

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

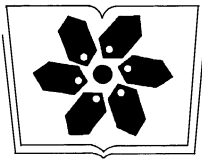
Acta Ecologica Sinica



第 32 卷 第 10 期 Vol.32 No.10 **2012**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 32 卷 第 10 期

2012 年 5 月 (半月刊)

目次

基于系统动力学的城市住区形态变迁对城市代谢效率的影响.....	李旋旗,花利忠 (2965)
居住-就业距离对交通碳排放的影响	童抗抗,马克明 (2975)
经济学视角下的流域生态补偿制度——基于一个污染赔偿的算例	刘涛,吴钢,付晓 (2985)
旅游开发对上海滨海湿地植被的影响.....	刘世栋,高峻 (2992)
汶川地震对大熊猫主食竹——拐棍竹竹笋生长发育的影响.....	廖丽欢,徐雨,冉江洪,等 (3001)
江西省森林碳蓄积过程及碳源/汇的时空格局.....	黄麟,邵全琴,刘纪远 (3010)
伊洛河流域草本植物群落物种多样性.....	陈杰,郭屹立,卢训令,等 (3021)
新疆绿洲农田不同连作年限棉花根际土壤微生物群落多样性.....	顾美英,徐万里,茆军,等 (3031)
荒漠柠条锦鸡儿 AM 真菌多样性.....	贺学礼,陈杰,郭辉娟,等 (3041)
彰武松、樟子松光合生产与蒸腾耗水特性	孟鹏,李玉灵,尤国春,等 (3050)
中亚热带常绿阔叶林粗木质残体呼吸季节动态及影响因素.....	刘强,杨智杰,贺旭东,等 (3061)
盐土和沙土对新疆常见一年生盐生植物生长和体内矿质组成的影响	张科,田长彦,李春俭 (3069)
长白山北坡林线灌木草本植物与岳桦的动态关系.....	王晓东,刘惠清 (3077)
不同生态条件对烤烟形态及相关生理指标的影响.....	颜侃,陈宗瑜 (3087)
基于因子分析的首蓿叶片叶绿素高光谱反演研究	肖艳芳,官辉力,周德民 (3098)
三峡库区消落带水淹初期土壤种子库月份动态.....	王晓荣,程瑞梅,唐万鹏,等 (3107)
三种利用方式对羊草草原土壤氨氧化细菌群落结构的影响.....	邹雨坤,张静妮,陈秀蓉,等 (3118)
西洋参根残体对自身生长的双重作用	焦晓林,杜静,高微微 (3128)
不同程度南方菟丝子寄生对入侵植物三叶鬼针草生长的影响	张静,闫明,李钧敏 (3136)
山东省部分水岸带土壤重金属含量及污染评价.....	张菊,陈诗越,邓焕广,等 (3144)
太湖蓝藻死亡腐烂产物对狐尾藻和水质的影响.....	刘丽贞,秦伯强,朱广伟,等 (3154)
不同生态恢复阶段无瓣海桑人工林湿地中大型底栖动物群落的演替.....	唐以杰,方展强,钟燕婷,等 (3160)
江西鄱阳湖流域中华秋沙鸭越冬期间的集群特征.....	邵明勤,曾宾宾,尚小龙,等 (3170)
秦岭森林鼠类对华山松种子捕食及其扩散的影响	常罡,王开锋,王智 (3177)
内蒙古草原小毛足鼠的活动性、代谢特征和体温的昼夜节律	王鲁平,周顺,孙国强 (3182)
温度和紫外辐射胁迫对西藏飞蝗抗氧化系统的影响.....	李庆,吴蕾,杨刚,等 (3189)
“双季稻-鸭”共生生态系统 C 循环	张帆,高旺盛,隋鹏,等 (3198)
水稻籽粒灌浆过程中蛋白质表达特性及其对氮肥运筹的响应.....	张志兴,陈军,李忠,等 (3209)
专论与综述	
海水富营养化对海洋细菌影响的研究进展	张瑜斌,章洁香,孙省利 (3225)
海洋酸化效应对海水鱼类的综合影响评述.....	刘洪军,张振东,官曙光,等 (3233)
入侵种薇甘菊防治措施及策略评估.....	李鸣光,鲁尔贝,郭强,等 (3240)
研究简报	
渭干河-库车河三角洲绿洲土地利用/覆被时空变化遥感研究	孙倩,塔西甫拉提·特依拜,张飞,等 (3252)
2009 年冬季东海浮游植物群集	郭术津,孙军,戴民汉,等 (3266)
新疆野生多伞阿魏生境土壤理化性质和土壤微生物.....	付勇,庄丽,王仲科,等 (3279)
塔里木盆地塔里木沙拐枣群落特征	古丽努尔·沙比尔哈孜,潘伯荣,段士民 (3288)
矿区生态产业共生系统的稳定性.....	孙博,王广成 (3296)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 338 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 36 * 2012-05



封面图说: 哈巴雪山和金沙江——“三江并流”自然景观位于青藏高原南延部分的横断山脉纵谷地区,由怒江、澜沧江、金沙江及其流域内的山脉组成。它地处东亚、南亚和青藏高原三大地理区域的交汇处,是世界上罕见的高山地貌及其演化的代表地区,也是世界上生物物种最丰富的地区之一。哈巴雪山在金沙江左岸,与玉龙雪山隔江相望。图片反映的是金沙江的云南香格里拉段,远处为哈巴雪山。哈巴雪山主峰海拔 5396 m,而最低江面海拔仅为 1550 m,山脚与山顶的气温差达 22.8℃,巨大的海拔差异形成了明显的高山垂直性气候。

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

DOI: 10.5846/stxb201104180510

刘世栋, 高峻. 旅游开发对上海滨海湿地植被的影响. 生态学报, 2012, 32(10): 2992-3000.

Liu S D, Gao J. The tourism development impact on Shanghai coastal wetland vegetation. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(10): 2992-3000.

旅游开发对上海滨海湿地植被的影响

刘世栋¹, 高 峻^{2,*}

(1. 陕西师范大学旅游与环境学院, 西安 710062; 2. 上海师范大学旅游学院, 上海 200234)

摘要: 选择上海滨海地区湿地植被为研究对象, 采用典型样地与标准样方相结合的调查方法, 从属种和生物多样性角度分析不同旅游开发方式对滨海湿地植被的影响。结果如下: (1) 根据滨海旅游区水域开放程度, 可将开发类型分为封闭式、半封闭式以及开放式 3 种, 不同旅游开发类型对滨海湿地植被影响程度不同; (2) 研究区封闭式相比较半封闭式和开放式旅游开发类型, 可以提高区域内物种数量, 物种数量增加分别增多 33 和 45 种, 但本地物种所占比例下降, 从 70% 分别下降到 26.26% 和 21.73%; (3) 旅游开发封闭性越强, 生物多样性越高, 封闭式、半封闭式以及开放式旅游开发区域生物多样性 Shanno-Winner 指数分别为 0.92、1.07 和 1.51, 区域内均匀度指数随封闭性增加而有所降低, Shanno-Winner 均匀度指数从最高 0.71 降到最低 0.52; (4) 滨海湿地植被对不同类型旅游开发响应不同, 封闭度越高, 区域内植被响应度越强, 封闭式、半封闭式以及开放式植被响应指数分别为 2.2、2.0 和 1.8。

关键词: 旅游开发; 湿地植被; 生物多样性; 上海滨海湿地

The tourism development impact on Shanghai coastal wetland vegetation

LIU Shidong¹, GAO Jun^{2,*}

1 College of Tourism and Environment ShaanXi Normal University, Xi'an 710062, China

2 Institute of Tourism, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China

Abstract: As coastal tourism numbers increase, the impact of tourism on these fragile areas is receiving more academic attention. Coastal tourism impact has impact on natural elements such as water bodies, wetland vegetation and soil. Coastal wetland vegetation is an integral part of coastal wetland eco-systems and plays an important role in water impoundment and the reduction of wind erosion and sea water erosion and hence is an important focus for research. Current tourism environmental impact studies focus on the direct impact of tourist activities on the natural environmental, and research on tourism development's impact on the natural environmental elements are comparatively rare, especially on coastal tourism development's impact on wetland vegetation. Therefore, this paper examines the Fengxian coastal tourism area and in particular Fengxian Bihaijinsha and the Jinshan urban beach district near Shanghai. Random sampling of the vegetation in these intensely tourist-developed areas using typical sample plot and standard quadrat methods was applied to study species biodiversity and thus to analyze the impact of different tourism development methods on coastal wetland vegetation.

This study examined 13 plots in the Fengxian costal tourism area, 7 plots in Fengxian Bihaijinsha, and 10 plots in Jinshan Urban Beach, and calculated the coastal vegetation biodiversity. It then calculated select species numbers, local species proportion and biodiversity indexes to evaluate the impact of tourism development on wetland vegetation. The results indicate: (1) coastal tourist development can be divided to isolated, semi-isolated and open types based on the characteristics of tourism development and the water-area. Different tourist development approaches and types have different

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40871256)

收稿日期: 2011-04-18; 修订日期: 2011-10-09

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: gaojun@shnu.edu.cn

levels of influence on coastal wetland vegetation; (2) compared with the semi-isolated and the open types, isolated type tourism development can improve species number respectively by 33 species and 45 ones; however, local species proportions decreases from 70% to 26.26% and 21.73%; (3) the more isolated the tourist development is, the higher the biodiversity is. The biodiversities of isolated, semi-isolated and open developed tourism areas as measured by the Shanno-Winner indexes are respective 0.92, 1.07 and 1.51, and Simpson indexes are respectively 0.52, 0.58 and 0.71; however, the regional evenness index declines as the isolation level increases. The Shanno-Winner evenness index declines from the maximum of 0.71 to 0.52, and the Simpson evenness index declines from a maximum of 0.78 to 0.68; (4) coastal wetland vegetation responds differently to different types of tourist development. The higher the isolation level is, the stronger the regional plantation response level becomes. The respond indexes of plantations in isolated, semi-isolated and open tourist areas are 2.2, 2.0 and 1.8 respectively.

Key Words: tourism development; wetland vegetation; biodiversity; Shanghai coastal wetland

旅游对植被的影响研究,随旅游业的发展已成为环境科学、生态学以及旅游科学研究的热点。从人类活动的角度来看,旅游对植被影响分为旅游活动影响和旅游开发影响两个层面:旅游活动主要是游客的游览行为以及相应的交通、住宿等行为,其对植被的影响主要是践踏、刻划以及交通工具影响等^[1-8];旅游开发主要是旅游区基础设施建设、旅游吸引物构建以及景观要素的构建,所以旅游开发对植被的影响主要是外来物种入侵以及生物多样性改变。国外旅游活动对植被的影响研究起始于 20 世纪 70 年代,如 Dale^[9]、Liddl^[10]、Weaver^[11]、Laszlo^[12]等从微观角度针对游客对旅游区植被踩踏所产生的影响研究到 Caroline^[13]、Witztum^[14]、Christian Kerbirou^[15]等通过遥感影像从宏观角度研究旅游活动对植被群落和物种的影响。我国自 20 世纪 80 年代旅游业的兴起,旅游活动对植被的影响研究也逐步增多,主要包括对植被的生理代谢及形态影响、植被种子的发芽及苗木成活影响、对植被的生长高度影响以及对植被的健康与活力影响等方面的研究^[16],我国较有代表性的是刘鸿雁^[17]、高贤明^[18]、程占红^[19-21]、杨丽芬^[22]、石强^[23-24]、温庆忠^[25]、管东升^[26]等。

从国内外旅游活动对植被的影响研究来看,其研究区主要涉及山地旅游区以及森林公园等,但是随着近年来滨海旅游的兴起,滨海旅游影响研究显得尤为重要。由于滨海地区湿地植被作为生态环境中的重要组成部分,其在蓄水、抗洪涝、防止海水侵蚀、抗风以及聚集生物多样性方面有着重要的作用,且根据滨海旅游的特点,其对滨海湿地植被的影响,多体现在旅游开发层面,而旅游活动对湿地植被的影响较少,所以为了更好的保护湿地植被在滨海地区所占比重,在合理规划旅游开发方式的同时,保留一定数量的滨海湿地植被以保护滨海生态环境,研究旅游开发对滨海湿地植被的影响具有重要意义。因此本文以滨海湿地植被为研究对象,从旅游开发对植被影响的层面,通过上海滨海地区湿地植被调查,从物种和生物多样性改变角度分析旅游开发对上海滨海湿地植被影响以及湿地植被的响应程度。

1 研究区域概况

本文研究区选在上海滨海地区开发最具特色的奉贤碧海金沙、奉贤海湾旅游区以及金山城市沙滩,这 3 个区域由于旅游开发方式不同,其旅游开发对滨海湿地植被的改变机制不同,根据旅游区内是否存在岸线,游客是否能直接面对海水,本文将旅游区分为封闭式(全旅游区游客无法接触海水),半封闭式(部分区域游客可接触海水),开放式(旅游区内均为开放性水域)。

奉贤碧海金沙于 2005 年投入使用,总面积 0.6 km²,其中海岸线 5.2 km,旅游设施建筑面积约 0.1 km²,2009 年夏季日平均游客接待量 1.8 万人次,旅游区主要以水上游乐以及举办大型水上节庆活动为主,整个区域均为开放式旅游区。

奉贤海湾旅游区与 2003 年建成,总面积 9.8 km²,其中海岸线 2.6 km,旅游设施建筑面积 1.9 km²,2009 年夏季日平均游客接待量 2.1 万人次,景区主要以餐饮、度假以及观光为主,因护岸堤保护,整个区域为封闭式旅游区。

金山城市沙滩于 2005 年投入使用,总面积 1.5 km^2 ,其中海岸线 6.5 km ,旅游设施建筑面积 0.3 km^2 ,2009 年夏季日平均游客接待量 3.1 万人次,景区兼具观光与水上游乐,旅游区内人工植被种植密集,同时海岸线附近湿地植被较多,该区域为半封闭式旅游区。

2 研究方法

本文对于滨海湿地植被的研究,主要从影响和响应两个方面入手。旅游开发对植被的影响,主要是从滨海旅游区植被的生物多样性角度进行研究,针对上海滨海地区人工及湿地植被^[27],采取典型样地与标准样方相结合的植被调查方法进行研究^[28-31],在选择研究样地和样地时,由于研究区域面积较小,同时研究区内植被分布的不均匀性,不适合网格平均布点,而选择随机布点法。

2.1 植被调查方法

本文针对湿地植被,主要从属种组成分析和生物多样性研究进行,野外植被调查时间为 2009 年 7 月 5 日到 2009 年 8 月 20 日,选择生物量最为旺盛的夏季,同时也是滨海旅游区的旅游旺季。湿地植被的野外调查根据植被类型的不同主要分为典型样地调查法和标准样方调查法^[28]。

典型样地调查法主要针对滨海旅游区含有人造景观植被的区域,调查样地内包含草本、灌木以及乔木等多种复合型植被类型,样地区域不小于 $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$,本文典型样地调查法主要用于奉贤海湾旅游区和金山城市沙滩封闭区域,该区域内植被主要为灌木及草本植物等人工种植植被。

标准样方法主要针对滨海潮滩的野生植被,调查样地内多为野生草本植被,样地面积为 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 本文标准样方法主要在奉贤碧海金沙水上乐园、金山城市沙滩开阔区。典型样地和标准样方法调查的主要指标选择为:植被类型、盖度、株高、株数、生活型、物候期等。

2.2 数据分析与计算

(1) 种数-样方数目曲线计算

确定研究区样方数量时,首先对区域进行抽样调查,记录抽样样方中的物种数量。再根据“种数-样方数目曲线”^[28]确定研究区最小样方数量 n ,其计算公式如下:

$$n = \frac{4S^2}{(AE)^2} \quad (1)$$

式中, S^2 为抽样样方中物种数的方差, AE 为允许的误差。

(2) 生物多样性计算

本文生物多样性计算主要采用 Shanno-Winner(H) 指数和 Simpson(D) 指数及其均匀度来对个研究样方进行分析研究^[28]。其计算公式如下:

Shanno-Winner 指数(H) 及均匀度(J_{sw})

$$P_i = \frac{N_i}{N_0} \quad (2)$$

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i \quad (3)$$

$$J_{sw} = \frac{H}{\ln S} \quad (4)$$

Simpson 指数(D) 及均匀度(J_{si})

$$D = 1 - \sum_{i=1}^n P_i^2 \quad (5)$$

$$J_{si} = \frac{D}{1 - \frac{1}{S}} \quad (6)$$

式中, $i=1,2,3,\dots,n$; N_i 为第 i 个种的盖度; N_0 为所用种的盖度之和; P_i 为第 i 个种的盖度比例, S 为物种总数。

3 结果分析

滨海旅游对植被的影响主要体现在旅游开发影响层面,旅游区建设所带来的大量外来物种以及对于旅游区地表性质的改变,对区域内部植被的属种组成以及生物多样性带来较强影响,而植被对于旅游开发的响应,主要表现为区域植被物种数量变化、本地物种比例变化、生物多样性变化。因此基于不同的旅游开发方式,本文在首先通过抽样确定样方数量,然后调查区域内植被属种数量,计算本地种所占比例以及调查样方的生物多样性指数,用以反映滨海湿地植被对旅游活动响应。

本文首先针对每个研究区进行抽样调查,每个区域选择 15 个样方,统计每个样方内的植被物种数量,然后根据公式(1)计算最终确定调查样方数量,最终计算得出奉贤海湾旅游区样方为 13 个,奉贤碧海金沙为 7 个,金山城市沙滩为 10 个。

3.1 旅游开发改变滨海湿地植被属、种组成

由于旅游开发方式的不同,旅游开发活动对植被的影响不同:奉贤海湾旅游区由于封闭的海岸带以及旅游活动多为餐饮休闲娱乐,所以区域内栽种大量人工景观植被;奉贤碧海金沙由于水上旅游活动多,所以人工栽种的植被较少,研究区域内物种多为典型的滨海湿地植被;金山城市沙滩介于上述两者之间,区域内的封闭区域栽种有城市绿化植被而开阔水域存在大量典型湿地草本植物,所以分析时将金山城市沙滩分为开阔区与封闭区。湿地植被种属变化可以通过对研究区植被属种组成进行分析,其次计算各区域内植被属种数量以及所占该区域属种比例(表 1—表 3)。

表 1 奉贤海湾旅游区植被属种组成

Table 1 The category and species of vegetation in Fengxian bay tourism area

植物 Plant	属数 Number of genera	占总属数的比例/% Proportion of total genera	种数 Number of species	占总种数的比例/% Proportion of total species
山茶科 Theaceae	1	1.89	1	1.82
百合科 Liliaceae	1	1.89	1	1.82
禾本科 Gramineae	7	13.21	7	12.73
菊科 Compositae	4	7.55	5	9.09
蔷薇科 Rosaceae	4	7.55	5	9.09
苋科 Amaranthaceae	2	3.77	2	3.64
蝶形花科 Papilionaceae	1	1.89	1	1.82
木贼科 Equisetaceae	1	1.89	1	1.82
马齿苋科 Portulacaceae	1	1.89	1	1.82
樟科 Lauraceae	1	1.89	1	1.82
冬青科 Aquifoliaceae	1	1.89	1	1.82
旋花科 Convolvulaceae	2	3.77	2	3.64
大戟科 Euphorbiaceae	2	3.77	2	3.64
黄杨科 Buxaceae	1	1.89	1	1.82
松科 Pinaceae	1	1.89	1	1.82
马鞭草科 Verbenaceae	1	1.89	1	1.82
伞形科 Umbelliferae	1	1.89	1	1.82
棕榈科 Palmae	1	1.89	1	1.82
夹竹桃科 Apocynaceae	2	3.77	2	3.64
海桐花科 Pittosporaceae	1	1.89	1	1.82
石榴科 Puniceae	1	1.89	1	1.82
酢浆草科 Oxalidaceae	1	1.89	1	1.82
茄科 Solanaceae	1	1.89	1	1.82
木兰科 Magnoliaceae	1	1.89	1	1.82
柏科 Cupressaceae	1	1.89	1	1.82
卫矛科 Celastraceae	1	1.89	1	1.82
木犀科 Oleaceae	2	3.77	2	3.64

续表

植物 Plant	属数 Number of genera	占总属数的比例/% Proportion of total genera	种数 Number of species	占总种数的比例/% Proportion of total species
山茱萸科 Cornaceae	1	1.89	1	1.82
千屈菜科 Lythraceae	1	1.89	1	1.82
石蒜科 Amaryllidaceae	1	1.89	1	1.82
葡萄科 Vitaceae	1	1.89	1	1.82
榆科 Ulmaceae	1	1.89	1	1.82
豆科 Leguminosae	2	3.77	2	3.64
杨柳科 Salicaceae	1	1.89	1	1.82
大麻科 Cannabaceae	1	1.89	1	1.82
合计 Total	53	100.00	55	100.00

表 2 奉贤碧海金沙植被属种组成

Table 2 The category and species of vegetation in Fengxian Bihanjinsha tourism area

植物 Plant	属数 Number of genera	占总属数的比例/% Proportion of total genera	种数 Number of species	占总种数的比例/% Proportion of total species/%
菊科 Compositae	3	30	3	30.00
禾本科 Gramineae	4	40	4	40.00
苋科 Amaranthaceae	1	10	1	10.00
大麻科 Cannabaceae	1	10	1	10.00
藜科 Chenopodiaceae	1	10	1	10.00
合计 Total	10	100	10	100.00

表 3 金山城市沙滩植被属种组成

Table 3 The category and species of vegetation in Jinshan urban beach

植物 Plant	属数 Number of genera	占总属数的比例/% Proportion of total genera	种数 Number of species	占总种数的比例/% Proportion of total species
豆科 Leguminosae	1	5.00	1	4.55
禾本科 Gramineae	4	20.00	4	18.18
菊科 Compositae	2	10.00	4	18.18
大戟科 Euphorbiaceae	1	5.00	1	4.55
苋科 Amaranthaceae	2	10.00	2	9.09
萝藦科 Asclepiadaceae	1	5.00	1	4.55
莎草科 Cyperaceae	1	5.00	1	4.55
藜科 Chenopodiaceae	1	5.00	1	4.55
山茶科 Theaceae	1	5.00	1	4.55
蔷薇科 Rosaceae	1	5.00	1	4.55
木犀科 Oleaceae	1	5.00	1	4.55
棕榈科 Palmae	1	5.00	1	4.55
酢浆草科 Oxalidaceae	1	5.00	1	4.55
海桐花科 Pittosporaceae	1	5.00	1	4.55
马齿苋科 Portulacaceae	1	5.00	1	4.55
合计 Total	20	100.00	22	100.00

从植被物种数量上看,不同旅游开发类型下旅游区植被物种数量不同,越是封闭区域,植被物种数量越多。奉贤海湾旅游区由于封闭开发方式,种植人工景观植被多达 53 个属 55 个种类,其次是金山城市沙滩 20

个属 22 个种类,最少的为奉贤碧海金沙共计 10 个属 10 个种类。

从植被属种组成上看,不同旅游开发方式对本地物种的影响不同,越是封闭区域,本地物种在该区域内所占比例越低,即外来物种所占比例越高。根据上海植被志,本地典型湿地物种主要为禾本科(*Gramineae*)和菊科(*Compositae*)植物,包括大狗尾草(*Setaria faberii* Herrm)、狗牙根(*Cynodon dactylon* L.)、牛筋草(*Eleusine indica* L.)、马唐(*Digitaria sanguinalis* L.)、野燕麦(*Avena fatua* L.)、芦竹(*Arundo donax* L.)、山莴苣(*Lactuca indica* L.)、野塘蒿(*Erigeron bonariensis* L.)、加拿大一枝黄花(*Solidago canadensis* L.)等。通过植被调查,研究区本地物种数所占比重排序为:奉贤碧海金沙(70.00%)>金山城市沙滩(26.26%)>奉贤海湾旅游区(21.73%)。

根据物种数量和本地物种所占比例可以看出,旅游区开发封闭性越强,与岸线接触越少,物种数量越多,同时滨海湿地物种所占比例越低,说明滨海旅游开发活动在引入大量外来植被物种同时,使得本地物种逐渐消亡。

3.2 不同旅游开发方式下生物多样性差异

本文对湿地植被生物多样性的研究,在对各研究区内植被种属分类的基础上,记录各研究样地的盖度和株数,并用盖度代替物种重要值,用以计算研究样地内生物多样性,计算公式采用 Shanno-Winner(H)指数和 Simpson(D)指数及其均匀度来对个研究样方进行分析研究,其中金山城市沙滩在生物多样性研究中将开阔区与封闭区合并进行计算(图 1—图 4)。

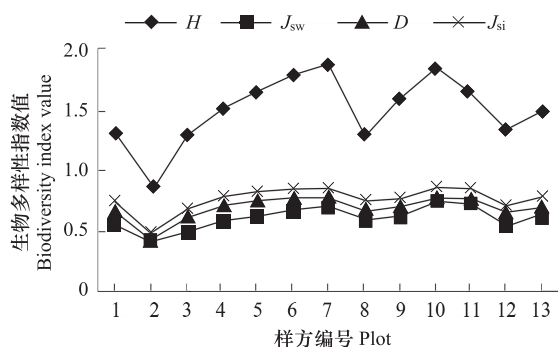


图 1 奉贤海湾旅游区生物多样性指数

Fig. 1 The biodiversity index of Fengxian bay tourism area

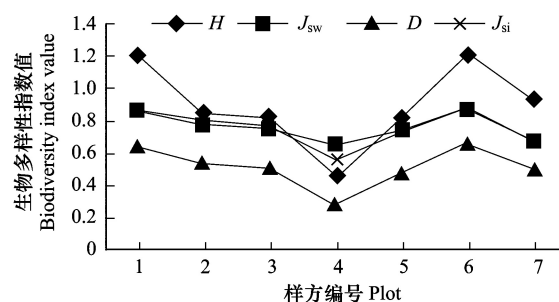


图 2 奉贤碧海金沙生物多样性指数

Fig. 2 The biodiversity index of Bihanjinscha tourism area

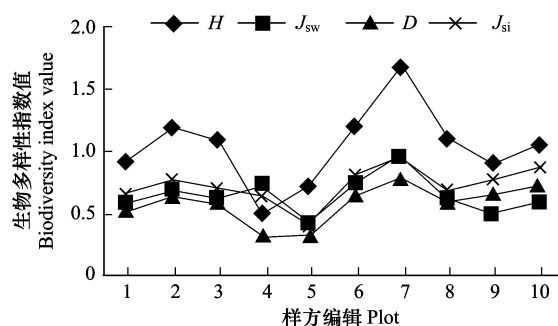


图 3 金山城市沙滩生物多样性指数

Fig. 3 The biodiversity index of Jinshan urban beach

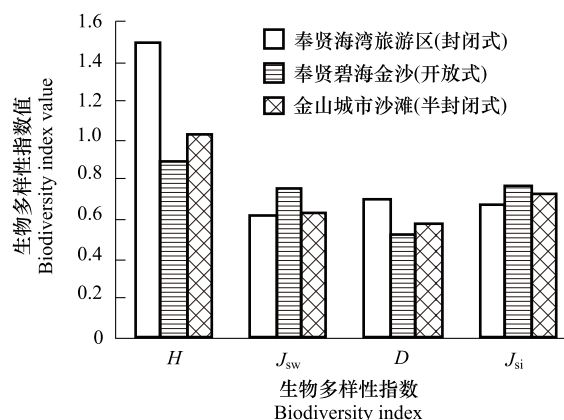


图 4 各研究区生物多样性指数平均值

Fig. 4 The average of biodiversity index of each research area

封闭式旅游开发提高旅游区生物多样性。如图 4 的平均值计算,虽然各研究区样方数量不同,但根据公

式(1)所确定的最小样方数量,其平均值计算具有一定意义。

Shanno-Winner(H)指数与 Simpson(D)指数的排序为奉贤海湾旅游区>金山城市沙滩>奉贤碧海金沙,这是封闭式开发引入大量外来人工物种,随着开放区域即开发水域的不断增多,生物多样性随之降低;但是均匀度指数 J_{sw} 与 J_{si} 排序则是奉贤碧海金沙>金山城市沙滩>奉贤海湾旅游区,这说明外来物种的增多,会降低区域内生物物种的均匀度,是较为典型的外来物种入侵现象。

3.3 上海滨海湿地植被对旅游开发的响应分析

本文根据对湿地植被的属种组成分析以及生物多样性分析,结合研究区不同的旅游开发方式,对各研究区的属、中数量、本地物种所占比例、生物多样性指数以及均匀度指数进行排序,并根据这3项标准进行权重赋值,用以研究植被对滨海旅游区旅游活动的响应,最终确定滨海旅游区湿地属种数量权重为0.3,本地种所占比例权重为0.4,生物多样性指数权重为0.3。

然后对奉贤海湾旅游区、奉贤碧海金沙、金山城市沙滩进行赋值,排名最高的赋值为3.0,最低为1.0,然后进行权重计算,最终得出评价打分结果,最终得分范围在1.0—3.0分(表4)。

表4 滨海旅游区植被对旅游开发响应评价得分表

Table 4 Vegetation response evaluation score of tourism development in Coastal tourist areas

	属种数量(权重0.3) Number of genera and species (Weight 0.3)	本地种所占比例(权重0.4) Proportion of native species (Weight 0.4)	生物多样性(权重0.3) Biodiversity (Weight 0.3)	最终得分 Final Score
奉贤海湾旅游区	3.0	1.0	3.0	2.2
奉贤碧海金沙	1.0	3.0	1.0	1.8
金山城市沙滩	2.0	2.0	2.0	2.0

由表4结果表明,滨海旅游区植被对于旅游开发的响应评价得分,排序依次为:奉贤海湾旅游区(2.2)>金山城市沙滩(2.0)>奉贤碧海金沙(1.8),说明滨海湿地植被对奉贤海湾旅游区的封闭式旅游开发响应最为强烈,其次是半封闭式的金山城市沙滩,湿地植被对开放式旅游开发响应最弱。

4 结论与讨论

(1)滨海旅游对植被的影响主要从旅游开发角度研究,根据不同水域开放度,将滨海旅游区分为封闭式、半封闭式以及开放式

由于滨海旅游开发与滨海旅游活动的特点,人类行为对于生态环境中的植被影响,主要是通过旅游开发过程中外来植被种植以及本地湿地植被清除而发生影响,滨海旅游行为因多为滨海观光与水上活动,较少与滨海湿地植被发生关系,所以研究滨海旅游对湿地植被的影响,需从旅游开发的角度进行。同时由于滨海旅游开发的方式不同,不同旅游区内水体开放程度不同,使得滨海旅游开发分为封闭式、半封闭式以及开放式,从而分析不同水域开放度下旅游开发对植被的影响。

(2)封闭式旅游开发提高区域内物种数量,封闭式相比较半封闭式和开放式旅游开发类型,可以提高区域内物种数量,物种数量增加分别增加33和45种,但本地物种所占比例下降,从70%下降到26.26%和21.73%,说明开放式旅游开发有助于保护本地物种数量;

本文通过对研究区植被物种数量的调查,横向比较不同旅游开发方式下物种数量以及本地物种所占的比例。结果表明,封闭式旅游区奉贤海湾旅游区的植被物种数量最多,为55种,但本地物种只占到全部物种的21.73%;而开放式旅游区奉贤碧海金沙的植被物种数量最少,为10种,但本地物种所占比例高达70%;半封闭式旅游区金山城市沙滩正好介于两者之间。这说明封闭式旅游开发方式因为引入大量的外来物种,所以增加了本地的物种数量,但是由于景观美化的需要,对本地物种进行了一定的清除,相反开放式旅游开发方式由于旅游区内存在大量滨海湿地,虽然物种数量不如封闭式旅游区多,但本地物种因较少的人类清除而得以保护,有助于保护滨海地区的海水侵蚀。

(3) 旅游开发封闭性越强,生物多样性越高,封闭式、半封闭式以及开放式旅游开发区域生物多样性 Shanno-Winner(H) 指数分别为 0.92、1.07 和 1.51, Simpson(D) 指数分别为 0.52、0.58 和 0.71,但区域内均匀度指数随封闭性增加而有所降低,Shanno-Winner(J_{sw}) 均匀度指数从最高 0.75 降低到 0.62, Simpson(J_{si}) 均匀度指数从最高 0.78 降低到 0.68;

封闭式旅游开发除了能够提高旅游区植被物种数量外,因旅游区美化的需要,在清除本地物种的同时引入大量外来植被,虽然本地物种相对减少,但从总体上还是有助于区域生物多样性提高。

本文在 3 个研究区横向比较中,封闭式旅游区 Shanno-Winner(H) 指数最高为 1.51,而均匀度指数 J_{sw} 为 0.52;开放式旅游区,Shanno-Winner(H) 指数最低为 0.92 由于大量人工种植植被,而均匀度指数 J_{sw} 最高为 0.71,说明开放式旅游开发可以有效保护旅游区生物均匀度。

(4) 滨海湿地植被对不同类型旅游开发响应不同,封闭度越高,区域内植被响应度越强

植被对旅游活动响应的评价(表 4),其结果奉贤海湾旅游区最高,其次是金山城市沙滩,最后为奉贤碧海金沙,这说明滨海湿地植被对不同旅游开发方式的响应程度不同。封闭区域如奉贤海湾旅游区,其旅游开发就需要因景观美化而种植大量人工植被,区域内植被也就呈现物种数量上升、生物多样性提高等现象;开放式旅游区因开放性水域较多,除了为保证必要的旅游活动区域外,本地物种得以大量保存,但由于上海滨海湿地植被种类较少,所以体现出物种数量较少,同时生物多样性较低而均匀度较高的现象;半封闭式旅游开发如金山城市沙滩正好介于两者之间,有一定的开放水域而保留了部分本地物种,却因封闭区域景观美化的需要,种植了大量外来物种。所以从总体上呈现出旅游区封闭度越高,区域内植被响应程度越强的趋势。

References:

- [1] Cole D N. Vegetational changes associated with recreational use and fire suppression in the Eagle Cap Wilderness, Oregon: some management implications. *Biological Conservation*, 1981, 20(4): 247-270.
- [2] Willard B, Marr J. Comparison of Surface Impact by Hiking and Horseback Riding in the Great Smoky Mountains National Park. Gatlinburg: USDI National Park Service, Uplands Field Research Laboratory, 1970.
- [3] Wall G, Wright C. The Environmental Impact of Outdoor Recreation. Waterloo: University of Waterloo, 1977.
- [4] Kuss F R, Graffe A R. Effects of recreation trampling on natural area vegetation. *Journal of Leisure Research*, 1985, 17(3): 165-183.
- [5] Kuss F R, Hall C N. Ground flora trampling studies: five years after closure. *Environmental Management*, 1991, 15(5): 715-727.
- [6] Ros M, Garcia C, Hernandez T. Short-term effects of human trampling on vegetation and soil microbial activity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2004, 35(11/12): 1591-1604.
- [7] Ingelög T, Olsson M T, Bosvarsson H. Effects of Long-Term Trampling and Vehicle Driving on Soil, Vegetation and Some Soil Animals in an Old Scots Pine Stand in Central Sweden. Vienna: Rapporter och Uppsatser, 1977.
- [8] Lonsdale W M, Lane A M. Tourist vehicles as vectors of weed seeds in Kakadu National Park, Northern Australia. *Biological Conservation*, 1994, 69(3): 277-283.
- [9] Dale D, Weaver T. Trampling effects on vegetation of the trail corridors of North Rocky Mountain Forest. *Journal of Applied Ecology*, 1974, 11(6): 767-772.
- [10] Liddell J, Grieg Smith P. A survey of tracks and paths in a sand dune ecosystem (I) soils (II) vegetation. *Journal of Applied Ecology*, 1975, 12(8): 251-255.
- [11] Weaver T, Dale D. Trampling effects of hikers, motorcycles and horses in meadows and forests. *Journal of Applied Ecology*, 1978, 15(2): 451-457.
- [12] Nagy L, Nagy J, Legg C J, Sales D I, Horsfield D. Monitoring vegetation change caused by trampling: a study in the Cairngorms, Scotland. *Botanical Journal of Scotland*, 2002, 54(2): 191-207.
- [13] Kelly C L, Pickering C M, Buckley R C. Impacts of tourism on threatened plant taxa and communities in Australia. *Ecological Management and Restoration*, 2003, 4(1): 37-45.
- [14] Witzum E R, Stow D A. Analysing direct impacts of recreation activity on coastal sage scrub habitat with very high resolution multi-spectral imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 2004, 25(17): 3477-3497.
- [15] Kerbiriou C, Leviol I, Jigurt F, Julliard R. The impact of human frequentation on coastal vegetation in a biosphere reserve. *Journal of*

- Environmental Management, 2008, 88(4): 715-728.
- [16] Shi Q, Liao K, Zhong L S. A review of the effects of tourists' activities on vegetation. Journal of Zhejiang Forestry College, 2006, 23(2): 217-223.
- [17] Liu H Y, Cui H T, Zhang J H, Xiang G L. Effects of recreational development on the subalpine meadow in Donglin Mountain. Chinese Journal of Ecology, 1998, 4(3): 63-66.
- [18] Gao X M, Ma K P, Chen L Z, Li D Q. The effects of tourism on species diversity of subalpine meadows in Dongling mountainous area, Beijing. Chinese Biodiversity, 2002, 10(2): 189-195.
- [19] Cheng Z H, Zhang J T. Impacts of tourism development on vegetation in Tianlong Mountains. Scientia Geographica Sinica, 2000, 20(2): 144-147.
- [20] Cheng Z H, Zhang J T. Correlation analysis between landscape characteristics of ecotourist vegetation and geographical factors in Luya mountain. Acta Ecologica Sinica, 2002, 22(2): 278-284.
- [21] Cheng Z H, Zhang J T, Shangguan T L, Zhang F. Relationship between tourism development and vegetation environment in Luya Mountain Nature Reserve I. Quality analysis of vegetation environment. Acta Ecologica Sinica, 2002, 22(10): 1765-1773.
- [22] Yang L F. Impact on forest vegetation of tourism. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2008, 14(4): 46-47.
- [23] Shi Q. Study on Effects and Countermeasures of Tourism Development and Utilization of the Zhangjiajie National Forest Park [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2000.
- [24] Shi Q, Zhong L S, Wang X F. Effects of recreation on plants in Zhangjiajie national forest park. Acta Phytocologica Sinica, 2004, 28(1): 107-113.
- [25] Wen Q Z. Influences of human disturbance on forest vegetation of Zhujiangyuan nature reserve. Forest Inventory and Planning, 2002, (1): 36-41.
- [26] Guan D S, Lin W Q, Chen Y J. The effects of tourist disturbance on soil and vegetation in Baiyun Mountain. Chinese Journal of Environmental Science, 1999, (6): 6-9.
- [27] Shanghai Academy of Science and Technology. The Plants of Shanghai. Shanghai: Shanghai Scientific and Technological Literature Publishing House, 1999.
- [28] Song Y C. Vegetation Ecology. Shanghai: East China Normal University Press, 2001.
- [29] Lü X G. Wetland Ecosystem Observation Methods. Beijing: China Environmental Science Press, 2004.
- [30] Cui B S, Yang Z F. Wetland Science. Beijing: Beijing Normal University Press, 2006.
- [31] Lu J J, He W S, Tong C F, Wang W. Wetland Ecology. Beijing: Higher Education Publishing Press, 2006.

参考文献:

- [16] 石强, 廖科, 钟林生. 旅游活动对植被的影响研究综述. 浙江林学院学报, 2006, 23(2): 217-223.
- [17] 刘鸿雁, 崔海亭, 张金海, 向国良. 旅游开发对东灵山亚高山草甸的影响. 生态学杂志, 1998, 4(3): 63-66.
- [18] 高贤明, 马克明, 陈灵芝, 李迪强. 旅游对北京东灵山亚高山草甸物种多样性影响的初步研究. 生物多样性, 2002, 10(2): 189-195.
- [19] 程占红, 张金屯. 天龙山旅游开发对植被的影响. 地理科学, 2000, 20(2): 144-147.
- [20] 程占红, 张金屯. 芦芽山生态旅游植被景观特征与地理因子的相关分析. 生态学报, 2002, 22(2): 278-284.
- [21] 程占红, 张金屯, 上官铁梁, 张峰. 芦芽山自然保护区旅游开发与植被环境的关系 I. 植被环境质量分析. 生态学报, 2002, 22(10): 1765-1773.
- [22] 杨丽芬. 论森林生态旅游对植被的影响. 安徽农学通报, 2008, 14(4): 46-47.
- [23] 石强. 旅游开发利用对张家界国家森林公园自然生态环境的影响及对策研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 2000.
- [24] 石强, 钟林生, 汪晓菲. 旅游活动对张家界国家森林公园植物的影响. 植物生态学报, 2004, 28(1): 107-113.
- [25] 温庆忠. 人为干扰对珠江源自然保护区森林植被的影响. 林业调查规划, 2002, 27(1): 36-41.
- [26] 管东生, 林卫强, 陈玉娟. 旅游干扰对白云山土壤和植被的影响. 环境科学, 1999, (6): 6-9.
- [27] 上海科学院. 上海植物志. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1999.
- [28] 宋永昌. 植被生态学. 上海: 华东师范大学出版社, 2001.
- [29] 吕宪国. 湿地生态系统观测方法. 北京: 中国环境科学出版社, 2004.
- [30] 崔保山, 杨志峰. 湿地学. 北京: 北京师范大学, 2006.
- [31] 陆健健, 何文珊, 童春富, 王伟. 湿地生态学. 北京: 高等教育出版社, 2006.

CONTENTS

Landscape aesthetic assessment based on experiential paradigm assessment technology	LI Xuanqi, HUA Lizhong (2965)
Significant impact of job-housing distance on carbon emissions from transport: a scenario analysis	TONG Kangkang, MA Keming (2975)
The watershed eco-compensation system from the perspective of economics: the cases of pollution compensation	LIU Tao, WU Gang, FU Xiao (2985)
The tourism development impact on Shanghai coastal wetland vegetation	LIU Shidong, GAO Jun (2992)
Effects of the Wenchuan Earthquake on shoot growth and development of the umbrella bamboo (<i>Fargesia robusta</i>), one of the giant panda's staple bamboos	LIAO Lihuan, XU Yu, RAN Jianghong, et al (3001)
Forest carbon sequestration and carbon sink/source in Jiangxi Province	HUANG Lin, SHAO Quanqin, LIU Jiyan (3010)
Species diversity of herbaceous communities in the Yiluo River Basin	CHEN Jie, GUO Yili, LU Xunling, et al (3021)
Microbial community diversity of rhizosphere soil in continuous cotton cropping system in Xinjiang	GU Meiying, XU Wanli, MAO Jun, et al (3031)
Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in the rhizosphere of <i>Caragana korshinskii</i> Kom. in desert zone	HE Xueli, CHEN Zheng, GUO Huijuan, et al (3041)
Characteristics of photosynthetic productivity and water-consumption for transpiration in <i>Pinus densiflora</i> var. <i>zhangwuensis</i> and <i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>	MENG Peng, LI Yuling, YOU Guochun, et al (3050)
Seasonal dynamic and influencing factors of coarse woody debris respiration in mid-subtropical evergreen broad-leaved forest	LIU Qiang, YANG Zhijie, HE Xudong, et al (3061)
Influence of saline soil and sandy soil on growth and mineral constituents of common annual halophytes in Xinjiang	ZHANG Ke, TIAN Changyan, LI Chunjian (3069)
Dynamics change of <i>Betula ermanii</i> population related to shrub and grass on treeline of northern slope of Changbai Mountains	WANG Xiaodong, LIU Huiqing (3077)
Effects of ecological conditions on morphological and physiological characters of tobacco	YAN Kan, CHEN Zongyu (3087)
A study on the hyperspectral inversion for estimating leaf chlorophyll content of clover based on factor analysis	XIAO Yanfang, GONG Huili, ZHOU Demin (3098)
Monthly dynamic variation of soil seed bank in water-level-fluctuating zone of Three Gorges Reservoir at the beginning after charging water	WANG Xiaorong, CHENG Ruimei, TANG Wanpeng, et al (3107)
Effects of three land use patterns on diversity and community structure of soil ammonia-oxidizing bacteria in <i>Leymus chinensis</i> steppe	ZOU Yukun, ZHANG Jingni, CHEN Xiurong, et al (3118)
Autotoxicity and promoting: dual effects of root litter on American ginseng growth	JIAO Xiaolin, DU Jing, GAO Weiwei (3128)
Effect of differing levels parasitism from native <i>Cuscuta australis</i> on invasive <i>Bidens pilosa</i> growth	ZHANG Jing, YAN Ming, LI Junmin (3136)
Heavy metal concentrations and pollution assessment of riparian soils in Shandong Province	ZHANG Ju, CHEN Shiyue, DENG Huanguang, et al (3144)
Effect of decomposition products of cyanobacteria on <i>Myriophyllum spicatum</i> and water quality in Lake Taihu, China	LIU Lizhen, QIN Boqiang, ZHU Guangwei, et al (3154)
Succession of macrofauna communities in wetlands of <i>Sonneratia apetala</i> artificial mangroves during different ecological restoration stages	TANG Yijie, FANG Zhanqiang, ZHONG Yanting, et al (3160)
Group characteristics of Chinese Merganser (<i>Mergus squamatus</i>) during the wintering period in Poyang Lake watershed, Jiangxi Province	SHAO Mingqin, ZENG Binbin, SHANG Xiaolong, et al (3170)
Effect of forest rodents on predation and dispersal of <i>Pinus armandii</i> seeds in Qinling Mountains	CHANG Gang, WANG Kaifeng, WANG Zhi (3177)
Circadian rhythms of activity, metabolic rate and body temperature in desert hamsters (<i>Phodopus roborovskii</i>)	WANG Luping, ZHOU Shun, SUN Guoqiang (3182)
Effects of temperature stress and ultraviolet radiation stress on antioxidant systems of <i>Locusta migratoria tibetensis</i> Chen	LI Qing, WU Lei, YANG Gang, et al (3189)
Carbon cycling from rice-duck mutual ecosystem during double cropping rice growth season	ZHANG Fan, GAO Wangsheng, SUI Peng, et al (3198)
Protein expression characteristics and their response to nitrogen application during grain-filling stage of rice (<i>Oryza Sativa</i> L.)	ZHANG Zhixing, CHENG Jun, LI Zhong, et al (3209)
Review and Monograph	
Advances in influence of seawater eutrophication on marine bacteria	ZHANG Yubin, ZHANG Jiexiang, SUN Xingli (3225)
A review of comprehensive effect of ocean acidification on marine fishes	LIU Hongjun, ZHANG Zhendong, GUAN Shuguang, et al (3233)
Evaluation of the controlling methods and strategies for <i>Mikania micrantha</i> H. B. K.	LI Mingguang, LU Erbei, GUO Qiang, et al (3240)
Scientific Note	
Dynamics of land use/cover changes in the Weigan and Kuqa rivers delta oasis based on Remote Sensing	SUN Qian, TASHPOLAT. Tiyp, ZHANG Fei, et al (3252)
Phytoplankton assemblages in East China Sea in winter 2009	GUO Shujin, SUN Jun, DAI Minhan, et al (3266)
On the physical chemical and soil microbial properties of soils in the habitat of wild Ferula in Xinjiang	FU Yong, ZHUANG Li, WANG Zhongke, et al (3279)
The community characteristics of <i>Calligonum roborowskii</i> A. Los in Tarim Basin	Gulnur Sabirhazi, PAN Borong, DAUN Shimin (3288)
Stability analysis of mine ecological industrial symbiotic system	SUN Bo, WANG Guangcheng (3296)

《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,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,280 页,国内定价 70 元/册,全年定价 1680 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 32 卷 第 10 期 (2012 年 5 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 10 (May, 2012)

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:1000717	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