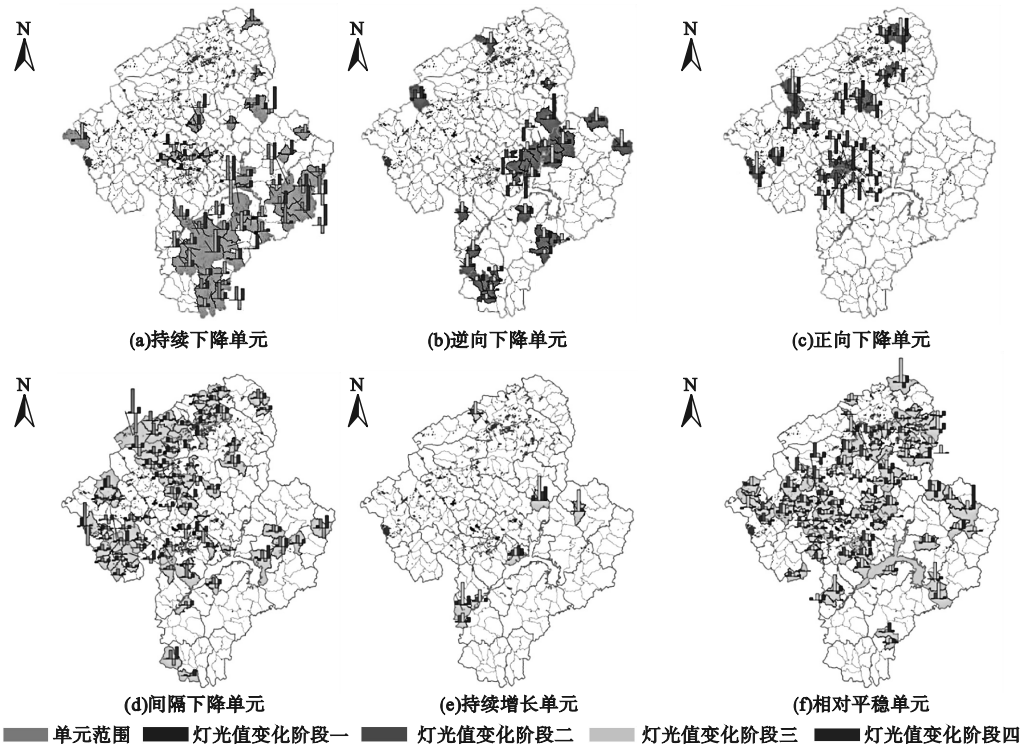


图6 北票市收缩单元的分布

的持续下降单元共计 49 个(见图 6(a)),集中在北票市域南部,在常河营乡、上园镇、三宝营乡和巴图营乡之间形成连续性收缩片区。该类收缩单元的普遍特征是与采矿点和工业关联较小,属于传统农业区,产业结构以传统农业、果林业、畜牧业为主,并且临近白石水库水源保护区和大凌河干流。

持续下降单元的活力降低可以分为 3 个时期:自 20 世纪 90 年代开始,这一地区就有农业生产人员逐渐流入到采矿业和工矿业兴盛的北部地区与中部城区,造成该区域灯光总值出现大幅降低,反映了市域内部人口的空间转移。2007—2013 年,煤矿经济明显低落,但铁矿市场价格却不断攀升,促使 GDP 总量增加,但其增速却大幅下降,此时南部劳动力出现了第二次流失高峰,多数人流继续投入到经济相对景气的北部矿镇和工业快速发展的中部城区,部分人流则转移至外部城市,导致南部灯光总亮度出现第二次明显下降。2013 年至今,北票市矿产经济不景气,大量采矿点和工厂倒闭,矿产从业人员纷纷外流,转移至周边地市或其他省份。北票市重工矿业的模式导致南部发展落后,产业结构严重失衡。而北部矿镇和中部城区引力又极速下跌,大量青年劳动力开始向北票以外的城市迁移,进而促使南部发生第三次更大规模的人口流失,主要表现为人口的外部空间转移,该阶段灯光变化值最为明显,表明此次流失对北票生产生活影响极为剧烈,人口内部转移和外部流失交错叠加,导致灯光 DN 总值变化较大。

2. 正向下降单元

正向下降单元是指与北票市城市活力变化总体趋势较为一致的单元,主要表现为 2013—2017 年总体断崖下行阶段出现大幅活力下降的单元。同时,这些基本单元也在北票城市收缩和活力下降的过程中起到了主导性的作用。正向下降单元数量为 22 个,其在北票市的 4 类收缩单元中占比最低。此类单元多位于工矿密集的片区,虽然数量较少,但经济总量大,就业岗位多,对城镇空间收缩趋势

影响较大,是北票市人口流失的重要原因。

2013 年,北票市经济发展达至顶峰,之后矿产经济持续衰落,大量采矿点接连关闭,人口大幅外迁,生产活力下降,最终导致 DN 变化量呈负值下降。但该类单元反应迅速、弹性较强,在发生局部收缩后不断调整,并在第三阶段出现反弹式的增长态势。从图 6(c)可发现,正向下下降单元并未全部被采矿点覆盖,许多区域也是无工矿点叠加,表明其收缩因素分为两类:第一类为矿点关闭的直接影响;第二类则为矿点关闭产生的延迟性波动影响,两类因素共同促生了正向下下降单元的出现。

3. 逆向下降单元

逆向下降单元是指在与城市活力总值变化呈现相反趋势,在整体活力增长阶段呈现活力下降状态的基本单元。从空间分布上看,此类单元数量为 28 个,与工矿经济的关联性最弱,此类收缩单元内不包含矿业开采和加工区。逆向下降单元最集中的片区位于北票市经济开发区的东北侧,距离中部城区较近。该地区无采矿点分布,主要经济类型是旅游业和传统农业。然而,当工矿经济不景气时,这一片区人口外流趋势减弱,甚至产生人口回流的现象。以旅游业和农业为主的经济结构韧性较强,反而保持了活力缓慢增长的状态,使该区域与总体趋势相反,成为逆向下降的片区。

4. 间隔下降单元

间隔下降单元是指总体活力在不同时段出现两次或多次大幅下降的基本单元。经统计,全域共 74 个间隔下降单元,占收缩型单元的 42.78%,是数量最多、占比最高的一类收缩型单元,对北票市城镇空间活力变化的影响较大。该类单元分布较广,遍布北票全域各个乡镇,总体呈现出“北密南疏”的集聚态势,在北部娄家店乡和北四家乡呈现连绵分布状态。2013 年北票市煤矿大量停产、铁矿销量下滑以后,间隔下降单元再次发生剧烈的内部结构震荡,人口集群向外部空间转移,经济活动再次跌至冰点。其原因主要是

产业结构单一以及新兴产业替代力不足、结构失衡。2018年大环境回暖,产业结构和模式得到适当调整,工矿经济发生一定转型,间隔下降单元灯光值继续增加,但人口总量依然呈现减少趋势。

横向对比4类下降型单元,从时间演进看,北票市各收缩单元的发生节点不同,初始收缩单元最早、峰值收缩单元最晚;从变化指数看,北票空间收缩推进迅速、变化较多,空间收缩强度为22.32%,收缩扩张指数为28.73%;从扩张程度看,北票空间收缩极为严重,收缩单元已经渗透到城镇多数地区,内部收缩吞噬和单元扩张愈演愈烈;从收缩结果看,全域263个基本单元中收缩单元173个,空间收缩比例达65.78%。除上述4类活力下降型单元以外,北票市还存在一定数量的相对稳定单元和少量的持续增长型单元,这两类单元主要位于北票市区及经济技术开发区周边,呈现出相对稳定的城市活力状态。

五、结 论

北票市作为资源枯竭型城市,其发展过程中始终伴随着因资源枯竭而产生的城市收缩问题。随着产业结构的多元化调整和经济活动空间分布的不断转变,北票市形成了可持续的城市活力。研究得出如下主要结论:首先,以夜间灯光为表征的城市活力能够有效地反映全域空间活力的变化情况,尤其是DN值相对下降对城镇单元的活力下降具有较强的说服力。相对于人口、经济等统计数据,夜间灯光数据的优势在于可以在更小的尺度单元反映演化特征。其次,资源型经济的变化仍然是影响北票市城市发展的主导因素。收缩单元与工矿经济所在地的联系指数高达49.13%,表明北票市收缩演变与矿产经济存在直接关系,进而促使土地、人口、生态等因素发生变动。同时,研究发现北票市并非全域收缩,而是大面积的局部收缩且整体对外呈收缩状态。第三,从夜间灯光演化情况可以看出,以北票为代表的资源型城市在资源枯竭过程中不断寻找接续产业,在经

历了复杂的演变过程后重振城市活力。虽然从整体趋势来看,近年北票市整体呈现出城市收缩状态,但是内部空间单元的活力下降情况呈现出多类型、非同步、变化快、侵蚀广等特点,大量间隔下降单元和逆向下降单元的存在说明了经济发展的波动性趋势。最后,以北票市中心城区和经济开发区为代表的人口、产业密集地区具有更稳定的发展活力。以上特征决定了北票市在未来发展中应当努力实现产业类型的多元化和城镇发展的多中心化,以带动全域可持续发展。

参考文献:

- [1] 王丽. 资源枯竭型城市发展旅游产业进行转型的探讨:以河南省焦作市为例[J]. 当代旅游, 2013(10): 9-12.
- [2] 叶欢, 李瑛. 资源枯竭型城市文化遗产旅游资源的开发研究:以铜川市为例[J]. 金融经济, 2014(12): 33-35.
- [3] 俞孔坚. 高悬在城市上空的明镜:再读《美国大城市的死与生》[J]. 北京规划建设, 2006(3): 97-98.
- [4] 明雨佳, 刘勇, 周佳松. 基于大数据的山地城市活力评价:以重庆主城区为例[J]. 资源科学, 2020, 42(4): 710-722.
- [5] 塔娜, 曾屿恬, 朱秋宇, 等. 基于大数据的上海中心城区建成环境与城市活力关系分析[J]. 地理科学, 2020, 40(1): 60-68.
- [6] 金延杰. 中国城市经济活力评价[J]. 地理科学, 2007, 27(1): 9-16.
- [7] 王芳, 宗会明, 罗奎, 等. 基于多源数据的城市经济活力评价研究:以重庆和成都为例[C]//中国城市规划学会, 重庆市人民政府. 活力城乡 美好人居:2019中国城市规划年会论文集(16 区域规划与城市经济). 北京:中国建筑工业出版社, 2019.
- [8] 楼海淼, 孙秋碧. 基于因子分析的我国各省经济活力评价研究[J]. 福州大学学报(哲学社会科学版), 2005(3): 32-35.
- [9] 雷依凡, 路春燕, 苏颖, 等. 基于多源夜间灯光数据的城市活力与城市扩张耦合关系研究:以海峡两岸城市群为例[J]. 人文地理, 2022, 37(2): 119-131.
- [10] 刘水玲, 何建华, 丁慷. 武汉城市圈城市活力

评价与空间特征分析[J]. 特区经济, 2020 (4):17-21.

[11] 董鹤松, 李仁杰, 李建明, 等. 基于 DMSP - OLS 与 NPP - VIIRS 整合数据的中国三大城市群城市空间扩展时空格局[J]. 地球信息科学学报, 2020, 22(5):1161-1174.

[12] 刘浩, 马琳, 李国平. 1990s 以来京津冀地区经济发展失衡格局的时空演化[J]. 地理研究, 2016, 35(3):471-481.

[13] BRADBURY K , DOWNS A , SMALL K . Urban decline and the future of American cities [M]. Chicago: Brookings institution press, 1982.

[14] BEAUREGARD R. Urban population loss in historical perspective: United States, 1820—2000[J]. Environment and planning A, 2009, 3 (41):514-528.

[15] COUCH C, KARECHA J, NUISSL H, et al. Decline and sprawl; an evolving type of urban development; observed in Liverpool and Leipzig [J]. European planning studies, 2005, 13 (1): 117-136.

[16] BONTJE M. Facing the challenge of shrinking cities in east Germany: the case of Leipzig[J]. Geo journal, 2004, 61(1):13-21.

[17] OSWALT P, RIENIETS T. Atlas of shrinking cities[M]. Ostfildern :Hatje cantz, 2006.

[18] MIDDLETON M. Cities in transition: the regeneration of Britain's inner cities [M]. London: Joseph, 1991.

[19] EVANS L, JOHNSON P, THOMAS B, et al. The northern region economy : progress and prospects in the north of England [M]. London: Mansell, 1995.

[20] 赵景海. 我国资源型城市发展研究进展综述 [J]. 城市发展研究, 2006(3):86-91.

[21] 周涛发, 张鑫, 袁峰, 等. 矿山城市矿产资源利用的环境负效应及其防治[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2004(3):225-228.

[22] 李华, 干飞, 冯春涛. 矿业开发新形势下的矿山地质环境保护与安全应对策略[J]. 现代矿业, 2010, 26(3):5-9.

[23] 任家强, 楚国威, 张敏. 基于引力模型的辽宁省城市空间格局研究[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版), 2017, 19(3):270-275.

Evolution of Urban Vitality Pattern of Resource Exhausted Cities Based on Night Light Data

LU Xu, LI Tong, LIU Maodi

(School of Architecture and Urban Planning, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China)

Abstract: Taking Beipiao City, a resource-exhausted city in Liaoning Province, as the research object, the basic research units were divided according to the village scale. By analyzing the changes in nighttime lighting from 1995 to 2019, the evolution characteristics of overall vitality pattern of Beipiao City were summarized. According to the lighting changes, each unit within the city of Beipiao is divided into six categories which are continuous descent unit, forward descent unit, reverse descent unit, interval descent unit, continuous growth unit, and relatively stable unit. Based on above six categories, the decline in vitality accounts for the majority, which is consistent with the overall trend of significant population and economic contraction in cities. From the evolution of nighttime lighting, it can be seen that changes in resource-based economy are still the dominant factor affecting the development of Beipiao city. At the same time, the evolution of nighttime lighting also reflects the complex process of Beipiao City's continuous search for sustainable industries and revitalization in the resource-exhausted process.

Key words: urban vitality; night light; shrinkage cities; resource exhausted scale; Beipiao City
(责任编辑:王丽娜 英文审校:林 昊)