

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

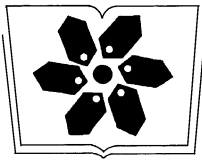
Acta Ecologica Sinica



第33卷 第1期 Vol.33 No.1 **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 1 期 2013 年 1 月 (半月刊)

目次

前沿理论与学科综述

- 生态整合与文明发展..... 王如松 (1)
- 干旱半干旱区坡面覆被格局的水土流失效应研究进展 高光耀,傅伯杰,吕一河,等 (12)
- 城市林木树冠覆盖研究进展 贾宝全,王 成,邱尔发,等 (23)
- 环境质量评价中的生物指示与生物监测 Bernd Markert,王美娥,Simone Wünschmann,等 (33)
- 水溶性有机物电子转移能力及其生态效应 毕 冉,周顺桂,袁 田,等 (45)

个体与基础生态

- 凋落物和增温联合作用对峨眉冷杉幼苗抗氧化特征的影响 杨 阳,杨 燕,王根绪,等 (53)
- 不同浓度 5-氨基乙酰丙酸(ALA)浸种对 NaCl 胁迫下番茄种子发芽率及芽苗生长的影响
..... 赵艳艳,胡晓辉,邹志荣,等 (62)
- 缺镁胁迫对纽荷尔脐橙叶绿素荧光特性的影响 凌丽俐,彭良志,王男麒,等 (71)
- 松嫩草地 66 种草本植物叶片性状特征..... 宋彦涛,周道玮,王 平,等 (79)
- 花蜜中酚类物质对群落中同花期植物传粉的影响..... 赵广印,李建军,高 洁 (89)
- 桉树枝瘿姬小蜂连续世代种群生命表..... 朱方丽,邱宝利,任顺祥 (97)

种群、群落和生态系统

- 蒙古栎地理分布的主导气候因子及其阈值 殷晓洁,周广胜,隋兴华,等 (103)
- 河静黑叶猴果实性食物组成、选择及其对种子的扩散作用..... 阮海河,白 冰,李 宁,等 (110)
- 2010 秋季东海今生颗石藻的空间分布 靳少非,孙 军,刘志亮 (120)
- OPRK1 基因 SNP 与梅花鹿日间行为性状的相关性 吕慎金,杨 燕,魏万红 (132)
- 鄱阳湖流域非繁殖期鸟类多样性 邵明勤,曾宾宾,徐贤柱,等 (140)
- 人工巢箱条件下两种山雀鸟类的同域共存机制 李 乐,张 雷,殷江霞,等 (150)
- 桉-栎不同混合比例凋落物分解过程中土壤动物群落动态 李艳红,杨万勤,罗承德,等 (159)
- 三峡库区生态系统服务功能重要性评价 李月臣,刘春霞,闵 婕,等 (168)

景观、区域和全球生态

- 黄土高原小流域不同地形下土壤有机碳分布特征 李林海,郜二虎,梦 梦,等 (179)
- 海岸带地理特征对沉水植被丰度的影响..... 吴明丽,李叙勇,陈年来 (188)
- 玛纳斯河流域扇缘带不同植被类型下土壤物理性质 曹国栋,陈接华,夏 军,等 (195)

资源与产业生态

- 农田开垦对三江平原湿地土壤种子库影响及湿地恢复潜力 王国栋,Beth A Middleton,吕宪国,等 (205)
- 漫溢干扰过程中微地形对幼苗定居的影响 安红燕,徐海量,叶 茂,等 (214)
- 黑龙江流域夏玉米产量提升限制因素 徐丽娜,陶洪斌,黄收兵,等 (222)
- 黑龙江省药用植物根际土壤真菌多样性 慕东艳,吕国忠,孙晓东,等 (229)

桑沟湾养殖生态系统健康综合评价 傅明珠,蒲新明,王宗灵,等 (238)

城乡与社会生态

基于“OOAO 原则”的罗源湾生态质量状况综合评价 吴海燕,吴耀建,陈克亮,等 (249)

四十里湾营养状况与浮游植物生态特征 李 斌,白艳艳,邢红艳,等 (260)

生态足迹深度和广度:构建三维模型的新指标 方 恺 (267)

中国东西部中小城市景观格局及其驱动力 齐 杨,邬建国,李建龙,等 (275)

研究简报

南海陆坡沉积物细菌丰度预测 李 涛,王 鹏 (286)

浑善达克沙地榆树疏林幼苗更新空间格局 刘 振,董 智,李红丽,等 (294)

光 and 不同打破种子休眠方法对紫茎泽兰种子萌发及幼苗状态的影响 姜 勇,李艳红,王文杰,等 (302)

学术争鸣

关于植物群丛划分的探讨 邢韶华,于梦凡,杨立娟,等 (310)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 316 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 35 * 2013-01



封面图说:外来入侵物种紫茎泽兰——紫茎泽兰约于 20 世纪 40 年代由缅甸传入中国云南南部后迅速蔓延,现已在云南、贵州、四川、广西、重庆、湖北、西藏等省区广泛分布和危害,并仍以每年大约 30 km 的速度扩散。紫茎泽兰为多年生草本或亚灌木,号称“植物界杀手”。其对环境的适应性极强,疯长蔓延,能极大耗损土壤肥力。它的植株能释放多种化感物质,排挤其他植物生长而形成单优种群,它破坏生物多样性,威胁到农作物、畜牧草甚至林木,且花粉能引起人类过敏性疾病等,目前尚无有效治理对策。

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

DOI: 10.5846/stxb201111091694

齐杨, 邬建国, 李建龙, 于洋, 彭福利, 孙聪. 中国东西部中小城市景观格局及其驱动力. 生态学报, 2013, 33(1): 0275-0285.

Qi Y, Wu J G, Li J L, Yu Y, Peng F L, Sun C. Landscape dynamics of medium- and small-sized cities in eastern and western China: A comparative study of pattern and driving forces. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(1): 0275-0285.

中国东西部中小城市景观格局及其驱动力

齐 杨^{1,2}, 邬建国^{3,4}, 李建龙^{2,*}, 于 洋¹, 彭福利¹, 孙 聪¹

(1. 中国环境监测总站, 北京 100012; 2. 南京大学生命科学学院, 南京 210093;

3. 亚利桑那州立大学生命科学学院/全球可持续性科学研究所, 美国亚利桑那州 85281;

4. 内蒙古大学生态、能源和可持续性科学研究中心, 呼和浩特 010021)

摘要: 中小城市的数量及其所承载的城市人口迅速增加是当今和将来全球城市化的最为显著的特征之一。因此, 对中小城市的发展规律及其城市化带来的生态和环境影响的研究日趋重要。然而, 迄今为止的大多数有关城市化的研究聚焦于大城市。通过对长三角地区 and 新疆地区 24 个中小城市的景观格局分析, 结合人口经济数据, 探究这两个地区总体城市景观格局的变化, 城市间景观格局变化的变异性, 以及城市景观格局变化的驱动力, 并在此基础上进行两地区间的对比分析。结果表明, 1986 年至 2000 年 15a 间, 长三角地区 and 新疆地区中小城市的总体景观格局变化基本相似, 景观的破碎化程度均不断上升, 斑块形状更趋于不规则, 景观多样性呈小幅增加; 长三角地区中小城市间景观格局变异性下降, 而新疆地区中小城市间景观格局变异性上升。长三角地区中小城市景观格局变化的驱动力主要是人口的增加和流动所导致的城市景观变化, 新疆地区则为人口的增加和流动所导致的耕地景观面积增加。研究结果有助于解决我国中小城市急速发展所带来的一些生态和环境问题, 以及通过土地利用规划来改善我国中小城市的可持续发展。

关键词: 城市化; 景观格局; 驱动力; 中小城市

Landscape dynamics of medium- and small-sized cities in eastern and western China: a comparative study of pattern and driving forces

QI Yang^{1,2}, WU Jianguo^{3,4}, LI Jianlong^{2,*}, YU Yang^{1,*}, PENG Fuli¹, SUN Cong¹

1 China National Environment Monitoring Center, Beijing 100012, China

2 School of Life Science, Nanjing University, Nanjing 210093, China

3 School of Life Sciences and Global Institute of Sustainability, Arizona State University, Tempe AZ 85281, USA

4 Sino-US Center for Conservation, Energy and Sustainability Science, Inner Mongolia University, Hohhot 010021, China

Abstract: Urbanization is an important aspect of land use and cover change, which profoundly affects ecosystem composition, structure and function as well as regional landscape pattern and processes. The rapid development of small- and medium-sized cities is a significant characteristic of global urbanization today, and is expected to remain so for decades in the future. During the last 50 years, the fastest growing cities in China are small- and medium- sized cities with populations ≤ 500 thousands. Thus, small- and medium-sized cities are important for regional social development and urbanization, which has significant impacts on the sustainability of the regions and the entire nation. In the past 20 years, because of the rapidly rising number of small- and medium-sized cities, their urbanization effects have received increasing attention. Understanding the generalities and idiosyncrasies of the urbanization patterns and processes of these cities is crucial for sustainable development. However, much of the current research on urbanization has focused primarily on the

基金项目: 国家生态环境保护监督管理项目(2001600101); 国家 973 项目(2010CB950702); APN 全球变化基金项目(ARCP2010-14NMY-Li); 国家高新技术(863 计划)专题项目(2007AA10Z231)

收稿日期: 2011-11-09; 修订日期: 2012-08-20

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jlli2008@nju.edu.cn

large cities with populations > 500 thousands. Few studies have investigated the complexity and dynamics of small- and medium-sized cities, including the relationship between urban landscape patterns and urban ecosystem functions.

In this study, we selected 24 small- and medium- sized cities in Xinjiang and the Yangtze River Delta region to quantify landscape change and underlying driving forces in the two regions using a comparative approach. Based on the results of our study, we concluded:

(1) In the two regions, urban land type had the highest growth rate with a mean annual increase of > 5%, suggesting a rapid urbanization process from 1986 to 2000. However, the specific changes of land use and land cover types differed in the two regions. In the Yangtze River Delta, cropland declined in area significantly more than other types, with a mean annual decrease rate of 62.87 km². In the Xinjiang region, the areas of unused land and grassland declined substantially during the study period. The mean annual decrease rates of these two land-use types were 123.6 km² and 90.2 km², respectively.

(2) The overall pattern of landscape change in the two regions was similar during the 15 years. The level of landscape fragmentation, landscape diversity, and patch shape complexity all increased. However, the urban landscape pattern among different cities in the Yangtze River Delta region became more homogeneous compared to the Xinjiang region.

(3) Our comparison of the main forces driving landscape change in the two regions indicated that the changes in croplands contributed significantly to the changes in the overall landscape pattern of small- and medium- sized cities. In the Yangtze River Delta, the main driving forces of landscape change were associated with population growth and rural-to-urban migration of people. A large quantity of cropland was used for urban construction and became increasingly fragmented as urbanization unfolded. In contrast, the main driver of landscape change in the Xinjiang region was related predominantly to the increase in croplands due to population growth and immigration. In this case, the increased human activity resulted in the increase in cropland. Urban sprawl contributed relatively less to landscape pattern change in Xinjiang than in the Yangtze River Delta. In addition, the expansion of croplands not only took up a large amount of grassland resources, but also intensified land use on the grasslands, consequently leading to degradation of the grassland ecosystems.

These findings provide useful information for dealing with ecological and environmental problems induced by rapid urbanization, and for sustainable development of small- and medium-sized cities in China. Further studies are needed to investigate the processes and mechanisms of how urbanization affects biodiversity and ecosystem services in these small- to medium-sized cities.

Key Words: urbanization; landscape pattern; driving force; medium- and small-sized cities

20 世纪 80 年代以来,土地利用/覆被变化(Land Use and Cover Change, LUCC)成为全球关注的热点问题^[1],其中快速的城市增长作为 LUCC 的重要内容也受到人们的广泛关注。21 世纪城市化及其土地利用变化将是对环境影响最大的因素之一,城市化的生态学影响也逐渐受到人们的关注^[2-3]。世界上已有超过半数左右的人口居住在城市^[4],到 2025 年可能达到 65%^[5],并且在以后的 30a 中几乎所有的人口增长都将发生在城市地区^[4]。但这并非意味着人口增长都发生在大型城市,或人口都将集中于大型城市。实际上,城市人口分布于不同大小的城市区域,甚至包括很小的集镇和人口不超过 1000 的行政区^[6]。更多的世界城市人口分布在较小的城市里。有研究指出未来 25a 内的城市化并非主要发生在巨型城市地区而是发生在更小的城市或者城镇地区,而且主要集中于人均收入处于中低水平的发展中国家^[7]。但是,现有的城市景观格局研究多集中于大型城市,而大型城市城市化发展规律是否适用于中小城市,中小城市的发展是否具有独特的规律?而且城市本身具有复杂性和动态性等特点,城市土地利用、城市政策与城市生态系统功能之间的关系尚不清楚。中国自改革开放以后经济快速增长,并一直以“控制大城市规模,发展中小城市”为主要都市发展策略^[8],1978—1998 年间中小城市数量增加了 432 个^[9]。到 2050 年我国城市化水平将达到 75%,将有 1—1.2

亿人口涌向各大小城市^[10]。因此,对我国快速城市化地区中小城市景观格局变化及其驱动力的研究至关重要。

城市化导致生态学格局和过程的多样性下降^[11-14]。Jenerette 和 Potere^[15]将这个描述物种和基因多样性的假设推广到景观层次,其研究表明城市景观结构也有异质性下降的趋势。但对于中小城市间的景观异质性是否也将趋于下降,不同地区的城市间景观异质性变化有何差异?仍需要进一步研究。景观格局发生变化的原因在于内、外驱动力对景观组成要素的干扰作用,这些综合性的干扰作用包括各种自然的、生物的以及人类活动之间复杂的相互作用,其结果使得景观稳定性及其空间结构发生变化,从而使景观格局发生变化^[16]。那么造成中小城市景观格局变化的主要驱动力是什么,不同地区间中小城市的景观格局差异在哪里,其成因是什么,也需深入研究。

本研究通过对长三角地区 and 新疆地区共计 24 个中小城市城市的景观格局分析,结合人口经济数据,探究城市化下中国东西部地区中小城市城市间景观格局的差异性变化,景观格局变化及其驱动力,同时对两地区间景观格局变化及其驱动力进行了对比分析,以期快速城市化下的中国中小城市可持续发展提供参考。

1 研究方法

1.1 研究地简介

新疆维吾尔自治区地处 73°40′—96°18′E,34°25′—48°10′N 之间,行政区包括 23 个市、7 个地区、5 个自治州、68 个县,全区总面积 166.04 万 km²,为中国最大的省级行政区。新疆远离海洋,深居内陆,四周有高山阻隔,海洋湿气不易进入,形成明显的温带大陆性气候。气温变化大,日照时间长(年日照时间达 2500—3500 h),降水量少,空气干燥。新疆年平均降水量为 150 mm 左右,但各地降水量相差很大。一般说,冬季气温北疆高于南疆,夏季气温南疆高于北疆。

长江三角洲地区北起通扬运河,南抵杭州湾,西至镇江,东到海边,范围包括江苏、浙江两省的 15 个地级市及上海市,面积约 9.9 万 km²,人口 7500 多万。该地区是我国工业化和城市化最发达的地区,人口稠密,经济发达。长江三角洲地区地势低平坦荡,河网如织,湖泊众多。该地区在气候上属于亚热带季风气候,常遭受梅雨、台风暴雨、风暴潮以及长江中下游地区洪水的袭击,容易出现外洪、内涝或外洪内涝并发的水灾。

本研究所选研究地为新疆维吾尔自治区 12 县市(图 1)和江苏省长三角地区的 12 县市(图 2),共计 24 个城市,城市人口均在 50 万以下,均为中小小型城市,2000 年各城市人口数据,如表 1 示。

表 1 两地区中小城市人口状况^[17]
Table 1 Urban population of the selected cities

城市 Cities	新疆地区 Xinjiang		城市 Cities	长三角地区 Yangtze Delta	
	人口 Population	非农人口 Non-farming Population		人口 Population	非农人口 Non-farming Population
吐鲁番	242000	81000	江阴	1146000	213000
昌吉	349000	254000	宜兴	1082000	238000
阜康	151000	93000	武进	1200000	132000
米泉	170000	74000	溧阳	781000	156000
博乐	213000	137000	金坛	543000	114000
库尔勒	344000	282000	吴县	965000	182000
阿克苏	517000	391000	常熟	1040000	183000
阿图什	191000	48000	张家港	854000	217000
和田	157000	88000	昆山	589000	193000
伊宁	334000	252000	吴江	771000	190000
塔城	147000	89000	太仓	449000	144000
乌苏	203000	105000	丹阳	803000	183000

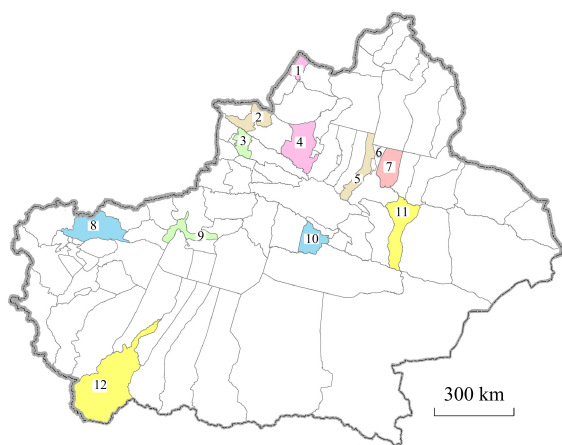


图1 新疆地区12县市地理位置

Fig. 1 The location of 12 cities in Xinjiang Region

1. 塔城市; 2. 博乐市; 3. 伊宁县; 4. 乌苏县; 5. 昌吉市; 6. 米泉县; 7. 阜康市; 8. 阿图什市; 9. 阿克苏市; 10. 库尔勒市; 11. 吐鲁番市; 12. 和田县

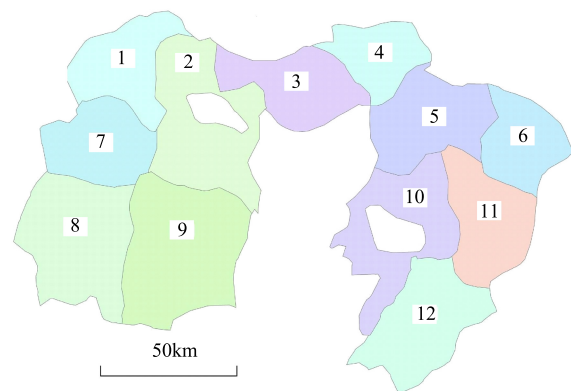


图2 长三角地区12县市地理位置

Fig. 2 The location of 12 cities in Yangtze River Delta

1. 丹阳市; 2. 武进市; 3. 江阴市; 4. 张家港市; 5. 常熟市; 6. 太仓市; 7. 金坛市; 8. 溧阳市; 9. 宜兴市; 10. 吴县; 11. 昆山市; 12. 吴江市

1.2 数据获取与处理

使用1986年和2000年1:10万土地利用图(数据来源:中国西部环境与生态科学数据中心,中国科学院资源环境科学数据中心)。分别将长三角地区 and 新疆地区各城市的土地利用图归并为6类(耕地、林地、草地、水域、城乡工矿居民用地和未利用地)。将两地区的栅格数据分辨率分别重采样到为30, 60, 100, 250 m 和 500 m。

大量的研究表明,大多数的景观格局指数以及其他的空间分析方法都会受到尺度变化的显著影响。根据以往对尺度和景观格局的研究^[18-22],通过对尺度的讨论确定长三角地区 and 新疆地区的中小城市分别在30 m 和 60 m 的粒度下最能够显示出景观格局的特征,因此本研究对长三角地区 and 新疆地区的中小城市分别在30 m 和 60 m 的粒度下进行研究。

1.3 城市化景观空间格局的量化方法

城市生态系统具有比其他任何的生态系统更高的空间异质性,分析城市景观的时空格局对于研究城市化过程及其带来的生态后果具有重要意义^[23-24]。在众多景观格局的分析方法中,景观指数的应用最为广泛。景观指数是指能够高度浓缩景观格局信息,反映其结构组成和空间配置等方面特征的简单定量指标^[25]。

描述格局特征的景观指数很多,且相关性较强^[26]。本研究在选择景观指数时考虑了总体性原则——景观水平与类型水平的景观指数兼备,常用性原则——选择常用的景观指数易于理解与交流,简化原则——研究中充分考虑了景观指数的相关性与替代性,选择那些能说明城市化过程的指数^[27-28]。综合考虑以上原则,在研究中选用了景观比例(PL)、斑块密度(PD)、边缘密度(ED)、景观形状指数(LSI)、聚集度指数(AI)、蔓延度指数(CONTAG)以及香农多样性指数(Shannon's Diversity Index, SHDI)等7个指标来量化城市的景观格局,分析研究区景观格局的变化^[23-29]。这些指数的概念、计算方法、阈值以及生态学意义参见有关文献^[30-31],并借助FRAGSTATS 3.3软件来完成其计算过程。

1.4 景观格局变化驱动因子的选取

根据目前相关研究结果^[31-32],选取人口密度、城市化水平(城市人口比例)、GDP、农业GDP比重和工业GDP比重(数据来源于《2000年中国城市统计年鉴》),将它们与景观指数分别在SPSS(16.0)软件下进行相关性分析,找出影响景观格局变化的主要驱动因子,并分析两个地区间驱动力的差异。

2 研究结果

2.1 东西部中小城市景观类型组分变化分析

利用 GIS 软件的面积统计功能,江苏省长三角地区 and 新疆地区景观类型面积变化如表 2 所示。1986 年至 2000 年,长三角地区景观类型组分变化的总体趋势是耕地和林地面积减少,草地、水域和未利用地面积增加,城市用地大幅度增加。就绝对数量变化而言,长三角地区 12 个中小城市 1986—2000 年 15a 间面积减少的最多的是耕地,年均减少 62.87 km²,其次为林地;就面积变化的相对数量而言,增加最快的是城市用地,年均增加 5.15%,远远高出其他土地利用景观面积变化的速度。新疆地区 1986—2000 年景观类型组分变化的总体趋势是草地和未利用地面积减少,水域、耕地和林地增加,城市用地大幅度增加。就绝对数量变化而言,该地区面积减少最多的是未利用地和草地,年均减少分别为 123.6 km² 和 90.2 km²,面积增加最多的是林地,其次是水域,城市和耕地;就面积变化,该地区增加最快的也是城市用地,年均增加 5.53%,其次为林地。

表 2 长三角地区 and 新疆地区 1986—2000 年土地利用/覆盖类型变化

Table 2 Change in land use and land cover types in Yangtze Delta and Xinjiang from 1986 to 2000

长三角地区 Yangtze Delta						
土地利用\覆盖类型 Land use and land cover types	1986 年		2000 年		1986/2000 年景观类型组分变化 Change in land use and land cover types from 1986 to 2000	
	面积 Area /km ²	百分比 Percent /%	面积 Area /km ²	百分比 Percent /%	面积 Area /km ²	百分比 Percent /%
耕地 Cropland	10675	73.06	9732	66.61	-943	-8.83
林地 Forest	881	6.03	862	5.90	-19	-2.16
草地 Grassland	36	0.24	37	0.25	1	+2.78
水域 Water	1905	13.04	2010	13.76	105	+5.51
城市 Urban	1109	7.59	1965	13.45	856	+77.19
未利用地 Unused Land	5	0.04	6	0.04	1	+20.00
合计 Total	14611	—	14611	—	—	—
新疆地区 Xinjiang						
土地利用\覆盖类型 Land use and land cover types	1986 年		2000 年		1986/2000 年景观类型组分变化 Change in land use and land cover types from 1986 to 2000	
	面积 Area /km ²	百分比 Percent /%	面积 Area /km ²	百分比 Percent /%	面积 Area /km ²	百分比 Percent /%
耕地 Cropland	11259	7.02	11899	7.42	640	+5.68
林地 Forest	5064	3.16	6102	3.80	1038	+20.50
草地 Grassland	57095	35.59	55742	34.74	-1353	-2.37
水域 Water	5759	3.59	6575	4.10	816	+14.17
城市 Urban	859	0.54	1572	0.98	713	+83.00
未利用地 Unused Land	80397	50.11	78543	48.96	-1854	-2.31
合计 Total	160432	—	160432	—	—	—

2.2 东西部中小城市景观格局总体变化差异

Sharpio-Wilk 检验结果证明,本研究所选景观指数在各城市的分布呈正态分布,显著值均大于 0.05^[34]。通过计算 24 个城市两个时期的景观指数,对比分析了两个地区景观格局多样性变化的差异。从景观指数的平均值方面看,1986 年到 2000 年,长三角地区城市 PD 和 SHDI 小幅上升,ED 和 LSI 大幅上升,CONTAG 和 AI 下降;新疆地区 PD、ED 和 LSI 均大幅上升,SHDI 基本没有变化,CONTAG 和 AI 下降(图 3)。从变异度方面看,1986 年到 2000 年,长三角地区变异幅度总体较小,除了 ED 和 CONTAG 的变异度出现明显下降外,其余指数均变化较小;新疆地区变异幅度相对较大,而且除了 SHDI 微降外,其他指数都在上升(图 3)。

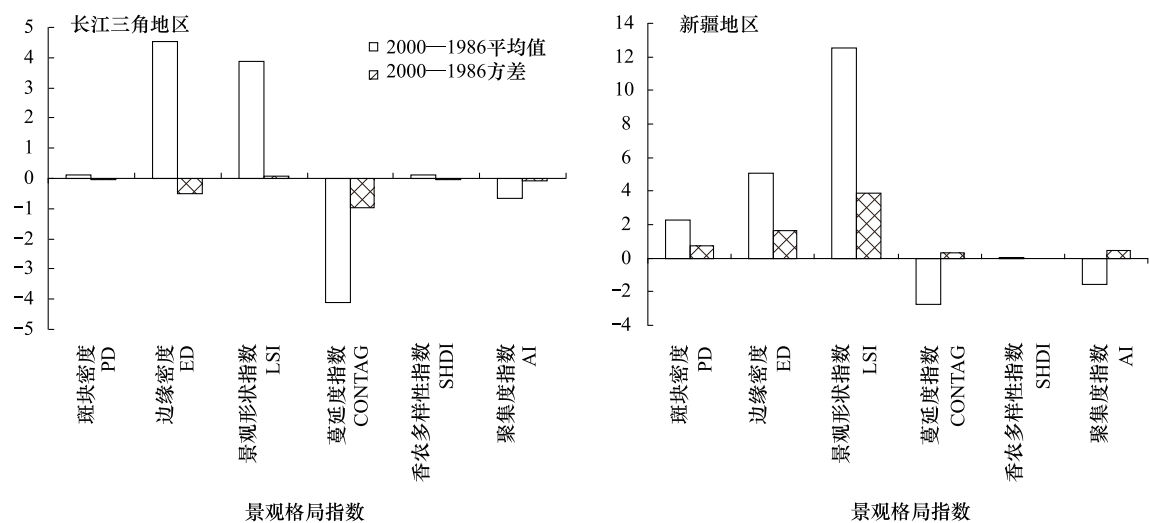


图3 1986年至2000年两地区景观格局变化

Fig.3 Landscape pattern change from 1986 to 2000

2.3 东西部中小城市景观格局变化的驱动力对比分析

利用获得的人口经济数据,分别对两个地区各城市的景观格局指数和人口经济数据进行了相关性分析。景观水平上,长三角地区城市的景观的破碎化程度随城市人口比重和 GDP 的增长而下降,和农业 GDP 比重呈正相关,景观斑块不规则程度也随城市人口比重的增长而下降,景观多样性与人口密度呈负相关;新疆地区城市的景观的破碎化程度和斑块不规则程度均只与农业 GDP 比重呈正相关,没有与香农多样性指数 (SHDI) 显著相关的人口经济数据(表 3)。

表 3 两地区景观指数和人口经济数据相关关系

景观指数 Landscape metrics	长三角地区 Yangtze delta	新疆地区 Xinjiang
景观水平		
PD(斑块密度)	城市人口比重 (- . 609 *) GDP (- . 627 *) 农业 GDP 比重 (0. 682 *)	农业 GDP 比重 (0. 515 *)
LSI(景观形状指数)	城市人口比重 (- 0. 645 *)	农业 GDP 比重 (0. 612 *)
SHDI(香农多样性指数)	人口密度 (- 0. 627 *)	—
耕地		
PL(景观比例)	—	人口密度 (0. 612 *)
PD(斑块密度)	—	—
LSI(景观形状指数)	—	人口密度 (- 0. 691 **) 农业 GDP 比重 (0. 553 *)
林地		
PL(景观比例)	—	—
PD(斑块密度)	—	—
LSI(景观形状指数)	—	农业 GDP 比重 (0. 535 *)
草地		
PL(景观比例)	—	—
PD(斑块密度)	—	—
LSI(景观形状指数)	—	—
水域		

续表

景观指数 Landscape Metrics	长三角地区 Yangtze Delta	新疆地区 Xinjiang
PL(景观比例)	—	—
PD(斑块密度)	人口密度 (−0.800 **) GDP (−0.755 **)	—
LSI(景观形状指数)	人口密度 (−0.764 **) GDP (−0.673 *)	人口密度 (−0.562 *)
城市		
PL(景观比例)	人口密度 (0.918 **) GDP (0.855 **) 农业 GDP 比重 (−0.836 **)	人口密度 (0.741 **) 农业 GDP 比重 (−0.526 *)
PD(斑块密度)	城市人口比重 (−0.791 **)	农业 GDP 比重 (0.556 *)
LSI(景观形状指数)	城市人口比重 (−0.836 **)	人口密度 (−0.612 *) 农业 GDP 比重 (0.594 *)
未利用地		
PL(景观比例)	—	人口密度 (−0.503 *)
PD(斑块密度)	—	—
LSI(景观形状指数)	—	农业 GDP 比重 (0.594 *)

类型水平上,在长三角地区,耕地、林地、草地和未利用地景观类型的格局受到人口经济因子的影响较弱,无相关关系;水域景观类型的破碎化程度和斑块不规则程度随着人口密度和 GDP 的增加而减小;城市景观类型所占比例随人口密度和 GDP 的增加而增加,与农业 GDP 比重呈负相关,城市景观类型的破碎化程度和斑块不规则程度随城市人口比重的增加而减小,说明人口向城市的聚集可以使城市景观趋于聚合,也减少了城市景观对其他景观的破碎化作用。新疆地区耕地景观类型的景观百分比随人口密度的增加而增加,耕地斑块形状随人口密度的增加而更加不规则,但随农业 GDP 比重的增加而更加规则;林地景观的斑块形状同样随农业 GDP 的增加而更加规则;新疆地区的城市景观所占百分比与长三角地区相似,都是与人口密度呈正相关,与农业 GDP 比重呈负相关,但是不同的是新疆地区城市景观的破碎化程度和形状指数均与农业 GDP 比重关系密切;新疆地区未利用地类型所占百分比与人口密度呈负相关,其斑块形状随农业 GDP 比重的增加而更加规则(表 3)。

3 讨论

3.1 中小城市总体景观格局变化分析

以上的研究表明,1986 年至 2000 年 15a 间,两个地区中小城市的总体景观格局变化基本相似,景观的破碎化程度均不断上升,斑块形状更趋于不规则,景观多样性呈小幅增加。这与 Forman 和 Godron 在 1986 年出版的《Landscape Ecology》一书中的部分结论相悖,该书指出,随着人类活动强度的加剧,景观格局表现出以下趋势:1) 斑块密度呈指数上升;2) 景观连接度下降;3) 斑块形状更加规则^[35]。但是,在 Wu 等人^[36]对分析美国两大城市(凤凰城和拉斯维加斯)景观格局时空变化的研究,以及 Schneider 和 Woodcock^[37]的全球 25 个城市景观格局研究中,均得出了与本研究相似的景观格局变化趋势:景观多样性提高,景观结构更加破碎,斑块形状更加复杂。

城市化导致的景观格局破碎化程度提高将会影响该地区的生态学过程。生境的破碎化加剧和城市斑块的不断增加,不仅直接降低了核心生境的面积,而且也将增加了城市与生境的接触面(WUI)。WUI 的增加已经在大陆尺度上被很多研究证实^[38-40]。WUI 的增加将会提高森林火险指数^[41-42],增加生态入侵机会^[43],更会进一步影响到物种保护^[44]和遗传多样性^[45]。新疆地区景观格局的破碎化将主要影响到草地资源:新疆地区 12 个中小城市 1986—2000 年景观类型组分变化结果显示,草地类型 15a 间减少了 2.37%,年均减少分别为 123.6 km²,草地大面积退化、沙化,草地生产力日趋降低;另一方面,城市用地(农村居住点)与草地接触面

增加,也导致草地退化严重,可食牧草减少,有害牧草增加,总体生物多样性减少,环境恶化,这些都直接威胁着牧区经济的发展^[46]。长三角地区景观格局的破碎化则主要影响到耕地资源;长三角地区 12 个中小城市 1986—2000 年 15a 间耕地面积减少了 8.83%,年均减少 62.87 km²;另外,破碎化也导致耕地受干扰的程度增加,单产下降,受到污染的可能增加,耕地总面积的减少和单产的下降都将使总体粮食产量和质量下降,对该地区的粮食安全造成威胁。

3.2 东西部中小城市城市化景观格局变异性分析

两个地区在景观格局变异性程度的变化方面表现出截然不同的特征。长三角地区中小城市的景观格局变异性总体趋于下降。这与 Jenerrette 等人^[15]的研究结论相似。Jenerrette 等人的研究结果表明,从全球范围内选取的 120 个城市在 1990—2000 的 10a 间,其景观指数变异度呈下降趋势,而且通过城市增长模型模拟后计算未来各城市景观指数,其变异度也呈下降趋势^[15]。但是新疆地区与此相反,该地区中小城市各景观指数的变异性不仅幅度相对较大,而且均呈上升趋势。因此,在长三角地区各中小城市间景观格局趋于一致;而在新疆地区,随着城市化的推进,各中小城市间的景观格局差异更加明显。

Dietzel 等人^[47-48]提出的扩散-聚合理论指出城市的扩张是一个扩散和聚合交替进行的过程。根据上述理论,本研究认为造成东西部中小城市城市化景观格局变异性不同的原因主要有两个方面:

第一,两地区城市间差异程度不同。长三角地区地形、经济基础等差异较小,城市化起步的时间和城市化推进的速度基本一致,因此,在扩散聚合循环的过程中保持了基本一致的步伐;新疆地区地形复杂,各中小城市原有的景观组成成分和分布差异较大,社会经济方面也存在较大差异,致使城市化发展阶段参差不齐,造成了该地区城市间景观格局变异度上升的现状。

第二,在本文的时间尺度内,也许还不能完全表征中小城市的景观格局变化趋势^[36]。本研究获取的是 1986 至 2000 年的数据,在时间跨度为 15a 的这个时期内,中小城市可能仅处于城市化的扩散或聚合阶段中的早期状态或某一个节点。

3.3 东西部中小城市景观格局变化驱动力对比分析

两地区中小城市的景观格局变化驱动力结果表明,长三角地区景观格局变化驱动力主要是人口的增加和流动引起的城市景观类型的格局变化,而在新疆地区则为人口因素引起的耕地景观类型面积的增加。

长三角地区是中国目前经济发展速度最快、经济总量规模最大、最具有发展潜力的经济板块。一方面,经济的增长和人口密度的增加,使该地区城市景观类型所占比例不断升高,景观水平上趋于破碎化。长三角地区 12 个中小城市的城市景观类型所占比例由 1986 年的 7.59% 增加到 2000 年的 13.45%,城市景观类型的面积在 15a 间增加了 856 km²,增幅为 77.19%,而耕地景观类型的面积在 15a 间共减少了 943 km²,耕地不断被城市用地代替;农村地区乡镇企业的快速发展以及土地规划与管理的不规范^[48],长三角地区中小型城市的耕地不断被工业用地和居住用地吞噬,乱占耕地的现象严重,这导致了整个地区破碎化程度持续上升。另一方面,城市人口比重的增加使城市景观类型趋于聚合,降低景观水平破碎化的速度。通过对长三角地区景观格局变化驱动力的分析得出,景观水平上和城市景观类型的破碎化程度与斑块不规则程度都随城市人口比重的增加而降低,说明人口向城市中心区域的聚集,使城市景观趋于聚合,在一定程度上降低了城市景观对其他景观的破碎化作用,减缓了景观水平上的破碎化。已有研究指出,人口向城市中心区域的聚集对于集约利用资源,降低人类活动对环境的影响,提高居民生活质量都具有重要作用^[50]。

新疆地区作为我国经济发展相对落后的地区,具有与长三角地区不同的地理条件和经济发展模式,也形成了截然不同的城市化过程。新疆地区中小城市驱动力分析表明,农业 GDP 所占比重与很多景观指数呈显著相关关系,这说明在新疆地区的中小城市城市发展过程中,人类活动对整个城市和地区景观格局的影响主要表现在耕地景观类型的变化,而并非城市景观类型。新疆地区人口增长大多首先发生在宜耕地区,以开垦农田为目的的人类活动导致耕地景观类型的面积大量增加。尽管随着该地区矿产资源的开发和利用,经济不断发展,人口向城市集中,城市景观类型的面积在 15a 间增加了 83%,但是由于新疆地区地广人稀,城市景观

类型面积在区域尺度上的比重仍然很低,从 1986 年的 0.53% 到 2000 年的 0.98%,城市景观对整个地区景观格局的影响很小。

两个地区的中小城市景观格局变化驱动力均表明,以耕地景观类型变化为鲜明特征的发展过程影响着区域中小城市的景观格局演变。在长三角地区,城市建设大量占用耕地,并导致景观格局的破碎化,严重威胁地区粮食安全。而在新疆地区,人类活动改变景观格局主要表现在耕地景观类型的增加,而城市景观影响较小;此外,耕地景观的扩张不仅占用了大量草地资源,而且加剧了对草地生态系统的干扰,也是造成草地退化的重要因素。

4 结论

(1)1986 年至 2000 年 15a 间,长三角地区 and 新疆地区中小城市的总体景观格局变化趋势基本相似:景观的破碎化程度均不断上升,斑块形状更趋于不规则,景观多样性呈小幅增加。

(2)1986 年至 2000 年 15a 间,长三角地区中小城市间景观格局变异性下降,各城市的景观格局趋于一致;而在新疆地区,随着城市化的推进,各中小城市间的景观格局变异性程度上升,各城市的景观格局差异加大。

(3)1986 年至 2000 年,长三角地区中小城市景观格局变化的驱动力主要是人口的增加和流动引起的城市景观类型的格局变化;新疆地区中小城市则为人口的增加和流动引起的耕地景观类型增加。

总之,通过对不同地区间中小城市景观格局及其驱动力的对比分析,进一步了解了中小城市在城市化过程中所隐藏着的生态过程和社会经济过程,可以为针对中小城市草地退化、粮食安全等问题应对策略的制订提供重要参考,对实现中小城市的土地资源可持续利用和缩小东西部城市化差距具有重要的理论意义。

References:

- [1] Lambin E F, Turner B L, Geist H J, Agbola S B, Angelsen A, Bruce J W, Coomes O T, Dirzo R, Fischer G, Folke C, George P S, Homewood K, Imbernon J, Leemans R, Li X B, Moran E F, Mortimore M, Ramakrishnan P S, Richards J F, Skånes H, Steffen W, Stone G D, Svedin U, Veldkamp T A, Vogel C, Xu J C. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, 2001, 11(4): 261-269.
- [2] Sui D Z, Zeng H. Modeling the dynamics of landscape structure in Asia's emerging desakota regions: a case study in Shenzhen. *Landscape and Urban Planning*, 2001, 53(1/4): 37-52.
- [3] Herold M, Goldstein N C, Clarke K C. The spatiotemporal form of urban growth: measurement, analysis and modeling. *Remote Sensing of Environment*, 2003, 86(3): 286-302.
- [4] United-Nations. *World urbanization prospects 2003*. New York: 2004.
- [5] Antrop M. Landscape change and the urbanization process in Europe. *Landscape and Urban Planning*, 2004, 67(1/4): 9-26.
- [6] Haberl H, Erb K H, Krausmann F, Loibl W, Schulz N, Weisz H. Changes in ecosystem processes induced by land use: human appropriation of aboveground NPP and its influence on standing crop in Austria. *Global Biogeochemical Cycles*, 2001, 15(4): 929-942.
- [7] Cohen B. Urban growth in developing countries: a review of current trends and a caution regarding existing forecasts. *World Development*, 2004, 32(1): 23-51.
- [8] Gu C L. *Economic Globalization and the Urban Development in China*. Beijing: The Commercial Press, 1999: 299-299.
- [9] Shen J. Chinese urbanization and urban policy. Lau C, Shen J, eds. *China Review 2000*. Hong Kong: Chinese University of Hong Kong, 2000.
- [10] SDSGCAS. *Report of China's Sustainable Development Strategy 2005*. Beijing: Science Press, 2006.
- [11] Pyšek P, Chocholousková Z, Pyšek A, Jarošík V, Chytrý M, Tichý L. Trends in species diversity and composition of urban vegetation over three decades. *Journal of Vegetation Science*, 2004, 15(6): 781-788.
- [12] Kühn I, Klotz S. Urbanization and homogenization-comparing the floras of urban and rural areas in Germany. *Biological Conservation*, 2006, 127(3): 292-300.
- [13] McKinney M L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, 2006, 127(3): 247-260.
- [14] Grimm N B, Foster D, Groffman P, Grove J M, Hopkinson C S, Nadelhoffer K J, Pataki D E, Peters D P C. The changing landscape: ecosystem responses to urbanization and pollution across climatic and societal gradients. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2008, 6(5): 264-272.
- [15] Jenerette G D, Potere D. Global analysis and simulation of land-use change associated with urbanization. *Landscape Ecology*, 2010, 25(5):

657-670.

- [16] Zhou L J, You W H. Dynamic and driving forces of landscape pattern of estuarine wetland in the Min River. *Journal of East China Normal University: Natural Science*, 2007, (6): 77-87.
- [17] National Bureau of Statistics of China. *China City Statistical Yearbook*, Beijing: China Statistics Press, 2000.
- [18] Wu J G. Effects of changing scale on landscape pattern analysis: scaling relations. *Landscape Ecology*, 2004, 19(2): 125-138.
- [19] Wu J G, Shen W J, Sun W Z, Tueller P T. Empirical patterns of the effects of changing scale on landscape metrics. *Landscape Ecology*, 2002, 17(8): 761-782.
- [20] Wu J G, Jelinski D E, Luck M, Tueller P T. Multiscale analysis of landscape heterogeneity: scale variance and pattern metrics. *Geographic Information Sciences*, 2000, 6(1): 6-19.
- [21] Shen W J, Wu J G, Lin Y B, Ren H, Li Q F. Effects of changing grain size on landscape pattern analysis. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(12): 2506-2519.
- [22] Shen W J, Wu J G, Ren H, Lin Y B, Li M H. Effects of changing spatial extent on landscape pattern analysis. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(11): 2219-2231.
- [23] Luck M, Wu J G. A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA. *Landscape Ecology*, 2002, 17(4): 327-339.
- [24] Wu J G, Buyantuyev A, Jenerette G D, Litteral J, Neila K, Shen W J. Quantifying Spatiotemporal Patterns and Ecological Effects of Urbanization: A Multiscale Landscape Approach // Richter M, Weiland U, eds. *Applied Urban Ecology: A Global Framework*. Chichester: Blackwell, 2010.
- [25] Wu J G. *Landscape Ecology-Pattern, Process, Scale and Rank*. Beijing: Higher Education Press, 2000.
- [26] Bu R C, Hu Y M, Chang Y, Li X Z, He H S. A correlation analysis on landscape metrics. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(10): 2764-2775.
- [27] Chen W B, Xiao D N, Lu X Z. Classification, application, and creation of landscape indices. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, 13(1): 121-125.
- [28] Li X Z, Bu R C, Chang Y, Hu Y M, Wen Q C, Wang X G, Xu C G, Li Y H, He H S. The response of landscape metrics against pattern scenarios. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(1): 123-134.
- [29] Jenerette G D, Wu J G. Analysis and simulation of land-use change in the central Arizona-Phoenix region, USA. *Landscape Ecology*, 2001, 16(7): 611-626.
- [30] FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html, 2002.
- [31] Wu J G. *Landscape Ecology-Pattern, Process, Scale and Rank*. 2nd ed. Beijing: Higher Education Press, 2000.
- [32] Schneeberger N, Burgi M, Hersperger A M, Ewald K C. Driving forces and rates of landscape change as a promising combination for landscape change research — An application on the northern fringe of the Swiss Alps. *Land Use Policy*, 2007, 24(2): 349-361.
- [33] Seabrook L, McAlpine C, Fensham R. Cattle, crops and clearing: regional drivers of landscape change in the Brigalow Belt, Queensland, Australia, 1840—2004. *Landscape and Urban Planning*, 2006, 78(4): 373-385.
- [34] Amiri B J, Nakane K. Entire catchment and buffer zone approaches to modeling linkage between river water quality and land cover—a case study of Yamaguchi Prefecture, Japan. *Chinese Geographical Science*, 2008, 18(1): 85-92.
- [35] Forman R T T, Godron M. *Landscape Ecology*. New York: Wiley, 1986.
- [36] Wu J G, Jenerette G D, Buyantuyev A, Redman C. Quantifying spatiotemporal patterns of urbanization: the case of the two fastest growing metropolitan regions in the United States. *Ecological Complexity*, 2011, 8(1): 1-8.
- [37] Schneider A, Woodcock C E. Compact, dispersed, fragmented, extensive? A comparison of urban growth in twenty-five global cities using remotely sensed data, pattern metrics and census information. *Urban Studies*, 2008, 45(3): 659-692.
- [38] Radeloff V C, Hammer R B, Stewart S I, Fried J S, Holcomb S S, McKeefry J F. The wildland-urban interface in the United States. *Ecological Applications*, 2005, 15(3): 799-805.
- [39] Theobald D M, Romme W H. Expansion of the US wildland-urban interface. *Landscape and Urban Planning*, 2007, 83(4): 340-354.
- [40] Zhang Y J, He H S, Yang J. The wildland-urban interface dynamics in the southeastern US from 1990 to 2000. *Landscape and Urban Planning*, 2008, 85(3/4): 155-162.
- [41] Syphard A D, Clarke K C, Franklin J. Simulating fire frequency and urban growth in southern California coastal shrublands, USA. *Landscape Ecology*, 2007, 22(3): 431-445.
- [42] Syphard A D, Radeloff V C, Keuler N S, Taylor R S, Hawbaker T J, Stewart S I, Clayton M K. Predicting spatial patterns of fire on a southern California landscape. *International Journal of Wildland Fire*, 2008, 17(5): 602-613.
- [43] Alston K P, Richardson D M. The roles of habitat features, disturbance, and distance from putative source populations in structuring alien plant invasions at the urban/wildland interface on the Cape Peninsula, South Africa. *Biological Conservation*, 2006, 132(2): 183-198.

- [44] Underwood E C, Viers J H, Klausmeyer K R, Cox R L, Shaw M R. Threats and biodiversity in the mediterranean biome. *Diversity and Distributions*, 2009, 15(2): 188-197.
- [45] Vandergast A G, Bohonak A J, Weissman D B, Fisher R N. Understanding the genetic effects of recent habitat fragmentation in the context of evolutionary history: phylogeography and landscape genetics of a southern California endemic Jerusalem cricket (Orthoptera: Stenopelmatidae: Stenopelmatus). *Molecular Ecology*, 2007, 16(5): 977-992.
- [46] Zhao W Y, Li J L, Qi J G. Changes in vegetation diversity and structure in response to heavy grazing pressure in the northern Tianshan Mountains, China. *Journal of Arid Environments*, 2007, 68(3): 465-479.
- [47] Dietzel C, Herold M, Hemphill J J, Clarke K C. Spatio-temporal dynamics in California's central valley: Empirical links to urban theory. *International Journal of Geographical Information Science*, 2005, 19(2): 175-195.
- [48] Dietzel C, Oguz H, Hemphill J J, Clarke K C, Gazulis N. Diffusion and coalescence of the Houston Metropolitan Area: evidence supporting a new urban theory. *Environment and Planning B-Planning and Design*, 2005, 32(2): 231-246.
- [49] Yang Q, Yu X Y, Li J L, Zhang J, Yang F, Qian Y R. Cultivated land resources security and spatial-temporal dynamics of urbanization in Zhangjiagang, Jiangsu. *Journal of Natural Resources*, 2010, 25(8): 1274-1283.
- [50] Wu J G. Urban sustainability: an inevitable goal of landscape research. *Landscape Ecology*, 2010, 25(1): 1-4.

参考文献:

- [8] 顾朝林. 经济全球化与中国城市发展. 北京: 商务印书馆, 1999: 299-299.
- [10] 中国科学院可持续发展战略研究组. 2005 年中国可持续发展战略报告. 北京: 科学出版社, 2006.
- [16] 周亮进, 由文辉. 闽江河口湿地景观格局动态及其驱动力. 华东师范大学学报: 自然科学版, 2007, (6): 77-87.
- [17] 国家统计局. 中国城市统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2000.
- [21] 申卫军, 邬建国, 林永标, 任海, 李勤奋. 空间粒度变化对景观格局分析的影响. *生态学报*, 2003, 23(12): 2506-2519.
- [22] 申卫军, 邬建国, 任海, 林永标, 李明辉. 空间幅度变化对景观格局分析的影响. *生态学报*, 2003, 23(11): 2219-2231.
- [25] 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.
- [26] 布仁仓, 胡远满, 常禹, 李秀珍, 贺红仕. 景观指数之间的相关分析. *生态学报*, 2005, 25(10): 2764-2775.
- [27] 陈文波, 肖笃宁, 李秀珍. 景观指数分类、应用及构建研究. *应用生态学报*, 2002, 13(1): 121-125.
- [28] 李秀珍, 布仁仓, 常禹, 胡远满, 问青春, 王绪高, 徐崇刚, 李月辉, 贺红仕. 景观格局指标对不同景观格局的反应. *生态学报*, 2004, 24(1): 123-134.
- [31] 邬建国. 景观生态学-格局、过程、尺度与等级 (第二版). 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [49] 杨齐, 干晓宇, 李建龙, 张洁, 杨峰, 钱育蓉. 张家港市耕地资源安全与城市化时空动态分析. *自然资源学报*, 2010, 25(8): 1274-1283.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.33 ,No.1 January ,2013(Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- Integrating ecological civilization into social-economic development WANG Rusong (1)
- The effect of land cover pattern on hillslope soil and water loss in the arid and semi-arid region: a review
..... GAO Guangyao, FU Bojie, LÜ Yihe, et al (12)
- The status and trend on the urban tree canopy research JIA Baoquan, WANG Cheng, QIU Erfa, et al (23)
- Bioindicators and Biomonitoring in Environmental Quality Assessment
..... Bernd Markert, WANG Mei'e, Simone Wünschmann, et al (33)
- Electron transfer capacities of dissolved organic matter and its ecological effects ... BI Ran, ZHOU Shungui, YUAN Tian, et al (45)

Autecology & Fundamentals

- Antioxidative responses of *Abies fabri* seedlings to litter addition and temperature elevation
..... YANG Yang, YANG Yan, WANG Genxu, et al (53)
- Effects of seed soaking with different concentrations of 5-aminolevulinic acid on the germination of tomato (*Solanum lycopersicum*)
seeds under NaCl stress ZHAO Yanyan, HU Xiaohui, ZOU Zhirong, et al (62)
- Influence of magnesium deficiency on chlorophyll fluorescence characteristic in leaves of Newhall navel orange
..... LING Lili, PENG Liangzhi, WANG Nanqi, et al (71)
- Leaf traits of 66 herbaceous species in Songnen grassland in Northeast China
..... SONG Yantao, ZHOU Daowei, WANG Ping, et al (79)
- Effects of nectar secondary compounds on pollination of co-flowering species in a natural community
..... ZHAO Guangyin, LI Jianjun, GAO Jie (89)
- The continuous life-table of *Leptocybe invasa* ZHU Fangli, QIU Baoli, REN Shunxiang (97)

Population, Community and Ecosystem

- Dominant climatic factors of *Quercus mongolica* geographical distribution and their thresholds
..... YIN Xiaojie, ZHOU Guangsheng, SUI Xinghua, et al (103)
- Fruit diet, Selectivity and Seed dispersal of Hatinh langur (*Trachypithecus francoisi hatinhensis*)
..... Nguyen Haiha, BAI Bing, LI Ning, et al (110)
- The distribution of living coccolithophore in East China Sea in autumn, 2010 JIN Shaofei, SUN Jun, LIU Zhiliang (120)
- The association of OPRK1 gene SNP with sika deer (*Cervus nippon*) diurnal behavior traits
..... LÜ Shenjin, YANG Yan, WEI Wanhong (132)
- Preliminary study on bird composition and diversity in Poyang Lake watershed during non-breeding period
..... SHAO Mingqin, ZENG Binbin, XU Xianzhu, et al (140)
- Coexistence mechanism of two species passerines in man-made nest boxes LI Le, ZHANG Lei, YIN Jiangxia, et al (150)
- Dynamics on soil faunal community during the decomposition of mixed eucalypt and alder litters
..... LI Yanhong, YANG Wanqin, LUO Chengde, et al (159)
- RS/GIS-based integrated evaluation of the ecosystem services of the Three Gorges Reservoir area (Chongqing section)
..... LI Yuechen, LIU Chunxia, MIN Jie, et al (168)

Landscape, Regional and Global Ecology

- The distribution of soil organic carbon as affected by landforms in a small watershed of gully region of the Loess Plateau
..... LI Linhai, GAO Erhu, MENG Meng, et al (179)
- Effects of coastal geographical characteristics on the abundance of submerged aquatic vegetation
..... WU Mingli, LI Xuyong, CHEN Nianlai (188)
- Analysis of soil physical properties under different vegetation types in the alluvial fan area of Manas River watershed
..... CAO Guodong, CHEN Jiehua, XIA Jun, et al (195)

Resource and Industrial Ecology

- Effects of farming on wetland soil seed banks in the Sanjing Plain and wetland restoration potential
..... WANG Guodong, Beth A Middleton, LÜ Xianguo, et al (205)

Effects of the microhabitats on the seedling emergence during the flooding disturbance	AN Hongyan, XU Hailiang, YE Mao, et al (214)
Analysis on the limiting factors to further improve yield of summer maize in Heilonggang River Valley	XU Lina, TAO Hongbin, HUANG Shoubing, et al (222)
Fungal diversity in rhizosphere soil of medicinal plants in Heilongjiang Province	MU Dongyan, LÜ Guozhong, SUN Xiaodong, et al (229)
Integrated assessment of mariculture ecosystem health in Sanggou Bay	FU Mingzhu, PU Xinming, WANG Zongling, et al (238)
Urban, Rural and Social Ecology	
The integrative assessment on ecological quality status of Luoyuan Bay based on ‘OOAO principle’	WU Haiyan, WU Yaojian, CHEN Keliang, et al (249)
Trophic state of seawater and ecological characteristics of phytoplankton in Sishili Bay	LI Bin, BAI Yanyan, XING Hongyan, et al (260)
Ecological footprint depth and size: new indicators for a 3D model	FANG Kai (267)
Landscape dynamics of medium- and small-sized cities in eastern and western China: a comparative study of pattern and driving forces	QI Yang, WU Jianguo, LI Jianlong, et al (275)
Research Notes	
Prediction of bacterial species richness in the South China Sea slope sediments	LI Tao, WANG Peng (286)
Spatial pattern of seedling regeneration of <i>Ulmus pumila</i> woodland in the Otindag Sandland	LIU Zhen, DONG Zhi, LI Hongli, et al (294)
Impacts on seed germination features of <i>Eupatorium adenophorum</i> from variable light stimulation and traditional dormancy-broken methods	JIANG Yong, LI Yanhong, WANG Wenjie, et al (302)
Opinions	
Discus for classification of plant association	XING Shaohua, YU Mengfan, YANG Lijuan, et al (310)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的生态学专业性高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究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;新书评介和学术、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

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 1 期 (2013 年 1 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 1 (January, 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