

# 基于夜间灯光数据的云南省建成区提取

张芝艳, 席武俊\*

楚雄师范学院资源环境与化学学院, 云南 楚雄

收稿日期: 2021年11月18日; 录用日期: 2021年12月3日; 发布日期: 2021年12月10日

## 摘要

建成区是城市现代化发展的产物, 夜间灯光影像用单位网格记录区域建成区的灯光亮度差异, 可以客观反映不同地区的建成区变化。以云南省作为研究区, 基于夜间灯光最佳阈值对1995~2018年的建成区进行提取, 对建成区的空间分布特征进行分析, 并对建成区发展影响因素进行分析。研究得出: 1) 基于夜间灯光影像, 用阈值法对建成区进行提取效果较好; 2) 滇中地区的建成区扩展速度最快, 面积最大, 滇东北与滇西北地区的建成区扩展速度最小, 面积最小; 3) GDP、公共预算收入、粮食产量、农村常住居民人均可支配收入、公共预算收入、粮食产量具有较大的影响。

## 关键词

夜间灯光影像, 阈值法, 建成区

# Extraction of Built-Up Areas in Yunnan Province Based on Nighttime Light Data

Zhiyan Zhang, Wujun Xi\*

School of Resources, Environment and Chemistry, Chuxiong Normal University, Chuxiong Yunnan

Received: Nov. 18<sup>th</sup>, 2021; accepted: Dec. 3<sup>rd</sup>, 2021; published: Dec. 10<sup>th</sup>, 2021

## Abstract

Built-up areas are the product of urban modernization. The night light image uses unit grids to record the difference in brightness of the built-up areas in the area, which can objectively reflect the changes in built-up areas in different areas. Taking Yunnan Province as the research area, the built-up areas from 1995 to 2018 were extracted based on the best threshold of night light, the spatial distribution characteristics of the built-up areas were analyzed, and the factors affecting

\*通讯作者。

the development of the built-up areas were analyzed. The research concluded: 1) Based on night light images, the threshold method is better for extracting built-up areas; 2) The built-up areas in central Yunnan have the fastest expansion speed and the largest area, and the built-up areas in northeastern and northwestern Yunnan have the smallest expansion speed and smallest area; 3) GDP, public budget income, grain output, per capita disposable income of rural residents, public budget income, and grain output have a greater impact.

## Keywords

Night Light Image, Threshold Method, Built-Up Area

Copyright © 2021 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

建成区是城市现代化发展的产物, 反映了一个地区的经济、政治、文化的状态, 但是建成区的发展带来了生态[1]、气候等产生影响, 对建成区的研究对于城市的可持续发展起着重要的作用。传统的基于统计数据对建成区进行提取, 一方面质量和统计口径存在差异, 对区域社会和经济进行参数计算的客观因素较多; 另一方面耗时长、可获取性低, 数据的获取具有滞后性。引入夜间灯光数据可以弥补这些缺点, 夜间灯光数据(Nighttime Light Data, NTL)能反映一个城市建成区的发展, 发展快的地区夜间灯光较亮, 发展慢的地区夜间灯光较暗, 于是越来越多的研究者用夜间灯光来对建成区进行提取[2]-[7]。基于夜间灯光进行建成区提取的方法可以分为一类: 一类是目视解译, 这一类是直接通过研究者的经验进行提取; 一类是基于阈值进行提取, 这一类是基于夜间灯光影像的阈值进行提取。阈值法弥补了目视解译主观因素影响较大的缺点, 并且提取速度快。

研究以云南省为研究区, 基于统计年鉴用, 用阈值法夜间灯光数据对建成区进行提取。对 1995~2018 年的建成区进行提取, 并对建成区的空间变化进行研究。

## 2. 研究区概况与数据预处理

### 2.1. 研究区概况

选择云南省 129 个县作为研究区, 按照所处方位不同, 可以把云南省分为滇中、滇东北、滇东南、滇西南、滇西、滇西北地区, 各个地区间的发展不平衡, 其中滇中地区发展较快, 建成区面积最大, 但是滇东北及滇西北地区发展较慢, 所以对云南省建成区进行提取并对建成区的空间分布特征进行探究对保证各地区合理分配资源、平衡发展具有重要意义。

### 2.2. 数据预处理

不同的传感器得到 DMSP/OLS 和 NPP/VIIRS 两种夜间灯光影像, 其中 DMSP/OLS 影像从 1992~2013 年, NPP/VIIRS 影像从 2012~2018 年, 两种数据的空间分辨率、时间分辨率、辐射分辨率都不相同, 需对两种夜间灯光影像进行预处理才能使数据间具有可比性和连续性。步骤包括: 1) 对两种数据进行重采样重投影等预处理[8]; 2) 两种影像内部的校正和异常值处理[9]; 3) 用 DMSP-OLS 影像去拟合 NPP-VIIRS 影像, 年内融合、相互校正[10]。形成 1995~2018 年影像数据集预处理的结果如图 1 所示。



**Figure 1.** Night light processing result graph  
**图 1.** 夜间灯光处理结果图

### 3. 建成区提取

#### 3.1. 确定最佳阈值

阈值法是基于夜间灯光影像的像元值, 通过调整像元阈值提取建成区[11], 直到提取的建成区面积和 MODIS 产品数据的建成区面积差距极小。研究基于 2010 年的夜间灯光影像寻找最佳阈值, 最后确定的最佳阈值为 19, 用阈值 19 提取出的云南省建成区面积为  $651 \times 10^6 \text{ m}^2$ , 与产品数据相差 2.3%。

#### 3.2. 精度验证

基于 2015 年的云南省夜间灯光影像用阈值进行建成区提取, 提取的建成区面积为  $697 \times 10^6 \text{ m}^2$  与产品数据的建成区面积相差 2.5%, 说明基于夜间灯光数据的阈值法对建成区进行提取精度较高, 可以适用于云南省建成区的提取。精度验证的公式如式 1:

$$C = \frac{S_2 - S_1}{S_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中  $C$  为面积相差百分比,  $S_1$  是产品数据面积,  $S_2$  是提取建成区面积。

#### 3.3. 建成区扩展速度

建成区扩展速度是衡量建成区扩展快慢的指标, 是建成区扩展的面积与扩展的时间比值[11] [12] [13] [14] [15], 如公式 1 所示:

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta T} \quad (2)$$

式中  $V$  是建成区扩展速度,  $\Delta S$  是建成区变化面积,  $\Delta T$  是时间差。  $V$  越大表示建成区的扩展速度越快,  $\Delta S$  越大  $\Delta T$  越小, 说明建成区的扩展速度快。

## 4. 云南省建成区空间变化特征

### 4.1. 云南省建成区空间分布变化特征

用选取的最佳阈值对 1995、2000、2005、2010、2015、2018 年的建成区进行提取, 提取出来的结果如图 2 所示。由图中可得 1995~2018 年建成区是呈现不断的增加的趋势, 在 2015~2018 年间增加速度最快, 滇中区域的建成区面积最大, 滇西北、滇东北建成区最小, 说明滇中地区一直处于发展最快的区域, 滇西北、滇东北处于发展最慢的区域。滇中以昆明为中心的外围区域在昆明的带动下发展很快, 建成区也在不断的发展。随着云南省旅游业的不断发展, 云南滇西地区的建成区面积增速很快。

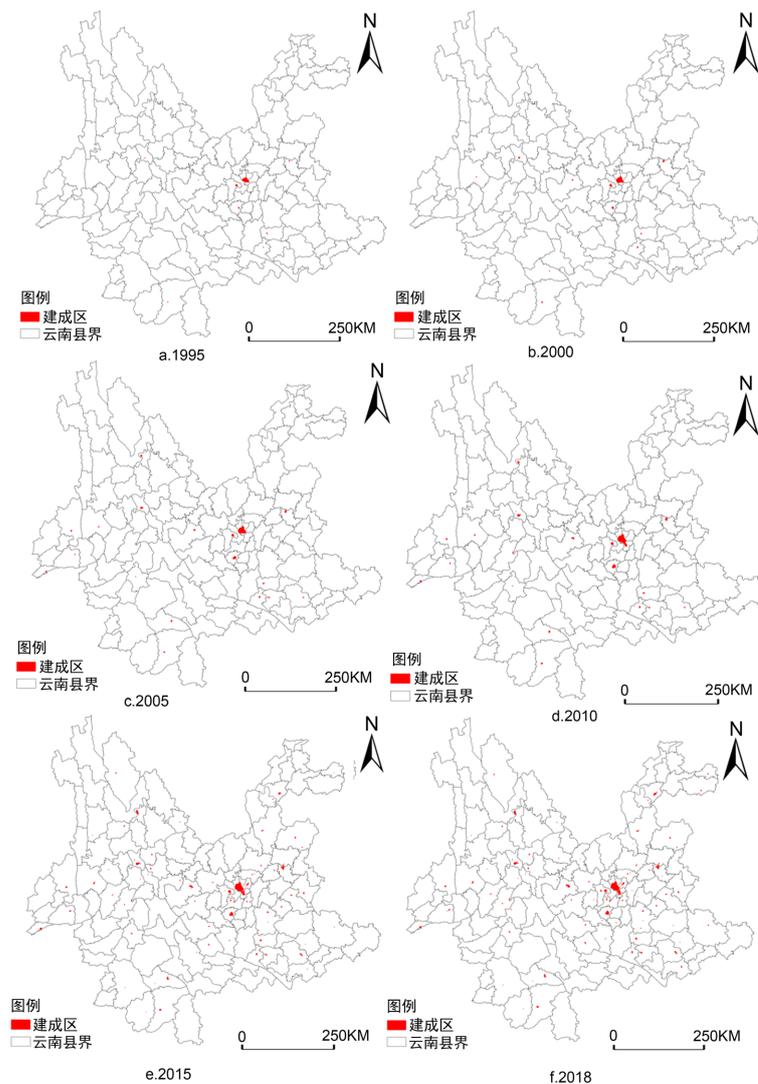


Figure 2. 1995 to 2018 built-up area  
图 2. 1995~2018 年建成区

由 1995~2018 年建成区变化折线图(图 3)可知, 1995~2018 年的建成区面积都呈直线上升, 表明云南省经济发展速度虽然不快, 但是一直持续的增长。2010~2015 年间建成区面积增长相对其他阶段比较少, 速度相比其他阶段比较慢。

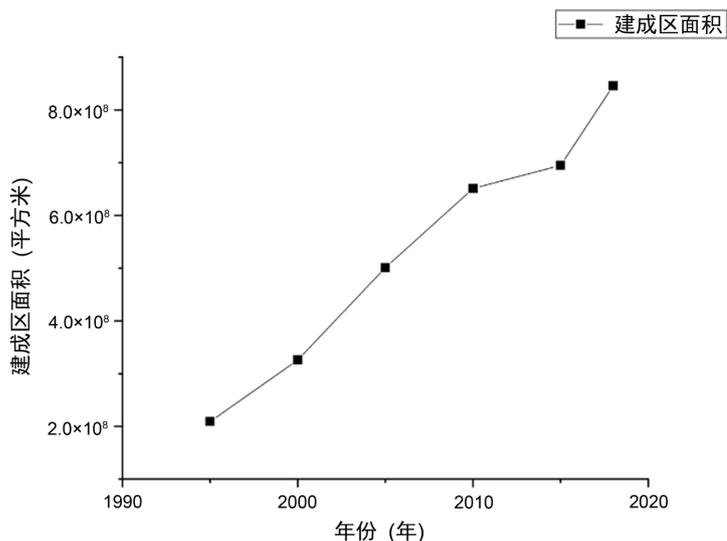


Figure 3. Line chart of changes in built-up areas from 1995 to 2018  
图 3. 1995~2018 年建成区变化折线图

#### 4.2. 云南省建成区扩展速度

根据云南省建成区扩展速度(图 4)可知, 1995~2000、2000~2005、2015~2018 时间段, 建成区都处于上升的状态, 2005~2010、2010~2015 建成区扩展速度都处于下降的状态。2015~2018 年间的建成区扩展速度最快, 接着是 2000~2005、2005~2010、1995~2000。2010~2015 年间云南受到难得一遇的旱灾, 地震活动频繁, 滑坡泥石流多发并且灾情严重, 可能一定程度制约着经济的发展, 影响建成区的扩展。

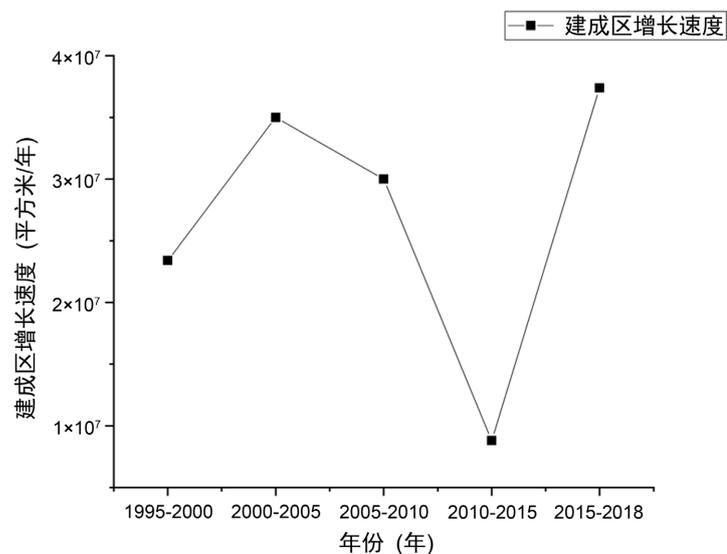


Figure 4. Expansion speed of built-up areas from 1995 to 2018  
图 4. 1995~2018 年建成区扩展速度

### 4.3. 云南省建成区扩展影响因素分析

提取出的 2018 年建成区的面积后, 129 个县分县域进行统计。用县域的建成区与县域的 GDP、公共预算收入、粮食产量、农村常住居民人均可支配收入进行相关性分析, 如表 1 所示, 研究发现建成区的面积与 GDP、农村常住居民人均可支配收入相关性较高, 接着是公共预算收入、粮食产量。可以通过改善民生, 提高城市和农村居民收入, 加大对农村的投入, 提高农民的可支配收入也会对建成区的扩展产生积极的影响。

**Table 1.** Analysis table of influencing factors of built-up area expansion

**表 1.** 建成区扩展影响因素分析表

指标	GDP	公共预算收入	粮食产量	农村常住居民人均可支配收入
R <sup>2</sup>	0.72	0.55	0.53	0.60

## 5. 研究结果

研究以“建成区提取 - 建成区空间分布 - 建成区影响因素”为主线进行研究, 可以得出以下结论:

- 1) 基于校正过的夜间灯光数据, 通过阈值法对建成区进行提取的精度较高, 误差较小。
- 2) 滇中地区发展较快, 建成区面积较大, 发展最慢的区域是滇西北地区和滇东北区域。
- 3) GDP、公共预算收入、粮食产量、农村常住居民人均可支配收入对建成区面积的扩展影响较大。

## 基金项目

本研究得到云南省高等学校卓越青年教师特殊培养项目(自然地理学)资助。

## 参考文献

- [1] 胡凯群, 林美霞, 吝涛, 叶红, 张国钦, 睢晋玲, 陈天翼, 姚霞, 卢新. 快速城镇化过程中的城市蔓延与生态保护冲突空间识别与量化评估——以长三角生态绿色一体化发展示范区为例[J/OL]. 生态学报, 2022(2): 1-12. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2031.q.20210909.1632.062.html>, 2021-10-19.
- [2] 郑伯红, 王志远, 汪华. 基于 DMSP/OLS 数据的长株潭城市群建成区演变特征研究[J]. 国土资源遥感, 2020, 32(4): 172-181.
- [3] 闫庆武, 厉飞, 李玲. 基于 2 种夜间灯光影像亮度修正指数的城市建成区提取研究[J]. 地球信息科学学报, 2020, 22(8): 1714-1724.
- [4] 吴凤敏, 郑稚棚, 梁均军, 陈晓龙, 程宇翔, 李卓轶. 基于 NPP/VIIRS 数据的重庆市城市空间发展变化分析[J]. 地理空间信息, 2021, 19(5): 45-50.
- [5] 万继康. 基于 NPP/VIIRS 与 Landsat-8 数据对城市建成区提取方法研究[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 2021, 37(4): 14-21.
- [6] 刘智丽, 张启斌, 岳德鹏, 郝玉光, 苏凯. 基于 Sentinel-2A 与 NPP-VIIRS 夜间灯光数据的城市建成区提取[J]. 国土资源遥感, 2019, 31(4): 227-234.
- [7] 石铁矛, 陈润卿, 石羽. 基于夜间灯光数据的沈阳市建成区空间扩展分析[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版), 2020, 22(2): 115-122.
- [8] 曹子阳, 吴志峰, 匡耀求, 等. DMSP/OLS 夜间灯光影像中国区域的校正及应用[J]. 地球信息科学学报, 2015, 17(9): 1092-1102.
- [9] Elvidge, C.D., Ziskin, D., Baugh, K.E., Tuttle, B.T., Ghosh, T., Pack, D.W., et al. (2009) A Fifteen Year Record of Global Nature Gas Flaring Derived from Satellite Data. *Energies*, 2, 595-622. <https://doi.org/10.3390/en20300595>
- [10] Li, X., Xu, H., Chen, Y. and Li, C. (2013) Potential of NPP-VIIRS Nighttime Light Imagery for Modeling Regional Economy of China. *Remote Sensing*, 5, 3057-3081. <https://doi.org/10.3390/rs5063057>
- [11] 李桂华, 范俊甫, 周玉科, 张悦. 基于 VIIRS 夜间灯光数据的山东半岛城市群发展特征研究[J]. 遥感技术与应

- 用, 2020, 35(6): 1348-1359.
- [12] 邢增招, 温伟, 包振虎, 陈晓芬. 基于夜光遥感的城市空间发展格局研究——以海口市为例[J]. 测绘与空间地理信息, 2021, 44(10): 46-49+54.
- [13] 李茜铭, 郑伯红, 熊羽军. 基于夜间灯光遥感数据的环洞庭湖生态经济区城市群时空扩展[J]. 经济地理, 2021, 41(2): 92-102.
- [14] 郑雅昕, 李苗, 刘玉琴, 满浩然. 基于夜间灯光数据的中国城市扩展研究[J]. 科技创新与应用, 2020(31): 66-67+70.
- [15] 张瑜, 韩玲, 谢露蓉. 基于移动窗口分析法的西安市热岛效应研究[J]. 测绘科学, 2012, 37(5): 148-150.