DOI:10.19789/j.1004-9398.2017.02.016

北京市城市扩张及其对城市增温效应的影响*

屈益挺 孟 丹** 李小娟

(首都师范大学城市环境过程与数字模拟国家重点实验室培育基地,资源环境与地理信息系统北京市重点实验室,三维信息获取与应用教育部重点实验室,资源环境与旅游学院,北京 100048)

摘 要

城市化进程在为人类带来经济、社会效益的同时,也产生了一系列生态环境问题,城市热岛效应是其中极为重要的问题之一. 近二十年,伴随着中国经济的高速发展,作为政治、文化、经济中心的首都北京,城市扩张显著,人口稳步增长,热环境势必受到一定影响. 为定量研究近十多年来北京市城市扩张范围及其对城市增温效应的影响,本文对 DMSP/OLS 夜间灯光数据进行去饱和处理,对北京市城市扩张进行动态监测,结合 MODIS 反演的地表温度数据月合成产品定量考察了北京市城市扩张及其对城市增温效应的贡献. 结果表明,夜间灯光数据经过去饱和处理后能够以更高精度提取城市范围; 2000—2012 年北京市城市建设用地面积持续增长,2000—2003 年增长速度相对较快,2004—2012 年城市扩张速度明显减慢; 北京市近十多年来城市建设用地以原有核心功能区为基础逐渐向四周扩张,表现出以主城区为中心的外延式发展,周边区县的建设用地也在各自原有城镇建设用地基础上呈现向四周的外延式扩张. 随着城市化进程的推进,热岛效应始终显著,城镇用地温度逐渐主导了全区温度水平,城镇用地温度与区域平均温度之差明显减小.

关键词: 城市扩展,增温效应,夜间灯光数据,去饱和.
中图分类号: TP75

0 引 言

城市化进程在为人类带来经济、社会效益的同时,也产生了一系列生态环境问题,城市热岛效应(urban heat island,UHI)就是其中极为重要的问题之一,已经并将继续影响城市气候. 引发 UHI 的主要原因是城市化发展对地表带来的巨大改变,自然地表被人造地表如水泥、沥青和金属所代替,从而导致城乡地表热力特性均发生了改变,使城乡气候环境产生差异. UHI 已经成为城市气候最显著的特征之一,大城市尤其突出[1]. 近二十年,伴随着中国经济的高速发展,作为政治、文化、经济中心的首都北京,城市面积急速扩张,人口稳步增长,城市化进程显著,热环境势必受到一定影响.

目前,美国军事气象卫星(defense meteorological satellite program,DMSP) 搭载的线性扫描业务系统(operational cinescan system,OLS) 提供的夜间灯光影像主要应用于城镇扩张分析、社会经济因子估算等领域[2] 的研究. 利用 DMSP/OLS 夜间灯光数据提取城市建成区重点在于获取最佳阈值并以之对夜间灯光数据进行分割. 获取最佳阈值的方法主要包括经验法、突变检测方法和基于辅助资料的空间比较法等. 然而,传感器退化、空间分辨率、辐射范围有限以及卫星轨道在黎明与黄昏时的差异等问题限制了夜间灯光数据的应用. 最显著的问题便是城市中心区域的像元数据值存在明显饱和现象[3],由于 DMSP/OLS 数据辐射范围有限,许多城市中心的灯光像元值都被不同程度压缩,对于研究城市内部特征产生了严重影响. 近来已经形成了一些针对不同研究区域尺度、复杂程度以及所处发展阶段的校正或降低饱和的算法. 由于植被丰度与城市不透水面特征呈现非常显著的负相关[4],近期的研究尝试将 NDVI 与夜间灯光数据结合起来大幅度强化城市特征,以更高的精度提取城镇范围并制图[5]. 人类居住指数(the human settlement index, HSI) 将归一化夜间灯光指数与 MODIS NDVI 产品结合在一起以降低饱和效应[5]. 然而 HSI 指数仍存在对城市核心紧

收稿日期: 2016-01-09
* 北京市教育委员会科技计划面上项目资助(KM201310028011).
**通讯作者

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

邻区域的饱和效应存在过分校正、由于其复杂性导致难以解释等缺陷. 利用夜间灯光强度与 NDVI 的负相关关系 Zhang 等[6] 提出的植被调节夜间灯光城市指数(the vegetation adjusted NTL urban index, VANUI) 有效降低了灯光饱和效应,提高了区域内尤其是城市内部夜间灯光强度变化水平,与生态特征和城市特征相呼应,为城市化区域建立了一个更具活力的光谱指数.

在城市化对城市热环境的影响方面,Gallo 等[7] 利用夜间灯光数据评价了热岛效应对气象记录的影响; 谢志清等[8] 利用夜间灯光数据、土地利用统计数据以及气象站常规观测资料,结合 NOAA/AVHRR、MODIS 反演的月地表温度数据,定量考察了长江三角洲城市群热岛增温效应对区域温度气候趋势的贡献. 邓玉娇等[9] 以快速城市化的典型区域广东省东莞市为例,利用 Landsat/TM、ETM + 数据源,提出多时相数据标准化处理方法,构建相对热效应指数、热贡献指数、冷贡献指数,定量研究城镇用地扩张对城市热环境的影响.

为定量研究近十多年来北京市城市化进程的水平及其对城市增温效应的影响,本文对 DMSP/OLS 夜间灯光数据进行去饱和处理,在原有利用 VANUI 指数提取城镇基础上,使用相对较高分辨率的 NDVI 影像与 NTL 数据重采样提高了图像的空间分辨率,获得更高精度城镇建设用地的提取信息. 结合 MODIS 反演的地表温度月合成数据,考察北京市城市扩张对城市增温效应的贡献.

1 研究区与数据源

1.1 研究区概况

北京市地处华北平原西北边缘,位于东经 115°25′~117°30′,北纬 39°26′~41°00′,是中国改革开放以来经济发展最为迅速的地区之一. 北京市共辖 14 个市辖区、2 个县. 北京市总面积 16 807.8 km^2,至 2012 年城镇建设用地面积为 1 445 km^2,常住人口数达 2 069 万. 改革开放以来,中国经济高速发展,作为政治、文化、经济中心的首都北京,城市化进程也不断加快. 2000—2012 年十余年间北京市城镇建设用地面积稳步增加(表 1),城市化进展持续提升,处于加速发展阶段.

1.2 数据来源

DMSP/OLS 夜间灯光数据为大尺度研究城市化进程提供了一种新的遥感技术手段. 本文所选用的夜间灯光数据由美国国家地理数据中心(http://www.ngdc.noaa.gov/dmsp/downloadV4composites.html) 获取,该网站提供的年际合成数据包括平均观察值,稳定灯光值以及能观察的无云次数三部分. 其中稳定灯光数据产品包含了城市、城镇及其他可燃性气体等具有稳定灯光的地点,而去除了火灾等短暂性事件. 有效 DN(Digital number) 值范围是 1~63 的整数,空间分辨率为 1 km. 选定 2000—2012 年北京地区稳定灯光数据,利用每年 7 月 MODIS 250 m 分辨率植被指数 16 天合成产品(MYD13_Q1) 对夜间灯光数据进行去饱和校正. MODIS 数据 NDVI 产品来自两个传感器数据 Aqua 和 Terra,两个传感器数据的开始记录时间相差一周左右,因此每月有 4 期16 天合成产品. 借助从中国城市统计年鉴获取的北京市城镇建设用地面积统计数据确定灯光数据提取城镇建设用地的阈值,利用 Landsat 5 TM 数据对其城镇 f 提取结果进行空间上精度评价.

表 1 2000—2012 年北京市城镇建设用地面积统计年鉴数据

年份	城镇建设用地面积/km^2
2000	490.11
2001	780.00
2002	1 043.50
2003	1 180.00
2004	1 182.30
2005	1 200.00
2006	1 254.23
2007	1 289.32
2008	1 310.94
2009	1 349.83
2010	1 386.00
2011	1 426.00
2012	1 445.00

由于一年之中夏季的城市增温效应最为显著[10],因此选取北京地区 2000—2012 年每年 7 月份的 MODIS 八天合成地表温度产品(MOD11_A2) 中的地表温度产品,以估算区域热环境状况及城市增温效应对区域气候平均态的影响. MODIS 地表温度产品是搭载在 EOS AM 和 PM 平台上的在轨产品,精度达到 1 K,提供 1 km 空间分辨率全球范围的白天和夜间两次反演数据,本文选取温度相对较高的白天地表温度数据作为研究对象. 选取中国气象科学数据共享服务网获取国际空间交换站北京市北京站站点(39°48′N, 116°28′E, 海拔 31.3 m) 同

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

期逐年 7 月份地表温度日值资料,用于检验 MODIS 地表温度产品数据合成结果的准确度.

2　研究方法

2.1　利用去饱和 DMSP/OLS 夜间灯光数据提取城镇用地信息

基于城市地表与植被呈现显著负相关的事实,Zhang 等[9] 提出了植被调节夜间灯光城市指数 VANUI. 在大多数工业化国家或新兴经济体中,城市化进程引起了地表类型变化,尤其是农业用地与植被的减少以及未开放用地转变为建筑用地,城市中心往往是建筑物最密集、植被最稀疏的区域. 在 VANUI 方法中,选择 MODIS NDVI 产品作为衡量植被健康程度与质量的标准,用以降低夜间灯光数据的饱和程度. VANUI 指数定义为:

$$VANUI = (1 - NDVI) \times NTL/63 \quad (1)$$

式中,NDVI 从 MODIS 产品获得. 由于 MODIS NDVI 影像中负值往往代表水体与冰川,因此被限制在 0 ~1 之间. 式中(1 - NDVI)这步运算将没有植被的地区,即城市核心区赋予较大权重,对城市边缘区域赋予相对较小的权重,提高了数据值的区分水平. NTL (Nighttime Light) 数据的有效范围为 0 ~63 的整数,为与 NDVI 数值相匹配将夜间灯光数据除以 63,将 NTL 标准化至 [0,1] 范围内,因此 VANUI 的取值范围同样是 [0,1]. VANUI = 1,表明像元属于植被稀少的城市核心区; VANUI = 0,表明像元属于夜间灯光值为 0 的植被密布区. VANUI 指数有效降低了灯光饱和效应,提高了区域内尤其是城市内部夜间灯光强度变化水平,与生态特征与城市特征相呼应,为城市化区域建立了一个更具活力的光谱指数.

本文选取 7 月植物生长季的 MODIS 250 m 分辨率植被指数 16 天合成产品,对源自 Aqua 以及 Terra 两架传感器的每年 4 期数据求取平均值. 将夜间灯光数据重采样为 250 m 分辨率,与 NDVI 平均值结果按照式(1)进行计算,求取 VANUI. 通过使用相对较高分辨率的 NDVI 影像与 NTL 数据重采样求取的植被调节夜间灯光城市指数不仅提高了数据像元值的区分度,还提高了图像的分辨率,有助于提高城镇建设用地的提取精度.

借助统计数据利用得到的 VANUI 指数影像提取城镇建设用地信息的基本思路[11] 是采用二分法思想,依据中国城市统计年鉴的城镇建设用地面积,设定 VANUI 阈值,提取研究区的城镇建设用地空间格局特征和面积总量信息.

2.2　城市增温效应评价指标的构建

为定量分析北京市城市增温效应及其变化趋势,在利用 VANUI 提取城镇用地的基础上,引入城市热环境评价指标: 相对热效应指数及热贡献指数.

由于遥感数据成像时的大气状况、初始地表温度、辐射总量、下垫面类型等因素存在差异,不同时相地表温度的最小值、最大值、平均值等存在较大差异. 为在同一水平上进行比较,引入气象要素的标准化处理方法[12]. 标准化地表温度(standard land surface temperature,简称 SLST) 向量记为 $T_s = (T_{s1}, T_{s2}, \cdots, T_{sn})$,则:

$$T_{si} = \frac{T_i - \overline{T}}{\mathrm{STD}}, \quad (2)$$

式中: n 为像元个数; T_{si} 为第 i 个像元的 SLST 值,$i = 0, 1, 2, \cdots, n$; T_i 为第 i 个像元的 LST 值; $\overline{T}$ 为 n 个像元的 LST 的平均值; STD 为 n 个像元的 LST 的标准差. 值得注意的是,区域 SLST 的平均值为 0,即 $\overline{T_s} = 0$.

城镇用地的平均 SLST ($\overline{T_{su}}$) 与区域的平均 SLST ($\overline{T_s}$) 之差,即为城镇用地的相对热效应指数 δ,即:

$$\delta = \overline{T_{su}} - \overline{T_s} = \overline{T_{su}}, \quad (3)$$

热贡献指数计算公式如下:

$$H = \frac{\sum_{i=1}^{m_+} (T_{suj} - \overline{T_s})}{\sum_{i=1}^{n_+} T_{si}} \times 100\% = \frac{\sum_{i=1}^{m_+} T_{suj}}{\sum_{i=1}^{n_+} T_{si}} \times 100\%, \quad (4)$$

式中: H 为热贡献指数; m_+ 为城镇用地中高于区域平均温度的像元数; T_{suj} 为城镇用地中高于区域平均温度的第 j 个像元 SLST 值,$j = 1, 2, \cdots, m_+$; n_+ 为研究区域内高于平均温度的像元总数,T_{si} 为区域内高于平均温度的第 i 个像元的 SLST 值,$i = 1, 2, \cdots, n_+$. 从上述公式可知,热贡献指数 H 表示,城镇用地中高于区域平均温度的像元 SLST 之和占高于区域平均温度的总像元 SLST 之和的百分比,可用于评价城镇用地的高温像元对区域温度的影响程度.

本文在提取北京市城镇用地范围的基础上研究城市扩张对城市热环境的影响,通过计算城镇范围对于城乡整体的相对热效应以及城镇对城乡全区的热贡献水平描述城镇对城乡全区地表温度的差异程

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

度与贡献水平.

3 结果与分析

3.1 基于去饱和 DMSP/OLS 夜间灯光数据的城市扩张分析

本文根据从中国城市统计年鉴获取的北京市历年城镇建设用地面积与耕地面积,用统计方法确定北京市城镇用地的 VANUI 阈值(表 2),逐年提取城镇建设用地范围,将利用 VANUI 提取城镇范围的结果与仅利用夜间灯光数据运用阈值法提取城市范围的结果进行对比. 结果表明,受到灯光饱和现象的影响,随着城市化进程的加快,直接利用 NTL 数据应用二分法提取的城镇面积的相对误差明显上升. 从 2006 年开始,相对误差一直居高不下,已经无法有效提取城镇建设用地信息. 而利用 VANUI 提取的城镇建设用地范围相对误差一直保持在很低的水平,最大误差出现在 2000 年,为 -1.159%.

表 2 北京市城镇信息及基于 NTL 数据与基于 VANUI 的城镇范围提取结果对比

年份	灯光指数		VANUI	
	阈值	相对误差/%	阈值	相对误差/%
2000	62	3.5	0.607 8	-1.159
2001	62	-3.5	0.513 3	-0.172
2002	62	13.4	0.455 6	0.021
2003	60	-9.9	0.455 6	-0.345
2004	62	13.2	0.423 5	-0.716
2005	63	3.3	0.447 7	-0.942
2006	63	20.0	0.458 8	-0.761
2007	62	15.1	0.436 7	-0.811
2008	63	34.5	0.409 4	-0.045
2009	62	26.4	0.428 3	0.631
2010	63	28.7	0.482 4	-0.669
2011	63	24.6	0.443 1	-0.071
2012	63	29.8	0.454 9	-0.705

利用去饱和 DMSP/OLS 夜间灯光数据提取城镇用地信息,从数量上与统计年鉴中城镇建设用地面积吻合度很高,为了验证其空间上的准确性,利用 2000、2002、2012 年的 Landsat 5 影像通过目视解译方法提取的城镇用地结果作为城镇用地实际范围对利用去饱和夜间灯光数据提取的城市范围进行了精度验证. 选取 5 000 个随机点利用混淆矩阵进行精度验证,检验结果在表 3 中展示,各个类别的各项分类指标都达到 0.8 以上,表明利用 VANUI 提取各发展阶段的城镇范围效果均较好.

表 3 基于 Landsat 提取城镇建设用地精度评价

年份	总体精度/%	Kappa 系数
2000	87.582 9	0.813 8
2002	88.126 5	0.822 0
2012	88.449 3	0.826 6

比较历年城镇建设用地范围,可明确地表现城镇用地面积的空间扩张过程. 十三年中,北京市城市建设用地面积持续增长,2000—2003 年增长速度相对较快,平均增长速度达到 230 km^2/a; 2004—2012 年城市扩张速度明显减慢,平均增长速度仅为 30 km^2/a. 基于城市扩张速度的变化特征,选取 2000、2002 年以及 2012 年这三个城市面积变化比较分明的年份表现 13 年中城镇建设用地面积的变化以及扩张模式. 如图 1 所示,北京市近十多年来城市建设用地以原有核心功能区为基础逐渐向四周扩张,表现出以主城区为中心的外延式发展. 较大范围的城镇建设用地扩张出现在与核心功能区相邻的海淀区、丰台区、昌平区、顺义区、通州区、大兴区. 周边区县的建设用地也在各自原有城镇建设用地基础上呈现向四周的外延式扩张.

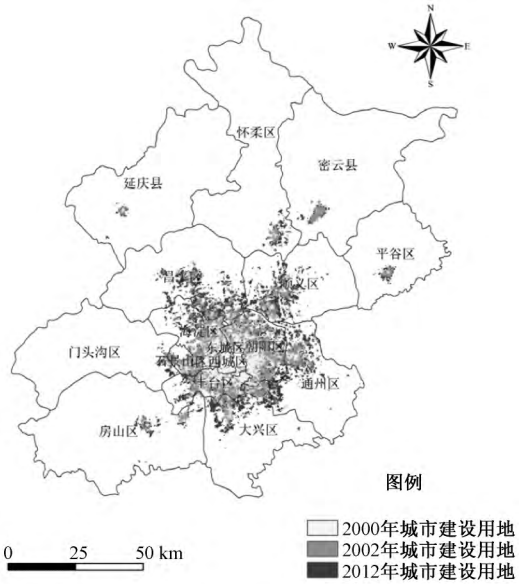


图 1 利用去饱和夜间灯光数据提取北京市城市建设用地扩张图(选取 2000、2002、2012 年)

3.2 城市建设用地扩张对城市增温效应的影响

3.2.1 北京市城市增温效应时间序列分析

为减少随机噪声,提高数据精度,对每年 7 月份的 4 幅 MODIS 八天合成地表温度产品采用最大值合成法(maximum value composite,MVC)进行合成,在一定程度上减少云、大气、太阳高度角和传感器等带来的影响[5]. 经过最大值合成法排除了有云天气

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

成像带来的干扰,得到逐年 7 月地表温度数据. 合成结果显示,北京市城乡温度差别明显,UHI 始终显著存在. 由合成图像计算得到区域平均地表温度,并将由气象数据获得的 0 cm 地表温度日值数据求平均值对 MODIS 合成结果进行检验,二者相对吻合,LST 产品计算结果与气象观测数据相差不超过 1.8 ℃,效果较好.

利用同时相的 SLST 栅格数据与城镇与农村用地提取结果进行叠加分析,可计算得到城镇用地相对于城乡全区的相对热效应指数以及热贡献指数(表 4). 2000—2012 年城镇相对热效应整体呈现下降趋势,2000 年城镇建设已具备一定规模,城镇中心区与周围的郊区温度之差较大,城市相对热效应指数较高,至 2001 年达到最高; 而后表现出下降趋势是由于随着城市化进程的推进,城镇用地温度逐渐主导了全区温度水平,城镇用地温度与区域平均温度之差明显减小.

表 4　北京市 2000—2012 年相对热效应及热贡献指数

年份	相对热效应/℃	热贡献指数/%
2000	0.900	28.54
2001	1.011	34.45
2002	0.705	56.58
2003	0.833	60.29
2004	0.808	69.31
2005	0.761	72.80
2006	0.639	68.92
2007	0.559	66.48
2008	0.806	72.01
2009	0.579	73.30
2010	0.547	65.88
2011	0.518	68.38

而热贡献指数从 2000—2005 年由 28.54% 快速增长到 72.8% 后一直保持在 65% 以上,在整体上呈现上升趋势. 这表明城镇用地的温度对于城乡全区的影响程度表现出上升趋势,并在城镇面积达到一定水平后保持在较高的水平上.

3.2.2　城市扩张对城市增温效应的影响

城镇扩张体现在城市用地面积增加,根据统计数据将城镇面积分别与城市热环境评价指标进行线性相关分析,可以反映出城市扩张对城市热环境的影响. 分析结果(图 2、图 3)显示城市热贡献指数与城镇建设用地面积呈正相关关系,相关系数达到 0.925,属于高度相关; 而城市相对热效应则与城镇建设用地面积呈现负相关关系,相关系数为 -0.787,属于显著相关. 这表明城镇面积的增加显著促进了城市增温效应; 与此同时,在热岛现象始终显著的前提下,城市面积的增加促使城镇用地温度对城乡全区温度的主导作用逐渐增强,城镇用地温度与区域平均温度之差明显减小.

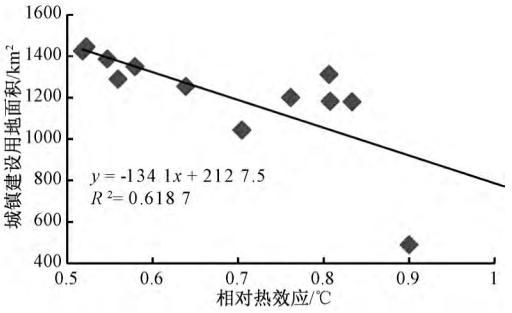


图 2　2000—2012 年城市相对热效应与城镇建设用地面积的线性相关关系

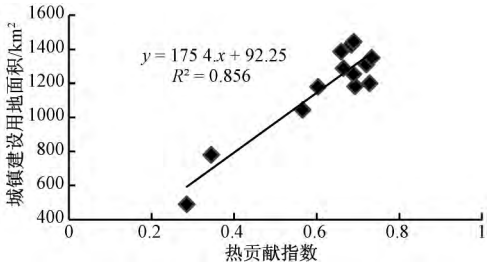


图 3　2000—2012 年城市相对热效应与城镇建设用地面积的线性相关关系

4　结论与展望

本文引入植被调节夜间灯光城市指数对 DMSP/OLS 夜间灯光数据进行去饱和处理,利用去饱和夜间灯光数据与土地结合统计数据提取出 2000—2012 年北京市城市范围. 结合气象站常规观测资料以及 MODIS 反演的地表温度月合成数据,引入相对热效应指数与热贡献指数等概念定量考察了北京市城市扩张对城市增温效应的贡献,得出以下结论:

(1) 利用去饱和 DMSP/OLS 夜间灯光数据提取北京城镇用地信息,相对误差绝对值从原来的 3.5% ~29.8% 提高到 0.021% ~1.159%,解决了直接用夜间灯光强度提取快速发展中的城镇范围精度过低的问题.

(2) 2000—2012 年北京市城市建设用地面积持续增长,2000—2003 年增长速度相对较快,平均增长速度达到 230 km^2/a; 2004—2012 年城市扩张速度明显减慢,平均增长速度仅为 30 km^2/a. 北京市近十多年来城市建设用地以原有核心功能区为基础逐渐向四周扩张,表现出以主城区为中心的外延

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

式发展. 较大范围的城镇建设用地扩张出现在与核心功能区相邻的海淀区、丰台区、昌平区、顺义区、通州区、大兴区.

(3) 在城市热贡献指数明显增高的基础上城市相对热效应表现出下降趋势,这是由于随着城市化进程的推进,城镇用地温度逐渐主导了全区温度水平,城镇用地温度与区域平均温度之差明显减小. 城市热贡献指数与城镇建设用地面积呈高度正相关关系,而城市相对热效应则与城镇建设用地面积呈现显著负相关关系,表明城镇面积的增加显著促进了城市增温效应; 与此同时,在热岛现象始终显著的前提下,城市面积的增加促使城镇用地温度对城乡全区温度的主导作用逐渐增强.

然而城市化发展还体现在城市内部产业结构的改变、人口组成的变化等诸多方面,在城市化作用影响下的城市热环境还存在季节性变化与昼夜差异,城市化进程对区域地表热环境的影响还有待更加全面深入的研究.

参 考 文 献

[1] 张春桂,潘卫华,季青. 基于 MODIS 数据的城市热岛动态监测及时空变化分析[J]. 热带气象学报,2011,27(3):396 - 402.

[2] 杨眉,王世新,周艺,等. DMSP/OLS 夜间灯光数据应用研究综述[J]. 遥感技术与应用,2011,26(1):45 - 51.

[3] Elvidge C D,Cinzano P,Pettit D R,et al. The Nightsat mission concept[J]. Int J Remote Sens,2007,28(12):2645 - 2670.

[4] Pozzi F,Small C. Analysis of urban land cover and population density in the United States[J]. Photogramm Eng Remote Sens,2005,71(6):719 - 726.

[5] Lu D,Tian H,Zhou G,et al. Regional mapping of human settlements in southeastern China with multisensor remotely sensed data[J]. Remote Sens Environ,2008,112(9):3668 - 3679.

[6] Zhang Q, Schaaf C, Seto K C. The vegetation adjusted NTL urban index: A new approach to reduce saturation and increase variation in nighttime luminosity[J]. Remote Sens Environ,2013,129:32 - 41.

[7] Gallo K P, McNab A L, Karl T R, et al. The use of NOAA AVHRR data for assessment of the urban heat island effect[J]. Journal of Applied Meteorology, 1993,32(5):899 - 908.

[8] 谢志清,杜银,曾燕,等. 长江三角洲城市带扩展对区域温度变化的影响[J]. 地理学报,2007,62(7):717 - 727.

[9] 邓玉娇,匡耀求,单海滨,等. 城镇用地扩张对城市热环境的影响[J]. 生态学杂志,2009,28(11):2347 - 2352.

[10] 李新芝,王萍,陈庆运. MODIS 数据北京城区热岛监测分析[J]. 测绘科学,2010,35(4):100 - 102.

[11] 何春阳,史培军,李景刚,等. 基于 DMSP/OLS 夜间灯光数据和统计数据的中国大陆 20 世纪 90 年代城市化空间过程重建研究[J]. 科学通报,2006,51(7):856 - 861.

[12] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法[M]. 北京: 气象出版社,2004.

Study on Urban Expansion and Its Influence on Urban Warming Effect in Beijing

Qu Yiting Meng Dan Li Xiaojuan

(Base of the State Key Laboratory of Urban Environmental Processes and Digital Modeling, Key Laboratory of Resource, Environment and GIS in Beijing, Key Laboratory of 3D Information Acquisition and Application, Ministry of Education, College of Resource Environment and Tourism, Capital Normal University, Beijing 100048)

Abstract

Although the economic and social benefits have been obtained from urbanisation, these also have produced a series of eco-environment problems, such as the urban heat island effect. Beijing, the capital of China, has experienced dramatic urban expansion which has influenced the thermal environment greatly for nearly two decades. The research aims to quantitatively study the scale of urban expansion and the influence on urban heating effect, the

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

DMSP/OLS Night Time Light (NTL) data between 2000 and 2012 are de-saturated and applied for dynamic monitoring the urban expansion of Beijing. The contribution of urban expansion to urban heating effect is quantitatively investigated in combination with the monthly land surface temperature (LST) data of MODIS. It turns out that the extraction will be extracted more accurately with the de-saturated NTL data. In 2000 – 2012, the urban area in Beijing experienced a sustaining growth, the growth rate in 2000 – 2003 was considerably speedier than that in 2004 – 2012. The expanding pattern saw denotative extensions both in the center and the periphery. With the advancement of urbanization, the temperature of urban gradually played a more and more important role in the temperature of both town and country, leading to a decreasing trend in the difference between the urban LST mean and the average LST of the whole area.

Key words: urban expansion, heating effect, DMSP/OLS, desaturation.

作者简介　**屈益挺**(1988 –),**女,回族,河南省郑州市,硕士研究生,主要从事环境遥感研究**. E-mail: qvyiting88@ sina. com

通讯作者　**孟丹**(1980 –),**女,黑龙江省牡丹江市,副教授,现从事景观生态与环境遥感应用研究**. E-mail: mengd811@ gmail. com.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net