

Analysis of Light Intensity and NDVI Changes in Guizhou Province

Wen Hu^{1,2}

¹School of Geography and Environmental Science, Guizhou Normal University, Guiyang Guizhou

²Guizhou Mountain Resources and Environmental Remote Sensing Application Laboratory, Guiyang Guizhou
Email: 352910961@qq.com

Received: Mar. 31st, 2018; accepted: Apr. 17th, 2018; published: Apr. 24th, 2018

Abstract

This research is aimed at reflecting the lights and NDVI dynamic changes in the inter annual and spatial night of Guizhou during the 2000-2009, by using the MODIS vegetation index and the remote sensing images from DMSP/OLS, through some methods, like reprojection, image clipping, grid computing and some other methods. The results show that during 2000 to 2009—the ten years, the NDVI of Guizhou Province and show an upward trend, high vegetation coverage area increased significantly; the light intensity continued to improve, with the trend of expanding from the city which as a center to the surrounding suburban; and the NDVI and nighttime light intensity is an inverse correlation relationship.

Keywords

MODIS, DMSP/OLS, Light Intensity, NDVI

贵州省灯光强度与NDVI变化分析

胡 稳^{1,2}

¹贵州师范大学地理与环境科学学院, 贵州 贵阳

²贵州省山地资源与环境遥感应用重点实验室, 贵州 贵阳
Email: 352910961@qq.com

收稿日期: 2018年3月31日; 录用日期: 2018年4月17日; 发布日期: 2018年4月24日

摘 要

本次研究利用MODIS植被指数产品以及DMSP/OLS遥感影像数据, 通过重新投影、影像裁剪、栅格计算

等方法, 反映出贵州省2000~2009十年间年际和空间的夜间灯光和NDVI动态变化。结果表明: 2000~2009十年里, 贵州省的NDVI呈现出升高趋势, 高植被覆盖度区域面积明显增加; 灯光强度持续增强, 且有从以城市为中心向周边城郊扩张的趋势; 而且NDVI与夜间灯光强度呈反相对关系。

关键词

MODIS, DMSP/OLS, 灯光强度, NDVI

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

DMSP/OLS 传感器的应用开始于上个世纪的 70 年代[1], 而 1976 年, 开始有卫星搭载 OLS 传感器并开始应用。目前, 使用中的 DMSP 卫星系统均搭载了 OLS 传感器[2]。与一般获取地表反射的太阳辐射信号的传感器相比, DMSP/OLS 传感器获取灯光, 火光等光源直接发射出来的辐射, 具有可在夜间工作, 能探测到城市灯光甚至小规模居民地和车流、船只等发出的低强度灯光, 并且不受阴影的影响等优点[3]。DMSP/OLS 传感器还拥有独特的电光放大特性, 在对于人类活动的监测上有着十分大的优势, 可综合表征人类活动的广度与强度, 已经有许多学者将这一数据应用到城市化过程以及城市系统与环境之间关系的研究中, 如 GDP 总值的估算[4]、城市规模的扩大对生态环境的影响[5]、人口数量的估算[6]、植被覆盖度估算[7]、资源与能源消费估算[8]、城市化估算[9]等。Croft [10]最早将该数据用于城市研究, 他指出, DMSP、OLS 夜间灯光数据有助于确定人类活动强度的高低。

植被指覆盖在地球陆地表面的植物总称, 是陆地生态环境最为基础的部分, 在生态环境与无机环境之间的进行物质循环和能量转换的界面, 为陆地生态系统中其他的生物提供物质和能量, 成为他们生存的基础。同时, 因为植物广泛地分布在地球表面, 改变丢的下垫面, 使得太阳辐射的反射率减小, 从而改变气候条件。植被覆盖度刻画地表植被的覆盖程度, 指所有植物的冠层在生长区域地面的垂直投影面积占该区域面积的百分比[11]。如今, 对于植被与植被覆盖度的动态变化的研究已经成为生态环境监测的热点之一[12]。同时, 随着遥感技术, 这种拥有大范围、低成本且高频率的监测手段的出现, 其应用范围也越来越广, 遥感数据的空间分辨率、光谱分辨率和时相特征的多样性, 能够获取不同尺度上的植被覆盖及其变化信息, 已经成为估算植被覆盖度的主要技术手段[13]。因为部分遥感卫星提供的植被覆盖度产品的不确定性较大, 在不同区域表现出不同的精度, 因此还有很大的发展空间[14]。NDVI 这种应用最为广泛的植被指数, 是近红外光与可见光反射率之差与之和的比值, 对于绿色植物的敏感度极其高, 同时, 可以消除许多外在因素(如仪器定标、太阳光角度、地形、云阴影和大气条件等)等因素引起的辐照度变化, 有效地反映出植被覆盖的情况, 成为最佳的指示因子[15]。

本次研究则选取植被指数与 DMSP/OLS 数据进行对比研究分析, 利用 ArcGIS 软件, 对数据进行处理。得出十年来贵州省夜间灯光和 NDVI 的变化趋势, 及影响因素的分析。

2. 数据及预处理

2.1. 研究区概况

贵州省位于中国的西南地区, 与湖南、广西、云南、四川和重庆五省区相接, 介于东经 103°36'~109°35'、

北纬 24°37'~29°13'之间, 包括贵阳市、遵义市、安顺市、六盘水市、铜仁地区、毕节地区、黔南布依族苗族自治州、黔东南苗族侗族自治州及黔西南布依族苗族自治州九个区级行政单位。全省总面积为 17 万多平方公里。贵州省处于云贵高原的东部, 地势自西向东降低, 分别向东、北、南倾斜, 纵向切割十分明显, 因此, 山地多是贵州省最为显著的特点, 其中山地和丘陵面积占全省总面积的 92.5%, 被称为全国唯一没有平原支撑的省份[16]; 同时, 喀斯特发育典型、在省内广泛地分布, 其分布面积占全省总面积的 61.9%, 是世界上岩溶地貌发育最典型的地区之一。由于, 地形复杂, 贵州省内分布着各种类型的森林植被群落, 包括绿落叶阔叶林、山地季雨林、常绿阔叶林中的湿润性的常绿林和半湿润的常绿林, 以及大面积的暖性山地针叶林等。贵州省内林地面积 87,715 平方公里, 约占全省面积的 50%, 森林面积为 70,339 平方公里, 覆盖率在 40%左右。

2.2. DMSP/OLS 年度数据产品

最初的 DMSP/OLS 数据产品主要是照片, 1992 年以后, 数字产品出现, 并且美国国家地理数据中心(NGDC, The National Geophysical Data Center)开始提供全球年度夜间灯光数据产品, 该数据为 30 秒经纬格网, 数据所涵盖的范围从北纬 75°至南纬 65°, 精度从 0°到 180°。NGDC 提供的全球年度数据主要是四种形式: 观测频次数据产品、平均灯光强度数据产品、稳定灯光数据产品、平均灯光 X Pct 数据产品, 虽然这四种产品是用相同的影像数据合成, 但处理的方式不一样, 因此不同类型的数据之间还是有着不同的, 除观测频次数据以外, 其他 3 种数据都可以用于夜间灯光强度的相关研究。而平均灯光数据产品由于没有进行过多的过滤处理, 其中包含背景噪音以及短时间的亮光如火光等, 因此其应用受到限制。平均灯光 X Pct 数据产品不能较好得保留分散居民点, 且经济水平属于中等, 其发光不够稳定地区的灯光信息。因此, 本文选择稳定灯光产品用于灯光强度的研究。

2.3. MODIS NDVI 数据产品

MODIS 数据的植被指数产品主要包括归一化植被指数 NDVI 和增强型植被指数 EVI, 均为陆地产品。比之前的 NOAA-AVHRR 中的植被指数数据提高了对叶绿素的吸收敏感度, 对稀疏植被的探测能力也有所提高, 其次 MODIS 数据涉及波段范围广(36 个波段), 光谱分辨率高, 数据分辨率比 NOAA-AVHRR 有较大的进展。应为该数据是公开的, 所以世界各地的人都可以免费下载 MODIS 数据, 而其在遥感监测中强大的优势也从投入使用开始得到突显, 尤其是基本取代 AVHRR 数据, 成为在作物监测方面应用的主要数据。因此从当前来看, MODIS 数据在研究大、中尺度范围内的研究是较为理想的数据源。综合来说, MODIS 数据拥有更新频率高、数据接收方式简单、全球范围内免费和光谱波段范围广, 这四个特点。因此, 本文在植被变化分析中就选用 MODIS NDVI 数据产品作为植被指数。

2.4. 数据预处理

- 1) 投影变换: 统一行政边界数据与 DMSP/OLS 夜间灯光影像、MODIS NDVI 影像的投影方式。
- 2) NDVI 数据的合成: 由于下载的 NDVI 是月合成的产品, 根据需要, 合成年平均的 NDVI 图。
- 3) 数据的切割: 利用行政边界数据对 DMSP/OLS 夜间灯光年平均数据及 MODIS NDVI 数据进行裁剪, 得到研究区内的全部影像数据。

3. 研究方法

3.1. 植被指数信息提取

本研究选取了 2000 年和 2009 年的年际 NDVI 图, 通过对影像的处理与分析, 获得 NDVI 的变化趋

势。NDVI 的取值范围为 $-1\sim 1$ ，NDVI 值的大小表征植被覆盖度。

3.2. 城市化信息提取

夜间灯光是确定城市发展水平的指标之一[17]，因此本研究选取了 2000 年与 2009 年的 DMSP/OLS 夜间灯光数据来表示城市化信息。试验中对于夜间灯管指数的提取采用的是 ArcGIS 中的空间分析和栅格计算方法，从而可以得到 2000 年 2009 年贵州省夜间灯光指数分布图。

本研究的技术路线图如图 1 所示。

4. 结果分析

4.1. NDVI 时空分布特征分析

4.1.1. NDVI 时间变化趋势

分别对 2000 年与 2009 年的 NDVI 进行统计，其中最小值由 0.097 上升到 0.193，增加了 0.096，最大值由 0.885 上升到 0.916，增加了 0.031，平均值由 0.637 上升到 0.698，增加了 0.061。由表 1 和图 2 可知，贵州省的 NDVI 呈现出升高的趋势。

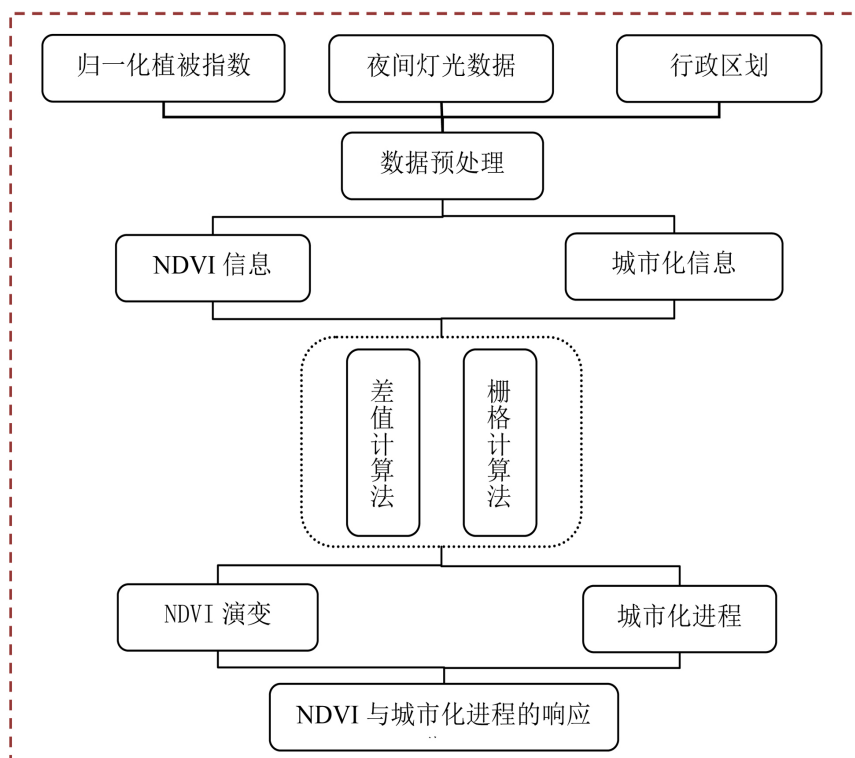


Figure 1. Technical roadmap

图 1. 技术路线图

Table 1. The statistics of NDVI in 2000 and 2009 Guizhou

表 1. 贵州省 2000 年与 2009 年 NDVI 值统计

| 年份 | 最小值 | 最大值 | 平均值 |
|------|-------|-------|-------|
| 2000 | 0.097 | 0.885 | 0.637 |
| 2009 | 0.193 | 0.916 | 0.698 |

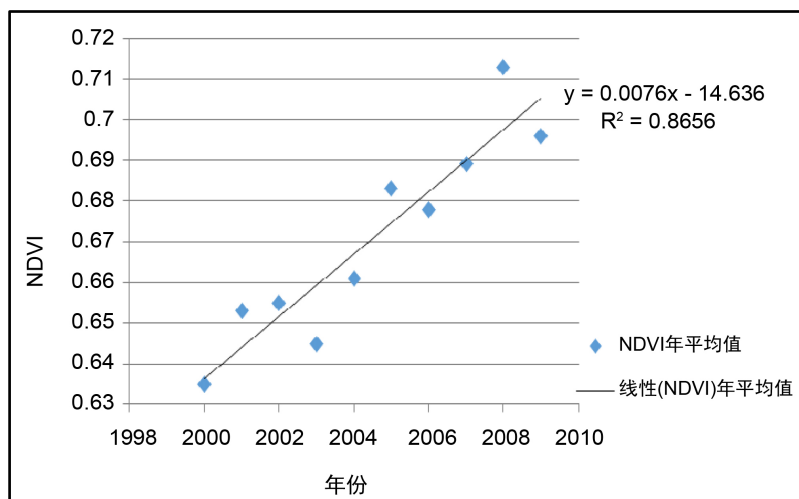


Figure 2. The change of annual average NDVI during 2000 and 2009

图 2. 2000 年至 2009 年年均 NDVI 变化

4.1.2. NDVI 空间分布特征

图 3 和图 4 是 2000 年、2009 年贵州省的年平均 NDVI 分布图，从中可以看出：2009 年与 2000 年，贵州省的 NDVI 的空间分布格局存在一定的相似性，其变化趋势大致为自东向西递减。贵州省东南部的黔东南苗族侗族自治州及铜仁市、遵义市的部分地区的植被覆盖较高，贵州省西部的毕节地区及贵阳市的部分区域植被覆盖较低，同时，从 2000 年到 2009 年植被覆盖度高的区域在扩大，所以贵州省从 2000 年到 2009 年的植被覆盖度从整体上来看是呈上升的趋势。

4.2. NDVI 与城市化进程的响应分析

4.2.1. 夜间灯光数据的变化分析

本研究选取 2000 年与 2009 年 DMSP/OLS 数据中的稳定灯光数据产品来计算灯光指数，从而对其变化趋势分析。由图 5、图 6 和表 2 可以看出十年来贵州省的平均灯光指数呈上升趋势，贵阳市、黔西南以及安顺市灯光指数增强较明显，六盘水则出现了减弱的情况。

4.2.2. NDVI 与夜间灯光指数的关系分析

将 2009 年与 2000 年的 NDVI 进行相减，得到 NDVI 变化图(图 7)，再将两年的夜间灯光指数相减，得到夜间灯光指数变化图(图 8)。再将两图进行叠加分析，统计灯光指数与 NDVI 的变化量(表 3)。

由图 7、图 8 可以看出夜间灯光与 NDVI 的变化区域大致相同，夜间灯光指数增加的区域大致与 NDVI 减小的区域相吻合。由表 3 可以看出，灯光指数减小、NDVI 增大的区域最大，其次，灯光指数与 NDVI 同时增大的单元格数量 16,145，灯光指数减小、NDVI 减小的单元格数量为 14,878，面积最小的为灯光指数增大、NDVI 减小的区域。

5. 结论

贵州省近十年 NDVI 与夜间灯光的研究表明：

1) 近十年，贵州省 NDVI 呈现出升高趋势，高植被覆盖度区域面积明显增加。说明我省近年来实行的环境保护措施效果比较明显。

2) 2000 年至 2009 年贵州省灯光强度变化比较明显。主要由中心贵阳市向周边城市、地区逐渐扩展，由城市中心向四周郊区扩展。

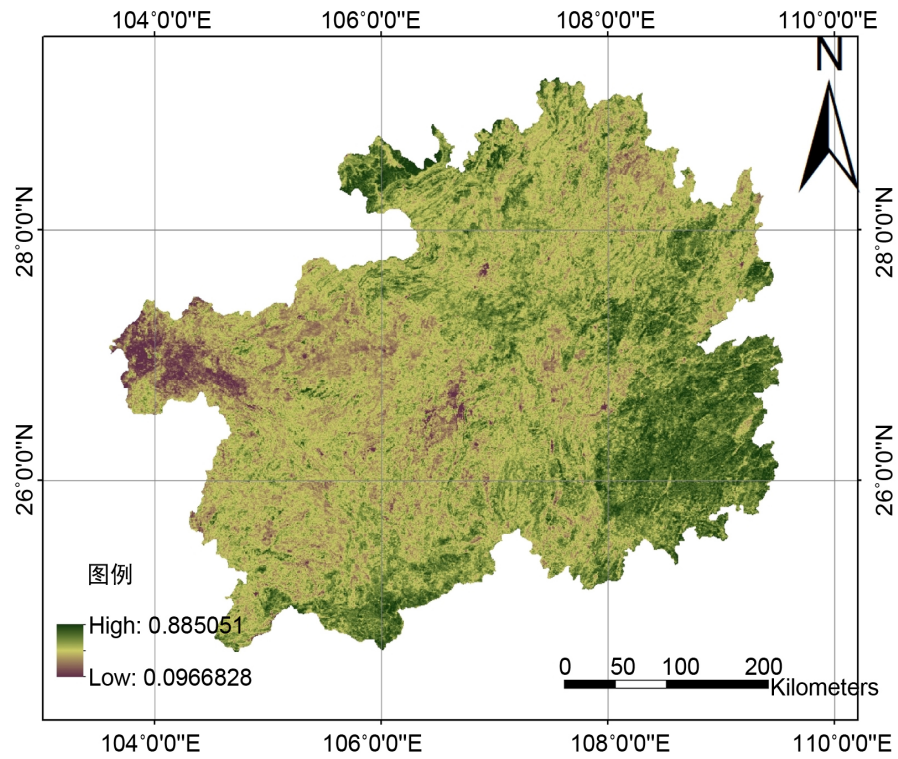


Figure 3. The Distribution map annual average NDVI in 2000 Guizhou
图 3. 贵州省 2000 年年平均 NDVI 分布图

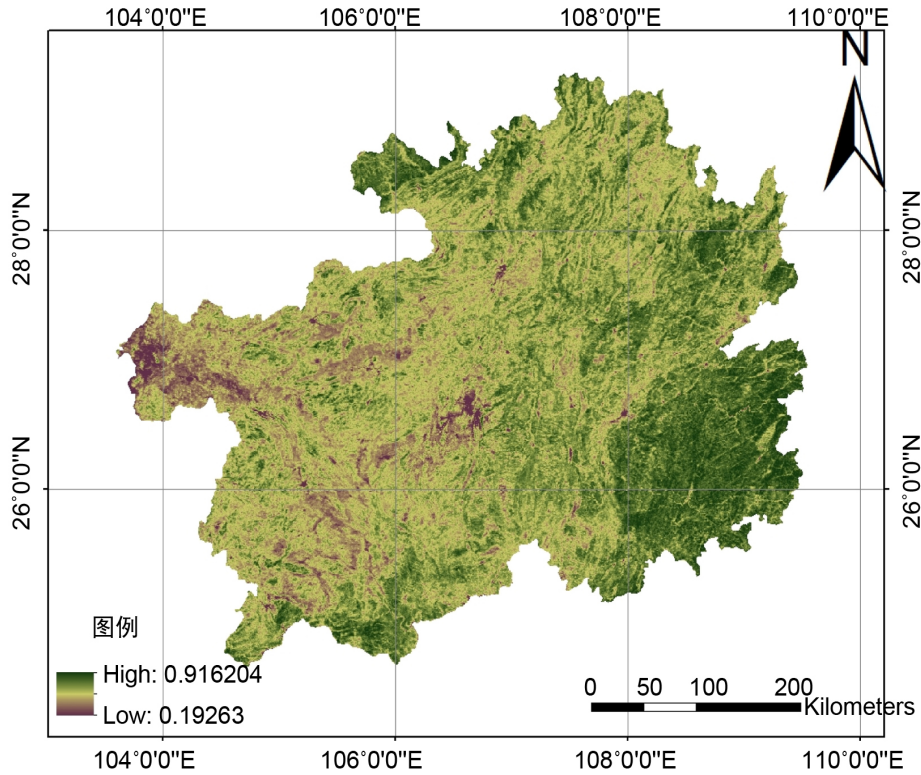


Figure 4. The Distribution map annual average NDVI in 2009 Guizhou
图 4. 贵州省 2009 年年平均 NDVI 分布图

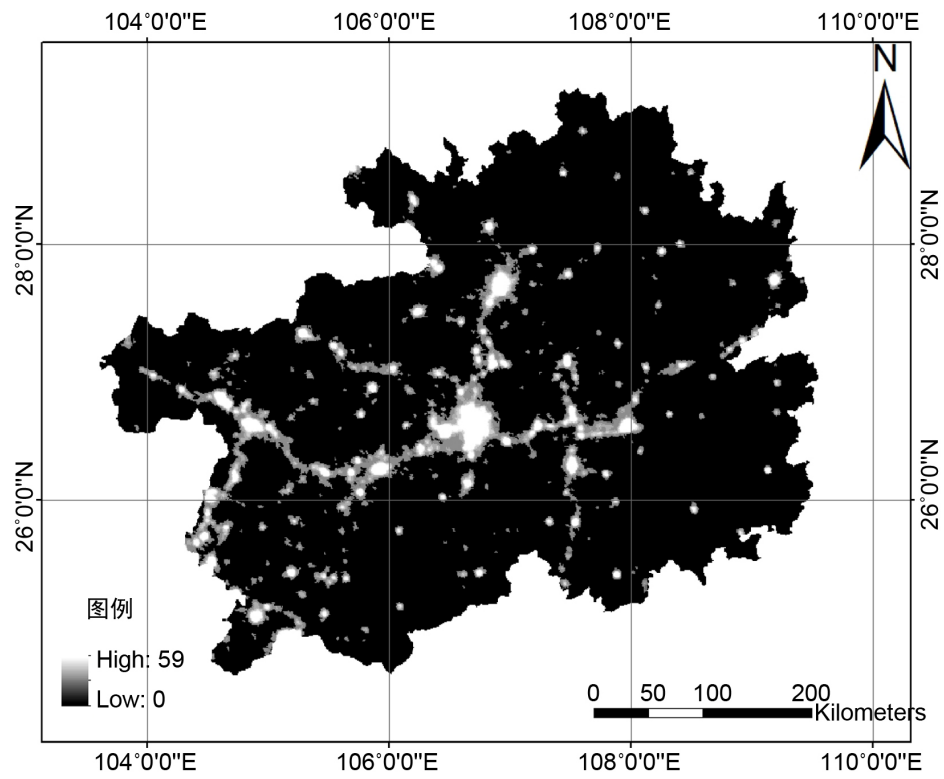


Figure 5. The distribution map annual average lighting index in 2000 Guizhou

图 5. 贵州省 2000 年年平均灯光指数分布图

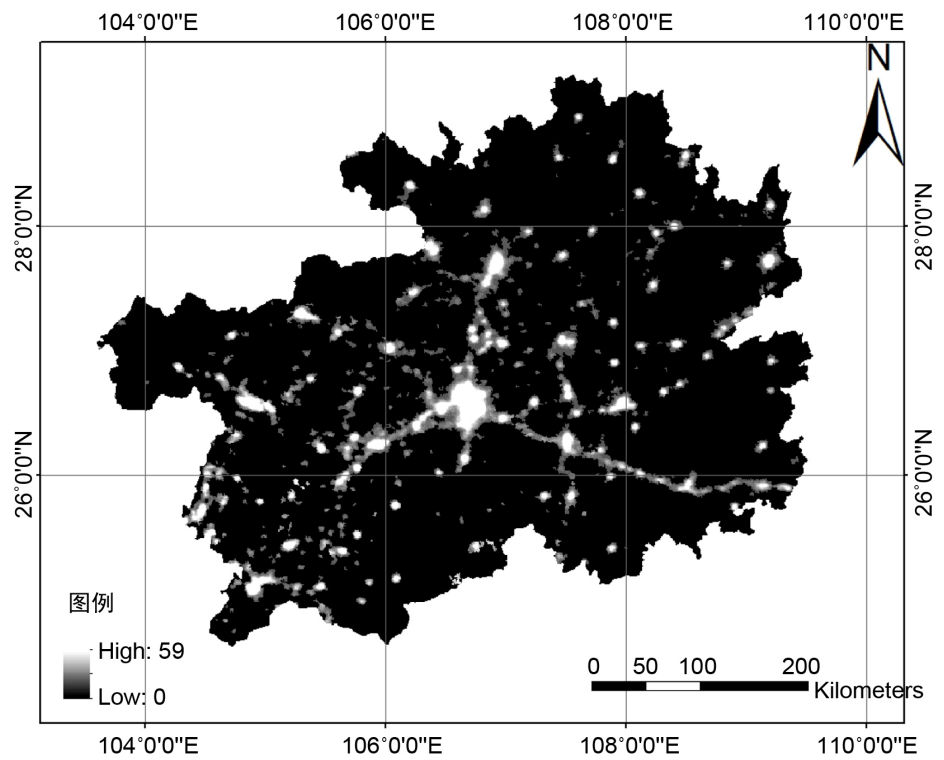


Figure 6. The distribution map annual average lighting index in 2009 Guizhou

图 6. 贵州省 2009 年年平均灯光指数分布图

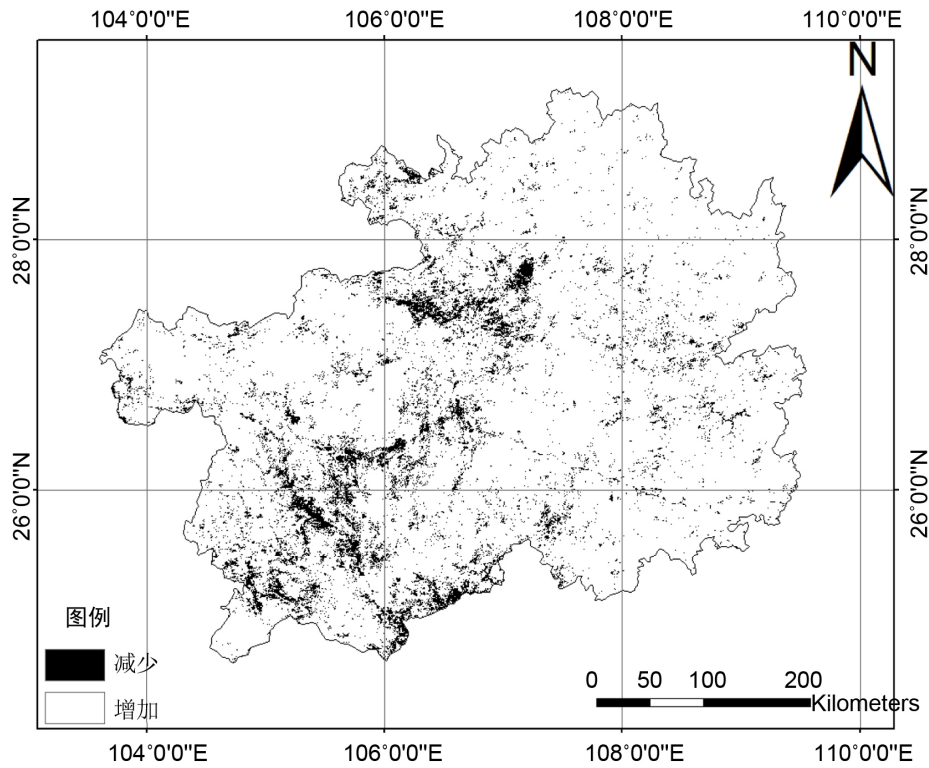


Figure 7. The Change map of annual average for NDVI in 2009 and 2000
图 7. 2009 年与 2000 年的年均 NDVI 变化图

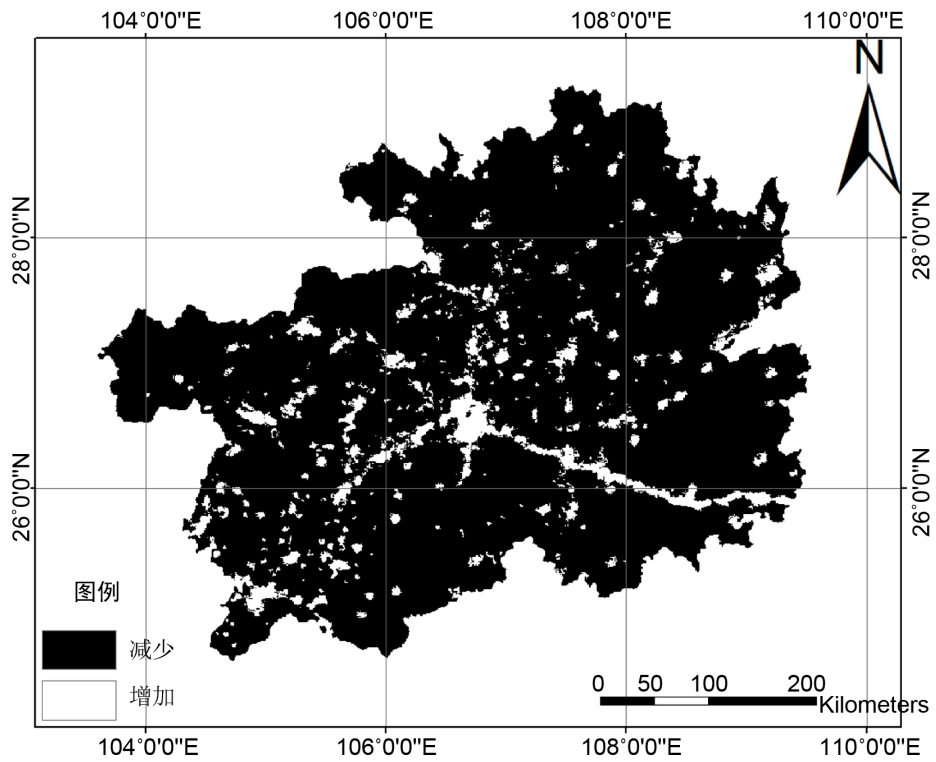


Figure 8. The Change map of Annual average for Light index in 2009 and 2000
图 8. 2009 年与 2000 年的年均灯光指数变化图

Table 2. The statistics of lighting index in Guizhou
表 2. 贵州省夜间灯光指数统计

| 地区 | 2000 年平均值 | 2009 年平均值 | 差值 |
|-----|-----------|-----------|--------|
| 贵阳市 | 3.912 | 5.037 | 1.125 |
| 遵义市 | 0.54 | 0.634 | 0.094 |
| 安顺市 | 1.279 | 1.639 | 0.36 |
| 铜仁 | 0.228 | 0.522 | 0.294 |
| 黔西南 | 0.634 | 0.986 | 0.352 |
| 黔南 | 0.724 | 0.891 | 0.167 |
| 黔东南 | 0.391 | 0.591 | 0.2 |
| 六盘水 | 2.14 | 1.823 | -0.317 |
| 毕节 | 0.533 | 0.567 | 0.034 |

Table 3. The statistics of light index and NDVI change quantity
表 3. 灯光指数与 NDVI 的变化量统计

| 变化情况 | 灯光指数增大、NDVI 增大 | 灯光指数增大、NDVI 减小 | 灯光指数减小、NDVI 增大 | 灯光指数减小、NDVI 减小 |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 单元格数量 | 16,145 | 3696 | 194,258 | 14,878 |

3) NDVI 与夜间灯光大致呈相对关系, 在灯光强度增大的区域, NDVI 明显降低。在灯光指数减小的区域, NDVI 大面积增强。当然, 夜间灯光是人类活动的表现, 不管是土地开发, 还是人类的日常生活都会对植被造成一定的影响。影响 NDVI 因素也有很多, 人类活动只是其中的一部分。

项目基金

贵州省科技计划(黔科合计 Z 字[2015]4007)。

参考文献

- [1] 徐梦洁, 陈黎, 刘焕金, 等. 基于 DMSP/OLS 夜间灯光数据的长江三角洲地区城市化格局与过程研究[J]. 国土资源遥感, 2011(3): 106-112.
- [2] 王鹤饶, 郑新奇, 袁涛. DMSP/OLS 数据应用研究综述[J]. 地理科学进展, 2012, 31(1): 11-18.
- [3] 乌云德吉, 黄涛. 基于 DMSP/OLS 数据的呼包鄂城市圈城市扩展分析[J]. 北方经济, 2012(12): 71-73.
- [4] Sutton, P.C., Elvidge, C.D. and Ghosh, T. (2007) Estimation of Gross Domestic Product at Sub-National Scales Using Nighttime Satellite Imagery. *International Journal of Ecological Economics & Statistics*, **8**, 5-21.
- [5] Li, J.G., He, C.Y., Shi, P.J., et al. (2007) The Use of Multisource Satellite and Geospatial Data to Study the Ecological Effects of Urbanization: A Case of the Urban Agglomerations in Bohai Rim. *Journal of Remote Sensing*, **11**, 115-126.
- [6] Cheng, L.Y., Zhou, Y., Wang, L.T., et al. (2007) An Estimate of the City Population in China Using DMSP Night-Time Satellite Imagery. *IGARSS*, 691-694.
- [7] Zhang, Q.L., Schaaf, C. and Seto, K.C. (2013) The Vegetation Adjusted NTL Urban Index: A New Approach to Reduce Saturation and Increase Variation in Nighttime Luminosity. *Remote Sensing of Environment*, **129**, 32-41. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.10.022>
- [8] Raupach, M.R., Rayner, P.J. and Paget, M. (2010) Regional Variations in Spatial Structure of Nightlights, Population Density and Fossilfuel CO₂ Emissions. *Energy Policy*, **38**, 4756-4764. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.08.021>
- [9] Zhang, Q.L. and Seto, K.C. (2011) Mapping Urbanization Dynamics at Regional and Global Scales Using Multi-Temporal DMSP/OLS Nighttime Light Data. *Remote Sensing of Environment*, **115**, 2320-2329. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.04.032>

-
- [10] Croft, T.A. (1973) Burning Waste Gas in Oil Fields. *Nature*, **245**, 375-376. <https://doi.org/10.1038/245375a0>
- [11] 王晓江, 胡尔查, 李爱平, 等. 基于 MODIS NDVI 的内蒙古大青山自然保护区植被覆盖度的动态变化特征[J]. 干旱区资源与环境, 2014, 28(8): 61-65.
- [12] 胡宇. 植被覆盖遥感监测技术的一些探讨[J]. 通讯世界, 2015(12): 266.
- [13] 贾坤, 姚云军, 魏香琴, 等. 植被覆盖度遥感估算研究进展[J]. 地球科学进展, 2013, 28(7): 774-782.
- [14] 杨强, 王婷婷, 陈昊, 等. 基于 MODIS EVI 数据的锡林郭勒盟植被覆盖度变化特征[J]. 农业工程学报, 2015, 31(22): 191-198.
- [15] 邓友志. 漓江流域植被覆盖度遥感估算模型及动态变化研究[D]: [硕士学位论文]. 桂林: 桂林理工大学, 2013.
- [16] 苏维词, 张贵平. 地表起伏对区域发展成本影响浅析——以贵州为例[J]. 经济研究导刊, 2012(6): 144-147.
- [17] 李晓萌, 孙永华, 等. 近 10 年北京极端高温天气条件下的地表温度变化及其对城化的响应[J]. 生态学报, 2013, 33(20): 6694-6703.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5485, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: aep@hanspub.org