

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 31 卷 第 20 期 Vol.31 No.20 2011

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报 (SHENTAI XUEBAO)

第31卷 第20期 2011年10月 (半月刊)

目 次

- 洋山港潮间带大型底栖动物群落结构及多样性 王宝强,薛俊增,庄 骅,等 (5865)
天津近岸海域夏季大型底栖生物群落结构变化特征 冯剑丰,王秀明,孟伟庆,等 (5875)
基于景观遗传学的滇金丝猴栖息地连接度分析 薛亚东,李 丽,李迪强,等 (5886)
三江平原湿地鸟类丰富度的空间格局及热点地区保护 刘吉平,吕宪国 (5894)
江苏沿海地区耕地景观生态安全格局变化与驱动机制 王 千,金晓斌,周寅康 (5903)
广州市主城区树冠覆盖景观格局梯度 朱耀军,王 成,贾宝全,等 (5910)
景观结构动态变化及其土地利用生态安全——以建三江垦区为例 林 佳,宋 戈,宋思铭 (5918)
基于景观安全格局的香格里拉县生态用地规划 李 晖,易 娜,姚文璟,等 (5928)
苏南典型城镇耕地景观动态变化及其影响因素 周 锐,胡远满,苏海龙,等 (5937)
放牧干扰下若尔盖高原沼泽湿地植被种类组成及演替模式 韩大勇,杨永兴,杨 杨,等 (5946)
放牧胁迫下若尔盖高原沼泽退化特征及其影响因子 李 珂,杨永兴,杨 杨,等 (5956)
近20年广西钦州湾有机污染状况变化特征及生态影响 蓝文陆 (5970)
万仙山油松径向生长与气候因子的关系 彭剑峰,杨爱荣,田沁花 (5977)
50年来山东塔山植被与物种多样性的变化 高 远,陈玉峰,董 恒,等 (5984)
热岛效应对植物生长的影响以及叶片形态构成的适应性 王亚婧,范连连 (5992)
遮荫对濒危植物崖柏光合作用和叶绿素荧光参数的影响 刘建锋,杨文娟,江泽平,等 (5999)
遮荫对3年生东北铁线莲生长特性及品质的影响 韩忠明,赵淑杰,刘翠晶,等 (6005)
云雾山铁杆蒿茎叶浸提液对封育草地四种优势植物的化感效应 王 辉,谢永生,杨亚利,等 (6013)
杭州湾滨海滩涂盐基阳离子对植物分布及多样性的影响 吴统贵,吴 明,虞木奎,等 (6022)
藏北高寒草原针茅属植物AM真菌的物种多样性 蔡晓布,彭岳林,杨敏娜,等 (6029)
成熟马占相思林的蒸腾耗水及年际变化 赵 平,邹绿柳,饶兴权,等 (6038)
荆条叶性状对野外不同光环境的表型可塑性 杜 宁,张秀茹,王 炜,等 (6049)
短期极端干旱事件干扰后退化沙质草地群落恢复力稳定性的测度与比较 张继义,赵哈林 (6060)
滨海盐碱地土壤质量指标对生态改良的响应 单奇华,张建锋,阮伟建,等 (6072)
退化草地阿尔泰针茅与狼毒种群的小尺度种间空间关联 赵成章,任 琦 (6080)
延河流域植物群落功能性状对环境梯度的响应 龚时慧,温仲明,施 宇 (6088)
臭氧胁迫使两优培九倒伏风险增加——FACE研究 王云霞,王晓莹,杨连新,等 (6098)
甘蔗//大豆间作和减量施氮对甘蔗产量、植株及土壤氮素的影响 杨文亭,李志贤,舒 磊,等 (6108)
湿润持续时间对生物土壤结皮固氮活性的影响 张 鹏,李新荣,胡宜刚,等 (6116)
锌对两个品种茄子果实品质的效应 王小晶,王慧敏,王 菲,等 (6125)
 Cd^{2+} 胁迫对银芽柳PSⅡ叶绿素荧光光响应曲线的影响 钱永强,周晓星,韩 蕾,等 (6134)
紫茉莉对铅胁迫生理响应的FTIR研究 薛生国,朱 锋,叶 晟,等 (6143)

- 结缕草对重金属镉的生理响应 刘俊祥,孙振元,巨关升,等 (6149)
两种大型真菌子实体对 Cd²⁺ 的生物吸附特性 李维焕,孟凯,李俊飞,等 (6157)
富营养化山仔水库沉积物微囊藻复苏的受控因子 苏玉萍,林慧,钟厚璋,等 (6167)
一种新型的昆虫诱捕器及其对长足大竹象的诱捕作用 杨瑶君,刘超,汪淑芳,等 (6174)
光周期对梨小食心虫滞育诱导的影响 何超,孟泉科,花蕾,等 (6180)
农林复合生态系统防护林斑块边缘效应对节肢动物的影响 汪洋,王刚,杜瑛琪,等 (6186)
中国超大城市土地利用状况及其生态系统服务动态演变 程琳,李锋,邓华锋 (6194)
城市综合生态风险评价——以淮北市城区为例 张小飞,王如松,李正国,等 (6204)
唐山市域 1993—2009 年热场变化 贾宝全,邱尔发,蔡春菊 (6215)
基于投影寻踪法的武汉市“两型社会”评价模型与实证研究 王茜茜,周敬宣,李湘梅,等 (6224)
长株潭城市群生态屏障研究 夏本安,王福生,侯方舟 (6231)
基于生态绿当量的城市土地利用结构优化——以宁国市为例 赵丹,李锋,王如松 (6242)
基于 ARIMA 模型的生态足迹动态模拟和预测——以甘肃省为例 张勃,刘秀丽 (6251)

专论与综述

- 孤立湿地研究进展 田学智,刘吉平 (6261)
甲藻的异养营养型 孙军,郭术津 (6270)
生态工程领域微生物菌剂研究进展 文娅,赵国柱,周传斌,等 (6287)
我国生态文明建设及其评估体系研究进展 白杨,黄宇驰,王敏,等 (6295)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 440 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 49 * 2011-10



封面图说:壶口瀑布是黄河中游流经秦晋大峡谷时形成的一个天然瀑布。此地两岸夹山,河底石岩上冲刷成一巨沟,宽达 30 米,深约 50 米,最大瀑面 3 万平方米。滚滚黄水奔流至此,倒悬倾注,若奔马直入河沟,波浪翻滚,惊涛怒吼,震声数里可闻。其形其声如巨壶沸腾,故名壶口。300 余米宽的滚滚黄河水至此突然收入壶口,有“千里黄河一壶收”之说。

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

刘吉平, 吕宪国. 三江平原湿地鸟类丰富度的空间格局及热点地区保护. 生态学报, 2011, 31(20): 5894-5902.
Liu J P, Lü X G. Study on the spatial pattern of wetland bird richness and hotspots in Sanjiang Plain. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(20): 5894-5902.

三江平原湿地鸟类丰富度的空间格局及热点地区保护

刘吉平¹, 吕宪国^{2,*}

(1. 吉林师范大学旅游与地理科学学院, 四平 136000;

2. 中国科学院湿地生态与环境重点实验室, 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130012)

摘要: 全球气候变化和人类的开垦开发活动使湿地生物多样性遭到严重的干扰和破坏, 导致生物多样性空间分布格局及热点地区的保护成为研究的热点。在对三江平原湿地鸟类预测的基础上, 利用空间自相关方法分析三江平原湿地鸟类丰富度的空间分布格局, 并找出湿地鸟类多样性的热点地区及优先保护顺序。研究结果表明, 三江平原湿地鸟类丰富度高高集聚区主要分布在保护区及周边地区、河流和湖泊沿岸, 是新建和扩建自然保护区的最佳区域。湿地鸟类丰富度高低集聚区主要分布在农田景观中, 将它们设立成微型保护地块对于区域景观生态安全具有重要意义; 利用湿地鸟类物种丰富度、国家级保护湿地鸟类、生境类型和结构、距最近保护区距离、破碎度、干扰度等指标, 在研究区内共找到 13 个热点地区, 总面积为 1018.7 km², 占研究区总面积的 8%; 利用系统聚类分析, 将 13 个热点地区划分成 3 种优先保护顺序。构建的小区域范围内寻找生物多样性热点地区的方法, 为相关部门更有效地进行湿地生物多样性的保护和管理提供科学依据。

关键词: 湿地鸟类丰富度; 热点地区; 空间格局; 空间自相关; GAP 分析

Study on the spatial pattern of wetland bird richness and hotspots in Sanjiang Plain

LIU Jiping¹, LÜ Xianguo^{2,*}

1 College of Geography and Tourism, Jilin Normal University, Siping 136000, China

2 Key Laboratory of Wetland Ecology and Environment, Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, China

Abstract: The wetland biodiversity had been severely disturbed and destroyed due to the global climate change, land reclamation and exploitation activities. Wetland biodiversity conservation was increasingly concerned for its functions and service values those have been recognized and accepted widely. The key issues about wetland biodiversity conservation concerning were to how the wetland biodiversity spatial pattern to distribute and where hotspots to identified. The spatial pattern of wetland bird diversity was analyzed by using the spatial autocorrelation model with the combination of forecasting the wetland bird distribution provided by GAP analysis. The hotspots and superior conservation order of bird diversity were identified by using GIS technology. The study results indicated that the high-high wetland bird richness focusing field was the best place for build or enlarge nature reserves where main distributed around protected areas and coastal rivers, the high-low wetland bird richness focusing field was the best place for build micro-scale protected area where mainly in the agricultural landscape. 13 hotspots were identified by using the indicators as followings: wetland bird richness, nationally protected birds, habitat types and structural, the closest distance from hotspot to nature reserve, fragmentation, disturbances, etc. The total area of hotspots was 1018.7 km², accounting for 8% of the total research area. 13 hotspots were divided into three kinds of superior conservation order of biodiversity using by system cluster analysis. In conclusion,

基金项目: 国家自然科学基金项目(41071037, 40830535); 吉林师范大学科研创新团队项目(JSDCXTD2011-07); 研究生创新科研计划项目(201111)

收稿日期: 2011-06-25; 修订日期: 2011-07-11

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

the study put forward to scientific evidence for the protection and management of wetland biodiversity in Sanjiang Plain, and developed and enriched the theories and methods of Chinese biodiversity protection.

Key Words: wetland bird richness; hotspots; spatial pattern; spatial autocorrelation model; GAP analysis

全球气候变化使高纬度地区湿润半湿润的三江平原生态环境恶化,特别是近30a以来极端气候事件频发、破碎化加重造成生物多样性减少,导致生物多样性空间分布格局及热点地区的保护成为研究的热点^[1]。生物多样性热点地区是本地物种多样性最丰富的地区或是特有物种集中分布地区^[2],是具有一个或多个物种丰富度轴、地方动植物特有分布水平上的、数种稀有或受到威胁和将受威胁物种的地理区域,这些地区生物多样性具有不可替代性与不可恢复性,所以经济发展造成热点地区生物多样性损失是不可接受的。热点地区在土地管理实践中,是最优先保护的地区,生物多样性保护的优先地区及其优先次序的主要标准是物种多样性高、特有物种多、受到灭绝威胁严重的地区^[3]。现在对于热点地区的研究主要集中在如何找到最优方法和理论来确定优先保护生物多样性的热点地区^[4],国内外学者对此进行了大量研究,提出了一些理论与方法,如基于生态区的保护理论^[5]、GAP分析技术^[6]、系统保护规划方法^[7]等,但这些理论与方法主要是针对大尺度、研究范围特别大的区域而提出的,而对范围相对较小的区域应用性不强,本研究选在三江平原东北部12 800km²的区域范围内,以期构建一种小区域范围内寻找生物多样性热点地区的方法。

本文在对三江平原湿地鸟类预测的基础上,利用空间自相关方法分析三江平原湿地鸟类丰富度的空间分布格局,并找出湿地生物多样性的热点地区及优先保护顺序。准确可靠地掌握生物多样性空间分布格局是生物多样性保护科学决策的基础,是生物多样性功能评价的基本研究内容。生物多样性保护优先区的确定,有助于明确最急需保护的区域,为相关部门更有效地利用有限的保护资源提供科学依据。

1 研究区域和方法

1.1 研究区域

三江平原是由黑龙江、松花江和乌苏里江汇流冲积而形成的沼泽化低平原,是我国最大的淡水湿地分布区之一,在《中国生物多样性保护计划》和《中国生物多样性国情研究报告》中,根据物种丰富度和特有物种的数量将三江平原确定为湿地生物多样性的关键地区之一^[8],2001年,三江、兴凯湖、洪河三个国家级自然保护区被列入拉姆萨国际重要湿地名录。因此选择三江平原作为研究区,具有其典型性和代表性。

本研究区位于三江平原东北部,黑龙江省抚远县和同江市境内,黑龙江和乌苏里江汇流的三角地带,地理坐标为47°19'47"–48°27'56"N,132°49'59"–135°05'26"E(图1),总面积为12800km²,人口15.5万。本区为寒温带湿润半湿润大陆性季风气候,其特点是春季降水少,夏季短暂,雨热同季,秋季凉爽,寒潮和初霜较早,冬季漫长,严寒而干燥。多年平均气温为1—2℃,最冷月为1月,平均为-21.2℃,最热月为7月,为21.7℃。多年平均降雨量为595.7mm,降雨量年内分配不均,主要集中在7、8月。全年平均蒸发量为1241mm,主要集中在5、6月份。全年日照时数2552h,霜期平均为136d,盛行偏西风,全年平均风速为3.5m/s。全年土壤结冻期210d,积雪期150d,土壤最大冻深212cm。研究区以低冲积平原为主,地势由西南向东北倾斜,地貌类型包括河漫滩、阶地、台地、低山、丘陵等,以一级阶地、河漫滩和洼地为主体。主要的湿地土壤类型为潜育化白浆土、沼泽土和泥炭土,植物区系组成属于长白植物区系。主要景观类型为沼泽、灌丛、林地、河流、湖泊、农田、居民点等。研究区内野生动物资源丰富,兽类12科37种;鸟类46科215种;爬行类3科5种;两栖类4科8种;鱼类17科77种;昆虫41科126种。属国家一级保护鸟类4种(中华秋沙鸭、白尾海雕、金雕和丹顶鹤),国家二级保护鸟类21种。

研究区主要有两个国家级湿地自然保护区:洪河湿地自然保护区和三江湿地自然保护区。洪河自然保护区位于我国三江平原的东北部,地处抚远县和同江市的交界处,47°42'18"–47°52'07"N,133°34'38"–133°46'29"E,总面积为218.36km²。三江自然保护区位于黑龙江省抚远县和同江市境内,地处三江平原东北部,黑龙

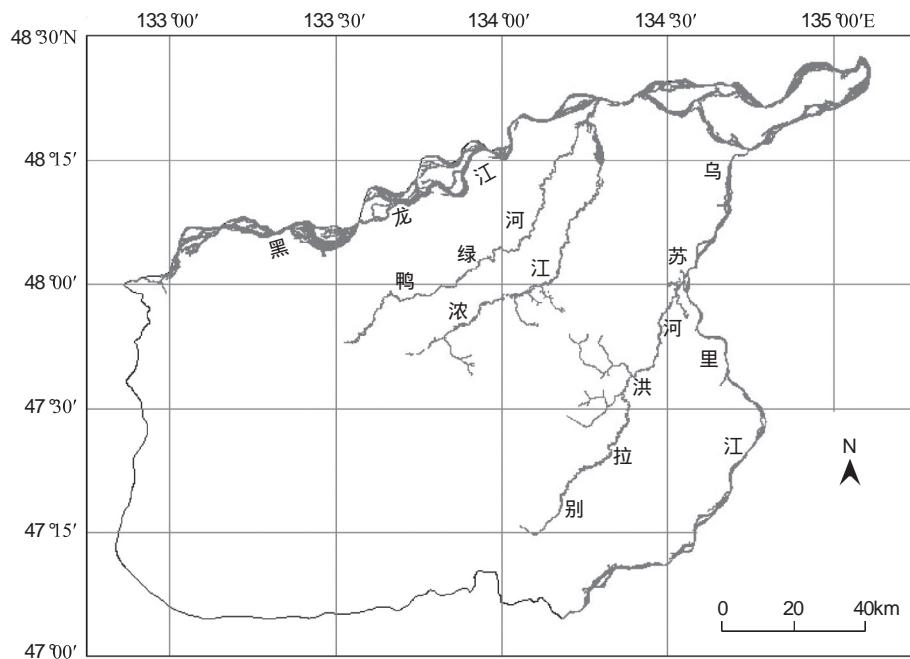


图1 研究区域示意图

Fig. 1 Location of study area in the Sanjiang Plain

江和乌苏里江汇流的三角地带,地理坐标为 $47^{\circ}26'0''$ — $48^{\circ}22'50''\text{N}$, $133^{\circ}43'20''$ — $134^{\circ}46'40''\text{E}$,总面积为 1980.89km^2 。

1.2 研究方法

1.2.1 湿地鸟类丰富度的预测

研究区的湿地鸟类物种名录是对《洪河自然保护区生物多样性》(1999年)、《洪河自然保护区科学考察报告》(1999年)、《三江自然保护区科学考察报告》(1998年)、《中国沼泽志》(1999年)整理的基础上,结合实际野外调查(2002年湿地GEF项目调查)而建立的鸟类多样性数据库,湿地鸟类物种名录与相关文献^[9-11]中记载的本研究区鸟类资料基本相符。三江平原湿地鸟类丰富度是GAP分析所提供的^[12],利用面积相等的六边形作为预测评价单元,应用物种-生境模型对湿地鸟类在六边形内出现与否进行预测,然后对其求和,利用ArcGIS软件将其与预测单元图进行连接,便可得到研究区的湿地鸟类物种丰富度分布状况。经2004年野外调查检验,平均预测精度达92.05%,预测精度较高,可满足本文研究的需要。本文中湿地鸟类丰富度定义为六边形内出现的湿地鸟类种数。由于湿地鸟类物种名录和湿地鸟类与生境关系的数据大部分是1999年和2002年的野外调查数据,因此采用2000年TM/ETM影像作为数据源,在2004年野外调查检验时,研究区内地表覆盖状况变化不大,2000年的遥感数据可以满足本文的需要。

1.2.2 空间自相关分析

空间自相关性使用全局和局部两种指标来度量,全局指标用于探测整个研究区域的空间模式,使用单一的值来反映该区域的自相关程度;局部指标计算每一个空间单元与邻近单元就某一属性的相关程度。表示空间自相关的指标和方法很多,其中最常用的是Moran's *I*指数。Moran's *I*指数是用于衡量空间要素的相互关系,与一般统计学中相关系数类似,其值在 ± 1 之间。大于零且显著则表明正相关,反之为负相关,经检验不显著的则表明不存在空间相关性。

全局 Moran's *I* 指数的计算公式:

$$\text{Moran's } I = \frac{N \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N W_{ij}) \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (i \neq j) \quad (1)$$

局部 Moran's I 的计算公式为:

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{\delta} \sum_j W_{ij} (x_j - \bar{x}) \quad (2)$$

式中, x_i 和 x_j 分别是 i 和 j 所在位置的观测值, W_{ij} 为权重, δ 为 x_i 的标准差。

1.2.3 湿地鸟类丰富度热点地区的确定

三江平原湿地鸟类丰富度的热点地区主要是指那些分布在保护区之外、生物多样性较丰富、对环境变化反应较敏感的地区。将研究区的生境图、湿地鸟类物种丰富度图、国家级保护鸟类分布图相叠加,在保护区外寻找生境多样性高、鸟类物种丰富度高、具有稀有濒危湿地鸟类分布、人类活动干扰较弱的地区,这些地区就是生物多样性的热点地区。

将热点地区分布图与生境类型图在 ArcGIS 软件里相叠加,根据属性表统计出各热点地区面积、生境类型数、主要生境类型及主要生境类型占热点地区的比例、香农多样性指数和破碎度。将热点地区分布图与湿地鸟类物种丰富度图相叠加,根据属性表统计各热点地区湿地鸟类平均物种丰富度。根据各热点地区的生境类型数、鸟类物种平均丰富度、香农多样性指数、距最近保护区距离,在 SPSS 里进行系统聚类,根据聚类结果,进行热点地区优先保护顺序的划分。

2 结果与分析

2.1 三江平原湿地鸟类丰富度的空间分布格局

利用 ArcGIS 软件制作出三江平原湿地鸟类丰富度分布图(图 2)。利用顺序量表法将三江平原湿地鸟类丰富度分成 4 种类型:(1)湿地鸟类最高丰富区,主要指物种丰富度 ≥ 59 的地区,主要分布在大的河流和湖泊及其周边地区。由图 2 可以看出,湿地鸟类最高丰富区主要分布在黑龙江、乌苏里江、别拉洪河、浓江、鸭绿河的河曲带及低河漫滩上。湿地鸟类最高丰富区面积为 958 km^2 ,约占全区总面积的 7.5%;(2)湿地鸟类较高丰富区,主要指物种丰富度介于 40—58 之间的地区,主要分布在高河漫滩、低阶地、沼泽洼地上,从生境来看,主要分布在沼泽生境、沼泽化草甸生境和岛状林生境。湿地鸟类较高丰富区面积为 3182 km^2 ,约占全区总面积的 24.9%;(3)湿地鸟类中等丰富区,主要指物种丰富度介于 22—39 之间的地区,主要分布高阶地、低山丘陵、台地及冲积洪积平原上,从生境来看,主要是在典型草甸、灌丛、大片林地、江心岛上。湿地鸟类中等丰富区面积为 2757 km^2 ,约占全区总面积的 21.5%;(4)湿地鸟类低丰富区,主要指物种丰富度小于 22 的地区,主要是人工生境,如农田、城镇、农村居民点等,这些地区受人类影响较大,湿地鸟类受此影响较严重,物种丰富度较小。湿地鸟类低丰富区面积较大,为 5898 km^2 ,约占全区总面积的 46.1%。

总体说来,湿地鸟类丰富的地区主要分布在水域及其周边的沼泽地区,或一些岛状林与沼泽洼地组合结构较复杂的地区。从区位上说,湿地鸟类丰富地区主要集中在研究区的中部和东部地区,而西部与南部湿地鸟类丰富度较低。

2.2 三江平原湿地鸟类丰富度的空间自相关分析

空间自相关分析是检验具有空间位置的某要素的观测值是否显著地与其相邻空间点上的观测值相关联。采用每个评价单元的二元邻接矩阵作为空间权重阵,使用 GeoDa 软件,利用公式(1)计算湿地鸟类丰富度的全局 Moran's I 指数,并对其进行检验。结果表明,湿地鸟类丰富度全局空间自相关系数为 0.5764,在 0.001 水平上显著。

由于全局指标有时会掩盖局部状态的不稳定性,因此在很多场合需要采用局部指标来探测空间自相关。三江平原湿地鸟类丰富度局部 Moran's I 指数显著的区域如图 3 所示,并对其分成 4 类。

由图 3 可以看出,高高集聚是指湿地鸟类丰富度高值被高值包围的区域,主要分布在保护区及周边地区、

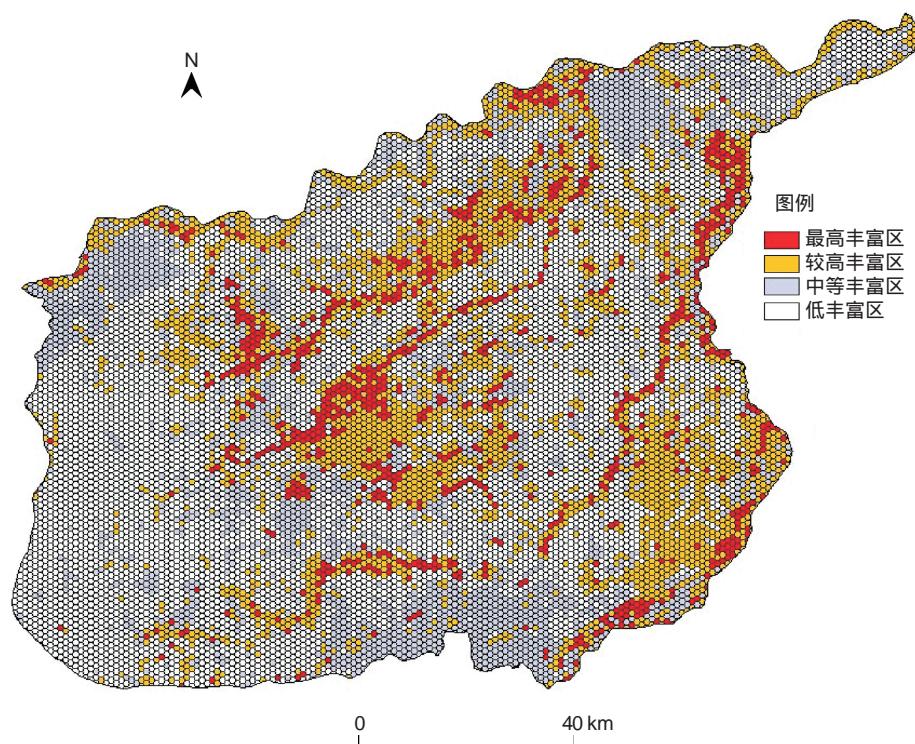


图2 研究区湿地鸟类物种丰富度图
Fig. 2 Wetland bird richness in study area

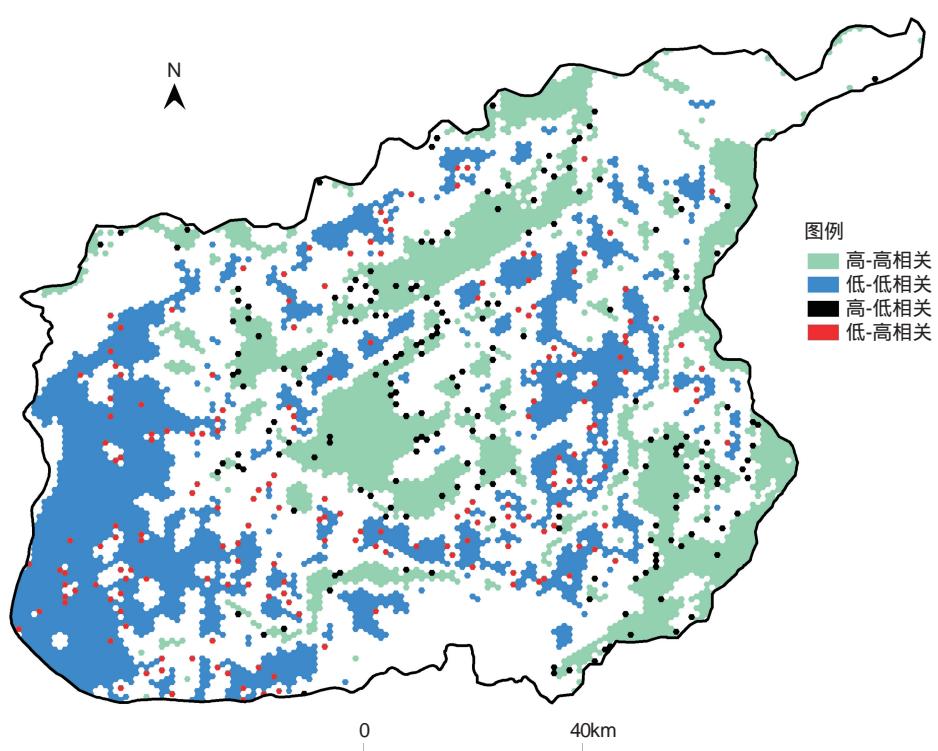


图3 研究区湿地鸟类物种丰富度局部空间自相关类型图
Fig. 3 Local spatial autocorrelation types of wetland bird species richness in study area

河流和湖泊沿岸,这些地区是较高湿地鸟类丰富度聚集的地区,而且大部分分布在保护区的周边地区,因此它们是新建和扩建自然保护区的最佳区域;低低集聚的湿地鸟类丰富度主要分布在研究区的西部地区和两个保护区之间,这里由于人为干扰较强,生境不利于湿地鸟类的生存,造成较低湿地鸟类丰富度与较低湿地鸟类丰富度相邻,这些地区是湿地鸟类丰富度的“低谷”地区;低高集聚是指被高值包围的低值区域,主要分布在保护区的周边地区及河流沿岸,这些地区也是最容易进行湿地恢复的地区;高低集聚是指被低值包围的高值区域,主要分布在低低集聚的周边或内部,主要是指位于农田景观中的特殊类型,如小片洼地、水体岸边、环型湿地等,它们是景观生态安全格局中的战略点^[13],在这些关键地段设立微型保护地块对整个生物保护和形成景观基础具有一定的意义。

2.3 三江平原湿地生物多样性的热点地区

本研究主要按以下原则寻找湿地生物多样性热点地区和优先保护地区:(1)生物多样性的各种成分都很丰富的地区。要保护不同尺度的生物多样性,如生态系统尺度上的多样性(主要以生境多样性来指示)和物种尺度上的多样性(主要以湿地鸟类作为“指示”群体)等;(2)充分保护容易绝灭的物种。一些濒危、稀有的物种和对环境变化反应较敏感的本地物种,由于人类的干扰,这些物种分布的适宜生境的质量较低,面积较小,在热点地区要充分考虑对这些物种的保护;(3)在已保护系统中没有表现或充分表现出来的生物多样性成分。主要指在保护区中所占比例较小的已保护的湿地生态系统或鸟类物种的保护;(4)将湿地生物多样性的保护

与投资结合起来。在选择热点地区时,要寻找那些远离人类现在或未来的干扰、保护成本较低而保护效果较好的地区。

按照以上原则,利用 ArcGIS 软件,得到研究区热点地区分布图(图 4)。

从图 4 可以看出,研究区的热点地区主要分布在保护区周边及大的河流沿岸地区。研究区共有 13 块热点地区,总面积为 1018.7km²,占研究区总面积的 8%,这些热点地区大小不一,基本上是生物多样性丰富、人类干扰强度较弱而又具有一些稀有濒危物种分布的地区,这些热点地区是现在或未来应优先保护的地区。

2.4 三江平原湿地生物多样性热点地区保护的优先顺序

三江平原热点地区各指标统计结果如表 1 所示,破碎度和干扰度的计算见参考文献^[14]。按表 1 中的指标在 SPSS 里进行系统聚类,得到如图 5 所示的结果。

根据聚类结果,将热点地区分为 3 个类型(图 6):第 1 种类型是最应优先保护的热点地区,这样的热点地区大都分布在保护区周边,物种丰富度较高、生境类型复杂、人类干扰较弱,这些地区应首先得到保护;第 2 种类型是应优先保护的热点地区,距离保护区也较近,但物种丰富度不如类型(1)丰富,人类干扰相对较强;第 3 种类型是中等优先保护的热点地区,与前两种类型相比,物种丰富度相对较低,距离保护区相对较远,受人类干扰影响较大,恢复起来需要投入极大的人力和物力,是未来应保护的地区。

3 结论与讨论

本文在对三江平原湿地鸟类预测的基础上,利用空间自相关方法分析三江平原湿地鸟类丰富度的空间分布格局,并找出湿地生物多样性的热点地区及优先保护顺序。得出如下结论:(1)湿地鸟类高高集聚区是新建和扩建自然保护区的最佳区域,低低集聚区是湿地鸟类丰富度的“低谷”地区,低高集聚区是最容易进行湿地恢复的地区,高低集聚区主要分布在农田小片洼地、水体岸边、环型湿地等;(2)研究区共有 13 块热点地区,总面积为 1018.7km²,占研究区总面积的 8%,主要分布在保护区周边及大的河流沿岸地区;(3)利用系统

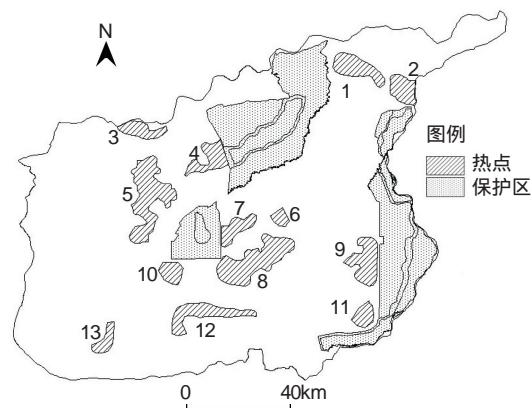


图 4 研究区热点地区分布图

Fig. 4 The hotspot in study area

聚类法将13块热点地区分成3种类型,即最优先保护的热点地区、优先保护的热点地区和中等优先保护的热点地区,应首先将最优先保护的热点地区进行合理保护。

表1 热点地区各指标统计

Table 1 The statistical index of hotspot

编号 No.	面积 /km ²	主要生境类型/%	生境类 型数	国家级保 护鸟类 种数	鸟类物种 平均 丰富度	香农多样 性指数	距最近 保护区 距离/km	破碎度	平均 干扰度	优先 保护顺序
1	98.6	灌丛/21.6	9	9	49	1.19	10.2	0.12	0.18	2
2	69.2	苔草沼泽/59.7	12	8	52	1.36	6.2	0.14	0.72	3
3	59.6	常年河流/47.0	12	12	40	1.53	24.0	0.16	0.95	3
4	79.8	苔草沼泽/64.9	8	20	50	1.03	4.0	0.35	1.31	1
5	221.1	苔草沼泽/19.2	11	6	41	1.66	15.4	0.18	1.52	3
6	23.8	沼泽草甸/47.5	4	15	44	1.06	16.0	0.28	1.10	1
7	62.0	苔草沼泽/58.8	8	18	47	1.27	5.4	0.20	0.79	1
8	214.4	苔草沼泽/54.8	11	10	43	1.29	11.4	0.09	1.53	2
9	111.8	苔草沼泽/73.7	8	12	49	0.88	4.6	0.10	1.09	2
10	47.5	沼泽草甸/36.0	5	14	37	1.42	4.4	0.29	2.04	1
11	43.5	苔草沼泽/75.0	4	17	51	0.72	4.8	0.22	1.20	1
12	116.7	苔草沼泽/68.4	11	9	47	1.06	17.4	0.12	1.63	3
13	40.2	沼泽草甸/63.0	8	5	34	1.16	36.1	0.15	1.80	3

优先保护顺序1指最应优先保护的热点地区;优先保护顺序2指应优先保护的热点地区;优先保护顺序3指中等优先保护的热点地区

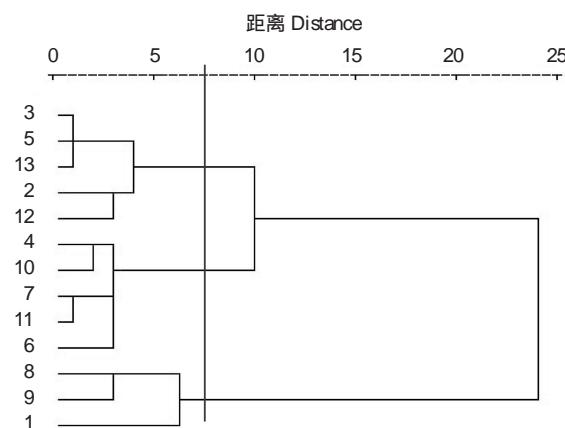


图5 热点区系统聚类图
Fig. 5 The system cluster of hotspot

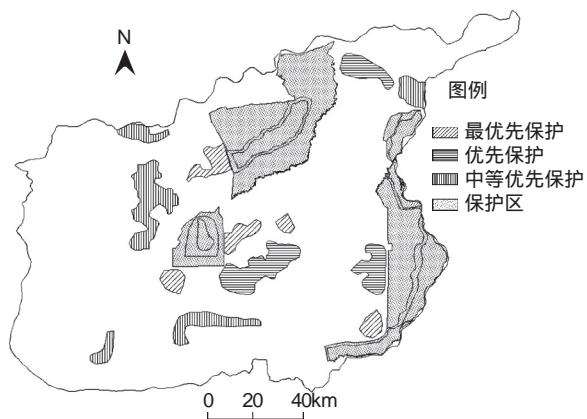


图6 研究区湿地生物多样性热点地区保护的优先顺序
Fig. 6 The protected order of wetland biodiversity hotspot

由于热点的概念较好地反映了保护的有效性和优先性原则^[15],我国学者对区域热点地区的确定及其优先保护顺序进行了系统研究。研究范围覆盖了中国($9.6 \times 10^6 \text{ km}^2$)^[16-17]、西部地区($6.85 \times 10^6 \text{ km}^2$)^[18]、长江流域($2.143 \times 10^6 \text{ km}^2$)^[19-22]、东北地区($9.329 \times 10^5 \text{ km}^2$)^[23]、黄淮海地区($5.3 \times 10^5 \text{ km}^2$)^[24]、三江源地区($3.18 \times 10^5 \text{ km}^2$)^[25]、安徽省($1.39 \times 10^5 \text{ km}^2$)^[26]、海南岛($3.392 \times 10^4 \text{ km}^2$)^[27]、尤溪县($3.463 \times 10^3 \text{ km}^2$)^[28]、北京市($1.64 \times 10^4 \text{ km}^2$)^[29]等区域,确定生物多样性热点地区的方法有综合分析法^[18]、系统保护规划法^[23-24]、系统保护规划与专家参与的方法^[21]、野外调查及GIS空间分析相结合方法^[25,27-29]、文献资料与GIS空间分析相结合方法^[16-17,26]、生态区保护方法^[22]、GAP分析^[19-20]等。以上研究中,除李迪强等的研究区域是县域尺度外,其它的研究区域范围都比较大,是在大尺度上进行的研究,对保护区的宏观规划和保护政策的制定具有积极意义,但对自然保护区选址的具体界线的确定具有一定的限制,本文提出的小区域范围内热点地区及其优先保

护顺序的方法,对于自然保护区的建立或扩建具体界线的确定,具有一定的指导意义。本文热点地区的选取指标包括湿地鸟类物种丰富度、国家级保护鸟类的分布、生境类型和结构、已有自然保护区、干扰等,是综合前人研究提出来的,而且是可量化的指标,具有一定的可操作性。同时本文将空间自相关引入湿地鸟类丰富度空间分布格局的研究,对于保护区的选址、景观生态安全设计、湿地恢复等都具有重要意义。

近些年来未对三江平原进行系统的湿地鸟类资源调查,受资料的限制本文所用的湿地鸟类名录大部分是2000年左右的,资料的现实性受到一定影响。

References:

- [1] Löbel S, Snäll T, Rydin H. Species richness patterns and metapopulation processes-evidence from epiphyte communities in boreo-nemoral forests. *Ecography*, 2006, 29(2): 169-182.
- [2] Myers N, Mittermeier R A, Mittermeier C G, da Fonseca G A B, Kent J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 2000, 403(6772): 853-858.
- [3] Moran D, Pearce D, Wendelaar A. Global biodiversity priorities: a cost-effectiveness index for investments. *Global Environmental Change*, 1996, 6(2): 103-119.
- [4] Reid W V. Biodiversity hotspots. *Trends in Ecology and Evolution*, 1998, 13: 275-280.
- [5] Ricketts T H, Dinerstein E, Olson D M, Loucks C. Terrestrial ecoregions of North America: a conservation assessment. Washington DC: Island Press, 1999.
- [6] Scott J M, Davis F, Csutí B, Noss R, Butterfield B, Groves C, Anderson H, Caicco S, D'Erchia F, Edwards T C Jr, Ulliman J, Wright R G. Gap analysis: a geographic approach to protection of biological diversity. *Wildlife Monographs*, 1993, 123(123): 1-41.
- [7] Margules C R, Pressey R L. Systematic conservation planning. *Nature*, 2000, 405(6783): 243-253.
- [8] Li D Q, Song Y L. Review on hot spot and GAP analysis. *Chinese Biodiversity*, 2000, 8(2): 208-214.
- [9] Zhu B G, Li X M, Jiang M, Wu H T, Yang Y. Bird diversity in Nongjiang River wetland ecological corridor and its surrounding in the Sanjiang Plain in spring. *Wetland Science*, 2009, 7(3): 191-196.
- [10] Hua Y, Li X M, Liu X C, Shun Z Y. Comparison of bird diversity during spring and autumn in Honghe Nature Reserve. *Journal of Northeast Forestry University*, 2006, 34(3): 23-28.
- [11] Wang L, Li M S, Liu Z X, Quan W H. Migratory waterfowl in spring in Sanjiang Nature Reserve. *Chinese Journal of Wildlife*, 2007, 28(3): 11-14.
- [12] Liu J P, Li C, Liu Q F, Yu Y. GAP analysis of wetland bird habitat diversity in Sanjiang Plain. *The 16th International Conference on Geoinformatics and Joint Conference on GIS and Built Environment (Geoinformatics 2008)*. 2008.
- [13] Liu J P, Lü X G, Yang Q, Wang H X. Wetland landscape ecological security patterns analysis and plan in Northeast of Sanjiang Plain. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(3): 1083-1090.
- [14] Liu J P, Lü X G, Liu Q F, Gao J Q. Spatial autocorrelation analysis of wetland bird diversity in Bielahong Basin. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(10): 2647-2655.
- [15] Li Z Q, Ouyang Z Y, Zheng H Q. Assessment methods for territorial biodiversity hotspot based on species richness at broad scale. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(6): 1586-1593.
- [16] Chen Y, Chen A P, Fang J Y. Geographical distribution patterns of endangered fishes, amphibians, reptiles and mammals and their hotspots in China: a study based on "China Red Data Book of Endangered Animals". *Biodiversity Science*, 2002, 10(4): 359-368.
- [17] Xu W H, Ouyang Z Y, Huang H, Wang X K, Miao H, Zheng H. Priority analysis on conserving China's terrestrial ecosystems. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(1): 271-280.
- [18] Liu G C, Chen J W. Assessment and classification of biodiversity hot spots of West China. *Journal of West China Forestry Science*, 2004, 33(3): 18-25.
- [19] Xu W H, Ouyang Z Y, Zhang L, Li Z Q, Xiao Y, Zhu C Q. Spatial distribution and priority areas analysis for key protection species in Yangtze Basin. *Research of Environmental Sciences*, 2010, 23(3): 312-319.
- [20] Li X W, Zheng Y, Zhao Z K, Li C. The Gap analysis of wetland conservation and its conservation network building in Central Yangtze Ecoregion. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(12): 4979-4989.
- [21] Zhang L, Ouyang Z Y, Xu W H, Li Z Q, Zhu C Q. Biodiversity priority areas analysis for amphibians and reptiles in the Yangtze Basin based on systematic conservation planning idea. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2010, 19(9): 1020-1027.

- [22] Wu B, Zhu C Q, Li D Q, Dong K, Wang X L, Shi P L. Setting biodiversity conservation priorities in the Forests of the Upper Yangtze Ecoregion based on ecoregion conservation methodology. *Biodiversity Science*, 2006, 14(2) : 87-97.
- [23] Luan X F, Huang W N, Wang X L, Liu M C, Liu S R, Wu B, Li D Q. Identification of hotspots and gaps for biodiversity conservation in Northeast China based on a systematic conservation planning methodology. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(1) : 144-150.
- [24] Song X L, Li X W, Zhang M X, Zhang L N, Li D L. Systematic conservation pattern for the wetland biodiversity in HuangHuaiHai Region, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(15) : 3953-3965.
- [25] Liu M C, Li D Q, Wen Y M, Luan X F. Assessment of the priorities of species diversity conservation in Sanjiangyuan Region by GIS. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2006, 20(4) : 51-54.
- [26] Zhang Y Y, Zhou L Z, Wang Q S, Wang X J, Xing Y J. Distribution pattern and hotspot analysis of breeding birds in Anhui Province. *Biodiversity Science*, 2008, 16(3) : 305-312.
- [27] Zhang G G, Liang W, Liu D P, Chu G Z, Shu W B, Kilburn M. Assessing biodiversity of wintering waterbirds and conservation priorities in Hainan Island. *Scientia Silvae Sinicae*, 2006, 42(2) : 78-82.
- [28] Li D Q, Lin Y H, Lu J. Assessing biodiversity conservation priorities in Youxi County. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(8) : 1315-1322.
- [29] Xing S H, Lin D Y, Xian D Y, Cui G F. Priority area assessment for plant biodiversity conservation in Beijing. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(10) : 5299-5312.

参考文献:

- [8] 李迪强, 宋延龄. 热点地区与 GAP 分析研究进展. *生物多样性*, 2000, 8(2) : 208-214.
- [9] 朱宝光, 李晓民, 姜明, 武海涛, 杨阳. 三江平原浓江河湿地生态廊道区及其周边春季鸟类多样性研究. *湿地科学*, 2009, 7(3) : 191-196.
- [10] 华彦, 李晓民, 刘学昌, 孙志勇. 洪河自然保护区春秋季节鸟类多样性比较. *东北林业大学学报*, 2006, 34(3) : 23-28.
- [11] 王丽, 李梦莎, 刘尊显, 权万浩. 黑龙江三江自然保护区春季水禽迁徙初步研究. *野生动物*, 2007, 28(3) : 11-14.
- [13] 刘吉平, 吕宪国, 杨青, 王海霞. 三江平原东北部湿地生态安全格局设计. *生态学报*, 2009, 29(3) : 1083-1090.
- [14] 刘吉平, 吕宪国, 刘庆风, 高俊琴. 别拉洪河流域湿地鸟类丰富度的空间自相关分析. *生态学报*, 2010, 30(10) : 2647-2655.
- [15] 李智琦, 欧阳志云, 曾慧卿. 基于物种的大尺度生物多样性热点研究方法. *生态学报*, 2010, 30(6) : 1586-1593.
- [16] 陈阳, 陈安平, 方精云. 中国濒危鱼类、两栖爬行类和哺乳类的地理分布格局与优先保护区域——基于《中国濒危动物红皮书》的分析. *生物多样性*, 2002, 10(4) : 359-368.
- [17] 徐卫华, 欧阳志云, 黄璜, 王效科, 苗鸿, 郑华. 中国陆地优先保护生态系统分析. *生态学报*, 2006, 26(1) : 271-280.
- [18] 刘广超, 陈建伟. 我国西部地区生物多样性热点地区的评定与划分. *西部林业科学*, 2004, 33(3) : 18-25.
- [19] 徐卫华, 欧阳志云, 张路, 李智琦, 肖懿, 朱春全. 长江流域重要保护物种分布格局与优先区评价. *环境科学研究*, 2010, 23(3) : 312-319.
- [20] 李晓文, 郑钰, 赵振坤, 黎聪. 长江中游生态区湿地保护空缺分析及其保护网络构建. *生态学报*, 2007, 27(12) : 4979-4989.
- [21] 张路, 欧阳志云, 徐卫华, 李智琦, 朱春全. 基于系统保护规划理念的长江流域两栖爬行动物多样性保护优先区评价. *长江流域资源与环境*, 2010, 19(9) : 1020-1027.
- [22] 吴波, 朱春全, 李迪强, 董珂, 王秀磊, 石培礼. 长江上游森林生态区生物多样性保护优先区确定——基于生态区保护方法. *生物多样性*, 2006, 14(2) : 87-97.
- [23] 栾晓峰, 黄维妮, 王秀磊, 刘敏超, 刘世荣, 吴波, 李迪强. 基于系统保护规划方法东北生物多样性热点地区和保护空缺分析. *生态学报*, 2009, 29(1) : 144-150.
- [24] 宋晓龙, 李晓文, 张明祥, 张黎娜, 李东来. 黄淮海地区湿地系统生物多样性保护格局构建. *生态学报*, 2010, 30(15) : 3953-3965.
- [25] 刘敏超, 李迪强, 温琰茂, 栾晓峰. 基于 GIS 的三江源地区物种多样性保护优先性分析. *干旱区资源与环境*, 2006, 20(4) : 51-54.
- [26] 张有瑜, 周立志, 王岐山, 王新建, 邢雅俊. 安徽省繁殖鸟类分布格局和热点区分析. *生物多样性*, 2008, 16(3) : 305-312.
- [27] 张国钢, 梁伟, 刘冬平, 楚国忠, 苏文拔, Kilburn M. 海南岛越冬水鸟多样性和优先保护地区分析. *林业科学*, 2006, 42(2) : 78-82.
- [28] 李迪强, 林英华, 陆军. 尤溪县生物多样性保护优先地区分析. *生态学报*, 2002, 22(8) : 1315-1322.
- [29] 邢韶华, 林大影, 鲜冬娅, 崔国发. 北京山地植物多样性优先保护地区评价. *生态学报*, 2009, 29(10) : 5299-5312.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31 ,No. 20 October ,2011(Semimonthly)
CONTENTS

Community structure and diversity of macrobenthos in the intertidal zones of Yangshan Port	WANG Baoqiang, XUE Junzeng, ZHUANG Hua, et al (5865)
Variation characteristics of macrobenthic communities structure in tianjin coastal region in summer	FENG Jianfeng, WANG Xiuming, MENG Weiqing, et al (5875)
Analysis of habitat connectivity of the Yunnan snub-nosed monkeys (<i>Rhinopithecus bieti</i>) using landscape genetics	XUE Yadong, LI Li, LI Diqiang, WU Gongsheng, et al (5886)
Study on the spatial pattern of wetland bird richness and hotspots in Sanjiang Plain	LIU Jiping, LÜ Xianguo (5894)
Dynamic analysis of coastal region cultivated land landscape ecological security and its driving factors in Jiangsu	WANG Qian, JIN Xiaobin, ZHOU Yinkang (5903)
Landscape pattern gradient on tree canopy in the central city of Guangzhou, China	ZHU Yaojun, WANG Cheng, JIA Baoquan, et al (5910)
Research on dynamic changes of landscape structure and land use eco-security:a case study of Jiansanjiang land reclamation area	LIN Jia, SONG Ge, SONG Siming (5918)
Shangri-La county ecological land use planning based on landscape security pattern	LI Hui, YI Na, YAO Wenjing, WANG Siqi, et al (5928)
Changes of paddy field landscape and its influence factors in a typical town of south Jiangsu Province	ZHOU Rui, HU Yuanman, SU Hailong, et al (5937)
Species composition and succession of swamp vegetation along grazing gradients in the Zoige Plateau, China	HAN Dayong, YANG Yongxing, YANG Yang, et al (5946)
Characteristics and influence factors of the swamp degradation under the stress of grazing in the Zoige Plateau	LI Ke, YANG Yongxing, YANG Yang, et al (5956)
Variation of organic pollution in the last twenty years in the Qinzhous bay and its potential ecological impacts	LAN Wenlu (5970)
Response of radial growth Chinese pine (<i>Pinus tabulaeformis</i>) to climate factors in Wanxian Mountain of He'nan Province	PENG Jianfeng, YANG Airong, TIAN Qinhua (5977)
Vegetation and species diversity change analysis in 50 years in Tashan Mountain, Shandong Province, China	GAO Yuan, CHEN Yufeng, DONG Heng, et al (5984)
Effect of urban heat island on plant growth and adaptability of leaf morphology constitute	WANG Yating, FAN Lianlian (5992)
Effects of shading on photosynthetic characteristics and chlorophyll fluorescence parameters in leaves of the endangered plant <i>Thuja sutchuenensis</i>	LIU Jianfeng, YANG Wenjuan, JIANG Zeping, et al (5999)
Effects of shading on growth and quality of triennial <i>Clematis manshurica</i> Rupr.	HAN Zhongming, ZHAO Shujie, LIU Cuijing, et al (6005)
Allelopathic effect of extracts from <i>Artemisia sacrorum</i> leaf and stem on four dominant plants of enclosed grassland on Yunwu Mountain	WANG Hui, XIE Yongsheng, YANG Yali, et al (6013)
Effects of soil base cation composition on plant distribution and diversity in coastal wetlands of Hangzhou Bay, East China	WU Tonggui, WU Ming, YU Mukui, et al (6022)
Species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi of <i>Stipa</i> L. in alpine grassland in northern Tibet in China	CAI Xiaobu, PENG Yuelin, YANG Minna, et al (6029)
Water consumption and annual variation of transpiration in mature <i>Acacia mangium</i> Plantation	ZHAO Ping, ZOU Lvliu, RAO Xingquan, et al (6038)
Foliar phenotypic plasticity of a warm-temperate shrub, <i>Vitex negundo</i> var. <i>heterophylla</i> , to different light environments in the field	DU Ning, ZHANG Xiuru, WANG Wei, et al (6049)

An case study on vegetation stability in sandy desertification land: determination and comparison of the resilience among communities after a short period of extremely aridity disturbanc	ZHANG Jiyi, ZHAO Halin (6060)
Response of soil quality indicators to comprehensive amelioration measures in coastal salt-affected land	SHAN Qihua, ZHANG Jianfeng, RUAN Weijian, et al (6072)
Fine-scale spatial associations of <i>Stipa krylovii</i> and <i>Stellera chamaejasme</i> population in alpine degraded grassland	ZHAO Chengzhang, REN Heng (6080)
The response of community-weighted mean plant functional traits to environmental gradients in Yanhe river catchment	GONG Shihui, WEN Zhongming, SHI Yu (6088)
Ozone stress increases lodging risk of rice cultivar Liangyoupeiji: a FACE study	WANG Yunxia, WANG Xiaoying, YANG Lianxin, et al (6098)
Effect of sugarcane//soybean intercropping and reduced nitrogen rates on sugarcane yield, plant and soil nitrogen	YANG Wenting, LI Zhixian, SHU Lei, et al (6108)
Effect of wetting duration on nitrogen fixation of biological soil crusts in Shapotou, Northern China	ZHANG Peng, LI Xinrong, HU Yigang, et al (6116)
Effects of zinc on the fruits' quality of two eggplant varieties	WANG Xiaojing, WANG Huimin, WANG Fei, et al (6125)
Rapid light-response curves of PS II chlorophyll fluorescence parameters in leaves of <i>Salix leucopithecia</i> subjected to cadmium-ion stress	QIAN Yongqiang, ZHOU Xiaoxing, HAN Lei, et al (6134)
Physiological Response of <i>Mirabilis jalapa</i> Linn. to Lead Stress by FTIR Spectroscopy	XUE Shengguo, ZHU Feng, YE Sheng, et al (6143)
Physiological response of <i>Zoysia japonica</i> to Cd ²⁺	LIU Junxiang, SUN Zhenyuan, JU Guansheng, et al (6149)
Biosorption of Cd ²⁺ using the fruiting bodies of two macrofungi	LI Weihuan, MENG Kai, LI Junfei, et al (6157)
Factors regulating recruitment of <i>Microcystis</i> from the sediments of the eutrophic Shanzai Reservoir	SU Yuping, LIN Hui, ZHONG Houzhang, et al (6167)
A new type of insect trap and its trapping effect on <i>Cyrtotrachelus buqueti</i>	YANG Yaojun, LIU Chao, WANG Shufang, et al (6174)
Photoperiod influences diapause induction of Oriental Fruit Moth(Lepidoptera: Tortricidae)	HE Chao, MENG Quanke, HUA Lei, et al (6180)
Influence of edge effects on arthropods communities in agroforestry ecological systems	WANG Yang, WANG Gang, DU Yingqi, et al (6186)
Dynamics of land use and its ecosystem services in China's megacities	CHENG Lin, LI Feng, DENG Huafeng (6194)
Comprehensive assessment of urban ecological risks: the case of Huaibei City	CHANG Hsiaofei, WANG Rusong, LI Zhengguo, et al (6204)
The dynamics of surface heat status of Tangshan City in 1993—2009	JIA Baoquan, QIU Erfa, CAI Chunju (6215)
A projection-pursuit based model for evaluating the resource-saving and environment-friendly society and its application to a case in Wuhan	WANG Qianqian, ZHOU Jingxuan, LI Xiangmei, et al (6224)
Research on ecological barrier to Chang-Zhu-Tan metropolitan area	XIA Benan, WANG Fusheng, HOU Fangzhou (6231)
Optimization of urban land structure based on ecological green equivalent: a case study in Ningguo City, China	ZHAO Dan, LI Feng, WANG Rusong (6242)
Dynamic ecological footprint simulation and prediction based on ARIMA Model: a case study of Gansu Province, China	ZHANG Bo, LIU Xiuli (6251)
Review and Monograph	
A prospect for study on isolated wetland	TIAN Xuezhi, LIU Jiping (6261)
Dinoflagellate heterotrophy	SUN Jun, GUO Shujin (6270)
Research progress of microbial agents in ecological engineering	WEN Ya, ZHAO Guozhu, ZHOU Chuanbin, et al (6287)
The progress of ecological civilization construction and its indicator system in China	BAI Yang, HUANG Yuchi, WANG Min, et al (6295)

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

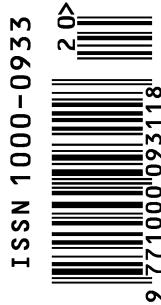
编辑部主任 孔红梅

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 20 期 (2011 年 10 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 20 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