引文格式：张雅杰 ,王胜男 ,杨钧雅. 基于夜光遥感的长江经济带县级城市收缩时空特征分析[J]. 地理空间信息, 2025, 23(5): 63-66. doi:10.3969/j.issn. 1672-4623.2025.05.013

基于夜光遥感的长江经济带县级城市收缩时空特征分析

张雅杰[1]，王胜男[1]，杨钧雅[1]
（1. 武汉大学 资源与环境科学学院，湖北 武汉 430079）

摘　要：长江经济带是我国重要的经济走廊，县级城市的收缩情况对于区域可持续发展具有重要意义。基于夜光遥感数据，从县域视角识别长江经济带收缩城市，并通过莫兰指数分析城市收缩的空间格局。结果表明：①长江经济带城市收缩现象呈扩大趋势，2000—2015 年城市收缩主要出现在长江上、中游地区，云南、四川和贵州为高发地区，2015—2020 年县级城市收缩现象开始在长江下游地区连片分布，总体上收缩程度较轻微；②城市收缩空间自相关关系显著，空间集聚效应越来越明显，上游地区高—高集群居多，中游地区空间集聚类型丰富，下游地区低—低集群居多。

关键词：长江经济带；夜光遥感；城市收缩
中图分类号：P237　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2025）05-0063-04

Shrinkage Spatio-temporal Characteristic Analysis of County-level Cities in the Yangtze River Economic Belt Based on Nighttime Light Remote Sensing

ZHANG Yajie[1], WANG Shengnan[1], YANG Junya[1]
(1. School of Resource and Environmental Science, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

Abstract: As an important economic corridor in China, the shrinkage of county-level cities in the Yangtze River Economic Belt is of great significance for regional sustainable development. Based on the nighttime light remote sensing data, we identified the shrinking cities in the Yangtze River Economic Belt from the perspective of counties, and analyzed the spatial pattern of urban shrinkage through the Moran index. The results showed that ①the urban shrinkage phenomenon in the Yangtze River Economic Belt showed an expanding trend, and the urban shrinkage mainly occurred in the upper and middle reaches of the Yangtze River from 2000 to 2015, while Yunnan Province, Sichuan Province and Guizhou Province were the areas with high incidence of urban shrinkage, and the county-level urban shrinkage phenomenon began to be distributed in the lower reaches of the Yangtze River from 2015 to 2020. Overall, the degree of urban shrinkage was relatively modest. ②The spatial autocorrelation relationship of urban shrinkage was significant, and the spatial agglomeration effect of urban shrinkage was becoming more and more obvious, with the majority of high-high clusters in the upper reaches area, the rich spatial agglomeration types in the middle reaches, and the low-low clusters in the lower reaches area.

Key words: the Yangtze River Economic Belt, nighttime light remote sensing, urban shrinkage

城市的发展不可避免地经历着“兴起—生长—发展—繁荣—衰退”的生命周期[1]，增长和收缩都是普遍规律。越来越多的研究显示[2-6]，在快速城镇化背景下，增长已不是我国城市发展的唯一范式，我国已出现大范围城市收缩现象，为城市发展带来了一系列挑战。目前研究主要集中在资源（枯竭）型城市、老工业城市和经济较不发达地区[7-10]，而由于人口红利消失、产业结构转型升级等因素导致上述地区之外的各级都市区和城市群单元都开始显现收缩现象[11]，因此需要加强对长江经济带等经济较发达地区城市收缩的全面深入研究。国内外关于收缩城市的识别已不仅限于传统社会经济指标的测算，逐渐转向地理空间计量等方面的应用，遥感信息、空间自相关等方法开始应用于收缩城市的研究中[12-16]。夜光遥感通过捕捉地面灯光获取数据，挖掘影像数据[17]，与人类活动存在较高的相关性，可反映人类活动的集中程度。城市收缩现象的发生，伴随着人口流失和经济活动减少，基础设施衰退和维护不足，夜间灯光亮度将显著降低，因此通过夜光遥感数据识别城市收缩现象具有一定的理论可行性，且夜光遥感影像具有时空连续和真实客观等优势，在一定程度上填补了统计数据的缺口，为城市收缩识别提供了新视角。鉴于此，本文利用2000—

第一作者简介：张雅杰（1972—），博士，副教授，研究方向为国土空间规划、自然资源评价、国土综合整治、地理信息工程等，E-mail：258802567@qq.com。

2020年长江经济带的夜光遥感数据，以5 a为周期，构建城市收缩识别模型，测度长江经济带城市收缩现象，并通过莫兰指数分析城市收缩空间分布特征。

1 研究区概况与数据来源

长江经济带横跨我国东、中、西部，覆盖上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南、重庆、四川、贵州和云南等11个省市；气候温暖，雨量充沛，支流湖泊众多；区域人口和生产总值占比超过全国的40%，但区域间发展差距较大。长江经济带是我国重要的钢铁、汽车制造等工业基地，产业分工合作已形成多元化的能源工业体系。本文选取1 071个县级行政单位作为研究对象，县域视角的优势包括：地理范围精细，县级行政单元划分更细致，能捕捉到更小尺度的城市变化；数据样本丰富，县级行政单元数量较多，可增强研究的可靠性。

本文采用的2000—2020年夜间灯光数据来源于国家青藏高原科学数据中心基于夜间灯光卷积长短期记忆网络制作的1984—2020年中国人工夜间灯光数据集，数据精度为1 km。

2 研究方法

2.1 城市收缩识别

首先，对夜光遥感数据进行预处理，具体步骤为：①几何校正，坐标系与我国行政区域坐标系保持一致，确保空间准确性；②重设Nodata，夜光数据可能包含由于云层遮挡、传感器故障或其他技术问题导致的缺失或错误数据（Nodata值），而ArcGIS无法直接识别，需手动设置Nodata值，以确保实验正常运行；③分区统计，以县级行政单元为统计单位，计算其夜间灯光平均亮度。

其次，利用夜间灯光平均亮度变化率计算城市收缩指数 S，$S \leqslant 0$ 视为城市收缩，反之则视为城市增长。为进一步细分城市收缩程度，将城市收缩类型划分为显著收缩（$S \leqslant -0.5$）；中度收缩（$-0.5 < S \leqslant -0.25$）；轻微收缩（$-0.25 < S \leqslant 0$）。将 t 年的夜间灯光平均亮度记为 x_t，则 S 的计算公式为：

$$S_{(t_1,t_2)} = \frac{x_{t_2} - x_{t_1}}{x_{t_1}} \times 100\% \tag{1}$$

2.2 空间格局分析

空间格局分析较常用的度量模型为莫兰指数，其值域为[−1, 1]。莫兰指数分为全局和局部两类，前者用于描述整个研究区的空间自相关情况，后者则反映各对象与其周围对象的空间自相关情况[18]。记地区 i 的要素数值为 X_i，地区 i、j 的空间权重数值为 W_{ij}，其值取[0,1]；令 $X = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i$，$S^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})$，则在全局、局部尺度上的莫兰指数分别为：

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} W_{ij}(X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{S^2 \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} W_{ij}} \tag{2}$$

$$I = \frac{(X_i - \bar{X})\sum_{j=1}^{n} W_{ij}(X_j - \bar{X})}{S^2} \tag{3}$$

3 研究结果与分析

3.1 城市收缩识别

根据夜光遥感数据计算得到长江经济带城市收缩指数，制作城市收缩情况统计表（表1），可以看出，长江经济带收缩城市数量在4个研究期内呈现周期性波动，整体呈上升趋势；2005年仅有36个城市收缩，2010年升至310个，2015年降至100个，2020年又升至424个，占据长江经济带县级行政单元的39.59%，超过前期峰值；4个研究期内轻微收缩城市为收缩城市的主流。2000—2005年收缩最严重的城市主要位于云南省，包括云南省的大关县、太平县、漾濞彝族自治县和贵州省的贵定县、麻江县等；2005—2010年收缩最严重的城市主要位于贵州省，包括贵州省的三穗县、六枝特区、剑河县、余庆县和湖南省的双牌县等；2010—2015年收缩最严重的城市主要位于湖北省，包括湖北省咸丰县、江陵县，云南省的屏边苗族自治县，四川省的沐川县和湖南省的古丈县等；2015—2020年收缩最严重的城市主要位于四川省，包括四川省的纳溪区、会东县，湖南省的临武县，湖北省的石首市和贵州省的晴隆县。

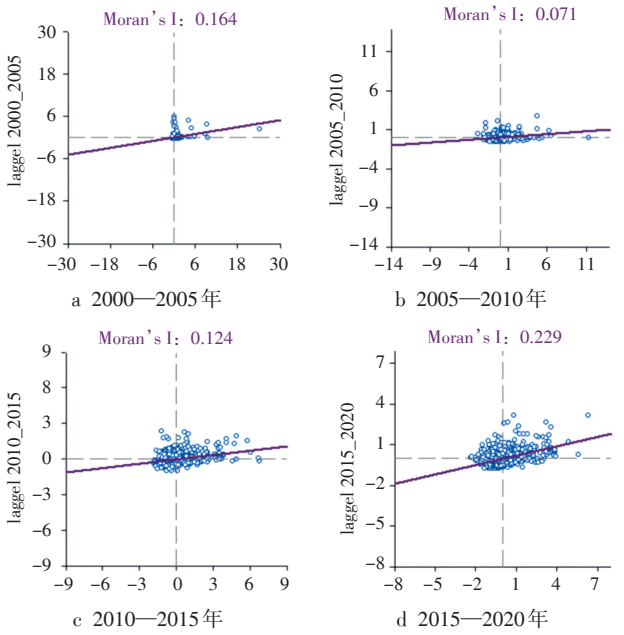
城市收缩现象呈现由上、中游地区向下游地区扩散、由经济较不发达地区向经济较发达地区扩散的趋势。2000—2005年和2010—2015年两个研究期内城市收缩主要出现于长江上、中游地区，2005—2010年和2015—2020年两个研究期内城市收缩则分散分布于长江经济带的各个地区，甚至2020年城市收缩现象开始在长江下游地区连片分布，呈现出较强的空间集聚特征。

表1　长江经济带城市收缩分阶段统计表

城市类型	2000—2005年		2005—2010年		2010—2015年		2015—2020年	
	城市数量	占比/%	城市数量	占比/%	城市数量	占比/%	城市数量	占比/%
显著收缩城市	4	0.37	1	0.09	4	0.37	0	0.00
中度收缩城市	3	0.28	24	2.24	22	2.05	5	0.47
轻微收缩城市	29	2.71	285	26.61	74	6.91	419	39.12
收缩城市小计	36	3.36	310	28.94	100	9.34	424	39.59
增长城市	1 035	96.64	761	71.06	971	90.66	647	60.41

3.2　空间格局分析

本文计算得到长江经济带城市收缩莫兰指数散点图（图1），可以看出，4个研究期的莫兰指数均为正值，历年 P 值、Z 值均满足99%置信区间的要求，表明总体上城市收缩具有正向的空间自相关性，且关系显著。2000—2020年莫兰指数先降后升，城市收缩空间聚集性先降后升，总体上散点大多分布于第一象限，且分布分散，表明城市收缩指数高的城市更有可能聚集。



a 2000—2005年　b 2005—2010年　c 2010—2015年　d 2015—2020年

图1　长江经济带城市收缩莫兰指数散点图

本文计算得到长江经济带城市收缩的局部莫兰指数，将城市收缩空间分布特征分为4种类型：①高—高类型表示该城市和周围城市均在扩张；②高—低类型表示该城市在扩张，而周围城市在收缩；③低—高类型表示该城市在收缩，而周围城市在扩张；④低—低类型表示该城市和周围城市均在收缩。研究发现，4个研究期内长江经济带城市收缩聚集效应越来越明显，长江下游地区低—低集群显著，四川省和重庆市既有高—低集群、又有低—高集群。2000—2005年长江经济带主要出现的是高—高集群，主要分布于四川省和贵州省，城市收缩现象尚不具备明显的聚集特征。2005—2010年湖北省（保康县、五峰土家族自治县、梁子湖区）、安徽省（五河县、宁国市）、江西省遂川县等地，2010—2015年四川省（黑水县、仁寿县、汉源县）、湖北省利川市、湖南省（洞口县、双牌县、攸县、桂东县）、浙江省（文成县、磐安县），2015—2020年四川省（梓潼县、合江县）、湖南省安乡县、江西省武宁县、安徽省（怀远县、固镇县、石台县、旌德县）等地区均出现了高—低聚集特征，表明这些地区周围易出现城市收缩现象。2015—2020年低—低集群在长江下游地区大量出现，且江苏省、浙江省和安徽省的城市收缩现象易连片成群出现。四川省内城市发展呈现多元化，既有高—低集群，也有低—高集群；既有城市收缩洼地，也有城市增长高地，表明其内部发展差距较大。

4　结　语

本文从夜光遥感的视角识别了2000—2020年长江经济带出现收缩现象的城市，并分析了其空间分布格局。

1）长江经济带城市收缩现象呈扩大趋势，反映了快速城镇化背景下城市发展面临的挑战。从数量上来看，长江经济带出现城市收缩的县级单元占比由2000—2005年的3.36%增至2015—2020年的39.59%；从程度上来看，2000—2020年的城市收缩程度较轻微，轻微收缩城市占收缩城市的比例均在70%以上，收缩程度较严重的县级单位大多分布于云南、贵州和四川等省份；从空间分布来看，2000—2005年城市收缩现象主要分布于长江上游地区，2005—2010年则扩大到整个长江经济带，2010—2015年的范围略微缩小，2015—2020年再次扩大，下游城市收缩现象开始连片出现，表明城市收缩已非个别现象，而是长江经济带整体面临的问题。

2）城市收缩具有较显著的空间自相关关系，集

聚效应越来越明显，这一现象在长江经济带的不同区域表现出不同的特点和趋势。总体来看，长江上游地区高—高集群居多，其中四川省和重庆市的城市发展进程具有复杂性和多样性，城市收缩和扩张现象同时存在，可进行深入研究；长江中游地区涵盖了4种集群，分异明显；2000—2015年长江下游地区收缩城市的集聚效应不甚明显，但在2015—2020年低—低集群开始连片出现。其原因在于，随着经济发展和地区进步，下游地区的产业结构逐渐由劳动密集型转向技术密集型和资本密集型，产业结构优化升级加上大中城市的虹吸效应，导致低层级县级城市结构性的劳动力流失，城市收缩现象初步显现。

3）本文基于夜光遥感数据，在县级尺度上识别长江经济带城市收缩现象，为未来的城市收缩分析模拟提供了途径，可为国土空间规划提供理论指导。研究发现，经济欠发达地区和较发达地区都应关注城市收缩问题，扩大化的城市收缩趋势要求长江经济带在区域发展策略上做出相应调整和优化，针对不同区域的城市收缩特点，制定差异化的发展策略，以应对其带来的挑战。对于高—高类型等与周边城市协调发展的增长县级单元，应考虑将其作为发展核心，以点带面，带动周边区域发展；对于高—低类型等与周边城市发展不同步的增长县级单元，应引导其与周边地区建立良好的合作关系，加强交通联系和资源共享等，实现优势互补和共同发展；对于低—低类型、低—高类型等易发生城市收缩的县级单元，应加强收缩原因分析，从而制定相应策略，调整产业结构，制订政策引导人口回流。

参考文献

[1] 吴康,孙东琪. 城市收缩的研究进展与展望[J]. 经济地理,2017,37(11):59-67

[2] 张学良,刘玉博,吕存超. 中国城市收缩的背景、识别与特征分析[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版),2016,18(4):132-139

[3] 张明斗,王亚男. 城市收缩的空间格局、异质性与机制分析:以长江经济带110个地级及以上城市为例[J]. 江汉论坛,2021(5):32-40

[4] 吴康,龙瀛,杨宇. 京津冀与长江三角洲的局部收缩:格局、类型与影响因素识别[J]. 现代城市研究,2015(9):26-35

[5] 张学良,张明斗,肖航. 成渝城市群城市收缩的空间格局与形成机制研究[J]. 重庆大学学报(社会科学版),2018,24(6):1-14

[6] 张雅杰,于子涵,张丰. 长江经济带城市收缩格局及其影响因素识别[J]. 测绘地理信息,2019,44(2):16-19

[7] 马佐澎,李诚固,张平宇. 东北三省城镇收缩的特征及机制与响应[J]. 地理学报,2021,76(4):767-780

[8] 钱凤魁,朱益梅,张晓霞,等. 辽宁省城市收缩综合测度及影响因素分析[J]. 中国土地科学,2021,35(9):74-83

[9] 冯章献,李嘉鑫,王士君,等. 东北地区收缩城市活力演化及影响因素分析[J]. 地理科学,2023,43(5):774-785

[10] 张浩哲,杨庆媛. 中国资源型收缩城市“人口—土地—产业”耦合协调分析[J]. 世界地理研究,2024,33(1):163-177

[11] 林靖杰,张京祥. 北京城市空间增长—收缩并存的特征与机制[J]. 城市规划,2023,47(11):90-100

[12] 杜志威,李郇. 珠三角快速城镇化地区发展的增长与收缩新现象[J]. 地理学报,2017,72(10):1 800-1 811

[13] 刘合林. 收缩城市量化计算方法进展[J]. 现代城市研究,2016(2):17-22

[14] 龙瀛,吴康,王江浩. 中国收缩城市及其研究框架[J]. 现代城市研究,2015(9):14-19

[15] 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):2 477-2 488

[16] 王钊,杨山,龚富华,等. 基于城市流空间的城市群变形结构识别:以长江三角洲城市群为例[J]. 地理科学,2017,37(9):1 337-1 344

[17] 王海君,晏王波. 基于夜光遥感数据的区域人口预估方法研究[J]. 地理空间信息,2020,18(11):31-33

[18] 汪祺瑞. 多源数据融合下城市与城市群综合竞争力研究:以长江经济带为例[D]. 武汉:武汉大学,2022