

利用城市夜间灯光资料和NDVI研究成都地区 植被覆盖度变化

程志刚¹ 杨欣悦¹ 董思言² 孙晨¹ 吴洋¹

(1 成都信息工程大学大气科学学院高原大气与环境四川省重点实验室, 成都 610225;

2 国家气候中心, 中国气象局, 北京 100081)

摘要: 利用SPOT VEG NDVI植被覆盖度数据和DMSP/OLS夜间灯光数据对成都地区近16年来城市化进程对植被覆盖度的影响进行了研究。结果表明: 成都地区城市化进程呈增长的趋势, 但各地区发展程度差异较大。1998—2013年成都地区植被整体覆盖度较好, 且植被覆盖度与夜间灯光亮度值呈显著负相关, 相关系数达-0.78以上。城市活动越强烈的地方植被覆盖度越小, 即城市中心植被覆盖度最低, 距离城市中心越远植被覆盖度较高, 城市化发展迅速的城市周边植被覆盖度变化最大。总体而言, 成都地区植被覆盖程度处于增加趋势或保持相对稳定。

关键词: 城市化进程, NDVI, 植被覆盖度, 夜间灯光数据

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2016.01.002

Vegetation Coverage Changes in Chengdu Based on DMSP/OLS and SPOT-VEG NDVI

Cheng Zhigang¹, Yang Xinyue¹, Dong Siyan², Sun Chen¹, Wu Yang¹

(1 Chengdu University of Information Technology, Plateau Atmosphere and Environment Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu 610225

2 National Climate Centre, China Meteorological Administration, Beijing 100081)

Abstract: The effect of urbanization process on vegetation coverage was analyzed by using SPOT VEG NDVI and DMSP/OLS data in the Chengdu region from 1998 to 2013. The results show that: the urbanization in Chengdu experienced a continuing and rapid process, but the degree of development of each region has a big difference. From 1998 to 2013, the overall coverage of vegetation in Chengdu was good, and the vegetation coverage and the night lights brightness values were significantly negative correlated, the correlation coefficient is above 0.78. The more intense urban activities, the smaller the vegetation coverage is, that is, in the center of the city, the vegetation coverage has the smallest value, the farther the distance from the city center, the higher the vegetation coverage is. The change of the vegetation around the city where urbanization is developed fast is the largest. As a whole, the degree of vegetation coverage in the Chengdu region remains relatively stable and increase smoothly.

Keywords: urbanization process, NDVI, vegetation coverage, night light data

0 引言

城市化是一种最强烈的土地利用变化^[1], 是全球变化的重要组成部分。20世纪90年代以来, 我国经济快速发展, 城镇化水平逐步提高, 建成区面积增长迅速, 快速的城市发展改变了城市下垫面性质, 使大量植被逐渐消失^[2]。近年来很多学者针对我国城市空间不断扩张与重建引起的植被覆盖状况变化的问题进行了大量研究, 但研究区域主要集中于华北^[3-5]、西

北^[6-7]、东北^[8-9]等地区的发达城市及城市群。李景刚等^[10]利用DMSP/OLS夜间灯光数据和SPOT NDVI数据评价了环渤海城市群快速城市化过程的生态效应; 安佑志等^[11]利用MODIS时序数据分析了城市化进程中长江三角洲地区植被覆盖度变化, 发现城市及周边地区植被指数呈显著下降趋势, 表明随着城市化进程的加速, 长江三角洲地区植被覆盖状况正面临着恶化。成都作为四川省的省会城市, 近年来经济发展迅速, 土地利用方式发生了较大改变^[12]。因此, 有必要结合成都地区的城市化现状, 从时空分布变化特征着手对其生态环境变化进行较为细致深入的研究。有鉴于此, 本文选取1998—2013年SPOT VEG NDVI数据及美国军事气象卫星 (Defense Meteorological Satellite

收稿日期: 2015年10月27日; 修回日期: 2016年1月8日
第一作者: 程志刚 (1979—), Email: chengzg@cuit.edu.cn
通信作者: 杨欣悦 (1990—), Email: xinyue@foxmail.com
资助信息: 四川省教育厅重点项目 (13ZA0076); 国家自然科学基金 (41275033)

Program, DMSP) 线性扫描业务系统 (Operational Linescan System, OLS) 传感器的夜间灯光数据, 研究了成都及周边卫星城近16年来城市化特征及其与植被覆盖度之间的关系, 以期加深对该地区的城市群发展及生态环境的认识, 为城市的合理布局提供一定的科学依据。

1 资料与方法

1.1 资料介绍

美国军事气象卫星DMSP搭载的OLS传感器最初是为云层监测而专门设计的振荡扫描辐射计, 此后逐渐被应用于探测城镇灯光、渔火等地表活动。目前, 该系列数据已广泛应用于城市化、经济评估、人口估算等研究。本文采用的DMSP/OLS夜间灯光数据来源于美国国家地理数据中心 (<http://ngdc.noaa.gov/eog/>), 选用了基于低灯光数据 (月光微弱条件下获取的数据) 的稳定灯光数据产品, 该数据排除了亮云和水体的影响, 空间分辨率为 $1\text{km} \times 1\text{km}$ 。

本次所采用的植被覆盖度的遥感数据为基于10d最大值合成 (MVC) 的1998年4月—2014年2月的SPOT-VGT NDVI数据, 空间分辨率为 $1\text{km} \times 1\text{km}$, 该产品经过了系统误差纠正、大气校正、辐射校正、几何校正等, 并将 $-1 \sim -0.1$ 的NDVI值设置为 -0.1 , 且DN值转化为NDVI值的关系式为 $NDVI=0.004 \times DN-0.1$ 。

1.2 资料处理方法

1.2.1 夜间灯光图像校正

本研究所采用的夜间灯光数据DMSP/OLS来自6个不同的传感器: F10 (1992—1994年)、F12 (1994—1999年)、F14 (1997—2003年)、F15 (2000—2007年)、F16 (2004—2009年)、F18 (2010—2012年), 由于不同传感器之间的固有差异及成像环境等因素的影响, 导致不同年份、不同传感器的长时间序列数据之间不具有连续性和可比性^[13-14], 参照邹进贵等^[15]的校正模型对夜间灯光图像进行校正。

1.2.2 区域复合灯光指数

利用夜间灯光影像可以构建综合灯光指数来反映城市化的水平, 对地区城市化发展状况开展有效的监测^[16]。为了使灯光指数与城市化水平的关系具有统一性和一致性, 我们选用陈晋^[17]等建立的复合灯光指数 (CNLI) 来研究成都市城市化水平。

$$CNLI = I \times S,$$

$$I = \frac{1}{N_L \times DN_M} \times \sum_{i=p}^{DN_M} (DN_i \times n_i),$$

$$S = \frac{Area_N}{Area},$$

其中, DN_i 为区域内第*i*级像元灰度值, n_i 为区域内该灰度级像元总数, DN_M 为最大可能灰度值 (63), N_L 、 $Area_N$ 分别表示为区域内满足条件 ($P \leq DN \leq 63$) 的像元总数和所占的总面积, $Area$ 为整个区域的面积。P为去除误差的阈值, 本研究确定误差为成都区域内灯光像元总数逐年增加且数值最小的灰度值为最佳阈值。

1.2.3 最大值合成法

NDVI值最大值合成法 (Maximum Value Composites, MVC) 是将NDVI值按月、季或年中各旬数据取最大值, 从而进一步消除云、大气、太阳高度角等的干扰^[18-19]。本文取一年中36旬的NDVI最大值 (M_{NDVI}) 作为年植被覆盖度数据, 计算公式为:

$$M_{NDVI,i} = \text{Max}(NDVI_{ij}),$$

其中, $NDVI_i$ 是第*i*个月的NDVI值, $NDVI_{ij}$ 是第*i*月第*j*旬的NDVI值, $M_{NDVI,i}$ 是像元上NDVI的最大值。

1.2.4 植被覆盖度水平计算

为使植被指数能够定量反映植被信息, 将NDVI值归一到0~255之间, 再根据前人的研究成果^[20-23]将归一后的NDVI像元灰度值分级, 使得定量评价该植被生态景观面积变化规律更为直观: $NDVI_{0 \sim 255}$ 的取值范围在0~128, 近红外波段对植被的反射值很低, 地物类型基本为荒漠、水域和居民区等无植被的地区; $NDVI_{129 \sim 255}$ 的取值范围在129~255之间, 像元灰度值与植被覆盖度呈正相关, 像元灰度值越大, 植被覆盖程度越高。该计算公式如下:

$$NDVI_{0 \sim 255} = \left(\frac{NDVI - NDVI_{\min}}{NDVI_{\max} - NDVI_{\min}} \right) \times 255,$$

式中, $NDVI_{0 \sim 255}$ 为归一到0~255的植被指数值, $NDVI_{\min}$ 、 $NDVI_{\max}$ 分别为研究区内该年份的最小、最大植被指数值。植被覆盖率用于分析植被覆盖水平的年际变化。

2 结果与分析

2.1 成都地区城市扩展时空变化特征

前人研究认为^[24], 夜间灯光数据能较好地反映城市面积。为此, 我们对比分析1998和2012年成都市夜间灯光分布数据 (图1), 结果表明, 成都市城市化进程明显, 主城区与周边郊县灯光亮值大值区逐渐扩大, 连片状分布趋势明显。由于CNLI指数兼顾了区域平均灯光强度及灯光面积两方面的属性特征, 具有较高的年际可比性, 能够较客观地反映出区域的城镇面积规模, 人口密度水平和经济发达程度^[25]。我们分析

了复合灯光指数CNLI随时间变化的趋势(图2), 结果表明, 成都地区城市化水平整体上呈持续上升的趋势, 增长速率为0.09/10a, 说明CNLI随时间增长的趋势比较明显, 成都地区城市化水平呈持续稳定的增长趋势。夜间灯光的亮度可以表示区域城市化的程度, 同时夜间灯光亮度值的平均值较大则意味着该地区的城市化水平相对较高。我们以成都市各

区行政区划为基础, 统计各区县多年夜间灯光亮度值的平均值和最大值, 可以看出, 各区县的城市化程度差异较大, 其中成都市区及其周围市县(双流、新都、郫县、都江堰等)城市化水平相对较高, 而城市化发展程度较低的地区为距离成都市区较远的大邑、蒲江、邛崃、金堂等地区夜间灯光亮度值偏小(图3)。

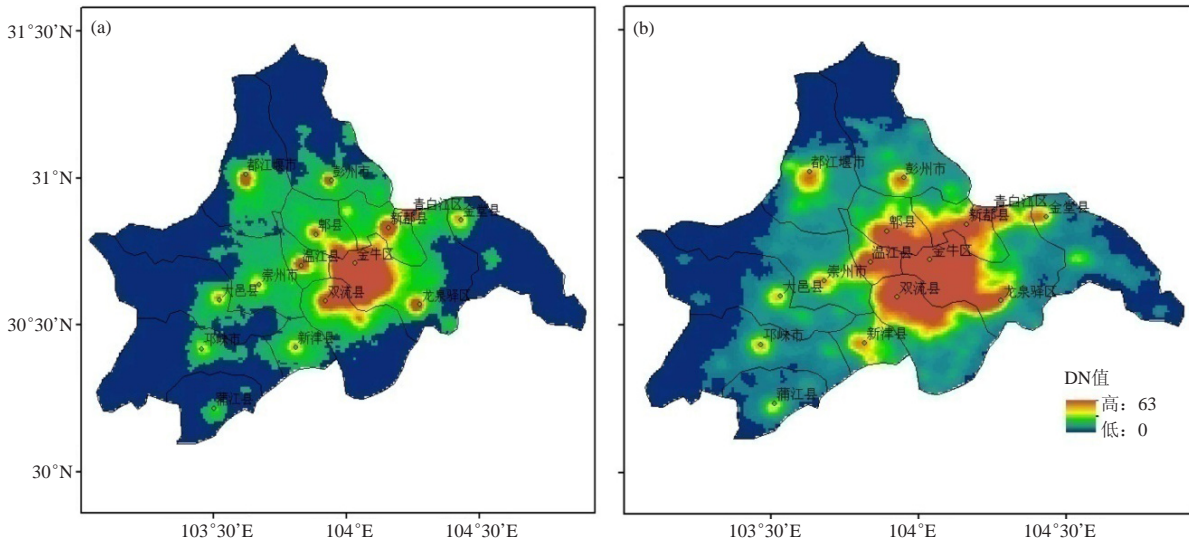


图1 校正后的夜间灯光亮像元分布(圆点为城镇所在地, 下同)
Fig. 1 The distribution of the corrected DMSP/OLS images (black points represent locations of cities)

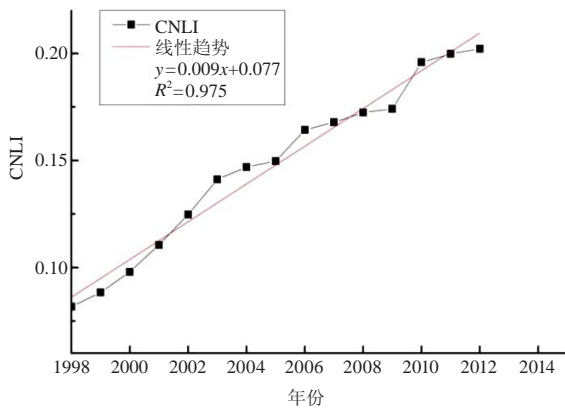


图2 1998—2012年成都地区年际CNLI指数变化趋势
Fig. 2 Trends of CNLI index from 1998 to 2012 in Chengdu

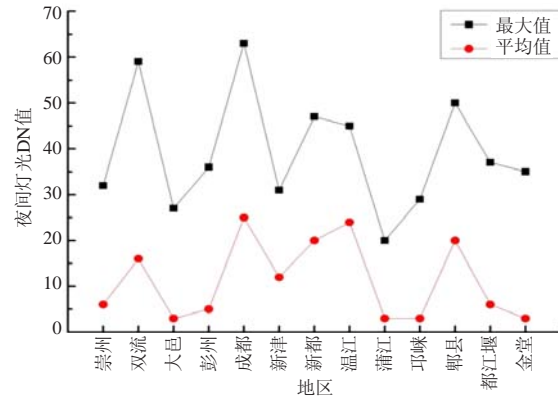


图3 成都市区县夜间灯光亮度值统计
Fig. 3 The statistics of DMSP/OLS nightlight value in counties of Chengdu

2.2 城市化进程中成都地区城市植被覆盖率变化特征

2.2.1 植被覆盖度时空变化分析

将计算得到的植被覆盖度水平按照表1进行分类, 比较分析1998和2013年植被覆盖等级及其面积, 我们发现1、3、4级植被面积均明显增加, 其变化率分别为16.4%、12.39%、17.18%, 5级植被减少显著,

达50.06%。由此, 我们认为低植被覆盖度区域植被覆盖有所改善, 而植被覆盖度较好的区域植被则有所退化。为进一步反映该地区植被覆盖水平, 将归一化后1998—2013年的NDVI值求平均值, 以成都市区核心区为交点, 沿东—西(W-E)、南—北(N-S)、西南—东北(SW-NE)和西北—东南(SE-NW)四个方向绘制穿越建成区及非建成区的四条不同方向直线,

分析其NDVI变化趋势。结果表明(图4),成都市市中心处达到最低值,在成都周边较发达的市县达到次低值,远离城市则表现为高值。沿SE-NW剖面线,剖面依次穿过都江堰、郫县、成都市区和龙泉驿形成4个低值区,最小数值分别为95、135、5、110,可以看出低值区范围与大小明显与城市化程度成正比,则城市化程度依次为:成都市区>龙泉驿>都江堰>郫县,相应的NDVI值也呈现出相同的大小关系。为印证以上结论,我们提取2000、2004、2008和2012年NDVI<128(即代表较低植被覆盖度)的像元并叠置(图5)。由图可见,成都市区较低植被覆盖度范围不

断向外扩展,而成都市区周边的城市,如郫县、都江堰、彭州、新都、龙泉、双流等,较低植被覆盖度区域均朝着成都市区的方向扩展,成都市区周边2000年离散的低值区在后期已连成片区,与图4结论一致。

表1 归一化NDVI与植被覆盖等级对应表
Table 1 The correspondence between normalized NDVI and vegetation coverage grade

NDVI	等级	植被覆盖度
<128	1	5%
129~138	2	5%~15%
139~158	3	15%~30%
159~190	4	30%~60%
191~255	5	60%

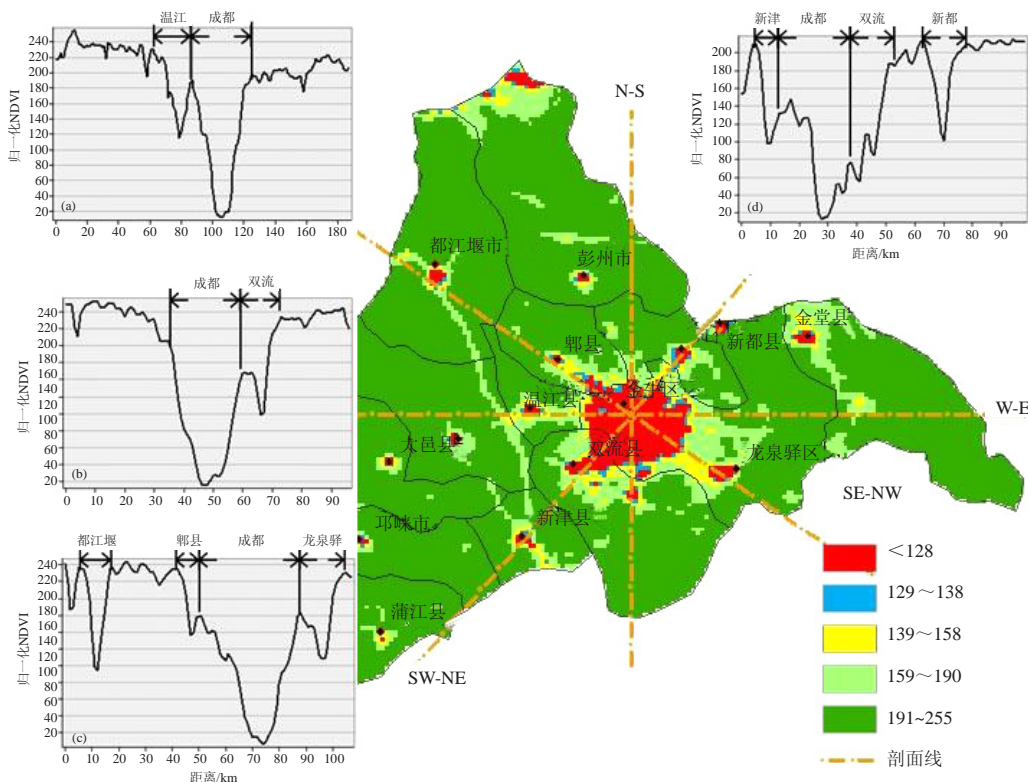


图4 1998—2013成都地区多年归一化NDVI平均值分布及其剖面线 (W-E、N-S、SE-NW和SW-NE为穿越成都市区的剖面线)

Fig. 4 The distribution of normalized NDVI mean values and their profile lines in Chengdu area from 1998 to 2013 (W-E, N-S, SE-NW and SW-NE represent four section lines across Chengdu)

2.2.2 NDVI 变化趋势分析

斜率变化(SLOPE)的绝对值大小反映变化趋势的程度,值越大,则变化程度越大,反之越小。将成都地区最大NDVI均值变化率按表3分为以下5类,分别代表中度退化、轻微退化、轻微改善、中度改善、明显改善五种植被覆盖情况。

由此可以看到成都地区本身生态环境基础较好,总体植被覆盖有所改善,植被覆盖轻微改善和中度改

善占整个研究区的主体。成都市区由于经济发展已达到一定水平,加之2002年以来成都市政府提出创建“国家环保模范城市”,加大绿化建设的力度,对市区主要街道的绿化进行加密,因此成都市区的植被覆盖度有所改善。而远离城市区域,由于社会经济发展水平相对较低,且政府环保观念的提升等因素,植被覆盖度也随之增加。相反,成都市周边地区及其卫星城,由于社会经济发展,城市化进程不断加快,建成

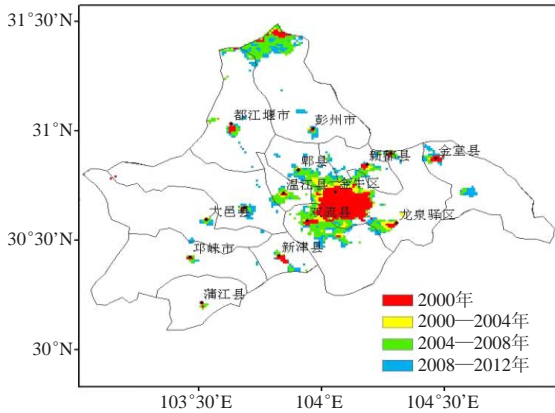


图5 1998—2013年成都地区城市化进程NDVI<128的像元变化

Fig. 5 The pixel changes of NDVI<128 in the process of urbanization in Chengdu area from 1998 to 2013

区面积不断扩大,大量土地利用类型被改变,从而导致植被覆盖度表现为减小趋势。

表2 1998和2013年各级植被覆盖的面积及所占比例

Table 2 The area and percentage of vegetation coverage in 1998 and 2013

等级	1998年		2013年		变化量	
	面积 (km ²)	百分比 (%)	面积 (km ²)	百分比 (%)	面积 (km ²)	百分比 (%)
1	278	1.95	1513	10.59	1226	16.40
2	77	0.54	374	2.62	297	3.97
3	276	1.93	1202	8.41	926	12.39
4	3383	23.68	4667	32.67	1284	17.18
5	10273	71.90	6531	45.71	-3742	50.06

表3 1998—2013年成都地区最大NDVI均值变化趋势统计

Table 3 The statistics of variation trend of NDVI in Chengdu from 1998 to 2013

SLOPE范围	变化程度	所占面积 (km ²)	所占百分比 (%)
-0.0096<SLOPE<-0.0038	中度退化	789	5.59
-0.0038<SLOPE<-0.0015	轻度退化	1639	11.63
-0.0015<SLOPE<0.0001	保持不变	3864	27.41
0.0001<SLOPE<0.0014	轻度改善	4318	30.63
0.0014<SLOPE<0.0045	中度改善	3487	24.74

2.3 成都地区植被覆盖度变化与城市发展关系的探讨

为了考察成都地区城市化进程中植被覆盖度的变化,我们选取相同年份的植被覆盖度和夜间灯光数据,并进行7a平均值的差值计算,即用2006—2012年的平均值减去1999—2005年的平均值,从而滤去年际变率的影响。从图6a中可以看出,成都地区近10年各城市的城郊地区城市化变化最明显,其中成都市城郊变化最大,其次为成都周边卫星城,对比图6a、6b可以看出,植被覆盖度变化最大的区域同样集中于城市扩展的城郊地区,且与灯光灰度值的差值空间分布具

有较好的空间对应关系,表明成都地区近年来的植被覆盖情况与城市化进程密切相关,城市化发展快的城市周边城郊区域植被覆盖度低,远离城市及城市中心的区域植被覆盖度较好且变化程度小。影响植被覆盖度变化的起因复杂多样,图6b中成都地区最北部非城市化区域的NDVI也表现为负值则可能是由于气温及降水等气象因素共同作用的结果,其成因有待进一步讨论。

为进一步研究城市化进程中城市化强弱与植被覆盖度强度的关系,采用分层采样的方法随机选取300个样点,既保证所选样点夜间灯光亮度分布均匀,又剔除采样点选取的人为因素影响。具体方法为:将多年平均夜间灯光亮度值(DN值)以10为间隔分层(如0~10,10~20,⋯,50~63),共6层,每层随机选取50个样点,提取采样点对应的多年平均

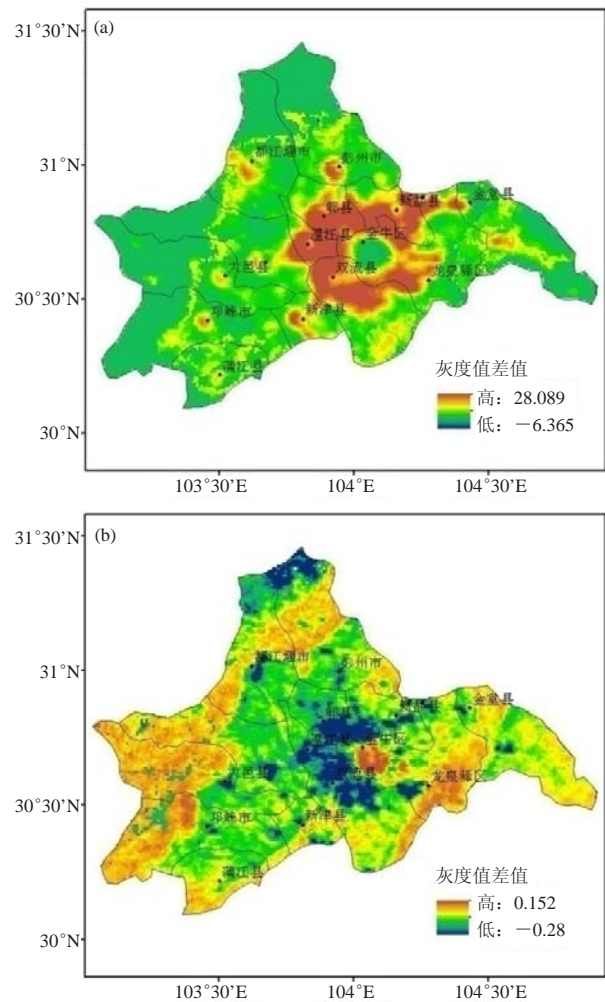


图6 2006—2012年与1999—2005年夜间灯光灰度值(a)与同时期NDVI(b)平均值的差值分布

Fig. 6 Distributions of value difference between the mean of 2006—2012 and the mean of 1999—2005 (a)DMS/OLS nightlight value (b)NDVI

NDVI, 以分析多年平均的夜间灯光值与植被覆盖度像元值之间关系。若相关系数为正, 则表示该区域的植被覆盖随夜间灯光亮度值的增加而增加, 反之, 则表示呈减少趋势。从图7可以看出, NDVI与夜间灯光亮度平均值呈负相关关系, 相关系数达 -0.901 (通过 0.05 的显著性检验)。结果表明, 夜间灯光亮度值越大, 对应的NDVI值越小。这也说明, 城市化程度越高, 植被覆盖度越小, 城市化对植被覆盖度起削弱作用, 与安佑志等^[11]、刘沁萍等^[26]结论一致。同时, 为了进一步阐明城市化与植被覆盖的显著关系, 我们选择了图6a中夜间灯光灰度值平均值差值大于10的像元范围作为城市化活动强烈地区的代表, 计算了成都地区1998—2012年夜间灯光亮度值与植被覆盖度相关系数 ($p \leq 0.05$) 的空间分布 (图8), 其相关系数为 $-0.936 \sim 0.606$, 由图可见, 且绝大部分城市化活动强烈的地区夜间灯光像元与植被覆盖度呈显著的负

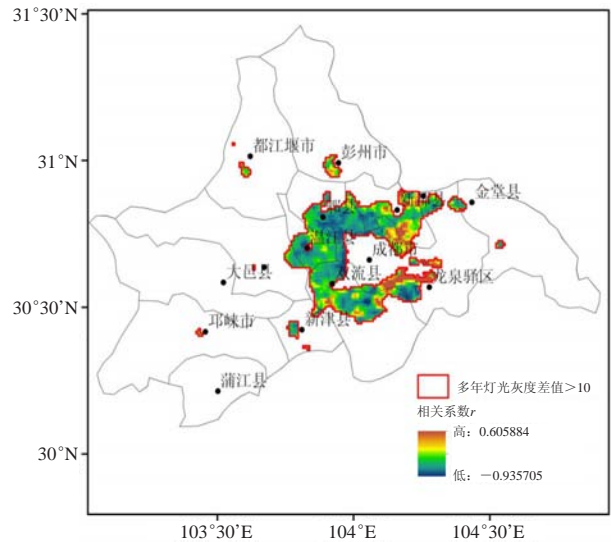


图8 城市化活动强烈区域内NDVI与夜间灯光亮度相关系数空间分布图 ($p \leq 0.05$)

Fig. 8 The spatial distribution of correlation coefficient of NDVI and DMSP/OLS nighttime value in the strong area of urbanization

相关, 进一步说明了城市化对植被覆盖度的影响: 城市化活动集中的城市边缘城郊地区, 城市化活动越强烈, 植被覆盖度越低。

3 结论与讨论

本文利用植被覆盖度SPOT VEG NDVI数据和DMSP/OLS夜间灯光数据, 对成都地区城市城市化进程及其植被覆盖度变化情况进行了研究, 并初步探讨了二者之间的关系, 得到的主要结论有:

1) 成都地区城市化总体水平呈平稳速率增长, 但发展过程中存在区域城市化不均衡的特点: 市区和近郊县的城市化水平较高, 远郊县的城市化发展滞后。

2) 1998—2013年成都地区植被覆盖离散程度增加, 低植被覆盖度区域与城市化程度成正比, 城市活动越强烈的地区植被覆盖度越小, 具体表现为城市中心植被覆盖度最低, 远离城市则表现为较高的植被覆盖度, 在城市化发展迅速的城市周边城郊地区, 植被覆盖度变化最大。

3) 植被覆盖度及夜间灯光亮度值相关分析表明, 植被覆盖度与夜间灯光亮度值呈显著负相关关系, 说明城市化程度越高的地区植被覆盖度越低。但总体而言, 除城市扩展区存在植被覆盖度显著减小的情况外, 城市化并没有带来大面积的植被减少, 成都地区整体植被覆盖度处于增加或保持不变的趋势。

本文虽使用NDVI数据和DMSP/OLS数据对成都地区近10多年来植被变化、城市化水平及二者间相关关系进行了探讨, 但由于仅使用了较短时间序列的植

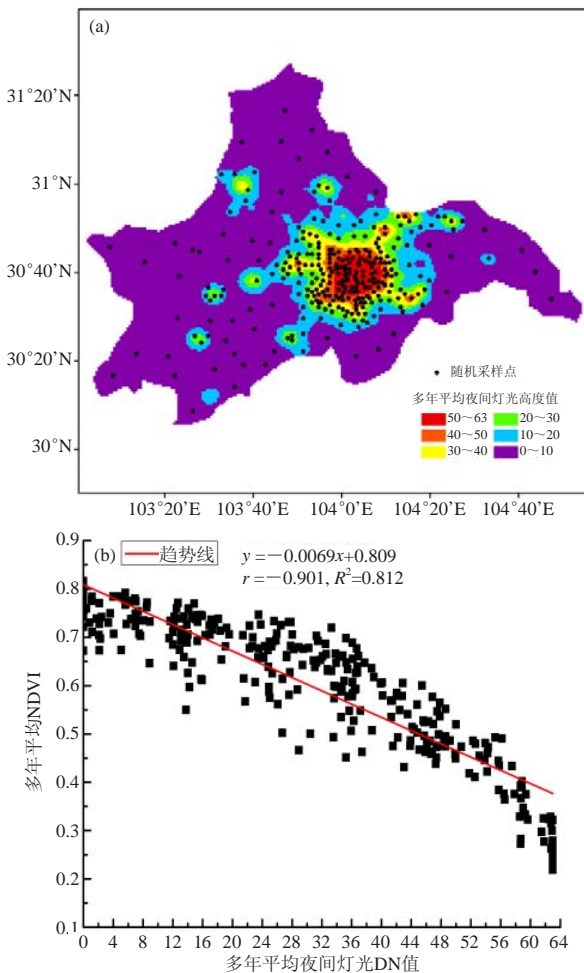


图7 随机采样点示意图 (a) 及多年NDVI与夜间灯光DN值散点图 (b)

Fig. 7 The sketch map of (a) random sampling point and (b) the scatter diagram of average NDVI and DMSP/OLS nighttime value for 15 years

被覆盖数据，且植被覆盖度受气候因素影响十分明显，因此今后有必要利用长时间序列数据并结合气象数据对成都地区城市化进程中植被变化进行分析。

参考文献

- [1] Shepherd J M. A review of current investigations of urban-induced rainfall and recommendations for the future. *Earth Interact.* 2005(9):1-27.
- [2] 曾辉, 陈雪. 城市化地区植被生态环境效应研究. *生态环境学报*, 2010, 19(11): 2737-2742.
- [3] 刘金龙, 郭华东, 张露, 等. 京津唐地区城市化对植被物候的影响研究. *遥感技术与应用*, 2014, 29(2): 286-292.
- [4] 刘斌, 孙艳玲, 王忠良, 等. 华北地区植被覆盖变化及其影响因子的相对作用分析. *自然资源学报*, 2015, 30(1): 12-23.
- [5] 张月丛, 赵志强, 李双成, 等. 基于SPOT-NDVI的华北北部地表植被覆盖变化趋势. *地理研究*, 2008, 27(4): 745-754.
- [6] 王兮之, 梁钊雄. 基于MODIS数据的湟水流域植被覆盖变化研究. *干旱区资源与环境*, 2010, 24(6): 137-142.
- [7] 戴声佩, 张勃, 王海军, 等. 基于SPOT NDVI的祁连山草地植被覆盖时空变化趋势分析. *地理科学进展*, 2010, 29(9): 1075-1080.
- [8] 冯莉莉, 何贞钰, 刘学锋, 等. 基于MODIS-NDVI数据的吉林省植被覆盖度及其时空动态变化. *中国科学院大学学报*, 2014, 31(4): 492-536.
- [9] 张莲芝, 李明, 吴正方, 等. 基于 SPOT NDVI 的中国东北地表植被覆盖动态变化及其机理研究. *干旱区资源与环境*, 2011, 25(1): 171-175.
- [10] 李景刚, 何春阳, 史培军, 等. 基于DMSP/OLS灯光数据的快速城市化过程的生态效应评价研究——以环渤海城市群地区为例. *遥感学报*, 2007, 11(1): 115-126.
- [11] 安佑志, 刘朝顺, 施朝顺, 等. 基于MODIS时序数据的长江三角洲地区植被覆盖时空变化分析. *生态环境学报*, 2012, 21(12): 1923-1927.
- [12] 冷奕明. 成都市城市化进程中土地利用变化研究. 成都: 四川农业大学, 2006: 19-25.
- [13] Elvidge C D, Ziskin D, Baugh K E, et al. A fifteen year record of global natural gas flaring derived from satellite data. *Energies*, 2009, 2(3): 595-622.
- [14] 范俊甫, 等. 1992—2010年基于DMSP-OLS图像的环渤海城市群空间格局变化分析. *地球信息科学学报*, 2013, 15(2): 280-288.
- [15] 邹进贵, 陈艳华, 等. 基于ArcGIS的DMSP/OLS夜间灯光影像校正模型的构建. *测绘地理信息*, 2014, 39(4): 33-37.
- [16] 杨眉, 王世新, 周艺, 等. DMSP/OLS夜间灯光数据应用研究综述. *遥感技术与应用*, 2011, 26(1): 45-51.
- [17] 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. *遥感学报*, 2003, 7(3): 168-175.
- [18] 张莲芝, 李明, 吴正方, 等. 基于SPOT NDVI的中国东北地表植被覆盖动态变化及其机理研究. *干旱区资源与环境*, 2011, 25(1): 171-175.
- [19] 朱源, 王志, 彭光雄. 基于SPOT-NDVI的贺兰山植被覆盖的时空变化研究. *遥感技术与应用*, 2012, 27(1): 142-148.
- [20] 周兆叶, 储少林, 王志伟, 等. 基于NDVI的植被覆盖度的变化分析: 以甘肃省张掖市甘州区为例. *草业科学*, 2008, 25(12): 23-29.
- [21] 党青, 杨武年. 近20年成都市植被覆盖度动态变化检测及原因分析. *国土资源遥感*, 2011(4): 121-125.
- [22] 李小亚, 张勃, 靳自宝. 基于MODIS-NDVI的甘肃省河东地区植被覆盖度动态监测. *水土保持研究*, 2013, 20(1): 112-115.
- [23] 孙存举, 吴晓青, 李浩. 基于NDVI的清水县植被变化分析. *四川林勘设计*, 2011(4): 13-17.
- [24] 王翠平, 王宏伟, 李春明, 等. 基于 DMSP/OLS 影像的我国主要城市群空间扩张特征分析. *生态学报*, 2012, 32(3): 942-954.
- [25] 卓莉, 史培军, 陈晋. 20世纪90年代中国城市时空变化特征——基于灯光指数CNLI方法的探讨. *地理学报*, 2003, 58(6): 893-902.
- [26] 刘沁萍, 杨永春, 田洪阵, 等. 快速城市化时期中国城市建成区植被状况的时空分异特征. *自然资源学报*, 2014, 29(2): 223-236.

《边界与海洋研究》创刊

本刊编辑部

2015年12月，经国家新闻出版广电总局批复同意，多学科交叉综合研究国家边界与海洋问题的学术期刊《边界与海洋研究》创刊。该刊由教育部主管，武汉大学主办，国内外公开发行，是目前国内外唯一的边海问题跨学科研究期刊。

据悉，2012年武汉大学以中国边界与海洋研究院、国际法研究所为依托，在中央相关部委大力支持下，协同复旦大学、中国政法大学、外交学院、郑州大学、中国社会科学院中国边疆研究所、水利部国际经济技术合作交流中心、国家海洋局海洋发展战略研究所等单位，牵头组建了“国家领土主权与海洋权益协同创新中心”。协同中心的宗旨是，建成融“科学研究、政策建言、人才培养、舆论引导、公共外交”为一体的国家战略平台和世界知名智库。《边界与海洋研究》的创刊，是

“国家领土主权与海洋权益协同创新中心”建设的重要组成部分。

《边界与海洋研究》立足领土海洋学学科，聚焦国家边界与海洋研究的重大理论和现实问题，坚持问题导向，支持跨学科研究，繁荣边海学术，服务国家领土海洋维权，促进国内外边海问题学术交流。该刊的重点领域：国家海洋战略与边海外交；中国与周边国家关系；一带一路与中国周边合作；海洋争端解决与国际法；海洋权益与海洋合作；二战、战后国际秩序与边界海洋争端；钓鱼岛与南海诸岛档案资料与历史研究；中国疆域历史与现状；陆地边界争端与跨境合作；界河管理及跨境水资源争端与合作；极地治理与极地合作；边界海洋信息与技术应用等。