

ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

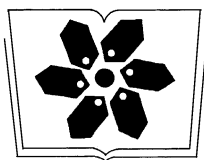
中国生态学会2011年学术年会专辑



第31卷 第19期 Vol.31 No.19 **2011**

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 31 卷 第 19 期 2011 年 10 月 (半月刊)

目 次

卷首语	本刊编辑部 (I)
我国生态学研究及其对社会发展的贡献	李文华 (5421)
生态学的现任务——要在混乱和创新中前进	蒋有绪 (5429)
发展的生态观:弹性思维	彭少麟 (5433)
中国森林土壤碳储量与土壤碳过程研究进展	刘世荣,王 晖,栾军伟 (5437)
区域尺度陆地生态系统碳收支及其循环过程研究进展	于贵瑞,方华军,伏玉玲,等 (5449)
流域尺度上的景观格局与河流水质关系研究进展	刘丽娟,李小玉,何兴元 (5460)
中国珍稀濒危孑遗植物珙桐种群的保护	陈 艳,苏智先 (5466)
水资源投入产出方法研究进展	肖 强,胡 聃,郭 振,等 (5475)
我国害鼠不育控制研究进展	刘汉武,王荣欣,张凤琴,等 (5484)
基于 NDVI 的三江源地区植被生长对气候变化和人类活动的响应研究	李辉霞,刘国华,傅伯杰 (5495)
毛乌素沙地克隆植物对风蚀坑的修复	叶学华,董 鸣 (5505)
近 50 年黄土高原地区降水时空变化特征	王麒麟,范晓辉,王孟本 (5512)
森林资源可持续状况评价方法	崔国发,邢韶华,姬文元,等 (5524)
黄土丘陵区景观格局对水土流失过程的影响——景观水平与多尺度比较	王计平,杨 磊,卫 伟,等 (5531)
未来 10 年黄土高原气候变化对农业和生态环境的影响	俄有浩,施 茜,马玉平,等 (5542)
山东近海生态资本价值评估——近海生物资源现存量价值	杜国英,陈 尚,夏 涛,等 (5553)
山东近海生态资本价值评估——供给服务价值	王 敏,陈 尚,夏 涛,等 (5561)
特大冰冻灾害后大明山常绿阔叶林结构及物种多样性动态	朱宏光,李燕群,温远光,等 (5571)
低磷和干旱胁迫对大豆植株干物质积累及磷效率的影响	乔振江,蔡昆争,骆世明 (5578)
中国环保模范城市生态效率评价	尹 科,王如松,姚 亮,等 (5588)
污染足迹及其在区域水污染压力评估中的应用——以太湖流域上游湖州市为例	焦雯珺,闵庆文,成升魁,等 (5599)
近二十年来上海不同城市空间尺度绿地的生态效益	凌焕然,王 伟,樊正球,等 (5607)
城市社区尺度的生态交通评价指标	戴 欣,周传斌,王如松,等 (5616)
城市生态用地的空间结构及其生态系统服务动态演变——以常州市为例	李 锋,叶亚平,宋博文,等 (5623)
中国居民消费隐含的碳排放量变化的驱动因素	姚 亮,刘晶茹,王如松 (5632)
煤矿固废资源化利用的生态效率与碳减排——以淮北市为例	张海涛,王如松,胡 聃,等 (5638)
城市遮阴环境变化对大叶黄杨光合过程的影响	于盈盈,胡 聃,郭二辉,等 (5646)
广东永汉传统农村的聚落生态观	姜雪婷,严力蛟,后德仟 (5654)
长江三峡库区昆虫丰富度的海拔梯度格局——气候、土地覆盖及采样效应的影响	刘 晔,沈泽昊 (5663)
东南太平洋智利竹筴鱼资源和渔场的时空变化	化成君,张 衡,樊 伟 (5676)
豚草入侵对中小型土壤动物群落结构特征的影响	谢俊芳,全国明,章家恩,等 (5682)

我国烟粉虱早春发生与秋季消退·····	陈春丽, 鄧军锐, 戈 峰, 等 (5691)
变叶海棠及其伴生植物峨眉小檗的水分利用策略 ·····	徐 庆, 王海英, 刘世荣 (5702)
杉木人工林不同深度土壤 CO ₂ 通量·····	王 超, 黄群斌, 杨智杰, 等 (5711)
不同浓度下四种除草剂对福寿螺和坑螺的生态毒理效应·····	赵 兰, 骆世明, 黎华寿, 等 (5720)
短期寒潮天气对福州市绿地土壤呼吸及组分的影响·····	李熙波, 曾文静, 李金全, 等 (5728)
黄土丘陵沟壑区景观格局对流域侵蚀产沙过程的影响——斑块类型水平·····	王计平, 杨 磊, 卫 伟, 等 (5739)
气候变化对物种分布影响模拟中的不确定性组分分割与制图——以油松为例·····	张 雷, 刘世荣, 孙鹏森, 等 (5749)
北亚热带马尾松年轮宽度与 NDVI 的关系 ·····	王瑞丽, 程瑞梅, 肖文发, 等 (5762)
物种组成对高寒草甸植被冠层降雨截留容量的影响·····	余开亮, 陈 宁, 余四胜, 等 (5771)
若尔盖湿地退化过程中土壤水源涵养功能 ·····	熊远清, 吴鹏飞, 张洪芝, 等 (5780)
桂西北喀斯特峰丛洼地不同植被演替阶段的土壤脲酶活性·····	刘淑娟, 张 伟, 王克林, 等 (5789)
利用混合模型分析地域对国内马尾松生物量的影响 ·····	符利勇, 曾伟生, 唐守正 (5797)
火烧对黔中喀斯特山地马尾松林土壤理化性质的影响·····	张 喜, 朱 军, 崔迎春, 等 (5809)
不同培育时间侧柏种基盘苗根系生长和分布·····	杨喜田, 董娜琳, 闫东锋, 等 (5818)
Cd ²⁺ 与 CTAB 复合污染对枫香幼苗生长与生理生化特征的影响 ·····	章 芹, 薛建辉, 刘成刚 (5824)
3 种入侵植物叶片挥发物对早稻幼苗根的影响 ·····	张凤娟, 徐兴友, 郭艾英, 等 (5832)
米槠-木荷林优势种群的年龄结构及其更新策略 ·····	宋 坤, 孙 文, 达良俊 (5839)
褐菖鲉肝 CYP 1A 作为生物标志物监测厦门海域石油污染状况 ·····	张玉生, 郑榕辉, 陈清福 (5851)
基于输入-输出流分析的生态网络 φ 模式能流 ρ 模式能流测度方法 ·····	李中才, 席旭东, 高 勤, 等 (5860)
期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 444 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 50 * 2011-10	



封面图说: 胡杨是我国西北干旱沙漠地区原生的极其难得的高大乔木, 树高 15—30 米, 能忍受荒漠中的干旱环境, 对盐碱有极强的忍耐力。为适应干旱气候一树多态叶, 因此胡杨又称“异叶杨”。它对于稳定荒漠河流地带的生态平衡, 防风固沙, 调节绿洲气候和形成肥沃的森林土壤具有十分重要的作用。秋天的胡杨林一片金光灿烂。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

李锋, 叶亚平, 宋博文, 王如松. 城市生态用地的空间结构及其生态系统服务动态演变——以常州市为例. 生态学报, 2011, 31(19): 5623-5631.

Li F, Ye Y P, Song B W, Wang R S. Spatial structure of urban ecological land and its dynamic development of ecosystem services: a case study in Changzhou City, China. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(19): 5623-5631.

城市生态用地的空间结构及其生态系统服务动态演变 ——以常州市为例

李 锋¹, 叶亚平^{2,*}, 宋博文^{1,2}, 王如松¹

(1. 城市与区域生态国家重点实验室, 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085; 2. 河海大学水文水资源学院, 南京 210098)

摘要:生态用地是城市社会-经济-自然复合生态系统重要的组成部分, 为城市提供多种显著的生态系统服务。应用遥感、地理信息系统技术和生态系统服务评估等方法, 针对城市生态用地的空间结构与服务功能演变科学问题, 通过对常州市区 1991、1996、2001 和 2006 年 4 个时段遥感图像的处理与比较分析, 揭示了常州市区 15a 来城市空间景观格局的演变规律, 评估了由城市生态用地改变所导致的生态系统服务的变化。研究结果表明, 1991—2006 年间, 常州市区生态用地占市区面积的比例由 89.2% 降低至 65.1%。1991—2001 年, 林地、农田和水体的面积都呈不同程度的下降趋势。2001—2006 年, 林地面积增加基本回到 1996 年水平。常州市区生态用地主要为城市提供了农林产品生产、气候调节、涵养水源、水土保持、生物多样性保护等生态系统服务。在过去 15a 间, 由于城市化占用生态用地, 常州市区生态用地生态系统服务的经济价值总体降低了 19.3%。其中, 农田的生态服务价值减少最大, 减少了 32.3%。研究结果表明, 常州城市空间景观格局演变与生态系统服务变化之间存在着密切相关性, 研究可为城市生态系统服务强化、城乡土地利用规划与管理、城市可持续发展等提供科学方法与决策参考。

关键词:城市; 生态系统服务; 生态用地; 景观格局; 常州

Spatial structure of urban ecological land and its dynamic development of ecosystem services: a case study in Changzhou City, China

LI Feng¹, YE Yaping^{2,*}, SONG Bowen^{1,2}, WANG Rusong¹

1 State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

2 College of Hydrology and Water Resource, Hohai University, Nanjing 210098, China

Abstract: Ecological land is one of the most important components of urban Social-Economic-Natural Complex Ecosystem, it can provide various important ecosystem services for urban areas. Using Remote Sensing, Geography Information Science technology and landscape index analysis software, focusing on the scientific problem of urban ecological land and ecosystem services, on the basis of analyzing four-phase remote sensing images of Changzhou in 1991, 1996, 2001 and 2006, we got the evolution of landscape spatial structure of Changzhou during the past 15 years and assessed changes of ecosystem services generated by urban ecological land. The results show that the ecological land proportion of land-use decreased from 89.2% to 65.1%. During 1991 to 2001, the areas of forests, fields and water had a decreasing tendency. During 2001 to 2006, the areas of forests turned back to that of 1996. Ecological land in Changzhou have provided ecosystem services including agricultural and forestry production, climatic regulation, conservation of water resource, soil and water conservation, biodiversity protection, etc. During 1991 to 2006, the value of ecosystem services provided by ecological land has reduced 19.3%. The decrease of ecosystem services value provided by agricultural lands was the largest of all and it decreased 32.3%. The results showed strong correlation between landscape spatial structure and ecosystem services of

基金项目:国家自然科学基金项目(70803050, 30970507); “十一五”国家科技支撑计划课题(2009BAD2B03, 2008BAJ10B05, 2007BAC28B04)

收稿日期:2011-06-23; **修订日期:**2011-08-01

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yapingye66@hotmail.com, lifeng@rcees.ac.cn

Changzhou city. This paper can provide scientific methods and decision making for strengthening of urban ecosystem services, land use planning and management, urban sustainable development, etc.

Key Words: city; ecosystem services; ecological land; landscape pattern; Changzhou

城市是一类以人类活动为主导的社会-经济-自然复合生态系统^[1],城市土地具有物理属性、生态属性、社会属性和经济属性,它是人类社会经济活动赖以生存的载体,也是提供自然生态服务的基础。生态用地是城市复合生态系统的重要组成部分,具有十分显著的生态服务功能。城市生态用地是保障城市社会经济持续发展和居民生活质量所必需的供给、支持、流通、调节、孕育等基本生态服务功能的最小用地,不但与城市所处的地理位置、自然资源种类、气候、土壤、地质等自然条件有关,而且取决于城市的发展水平、发展定位和城市人群对生活质量的要求^[2]。随着城市化进程的加速,建设用地需求日益增加,各类用地之间矛盾愈加严重^[3-9],生态用地不断遭到侵占^[10],导致了土地生态系统服务功能的衰退。因此,保护生态用地,逐步恢复生态破坏严重地带,退还自然生态用地,不仅能够使土地生态服务得到有效保障,而且对于土地生态系统平衡,形成生态安全格局有着十分重要的作用^[11]。

“生态用地”一词最早由董雅文提出^[12]。石元春于 2001 年也提出了生态用地的概念,随后石玉林在中国工程院咨询项目《西北地区水资源配置与生态环境保护》报告中对生态用地概念进一步加以阐述^[13]。因与土地利用可持续性的密切相关,生态用地的研究逐渐引起学者们的广泛关注^[14-17],主要研究了生态用地的定义、分类体系。国外的研究及土地分类中并未将生态用地作为一项独立和专门的类型名称加以明确提出,但在其土地分类体系中渗透了生态用地的思想^[11]。

生态系统服务是指生态系统为维持人类社会的生产、消费、流通、还原和调控活动而提供有形或无形的自然产品、环境资源和生态公益的能力^[1,18]。1997 年,Costanza 等在《Nature》发表了“全球生态服务价值和自然资本”一文,使生态系统服务价值研究在国际范围内掀起了热潮^[18-23]。Daily 在其标志性著作《Nature's Service: Societal Dependence on Natural Ecosystem》中从自然生态系统角度出发对生态系统服务进行了定义,并将生态系统服务功能归纳为 15 类^[23]。20 世纪 80 年代以来,生态学家和经济学家在评价自然资本和生态系统服务变动方面做了大量研究工作。Costanza 等人^[22-23]对全球生态系统服务及其价值的研究中,将生态系统服务功能划分为气候调节、水分调节、控制水土流失、物质循环、娱乐及文化价值等 17 种功能,对全球生态系统服务价值进行了评估,并提出了各种土地利用类型的生态服务价值系数。谢高地等^[24-25]学者结合我国特色对 Costanza 的系数进行修正,得出中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表。此后许多学者^[26-31]针对城市、湿地、农田等不同生态系统进行了服务功能价值的评估。城市是人类土地利用最为强烈的区域,自然生态系统受到人类活动的改造最为强烈,对生态系统服务功能的影响也最为显著,因而城市土地利用方式的变化与生态系统的服务功能之间存在着密切的联系^[32-33]。

本文利用遥感、地理信息系统技术,针对城市生态用地的空间结构与服务功能演变科学问题,分析了 1991—2006 年间常州市生态用地的动态变化,以及由此导致的生态系统服务演变。目前常州市处于快速城市化发展阶段,通过对城市空间变化特征和生态系统服务两方面分析的综合研究,可为城市生态系统服务强化、城乡土地利用规划与管理、城市可持续发展等提供科学方法与决策参考。

1 研究区与研究方法

1.1 研究区概况

常州地处江苏省南部、长江三角洲腹地,位于北纬 31°09′—32°04′、东经 119°08′—120°12′,境内地势西南略高,东北略低,地貌类型属高沙平原,山丘平圩兼有。常州市北亚热带季风性湿润气候区,气候温和湿润,年平均气温 16.3℃;雨量丰沛,年降水总量 1068.9mm;日照充足,年日照时间 2035.1h;无霜期长,年无霜期 237d;常年主导风向为东南风,春夏秋冬四季分明。常州市域总面积 4385km²,其中市区面积 1871 km²,户籍

人口 357 万;下辖金坛、溧阳两个县级市和武进、新北、天宁、钟楼、戚墅堰 5 个行政区。

1.2 数据来源

研究区范围为常州市区,面积为 1871 km²,含常州所辖的 5 个市辖区(天宁区、钟楼区、戚墅堰区、新北区、武进区),不包括县级市。选择的 4 期 LandsatTM/ETM 遥感影像分别是:1991 年 7 月 23 日、1996 年 8 月 3 日、2001 年 7 月 26 日、2006 年 9 月 18 日。另有 1:2000 常州市区行政图供参考。参考我国 1984 年土地利用分类体系和生态用地相关分类体系^[14-17],将研究区的土地利用类型分为林地、耕地、水体、建设用地 4 类。具体土地利用分类见表 1。

表 1 土地利用分类

Table 1 Classification of land use

土地利用类型 Land use type	内容描述 Description
农田 Farmland	耕地(灌溉水田、望天田、水浇地、旱地、菜地)、园地(果园、桑园、茶园、其他园地)、牧草地(天然草地、改良草地、人工草地)
林地 Forest land	有林地、灌木林地、疏林地、未成林造林地、迹地、苗圃
水体 Water body	河流水面、湖泊水面、水库水面、坑塘水面、苇地、沟渠、水工建筑
建设用地 Built-up area	居民点及工矿用地(城镇、农村居民点、独立工矿用地、特殊用地)、交通用地(铁路、公路、农村道路)

1.3 研究方法

1.3.1 RS、GIS 技术

在 ENVI4.5 支持下,通过人工目视解译和监督分类相结合的方法分析 4 期 TM/ETM 影像。参考地面资料数据,通过随机取样方法对分类结果进行 Kappa 检验,结果分别是 0.72(1991 年)、0.77(1996 年)、0.75(2001 年)、0.82(2006 年),均高于最低允许 0.7 精度的要求。在 Arcgis9.2 中,合并土地类型后统计农田、林地、建设用地和水体的面积。

$$\text{土地类型变化率公式: } C = \frac{A_j - A_i}{A_i}$$

$$\text{土地类型变化动态度公式: } D = \frac{1}{n_j - n_i} \cdot \frac{A_j - A_i}{A_i}$$

式中, A_i 、 A_j 为研究区一种土地利用类型 2 个时期的面积(km²); n_j 、 n_i 分别为 2 个时期的年份。

1.3.2 生态系统服务价值评估方法

本文依据 Costanza 等^[12-13]和谢高地等^[11]确定的生态服务价值系数,结合谢高地对中国陆地系统提出的价值当量换算方法,确定了常州市区生态系统单位面积生态服务价值。生态服务价值系数=生态系统服务价值当量×全国平均粮食单产市场价值/7^[11]。生态系统服务价值的计算公式:

$$V = \sum A_i \times R_{v,i}$$

式中, V 为研究区生态系统总服务价值(万元); A_i 为研究区第 i 种土地利用类型面积(km²); $R_{v,i}$ 为研究区第 i 种土地利用类型的生态服务价值系数。

2 结果与分析

2.1 常州市区 1991—2006 年生态用地空间结构变化

常州市土地利用分布图见图 1。1991 年建设用地在中心城区成团分布,沿京杭运河一字排开。生态用地围绕城区,具有良好连通性。1991—2006 年,建设用地以中心城区为主体,向四面扩张。生态用地逐渐被建设用地占据,破碎化加剧。土地利用类型分布由 1991 年农田>水体>建设用地>林地,变化为 2006 年的农田>建设用地>水体>林地。生态用地中农田所占的比例最大,水体次之,林地最少(图 2)。从常州市前后 4 期土地利用动态变化数据(表 2)可以看出,生态用地中林地在 1991—1996 年间减少 22.3%,农田在 2001—2006

年间减少 17.6%, 水体在 1996—2001 年间减少 10.9%。建设用地面积增长迅速, 1991—1996 年间增长动态度最大达到 11.1%。1991—2006 年间, 生态用地总体减少 27%, 耕地减少 32%, 林地减少 23%, 水体减少 9%, 建设用地增加率达到了 222% (图 3)。

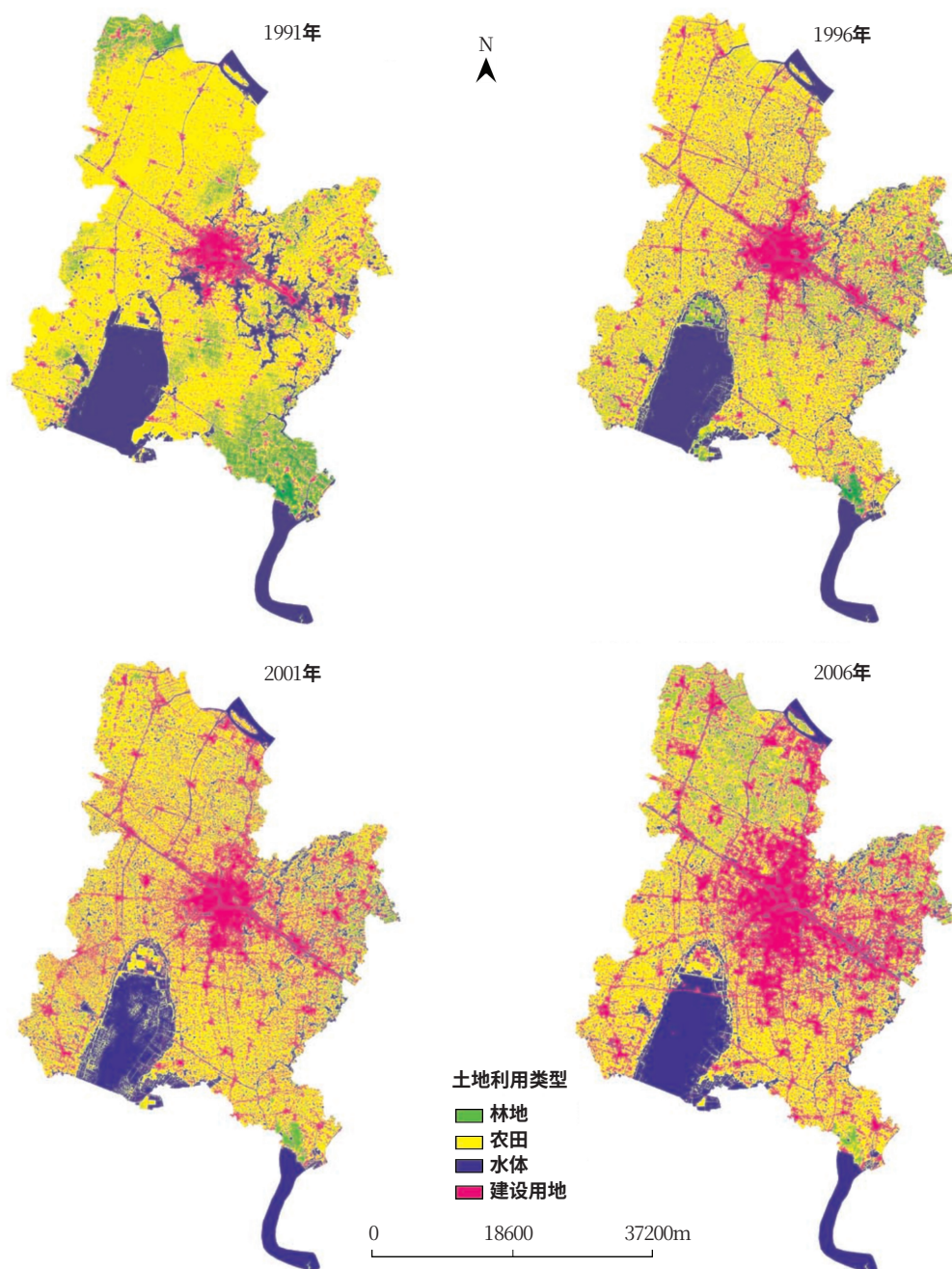


图 1 常州市区 1991—2006 年土地利用状况

Fig. 1 Land use of Changzhou from 1991 to 2006

2001 年以前, 农田占市区总面积的 53.3% 以上, 是常州市区最主要的土地利用类型, 在 1991—2006 年间持续减少, 减少的 381 km^2 转化为建设用地。2006 年以后, 农田和建设用地成为市区的主要土地类型。建设用地的面积增长率达到了 221.9%, 而农田面积由 1991 年的 64.9% 减低到 43.9%。比较 1991 年与 2006 年耕地的转移矩阵 (表 3), 土地的利用转移主要发生在耕地与建设用地之间, 耕地面积从 1214 km^2 减少至 822 km^2 , 建设用地的面积由 203 km^2 剧增至 654 km^2 增加了两倍多, 而其中主要来自于耕地的转化, 减少的 392

km²耕地有 97.2% 转化成了建设用地。1991—2006 年间常州市区林地、水体的面积变化比较平稳,波动幅度小。林地在 1991—2001 年间面积减少了 31.0km²,减少率达到 23.4%,2001—2006 年间林地面积增加 11.1km²。水体面积在 1991—1996、2001—2006 年间变化较小,1996—2001 年间减少 35.6 km²。

表 2 常州市区 1991—2006 年各土地利用类型面积变化率和动态率

土地利用类型 Land use type	变化率 Area change rate/%			动态度 Dynamic degree		
	1991—1996	1996—2001	2001—2006	1991—1996	1996—2001	2001—2006
林地 Forest land	-22.29	-12.07	12.18	-3.72	-2.01	2.03
农田 Farmland	-9.21	-9.46	-17.64	-1.53	-1.58	-2.94
水体 Water body	1.91	-10.86	0.73	0.32	-1.81	0.12
建设用地 Built-up area	66.62	45.03	33.19	11.1	7.5	5.53

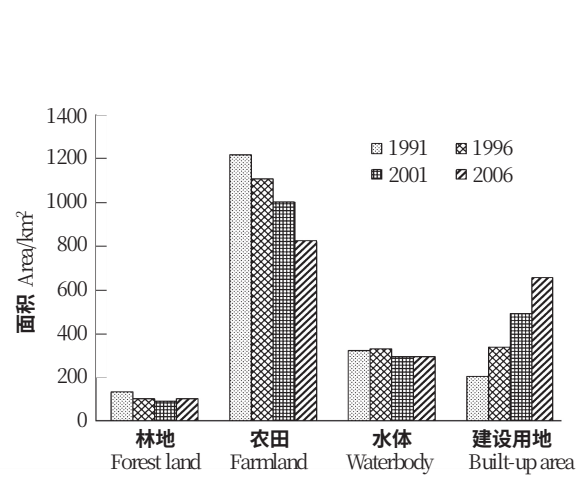


图 2 常州市区 1991—2006 年各土地利用类型面积变化
Fig. 2 Areas of different types of urban land-use in Changzhou City from 1991, 1996, 2001 to 2006

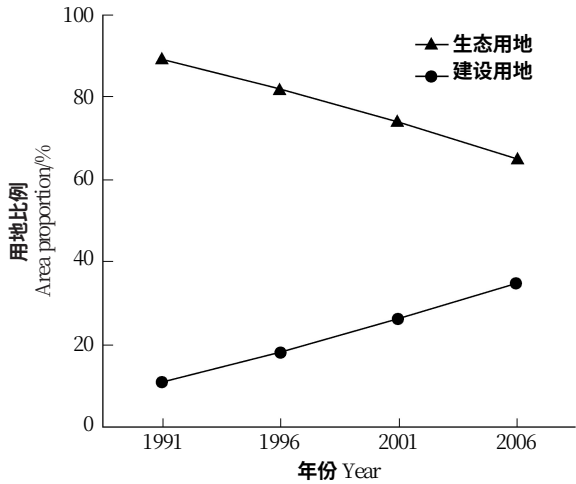


图 3 常州市区 1991—2006 年生态用地与建设用地比例变化
Fig. 3 Proportion change of ecological land and built-up area in Changzhou City from 1991, 1996, 2001 to 2006

总体来看,常州市区在 1991—1996 年间建设用地增长最快,生态用地减少最快,1996—2001 年次之,2001—2006 年建设用地增加幅度最小,生态用地减少速度变缓,这和 15 年间政府重视生态规划和公民生态保护意识提高有关。

表 3 常州市区 1991—2006 年土地利用转移矩阵

土地利用类型 Land use type	1991 年总面积 Total area/km ²	林地 Forest land	农田 Farmland	水体 Water body	建设用地 Built-up area	减少面积 Area reduced/km ²
林地 Forest land	133	15	81	5	32	31
农田 Farmland	1214	81	645	65	424	392
水体 Water body	322	4	54	214	49	27
建设用地 Built-up area	203	3	43	9	148	
增加面积 Area added/km ²					451	
2006 年总面积 Total area/km ²	1872	102	822	294	654	

2.2 常州市区 1991—2006 年生态系统服务演变

2.2.1 生态系统服务演变分析

(1) 农田

常州市区 1991 年的粮食产量为 77.55 万 t,2001 年为 57.32 万 t,2006 年又降至 40.33 万 t。而常州市区

城镇人口数量 1991 年为 82.8 万人,2001 年为 147.81 万人,2006 年达到了 199.28 万人。粮食产量的负增长与人口数量的急剧增加形成鲜明对比,农业面积的减少和农田种植结构的改变,导致单位面积粮食产量的剧减,使得农田提供的生物生产功能变小,削弱了农田的生态服务功能。

(2) 林地

据 2007 年统计年鉴,2005 年常州园林绿地面积比 2001 年增长了 266%,而 2005—2006 年间,减少了 36.9%,可见城市发展对园林绿地的侵占十分严重。常州市区的林地面积主要分布在市区新北区西北部分以及武进区的东南角,由于这些区域离城市中心有一定距离,受城市化影响不明显,武进区东南部德低山丘陵区为天目山余脉,所以林地面积较其他地区多,对减少水土流失、生物固氮起到了很好的作用。林地斑块形状趋于复杂化,这与林地的镶嵌式的占用、分割破碎有直接关系。破碎化将削弱绿地的生态作用,并可能导致林地生物多样性及内部生物种的减少。

(3) 水体

常州市域范围内水系景观连通性高、纵横交错,为城市主导景观,包括北面的长江,境内的太湖、滆湖两大湖泊,穿城而过的京杭大运河,及其他大小河流、湖泊、湿地等。21 世纪初,常州市河流被填埋,被阻隔了与其他水系之间的流通,使水系遭受破坏,丧失或改变了原有的生态功能,影响了水系之间的正常水体和养分循环,降低了水体和对污染物的稀释吸纳能力,间接地导致水环境的恶化,降低了水体的生态服务功能效率。因水产养殖经济效益驱使,滆湖湖面出现大面积围网养殖,湖面被割据成大小的养殖区域,水体的完整性受到破坏,同时因养殖投放饲料引起水体富营养化,达到水体自净能力上限,水体的生态服务功能受到很大程度的削弱。

2.2.2 生态系统服务改变的经济价值评估

依据常州市 4 期土地利用变化数据,结合不同土地利用类型的生态服务价值系数(表 4),估算常州市区土地利用空间变化所引起的生态系统服务经济价值的变化(表 5)。结果表明,2006 年水体面积减少为常州市区的 15.7%,所提供的生态系统服务经济价值却占市区生态系统服务总价值量的 48.3%。因此,水体是提供给常州市区生态系统服务价值的主要土地利用类型,大面积水体整体所能提供的生态服务价值比零散水体更大,而且其自身修复、调节能力更好。常州市武进区生态系统服务价值在 1991—2006 年均能在常州生态系统中保持最高的服务价值量,滆湖起到了很大的作用。新北区农田生态系统服务价值在 15 年间剧烈减少,说明城市化侵占了大量的农田。1991—2006 年,生态用地所提供的生态系统服务经济价值降低了 19.3%。林地、农田和水体生态服务价值降低的比例分别是 23.4%、32.3% 和 8.5%。其中,农田的生态系统服务价值减少最大,减少了 23978 万元。1991—2001 年,生态用地所提供的生态系统服务价值都呈现降低趋势,2001—2006 年,林地服务价值有所提高,提高率达到 12.2%。其主要原因是常州市城市规划中更加重视绿地和水体的作用,对其进行了有效的保护。这 15 年间建设用地提供的生态系统服务价值负数值不断增加,增长率与其面积增长率一致,达到了 221.9%,2006 年建设用地的负值价值量相当于生态系统总价值量的 12%。因此从生态系统服务价值角度来看,建设用地作为城市生态系统重要组成部分,同时也是显著导致生态系统服务价值降低的土地利用类型,适时控制建设用地发展,合理布局是城市发展必须考虑的问题。

表 4 不同类型生态系统服务价值系数

Table 4 Value coefficients of ecosystem service for different ecosystems

土地利用类型 Land use type	林地 Forest land	农田 Farmland	水体 Water body	建设用地 Built-up area
生态服务价值系数 Value coefficients/(元/hm ²)	134106.8	6114.1	48082.7	-5372.1

林地、农田和水体生态系统服务价值系数参考谢高地等^[24],建设用地服务价值系数参考自段瑞娟等^[33]

表 5 常州市区 1991—2006 年不同土地利用类型生态系统服务功能价值

Table 5 The value of ecosystem services of different land-use types of Changzhou from 1991 to 2006

土地利用类型 Land use type	生态系统服务的经济价值 Economic value/万元			
	1991 年	1996 年	2001 年	2006 年
林地 Forest land	178182	138457	121739	136564
农田 Farmland	74243	67408	61031	50265
水体 Water body	154653	157602	140485	141512
建设用地 Built-up area	-10909	-18177	-26362	-35113

3 结论与讨论

常州城市空间演变主要经历了 3 个阶段:20 世纪 90 年代之前,“单一发展轴,一城四点”;90 年代,“纺锤十字形、单中心结构”;21 世纪初期,“沿南北方向集中连片的圈层式发展格局”。常州市城市功能和整体用地结构伴随城市空间演变进行了不同程度的重组,但城市规划的主题一直是将城市空间格局最大程度地迎合社会经济的发展,而忽略了生态用地的保护与规划。本文从城市生态系统空间和功能两个方面探讨了 1991—2006 年 4 个时期常州市区的生态用地演变。结果表明,常州市区正逐渐由农田为主的景观格局转变为以建设用地为主导的城市景观格局,在 1991—2006 年生态用地空间结构和面积发生剧烈变化,生态用地占市区面积的比例由 89.2% 降低至 65.1%。其中,农田的生态服务价值减少最大,减少了 32.3%。生态用地所提供的生态系统服务价值降低了 19.3%,常州城市空间景观格局演变与生态系统服务变化之间存在着密切相关性。

本文收集了常州市区 4 期遥感数据,年份跨度大、间隔平均,较好的还原了 15 年间常州市土地利用的相对变化情况。同时从空间结构和生态系统服务两个角度,探讨了城市生态用地的演变,并将生态用地的结构与生态系统服务在空间上联系起来。

(1) 遥感数据处理的准确性 遥感数据的分辨率一直是影响土地利用分类的问题。本文中着重比较各时间段各生态用地类型的相对变化,因此各生态用地类型面积绝对值的误差对结论影响不大。

(2) 生态用地的分类与边界 生态用地的分类还未形成完整的体系,学者中存在多种不同的分类方法。本文所指的生态用地侧重于其提供的生态系统服务,具体是指除城市建设用地以外的林地、农田、水体、园林绿地以及生态储备用地等。对于城市生态用地的边界也不是统一确定的,它既包括城市中的生态用地,也包括城市周边未城市化的土地。由于生态系统类型和受人类活动影响程度不同,城市中和城市周边生态用地提供的生态系统服务也有差别,本文从林地、农田和水体不同生态系统类型进行研究,以后可从城乡梯度等方面考虑。

(3) 生态系统服务的经济价值 本文将国内外生态系统服务的经济价值系数进行综合,以谢高地等提出的中国陆地生态系统服务价值当量为基础,对研究区生态系统服务经济价值进行估算有待进一步精确,本文对由于生态用地结构改变所导致的生态系统服务变化的经济价值评估,只是提供一个大致相对的数据,为领导和有关部门提供一个决策依据,生态系统服务的某些方面是无法用经济价值衡量的。

References:

- [1] Ma S J, Wang R S. The social-economic-natural complex ecosystem. *Acta Ecologica Sinica*, 1984, 4(1): 1-9.
- [2] Li F, Yang W R, Zhang X F, Wang R S. Urban land for ecological services and its optimization approach in Changzhou City of China. *China Population, Resource and Environment*, 2009, 19(Special): 343-347.
- [3] Jomaa I, Auda Y, Saleh B A, Hamzé M, Safi S. Landscape spatial dynamics over 38 years under natural and anthropogenic pressures in Mount Lebanon. *Landscape and Urban Planning*, 2008, 87(1): 67-75.
- [4] Sundell-Turner N M, Rodewald A D. A comparison of landscape metrics for conservation planning. *Landscape and Urban Planning*, 2008, 86(3/4): 219-225.
- [5] Huang S L, Wang S H, Budd W W. Sprawl in Taipei's peri-urban zone: responses to spatial planning and implications for adapting global environmental change. *Landscape and Urban Planning*, 2009, 90(1/2): 20-32.

- [6] Bohnet I C, Pert P L. Patterns, drivers and impacts of urban growth-a study from Cairns, Queensland, Australia from 1952 to 2031. *Landscape and Urban Planning*, 2010, 97(4): 239-248.
- [7] Li Y F, Zhu X D, Sun X, Wang F. Landscape effects of environmental impact on bay-area wetlands under rapid urban expansion and development policy: a case study of Lianyungang, China. *Landscape and Urban Planning*, 2010, 94(3/4): 218-227.
- [8] Su W Z, Gu C L, Yang G S, Chen S, Zhen F. Measuring the impact of urban sprawl on natural landscape pattern of the western Taihu Lake watershed, China. *Landscape and Urban Planning*, 2010, 95(1/2): 61-67.
- [9] Pauleit S, Ennos R, Golding Y. Modeling the environmental impacts of urban land use and land cover change-a study in Merseyside, UK. *Landscape and Urban Planning*, 2005, 71: 295-310.
- [10] Zhang D P, Li D Z, Liu K S. Do not ignore ecological land in planning revision. *China Land*, 2006, (12): 26-27.
- [11] Deng H B, Chen C D, Liu X, Wu G. Conception and function classification of regional ecological land. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(3): 1519-1524.
- [12] Dong Y W, Zhou W, Zhou L, Zhou H. Ecological protection of urbanized area — a case study of Nanjing city, China. *Urban Studies*, 1999, (2): 6-10.
- [13] Zhang H Q, Wang L X, Jia B Q. A conception of ecological land use and its function classification in arid area in Northwest China. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2004, 12(2): 5-8.
- [14] Tang Y P, Zhang Z Y, Sun Y C, Wen J, Yao L Y, Li Y. Prediction and planning of ecological land in Tianjin, China. *China Technology Achievement*, 2008, (11): 4-11.
- [15] Chen J, Shi P J. Discussion on functional land use classification system. *Journal of Beijing Normal University: Natural Science*, 2005, 41(5): 536-540.
- [16] Yue J, Zhang X M. A discussion on the classification of land use in China. *Arid Land Geography*, 2003, 26(1): 78-88.
- [17] Deng X W, Sun Y C, Han S J. General principles of urban ecological land classification and planning. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16(10): 2003-2006.
- [18] Wang R S, Hu D, Wang X R, Tang L J. *Urban Eco-Service*. Beijing: Chinese Meteorological Press, 2004: 20-29.
- [19] Losey J E, Vaughan M. The economic value of ecological services provided by insects. *BioScience*, 2006, 56(4): 311-323.
- [20] Boyd J, Banzhaf S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*, 2007, 63(2/3): 616-626.
- [21] Wallace K J. Classification of ecosystem services: problems and solutions. *Biological Conservation*, 2007, 139(3/4): 235-246.
- [22] Costanza R, d'Arge R, De Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J, Raskin R G, Sutton P, van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, 386(6630): 253-260.
- [23] Daly G. *Nature Services: Societal Dependence on Natural Ecosystem*. Washington DC: Island Press, 1997.
- [24] Xie G D, Lu C X, Leng X F, Zheng D, Li S C. Ecological assets valuation of the Tibetan Plateau. *Journal of Natural Resources* 2003, 18(2): 189-196.
- [25] Xie G D, Lu C X, Cheng S K. Progress in evaluating the global ecosystem services. *Resources Science*, 2001, 23(6): 5-9.
- [26] Sun X Z, Zhou H L, Xie G D. Ecological services and their values of Chinese agroecosystem. *China Population Resources and Environment*, 2007, 17(4): 55-60.
- [27] Peng J, Wang Y L, Chen Y F, Li W F, Jiang Y Y. Economic value of urban ecosystem services: a case study in Shenzhen. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 2005, 41(4): 594-604.
- [28] Xing K, Xiao D N. Wetland ecosystem service valuation-a case researches on Panjin area. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(8): 1345-1349.
- [29] Zhuang D C. The Evaluation of the ecosystem services value in Dongting Lake wetland. *Economic Geography*, 2004, 24(3): 391-394.
- [30] Cui L J. Evaluation on functions of Poyang Lake ecosystem. *Chinese Journal of Ecology*, 2004, 23(4): 47-51.
- [31] Song L J, Cai B C, Lu G F. Evaluation and adjustment of ecosystem service's value of Tongling City. *Ecological Economy*, 2005, (10): 156-159.
- [32] Zhang F T, Su W C, Zhao W Q. Urban ecosystem service values based on land use change/cover (LUCC) in Chongqing. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2008, 24(3): 21-25.
- [33] Duan R J, Hao J M, Wang J. Study on changes of land-use structure and eco-service function value-a case of Datong, Shanxi Province. *Ecological Economy*, 2005, (3): 60-64.

参考文献:

- [1] 马世骏, 王如松. 社会-经济-自然复合生态系统. *生态学报*, 1984, 4(1): 1-9.

- [2] 李锋, 阳文锐, 张小飞, 王如松. 常州城市生态用地及其服务功能优化方法. 中国人口资源与环境, 2009, 19(专刊): 343-347.
- [10] 张德平, 李德重, 刘克顺. 规划修编, 别落了生态用地. 中国土地, 2006, (12): 26-27.
- [11] 邓红兵, 陈春娣, 刘昕, 吴钢. 区域生态用地的概念及分类. 生态学报, 2009, 29(3): 1519-1524.
- [12] 董雅文, 周雯, 周岚, 周惠. 城市化地区生态防护研究——以江苏省、南京市为例. 城市研究, 1999, (2): 6-10.
- [13] 张红旗, 王立新, 贾宝全. 西北干旱区生态用地概念及其功能分类研究. 中国生态农业学报, 2004, 12(2): 5-8.
- [14] 唐运平, 张征云, 孙贻超, 温娟, 姚立英, 李月. 天津市生态用地需求预测与布局规划. 中国科技成果, 2008, (11): 4-11.
- [15] 陈婧, 史培军. 土地利用功能分类探讨. 北京师范大学学报: 自然科学版, 2005, 41(5): 536-540.
- [16] 岳健, 张雪梅. 关于我国土地利用分类问题的讨论. 干旱区地理, 2003, 26(1): 78-88.
- [17] 邓小文, 孙贻超, 韩士杰. 城市生态用地分类及其规划的一般原则. 应用生态学报, 2005, 16(10): 2003-2006.
- [18] 王如松, 胡聃, 王祥荣, 唐礼俊. 城市生态服务. 北京: 气象出版社, 2004.
- [24] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 郑度, 李双成. 青藏高原生态资产的价值评估. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189-192.
- [25] 谢高地, 鲁春霞, 成升魁. 全球生态系统服务价值评估研究进展. 资源科学, 2001, 23(6): 5-9.
- [26] 孙新章, 周海林, 谢高地. 中国农田生态系统的服务功能及其经济价值. 中国人口·资源与环境, 2007, 17(4): 55-60.
- [27] 彭建, 王仰麟, 陈燕飞, 李卫锋, 蒋依依. 城市生态系统服务功能价值评估初探——以深圳市为例. 北京大学学报(自然科学版), 2005, 41(4): 594-604.
- [28] 辛琨, 肖笃宁. 盘锦地区湿地生态系统服务功能价值估算. 生态学报, 2002, 22(8): 1345-1349.
- [29] 庄大昌. 洞庭湖湿地生态系统服务功能价值评估. 经济地理, 2004, 24(3): 391-394.
- [30] 崔丽娟. 鄱阳湖湿地生态系统服务功能价值评估研究. 生态学杂志, 2004, 23(4): 47-51.
- [31] 宋莉娟, 蔡邦成, 陆根法. 铜陵市生态系统服务功能价值评估与调整. 区域经济, 2005, (10): 159-162.
- [32] 张凤太, 苏维词, 赵卫权. 基于土地利用/覆被变化的重庆城市生态系统服务价值研究. 生态与农村环境学报, 2008, 24(3): 21-25.
- [33] 段瑞娟, 郝晋珉, 王静. 土地利用结构与生态系统服务功能价值变化研究. 生态经济, 2005, (3): 60-64.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 19 October, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Ecology research and its effects on social development in China	LI Wenhua (5421)
The current mission of ecology-advancing under the situation of chaos and innovation	JIANG Youxu (5429)
Resilience thinking: development of ecological concept	PENG Shaolin (5433)
A review of research progress and future prospective of forest soil carbon stock and soil carbon process in China	LIU Shirong, WANG Hui, LUAN Junwei (5437)
Research on carbon budget and carbon cycle of terrestrial ecosystems in regional scale: a review	YU Guirui, FANG Huajun, FU Yuling, et al (5449)
Advances in the studying of the relationship between landscape pattern and river water quality at the watershed scale	LIU Lijuan, LI Xiaoyu, HE Xingyuan (5460)
Research on the protection of <i>Davidia involucrata</i> populations, a rare and endangered plant endemic to China	CHEN Yan, SU Zhixian (5466)
Progress on water resources input-output analysis	XIAO Qiang, HU Dan, GUO Zhen, et al (5475)
Research advances of contraception control of rodent pest in China ...	LIU Hanwu, WANG Rongxin, ZHANG Fengqin, et al (5484)
Response of vegetation to climate change and human activity based on NDVI in the Three-River Headwaters region	LI Huixia, LIU Guohua, FU Bojie (5495)
Remediation of blowout pits by clonal plants in Mu Us Sandland	YE Xuehua, DONG Ming (5505)
Precipitation trends during 1961—2010 in the Loess Plateau region of China	WANG Qixiang, FAN Xiaohui, WANG Mengben (5512)
An evaluation method for forest resources sustainability	CUI Guofa, XING Shaohua, JI Wenyuan, et al (5524)
Effects of landscape patterns on soil and water loss in the hilly area of loess plateau in China: landscape-level and comparison at multiscale	WANG Jiping, YANG Lei, WEI Wei, et al (5531)
The impacts of future climatic change on agricultures and eco-environment of Loess Plateau in next decade	E Youhao, SHI Qian, MA Yuping, et al (5542)
Valuation of ecological capital in Shandong coastal waters: standing stock value of biological resources	DU Guoying, CHEN Shang, XIA Tao, et al (5553)
Valuation of ecological capital in Shandong coastal waters: provisioning service value	WANG Min, CHEN Shang, XIA Tao, et al (5561)
The dynamics of the structure and plant species diversity of evergreen broadleaved forests in Damingshan National Nature Reserve after a severe ice storm damage in 2008, China	ZHU Hongguang, LI Yankun, WEN Yuanguang, et al (5571)
Interactive effects of low phosphorus and drought stress on dry matter accumulation and phosphorus efficiency of soybean plants	QIAO Zhenjiang, CAI Kunzheng, LUO Shiming (5578)
The eco-efficiency evaluation of the model city for environmental protection in China	YIN Ke, WANG Rusong, YAO Liang, et al (5588)
Pollution footprint and its application in regional water pollution pressure assessment: a case study of Huzhou City in the upstream of Taihu Lake Watershed	JIAO Wenjun, MIN Qingwen, CHENG Shengkui, et al (5599)
Ecological effect of green space of Shanghai in different spatial scales in past 20 years	LING Huanran, WANG Wei, FAN Zhengqiu, et al (5607)
Assessing indicators of eco-mobility in the scale of urban communities ...	DAI Xin, ZHOU Chuanbin, WANG Rusong, et al (5616)
Spatial structure of urban ecological land and its dynamic development of ecosystem services: a case study in Changzhou City, China	LI Feng, YE Yaping, SONG Bowen, et al (5623)
The carbon emissions embodied in Chinese household consumption by the driving factors	YAO Liang, LIU Jingru, WANG Rusong (5632)
The research on eco-efficiency and carbon reduction of recycling coal mining solid wastes: a case study of Huabei City, China	ZHANG Haitao, WANG Rusong, HU Dan, et al (5638)
Effects of urban shading on photosynthesis of <i>Euonymus japonicas</i>	YU Yingying, HU Dan, GUO Erhui, et al (5646)

Ecological view of traditional rural settlements: a case study in Yonghan of Guangdong Province	JIANG Xueting, YAN Lijiao, HOU Deqian (5654)
The altitudinal pattern of insect species richness in the Three Gorge Reservoir Region of the Yangtze River: effects of land cover, climate and sampling effort	LIU Ye, SHEN Zehao (5663)
Spatial-temporal patterns of fishing grounds and resource of Chilean jack mackerel (<i>Trachurus murphyi</i>) in the Southeast Pacific Ocean	HUA Chengjun, ZHANG Heng, FAN Wei (5676)
Impacts of <i>Ambrosia artemisiifolia</i> invasion on community structure of soil meso- and micro- fauna	XIE Junfang, QUAN Guoming, ZHANG Jiaen, et al (5682)
Appearance in spring and disappearance in autumn of <i>Bemisia tabaci</i> in China	CHEN Chunli, ZHI Junrui, GE Feng, et al (5691)
Water use strategies of <i>Malus toringoides</i> and its accompanying plant species <i>Berberis aemulans</i>	XU Qing, WANG Haiying, LIU Shirong (5702)
Analysis of vertical profiles of soil CO ₂ efflux in Chinese fir plantation	WANG Chao, HUANG Qunbin, YANG Zhijie, et al (5711)
Eco-toxicological effects of four herbicides on typical aquatic snail <i>Pomacea canaliculata</i> and <i>Crown conchs</i>	ZHAO Lan, LUO Shiming, LI Huashou, et al (5720)
Effects of short-term cold-air outbreak on soil respiration and its components of subtropical urban green spaces	LI Xibo, ZENG Wenjing, LI Jinqian, et al (5728)
Effects of landscape pattern on watershed soil erosion and sediment delivery in hilly and gully region of the Loess Plateau of China: patch class-level	WANG Jiping, YANG Lei, WEI Wei, et al (5739)
Partitioning and mapping the sources of variations in the ensemble forecasting of species distribution under climate change: a case study of <i>Pinus tabulaeformis</i>	ZHANG Lei, LIU Shirong, SUN Pengsen, et al (5749)
Relationship between masson pine tree-ring width and NDVI in North Subtropical Region	WANG Ruili, CHENG Ruimei, XIAO Wenfa, et al (5762)
Effects of species composition on canopy rainfall storage capacity in an alpine meadow, China	YU Kailiang, CHEN Ning, YU Sisheng, et al (5771)
Dynamics of soil water conservation during the degradation process of the Zoigê Alpine Wetland	XIONG Yuanqing, WU Pengfei, ZHANG Hongzhi, et al (5780)
Soil urease activity during different vegetation successions in karst peak-cluster depression area of northwest Guangxi, China	LIU Shujuan, ZHANG Wei, WANG Kelin, et al (5789)
Analysis the effect of region impacting on the biomass of domestic Masson pine using mixed model	FU Liyong, ZENG Weisheng, TANG Shouzheng (5797)
Influence of fire on a <i>Pinus massoniana</i> soil in a karst mountain area at the center of Guizhou Province, China	ZHANG Xi, ZHU Jun, CUI Yingchun, et al (5809)
The growth and distrubution of <i>Platyclusus orientalis</i> Seed-base seedling root in different culture periods	YANG Xitian, DONG Nalin, YAN Dongfeng, et al (5818)
Effects of complex pollution of CTAB and Cd ²⁺ on the growth of Chinese sweetgum seedlings	ZHANG Qin, XUE Jianhui, LIU Chenggang (5824)
The influence of volatiles of three invasive plants on the roots of upland rice seedlings	ZHANG Fengjuan, XU Xingyou, GUO Aiying, et al (5832)
Age structure and regeneration strategy of the dominant species in a <i>Castanopsis carlesii-Schima superba</i> forest	SONG Kun, SUN Wen, DA Liangjun (5839)
A study on application of hepatic microsomal CYP1A biomarkers from <i>Sebastiscus marmoratus</i> to monitoring oil pollution in Xiamen waters	ZHANG Yusheng, ZHENG Ronghui, CHEN Qingfu (5851)
The method of measuring energy flow φ and p in ecological networks by input-output flow analysis	LI Zhongcai, XI Xudong, GAO Qin, et al (5860)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

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 31 卷 第 19 期 (2011 年 10 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 19 2011

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	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
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 70.00 元