

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

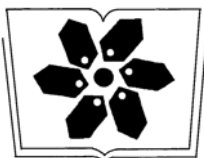
Acta Ecologica Sinica



第 33 卷 第 20 期 Vol.33 No.20 **2013**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 20 期 2013 年 10 月 (半月刊)

目 次

前沿理论与学科综述

- 中小尺度下西北太平洋柔鱼资源丰度的空间变异..... 杨铭霞,陈新军,冯永玖,等 (6427)
- 水分和温度对若尔盖湿地和草甸土壤碳矿化的影响..... 王 丹,吕瑜良,徐 丽,等 (6436)
- 荒漠啮齿动物群落对开垦干扰的响应及其种群生态对策..... 袁 帅,付和平,武晓东,等 (6444)
- 转 Bt 基因棉花对烟粉虱天敌昆虫龟纹瓢虫的影响 周福才,顾爱祥,杨益众,等 (6455)
- 微地形改造的生态环境效应研究进展..... 卫 伟,余 韵,贾福岩,等 (6462)

个体与基础生态

- 丹顶鹤春迁期觅食栖息地多尺度选择——以双台河口保护区为例..... 吴庆明,邹红菲,金洪阳,等 (6470)
- 新疆石河子南山地区表土花粉研究..... 张 卉,张 芸,杨振京,等 (6478)
- 鄱阳湖湿地两种优势植物叶片 C、N、P 动态特征 郑艳明,尧 波,吴 琴,等 (6488)
- 基于高分辨率遥感影像的森林地上生物量估算..... 黄金龙,居为民,郑 光,等 (6497)
- 异质性光照下匍匐茎草本狗牙根克隆整合的耗益..... 陶应时,洪胜春,廖咏梅,等 (6509)
- 湘潭锰矿废弃地栎树人工林微量元素生物循环..... 罗赵慧,田大伦,田红灯,等 (6517)
- 接种彩色豆马勃对模拟酸沉降下马尾松幼苗生物量的影响 陈 展,王 琳,尚 鹤 (6526)
- 生物炭对不同土壤化学性质、小麦和糜子产量的影响 陈心想,何绪生,耿增超,等 (6534)
- 延河流域植物功能性状变异来源分析 张 莉,温仲明,苗连朋 (6543)
- 榆紫叶甲赤眼蜂基础生物学特性及其实验种群生命表..... 王秀梅,臧连生,林宝庆,等 (6553)
- 几种生态因子对拟目乌贼胚胎发育的影响 彭瑞冰,蒋霞敏,于曙光,等 (6560)

种群、群落和生态系统

- 海南铜鼓岭灌木林稀疏规律..... 周 威,龙 成,杨小波,等 (6569)
- 青海三江源区果洛藏族自治州草地退化成因分析..... 赵志平,吴晓蕾,李 果,等 (6577)
- 模拟氮沉降对华西雨屏区苦竹林凋落物基质质量的影响..... 肖银龙,涂利华,胡庭兴,等 (6587)
- 基于光合色素的钦州湾平水期浮游植物群落结构研究 蓝文陆,黎明民,李天深 (6595)
- 基于功能性状的常绿阔叶植物防火性能评价..... 李修鹏,杨晓东,余树全,等 (6604)
- 北京西山地区大山雀与其它鸟类种群间联结分析..... 董大颖,范宗骥,李扎西姐,等 (6614)
- 被动式电子标签用于花鼠种群动态研究的可行性 杨 慧,马建章,戎 可 (6634)

景观、区域和全球生态

- 华北冬小麦降水亏缺变化特征及气候影响因素分析..... 刘 勤,梅旭荣,严昌荣,等 (6643)
- 基于 FAHP-TOPSIS 法的我国省域低碳发展水平评价 胡林林,贾俊松,毛端谦,等 (6652)
- 河漫滩湿地生态阈值——以二卡自然保护区为例..... 胡春明,刘 平,张利田,等 (6662)
- 应用 Le Bissonnais 法研究黄土丘陵区植被类型对土壤团聚体稳定性的影响 刘 雷,安韶山,黄华伟 (6670)
- 不同人为干扰下纳帕海湖滨湿地植被及土壤退化特征..... 唐明艳,杨永兴 (6681)

资源与产业生态

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市化的响应 李晓萌,孙永华,孟 丹,等 (6694)

三峡库区小江库湾鱼类食物网的稳定 C、N 同位素分析 李 斌,徐丹丹,王志坚,等 (6704)

研究简报

北京奥林匹克森林公园绿地碳交换动态及其环境控制因子..... 陈文婧,李春义,何桂梅,等 (6712)

植被恢复对洪雅县近 15 年景观格局的影响 王 鹏,李贤伟,赵安玖,等 (6721)

高盐下条斑紫菜光合特性和 S-腺苷甲硫氨酸合成酶基因表达的变化 ... 周向红,易乐飞,徐军田,等 (6730)

学术信息与动态

生态系统服务研究进展——2013 年第 11 届国际生态学大会 (INTECOL Congress) 会议述评 房学宁,赵文武 (6736)

生态系统服务评估——2013 年第 6 届生态系统服务伙伴国际学术年会述评 巩 杰,岳天祥 (6741)

回顾过去,引领未来——2013 年第 5 届国际生态恢复学会大会 (SER 2013) 简介..... 彭少麟,陈宝明,周 婷 (6744)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 320 * zh * P * ¥ 90.00 * 1510 * 33 * 2013-10



封面图说: 荒漠旱獭——旱獭属啮齿目、松鼠科、旱獭属,是松鼠科中体型最大的一种。旱獭多栖息于平原、山地和荒漠草原地带,集群穴居,挖掘能力甚强,洞道深而复杂,多挖在岩石坡和沟谷灌丛下,从洞中推出的大量沙石堆在洞口附近,形成旱獭丘。荒漠啮齿动物是荒漠生态系统的重要成分,农业开垦对功能相对脆弱的荒漠生态系统的干扰极大,往往导致栖息地破碎化,对动植物种产生强烈影响,啮齿动物受到开垦干扰后对环境的响应及其群落的生态对策,是荒漠生态系统生物多样性及其功能维持稳定的重要基础。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@ 163.com

DOI: 10.5846/stxb201301260165

李晓萌, 孙永华, 孟丹, 余洁, 李小娟. 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市化的响应. 生态学报, 2013, 33(20): 6694-6703.
Li X M, Sun Y H, Meng D, Yu J, Li X J. Changes of land surface temperature and its response to urbanization under the extreme high-temperature background in recent ten years of Beijing. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(20): 6694-6703.

近 10 年北京极端高温天气条件下的地表温度变化 及其对城市化的响应

李晓萌, 孙永华, 孟 丹, 余 洁, 李小娟*

(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, 首都师范大学资源环境与旅游学院, 北京 100048)

摘要:以北京市为研究区, 利用 2000 年和 2010 年极端高温发生时 MODIS 卫星的地表温度(LST)产品数据, 结合 DMSP/OLS 夜间灯光数据, 应用差值、等温线、剖面分析等方法, 分析了北京市近 10 年来极端高温发生时地表温度的时空变化特征及其对城市化的响应。研究表明: (1) 近 10 年来, 极端高温时的地表温度升高, 高温区范围增加, 城市功能拓展区与发展新区的高温区增加面积大于首都功能核心区与生态涵养区; (2) 北京市城市化发展迅速, 城市扩张对极端高温条件下的地表温度时空分布与变化趋势起着主导作用。

关键词:北京市; 极端高温; 城市化; 夜间灯光数据

Changes of land surface temperature and its response to urbanization under the extreme high-temperature background in recent ten years of Beijing

LI Xiaomeng, SUN Yonghua, MENG Dan, YU Jie, LI Xiaojuan*

State Key Laboratory Incubation Base of Urban Environmental Processes and Digital Simulation, Beijing Key Laboratory of Resource Environment and Geographic Information System, Key Laboratory of 3-Dimensional Information Acquisition and Application, Ministry of Education, College of Resources Environment and Tourism, Capital Normal University, Beijing 100048, China

Abstract: The study of the urban thermal environment and thermal effect is one of the most important topics in city climate and environment research. Because of global climate change and urbanization, extreme high-temperature events have occurred frequently in recent years and have greatly impacted the daily lives and social activities of people. Therefore, it is necessary to analyze the spatiotemporal change of land surface temperature (LST) and the response of urbanization to the urban thermal environment. The aforementioned type of study is significant for improving the city thermal environment, and reducing the frequency of extreme high-temperature events.

This work has the metropolitan city of Beijing as its study area. As a major city in the world, Beijing has been facing many environmental problems, for example, atmospheric pollution, water pollution, meteorological disasters, and others. Extreme high-temperature events are one of the most common meteorological disasters in the city. In the present study, we integrated theories of remote-sensing quantitative inversion methods, GIS spatial analysis methods, and geostatistics technology in our research on thermal environment issues. We analyzed the response of urbanization to the urban thermal environment of Beijing. First, the MODIS LST data for extreme high-temperature events in 2000 and 2010 were used to analyze the distribution and evolution of surface temperature in the city. Variability and isothermal variation analyses were

基金项目: 973 计划前期研究专项课题: 城市典型区域不均匀沉降信息获取与机理研究 (2012CB723403)

收稿日期: 2013-01-26; 修订日期: 2013-07-09

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xiaojuanli@vip.sina.com

used to study the distribution of thermal environment. In addition, Defense Meteorological Satellite System (DMSP) Operational Linescan System (OLS) data from 2000 and 2010 were selected to analyze the expansion of urban area in Beijing from 2000 to 2010, using profile analysis and grid calculation. Finally, the response of LST to urbanization was investigated, based on qualitative and quantitative analysis using a combination of the LST and DMSP/OLS data.

Two main conclusions were drawn, as follows: (1) The LST at the time of extreme high-temperature events increased significantly during 2000—2010. The magnitude of LST increase varied spatially, with that of the city function expansion and city development zones greater than that of the capital function core and ecological conservation development zones; (2) expansion of the Beijing urban area was obvious over the last decade, with the Forbidden City as the center. The spatial distribution of the surface temperature increase was very consistent with the city development space. The average night light index increased, as did the average change of surface temperature. From the present study, we draw the conclusion that the urbanization had a great impact on the LST distribution, which increased with development of the city. This work can provide useful information for urban planning and urban living environment improvements.

There are some inadequacies that require further study. First, we only selected LST data during daytime. Nighttime LST data should be considered in the future. Second, the distribution of LST was influenced not only by the urbanization, but by natural causes. An analysis relating the urban thermal environment and natural causes would advance understanding of the mechanism of the urban thermal environment. These inadequacies will be resolved in the next step of the study.

Key Words: Beijing; extreme high-temperature; urbanization; night light data

全球气候变化是 21 世纪人类所面临的重要环境问题之一,20 世纪 90 年代以来,全球极端高温事件呈现出强度大、频次高、影响范围广等特点,给社会经济和人民生产生活都造成了严重的负面影响^[1]。国外学者对极端高温的研究比较早^[2-4],我国学者自 20 世纪 90 年代开始对极端高温进行研究,如 Cuiping Zhao 等选择 15 个极端温度指数,分析了海河流域 1960—2009 年极端温度的时空格局^[5]。史军等分析了华东地区夏季极端高温的变化特征、发展趋势及高温成因^[6]。姜德娟等分析了 1961—2008 年山东省极端温度事件的时空特征^[7]。郑祚芳应用 1960—2009 年逐日气象记录,分析了北京地区极端气温的时间变化特征及其对城市化的响应^[8]。

从以上可以看出,国内外学者对于极端高温发生频率和强度的变化规律给予了充分关注,但对极端高温发生时的地表温度分布,尤其是利用遥感手段研究极端高温对城市化的响应还涉及较少。北京市作为国际特大都市,城市快速发展,极端高温已经日益成为一种比较常见的气象灾害。因此,本文以北京市为研究区,利用 2000 年和 2010 年极端高温发生时 MODIS 卫星的地表温度(LST)产品数据,结合 DMSP/OLS 夜间灯光数据,应用差值、等温线、剖面分析等方法,研究北京市近十年来极端高温发生时地表温度的时空变化特征及其对城市发展的响应,对于减缓极端高温、合理进行城市规划等都有着重要的意义。

1 研究区概况

北京市地处华北平原西北边缘,位于北纬 39°26′—41°03′、东经 115°25′—117°30′。本文的研究范围为北京市,包括 14 区 2 县。2005 年,为了促进城市功能优化,北京市划定四大城市功能区域,分别是首都功能核心区(西城区、东城区)、城市功能拓展区(海淀区、朝阳区、丰台区、石景山区)、城市发展新区(昌平区、顺义区、通州区、大兴区、房山区)和生态涵养发展区(怀柔区、门头沟区、平谷区、延庆县、密云县)(图 1)。

我国气象局将极端高温分为 3 级:高温,大于等于 35 ℃;危害性高温,大于等于 38 ℃;强危害性高温,大于等于 40 ℃^[9-10]。北京市 1980—2010 年高温、危害性高温和强危害性高温的日数分别为 249、25、3 d。从图 2 中可以看出,北京市近年来夏季极端高温天气呈增多趋势。

城市地表温度受当日气象条件的影响比较大。分析近十年的北京夏季高温天气,2000 年 6 月 13 日与 2010 年 7 月 6 日,日最高气温分别为 39.1 ℃和 39.2 ℃,其他基本气象条件,如降水量、相对湿度、风速、日照

时数等,也基本相似(表1)。因此,选用这两个极端高温日进行对比分析,在一定程度上可以反映近十年来北京地表温度的时空分布及变化特征。

2 研究方法与技术路线

本文综合利用遥感和地理信息系统技术,对近十年北京极端高温天气条件下的地表温度变化及其对城市化的响应进行分析。首先,对 MOD11A1 地表温度数据、DMSP/OLS 夜间灯光数据和气象站观测资料等数据进行预处理,构建空间数据场。在此基础上,分别提取地表温度场信息以及城市化信息,并通过等温线分析、剖面分析、差值变化分析和栅格计算等方法,分别对地表温度时空演化和城市化进程进行分析。最后,从定性与定量两方面综合分析北京市近十年来城市化进程对极端高温发生时地表温度空间分布特征和时空演变规律的影响。技术路线如图3所示。

2.1 地表温度场信息提取

选取2000年6月13日和2010年7月6日MODIS地表温度产品(数据来源:美国国家航空航天局NASA)提取地表温度信息。利用Envi下的MODIS Conversion Toolkit模块,对MODIS地表温度产品进行处理,通过拼

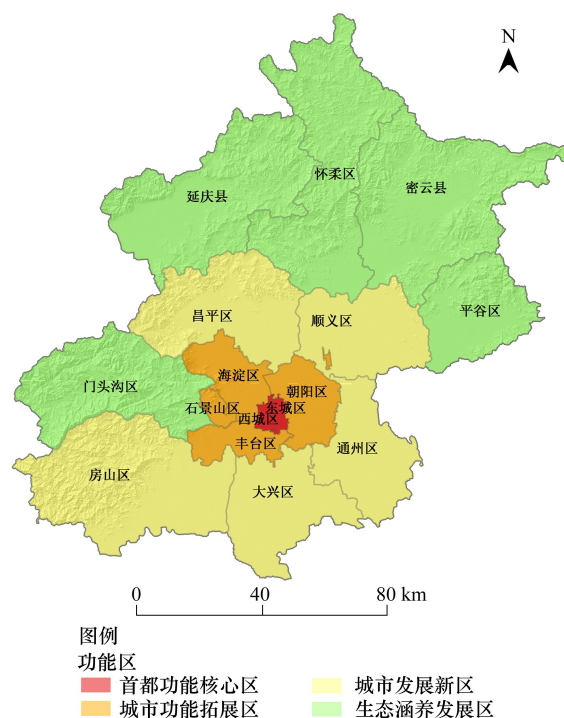


图1 研究区概况图

Fig.1 The image of study area

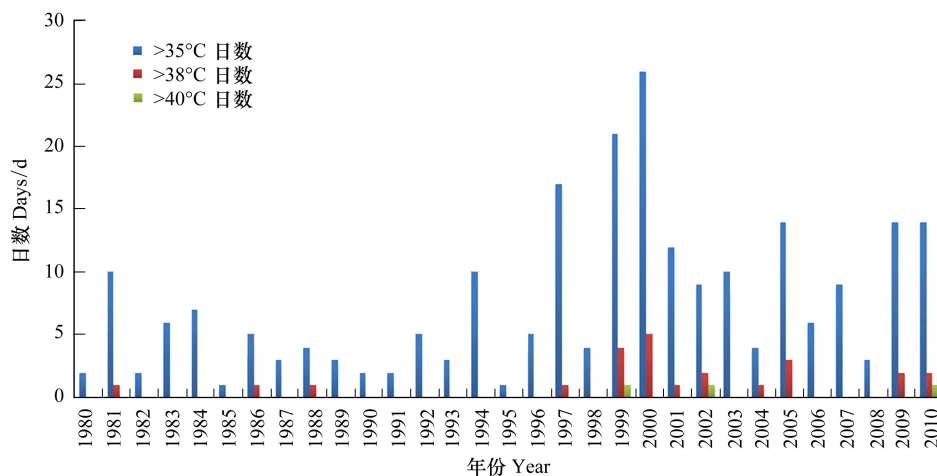


图2 北京市1980—2010年极端高温出现频次

Fig.2 The frequency of extreme high temperature during 1980—2010

接、投影等操作,分别提取极端高温时的地表温度信息,得到地表温度分布图。MOD11A1 陆地表层温度数据空间分辨率为1km,储存格式为HDF,地图投影为正弦投影。

2.2 城市化信息提取

选取2000年与2010年的DMSP/OLS夜间灯光数据(数据来源:美国国家海洋和大气管理局NOAA)来表征城市化信息。夜间灯光数据是确定城市发展水平的指标之一^[11],许多国内外学者应用夜间灯光数据,研究城市建成区范围和城市化发展,利用夜间灯光数据提取的城市格局与利用Landsat TM数据提取的城市格局特征基本一致,可以满足城市化研究的需要^[12-14]。

DMSP/OLS夜间灯光数据的空间分辨率为1km,为了方便计算,将数据都统一转换为横轴墨卡托(UTM)

表 1 2000 年 6 月 13 日与 2010 年 7 月 6 日基本气象情况对比 (数据来源:中国气象科学数据共享服务网)

Table 1 Comparison of basic meteorological conditions in June 13, 2000 and July 6, 2010 (data source: China meteorological data sharing service system)

日期 Date	日最高气温 Daily maximum temperature /℃	降水量 Precipitation /mm	平均相对湿度 Mean relative humidity /%	最小相对湿度 Minimum relative humidity /%	最大风速 Maximum wind speed /(m/s)	最大风速时的风向 Wind direction when maximum wind speed	平均风速 Average wind speed /(m/s)	日照时数 Sunshine hours/h
2000-06-13	39.1	0	28	14	5.2	西南	2.5	13.6
2010-07-06	39.2	0	21	13	5.1	南	2.6	13.1

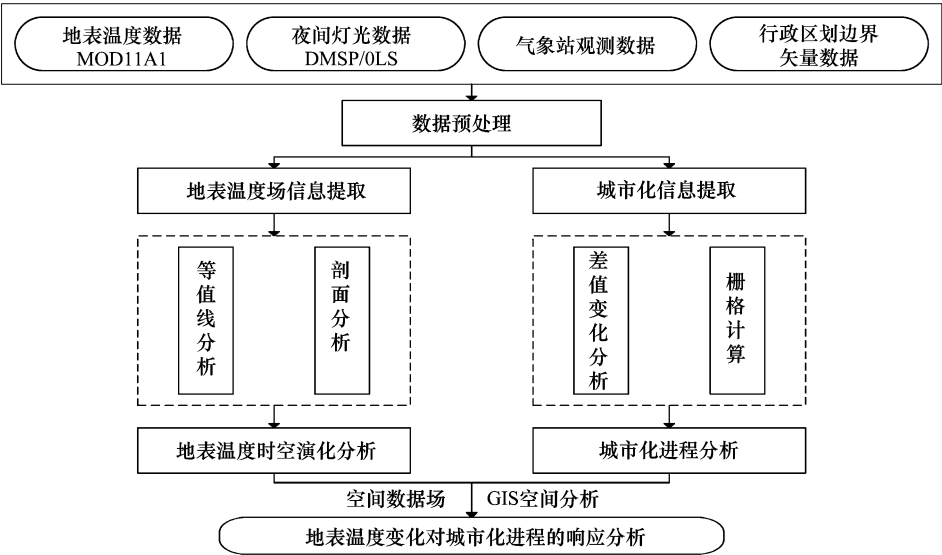


图 3 技术路线图

Fig.3 The technical flow

投影, 椭球体为 WGS84。对 DMSP/OLS 夜间灯光数据进行裁剪、投影等操作, 运用 GIS 空间分析和栅格计算方法, 提取夜间灯光指数, 分别得到 2000 年 2010 年北京市夜间灯光指数分布图。夜间灯光指数范围在 0—63 之间, 数值越大代表城市化水平越高^[15]。

2.3 等温线分析

在地学研究中, 通常要获取能够反映研究对象各方面特征的数据, 等温线就是其中的重要表现方法之一^[16-17]。等温线是图上温度值相同各点的连线, 它可以反映出地理对象的空间分布及其变化特征, 等温线分布越密集, 说明温度变化越大^[18], 本文利用 ArcGIS 的空间分析功能分别对北京市全市和城六区进行等温线分析。

2.4 剖面分析

为了更详细地了解地表温度的空间结构, 对热场进行剖面分析是一种较好的途径^[19-20]。通过对地表温度在某一基线上进行剖面分析, 可以揭示城市热场在某一特定沿线的总体变化趋势和平面特征, 把握城市热场的结构特征。本文选取六环路为基线, 在 ArcGIS 中用 3D Analyst 工具条的 Create Profile Graph 对地表温度进行剖面分析。

3 结果与分析

3.1 地表温度时空分布特征分析

3.1.1 地表温度呈升高趋势

分别对 2000 年 6 月 13 日与 2010 年 7 月 16 日的地表温度进行统计(表 2), 地表温度的最小值由 24.49 ℃

上升到 24.89 ℃,上升了 0.40 ℃,最大值由 51.99 ℃ 上升到 52.95 ℃,上升了 0.96 ℃,平均值由 40.21 ℃ 上升到 40.66 ℃,上升了 0.45 ℃。由此可见,北京市极端高温时地表温度呈现出升高的趋势。

表 2 地表温度值统计

Table 2 Statistics result of the land surface temperature

日期 Date	最小值 Minimum/℃	最大值 Maximum/℃	平均值 Average/℃	标准差 Standard deviation/℃
2000-06-13	24.49	51.99	40.21	4.5987
2010-07-06	24.89	52.95	40.66	4.7324

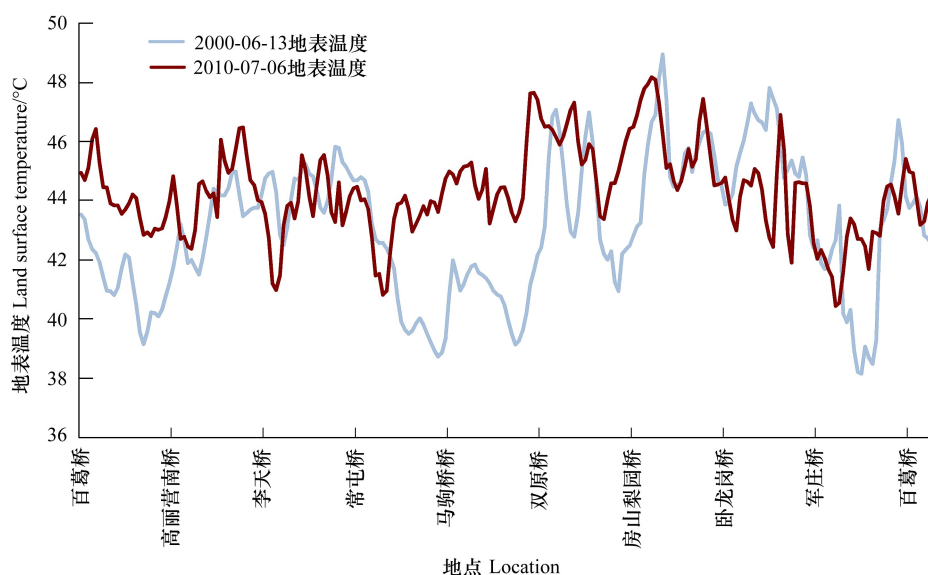


图 4 地表温度剖面分析图

Fig.4 The profile analysis of land surface temperature

城市道路的地表温度也是表征城市热环境的指标之一^[21]。以北京市六环路为例,对地表温度做剖面分析,从图 4 中可以看出 2000 年 6 月 13 日与 2010 年 7 月 6 日的剖面图走向趋势大体一致。2010 年 7 月 6 日较 2000 年 6 月 13 日相比,地表温度的波动性变强,整个六环路地表温度的最低值,2000 年为 38.15 ℃,2010 年为 40.45 ℃,增加了 2.3 ℃。北京六环路始建于 1998 年 12 月,于 2009 年 9 月全线通车,2000 年至 2010 年这十年间正是六环路建设时期,是北京市快速城市化的典型代表工程,由此可见,在城市发展过程中,道路与交通运输对地表升温有着密切的影响。

3.1.2 地表温度空间分布特征

由图 5 的地表温度分布图中可以看出,2010 年与 2000 年的地表温度空间分布格局存在一定相似性,高温集中分布在市中心,并由内向外逐渐降低。其中,市中心由于人口密度大、建筑物密集等原因,成为“热岛”区。西北部由于海拔高、植被密度高等原因,成为“冷岛”区,和实际情况相吻合。

高温区的范围明显增加。2000 年,地表温度高温区主要集中在中心城区以及昌平区中部、房山区东南部、大兴区西南部等地区;2010 年,地表温度高温区的范围扩大,昌平区东南部、顺义区、密云县南部、通州区、大兴区等地都有高温分布,且城市功能拓展区、发展新区的高温区增加面积要大于功能核心区与生态涵养发展区。

分别对 2000 年 6 月 13 日和 2010 年 7 月 6 日北京市和城六区的地表温度做等温线(图 6)。可以看出,2010 年 7 月 6 日较 2000 年 6 月 13 日相比,等温线分布密集,从而反映出地表温度分布的不均衡性进一步增加。对于全市而言,高温中心区 2000 年分布在房山区东南部、昌平区中部,2010 年分布在丰台区的中部;对

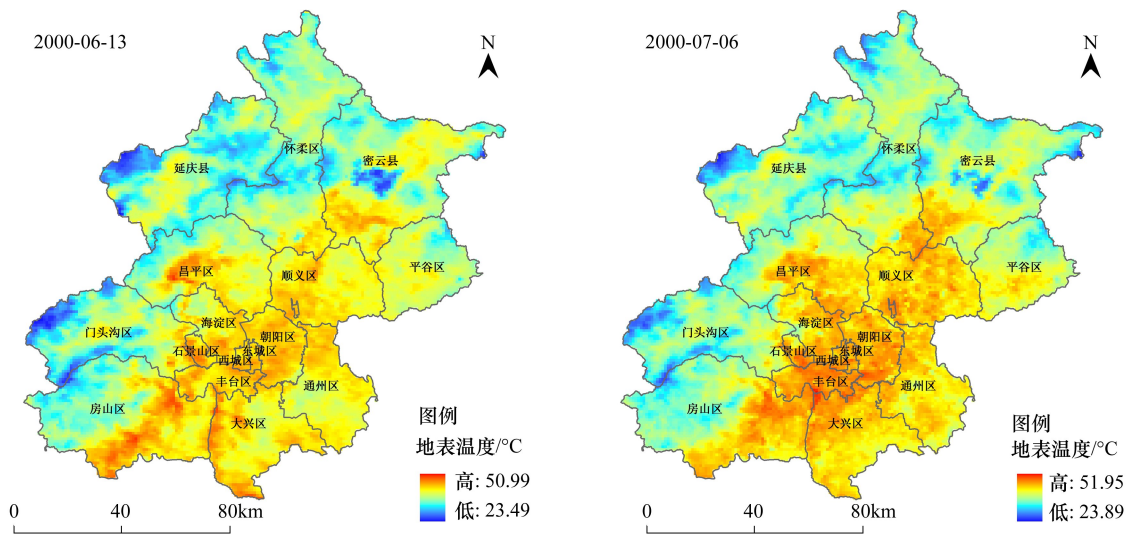


图 5 北京市地表温度分布

Fig.5 The land surface temperature distribution in Beijing

于城六区而言,高温中心区 2000 年分布在石景山区,2010 年分布在丰台区南部和朝阳区南部,这主要是由于这十年间,丰台区和朝阳区大力发展房地产业、工业、商业,外来人口增多等原因造成的。

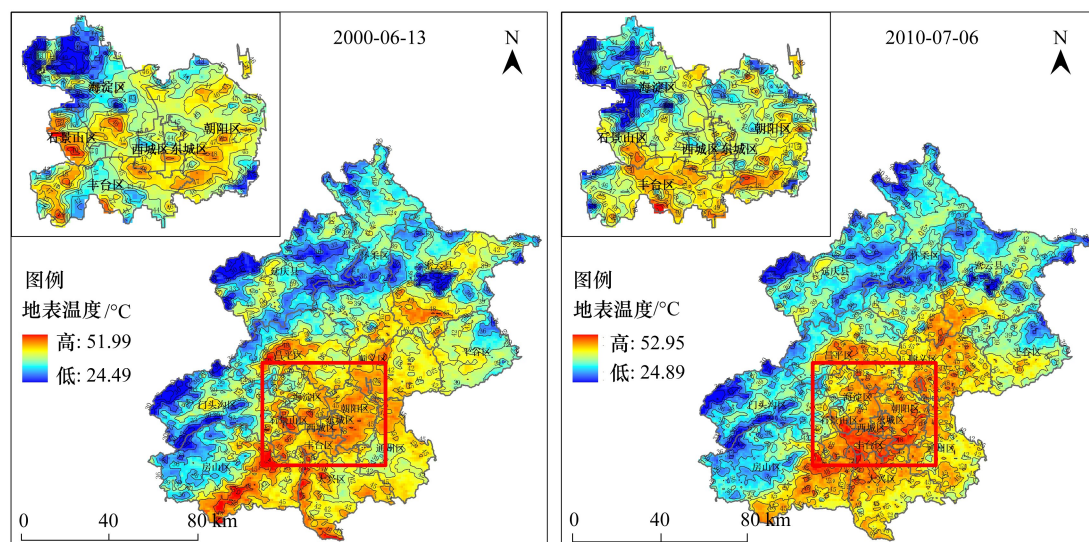


图 6 地表温度等温线图

Fig.6 The isothermal variation of Beijing

3.2 地表温度对城市化进程的响应分析

3.2.1 基于夜间灯光数据的北京城市化分析

本文选取 2000 年与 2010 年 DMSP/OLS 数据中的非辐射定标夜间平均灯光强度数据产品,来表征城市化信息。由图 7 和表 3 可以看出,北京市近年来城市扩张明显,由建成区向四周扩展,城郊的卫星城,如通州、昌平、亦庄、黄村、良乡、顺义等,以及城乡结合部等都表现出了明显的城市化特征;门头沟区、延庆县、怀柔区、密云县等一些远郊区县,变化不大。

3.2.2 地表温度与夜间灯光指数之间的关系分析

将 2010 年 7 月 6 日与 2000 年 6 月 13 日的地表温度进行相减,得到地表温度变化图(图 8),将这 2 日的夜间灯光指数进行相减,得到夜间灯光指数变化图(图 9)。

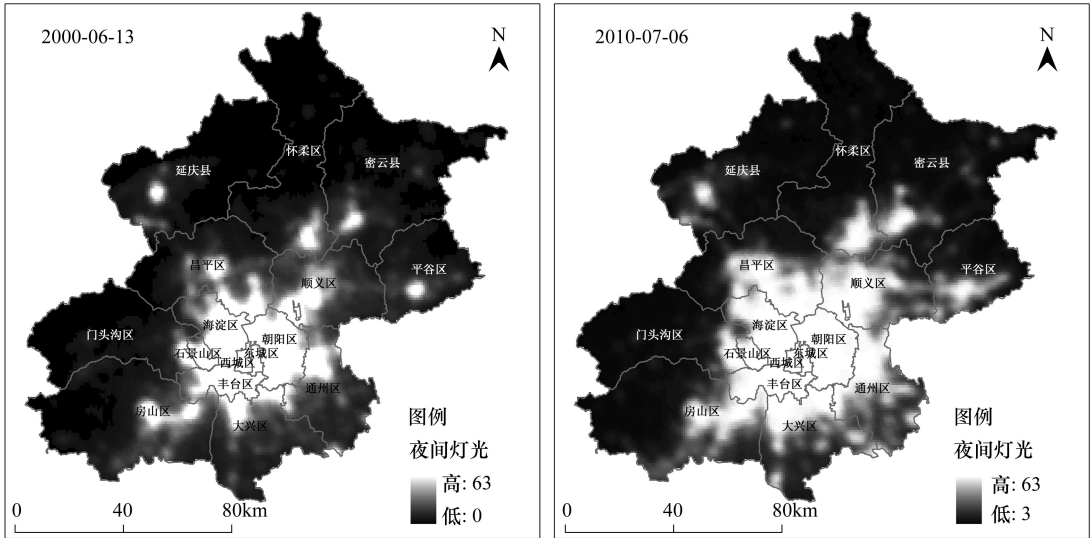


图 7 北京市夜间灯光指数分布图

Fig.7 The night Lighte index number distribution in Beijing

表 3 夜间灯光指数统计

Table 3 Statistics result of the DMSP/OLS nighttime light index				
功能区 Functional area	区县 District	2000 年平均值 Average of 2000	2010 年平均值 Average of 2010	2010 年与 2000 年差值 Difference between 2000 and 2010
首都功能核心区 The capital function core zone	西城区	62.85	63.00	0.15
	东城区	62.91	63.00	0.09
城市功能拓展区 The city function expanding zone	海淀区	46.19	58.54	12.35
	朝阳区	56.89	62.78	5.89
	丰台区	51.33	61.56	10.23
	石景山区	53.26	60.68	7.42
城市发展新区 The city development zone	昌平区	17.58	30.72	13.14
	顺义区	24.23	43.35	19.07
	通州区	23.46	42.61	19.15
	大兴区	20.16	36.97	16.81
生态涵养发展区 The ecological conservation development zone	房山区	11.72	20.21	8.50
	怀柔区	4.44	10.60	6.16
	门头沟区	5.00	11.13	6.14
	平谷区	9.36	19.05	9.69
	延庆县	3.91	9.68	5.77
	密云县	4.95	10.98	6.03

从图 8、图 9 可以看出:地表温度变化较大的区域主要集中在昌平东部、顺义东南部、平谷南部、通州中南部、大兴北部、房山东部、丰台中部、海淀北部等地区。夜间灯光指数增加较大的区域主要集中在昌平中东部、顺义、平谷南部、通州中南部、大兴北部、房山东部、丰台西部、海淀北部等地区。这表明地表温度增加较大的区域主要是城市化发展较快的区域,两者在空间分布上基本一致。

采用散点图方法对地表温度与夜间灯光指数之间的关系进行定量分析。图 10 给出,2000 年地表温度与夜间灯光指数之间的关系和 2010 年地表温度与夜间灯光指数之间的关系以及地表温度变化量与夜间灯光指数变化量之间的关系。可以看出,随着夜间灯光指数的升高,地表温度呈现出明显的上升趋势,地表温度与夜间灯光指数的相关性较高,判定系数 R^2 分别为 0.629 与 0.724 (图 10),Pearson 相关系数分别为 0.794 和 0.851,均在 0.01 水平上显著相关。

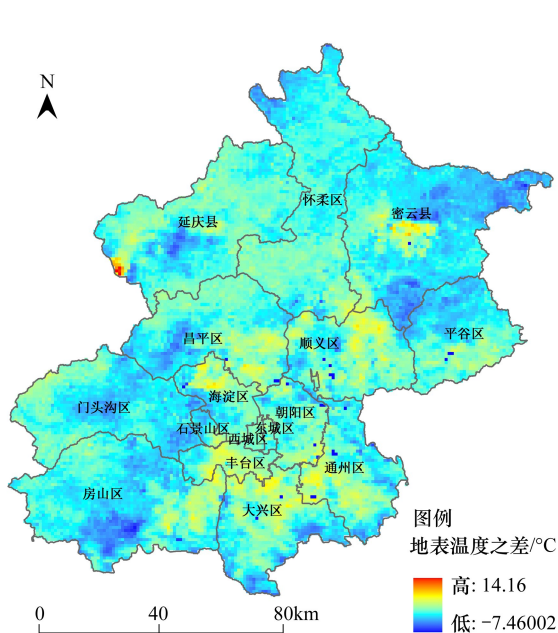


图 8 地表温度变化图像

Fig.8 The variation of land surface temperature

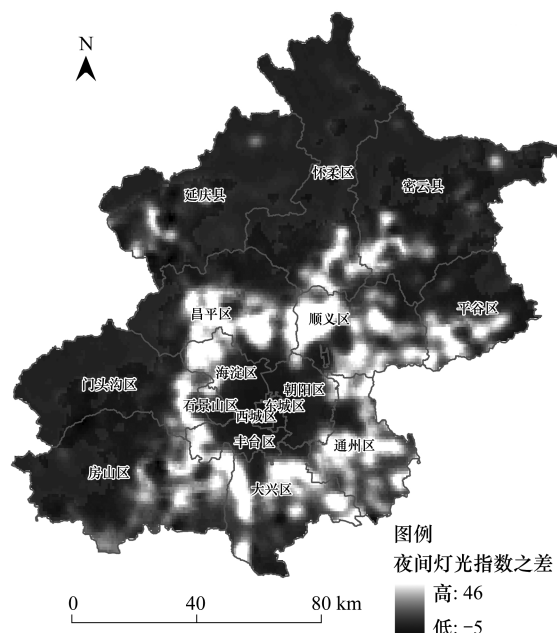


图 9 夜间灯光指数变化图像

Fig.9 The variation of night light index number

随着夜间灯光指数变化量的增大,地表温度变化量呈现出增加趋势(图 10)。判定系数 R^2 为 0.435, Pearson 相关系数为 0.660, 在 0.01 水平上显著相关,说明地表温度的空间分布与城市空间发展趋势基本吻合。

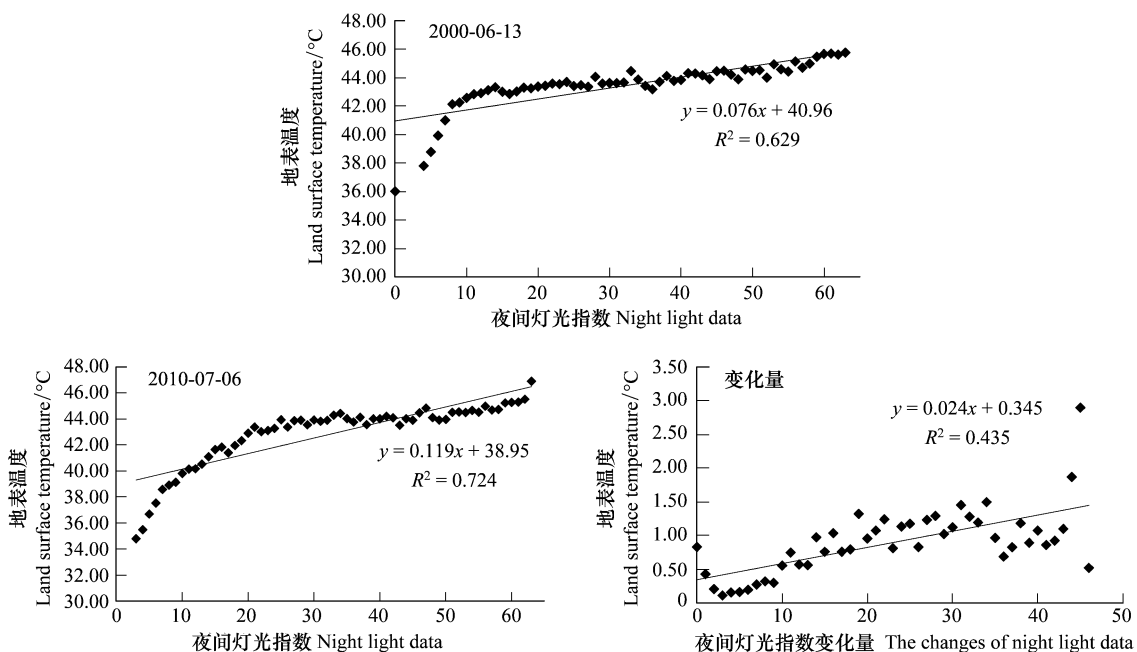


图 10 地表温度与夜间灯光指数之间关系定量分析

Fig.10 The quantitative analysis of the relationship between the surface temperature and night light index number

4 结论与展望

北京市近十年来极端高温发生时地表温度的时空变化特征及其对城市发展的响应研究表明:

(1)近十年来,北京市极端高温时地表温度的最小值、最大值以及平均值均呈现出升高的趋势;北京市近年来地表温度空间分布特征发生变化,高温区的范围呈现出明显的增加趋势,且城市功能拓展区与城市发展新区的高温区增加面积要高于首都功能核心区与生态涵养发展区;

(2)2000年至2010年间,北京市城市扩张明显,由建成区向四周扩展;城市扩张对极端高温条件下的地表温度时空分布与变化趋势起着主导与控制作用。因此,应从北京市的整体规划角度考虑,优化城市用地功能结构,合理进行城市开发与建设,才能有效的缓解和应对极端高温带来的危害。

References:

- [1] Vincent L A, Peterson T C, Barros V R, Marino M B, Rusticucci M, Carrasco G, Ramirez E, Alves L M, Ambrizzi T, Berlato M A, Grimm A M, Marengo J A, Molion L, Moncunill D F, Rebello E, Anunciação Y M T, Quintana J, Santos J L, Baez J, Coronel G, Garcia J, Trebejo I, Bidegain M, Haylock M R, Karoly D. Observed trends in indices of daily temperature extremes in South America 1960—2000. *Journal of Climate*, 2005, 18(23): 5011-5023.
- [2] Mantou M J, Della-Marta P M, Haylock M R, Hennessy K J, Nicholls N, Chambers L E, Collins D A, Daw G, Finet A, Gunawanf D, Inape K, Isobe H, Kestin T S, Lefale P, Leyu C H, Lwin T, Maitrepierre L, Ouprasitwong N, Page C M, Pahalad J, Plummer N, Salinger M J, Suppiah R, Tran V L, Trewin B, Tibig I, Yeer D. Trend in extreme daily rainfall land temperature in southeast Asia and the south Pacific: 1961—1998. *International Journal of Climatology*, 2001, 21(1): 269-284.
- [3] Tonkaz T, Cetin M. Effects of urbanization and land-use type on monthly extreme temperatures in a developing semi-arid region, Turkey. *Journal of Arid Environment*, 2007, 68(1): 143-158.
- [4] Bartholy J, Pongrácz R. Regional analysis of extreme temperature and precipitation indices for the Carpathian Basin from 1946 to 2001. *Global and Planetary Change*, 2007, 57(1/2): 83-95.
- [5] Zhao C P, Wang W G, Xing W Q. Regional analysis of extreme temperature indices for the Haihe river basin from 1960 to 2009. *Procedia Engineering*, 2012, 28: 604-607.
- [6] Shi J, Diao Y H, Cui L L. Climatic characteristics of extreme maximum temperature in east China and its causes. *Journal of Atmospheric Sciences*, 2009, 33(2): 347-358.
- [7] Jiang D J, Li Z, Wang K. Temporal and spatial characteristics of extreme temperature events over Shandong province during 1961—2008. *Science and Technology Review*, 2011, 29(1): 30-35.
- [8] Zheng Z F. Characteristics of extreme temperature variation and their response to urbanization in Beijing. *Scientia Geographica Sinica*, 2011, 31(4): 459-463.
- [9] Wang Z Y, Pan A D. Research about summer high temperature influence factor and countermeasure in Guangzhou. *Journal of Meteorological Research and Application*, 2007, 28(1): 35-40.
- [10] Zhang S Y, Song Y L, Zhang D K, Wang S R. The climatic characteristics of high temperature and the assessment method in the large cities of Northern China. *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59(3): 383-390.
- [11] Croft T A. Burning waste gas in oil fields. *Nature*, 1973, 245(5425): 375-376.
- [12] Zhang Q L, Seto K C. Mapping urbanization dynamics at regional and global scales using multi-temporal DMSP/OLS nighttime light data. *Remote Sensing of Environment*, 2011, 115(9): 2320-2329.
- [13] Zhuo L, Shi P J, Chen J, Ichinose T. Application of compound night light index derived from DMSP/OLS data to urbanization analysis in China in the 1990s. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(6): 893-902.
- [14] Ma T, Zhou C H, Pei T, Haynie S, Fan J F. Quantitative estimation of urbanization dynamics using time series of DMSP/OLS nighttime light data: A comparative case study from China's cities. *Remote Sensing of Environment*, 2012, 124: 99-107.
- [15] Wang C P, Wang H W, Li C M, Dong R C. Analysis of the spatial expansion characteristics of major urban agglomerations in China using DMSP/OLS images. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(3): 942-954.
- [16] Bai S B, Chen Y, Wang J. An introduction to nine gridding methods and their application in suffer version 7. 0. *Computing Techniques for Geophysical and Geochemical Exploration*, 2002, 24(2): 157-162.
- [17] Sun G R, Ma L, Lu D P, Zhao G R, Hao J L. Investigation on the algorithm of making and filling isoline. *Journal of Tianjin University*, 2000, 33(6): 816-818.
- [18] Peng W F, Zhang L H, He Z W, Yang C J, Zhao J F. Study on response of urban surface temperature to impervious surface Area in the city Chengdu. *Remote Sensing Information*, 2010, (2): 98-102.

- [19] Chen Y H, Gong A D, Li J. Study of urban thermal environment using remote sensing data based on radiation normalization. *Journal of China University of Mining and Technology*, 2006, 35(4): 462-467.
- [20] Song Y, Yu S X, Li N, Gong Y F. Spatial structure of the surface temperature in Shenzhen, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(4): 1489-1498.
- [21] Meng D, Li X J, Gong H L, Zhao W J. The thermal environment landscape pattern and typical urban landscapes effect linked with thermal environment in Beijing. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(13): 3491-3500.

参考文献:

- [6] 史军,刁一汇,崔林丽. 华东极端高温气候特征及成因分析. *大气科学*, 2009, 33(2): 347-358.
- [7] 姜德娟,李志,王昆. 1961—2008 年山东省极端温度事件时空特征分析. *科技导报*, 2011, 29(1): 30-35.
- [8] 郑祚芳. 北京极端气温变化特征及其对城市化的响应. *地理科学*, 2011, 31(4): 459-463.
- [9] 王志英,潘安定. 广州市夏季高温影响因素及防御对策研究. *气象研究与应用*, 2007, 28(1): 35-40.
- [10] 张尚印,宋艳玲,张德宽,王守荣. 华北主要城市夏季高温气候特征及评估方法. *地理学报*, 2004, 59(3): 383-390.
- [13] 卓莉,史培军,陈晋,一之瀬俊明. 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.
- [15] 王翠平,王豪伟,李春明,董仁才. 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.
- [16] 白世彪,陈晔,王建. 等值线绘图软件 SURFER7.0 中九种插值法介绍. *物探化探计算技术*, 2002, 24(2): 157-162.
- [17] 孙桂茹,马亮,路登平,赵国瑞,郝嘉林. 等值线生成与图形填充算法. *天津大学学报*, 2000, 33(6): 816-818.
- [18] 彭文甫,张乐辉,何政伟,杨存建,赵景峰. 成都市地表温度对不透水面的响应研究. *遥感应用*, 2010, (2): 98-102.
- [19] 陈云浩,宫阿都,李京. 基于地表辐射亮温标准化的城市热环境遥感研究——以上海市为例. *中国矿业大学学报*, 2006, 35(4): 462-467.
- [20] 宋艳,余世孝,李楠,龚友夫. 深圳特区表面温度空间分异特征. *生态学报*, 2007, 27(4): 1489-1498.
- [21] 孟丹,李小娟,宫辉力,赵文吉. 北京地区热力景观格局及典型城市景观的热环境效应. *生态学报*, 2010, 30(13): 3491-3500.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.33, No.20 Oct., 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- Spatial variability of small and medium scales' resource abundance of *Ommastrephes bartramii* in Northwest Pacific YANG Mingxia, CHEN Xinjun, FENG Yongjiu, et al (6427)
- The effect of moisture and temperature on soil C mineralization in wetland and steppe of the Zoige region, China WANG Dan, LV Yuliang, XU Li, et al (6436)
- Response and population bionomic strategies of desert rodent communities towards disturbance of cultivation YUAN Shuai, FU Heping, WU Xiaodong, et al (6444)
- Effects of Bt-cotton on *Propylea japonica*, an Enemy Insect of *Bemisia tabaci* (Gennadius) ZHOU Fucui, GU Aixiang, YANG Yizhong, et al (6455)
- Research progress in the ecological effects of micro-landform modification WEI Wei, YU Yun, JIA Fuyan, et al (6462)

Autecology & Fundamentals

- A multi-scale feeding habitat selection of Red-crowned crane during spring migration at the Shuangtaihekou Nature Reserve, Liaoning Province, China WU Qingming, ZOU Hongfei, JIN Hongyang, et al (6470)
- Surface pollen research of Nanshan region, Shihezi City in Xinjiang ZHANG Hui, ZHANG Yun, YANG Zhenjing, et al (6478)
- Dynamics of leaf carbon, nitrogen and phosphorus of two dominant species in a Poyang Lake wetland ZHENG Yanming, YAO Bo, WU Qin, et al (6488)
- Estimation of forest aboveground biomass using high spatial resolution remote sensing imagery HUANG Jinlong, JU Weimin, ZHENG Guang, et al (6497)
- Cost-benefits of the clonal integration of *Cynodon dactylon*, a stolon herbaceous plant, under heterogeneous lighting condition TAO Yingshi, HONG Shengchun, LIAO Yongmei, et al (6509)
- Biological cycling of *Koeleria paniculata* plantation microelements in Xiangtan Manganese Mine wasteland LUO Zhaohui, TIAN Dalun, TIAN Hongdeng, et al (6517)
- Effects of ectomycorrhizal fungi (*tinctorius* (Pers.) Coker & Couch) on the biomass of masson pine (*Pinus massoniana*) seedlings under simulated acid rain CHEN Zhan, WANG Lin, SHANG He (6526)
- Effects of biochar on selected soil chemical properties and on wheat and millet yield CHEN Xinxiang, HE Xusheng, GENG Zengchao, et al (6534)
- Source of variation of plant functional traits in the Yanhe river watershed: the influence of environment and phylogenetic background ZHANG Li, WEN Zhongming, MIAO Lianpeng (6543)
- The general biology and experimental population life table about *Asynacta ambrostomae* WANG Xiumei, ZANG Liansheng, LIN Baoqing, et al (6553)
- Effect of several ecological factors on embryonic development of *Sepia lycidas* PENG Ruibing, JIANG Xiamin, YU Shuguang, et al (6560)

Population, Community and Ecosystem

- The thinning regular of the the shrubbery at Tongguling National Nature Reserve on Hainan Island, China ZHOU Wei, LONG Cheng, YANG Xiaobo, et al (6569)
- The cause of grassland degradation in Golog Tibetan Autonomous Prefecture in the Three Rivers Headwaters Region of Qinghai Province ZHAO Zhiping, WU Xiaopu, LI Guo, et al (6577)
- Effects of simulated nitrogen deposition on substrate quality of litterfall in a *Pleioblastus amarus* plantation in Rainy Area of West China XIAO Yinlong, TU Lihua, HU Tingxing, et al (6587)
- Phytoplankton community structure based on pigment composition in Qinzhou bay during average water period LAN Wenlu, LI Mingmin, LI Tianshen (6595)
- Functional trait-based evaluation of plant fireproofing capability for subtropical evergreen broad-leaved woody plants LI Xiupeng, YANG Xiaodong, YU Shuquan, et al (6604)
- Interspecific associations between *Parus major* and other bird communities in Beijing Xishan region DONG Daying, FAN Zhongji, LI Zhaxijie, et al (6614)

- Feasibility analysis of passive integrated transponders in population ecology studies of Siberian chipmunk
..... YANG Hui, MA Jianzhang, RONG Ke (6634)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Dynamic variation of water deficit of winter wheat and its possible climatic factors in Northern China
..... LIU Qin, MEI Xurong, YAN Changrong, et al (6643)
- Study on the levels' evaluation of provincial low-carbon development in China based on the FAHP-TOPSIS method
..... HU Linlin, JIA Junsong, MAO Duanqian, et al (6652)
- An investigation of the safety threshold of a floodplain wetland: a case study of the Er-Ka Nature Reserve, China
..... HU Chunming, LIU Ping, ZHANG Litian, et al (6662)
- Application of le bissonnais method to study soil aggregate stability under different vegetaion on the loess plateau
..... LIU Lei, AN Shaoshan, Huang Huawei (6670)
- Analysis of vegetation and soil degradation characteristics under different human disturbance in lakeside wetland, Napahai
..... TANG Mingyan, YANG Yongxing (6681)

Resource and Industrial Ecology

- Changes of land surface temperature and its response to urbanization under the extreme high-temperature background in recent
ten years of Beijing LI Xiaomeng, SUN Yonghua, MENG Dan, et al (6694)
- Stable isotope (^{13}C and ^{15}N) analysis of fish food web of the Xiaojiang Bay in Three Gorges Reservoir
..... LI Bin, XU Dandan, WANG Zhijian, et al (6704)

Research Notes

- Dynamics of CO_2 exchange and its environmental controls in an urban green-land ecosystem in Beijing Olympic Forest Park
..... CHEN Wenjing, LI Chunyi, HE Guimei, et al (6712)
- Effects of vegetation restoration on landscape pattern of Hongya Country in recent 15 years
..... WANG Peng, LI Xianwei, ZHAO Anjiu, et al (6721)
- Photosynthetic characteristics and SAMS gene expression in the red alga *Porphyra yezoensis* Ueda under high salinity
..... ZHOU Xianghong, YI Lefei, XU Juntian, et al (6730)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 宋金明

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 20 期 (2013 年 10 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 20 (October, 2013)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail: journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元