

# Study on the Spatial Pattern and Driving Forces of Urban Expansion in Chuxiong City from 1995 to 2015

Lu Yan<sup>1</sup>, Wujun Xi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>College of Tourism and Geographic Sciences, Yunnan Normal University, Kunming Yunnan

<sup>2</sup>School of Geography and Tourism Management, Chuxiong Normal University, Chuxiong Yunnan

Email: 604911498@qq.com, 173202430@qq.com

Received: Mar. 6<sup>th</sup>, 2020; accepted: Mar. 20<sup>th</sup>, 2020; published: Mar. 27<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

Based on 1995, 2000, 2005, 2010, and 2015 Landsat TM/OLI remote sensing images, this paper used the supervised classification method to extract land use types in Chuxiong City, analyzes the characteristics of urban expansion spatial differentiation, characteristics of urban spatial form, and driving force of urban expansion in Chuxiong. The research results showed that: (1) In the past 20 years, the urban in Chuxiong has been expanding outwards, and the speed has gradually increased. The urban expansion in the northern region has been rapid, and the urban expansion in the southern region has been slow; (2) The urban morphology was gradually becoming more complicated, the urban compactness was reduced, and the urban land utilization was reduced; (3) Economic indicators were the main factors driving the urbanization process of Chuxiong city, followed by regional landscape indicators, and population indicators had the least impact on the urbanization process.

## Keywords

Spatial Pattern of Urban Expansion, Driving Force, Chuxiong City

---

# 1995~2015年楚雄市城镇扩展空间格局及驱动力研究

阎璐<sup>1</sup>, 席武俊<sup>2</sup>

<sup>1</sup>云南师范大学旅游与地理科学学院, 云南 昆明

<sup>2</sup>楚雄师范学院地理科学与旅游管理学院, 云南 楚雄

Email: 604911498@qq.com, 173202430@qq.com

收稿日期: 2020年3月6日; 录用日期: 2020年3月20日; 发布日期: 2020年3月27日

## 摘要

基于1995、2000、2005、2010、2015年Landsat TM/OLI遥感影像, 运用监督分类法提取楚雄市土地利用类型, 并对楚雄市城镇扩展空间分异特征、城镇空间形态特征进行分析, 最后建立城镇化综合评价测度体系, 对楚雄市城镇扩展驱动力进行分析。研究表明: (1) 楚雄市在过去20年间城镇不断向外扩展, 速度逐渐增大, 北部地区城镇扩展速度较快, 南部地区城镇扩展速度缓慢; (2) 城镇形态逐渐趋于复杂化, 城镇紧凑度减少, 城镇内部土地利用效率减少; (3) 其中经济指标是推动楚雄市城镇化进程的主要因素, 地域景观指标次之, 人口指标对于城镇化进程的影响最小。

## 关键词

城镇扩展空间格局, 驱动力, 楚雄市

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着经济发展, 城镇化进程加快, 城镇土地利用/覆盖的巨大变化, 可以改变一个地区的自然状况, 可以从宏观角度和微观角度两方面对周围环境产生一系列的影响: 从宏观角度上来看, 大量林地、耕地、未利用地转化为城镇用地和建设用地, 导致自然过程中的径流、蒸发过程等发生变化, 对生态环境产生严重影响[1] [2] [3] [4]; 从微观角度上来看, 土地利用/覆盖的变化, 为城镇居民提供更多就业机会的同时, 对环境造成不同程度的污染, 不透水面的增加, 使得城市热岛效应明显增强, 对城市气候也产生一定影响[5] [6] [7]。因此, 城镇土地利用/覆盖变化被认为是影响人类生活环境和生物多样性的主要表现形式[8], 而城镇建设用地的空间扩展则是城镇化过程中最直观的体现。城镇扩展不仅仅是城镇用地面积在空间形态上发生改变, 而且在时间序列上是持续不断的发生变化, 通过对土地面积大小的估算以及在空间上扩展的规律, 可以揭示城市或区域在空间结构上的演变规律, 从而对今后的城市发展起到借鉴和推动作用。目前很多学者开展了城镇化过程的各项研究[9], 如比较不同类型城镇扩展的时空特征[10] [11] [12] [13] [14], 揭示城镇用地扩展与结构演变的驱动机制[15] [16] [17] [18], 研究主要集中在北京[13]、上海[10]、深圳[19]、长江三角洲城市群[18]等经济发展较为快速的区域, 而对于云南省城镇研究较少。

本文选取了1995~2015年5期Landsat遥感影像为数据源, 分析了楚雄市近20年的城镇扩展进程及其空间扩展特征, 并对城镇扩展过程中的驱动力进行分析。

## 2. 研究区域概况

楚雄市为楚雄彝族自治州的地级行政区首府, 也是楚雄彝族自治州的政治、经济、文化、交通中心。楚雄市位于云贵高原中部, 东接昆明、西连大理、南至普洱、北达攀枝花。至2017年末, 楚雄市幅员面积为4433平方公里。2016年被列为第三批国家新型城镇化综合试点地区。2018年入选全国县域经济投资潜力100强。2019年入选中国西部百强县市[20]。其区位如图1所示。

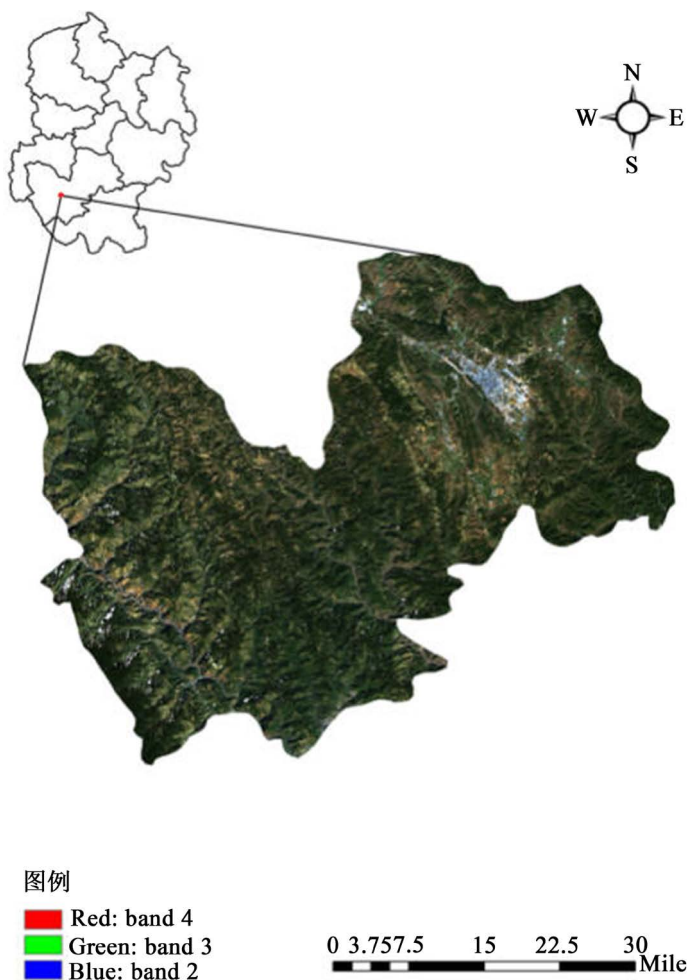


Figure 1. Location map of Chuxiong city  
图 1. 楚雄市区位图

### 3. 数据与研究方法

#### 3.1. 数据来源

包括 1995 年、2000 年、2005 年、2010 年、2015 年共 5 期 13043 Landsat 影像、楚雄市矢量边界数据和 1995 年、2000 年、2005 年、2010 年、2015 年《云南省统计年鉴》。

#### 3.2. 研究方法

##### 3.2.1. 城镇扩展强度指数

采用象限方位分析方法可以研究城镇用地扩展的时空分异特征。以楚雄市重心为原点，东西方向为横轴，南北方向为纵轴，按 4 个象限 8 个方位将研究区划分为 8 个象限，将其与不同年份的城镇范围进行叠加分析，获得不同年份城镇用地在各个象限方位区中的面积，最后分析不同时段各个象限方位内城镇用地面积扩展规模与强度特征，引入城镇扩展强度指数( $M$ )分析城镇扩展的数量、强度以及空间分异特征。公式如下所示：

$$M = \frac{\Delta A}{TLA \times \Delta t} \times 100\% \quad (1)$$

式中,  $M$  为城镇扩展强度指数,  $TIA$  为研究单元区域总面积,  $\Delta A$  为城镇扩展面积,  $\Delta t$  为时间跨度。扩展强度指数实质上是各空间单元的土地面积对其年平均扩展速度进行标准化处理, 所以能够较好地表现出城镇扩展的空间差异。

### 3.2.2. 分形维数和紧凑度指数

城镇扩展过程中表现出来不同的形态特征, 利用分形维数可以定量描述城镇扩展空间形态及其稳定程度。分形维数中的边界分形维数是用来描述城镇扩展用地的空间分布和组织形态[12], 可用于分析楚雄市城镇扩展过程的形态变化, 其公式为:

$$\ln A_t = \frac{2}{D} \ln P_t + c \quad (2)$$

式中,  $A_t$  为  $t$  时期城镇的面积,  $P$  为  $t$  时期城镇的周长,  $D$  为分形维数,  $C$  为截距。城镇处于二维平面空间, 分形维数一般介于 1~2 之间。当  $1 \leq D < 1.5$  时, 城镇用地轮廓趋于简单; 当  $D = 1.5$  时, 城镇用地处于随机分布状态; 当  $1.5 < D \leq 2$  时, 城镇用地轮廓较为复杂。 $D$  还代表城镇扩展变化形式, 当  $D$  越小代表城镇扩展以向内填充为主; 当  $D$  越大代表城镇用地的扩展是以向周围扩展为主; 当  $D$  保持不变时, 说明城镇扩展中存在两种扩展形式并且城镇扩展保持平衡。

利用紧凑度指数可以描述城镇扩展过程中城镇发展布局的紧凑程度[12], 其中空间形态紧凑度公式为:

$$K_t = 2\sqrt{\pi A_t} / P_t \quad (3)$$

式中,  $A_t$  为  $t$  时期城镇的面积,  $P$  为  $t$  时期城镇的周长,  $K_t$  为  $t$  时期城镇的紧凑度。 $K_t$  一般介于 0~1 之间。 $K_t$  越大, 表示城镇结构紧凑, 当  $K_t$  接近于 1 时, 表示城镇内部土地利用度高, 城镇空间紧凑, 城镇形态接近于圆形;  $K_t$  越小, 表示城镇结构分散, 当  $K_t$  接近于 0 时, 表示城镇形态分散, 城镇内部土地利用度较低, 城镇形态狭长。

### 3.2.3. 熵值法

熵值法能够深刻地反映出指标信息熵值的效用价值, 熵越小, 该指标提供的信息量越大, 其权重也越大; 反之, 熵越大, 该指标提供的信息量越小, 其权重也越小[21] [22]。

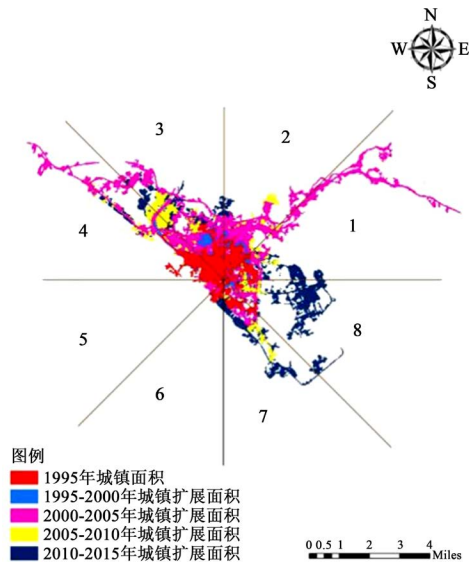
## 4. 结果与分析

### 4.1. 楚雄市城镇扩展的时空分异性

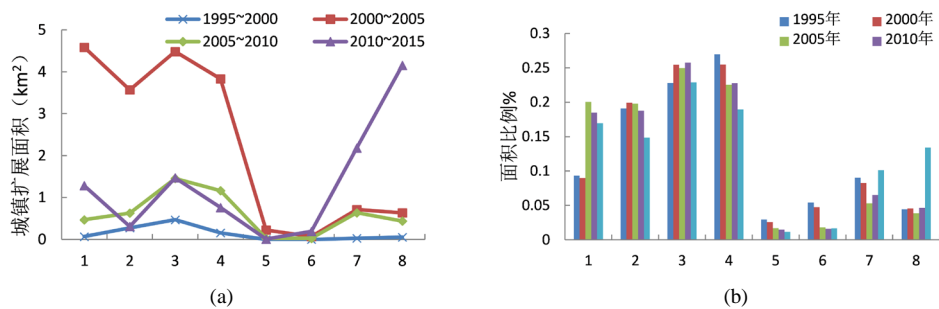
对 1995 年、2000 年、2005 年、2010 年、2015 年共 5 期 13043 Landsat 影像进行土地利用监督分类, 并划分象限后得到 1995~2015 年楚雄市城镇用地扩展面积 8 个象限分区图(如图 2 所示)、城镇扩展面积及扩展面积比例图(如图 3 所示)。

从图 3(a)中可以看出, 1995~2015 年期间, 城镇面积扩展峰值出现在 3 象限中, 2000~2005 年这段时期城镇扩展面积的峰值出现在 1 和 3 象限中, 2010~2015 年间 8 象限城镇扩展面积也很大。

由图 3(b)可以看出, 1、2、3、4 象限的城镇扩展主要发生在 1995~2015 年这个时间段, 这段时间合并占到 8 个象限的 85% 以上, 其中 3、4 象限城镇面积扩展比例最大, 这是由于这段时间楚雄市西北地区经济发展较为迅速, 中心城市带动周围城镇, 城镇面积扩展明显。第 5、6、7、8 象限各个时段城镇都有扩展, 面积百分比在 10%~15% 之间, 而第 5 象限城镇扩展面积比例在 5% 以下, 这是由于第五象限中城镇本身较少, 所以导致城镇扩展过程中城镇扩展面积比例较小。



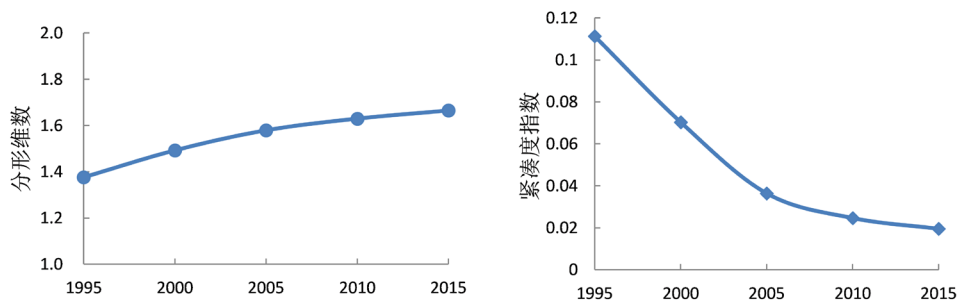
**Figure 2.** Eight quadrant zoning map of urban land expansion area of Chuxiong city from 1995 to 2015  
**图 2.** 1995~2015 年楚雄市城镇用地扩展面积 8 个象限分区图



**Figure 3.** Eight quadrant zoning map of urban land expansion area (a) and Proportion (b) of Chuxiong city from 1995 to 2015  
**图 3.** 1995~2015 年楚雄市 8 个象限城镇扩展面积(a)及扩展面积比例(b)

#### 4.2. 楚雄市城镇扩展形态特征变化

根据公式(2)和(3)计算得到楚雄市 1995~2015 年城镇扩展分形维数和紧凑度指数(如图 4 所示)。从图 4 中可以看出, 楚雄市城镇扩展分形维数逐渐增大, 城镇扩展紧凑度指数呈现减小趋势。在过去的 20 年间, 楚雄市城镇扩展空间形态由简单趋于复杂, 城镇扩展模式由向内填充转化为向外扩展。城镇紧凑度减少, 说明城镇向外扩展为主, 城镇内部土地利用率较低, 城镇结构较为分散。



**Figure 4.** Fractal dimension and compactness index of Chuxiong city from 1995 to 2015  
**图 4.** 1995~2015 年楚雄市城镇分形维数及紧凑度指数

### 4.3. 楚雄市城镇扩展驱动力分析

为了更好地认识楚雄市城镇扩展原因, 本文依据熵值法原理, 从经济指标、人口指标、生活指标、地域景观四个方面全面评价楚雄市城镇扩展内在因素, 选择了城镇人口占区域总人口比重、二三产业就业人口比重、建成区人口、城镇人口总数、人均 GDP、人均工业总产值、GDP 密度、二三产业占 GDP 比重、人均用电量、每万人拥有医生、每万人拥有卫生床位数、每万人中在校大学生、建成区绿化覆盖率、人均公共绿地面积、建成区面积占区域面积比重、人均道路铺设面积共 16 项指标。

对 1995~2015 年楚雄市 16 项 80 个原数据进行处理, 计算出相应的数值, 得到楚雄市城镇化综合测度指标体系(如表 1 所示)。从表 1 中可以看出, 经济指标所占权重为 0.35578, 是四个系统中权重最大的一个系统层, 说明经济指标对于楚雄市城镇化进程推动作用最大, 其次是地域景观指标, 所占的权重为 0.28434。生活方式和人口指标权重分别为 0.25383 和 0.10605, 人口指标对于城镇化进程的影响最小。指标层中 GDP 密度所占权重最大为 0.13328, 二三产业就业人口比重所占比率最小, 为 0.00004。

**Table 1.** Comprehensive Evaluation and measurement system of urbanization in Chuxiong city

**表 1.** 楚雄市城镇化综合评价测度体系

系统层	指标层	权重	系统层	指标层	权重
人口指标(0.10605)	城镇人口占区域总人口比重	0.01739	生活方式 (0.25383)	人均用电量	0.05553
	二三产业就业人口比重	0.00004		每万人拥有医生	0.05821
	建成区人口	0.03274		每万人拥有卫生床位数	0.05467
	城镇人口总数	0.05588		每万人中在校大学生	0.08543
经济指标(0.35578)	人均 GDP	0.12754	地域景观指标 (0.28434)	建成区绿化覆盖率	0.09726
	人均工业总产值	0.09438		人均公共绿地面积	0.06545
	GDP 密度	0.13328		建成区面积占区域面积比重	0.08029
	二三产业占 GDP 比重	0.00058		人均道路铺设面积	0.04134

## 5. 结论

本文基于 Landsat 遥感影像, 采用监督分类法对楚雄市 1995~2015 年土地利用/覆盖类型进行分类, 并对楚雄市 20 年城镇空间分异特征和空间扩展形态特征进行分析, 最后利用熵值法对楚雄市城镇扩展驱动力进行分析。研究得到以下结论:

- 1) 楚雄市在过去 20 年间, 北部地区城镇扩展显著, 南部地区城镇扩展较弱。
- 2) 随着城镇面积的不断扩展, 楚雄市城镇内部土地利用效率较低, 城镇轮廓复杂, 由以前向内填充扩展转化为向外扩张为主的模式。
- 3) 经济指标是推动楚雄市城镇化进程的主要因素, 其次是地域景观指标, 生活方式和人口指标权重分别为 0.25383 和 0.10605, 人口指标对于城镇化进程的影响最小。城镇扩展是多方面作用下的结果, 应该加强多方面建设, 使得城镇能更好更均衡的发展。

由于 Landsat 卫星影像空间分辨率及能获得的影像质量的影响, 分析结果存在一定误差, 有待之后采用更高空间分辨率影像来进一步提高分析精度。

## 基金项目

本研究得到楚雄师范学院应用研究项目(XJYB1701)资助。

## 参考文献

- [1] 赵振家, 杨晓梅. 土地利用/土地覆盖变化与全球环境变化[J]. 地理科学进展, 1996, 15(3): 1.
- [2] 史培军, 潘耀忠, 陈晋. 深圳市土地利用/覆盖变化与生态环境安全分析[J]. 自然资源学报, 1999, 14(4): 293-299.
- [3] 郭旭东, 陈利顶. 土地利用/土地覆被变化对区域生态环境的影响[J]. 环境工程学报, 1999(6): 66-75.
- [4] 史培军, 袁艺, 陈晋. 深圳市土地利用变化对流域径流的影响[J]. 生态学报, 2001, 21(7): 1041-1049.
- [5] 屈瑞洁. 黄淮海平原土地利用/覆盖变化对地表气温的影响[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安科技大学, 2013.
- [6] 张小松, 胡志晖, 郑荣洲. 城市轨道交通对土地利用的影响分析[J]. 城市轨道交通研究, 2003, 6(6): 24-26.
- [7] 李昌峰, 曹慧. 土地利用变化对水资源影响研究的现状和趋势[J]. 土壤, 2002, 34(4): 191-196.
- [8] 张新长. 基于 GIS 技术的城市土地利用时空结构演变分析模型研究[D]: [博士学位论文]. 武汉: 武汉大学, 2003.
- [9] 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[J]. 遥感学报, 2003, 7(3): 168-175.
- [10] 李晓文, 方精云, 朴世龙. 上海城市用地扩展强度、模式及其空间分异特征[J]. 自然资源学报, 2003, 18(4): 412-422.
- [11] 马荣华, 陈雯, 陈小卉, 等. 常熟市城镇用地扩展分析[J]. 地理学报, 2004, 59(3): 418-426.
- [12] 马荣华, 顾朝林, 蒲英霞, 等. 苏南沿江城镇扩展的空间模式及其测度[J]. 地理学报, 2007, 62(10): 1011-1022.
- [13] 何春阳, 陈晋, 史培军, 等. 大都市区城市扩展模型——以北京城市扩展模拟为例[J]. 地理学报, 2003, 58(2): 294-304.
- [14] 汤君友, 杨桂山. 基于 RS 与 GIS 的无锡市城镇建设用地扩展时空特征分析[J]. 长江流域资源与环境, 2004, 13(5): 423-428.
- [15] 徐涵秋. 福清市城镇空间扩展规律及其驱动机制分析[J]. 遥感技术与应用, 2002, 17(2): 86-92.
- [16] 王伟武, 金建伟, 肖作鹏, 等. 近 18 年来杭州城市用地扩展特征及其驱动机制[J]. 地理研究, 2009, 28(3): 685-695.
- [17] 陈凤. 重庆市主城区城市用地扩展特征及驱动机制研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2011.
- [18] 车前进, 段学军, 郭垚, 等. 长江三角洲地区城镇空间扩展特征及机制[J]. 地理学报, 2011, 66(4): 446-456.
- [19] 王琳. 深圳市城市扩展时空格局变化研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国地质大学, 2017.
- [20] 楚雄[EB/OL].  
<https://baike.baidu.com/item/%E6%A5%9A%E9%9B%84/398873?fromtitle=%E6%A5%9A%E9%9B%84%E5%B%82&fromid=2376695&fr=aladdin>, 2020-01-05.
- [21] 郭显光. 改进的熵值法及其在经济效益评价中的应用[J]. 系统工程理论与实践, 1998(12): 98-102.
- [22] 乔家君. 改进的熵值法在河南省可持续发展能力评估中的应用[J]. 资源科学, 2004, 26(1): 113-119.