

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第33卷 第5期 Vol.33 No.5 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 (SHENTAI XUEBAO)

第33卷 第5期 2013年3月 (半月刊)

目 次

前沿理论与学科综述

- 氮沉降对森林土壤有机质和凋落物分解的影响及其微生物学机制 王晶苑, 张心昱, 温学发, 等 (1337)
工业大麻对重金属污染土壤的治理研究进展 梁淑敏, 许艳萍, 陈 裕, 等 (1347)
最佳管理措施评估方法研究进展 孟凡德, 耿润哲, 欧 洋, 等 (1357)
灌木年轮学研究进展 芦晓明, 梁尔源 (1367)

个体与基础生态

- 华北落叶松夜间树干液流特征及生长季补水格局 王艳兵, 德永军, 熊 伟, 等 (1375)
土壤干旱胁迫对沙棘叶片光合作用和抗氧化酶活性的影响 裴 斌, 张光灿, 张淑勇, 等 (1386)
湖北石首麋鹿昼间活动时间分配 杨道德, 李竹云, 李鹏飞, 等 (1397)
三种杀虫剂亚致死浓度对川硬皮肿腿蜂繁殖和搜寻行为的影响 杨 桦, 杨 伟, 杨春平, 等 (1405)

种群、群落和生态系统

- 三沙湾浮游动物生态类群演替特征 徐佳奕, 徐兆礼 (1413)
滇西北高原纳帕海湿地湖滨带优势植物生物量及其凋落物分解 郭绪虎, 肖德荣, 田 昆, 等 (1425)
安徽新安江干流滩涂湿地草本植物区系及物种多样性 杨文斌, 刘 坤, 周守标 (1433)
湿地芦苇根结合好气细菌群落时空分布及其与水质因子的关系 熊 薇, 郭逍宇, 赵 霖 (1443)
三种温带树种叶片呼吸的时间动态及其影响因子 王兆国, 王传宽 (1456)
不同土壤水分条件下杨树人工林水分利用效率对环境因子的响应 周 洁, 张志强, 孙 阁, 等 (1465)
不同生态区域沙地建群种油蒿的钙组分特征 薛苹苹, 高玉葆, 何兴东 (1475)
藏北高寒草甸植物群落对土壤线虫群落功能结构的影响 薛会英, 胡 锋, 罗大庆 (1482)
铜尾矿废弃地土壤动物多样性特征 朱永恒, 沈 非, 余 健, 等 (1495)
环丙沙星对土壤微生物量碳和土壤微生物群落碳代谢多样性的影响 马 驿, 彭金菊, 王 芸, 等 (1506)
基于生态水位约束的下辽河平原地下水生态需水量估算 孙才志, 高 翳, 朱正如 (1513)

景观、区域和全球生态

- 佛山市高明区生态安全格局和建设用地扩展预案 苏泳娴, 张虹鸥, 陈修治, 等 (1524)
不同护坡草本植物的根系特征及对土壤渗透性的影响 李建兴, 何丙辉, 谌 芸 (1535)
京沪穗三地近十年夜间热力景观格局演变对比研究 孟 舟, 王明玉, 李小娟, 等 (1545)
窟野河流域河川基流量变化趋势及其驱动因素 雷泳南, 张晓萍, 张建军, 等 (1559)
模拟氮沉降条件下木荷幼苗光合特性、生物量与 C、N、P 分配格局 李明月, 王 健, 王振兴, 等 (1569)
铁炉渣施加对稻田甲烷产生、氧化与排放的影响 王维奇, 李鹏飞, 曾从盛, 等 (1578)

资源与产业生态

- 食用黑粉菌侵染对茭白植株抗氧化系统和叶绿素荧光的影响 闫 宁, 王晓清, 王志丹, 等 (1584)

- 佛手低温胁迫相关基因的差异表达 陈文荣,叶杰君,李永强,等 (1594)
美洲棘薺马对不同蔬菜寄主的偏好性 朱亮,石宝才,官亚军,等 (1607)
茉莉酸对棉花单宁含量和抗虫相关酶活性的诱导效应 杨世勇,王蒙蒙,谢建春 (1615)
造纸废水灌溉对毛白杨苗木生长及养分状况的影响 王烨,席本野,崔向东,等 (1626)
基于数据包络分析的江苏省水资源利用效率 赵晨,王远,谷学明,等 (1636)

研究简报

- 太岳山不同郁闭度油松人工林降水分配特征 周彬,韩海荣,康峰峰,等 (1645)
基于 TM 卫星影像数据的北京市植被变化及其原因分析 贾宝全 (1654)
薇甘菊萎焉病毒感染对薇甘菊光合特性和 4 种酶活性的影响 王瑞龙,潘婉文,杨娇瑜,等 (1667)
第七届现代生态学讲座、第四届国际青年生态学者论坛通知 (I)
中、美生态学会联合招聘国际期刊主编 (i)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 338 * zh * P * ¥ 90.00 * 1510 * 34 * 2013-03



封面图说:美丽的油松松枝——油松又称红皮松、短叶松。树高可达 30m,胸径达 1m。其树皮下部灰褐色,裂成不规则鳞块;针叶 2 针一束,暗绿色,较粗硬;球果卵形或卵圆形,长 4—7cm,有短柄,与枝几乎成直角。油松适应性强,根系发达,树姿雄伟,枝叶繁茂,有良好的保持水土和美化环境的功能,是中国北方广大地区最主要的造林树种之一,在华北地区无论是山区或平原到处可见,人工林很多,一般情况下在山区生长最好。在山区生长的油松,多在阴坡、半阴坡,土壤湿润和较肥沃的地方。

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/stxb201209121284

孟丹,王明玉,李小娟,宫辉力.京沪穗三地近十年夜间热力景观格局演变对比研究.生态学报,2013,33(5):1545-1558.

Meng D, Wang M Y, Li X J, Gong H L. The dynamic change of the thermal environment landscape patterns in Beijing, Shanghai and Guangzhou in the recent past decade. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(5): 1545-1558.

京沪穗三地近十年夜间热力景观格局演变对比研究

孟丹,王明玉,李小娟*,宫辉力

(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:城市热环境是城市生态环境的重要方面,它与城市气候、城市生态、城市灾害有着重要的联系。以北京、上海、广州三地为研究区,选取近10年MODIS的夜晚地表温度(LST)产品MOD11A2,分别采用质心迁移、景观格局指数、空间自相关方法研究京沪穗三地近10年的不同等级热力景观质心迁移演变、格局变迁和空间集聚特征。主要结论为:三地热力景观随郊区向市中心趋近,体现了由低温区、次中温区向中温区、次高温区、高温区过渡的趋势;三地的中温区所占比例最大,城市热力景观破碎度三地中上海市最高,5种热力景观比较,次中温区和高温区的破碎度最高;城市热力景观离散度三地中北京市最高,低温区和高温区的离散度较高。热环境空间自相关分析表明三地均以高温-高温区,低温-低温区集聚为主,北京、广州高温-高温区分布于南部,且集中成片分布,而上海市高温-高温区分布比较离散,相对较为复杂。从分布面积来说,10a中北京、上海表现为先减少后增加,而广州则持续减少。总体而言北京热环境恶化,而广州、上海热环境有所好转。

关键词:城市热环境;热力景观格局;空间质心;景观格局指数;空间自相关

The dynamic change of the thermal environment landscape patterns in Beijing, Shanghai and Guangzhou in the recent past decade

MENG Dan, WANG Mingyu, LI Xiaojuan*, GONG Huili

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 urban thermal environment is an important element for the urban ecological environment, urban climate and urban disasters. This paper selected MOD11A2, the MODIS LST night data to study the thermal environment evolution in Beijing, Shanghai and Guangzhou, which are the three major cities of China in the past decade. Three methods have been applied in the paper, Landscape centroid evolution, Landscape pattern index and spatial autocorrelation. Three main conclusions have been drawn as follows. Firstly the thermal landscape distributions in the three cities have moved from the suburb to the downtown. And the evolution trend of the thermal landscape is changed from the low temperature region, sub-middle temperature region to middle temperature region, sub-high temperature region and high temperature region. Secondly, among these five types of thermal landscape, the middle temperature region is the most prevalent. The urban thermal landscape fragmentation was highest in Shanghai among the three cities, and sub-middle and high temperature region has the highest fragmentation. The urban thermal landscape dispersion was highest in Beijing, and the dispersion of

基金项目:中国博士后科学基金(20110490447);北京市博士后科研基金(49);北京市教育委员会科技计划面上项目(KM201310028011);973计划前期研究专项课题(2012CB723403)

收稿日期:2012-09-12; 修订日期:2013-01-14

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

low and high temperature region was higher than the other types of thermal landscapes. Thirdly, thermal environment spatial autocorrelation analysis showed that the high-high temperature zones were adjacent, low-low temperature areas were adjacent, which are the main types in the temperature spatial agglomeration. And for Beijing and Guangzhou city, the high-high temperature zone located in the south of the city, the low-low temperature region located in the north. While, the spatial autocorrelation distribution of LST in Shanghai is more complicated. The distribution areas of high-high temperature varied among the three cities in the past decade. In Beijing, the distribution area increased shortly after decreasing, and in Guangzhou, the distribution area continued to decline, which preliminary reflects the heat island effect problem aggravated in Beijing, while weakened in Shanghai and Guangzhou.

Through comparisons and analysis, the paper has provided a reference for urban planning and urban living environment improvements, but there are still some inadequacies to be further studied. Firstly, this study only selected the January night LST data in the three cities. Because the time factors, such as season, daytime and nocturne, will affect the urban heat environment pattern, the comprehensiveness of the thermal environment pattern changes need to be improved. In addition, the paper only selected the data in the period of three years, the evolution regulation of the urban thermal environment pattern is not precise. Secondly, the landscape of urban heat environment were impacted by many factors, including the pattern of landuse, urban surface construction, weather conditions, terrain, anthropogenic heat emissions factors and so on. The analysis between the urban heat environment and impact factors will help reveal the mechanism of urban heat environment and which will be studied further.

Key Words: urban thermal environment; thermal landscape pattern; spatial centroid; landscape pattern index; spatial autocorrelation

随着我国经济的快速发展,我国的城市化进程不断加剧,其所带来的社会、经济和生态影响,不仅是我国而且是全球在未来相当长一段时间中的最大事件之一。城市内包括空气、下垫面和各种外部因素组成的与热有关的热现象被称之为城市热环境。在北京,上海,广州这些大城市,热环境问题引起相关学者关注^[1-4],已经呈现比较明显的热岛效应。2010年7月5日,北京市最高气温达到40.6℃,地面温度也超过了60℃,成为北京有史以来同期最高温度;上海市2009年7月20日,徐家汇气温高达40℃,是上海气象记载史上的次高值;广州市2005年7月11—18日,出现持续性大范围高温炎热天气,导致市区内多辆汽车自燃。城市热环境体现了自然界输入城市的能量转化与人为活动造成的废热、废气排放的相互影响及关系。作为城市生态环境的重要方面,城市热环境与城市气候、城市生态、城市灾害等都存在着时空上的相互作用、相互依存关系,它对城市微气候、空气质量、能耗结构以及公共健康等方面都产生着深远的影响^[5]。因此,城市热环境的研究对于人居环境质量的提高,城市环境治理,城市规划问题,乃至世界气候变化都有着重大意义。

近年来随着空间信息技术的发展,国内外学者利用遥感和地理信息系统技术在热环境研究方面取得了良好进展。Rao^[6]是首个利用热红外遥感来研究城市热岛的学者,他利用ITOS-1热红外数据研究美国大西洋中部沿海城市地表温度分布模式,此后,Carlson^[7]利用AVHRR数据研究了Los Angeles地区地表温度分布模式,Carnahan^[8]利用TM热红外数据发现印第安纳波利斯城区与周围乡村地区的温度差异。国内学者采用TM、ASTER、HJ-1B等热红外波段数据对北京、上海、广州、南京等地城市热岛进行了大量研究^[9-15]。由于MODIS卫星的重访周期短,其数据对全球用户免费,应用非常广泛,王建凯^[16]等人利用MODIS数据研究北京城市热岛效应得出白天城市热岛具有明显的季节变化,夜晚季节变化较为稳定;葛伟强^[17]等人利用MODIS数据反演地表温度得出长三角地区热岛呈“Z”字型分布,夏季热岛强度最强;江志红^[18]等人对MODIS地表温度产品进行了评估,通过与台站地表温度的对比,认为MOD11A2数据精度高于MODISL1B反演资料。然而跨区域热环境状况对比研究的案例较少。景观生态学是将地理学的景观理论和生物学的生态理论相结合,研究景观单元的类型组成、空间配置以及与生态学过程相互作用的综合性学科^[19]。本文参考陈云浩^[20]将景观格局理

论用于城市热环境研究的方法,并沿用“热力景观”的概念,以近10年的MODIS地表温度产品为数据源,选取了地理差异性显著的北京、上海、广州三地为研究区,对比分析三地近十年热力景观演变特征,弥补了过去对单一地区,采用单一方法研究热力景观的不足^[21-22]。将景观生态学融入城市热环境研究中,并结合遥感和地理信息系统技术,对城市热环境的研究开辟了一个新的领域,为城市规划、生态城市建设提供决策依据。

1 研究区概况及数据选取

北京、上海、广州是我国三大城市,城市规模、发展速度位于前列,是我国的政治、经济、文化中心。城市发展及人为热的排放必然产生热环境问题,然而由于各自规划的发展阶段、城市建设步伐及自然地理条件、气候条件差异,热力景观演变也有各自的特点。研究区行政区划见图1。

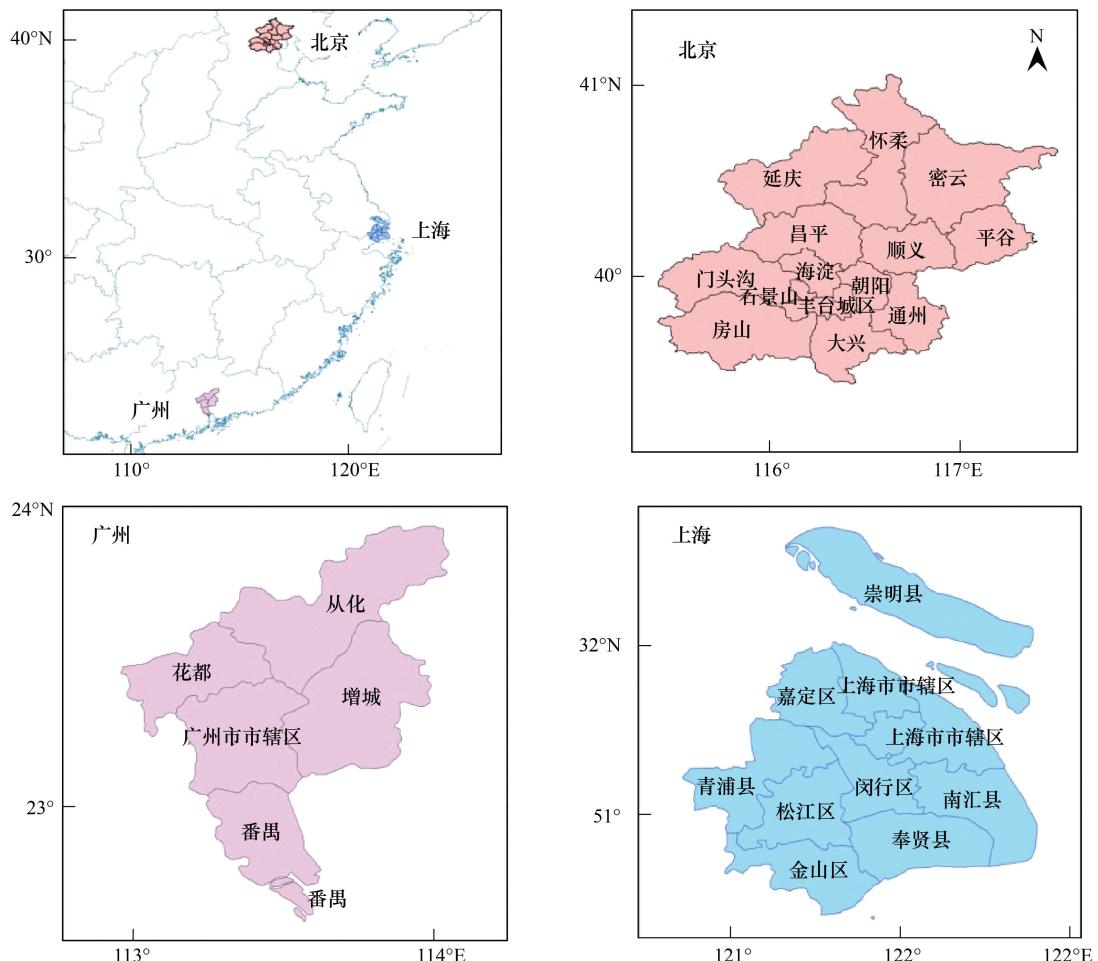


图1 研究区行政区划图

Fig. 1 The location of study areas

本文选取MODIS温度产品MOD11A2进行京沪穗三地热环境研究。MODIS可以提供多达44种增值产品,其中MOD11产品为陆地2、3级标准数据,它利用大气窗口2个热红外通道31(10.78—11.28μm)和32(11.77—12.27μm)的地表比辐射率和地表亮温作为输入条件,利用分裂窗算法进行地面温度反演,得出某一时刻的地表温度。MOD11A2是MODIS的三级产品,是通过8d的MOD11A1数据计算平均值而得到的,其投影为正弦曲线投影。该产品提供白天夜间地表温度数据、质量评估、观测时间、观测角、晴好白天和夜晚的天数以及不同地表覆盖类型在波段31、32的地表发射估计。本文选取MOD11A2夜间温度数据,空间分辨率1km,数据格式为HDF-EOS。

MODIS产品始于1999年,可为研究近10年的京沪穗三地热力景观演变提供数据,为探索热力景观随时

间的演变规律,本次研究从近10年中选取2002、2007、2011 3a 夜间1月份数据(由于数据质量原因,北京地区选取2004年1月数据作为早期数据,上海地区选取2008年和2012年1月数据作为中期和晚期数据)作为10a 中早、中、晚期数据,研究近10年京沪穗三地冬季夜间热力景观格局演变特征。

2 数据处理与研究方法

2.1 数据处理

本文以京沪穗3个城市作为研究区域,利用地表温度数据MOD11A2和三地行政区划数据获取研究区近10年的地表温度。数据处理采用ENVI4.5、ArcGIS9.3软件,数据采用UTM投影。为保证数据质量,减少数据空洞现象,将8d合成数据采用最大值合成方法进行月数据的合成,将合成的月数据按矢量边界裁剪,作为后续研究的基础数据。

城市热岛效应通常定义为城区温度高于郊区温度的现象,对于不同年份不同地点影像之间的城市热岛效应和热力景观动态变化对比,通常是将温度进行标准化处理,在此基础上,对温度按等级划分^[12,23]。本次研究分别对各时相各区域的温度进行了极差标准化处理,统一到0到1之间,记做 N_i 。对归一化的温度数据等间距划分为5级,作为热力景观5种类型,依次为: $0 \leq N_i < 0.2$ 为低温区, $0.2 \leq N_i < 0.4$ 为次中温区, $0.4 \leq N_i < 0.6$ 为中温区, $0.6 \leq N_i < 0.8$ 为次高温区, $0.8 \leq N_i < 1.0$ 为高温区,后三类景观属于热岛范畴。统计地表温度数据范围,北京-19.07—0.38℃,上海-6.41—11.68℃,广州0.51—20.18℃。参考中国气象科学数据共享服务网(<http://cdc.cma.gov.cn/home.do>)的“中国地面气候标准月值数据集(1971—2000年)”累年各月极端最低地温与最高地温数据,地温范围依次为,北京站-25.4—22.5℃,宝山站-7.0—26.8℃,广州站-2.4—48.3℃。虽然参考数据的时间跨度与本文采用的数据有些偏差以及单个测站数据有一定局限,但是累年数据可代表该区域的地温背景,文中地温范围均在参考数据范围内,认为数据较合理。

2.2 研究方法

本文从热力景观质心的迁移、热力景观格局指数演变、热环境空间自相关三方面分析三地热力景观格局演变特征。

景观空间质心分析主要用于研究各类景观的动态变化。景观质心的变化迁移能够很好地从空间上描述景观类型的时空演变特征,通过了解各研究时段的景观类型分布质心,可以发现景观空间变化趋势。景观质心变化已在沙漠化土地变迁^[24]、湿地类型演变^[25]、海岸生态景观迁移^[26]等景观的动态变化分析中有很好的应用。本文将景观质心分析用于热景观的研究,探究热景观格局演变特征。如果景观面积在空间各方位上均匀消长,则其质心基本不变;若在某一方向上消长明显,则其质心发生明显偏移^[24]。通过计算景观类型的面积加权质心变化,来分析景观格局空间变化规律和趋势。质心的计算方法如下^[27]:

$$X_c = \left(\sum_{i=1}^n C_i X_i \right) / \left(\sum_{i=1}^n C_i \right); Y_c = \left(\sum_{i=1}^n C_i Y_i \right) / \left(\sum_{i=1}^n C_i \right) \quad (1)$$

式中, X_c 和 Y_c 是按面积加权的热力景观质心坐标, X_i 和 Y_i 是某一类热力景观第*i*个斑块的质心坐标, C_i 为第*i*个斑块的面积,*n*是热力景观类型的斑块总数目。

景观格局指数是能够高度浓缩景观格局信息,反映其结构组成和空间配置特征的简单定量指标^[28]。本文利用景观格局分析软件Fragstats,以京沪穗三地热景观空间分布图为基础,从斑块类型水平,选取类型比例(PLAND)、斑块密度(PD)、景观形状指数(LSI)等景观格局指数,系统分析京沪穗三地热景观空间格局变化特征,公式见表1^[29-30]。

空间自相关分析最初起源于生物计量学研究,现今成为理论地理学的基本方法之一。空间自相关属于空间统计分析中研究空间依赖的重要方法,主要用于空间数据的分类和综合评价。其核心是认识与地理位置相关的数据间的空间依赖、空间关联或空间自相关,通过空间位置建立数据间的统计关系^[31-32]。可用于不同地区之间的空间相似性或差异研究以及解释产生这种空间格局的原因^[33]。宋艳墩等^[34]采用全局空间自相关指数分析了深圳特区表面温度空间分异特征,然而全局空间自相关指数是总体统计指标,无法描述局部差异,

本文采用 Anselin 提出的局部空间自相关指标 LISA 分析热环境空间特征,公式如下^[31]:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}(x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{S^2} \sum_{j=1}^n w_{ij}(x_j - \bar{x}) \quad S^2 = \sum_j^n (x_j - \bar{x})^2 / n \quad (3)$$

公式 2,3 分别表示全局自相关指数 Moran's I 和局部空间自相关指数 Local Moran's I。式中, x_i 和 x_j 分别代表景观要素在相邻配对空间单元的取值, \bar{x} 是变量的平均值, n 是空间单元总数, w_{ij} 是邻接权重, S^2 是方差。正的 I_i 表示一个高值被高值所包围, 或者一个低值被低值所包围; 负的 I_i 表示一个高值被低值所包围, 或者一个低值被高值所包围。

表 1 景观格局指数及其生态意义

Table 1 Indices and their ecological meaning of landscape pattern

景观指数 Landscape index	计算公式 Formula	生态意义 Ecological significance
类型比例 Percentage of landscape	$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} \times 100\%$	景观中某类型景观的面积占整个景观面积的百分率
斑块密度 Patch density	$PD = \frac{N}{A} \times 100\%$	单位面积的斑块数目, 反映了景观破碎程度, 斑块密度越大, 则斑块越小, 破碎化程度越高
景观形状指数 Landscape shape index	$LSI = \frac{0.25E}{\sqrt{A}}$	斑块聚合或离散程度的量度, LSI 越大斑块越离散

表中 $i = 1, \dots, m$, 是斑块类型; $j = 1, \dots, n$, 是斑块数目; a_{ij} 是第 i 类第 j 个斑块的面积; N 是某一斑块类型的斑块数目; E 为景观中所有斑块边界的总长度, A 为景观总面积

3 京沪穗三地热力景观质心变化特征探讨

3.1 京沪穗三地热力景观质心演变特征

本研究结合京沪穗三地行政区划数据, 三地选取近 10 年早中晚 3a 中的 1 月份夜晚温度数据绘制城市热景观等级图, 并确定 5 种热景观的空间质心。图 2—图 4 分别为北京、上海、广州热力景观及其空间质心分布图。

3.1.1 北京市热力景观质心演变特征

结合北京市行政区划图, 对北京市热力景观质心演变分析如下:

(1) 低温区, 即图 5(a) 低温区的质心 2004、2007、2011 年始终在延庆县的中部。10a 间, 低温区的质心先向东北方向偏移, 然后向西偏移。

(2) 次中温区, 即图 5(b) 次中温区的质心 2004 年在顺义区, 2007 年向北迁移到怀柔县, 2011 年继续向北, 迁移到延庆县。次中温区的质心一直向北偏移。

(3) 中温区, 即图 5(c) 中温区的质心 2004 年在昌平县的东南端, 2007 年迁移到顺义区西北部, 2011 年迁回昌平区西南部。中温区的质心先向南偏移, 再向东偏移。

(4) 次高温区, 即图 5(d) 次高温区的质心 2004 年在昌平县东南角, 2007 年在海淀区, 2011 年迁回昌平县东南角。次高温区的质心先向西南偏移, 再向东北偏移。

(5) 高温区, 即图 5(e) 高温区的质心 2004, 2007, 2011 年都在朝阳区。高温区的质心先向东偏移, 再向西北部偏移。

3.1.2 上海市热力景观质心演变特征

结合上海市行政区划图, 对上海市热力景观质心演变分析如下:

(1) 低温区, 即图 6(a) 低温区质心 2002 年在宝山区, 2007 年南迁到主城区, 2012 年迁移到崇明县。低温区质心先向东南偏移, 再向东北偏移。

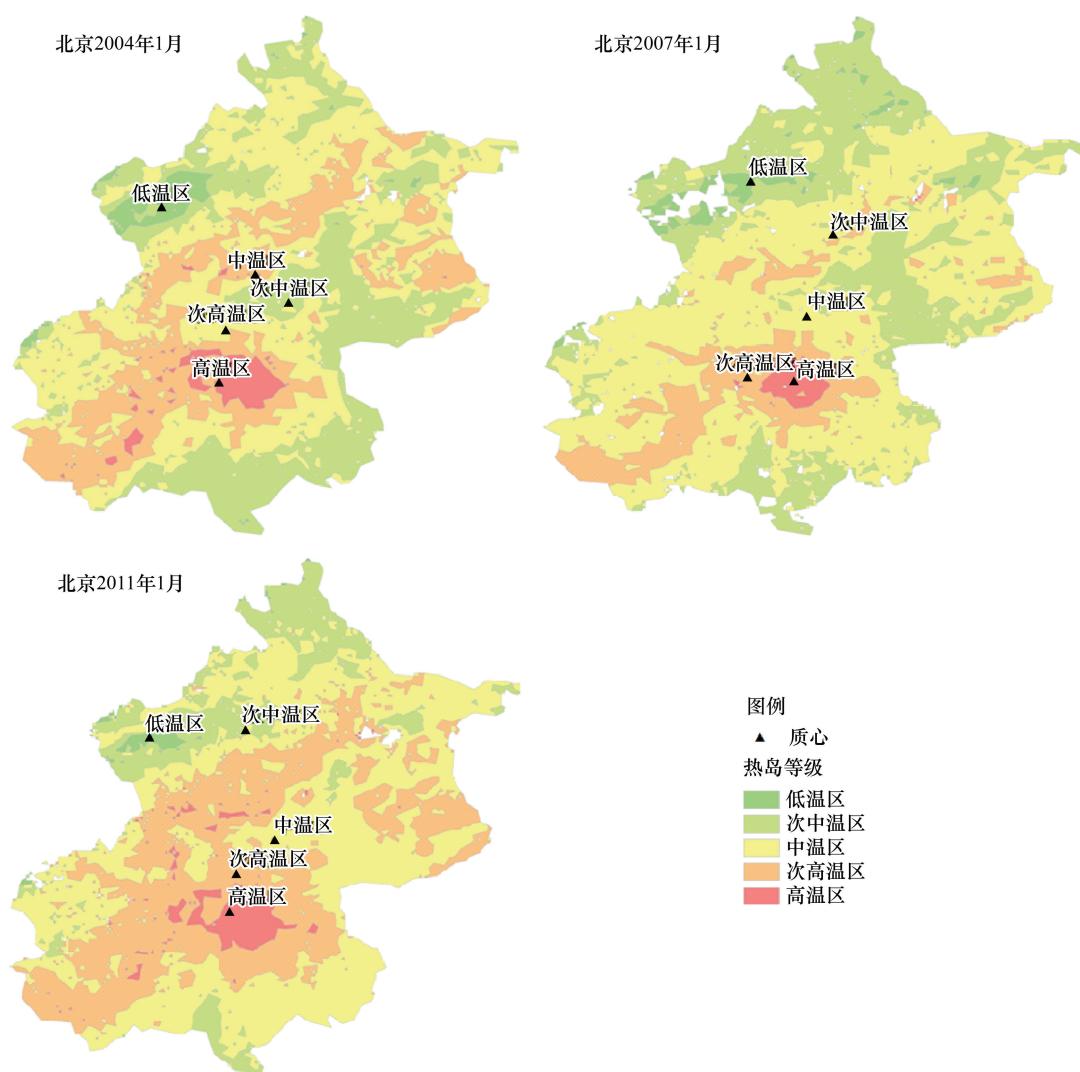


图2 北京市热力景观及其空间质心分布图

Fig. 2 The thermal landscapes and their space centroids in Beijing

(2) 次中温区,即图6(b) 次中温区质心2002年在主城区,2007年迁移到闵行区中部,2012年迁移到闵行区西南部。次中温区质心一直向西南方向偏移。

(3) 中温区,即图6(c) 中温区质心2002年在闵行区,2007年迁移到青浦县,2012年迁移到主城区。中温区质心先向西北偏移,再向东北迁移。

(4) 次高温区,即图6(d) 次高温区质心2002年在主城区西南部,2007年迁移到主城区东北部,2012年迁移到闵行区。次高温区质心先向东北再向西南方向偏移。

(5) 高温区,即图6(e) 高温区质心2002年在主城区,2007年迁移到浦东,2011年迁移到宝山区。高温区质心先向东北方向偏移,再向西北方向偏移。

3.1.3 广州市热力景观质心演变特征

结合广州市行政区划图,对广州市热力景观质心演变特征分析如下:

(1) 低温区,即图7(a) 2002、2008、2011年的低温区质心都在从化的西北部,做小幅度迁移。低温区质心先向东北再向东南方向偏移。

(2) 次中温区,即图7(b) 2002、2008、2011年次中温区的质心在从化中部。次中温区质心先向西南方向偏移,再向东北方向偏移。

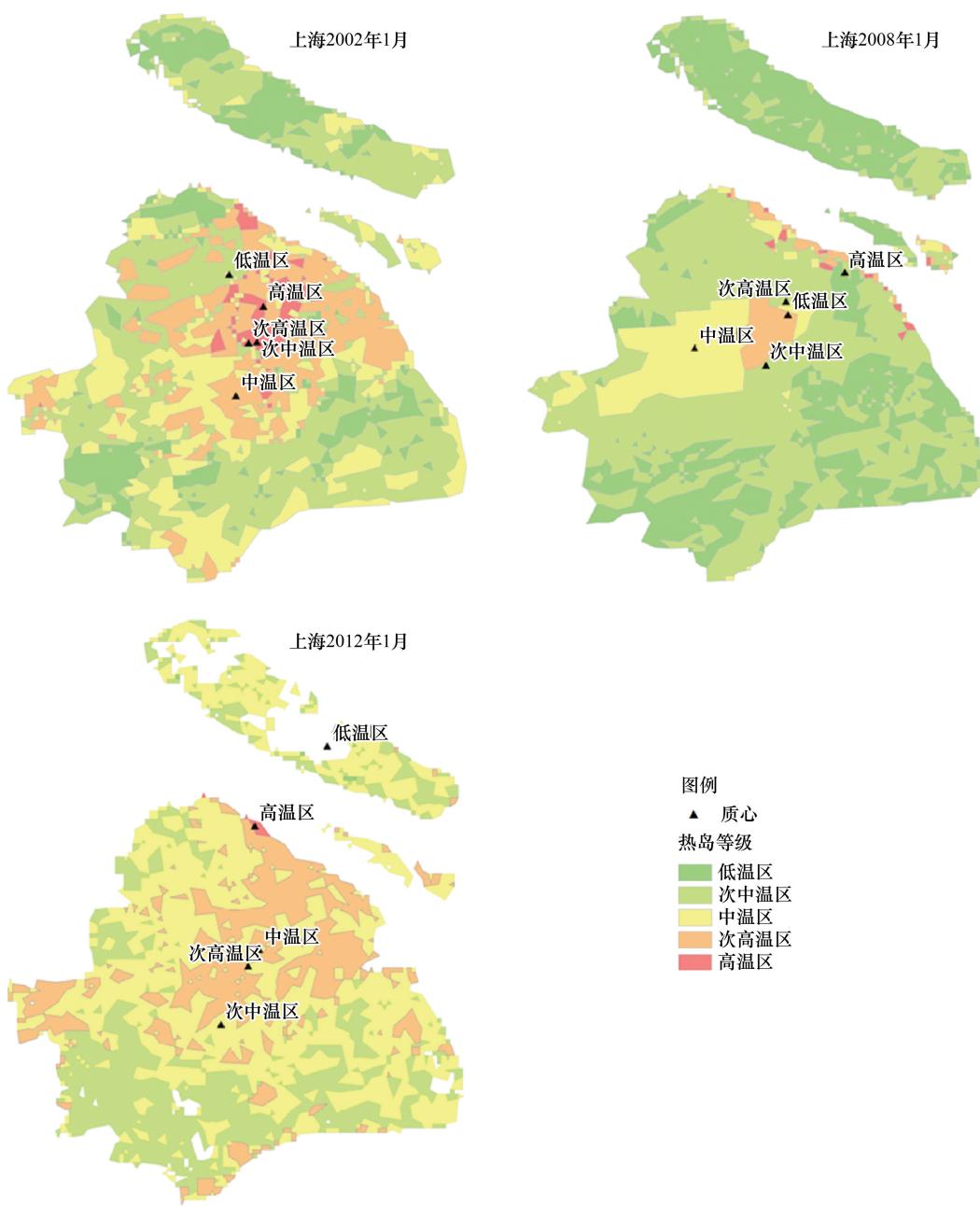


图3 上海市热力景观及其空间质心分布图

Fig. 3 The thermal landscapes and their space centroids in Shanghai

(3) 中温区,即图7(c) 中温区的质心2002年和2007年、2011年均在萝岗区。中温区质心先向西南方向偏移,再向北偏移。

(4) 次高温区,即图7(d) 次高温区的质心2002年在萝岗区中北部,2007年迁移到海珠区,2011年迁移到黄埔区。次高温区质心总体南迁,先向西南部偏移,再向东北方向偏移。

(5) 高温区,即图7(e) 高温区的质心2002年在白云区和天河区交接处,2007年迁移到海珠区,2011年迁移到市区与增城区交接处。高温区质心先向西南方向偏移,再向东北方向偏移。

3.2 京沪穗三地热力景观质心演变初步综合分析

近10年北京、上海、广州的城市格局都发生了重大变迁,热岛效应明显存在,但是由于城市建设布局差异,不同等级热力景观分布格局及迁移方向各有不同。热力景观类型中的中温区、次高温区、高温区代表温度

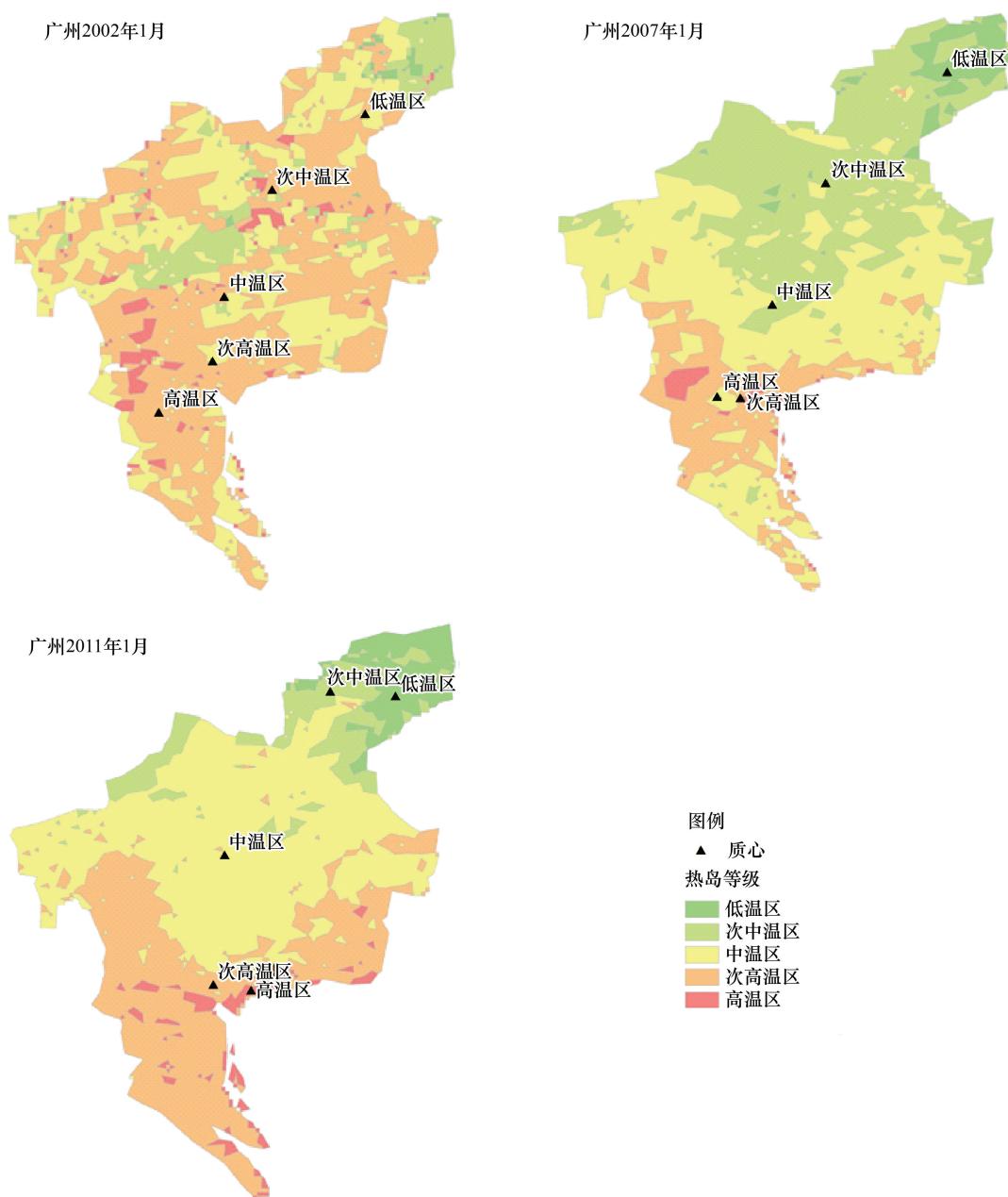


图4 广州市热力景观及其空间质心分布图

Fig. 4 The thermal landscapes and their space centroids in Guangzhou

高值区,将此三类合并称为“热岛景观”,分析其质心变化能表征热岛景观总体变化趋势。

北京市热力景观质心空间分布规律为:由北至南大致呈低温区—次中温区—中温区—次高温区—高温区分布。反映了北京市1月地表温度南高北低的趋势。热力景观区别明显。10年来,低温区分布向西北偏移,次中温区向北偏移,中温区向东南偏移,次高温区向东偏移,高温区向东北偏移。2004—2007年热岛景观总体格局分布向西南偏移,其中向西偏移3.3km,向南偏移30.5km;2007—2011年热岛景观总体格局分布向东北偏移,其中向东偏移1.9km,向北偏移40.7km。北京交通呈现“摊大饼”式发展,四环、五环、六环路分别于2001、2003、2009年全线通车,并且北京市在历次规划中都坚持高强度、高密度的立体开发,这种开发模式造成了城市纵向的立体开发。东部发展带CBD大厦林立,轨道交通亦庄线完成、西部发展带首钢的迁出、2008年奥运会奥运村的建设等这些城市格局的演变必然造成了北京市热环境的改变。

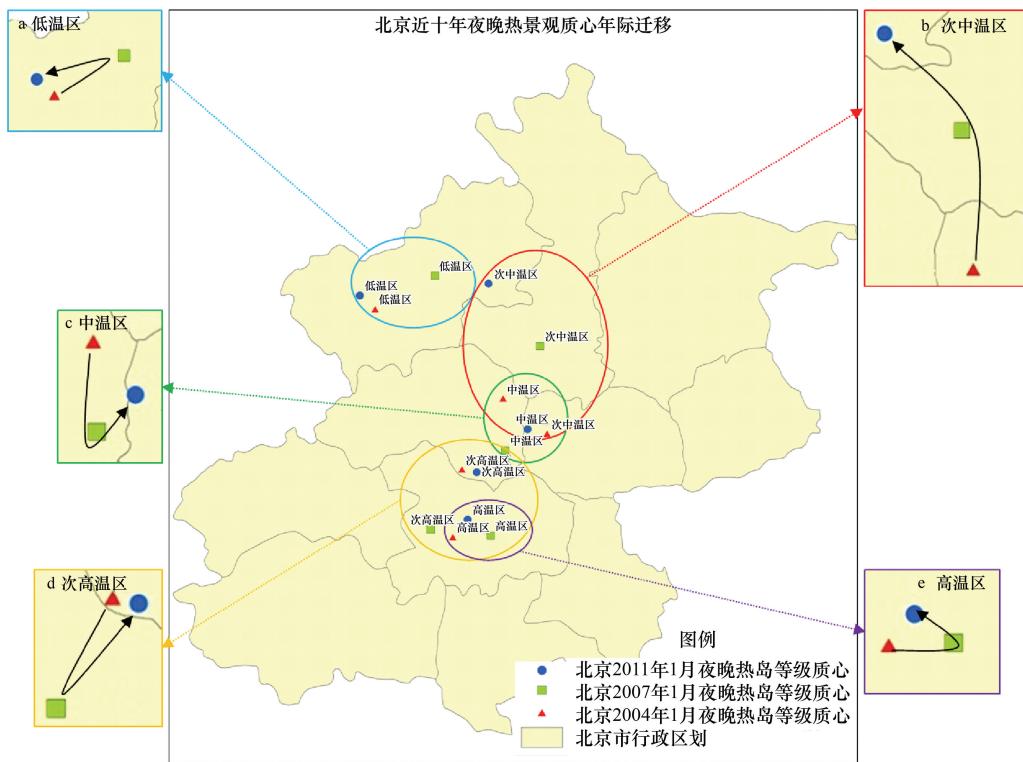


图5 北京市热景观等级质心空间演变
Fig. 5 The migration of each thermal landscapes type' centroids in Beijing

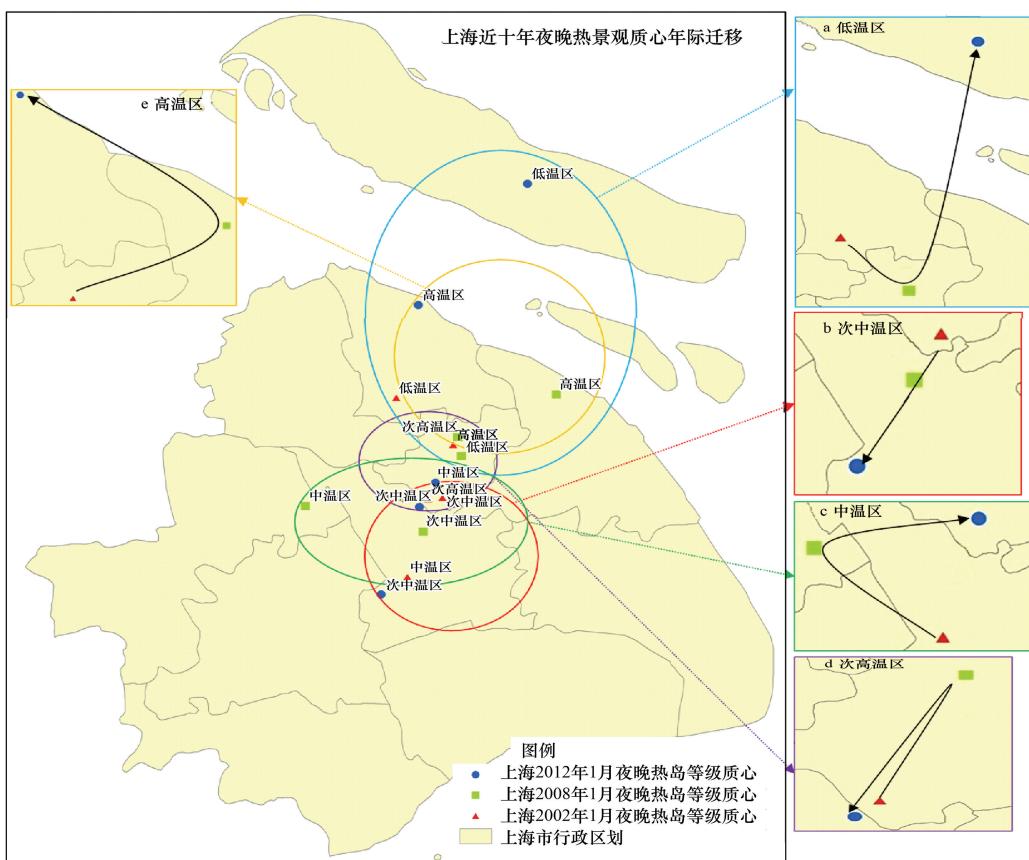


图6 上海市夜晚热景观等级质心空间演变
Fig. 6 The migration of each thermal landscapes type' centroids in Shanghai

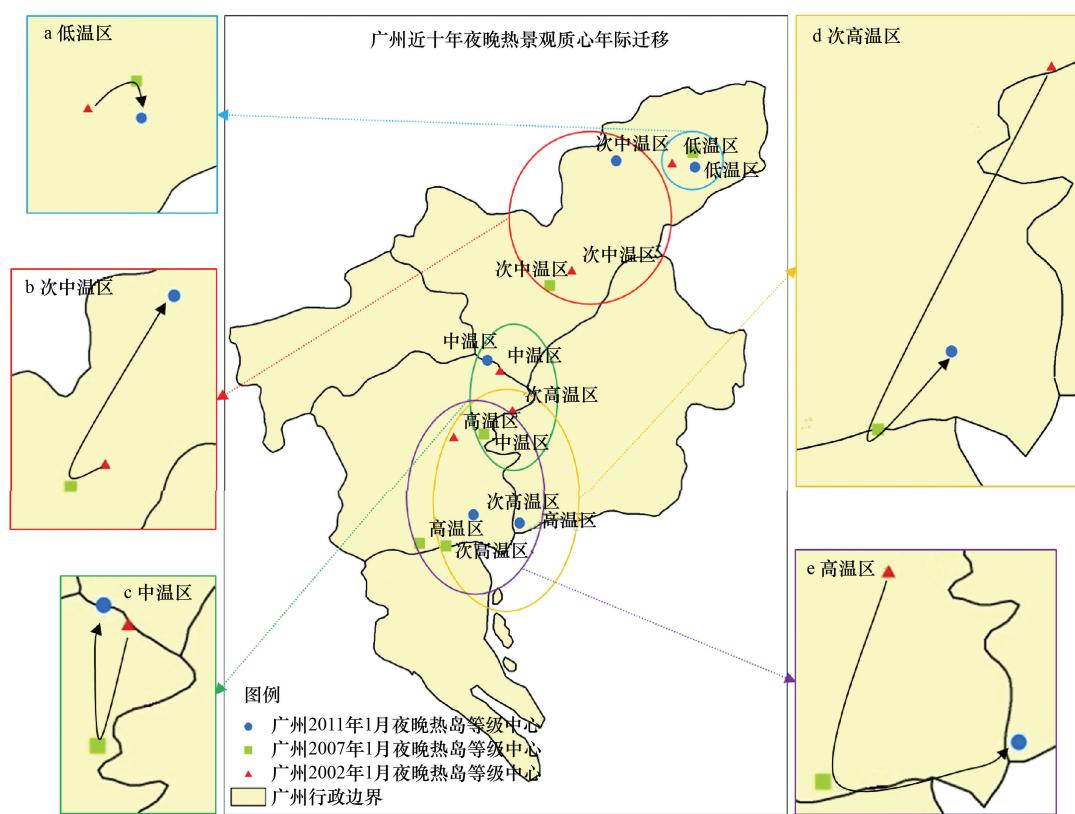


图 7 广州市夜晚热景观等级质心空间演变

Fig. 7 The migration of each thermal landscapes type's centroids in Guangzhou

上海市热力景观质心空间分布和地理方位没有一个明显的趋势,这也反映了上海市1月全市热力景观分布破碎度高,各种热力景观分布分散。热力景观质心迁移没有显著性规律。2002—2008年热岛景观总体格局分布向西北偏移,其中向西偏移9.6km,向北偏移7.5km;2008—2012年热岛景观总体格局分布向东南偏移,其中向东偏移11.5km,向南偏移0.8km。上海市围绕“新城”建设展开了城市规划和建设,近十年,新城建设初具规模,成为上海先进制造业集聚的主要空间,在新城建设的带动下,上海完成了制造业由中心城区向郊区的调整转移,轨道交通9号线、11号线、3号线建成,改善了整个上海市的交通格局,上海城市格局有了较大的改变。

广州市热力景观质心空间分布和北京市相似,也为由北至南大致呈低温区—次中温区—中温区—次高温区—高温区分布格局,地表温度南高北低,热力景观南北区分明显。10年来,低温区、次中温区、中温区分布向北偏移,次高温区、高温区分布向南偏移。2002—2007年热岛景观总体格局分布向西南偏移,其中向西偏移6.1km,向南偏移14.7km;2007—2011年热岛景观总体格局分布向东北偏移,其中向东偏移3.2km,向北偏移9.1km。广州市自2006年实施城市“中调”战略以来,逐步加快城市更新改造的探索步伐,工业企业“退二进三”、城中村和旧城改造力度不断加大,到2010年珠江核心区项目、中轴线工程、919项人居环境综合整治完工,广州市城市规划进一步向前迈进。

4 沪穗三地热力景观格局指数分析

综合三地热力景观类型比例(PLAND)格局指数可知,城市热力景观大致分布规律为:中温区所占比例最大,并以其为中心,向两侧递减。三地对比分析,上海热岛比例远低于其他两地;10a中,三地都呈现一个先降低再升高的趋势,北京、上海两地10a中热岛比例总体升高,而广州略有下降(图8,图9)。

斑块密度反映景观破碎度,三地比较上海市热力景观破碎度最高;不同热力景观类型比较,次中温区和高温区的破碎度最高。景观形状指数反映城市热力景观离散度,三地比较北京最高;不同热力景观类型比较,低

温区和高温区的离散度较高。

由于数据较多,选择近期数据及热环境恶劣的高温区景观为例,对比分析京沪穗三地热力景观离散度LSI值。近期的景观离散度分析表明,在5级热力景观中北京、上海两地的LSI均表现为先增后减,而广州的LSI变化不大,北京、上海的低温区和高温区的分布较集中,而次低温区、中温区和次高温区的分布较离散(图10)。三地10年间高温区景观的LSI变化分析表明,北京、广州夜晚热岛的离散度都呈现一个先集中后离散的趋势,而上海夜晚热岛的离散度持续下降,说明极强热岛景观的分布愈发集中(图11)。

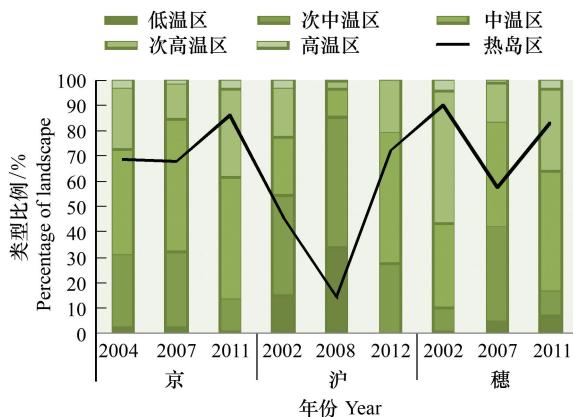


图8 京沪穗近10年三期热力景观类型比例

Fig.8 The percentage of thermal landscape in Beijing, Shanghai and Guangzhou nearly a decade

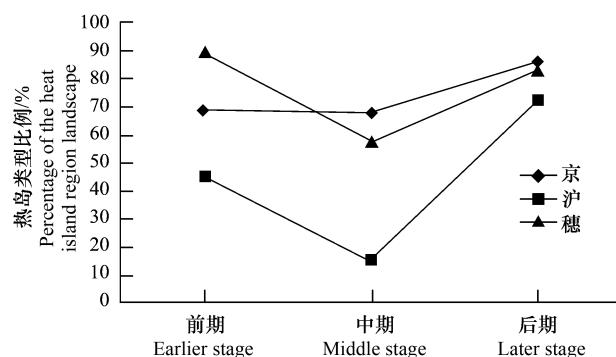


图9 京沪穗三地热岛类型比例

Fig.9 The percentage of the heat island region landscape in Beijing, Shanghai and Guangzhou

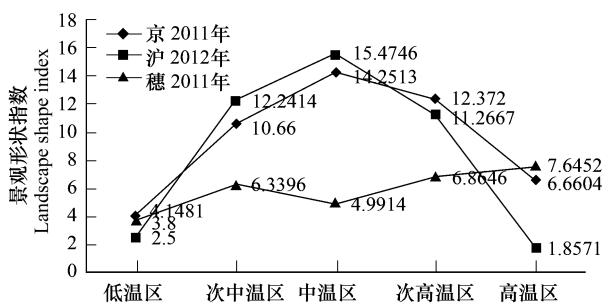


图10 京沪穗三地后期景观形状指数(LSI)

Fig.10 The landscape shape index of thermal landscape in Beijing, Shanghai and Guangzhou in the later stage

降温区 Low temperature region; 次中温区 Submiddle temperature region; 中温区 Middle temperature region; 次高温区 Sub-high temperature region; 高温区 High temperature region

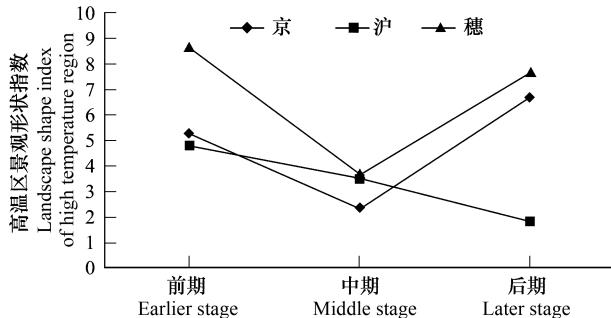


图11 京沪穗三地高温区景观形状指数(LSI)

Fig.11 The landscape shape index of high temperature region in Beijing, Shanghai and Guangzhou

5 京沪穗三地热力景观空间自相关分析

本文选用Geoda 095i软件计算Moran's I、Local Moran's I指数并生成聚类图,对三地的地表温度空间变异特征进行研究。通过计算可知,所有的Moran's I值均为正值,这说明三地中地表温度的空间分布并非随机,而是表现出温度相似值的空间集聚性。北京市夜晚热环境高—高集聚区域随时间变化逐渐增长,主要分布于北京市中南部,低—低集聚区域主要分布在北部,且高—高集聚成为主要趋势。上海市高—高集聚早期分布在主城区中心地带、中期分布在长江入海口地带且面积较小,后期分布比较离散,除在主城区分布,浦东分布面积较大;早、中期低—低集聚区域较大,而后期分布大幅减少。广州市夜晚表现为南部高—高集聚且呈逐渐减少的趋势,中北部低—低集聚,先南迁而后北迁。

综合三地夜间温度空间自相关分析可知,在四类温度集聚中,三地均以高温—高温区相邻、低温—低温区相邻为主。由于热区集中分布对热环境危害较大,人们主要关心高温—高温集聚区,北京、广州高温—高温区分布于南部,且集中成片分布,而上海市高温—高温区分布比较离散。从分布面积来说,10年中北京、上海表现为先减少后增加,而广州则持续减少。总体而言北京热环境恶化,而广州热环境明显好转,上海地区较为复杂,从分布面积来看变化不大,而从热区分布更加离散的角度来看,上海热环境状况有所好转。

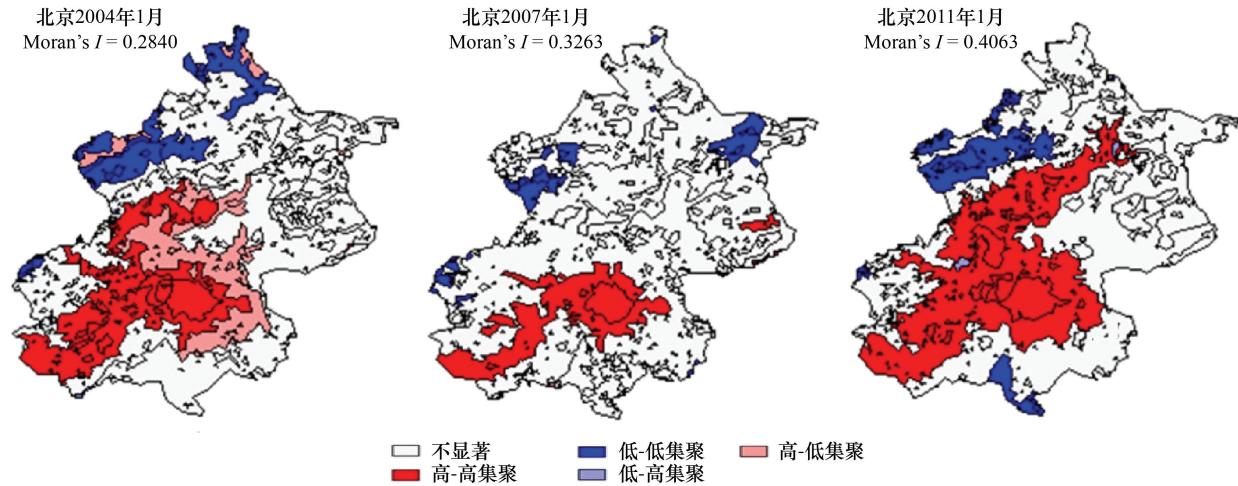


图12 北京市热力景观格局空间关联图

Fig. 12 Spatial association of the thermal landscape pattern in Beijing

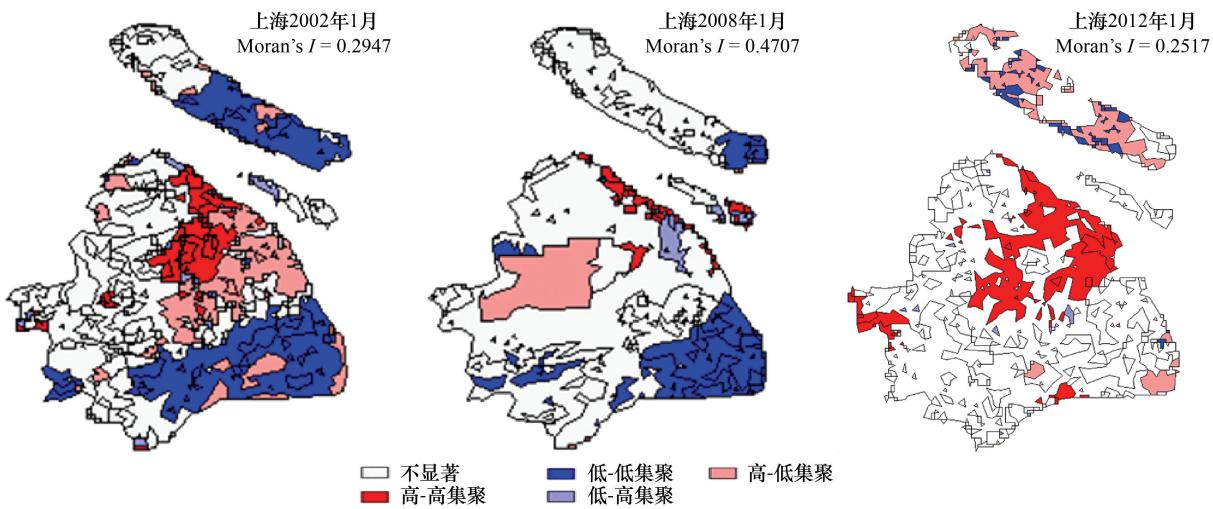


图13 上海市热力景观格局空间关联图

Fig. 13 Spatial association of the thermal landscape pattern in Shanghai

6 展望

本研究初步揭示了京沪穗三地近十年夜间热力景观分布格局及演化特征,研究结论可为城市规划、城市人居环境改善提供借鉴,但仍有很多不足之处,需要进一步研究探讨:

(1) 本次研究只选取了三地1月份的温度数据,由于城市热环境格局也会随着季节产生变化,热环境格局变化的全面性有待加强。且只选取了三地3a的数据,热环境格局的时间规律性变化严谨性有待提高。另外没有实地数据做验证,其精度评价方面有待加强。

(2) 热力景观的划分直接影响到后续分析,本文采用的对地表温度数据极值标准化处理,而后等间距划分的方法,可以代表地表热场分布,目前还有均值-标准差法,其在本区域的适用性可进一步对比分析。

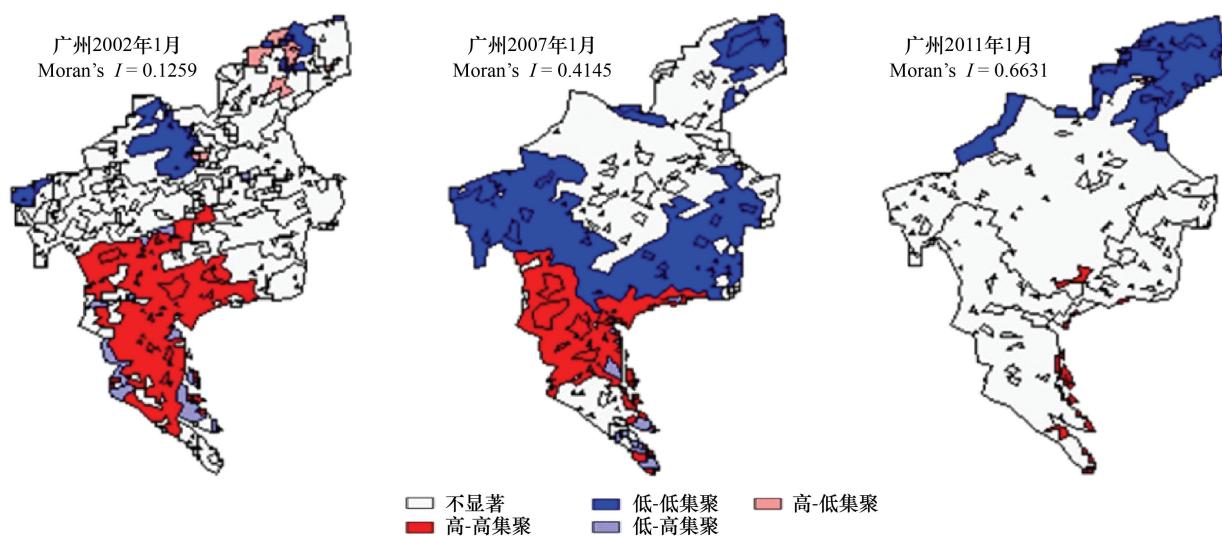


图 14 广州市热力景观格局空间关联图

Fig. 14 Spatial association of the thermal landscape pattern in Guangzhou

(3)本文仅就三地热力景观的时间演变进行分析,由于热环境影响因素众多,受城市下垫面、气象、地形、人为热排放等多种因素制约,且作用机理复杂。

References:

- [1] Ji C P, Liu W D, Xuan C Y. Impact of urban growth on the heat island in Beijing. Chinese Journal of Geophysics, 2006, 49(1): 69-77.
- [2] Jiang X D, Xia B C. Spatial characteristics and dynamic simulations of urban heat environment of cities in Pearl River Delta. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27 (4): 1461-1470.
- [3] Meng D, Li X, Zhao W, Gong H. Quantitative exploration of the mechanisms behind the urban thermal environment in Beijing. Progress in Natural Science, 2009, 19: 1757-1763.
- [4] Deng Y J, Liu C, Lin J X. Research into thermal environment in guangzhou based on modis data. Journal of Tropical Meteorology, 2007,23(3): 261-264.
- [5] Xu X D, Tang X. An Introduction of Environmental Meteorology Under Urbanization Background. Beijing: Meteorological Press, 2002: 62-80.
- [6] Rao P K. Remote sensing of urban heat islands from an environmental satellite. Bulletin of the American Meteorological Society, 1972, 53: 647-648.
- [7] Carlson T N, Augustine J A, Boland F E. Potential application of satellite temperature measurements in the analysis of land use over urban areas. Bulletin of the American Meteorological Society, 1977,58:1301-1303.
- [8] Carnahan W H, Larson R C. An analysis of an urban heat sink. Remote Sensing of Environment,1990,33(1):65-71.
- [9] Han Q J, FU Q Y, PAN Z Q, YANG L, WNAG A C. Study on Urban Heat Island Effect with HJ-1B Thermal Infrared Remote Sensing Image. Spacecraft Recovery & Remote Sensing, 2012,33(1):67-74.
- [10] Zhang Z M, He G J, Xiao R B, Wang W. A Study of the Urban Heat Island Changes of BEIJING City Based on Remote Sensing. Remote Sensing Information, 2005, (6):46-48,70.
- [11] Chen M N, Zhang H, Tang J Y, Chen W Z, Zhang Y, Ma W C. Study on the thermal environment of land surface in Shanghai with multi-temporal remote sensing images. China Environmental Science, 2011,31(7):1143-1151.
- [12] Su Y L, ZHANG Y F. Spatio-temporal Characteristics of Urban Heat Island Effect of Xi'an City Based on Landsat TM/ETM+. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2011,31(5):230-234.
- [13] Jiang X D, Xia B C, Guo L. Research on Urban Heat Island and its Environmental Effects of Rapidly Urbanized Regions. Ecologic Science, 2006, 25(2):171-175.
- [14] Yang Y B, SU W Z, JIANG N. Time-Space Character Analysis of Urban Heat Island Effect in Nanjing City Using Remote Sensing. Remote Sensing Technology and Application, 2006,21(6):488-492,479.
- [15] Shen S H, Zhao X Y, Yang S B, Zhou Q. Case Study of LST Distribution in Nanjing Based on ASTER Data. Journal of Applied Meteorological Science, 2009 ,20(4):458-464.
- [16] Wang J K, Wang K C, Wang P C. Urban Heat(or Cool) Island over Beijing from MODIS Land Surface Temperature. Journal of Remote Sensing, 2007,11(3):330-339.
- [17] Ge W Q, Zhou H M, Yang H Q. Characteristics Analysis on Heat Island Effect in Yangtze Delta Urban Agglomerations in Recent 8 Years by MODIS Data. Meteorological Monthly, 2010,36(11):77-81.

- [18] Jiang Z H, YE L M. A study of the urban heat island changes of Nanjing in the past decade based on remote sensing. *Journal of Nanjing University of Information Science & Technology (Natural Science Edition)*, 2010, (2): 148-154.
- [19] Wu J G. *Landscape Ecology*. Beijing: Higher Education Press, 2000: 104-105.
- [20] Chen Y H, Li Jing, Li X B. *Research on Patterns, Process, Simulation and Effect of Urban Spatial Thermal Environment Using Remote Sensing Image*. Beijing: Science Press, 2004: 85-95.
- [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.
- [22] Yue W Z. *Study on Urban Landscape Pattern and Its Thermal Environment Effect Based on Remote Sensing Image*. Beijing: Science Press, 2008: 105-136.
- [23] Xu H Q, Chen B Q. A study on urban heat island and its spatial relationship with urban expansion: Xiamen, SE China. *Urban Studies*, 2004, (2): 65-70.
- [24] Chen F, Wei H D, Xu X Y, Zhou J H, Tang J N, Liu H J. *Landscape Dynamics of Land Desertification of Different Origins of First Bends of Yellow River in Maqu County*. *Journal of Northwest Forestry University*, 2011, 26(05): 198-201.
- [25] Gong Z N, Zhang Y R, Gong H L, Zhao W J. Evolution of wetland landscape pattern and its driving factors in Beijing. *Acta Geographica Sinica*, 2011, 66(1): 77-88.
- [26] Feng Y J, Han Z. RS and GIS Derived Spatio-temporal Evolution of Water Landscape in Coastal Areas: a Case Study of Shanghai Section on the Northern Bank of Hangzhou Bay. *Remote Sensing for Land & Resources*, 2011, 22(1): 123-127.
- [27] Wang F H. *Quantitative Methods and Application in GIS* // LLC: CRC Press, 2006.
- [28] Li C, Liu J P, Liu Q F, Yu Y. Dynamic Change of Wetland Landscape Patterns in Songnen Plain. *Wetland Science*, 2008, 6(2): 167-172.
- [29] Shen W, Jenerette G D, Wu J. Evaluating empirical scaling relations of pattern metrics with simulated landscapes. *Ecography*, 2004, 27: 459-469.
- [30] Wu J, Shen W, Sun W. Empirical patterns of the effects of changing scale on landscape metrics. *Landscape Ecol*, 2002, 17: 761-782.
- [31] Anselin L. Local indicators of spatial association LISA. *Geographical Analysis*, 1995, 27: 93-115.
- [32] Bian H Y, Ren Z Y. Spatial Autocorrelation of Land Carrying Capacity in the Guanzhong-Tianshui Areas. *Journal of Ningxia Teachers University*, 2011, 32(3): 56-59.
- [33] Hu Q F, Zhang Z P, He R, Niu S W. Study on Spatial Statistical Analysis of Regional Economic Growth Rate Based on Geoda 095i. *Geomatics & Spatial Information Technology*, 2007, 30(2): 53-55.
- [34] Song Y T, 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.

参考文献:

- [1] 季崇萍, 刘伟东, 轩春怡. 北京城市化进程对城市热岛的影响研究. *地球物理学报*, 2006, 49(1): 69-77.
- [2] 江学顶, 夏北成. 珠江三角洲城市群热环境空间格局动态. *生态学报*, 2007, 27(04): 1461-1470.
- [4] 邓玉娇, 刘诚, 林锦祥. 基于 MODIS 资料研究广州市热环境. *热带气象学报*, 2007, 23(03): 261-264.
- [5] 徐祥德, 汤绪. 城市化环境气象学引论. 北京: 气象出版社, 2002: 62-80.
- [9] 韩启金, 傅俏燕, 潘志强, 杨磊, 王爱春. 利用 HJ-1B 星热红外遥感图像研究城市热岛效应. *航天返回与遥感*, 2012, 33(1): 67-74.
- [10] 张兆明, 何国金, 肖荣波, 王威. 北京市热岛演变遥感研究. *遥感信息*, 2005, (6): 46-48, 70.
- [11] 陈命男, 张浩, 唐靖寅, 陈蔚镇, 张艳, 马蔚纯. 上海城市地表热环境多时期遥感研究. *中国环境科学*, 2011, 31(7): 1143-1151.
- [12] 苏雅丽, 张艳芳. 基于 Landsat TM/ETM+ 的西安市城市热岛效应时空演变. *水土保持通报*, 2011, 31(5): 230-234.
- [13] 江学顶, 夏北成, 郭泺. 快速城市化区域城市热岛及其环境效应研究. *生态科学*, 2006, 25(2): 171-175.
- [14] 杨英宝, 苏伟忠, 江南. 南京市热岛效应时空特征的遥感分析. *遥感技术与应用*, 2006, 21(6): 488-492, 479.
- [15] 申双和, 赵小艳, 杨沈斌, 周强. 利用 ASTER 数据分析南京城市地表温度分布. *应用气象学报*, 2009, 20(4): 458-464.
- [16] 王建凯, 王开存, 王普才. 基于 MODIS 地表温度产品的北京城市热岛(冷岛)强度分析. *遥感学报*, 2007, 11(3): 330-339.
- [17] 葛伟强, 周红妹, 杨何群. 基于 MODIS 数据的近 8 年长三角城市群热岛特征及演变分析. *气象*, 2010, 36(11): 77-81.
- [18] 江志红, 叶丽梅. 近十年南京城市热岛演变的遥感研究. *南京信息工程大学学报(自然科学版)*, 2010, (2): 148-154.
- [19] 邬建国. *景观生态学——格局、过程、尺度与等级*. 北京: 高等教育出版社, 2000: 104-105.
- [20] 陈云浩, 李京, 李晓兵. 城市热环境遥感分析——格局、过程、模拟与影响. 北京: 科学出版社, 2004: 85-95.
- [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.
- [22] 岳文泽. 基于遥感影像的城市景观格局及其热环境效应研究. 北京: 科学出版社, 2008: 105-136.
- [23] 徐涵秋, 陈本清. 城市热岛与城市空间发展的关系探讨——以厦门市为例. *城市发展研究*, 2004, (2): 65-70.
- [24] 陈芳, 魏怀东, 徐先英, 周建华, 唐进年, 刘虎俊. 黄河首曲玛曲县高寒草地沙化景观动态研究. *西北林学院学报*, 2011, 26(05): 198-201.
- [25] 宫兆宁, 张翼然, 宫辉力, 赵文吉. 北京湿地景观格局演变特征与驱动机制分析. *地理学报*, 2011, 66(01): 77-88.
- [26] 冯永玖, 韩震. 基于遥感和 GIS 的海岸带水域生态景观格局演变研究——以杭州湾北岸上海市段为例. *国土资源遥感*, 2011, 22(1): 123-127.
- [28] 李闯, 刘吉平, 刘庆凤, 于洋. 松嫩平原湿地景观格局动态变化研究. *湿地科学*, 2008, 6(02): 167-172.
- [32] 卞鸿雁, 任志远. 关中—天水地区土地承载力空间自相关研究. *宁夏师范学院学报*, 2011, 32(03): 56-59.
- [33] 胡青峰, 张子平, 何荣, 牛遂旺. 基于 Geoda 095i 区域经济增长率的空间统计分析研究. *测绘与空间地理信息*, 2007, 30(02): 53-55.
- [34] 宋艳霞, 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.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33 ,No. 5 March ,2013(Semimonthly)
CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- The effect of nitrogen deposition on forest soil organic matter and litter decomposition and the microbial mechanism WANG Jingyuan, ZHANG Xinyu, WEN Xuefa, et al (1337)
Advances and the effects of industrial hemp for the cleanup of heavy metal pollution LIANG Shumin, XU Yanping, CHEN Yu, et al (1347)
A review for evaluating the effectiveness of BMPs to mitigate non-point source pollution from agriculture MENG Fande, GENG Runzhe, OU Yang, et al (1357)
Progresses in dendrochronology of shrubs LU Xiaoming, LIANG Eryuan (1367)

Autecology & Fundamentals

- The characteristics of nocturnal sap flow and stem water recharge pattern in growing season for a *Larix principis-rupprechtii* plantation WANG Yanbing, DE Yongjun, XIONG Wei, et al (1375)
Effects of soil drought stress on photosynthetic characteristics and antioxidant enzyme activities in *Hippophae rhamnoides* Linn. seedlings PEI Bin, ZHANG Guangcan, ZHANG Shuyong, et al (1386)
Diurnal activity time budget of Père David's deer in Hubei Shishou Milu National Nature Reserve, China YANG Daode, LI Zhuyun, LI Pengfei, et al (1397)
Sublethal effects of three insecticides on the reproduction and host searching behaviors of *Sclerodermus sichuanensis* Xiao (Hymenoptera: Bethyidae) YANG Hua, YANG Wei, YANG Chunping, et al (1405)

Population, Community and Ecosystem

- Seasonal succession of zooplankton in Sansha Bay, Fujian XU Jiayi, XU Zhaoli (1413)
Biomass production and litter decomposition of lakeshore plants in Napahai wetland, Northwestern Yunnan Plateau, China GUO Xuhu, XIAO Derong, TIAN Kun, et al (1425)
The flora and species diversity of herbaceous seed plants in wetlands along the Xin'anjiang River from Anhui YANG Wenbin, LIU Kun, ZHOU Shoubiao (1433)
Spatial-temporal variation of root-associated aerobic bacterial communities of *phragmites australis* and the linkage of water quality factors in constructed wetland XIONG Wei, GUO Xiaoyu, ZHAO Fei (1443)
Temporal dynamics and influencing factors of leaf respiration for three temperate tree species WANG Zhaoguo, WANG Chuankuan (1456)
Environmental controls on water use efficiency of a poplar plantation under different soil water conditions ZHOU Jie, ZHANG Zhiqiang, SUN Ge, et al (1465)
An analysis of calcium components of *Artemisia ordosica* plant on sandy lands in different ecological regions XUE Pingping, GAO Yubao, HE Xingdong (1475)
Effects of alpine meadow plant communities on soil nematode functional structure in Northern Tibet, China XUE Huiying, HU Feng, LUO Daqing (1482)
Soil fauna diversity of abandoned land in a copper mine tailing area ZHU Yongheng, SHEN Fei, YU Jian, et al (1495)
Effects of ciprofloxacin on microbial biomass carbon and carbon metabolism diversity of soil microbial communities MA Yi, PENG Jinju, WANG Yun, et al (1506)
Estimation of ecological water demands based on ecological water table limitations in the lower reaches of the Liaohe River Plain, China SUN Caizhi, GAO Ying, ZHU Zhengru (1513)

Landscape, Regional and Global Ecology

- The ecological security patterns and construction land expansion simulation in Gaoming SU Yongxian, ZHANG Hong'ou, CHEN Xiuzhi, et al (1524)
Root features of typical herb plants for hillslope protection and their effects on soil infiltration LI Jianxing, HE Binghui, CHEN Yun (1535)

- The dynamic change of the thermal environment landscape patterns in Beijing, Shanghai and Guangzhou in the recent past decade ...
..... MENG Dan, WANG Mingyu, LI Xiaojuan, et al (1545)
- Change trends and driving factors of base flow in Kuye River Catchment
..... LEI Yongnan, ZHANG Xiaoping, ZHANG Jianjun, et al (1559)
- Photosynthetic characteristics, biomass allocation, C, N and P distribution of *Schima superba* seedlings in response to simulated
nitrogen deposition LI Mingyue, WANG Jian, WANG Zhenxing, et al (1569)
- Effect of iron slag adding on methane production, oxidation and emission in paddy fields
..... WANG Weiqi, LI Pengfei, ZENG Congsheng, et al (1578)
- Resource and Industrial Ecology**
- Antioxidative system and chlorophyll fluorescence of *Zizania latifolia* Turcz. plants are affected by *Ustilago esculenta* infection
..... YAN Ning, WANG Xiaoqing, WANG Zhidan, et al (1584)
- Analysis of cold-regulated gene expression of the Fingered Citron (*Citrus medica* L. var. *sarcodactylis* Swingle)
..... CHEN Wenrong, YE Jiejun, LI Yongqiang, et al (1594)
- Hosts preference of *Echinothrips americanus* Morgan for different vegetables ... ZHU Liang, SHI Baocai, GONG Yajun, et al (1607)
- Induction effects of jasmonic acid on tannin content and defense-related enzyme activities in conventional cotton plants
..... YANG Shiyong, WANG Mengmeng, XIE Jianchun (1615)
- Effects of irrigation with paper mill effluent on growth and nutrient status of *Populus tomentosa* seedlings
..... WANG Ye, XI Benye, CUI Xiangdong, et al (1626)
- Water use efficiency of Jiangsu Province based on the data envelopment analysis approach
..... ZHAO Chen, WANG Yuan, GU Xueming, et al (1636)
- Research Notes**
- Characteristics of precipitation distribution in *Pinus tabulaeformis* plantations under different canopy coverage in Taiyue Mountain
..... ZHOU Bin, HAN Hairong, KANG Fengfeng, et al (1645)
- Driving factor analysis on the vegetation changes derived from the Landsat TM images in Beijing JIA Baoqun (1654)
- Effects of *Mikania micrantha* wilt virus infection on photosynthesis and the activities of four enzymes in *Mikania micrantha* H. B. K.
..... WANG Rui long, PAN Wanwen, YANG Jiaoyu, et al (1667)

《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研工作者,探索自然奥秘,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研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

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENTAI XUEBAO)

(半月刊 1981年3月创刊)

第33卷 第5期 (2013年3月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 5 (March, 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
主 编	王如松
主 管	中国科学技术协会
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
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街16号 邮政编码:100717
印 刷	北京北林印刷厂
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
订 购	全国各地邮局
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
广 告 经 营	京海工商广字第8013号
许 可 证	

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
Editor-in-chief	WANG Rusong
Supervised by	China Association for Science and Technology
Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
Domestic	All Local Post Offices in China
Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China



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