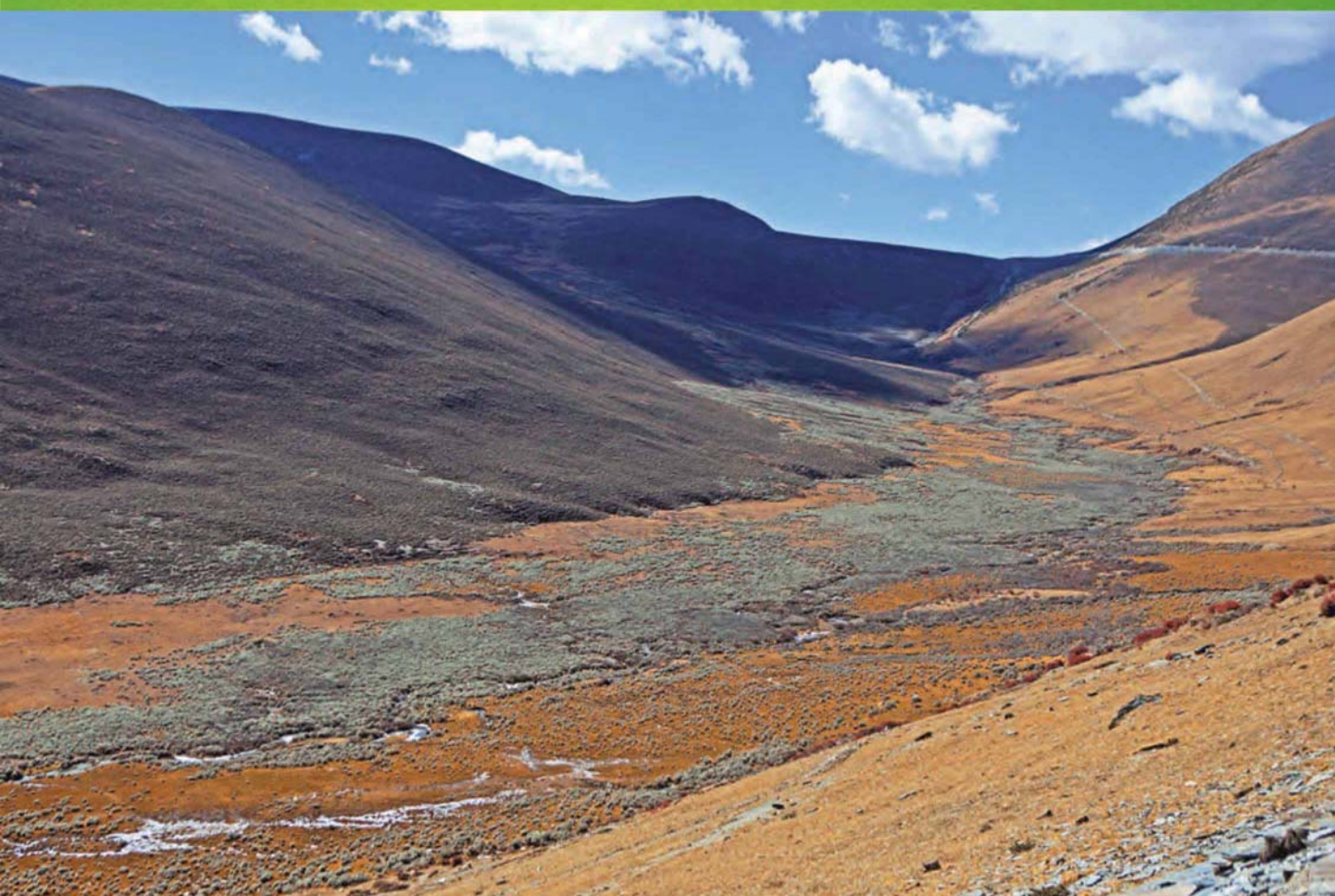


ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

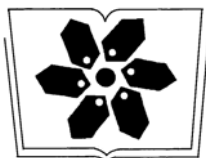
中国生态学会 2013 年学术年会专辑



第 33 卷 第 18 期 Vol.33 No.18 **2013**

中国生态学会
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 18 期 2013 年 9 月 (半月刊)

目 次

中国生态学会 2013 年学术年会专辑 卷首语

- 美国农业生态学发展综述 黄国勤, Patrick E. McCullough (5449)
- 水足迹研究进展 马 晶, 彭 建 (5458)
- 江西省主要作物(稻、棉、油)生态经济系统综合分析评价 孙卫民, 欧一智, 黄国勤 (5467)
- 植物干旱胁迫下水分代谢、碳饥饿与死亡机理 董 蕾, 李吉跃 (5477)
- 生态化学计量学特征及其应用研究进展 曾冬萍, 蒋利玲, 曾从盛, 等 (5484)
- 三峡库区紫色土植被恢复过程的土壤团粒组成及分形特征 王轶浩, 耿养会, 黄仲华 (5493)
- 城市不同地表覆盖类型对土壤呼吸的影响 付芝红, 呼延佼奇, 李 锋, 等 (5500)
- 华南地区 3 种具有不同入侵性的近缘植物对低温胁迫的敏感性 王宇涛, 李春妹, 李韶山 (5509)
- 沙丘稀有种准噶尔无叶豆花部综合特征与传粉适应性 施 翔, 刘会良, 张道远, 等 (5516)
- 水浮莲对水稻竞争效应、产量与土壤养分的影响 申时才, 徐高峰, 张付斗, 等 (5523)
- 珍稀药用植物白及光合与蒸腾生理生态及抗旱特性 吴明开, 刘 海, 沈志君, 等 (5531)
- 不同温度及二氧化碳浓度下培养的龙须菜光合生理特性对阳光紫外辐射的响应 杨雨玲, 李 伟, 陈伟洲, 等 (5538)
- 土壤氧气可获得性对双季稻田温室气体排放通量的影响 秦晓波, 李玉娥, 万运帆, 等 (5546)
- 免耕稻田氮肥运筹对土壤 NH_3 挥发及氮肥利用率的影响 马玉华, 刘 兵, 张枝盛, 等 (5556)
- 香梨两种树形净光合速率特征及影响因素 孙桂丽, 徐 敏, 李 疆, 等 (5565)
- 沙埋对沙米幼苗生长、存活及光合蒸腾特性的影响 赵哈林, 曲 浩, 周瑞莲, 等 (5574)
- 半干旱区旱地春小麦全膜覆土穴播对土壤水热效应及产量的影响 王红丽, 宋尚有, 张绪成, 等 (5580)
- 基于 Le Bissonnais 法的石漠化区桑树地埂土壤团聚体稳定性研究 汪三树, 黄先智, 史东梅, 等 (5589)
- 不同施肥对雷竹林径流及渗漏水中氮形态流失的影响 陈裴裴, 吴家森, 郑小龙, 等 (5599)
- 黄土丘陵区不同植被土壤氮素转化微生物生理群特征及差异 邢肖毅, 黄懿梅, 安韶山, 等 (5608)
- 黄土丘陵区植被类型对土壤微生物量碳氮磷的影响 赵 彤, 闫 浩, 蒋跃利, 等 (5615)
- 林地覆盖对雷竹林土壤微生物特征及其与土壤养分制约性关系的影响 郭子武, 俞文仙, 陈双林, 等 (5623)
- 降雨对草地土壤呼吸季节变异性的影响 王 旭, 闫玉春, 闫瑞瑞, 等 (5631)
- 基于土芯法的亚热带常绿阔叶林细根空间变异与取样数量估计 黄超超, 黄锦学, 熊德成, 等 (5636)
- 4 种高大树木的叶片性状及 WUE 随树高的变化 何春霞, 李吉跃, 孟 平, 等 (5644)
- 干旱荒漠区银白杨树干液流动态 张 俊, 李晓飞, 李建贵, 等 (5655)
- 模拟增温和不同凋落物基质质量对凋落物分解速率的影响 刘瑞鹏, 毛子军, 李兴欢, 等 (5661)
- 金沙江干热河谷植物叶片元素含量在地表凋落物周转中的作用 闫帮国, 纪中华, 何光熊, 等 (5668)
- 温带 12 个树种新老树枝非结构性碳水化合物浓度比较 张海燕, 王传宽, 王兴昌 (5675)
- 断根结合生长素和钾肥施用对烤烟生长及糖碱比、有机钾指数的影响 吴彦辉, 薛立新, 许自成, 等 (5686)
- 光周期和高脂食物对雌性高山姬鼠能量代谢和产热的影响 高文荣, 朱万龙, 孟丽华, 等 (5696)
- 绿原酸对凡纳滨对虾抗氧化系统及抗低盐度胁迫的影响 王 芸, 李 正, 李 健, 等 (5704)

基于盐分梯度的荒漠植物多样性与群落、种间联接响应	张雪妮, 吕光辉, 杨晓东, 等 (5714)
广西马山岩溶植被年龄序列的群落特征	温远光, 雷丽群, 朱宏光, 等 (5723)
戴云山黄山松群落与环境的关联	刘金福, 朱德煌, 兰思仁, 等 (5731)
四川盆地亚热带常绿阔叶林不同物候期凋落物分解与土壤动物群落结构的关系	王文君, 杨万勤, 谭 波, 等 (5737)
中亚热带常绿阔叶林不同演替阶段土壤活性有机碳含量及季节动态	范跃新, 杨玉盛, 杨智杰, 等 (5751)
塔克拉玛干沙漠腹地人工植被及土壤 C N P 的化学计量特征	李从娟, 雷加强, 徐新文, 等 (5760)
鄱阳湖小天鹅越冬种群数量与行为学特征	戴年华, 邵明勤, 蒋丽红, 等 (5768)
营养盐加富和鱼类添加对浮游植物群落演替和多样性的影响	陈 纯, 李思嘉, 肖利娟, 等 (5777)
西藏达则错盐湖沉积背景与有机沉积结构	刘沙沙, 贾沁贤, 刘喜方, 等 (5785)
西藏草地多项供给及调节服务相互作用的时空演变规律	潘 影, 徐增让, 余成群, 等 (5794)
太湖水体溶解性氨基酸的空间分布特征	姚 昕, 朱广伟, 高 光, 等 (5802)
基于遥感和 GIS 的巢湖流域生态功能分区研究	王传辉, 吴 立, 王心源, 等 (5808)
近 20 年来东北三省春玉米物候期变化趋势及其对温度的时空响应	李正国, 杨 鹏, 唐华俊, 等 (5818)
鄱阳湖湿地景观恢复的物种选择及其对环境因子的响应	谢冬明, 金国花, 周杨明, 等 (5828)
珠三角河网浮游植物生物量的时空特征	王 超, 李新辉, 赖子尼, 等 (5835)
南京市景观时空动态变化及其驱动力	贾宝全, 王 成, 邱尔发 (5848)
川西亚高山-高山土壤表层有机碳及活性组分沿海拔梯度的变化	秦纪洪 王 琴 孙 辉 (5858)
城市森林碳汇及其抵消能源碳排放效果——以广州为例	周 健, 肖荣波, 庄长伟, 等 (5865)
基于机器学习模型的沙漠腹地地下水含盐量变化过程及模拟研究	范敬龙, 刘海龙, 雷加强, 等 (5874)
干旱区典型绿洲城市发展与水资源潜力协调度分析	夏富强, 唐 宏, 杨德刚, 等 (5883)
海岸带区域综合承载力评估指标体系的构建与应用——以南通市为例	魏 超, 叶属峰, 过仲阳, 等 (5893)
中街山列岛海洋保护区鱼类物种多样性	梁 君, 徐汉祥, 王伟定 (5905)
丰水期长江感潮河口段网采浮游植物的分布与长期变化	江志兵, 刘晶晶, 李宏亮, 等 (5917)
基于生态网络的城市代谢结构模拟研究——以大连市为例	刘耕源, 杨志峰, 陈 彬, 等 (5926)
保护区及周边居民对野猪容忍性的影响因素——以黑龙江凤凰山国家级自然保护区为例	徐 飞, 蔡体久, 琚存勇, 等 (5935)
三江源牧户参与草地生态保护的意愿	李惠梅, 张安录, 王 珊, 等 (5943)
沈阳市降雨径流初期冲刷效应	李春林, 刘 淼, 胡远满, 等 (5952)
期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 514 * zh * P * ¥ 90.00 * 1510 * 59 * 2013-09	



封面图说: 川西高山地带土壤及植被——青藏高原东缘川西的高山地带坡面上为草地, 沟谷地带由于低平且水分较充足, 生长有很多灌丛。川西地区大约在海拔 4000m 左右为林线, 以下则分布有亚高山森林。亚高山森林是以冷、云杉属为建群种或优势种的暗针叶林为主体的森林植被。作为高海拔低温生态系统, 高山-亚高山地带土壤碳被认为是我国重要的土壤碳库。有研究表明, 易氧化有机碳含量与海拔高度呈显著正相关, 显示高海拔有利于土壤碳的固存。因而, 这里的表层土壤总有机碳含量随着海拔的升高而增加。

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/stxb201304110673

贾宝全, 王成, 邱尔发. 南京市景观时空动态变化及其驱动力. 生态学报, 2013, 33(18): 5848-5857.

Jia B Q, Wang C, Qiu E F. Spatio-temporal dynamics of land use/land cover and its driving forces in Nanjing from 1995 to 2008. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(18): 5848-5857.

南京市景观时空动态变化及其驱动力

贾宝全^{1,2,3,*}, 王 成^{1,2,3}, 邱尔发^{1,2,3}

(1. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091; 2. 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091;

3. 国家林业局城市林业研究中心, 北京 100091)

摘要: 选择南京市 1995、2000 和 2008 年的土地利用/土地覆盖数据, 对其土地利用斑块动态变化与景观斑块的空间稳定性进行探讨。结果表明, 全市总体上以耕地、林地和草地的减少, 以及建设用地和水域的大幅度增加为典型特征。1995—2000 年间耕地、林地和草地面积净减少了 12017.2 hm², 2000—2008 年间净减少 41029.13 hm²; 全市的建设用地面积 1995—2000 年间仅增加了 11981.3 hm², 2000—2008 年间面积增加了 41027.06 hm²。从斑块类型的面积稳定性来看, 各种土地利用斑块的空间稳定性都非常高, 除了 2000—2008 年间未利用土地的自身空间保持率为 50.66% 外, 其他土地景观类型的保持率都在 90% 以上。从不稳定斑块的空间分布看, 1995—2000 年间, 主要集中在南京市的栖霞区、浦口区和江宁区, 呈离散分布特征; 2000—2008 年间, 不稳定斑块一方面呈现出集中连片的分布态势, 这在江宁区 and 栖霞区最为典型, 另一方面这种集中分布趋势也扩大到了六合区与高淳县。从不稳定斑块的转化方向看, 均以建设用地所占比例最大, 两个时段内转为建设用地的不稳定斑块分别占到了不稳定斑块总面积的 87.09% 和 68.46%, 其次的转化方向为水域, 两个时间段内分别达到了 10.61% 和 23.86%。从景观斑块变化的原因来看, 对当地景观斑块稳定性影响最大的主要是人口与经济发展、城市规划的引导和重大的生态建设工程等人为因素。

关键词: 土地利用; 时空动态; 驱动力; 南京市

Spatio-temporal dynamics of land use/land cover and its driving forces in Nanjing from 1995 to 2008

JIA Baoquan^{1,2,3,*}, WANG Cheng^{1,2,3}, QIU Erfa^{1,2,3}

¹ Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China

² Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China

³ Research Centre of Urban Forestry, State Forestry Administration, Beijing 100091, China

Abstract: It is of great significance both theoretically and practically to describe and understand the dynamics of urban spatial structure for developing optimal urban planning and achieving the healthy urban ecosystem functions. We, hereby, used the land use maps of Nanjing in 1995, 2000 and 2008 to analyze the dynamics of land use patches, stability and the driving forces. The methodology includes the ArcGis tools and social-economic statistics. Finally the recommendations for urban forestry planning of Nanjing were provided thereafter.

Overall, the cropland, construction land and forest land of Nanjing were three major landscape patch types and over 50% of the cropland has been the matrix throughout the year of 1995 to 2008. Landscape changes included the area decrease in cropland, forest land, grass land, and the increase in construction land and waters. In addition, the landscape change was getting more rapidly over the time. The area of cropland, forest land and grass land had decreased by 12,017 ha in total from 1995 to 2000, and 41,029 ha from 2000 to 2008. In the meantime, the area of construction land had increased by 11,981 ha from 1995 to 2000, and 41,027 ha from 2000 to 2008. From the perspective of the stability of the area of landscape patch types, the spatial stability of each land use type was very high. All land use types had a stability rate over 90%,

基金项目: 国家科技部“十二五”科技支撑项目(2011BAD38B03)

收稿日期: 2013-04-11; 修订日期: 2013-06-27

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jiabaoquan2006@163.com

except for the unutilized land with a stability rate of 50.66%, from 2000 to 2008. Using the GIS spatial locating techniques, all the unstable patches and its changing direction were all showed on the map. Based on this information, we found that, the unstable patches were mainly scattered in Qixia District, Pukou District and Jiangning District from 1995 to 2000; and from 2000 to 2008, those patches were more aggregated and connected especially in Jiangning and Qixia districts, and the unstable patches were also aggregated in Liuhe District and Gaochun County. Depend on the GIS satistacs founction, we found that the unstable patches were transformed into the construction land by an area rate of 87.09% and 68.46%, and to the water bodies by 10.61% and 23.86%, respectively, for the two periods. In contrast, the transformation rate in to cropland, forest land and grass land were all below 5%.

Our analysis indicated that the climate warming and drying has posted the effects on the landscape changes and thus the quality of the whole urban ecosystem of the city, especial on the forest, grassland cropland and water body ecosystem. Moreover, it was the human factors that posted the most significant effects on the area and the stability of patches including population increase, economic development, urban planning strategies. From 2000 to 2008, the population increased from 544.89×10^4 to 624.46×10^4 , and the GDP from 1021.3×10^8 to 3814.62×10^8 , all of this changes exerted prodigious effects on urban development of Nanjing city. At the same time, there are three major ecological construction engineering were implemented which led the the area of forest increased from $7.71 \times 10^4 \text{ hm}^2$ (2000) to $15.33 \times 10^4 \text{ hm}^2$ (2008).

Key Words: LUCC; temporal and spatial dynamics; driving forces; Nanjing

自 20 世纪 90 年代以来,全球环境变化研究就一直是地理学和生态学研究的前沿与热点^[1-2]。土地利用与土地覆盖 (LUCC)既是全球环境变化的原因,也是全球环境变化的结果,同时也是区域人口、环境、资源与社会发展的重要影响因素^[3-4]。区域性的 LUCC 变化,会在当地、流域和景观等不同的空间尺度上影响着生物多样性、水文和生物化学循环过程^[5]。土地利用时空格局变化也是评估土地利用和环境退化方面最有效的工具^[6]。土地利用的动态变化客观记录了人类改变地球表面特征的空间宏观格局及其动态变化过程,对土地利用和土地覆盖时空表观相互作用的认识是深入理解土地利用与土地覆盖变化的基础^[7]。城市是地区政治、经济、文化的中心,发展速度快,土地利用变化显著,研究这种变化对于搞好城市规划,实施正确决策,保证城市社会、经济、环境持续协调发展具有十分重要的意义^[8]。过去的研究工作,大多从数量化的角度对 LUCC 变化及其原因进行分析。其实从景观生态空间格局优化的角度上看,对土地利用斑块在空间上的变化的了解才是更重要的,但目前这方面的工作成果还不多见。我国现正处于城市化的快速发展期,城市环境污染、景观破碎化、生态用地不足等问题非常突出。因此,从景观生态学的视角,准确描述和全面理解城市 LUCC 空间结构演变过程,探究城市景观动态变化及其景观斑块的稳定性,对于构建城市空间结构生态优化模式、确定城市未来的生态建设重点区域等,都具有极其重要的理论和现实意义。

1 研究地区概况与研究方法

1.1 南京市概况

南京市地处长江中下游平原东部苏皖两省交界处,江苏省西南部,跨长江两岸。南北长 140 km、东西宽 80 km,辖区总面积 6582.31 km²,其中市区面积 4723.07 km²,建成区面积 513 km²。现辖玄武区、白下区、秦淮区、建邺区、鼓楼区、下关区、雨花台区、栖霞区、浦口区、江宁区、六合区、溧水县、高淳县等 11 区 2 县,其中江南八区(鼓楼、白下、玄武、秦淮、建邺、下关、雨花台、栖霞)是中心城区。

截至 2009 年末,全市总户籍人口 629.77×10^4 人,市区户籍人口 545.97×10^4 人,全市常住人口 771.31×10^4 人。其中江南八区户籍人口 309.61×10^4 人,常住人口 433.6×10^4 人。2009 年实现国内生产总值 4230.26×10^8 元,三次产业结构为 3.1:45.6:51.3。全市农林牧渔及农林牧渔服务业实现总产值 223.66×10^8 元。城市居民人均可支配收入 25504 元,农村居民人均纯收入 9858 元。

1.2 研究方法

1.2.1 研究材料

本次研究利用了中国科学院遥感技术与应用研究所的全国 1:10 万 1995、2000 和 2008 年 3 个年度 LUCC 数据库中的南京市域数据。该数据对 LUCC 共划分了 6 个一级类 25 个二级类。为了使研究的类别更集中,本次分析中全部使用一级分类,它们分别是:耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用土地。同时为了比较不同区域的变化特点,研究中利用了南京市环境保护局的生态区划成果作为基本的分析单元(图 1),来从地域自然分异的角度对相关问题进行探索。

1.2.2 转移概率矩阵

转移概率矩阵是目前景观动态分析中最常用的研究方法^[9-11],该方法可以定量揭示不同景观类型随时间变化的转化方向。

研究中我们做了 1995—2000 和 2000—2008 两个时间段内的转移概率矩阵。

1.2.3 不稳定斑块的空间定位

这里将不稳定斑块定义为“在相邻的两个时段内,前一时间点上的图斑分类属性在后一时间点上发生分裂变化,进而演化为非原来分类属性的景观分类斑块”。例如,在前一时间点上为耕地的某一斑块,在后一时间点上,可能只有一部分还保持为耕地,而其余部分则发生了变化,可能演变为林地、草地、建设用地等等,则这些发生变化的分裂斑块,定义为不稳定斑块。在具体定位查找操作时,主要利用 GIS 的图层叠加功能,将相邻两期土地利用图层进行叠加,然后利用 ARCGIS 的属性查找、选择功能,即可提取出不稳定图斑,进而供后期的分析研究利用。

2 研究结果与讨论

2.1 南京市土地利用变化的总体特征

土地利用的变化首先明显表现在斑块面积与斑块数量两个方面。根据南京市 3 期土地利用图件,在 GIS 的支持下计算的相关数量特征见表 1。

从表 1 可以看出,就南京市总体而言,耕地、建设用地和林地是最主要的景观类型,其中耕地一直都是区域的景观基质,其面积占市域土地总面积的比例一直都在 50% 以上。从 1995—2008 年的变化来看,其总体上以耕地、林地、草地和未利用土地的减少,以及建设用地和水域的大幅度增加为典型特征,这与杨英宝、苏伟忠、宗良纲等人对南京的早期相关研究结论一致^[12-14]。但随着时间的推移,这种变化有愈演愈烈的趋势。从耕地的减少看,1995—2000 年间,全市减少了 12370 hm²,年均减少 2474 hm²,年减少的比例为 0.376%;而到了 2000—2008 年间,全市耕地减少了 53500.3 hm²,年均减少 6687.5 hm²,年减少的比例达到了 1.019%,差不多是前一时段的 2.7 倍;林地和草地减少的绝对面积不大,从年变化率来看,也基本保持了几乎完全一致的减少速率。这说明在南京市的城市化发展过程中,对生态用地的保护还是尽了最大努力。从生态足迹的角度看,耕地、林地、草地和水域以及部分未利用土地,是一个区域最重要的生态生产性土地,对于维护区域的生态安全格局至关重要,从总的情况看,南京市 1995—2000 年间生态生产性土地面积净减少了 12017.2 hm²,2000—2008 年间净减少 41029.13 hm²。在生态生产型土地面积大幅度减少的同时,南京全市的建设用地和水域面积却在大幅度增加。从建设用地来看,1995—2000 年间年均增加仅 2396.3 hm²,而到了 2000—2008 年间,年均增加面积达到了 5128.4 hm²,差不多是前一时段增加面积的 2 倍;从水域变化来看,2000—2008 年间每年增加面积相当于 1995—2000 年间

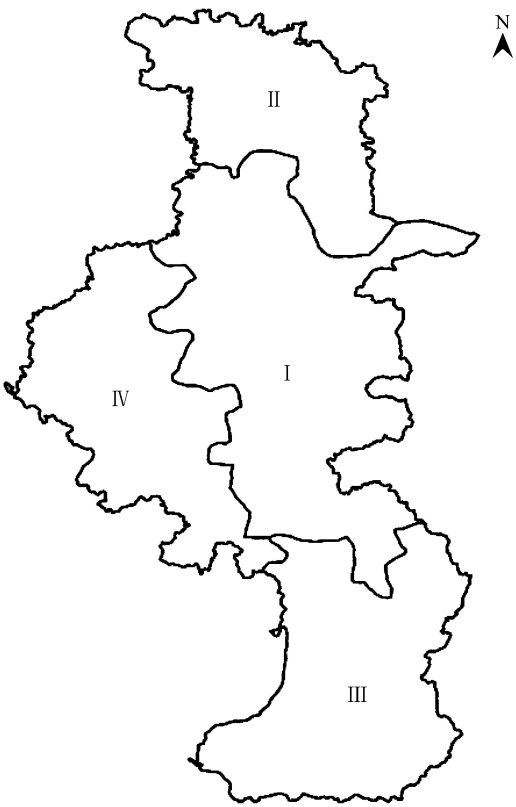


图 1 南京市生态区划图

Fig.1 The map of eco-regionalization of Nanjing

I 中部城市发展区 Central urban developing region; II 北部林地与湿地保护区 North forest and wetland protection region; III 南部湖泊湿地保护区 South lake protection region; IV 西部山地保护区 West mountain protection region

表 1 南京市 1995、2000 和 2008 年景观斑块的面积变化

Table 1 The changes of patch area and its proportion in 1995, 2000 and 2008

景观类型 Patch types	1995		2000		2008		1995—2000 年变化 Annual changes		2000—2008 年变化 Annual changes	
	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%
	Area	Ratio	Area	Ratio	Area	Ratio	Area	Ratio	Area	Ratio
耕地 Farmland	426220.6	64.91	413850.6	63.02	360350.3	54.87	-2474	-0.376	-6687.5	-1.019
林地 Forestry	70709.9	10.77	70050.4	10.67	68927.4	10.50	-131.9	-0.020	-140.4	-0.021
草地 Grassland	6118.8	0.93	5959.2	0.91	5664.2	0.86	-31.94	-0.004	-36.9	-0.005
水域 Water	59855.1	9.11	61063.1	9.30	75136.1	11.44	241.6	0.036	1759.1	0.268
建设用地 Built-up area	93391.4	14.22	105372.7	16.05	146399.8	22.29	2396.26	0.364	5128.4	0.781
未利用地 Unused land	381.5	0.06	381.6	0.06	197.8	0.03	0.02	0.000	-23.0	-0.004

每年增加面积的 7.3 倍。但在国内外其他地区的研究结果均显示,随着城市化进程的加快,城市水体都呈现面积减小的变化趋势^[5,15-16]。南京市地处秦岭—淮河以南,属于水网密集地区,水网对于维持区域的生态平衡具有极其重要的作用,但由于历史的原因,南京市湿地一直处于萎缩状态。1995 年以来的面积连续增加,对于恢复南京的水乡风貌、重构区域的生态安全格局构架具有极其重要的意义。

2.2 南京市土地景观斑块变化方向的数量分析

由于土地类型变化的多方向性,使得一种土地利用斑块减少的面积可能同时增加在其他几种土地利用斑块类型上。因此,定量研究其变化方向,对于理解景观变化过程,合理规划未来的区域景观具有重要意义。在景观生态学中,转移概率矩阵是最常用的分析方法。根据相关的土地利用图件所做的分析结果见表 2、表 3。

表 2 南京市 1995—2000 土地景观斑块的转移概率矩阵
Table 2 The transition probability matrix of Nanjing in 1995—2000

景观类型 Patch types	耕地 Farmland	林地 Forestry	草地 Grassland	水域 Water	建设用地 Built-up area	未利用地 Unused land
耕地 Farmland/(%/a)	96.99/19.4	0.02/0.004	0/0	0.33/0.066	2.67/0.534	0/0
林地 Forestry/(%/a)	0.10/0.02	98.93/19.79	0/0	0.01/0.002	0.96/0.192	0/0
草地 Grassland/(%/a)	0.03/0.006	0/0	97.26/19.45	1.83/0.37	0.88/0.176	0/0
水域 Water/(%/a)	0.26/0.052	0/0	0.01/0.002	99.46/19.89	0.27/0.054	0
建设用地 Built-up area/(%/a)	0.28/0.056	0.02/0.004	0/0	0.01/0.002	99.69/19.94	0/0
未利用地 Unused land/(%/a)	0.09/0.018	0.43/0.086	0/0	0/0	0.09/0.018	99.38/19.88

表 3 南京市 2000—2008 土地景观斑块的转移概率矩阵
Table 3 The transition probability matrix of Nanjing in 2000—2008

景观类型 Patch types	耕地 Farmland	林地 Forestry	草地 Grassland	水域 Water	建设用地 Built-up area	未利用地 Unused land
耕地 Farmland/(%/a)	85.82/10.73	0.37/0.05	0.03/0.004	3.64/0.455	10.14/1.268	0/0
林地 Forestry/(%/a)	0.95/0.12	95.45/11.93	0/0	0.11/0.014	3.48/0.435	0.01/0.001
草地 Grassland/(%/a)	0.32/0.04	0.34/0.04	92.3/11.54	1.63/0.204	5.39/0.674	0/0
水域 Water/(%/a)	1.04/0.13	0.07/0.01	0.05/0.006	97.09/12.14	1.75/0.219	0/0
建设用地 Built-up area/(%/a)	3.35/0.42	0.40/0.05	0.01/0.001	0.60/0.075	95.64/11.96	0/0
未利用地 Unused land/(%/a)	0.97/0.12	15.51/1.94	0/0	0.02/0.003	32.83/4.104	50.66/6.33

从这两个表的结果来看,虽然两个时间段的长短有些差异,但无论时段内的总变化还是时段内的年均变化,均表现出相同的变化趋势,其各种土地利用类型斑块的空间稳定性都很高。除了 2000—2008 年间未利用土地的自身空间保持率为 50.66% 外,其他土地景观类型的保持率都在 90% 以上(除了 2000—2008 年耕地为 85.82% 外),但总体上在变化过程中也呈现出,随时间的推移,斑块类型的空间稳定性降低、转出比例加速的特征。以耕地来看,1995—2000 年间的空间保持率为 96.99%,年转出概率为 0.662%,2000—2008 年的空间保持率降低到 85.82%,年转出率则升高到了 1.173%,差不多是前一阶段的 2 倍。其变化的主要方向有两个:水域和建设用地,1995—2000 年间的年转移率分别为 0.066% 和 0.534% (表 2),2000—2008 年间则分别提高到了 0.455% 和 1.268% (表 3)。从表 2 与表 3 还可以看出,尽管不同土地利用覆盖类型保持了很高的稳定性,但依然有 0.31%—49.34% 的地类面积发生了用途与性质的转变,尤其是不同土地利用类型间的相互转化,这在 2000—2008 年间的变化尤其明显。以耕地来看,虽然每年有 1.268% 转化为了建设用地、0.455% 转化为了水域、0.05% 转化为了林地,但同时每年还有 0.42% 的建设用地、0.13% 的水域、0.12% 的林地同时转化为了耕地(表 3)。这一方面显现了土地利用变化的多方向性与其空间类型的不稳定性,另一方面也显现出南京区域自然-社会-经济复合生态系统运行过程存在一定的不经济性和脆弱性特点。

2.3 南京市土地景观斑块空间稳定性分布

利用 ARCGIS10.0 平台所提取的南京市域土地景观的不稳定斑块空间分布见图 2。从该图中可以看出,1995—2000 年间,不稳定斑块主要集中在南京市的栖霞区、浦口区 and 江宁区,不稳定斑块均呈现空间离散分布的特征;而到了 2000—2008 年间,不稳定斑块一方面呈现出集中连片的分布趋势,尤其以江宁区 and 栖霞区最为典型;另一方面集中分布区域也扩大到了六合区与高淳县。

从不稳定斑块的转化类型来看(表 4),两个时段内均以建设用地所占比例最大,分别达到了不稳定斑块总面积的 87.09% 和 68.46%,其次为水域,两个时间段内所占不稳定斑块总面积的比例分别达到了 10.61% 和 23.86%,耕地、林地和草地等类型的

不稳定斑块的面​​积比例均在 5% 以下;而斑块数量的变化与面积比例变化在大同的前提下又有小异,两个时段总的斑块数量分别为 10004 个和 24764 个,2000—2008 年间的变化斑块数量为 1995—2000 年间的 2.4 倍多,呈现出景观的破碎化程度加速趋势明显的变化特征。从不同的景观转出斑块类型看,后一时期其中以耕地的斑块数量为最大,两个时段分别为 4575 个和 11208 个,其次分别为建设用地、林地、水域、草地。

有关研究指出^[17],在城市地区,土地利用变化最显著的特点是景观斑块破碎化程度的增加。从表 4 的统计结果来看,在 1995—2000—2008 年的时间序列中,不稳定斑块的破碎化程度在不断加大。这种加大对于林地、草地等自然、半自然的景观要素而言,意味着其在区域生物多样性保护功能上主导地位的逐渐丧失,同时也意味着南京城市生态系统对社会与公众提供的生态服务功能的减少^[18-19]。

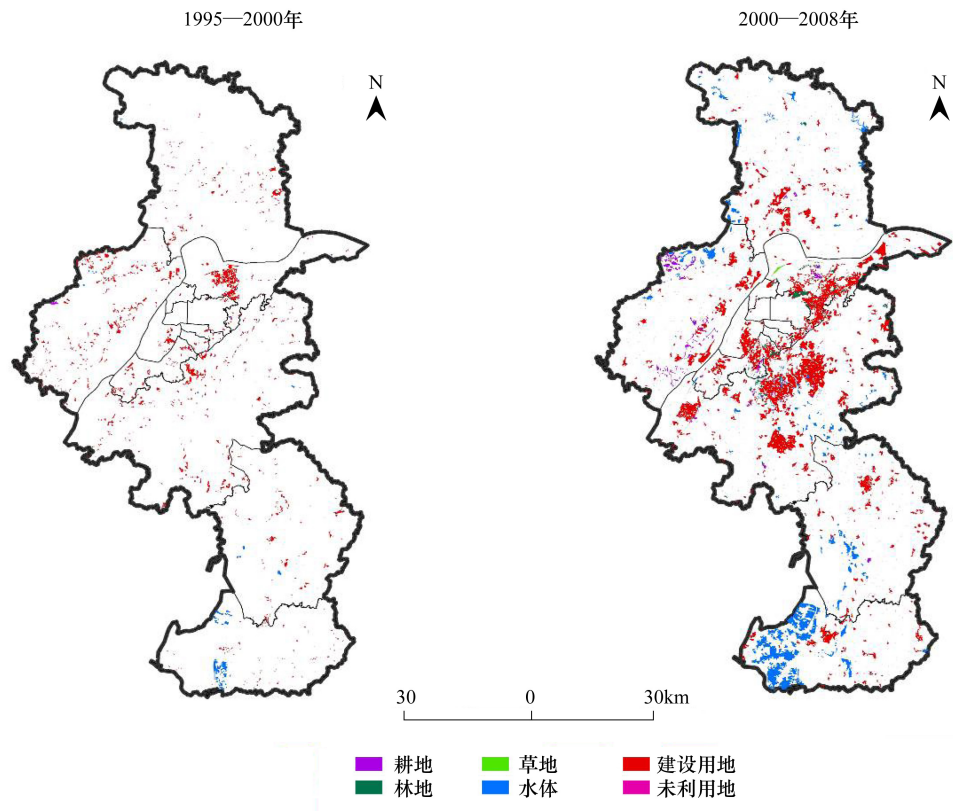


图 2 南京市土地景观不稳定性斑块的空间分布与转化类型
Fig.2 The distribution and transitional type of unstable patches in Nanjing

表 4 南京市不稳定斑块的类型分布
Table 4 The statistics of unstable patch in 1995—2000 and 2000—2008

景观类型 Patch type	1995—2000			2000—2008		
	斑块数/个 Patch number	面积/hm ² Area	面积比例/% Area ratio	斑块数/个 Patch number	面积/hm ² Area	面积比例/% Area ratio
耕地 Farmland	4575	279.06	2.00	11208	3217.19	4.96
林地 Forestry	968	39.38	0.28	2993	1639.62	2.53
草地 Grassland	25	1.40	0.01	151	123.86	0.19
水域 Water	741	1477.34	10.61	2558	15479.62	23.86
建设用地 Built-up area	3670	12126.03	87.09	7838	44404.32	68.46
未利用地 Unused land	25	1.13	0.01	16	0.59	0.00
合计 Total	10004	13924.34	100.00	24764	64865.20	100.00

从不稳定性斑块在不同生态区的分布可以看出(表 5),两个时间段内,不稳定斑块的绝对面积都在增加,其中无论是绝对面积还是面积比例都以中部城市发展区为最大,这也与该区域是南京市城市扩展的主要区域相吻合。其中不稳定斑块面积最小的区域为北部林地保育、湿地保护区,两个时段不稳定斑块所占面积均在 7% 以下。另外从该表还可以看出,在西部山地保

育、湿地保护生态区和北部林地保育、湿地保护生态区,不稳定性斑块虽然绝对面积有所增加,但其面积比例则分别降低了12.96%和1.23%。由于这两个区域是南京市森林资源分最集中的地区,也是南京市最主要的天然生态保护屏障之一,因此在城市化加速发展的大前提下,这两个区域景观斑块的相对稳定性保持,对于南京市生态安全格局的可持续性无疑具有非常重要的意义。

表 5 南京市不稳定斑块在不同生态区的分布
Table 5 The statistics of unstable patch in different eco-region

生态区 Eco-region	1995—2000 年			2000—2008 年		
	斑块数/个 Number	面积/hm ² Area	面积比例/% Area percent	斑块数/个 Number	面积/hm ² Area	面积比例/% Area percent
南部两湖湿地、水源保护区 Wetland and waterhead protection region in the south	1792	2625.12	18.85	5809	14837.58	22.87
西部山地保育、湿地保护生态区 Mountain and wetland protection region in the west	3174	3939.73	28.29	6103	9944.66	15.33
北部林地保育、湿地保护生态区 Forestry and wetland protection region in the north	868	867.48	6.23	4332	3241.73	5.00
中部城市发展、人居维护生态区 Urban developing Area in Middle of Nanjing	4207	6491.75	46.62	8585	36838.88	56.79
合计 Total	10004	13924.34	100	24764	64865.20	100

3 影响景观动态与斑块稳定性的原因分析

景观动态变化的驱动因子主要包括了自然条件、气候变化、经济发展、社会环境与人口变化等 5 方面的因素^[20-22]。在较短的时间尺度上,自然因素更重要的是表现为累积性效应,而社会经济因素的影响则相对活跃且容易探测^[23]。通常地形地貌、土壤等变化的时间尺度相当长,对以平原为主、侵蚀作用不大的南京地区来说,其短期内对景观变化或景观稳定性所产生影响可以忽略不计。就南京市而言,其景观变化主要的影响因素包括了人口增长^[24]、经济发展^[25]、城市规划修编、大型的生态环境工程等方面。

3.1 气候变化

在全球气候变化的背景下,气候变化的作用是无疑的。从南京市 1980—2009 年的年降水量与年均气温变化情况来看(图 3),气温一直处于不断升高的变化趋势下,降水虽也呈现小幅增高的趋势,但其逐年变化的幅度很大。这种暖干化的变化趋势,对于林地、草地、耕地和水体等生态系统的发育与稳定影响无疑是非常大的。从前面的景观动态变化结果看,在城市化发达地区,这种影响可能更主要的是影响到生态系统的功能、而非绝对面积与空间分布的变化。

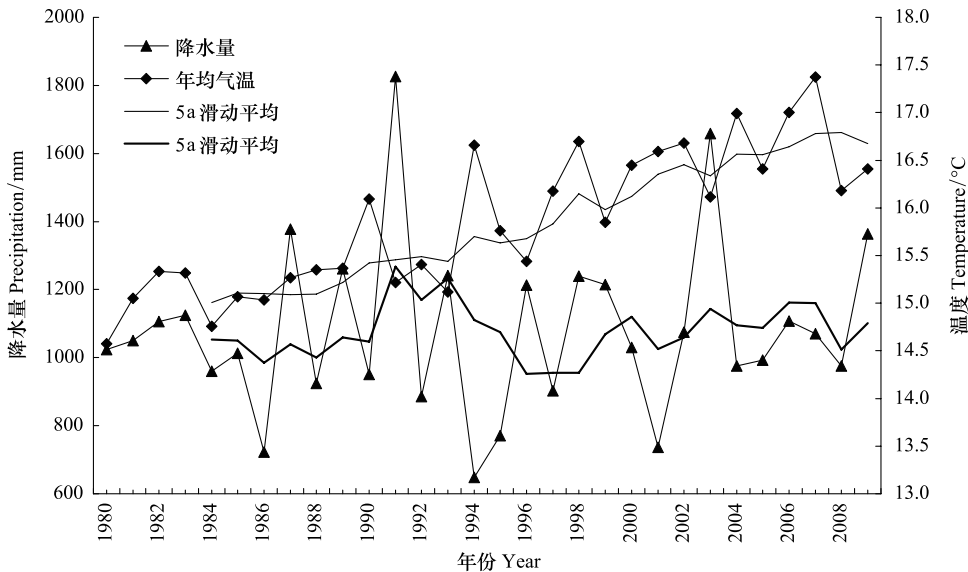


图 3 南京市 1980—2009 年全年降水量与平均气温逐年变化
Fig.3 The changes of precipitation and annual average temperature from 1980 to 2009

3.2 人口与经济因素

城市空间的扩展变化,是城市经济发展的直接结果与体现。南京市建成区面积的增加与人口增长和城市经济总量的增加表现出很强的相关性(图4),尤其在2002年以后。南京市国内生产总值1990年时仅 160.89×10^8 元,1995年增加到 576.46×10^8 元,2000年和2008年则分别达到了 1021.3×10^8 元和 3814.62×10^8 元,18a间GDP翻了23.7倍。而全市常住人口1990年时为 501.82×10^4 人,2000年达到了 544.89×10^4 人,2008年时达到了 624.46×10^4 人,平均每年增加 6.8×10^4 人。人口的迅猛增加是城市扩展的内在动因,而强大的经济基础则为这种需求实现提供了最大的经济支撑。从图3可以看出,2001年之前,南京市的城市建成区面积均在 8500 hm^2 以下,到了2002年城市建成区面积一跃而为 18819.3 hm^2 ,差不多比2001年翻了2倍多,之后一直保持不断扩大的变化趋势,到了2008年达到了 27307 hm^2 ,因此,2001—2002年是南京城市面貌变化的分水岭,从这时开始南京市的城市建设才真正跨入了快速发展的轨道。

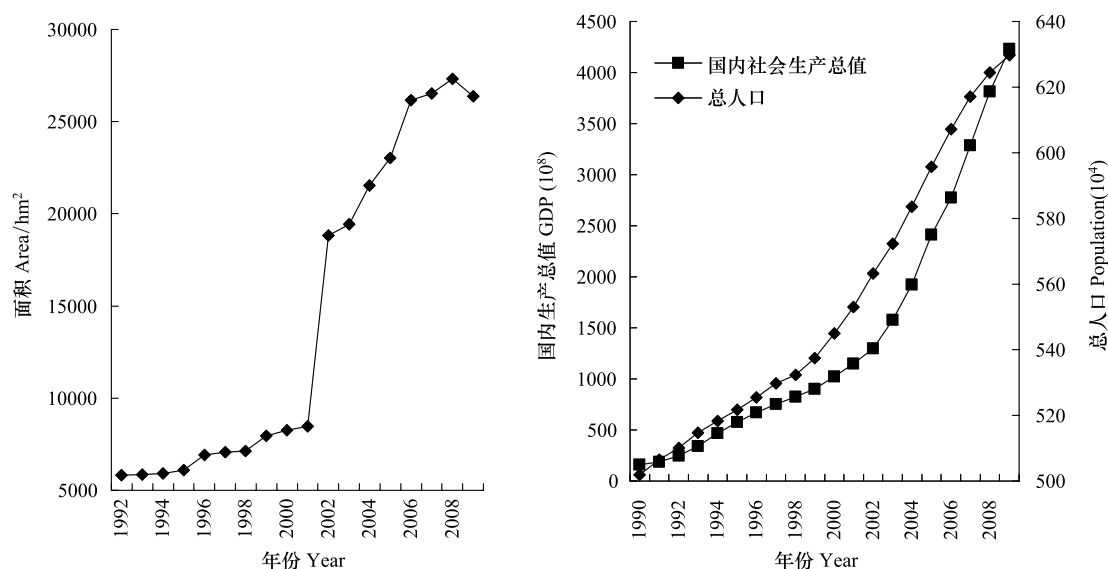


图4 南京市人口、GDP和建成区变化

Fig.4 The changes of population, GDP and city constructed area

有关研究指出^[26],在城市地区,城建用地、人口、GDP与区域的净第一性生产力(NPP)强烈负相关。从图3可以看出,南京市人口的快速发展,为以住宅建设为主的建设用地的增加提供了巨大的市场需求动力,而建设用地的增加又是建立在转化农田、林地等地类的基础之上的。这样的连环转化的最终结果,都将引起区域第一性生产力的下降,进而影响到生态系统服务功能的提供与强有力的生态安全格局的构建。

3.3 城市总体规划的导引与行政区划的调整作用

城市总体规划是城市发展的纲领性指导文件,对于城市景观变化与景观斑块的稳定性具有最直接的决定性影响。从1980年以来至2008年底,南京市共做过4次城市总体规划(表6)。

从表6可以看出,随着城市总体规划的更新,其表现出两个特点:一是城市扩展区和中心城区的范围在不断扩大,二是,主城区空间由江南往江北扩展,同时不断出现围绕中心城的卫星新城。从1995—2000和2000—2008两个时段内,不稳定性斑块向南、北、东三个方向的扩展与集中分布情形(图2),完全可以看出城市整体规划变迁的踪影。

城市规划为城市建设描画了蓝图,在现有的国内行政管理体系下,这一蓝图的实现,如果没有行政区划的调整其实施难度是非常大的^[27-28]。在研究时段内,南京市1995、1998、2000、2001和2002年均对行政区划做过调整^[29],大致可以分为两个时期,其中1995—2000年间的前3次只是行政地域的调整,原来的10区5县格局没有变化;2000年之后的两次调整主要是撤县并区,其中2001年行政级别的调整为11区4县,2002年又调整为11区2县,该格局一直延续至今。通过这些调整,使得南京市区面积由2000年仅占南京国土面积的15.6%一下子提高到了74.67%之巨,从而为南京市的城市快速扩张消除了操作层面的最大障碍,也为南京城市建设用地的快速扩张提供了法理基础和土地储备,这也与前面两个时段的相关分析呈现出了逻辑上的一致性。

3.4 大型生态工程项目的影

南京地处秦岭淮河一线以南地区,又是著名的平原鱼米之乡,因此历史上一直以林少田多为特点。从前面的分析结果看(表1),在1995—2009年这一研究时段内,南京市林地与草地均呈缓慢减少的变化趋势,但这与统计资料的数据有一定的出

表 6 南京市研究时段内城市总体规划概况
Table 6 The general situation of city developing plan in 1980—2009

规划时段 Period of time	城市性质 Characteristics	总体布局的空间层次 Distribution	城市规划范围 Planning area	城区(中心城区)规划 范围 Main area
1981—2000	著名古都,江苏省的政治、经济、文化中心	圈层式城镇群体的结构,以市区为主体,围绕市区由内向外,把市域分为各具功能又相互有机联系的 5 个圈层。	包括南京市区及六合、江浦、江宁三县共 4717 km ²	122 km ²
1991—2010	著名古都、江苏省省会、沿海地区和长江流域中心城市	按照城市规划区(市域)-都市圈-主城 3 个空间层次进行城市发展的总体布局。以长江两岸沿江束状交通走廊作为市域城镇的主发展轴,以沿宁溧公路、机场专用路为市域城镇的次发展轴,形成“干”字型城镇带。	以市域 6597 km ² 为总体考虑,提出了南京都市圈的概念,南京都市圈总面积约 2753 km ²	243 km ²
1991—2010 (2001 年调整)(adjustment in 2001)	著名古都、江苏省省会、沿海地区和长江流域中心城市	以长江为主轴,以主城为核心,结构多元,间隔分布,多中心,开敞式的都市发展区空间格局	其他都与上次规划一致,但都市圈总面积规划为 2947 km ²	258 km ²
2007—2020	著名古都、江苏省省会、国家中心城市	按照市域-都市区-中心城区 3 个空间层次进行城市发展的总体布局。都市发展区按照主城-都市区-新城规划布局;主城区按照一主三副布局	都市区总面积规划为 4388 km ²	834 km ²

入。从统计结果看(图 5),林地自 2002 年以后呈现快速增加的变化趋势。出现这种情况的原因一方面与我们前面利用 30 m 分辨率的遥感影像解译数据有关,由于尺度显粗,所以有的斑块不能够被识别出来;另一方面,与景观的破碎化增加、平均斑块面积降低,致使林地斑块在影像中难以识别;同时由于造林时间短,林地尚未郁闭,进而影响到影像判读有关。

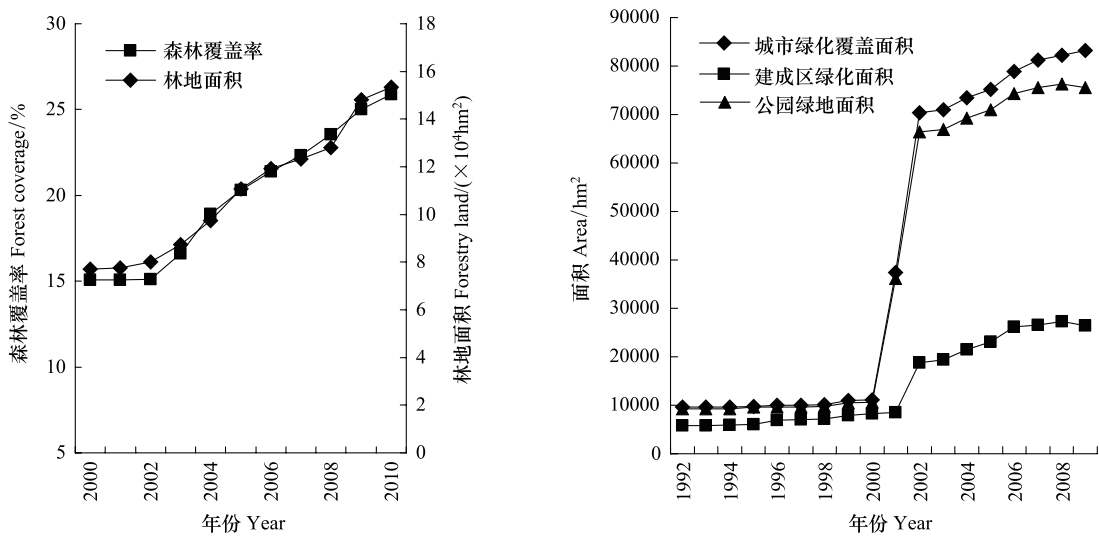


图 5 南京市林地与城市绿地的历年变化
Fig.5 The changes of forestry land and city green open space

需要指出的是,在 2000—2008 这一时间段内,有三项大的生态工程,对统计数据具有强大的支撑作用。一个是全市自 2002 年开始的“绿色南京”工程,另一个是 2006 年开始实施的“生态市”建设工程,第三个是 2006 年实施的东部城市绿色中心建设工程。通过这三项市域工程的实施,极大地改善了南京市的生态环境状况,全市的林地面积由 2000 年的 $7.71\times10^4\text{ hm}^2$ 增加到了 2010 年的 $15.33\times10^4\text{ hm}^2$,相应的森林覆盖率也提高了 10.83 个百分点(图 4)。从已有的研究成果看,随着城市化进程的加快,城市建成区内的绿地面积有的增加^[15],有的减少^[30]。从南京市的情况看(图 4),它是属于增加型的。另外,从图 4 还可以看出,建成区绿地面积变化的转折点也与林地面积一样在 2002 年之后,在此之前其变化比较平缓。由于南京市以平原、水网为主,新造林地大多是见缝插绿、缺乏大块的连片分布,故在本次分析过程中,受 TM 影像分辨率的制约,对生态工程结果中绿色植被建设部分的成就反映的不够充分,但对于这些生态工程项目中的湿地保护与恢复成果则反映明显。但无论如何,南京的生态建设成就有目共睹,这些工作对于区域生态安全格局的重建与维持无疑发挥着极其重要的作用。而水域面积的大幅度增加,

则与农业结构调整关系密切,其中稻田养殖的大力开展是其最主要的成因^[31],这在高淳县固城湖周边扩大螃蟹水产养殖过程中表现得最为突出(图2)。

4 结论

4.1 总体而言,从1995、2000和2008年的土地覆盖来看,耕地都是名副其实的景观基质,其面积比例均在54%以上;不同景观类型的变化来看,都是以耕地、林地和草地的减少和城乡建设用地增加为主要特征。从斑块稳定性的角度看,两个时段都以水域和建设用地的稳定性最高,其保持属性不发生变化面积比例在1995—2000年和2000—2008年期间分别为99.46%和97.09%、99.69%和95.64%。

4.2 从不稳定斑块的空间分布看,在1995—2000和2000—2008两个时间段,其一方面表现出面积上的极大增加,2000—2008年间的面积差不多是1995—2000年间的6倍多;另一方面,空间分布上呈现出围绕老城区向南、东、北三个方向的连片扩展。从不稳定景观斑块类型的转移方向来看,不稳定斑块的转移方向主要有两个:建设用地和水域,其中不稳定斑块面积的68.46%转变为了建设用地,23.86%转变为了水域。

4.3 从景观斑块变化的原因来看,当地近30年暖干化的气候变化趋势,对当地土地利用变化的影响不大,而对于土地利用斑块稳定性影响最大的主要还是人为因素,就南京市而言这方面的因素主要包括了人口与经济发展、城市规划的引导、行政区划的调整和重大的生态建设工程等方面。

References:

- [1] Lai Y B, Xu X, Wang J A, Wang L, Yu Y Y, Yang C Y. Analysis of LUCC pattern on physical region in NSTEC. *Advance in Earth Science*, 2002, 17(2): 215-220.
- [2] Chen B M, Liu X M, Yang H. Review of most recent progresses of study on land use and land cover change. *Progress in Geography*, 2003, 22(1): 22-29.
- [3] Xie Y W, Chen F H. The land use /land cover change in arid region and the global environment change. *Areal Research and Development*, 2002, 21(2): 22-26.
- [4] Zeng L Y, Wei S Q. LUCC ecological security analysis of Fuzhou based on landscape pattern. *Journal of Fujian Normal University: Natural Science Edition*, 2011, 24(4): 138-142.
- [5] Chandrasekar N, Sivasubramanian P, Soundranayagam J P. Ecological consequences of rapid urban expansion: Tirunelveli, India. *African Journal of Basic & Applied Sciences*, 2010, 2(5/6): 167-176.
- [6] Brandt J S, Townsend P A. Land use-land cover conversion, regeneration and degradation in the high elevation Bolivian Andes. *Landscape Ecology*, 2006, 21(4): 607-623.
- [7] Jansen L J M, Di Gregorio A. Parametric land cover and land-use classifications as tools for environmental change detection. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2002, 91(1/3): 89-100.
- [8] Li H W, Wang J Y, Guo C X. Research on dynamic change of land-use and land-cover of Zhengzhou. *Journal of Institute of Surveying and Mapping*, 2003, 20(1): 32-33, 38-38.
- [9] Forman R T T, Godron M. *Landscape Ecology*. New York: John Wiley & Sons, 1986: 427-458.
- [10] Li H, Bai Y, Yang S H, Zhu X, Zhao K. Prediction of vegetations dynamic changes in central Nujiang watershed based on Markov process model. *Chinese Journal of Ecology*, 2009, 28(2): 371-376.
- [11] Zhu X H, Song X N. Landscape pattern changes and transition tendency factors in Shiyang River basin. *Journal of Lanzhou University: Natural Science*, 2010, 46(1): 65-71.
- [12] Yang Y B, Jiang N, Su W Z, Zheng G Q. Dynamics of landscape ecology in Nanjing city revealed by RS and GIS. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2005, 14(1): 34-39.
- [13] Su W Z, Yang Y B. *Study on Urban Spatial Structure Based on Landscape Ecology*. Beijing: Science Press, 2007: 180-188.
- [14] Zong L G, Liu C L, Dong Y W. Analysis of landscape spatial evolvement and its driving forces in Nanjing. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 2006, 29(3): 49-53.
- [15] Zhao S Q, Da L J, Tang Z Y, Fang H J, Song K, Fang J Y. Ecological consequences of rapid urban expansion: Shanghai, China. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2006, 4(7): 341-346.
- [16] Li Y R, Long H L, Liu Y S. Industrial development and land use/cover change and their effects on local environment: a case study of Changshu in eastern coastal China. *Frontiers of Environmental Science Engineering in China*, 2010, 4(4): 438-448.
- [17] Zhou X L, Wang Y C. Spatial-temporal dynamics of urban green space in response to rapid urbanization and greening policies. *Landscape and Urban Planning*, 2011, 100(3): 268-277.
- [18] Yuan F. Urban expansion and its environmental impact analysis using high resolution remote sensing data: a case study in the Greater Mankato Area. in ASPRS 2007 Annual Conference Tampa, Florida, May 7-11, 2007.
- [19] Liu Y G, Zeng X X, Xu L, Tian D H, Zeng G M, Hu X J, Tang Y F. Impacts of land-use change on ecosystem service value in Changsha, China.

- Journal of Central South University of Technology, 2011, 18(2): 420-428.
- [20] Li X B. Change of arable land area in China during the past 20 years and its policy implications. *Journal of Natural Resource*, 1999, 14(4): 329-333.
- [21] Ren Z Y. Analysis on the land use change and its driving factors in the agricultural-pasturing ecotone in the Juncture of Shaaxi and Shanxi Provinces and Inner Mongolia-A case study in Junggar banner of Inner Mongolia. *Arid Zone Research*, 2003, 20(3): 202-205.
- [22] Serra P, Pons X, Sauri D. Land-cover and land-use change in a Mediterranean landscape: A spatial analysis of driving forces integrating biophysical and human factors. *Applied Geography*, 2008, 28(3): 189-209.
- [23] Liu J Y, Deng X Z. Progress of the Research methodologies on the temporal and spatial process of LUCC. *Chinese Science Bulletin*, 2009, 54(14): 1354-1362.
- [24] Wang Q, Zhang Z X, Yi L, Tan W B, Wang C Y. Research on urban expansion in Nanjing, China, Using RS and GIS. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2007, 16(5): 554-558.
- [25] Hao S Q, Xu M J, Jiang B. The expansion characteristics of the buildup area of Nanjing city and the related driving forces. *Guangdong Land Science*, 2009, 8(5): 44-48.
- [26] Lu D S, Xu X F, Tian H Q, Moran E, Zhao M S, Running S. The effects of urbanization on net primary productivity in Southeastern China. *Environmental Management*, 2010, 46(3): 404-410.
- [27] Zhang J X, Fan C L, Shen J F. On administrative division adjustment and urbanization promotion. *Urban Planning Forum*, 2002, (5): 25-28.
- [28] Liu X M. Administrative demarcation and urban development. *Planners*, 2002, 18(7): 53-57.
- [29] Lü X J, Wang M. On administrative division adjustment and urbanization promotion study. *Urban Research*, 2006, 21(1): 67-72.
- [30] Pauleit S, Ennos R, Golding Y. Modeling the environmental impacts of urban land use and land cover change-study in Merseyside, UK. *Landscape and Urban Planning*, 2005, 71: 295-310.
- [31] Mei Z H, Jin Y, Zhang Z H, Zhao C X, Yao C. Remote sensing monitoring and evaluation of land use change in Nanjing based on TM images. *Earth and Environment*, 2010, 38(1): 63-67.

参考文献:

- [1] 赖彦斌, 徐霞, 王静爱, 王理, 于园园, 杨春燕. NSTEC 不同自然带土地利用/覆盖格局分析. *地球科学进展*, 2002, 17(2): 215-220.
- [2] 陈百明, 刘新卫, 杨红. LUCC 研究的最新进展评述. *地理科学进展*, 2003, 22(1): 22-29.
- [3] 颜耀文, 陈发虎. 干旱区土地利用/土地覆盖变化与全球环境变化. *地域研究与开发*, 2002, 21(2): 22-26.
- [4] 曾丽云, 韦素琼. 基于景观格局的福州 LUCC 与生态安全响应. *福建师范大学学报: 自然科学版*, 2011, 27(4): 138-142.
- [8] 李宏伟, 王洁宇, 郭春霞. 郑州市土地利用/土地覆盖动态变化研究. *测绘学院学报*, 2003, 20(1): 32-33, 38-38.
- [10] 李晖, 白杨, 杨树华, 朱雪, 赵凯. 基于马尔柯夫模型的怒江流域中段植被动态变化预测. *生态学杂志*, 2009, 28(2): 371-376.
- [11] 朱小华 宋小宁. 石羊河流域景观格局变化分析与转移倾向因子. *兰州大学学报: 自然科学版*, 2010, 46(1): 65-71.
- [12] 杨英宝, 江南, 苏伟忠, 郑国强. RS 与 GIS 支持下的南京市景观格局动态变化研究. *长江流域资源与环境*, 2005, 14(1): 34-39.
- [13] 苏伟忠, 杨英宝. 基于景观生态学的城市空间结构研究. 北京: 科学出版社, 2007: 180-188.
- [14] 宗良纲, 刘存丽, 董雅文. 南京市景观空间格局演变及驱动力分析. *南京农业大学学报* 2006, 29(3): 49-53.
- [20] 李秀彬. 中国近 20 年来耕地面积的变化及其政策启示. *自然资源学报*, 1999, 14(4): 329-333.
- [21] 任志远. 土地利用变化及驱动因素分析——以内蒙古准格尔旗为例. *干旱区研究*, 2003, 20(3): 202-205.
- [23] 刘纪远, 邓祥征. LUCC 时空过程研究的方法进展. *科学通报*, 2009, 54(21): 3251-3258.
- [24] 王茜, 张增祥, 易玲, 谭文彬, 王长友. 南京城市扩展的遥感研究. *长江流域资源与环境*, 2007, 16(5): 554-558.
- [25] 郝素秋, 徐梦洁, 蒋博. 南京市城市建成区扩张的时空特征与驱动力分析. *广东土地科学*, 2009, 8(5): 44-48.
- [27] 张京祥, 范朝礼, 沈建法. 试论行政区划调整与推进城市化. *城市规划汇刊*, 2002, (5): 25-28.
- [28] 刘宪明. 行政区划与城市发展. *规划师*, 2002, 18(7): 53-57.
- [29] 吕宪军, 王梅. 行政区划调整与城市扩张研究——以南京市为例. *现代城市研究*, 2006, 21(1): 67-72.
- [31] 梅卓华, 金焰, 张哲海, 赵春霞, 姚诚. 基于 TM 影像的南京市土地利用变化遥感监测与评价. *地球与环境*, 2010, 38(1): 63-67.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.33 ,No.18 Sep. ,2013(Semimonthly)

CONTENTS

Development of agroecology in USA	HUANG Guoqin, McCullough Patrick E. (5449)
Research progress on water footprint	MA Jing, PENG Jian (5458)
Analysis and evaluation of the eco-economic systems of the main crops (rice, cotton and rapeseed) in Jiangxi Province, China	SUN Weimin, OU Yizhi, HUANG Guoqin (5467)
Relationship among drought, hydraulic metabolic, carbon starvation and vegetation mortality	DONG Lei, LI Jiyue (5477)
Reviews on the ecological stoichiometry characteristics and its applications	ZENG Dongping, JIANG Liling, ZENG Congsheng, et al (5484)
Composition and fractal features of purple soil aggregates during the vegetation restoration processes in the Three Gorges Reservoir Region	WANG Yihao, GENG Yanghui, HUANG Zhonghua (5493)
Impacts of different surface covers on soil respiration in urban areas	FU Zhihong, HUYAN Jiaoqi, LI Feng, et al (5500)
Chilling sensitivities of three closely related plants with different invasiveness in South China	WANG Yutao, LI Chunmei, LI Shaoshan (5509)
The flower syndrome and pollination adaptation of desert rare species <i>Eremosparton songoricum</i> (litv.) Vass.(Fabaceae)	SHI Xiang, LIU Huiliang, ZHANG Daoyuan, et al (5516)
Competitive effect of <i>Pistia stratiotes</i> to rice and its impacts on rice yield and soil nutrients	SHEN Shicai, XU Gaofeng, ZHANG Fudou, et al (5523)
Photosynthetic physiological ecology characteristics of rare medicinal plants <i>Bletilla striata</i>	WU Mingkai, LIU Hai, SHEN Zhijun, et al (5531)
Photosynthetic responses to Solar UV radiation of <i>Gracilaria lemaneiformis</i> cultured under different temperatures and CO ₂ concentrations	YANG Yuling, LI Wei, CHEN Weizhou, et al (5538)
The effect of soil oxygen availability on greenhouse gases emission in a double rice field	QIN Xiaobo, LI Yu'e, WAN Yunfan, et al (5546)
Effects of nitrogen management on NH ₃ volatilization and nitrogen use efficiency under no-tillage paddy fields	MA Yuhua, LIU Bing, ZHANG Zhisheng, et al (5556)
Study on characteristics of net photosynthetic rate of two kinds of tree shape and Impact Factors in Korla fragrant pear	SUN Guili, XU Min, LI Jiang, et al (5565)
Effects of sand burial on growth, survival, photosynthetic and transpiration properties of <i>Agriophyllum squarrosum</i> seedlings	ZHAO Halin, QU Hao, ZHOU Ruilian, et al (5574)
Effects of using plastic film as mulch combined with bunch planting on soil temperature, moisture and yield of spring wheat in a semi-arid area in drylands of Gansu, China	WANG Hongli, SONG Shangyou, ZHANG Xucheng, et al (5580)
Study on soil aggregates stability of mulberry ridge in Rocky Desertification based on Le Bissonnais method	WANG Sanshu, HUANG Xianzhi, SHI Dongmei, et al (5589)
Effects of fertilization on nitrogen loss with different forms via runoff and seepage under <i>Phyllostachy praecox</i> stands	CHEN Peipei, WU Jiasen, ZHENG Xiaolong, et al (5599)
Characteristics of physiological groups of soil nitrogen-transforming microbes in different vegetation types in the Loess Gully region, China	XING Xiaoyi, HUANG Yimei, AN Shaoshan, et al (5608)
Effects of vegetation types on soil microbial biomass C, N, P on the Loess Hilly Area	ZHAO Tong, YAN Hao, JIANG Yueli, et al (5615)
Influence of mulching management on soil microbe and its relationship with soil nutrient in <i>Phyllostachys praecox</i> stand	GUO Ziwu, YU Wenxian, CHEN Shuanglin, et al (5623)
Effect of rainfall on the seasonal variation of soil respiration in Hulunber Meadow Steppe	WANG Xu, YAN Yuchun, YAN Ruirui, et al (5631)
Spatial heterogeneity of fine roots in a subtropical evergreen broad-leaved forest and their sampling strategy based on soil coring method	HUANG Chaochao, HUANG Jinxue, XIONG Decheng, et al (5636)
Changes of leaf traits and WUE with crown height of four tall tree species	HE Chunxia, LI Jiyue, MENG Ping, et al (5644)
Sap flow dynamics of <i>Populus alba</i> L.× <i>P.talassica</i> plantation in arid desert area	ZHANG Jun, LI Xiaofei, LI Jiangui, et al (5655)
Effects of simulated temperature increase and vary little quality on litter decomposition	LIU Ruipeng, MAO Zijun, LI Xinghuan, et al (5661)
The effects of leaf stoichiometric characters on litter turnover in an arid-hot valley of Jinsha River, China	YAN Bangguo, JI Zhonghua, HE Guangxiong, et al (5668)
Comparison of concentrations of non-structural carbohydrates between new twigs and old branches for 12 temperate species	ZHANG Haiyan, WANG Chuankuan, WANG Xingchang (5675)
Combined effects of root cutting, auxin application, and potassium fertilizer on growth, sugar:nicotine ratio, and organic potassium index of flue-cured tobacco	WU Yanhui, XUE Lixin, XU Zicheng, et al (5686)
Effects of photoperiod and high fat diet on energy intake and thermogenesis in female <i>Apodemus chevrieri</i>	GAO Wenrong, ZHU Wanlong, MENG Lihua, et al (5696)
Effects of dietary chlorogenic acid supplementation on antioxidant system and anti-low salinity of <i>Litopenaeus vannamei</i>	WANG Yun, LI Zheng, LI Jian, et al (5704)

- Responses of desert plant diversity, community and interspecific association to soil salinity gradient ZHANG Xueni, LÜ Guanghui, YANG Xiaodong, et al (5714)
- Community characteristics in a chronosequence of karst vegetation in Mashan county, Guangxi WEN Yuanguang, LEI Liquan, ZHU Hongguang, et al (5723)
- Association between environment and community of *Pinus taiwanensis* in Daiyun Mountain LIU Jinfu, ZHU Dehuang, LAN Siren, et al (5731)
- The dynamics of soil fauna community during litter decomposition at different phenological stages in the subtropical evergreen broad-leaved forests in Sichuan basin WANG Wenjun, YANG Wanqin, TAN Bo, et al (5737)
- Seasonal dynamics and content of soil labile organic carbon of mid-subtropical evergreen broadleaved forest during natural succession FAN Yuexin, YANG Yusheng, YANG Zhijie, et al (5751)
- The stoichiometric characteristics of C, N, P for artificial plants and soil in the hinterland of Taklimakan Desert LI Congjuan, LEI Jiaqiang, XU Xinwen, et al (5760)
- A preliminary investigation on the population and behavior of the Tundra Swan (*Cygnus columbianus*) in Poyang Lake DAI Nianhua, SHAO Mingqin, JIANG Lihong, et al (5768)
- Effects of nutrient enrichment and fish stocking on succession and diversity of phytoplankton community CHEN Chun, LI Sijia, XIAO Lijuan, HAN Boping (5777)
- The depositional environment and organic sediment component of Dagze Co, a saline lake in Tibet, China LIU Shasha, JIA Qinxian, LIU Xifang, et al (5785)
- Spatiotemporal variation of interacting relationships among multiple provisioning and regulating services of Tibet grassland ecosystem PAN Ying, XU Zengrang, YU Chengqun, et al (5794)
- Spatial distribution of dissolved amino acids in Lake Taihu, China YAO Xin, ZHU Guangwei, GAO Guang, et al (5802)
- RS- and GIS-based study on ecological function regionalization in the Chaohu Lake Basin, Anhui Province, China WANG Chuanhui, WU Li, WANG Xinyuan, et al (5808)
- Trends of spring maize phenophases and spatio-temporal responses to temperature in three provinces of Northeast China during the past 20 years LI Zhengguo, YANG Peng, TANG Huajun, et al (5818)
- Species selection for landscape rehabilitation and their response to environmental factors in Poyang Lake wetlands XIE Dongming, JIN Guohua, ZHOU Yangming, et al (5828)
- Temporal and spatial pattern of the phytoplankton biomass in the Pearl River Delta WANG Chao, LI Xinhui, LAI Zini, et al (5835)
- Spatio-temporal dynamics of land use/land cover and its driving forces in Nanjing from 1995 to 2008 JIA Baoquan, WANG Cheng, QIU Erfa (5848)
- Changes of organic carbon and its labile fractions in topsoil with altitude in subalpine-alpine area of southwestern China QIN Jihong, WANG Qin, SUN Hui (5858)
- The carbon sink of urban forests and efficacy on offsetting energy carbon emissions from city in Guangzhou ZHOU Jian, XIAO Rongbo, ZHUANG Changwei, et al (5865)
- Groundwater salt content change and its simulation based on machine learning model in hinterlands of Taklimakan Desert FAN Jinglong, LIU Hailong, LEI Jiaqiang, et al (5874)
- Analysis of coordination degree between urban development and water resources potentials in arid oasis city XIA Fuqiang, TANG Hong, YANG Degang, et al (5883)
- Constructing an assessment indices system to analyze integrated regional carrying capacity in the coastal zones: a case in Nantong WEI Chao, YE Shufeng, GUO Zhongyang, et al (5893)
- Fish species diversity in Zhongjieshan Islands Marine Protected Area (MPA) LIANG Jun, XU Hanxiang, WANG Weiding (5905)
- Distribution and long-term changes of net-phytoplankton in the tidal freshwater estuary of Changjiang during wet season JIANG Zhibing, LIU Jingjing, LI Hongliang, et al (5917)
- Study of urban metabolic structure based on ecological network: a case study of Dalian LIU Gengyuan, YANG Zhifeng, CHEN Bin, et al (5926)
- Factors influencing of residents' tolerance towards wild boar in and near nature reserve: Taking the Heilongjiang Fenghuangshan Nature Reserve as the example XU Fei, CAI Tiji, JU Cunyong, et al (5935)
- Herdsmen's willingness to participate in ecological protection in Sanjiangyuan Region, China LI Huimei, ZHANG Anlu, WANG Shan, et al (5943)
- Analysis of first flush in rainfall runoff in Shenyang urban city LI Chunlin, LIU Miao, HU Yuanman, et al (5952)

《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 陈利顶

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 18 期 (2013 年 9 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 18 (September, 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

国内外公开发刊

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元