

ISSN 1000-0933  
CN 11-2031/Q

# 生态学报

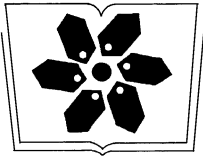
## Acta Ecologica Sinica



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

(SHENGTAI 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..... 王亚婷,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 珩 (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<sup>2+</sup> 胁迫对银芽柳 PS II 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 Cd <sup>2+</sup> 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)
<b>专论与综述</b>	
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

田学智, 刘吉平. 孤立湿地研究进展. 生态学报, 2011, 31(20): 6261-6269.

Tian X Z, Liu J P. A prospect for study on isolated wetland. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(20): 6261-6269.

## 孤立湿地研究进展

田学智, 刘吉平\*

(吉林师范大学旅游与地理科学学院, 四平 136000)

**摘要:** 孤立湿地作为湿地的重要组成部分, 在人类社会发展中作用逐渐凸显。对术语“孤立湿地”的定义国外进行较早, 美国官方将孤立湿地定义为与可流动水体不相邻或不通过地表水相联系的湿地, 而我国仅提出了与孤立湿地相关的概念, 如“环型湿地”、“碟型洼地”、湿地的“景观破碎化”等。孤立湿地的类型与特征研究相对较少, 没有形成完整的理论体系, 仅提出孤立性、水文连通性、生物连通性等特征。孤立湿地的功能研究是孤立湿地研究的重点, 从孤立湿地的气候、水文和水质、生境等功能进行阐述。对于孤立湿地的保护, 国外已有明确的法律和相应的措施, 而我国在此方面需要进一步完善。通过对孤立湿地的定义、类型、特征、功能和保护进行了综述, 并对未来我国孤立湿地研究的热点和方向进行了初步展望。

**关键词:** 孤立湿地; 类型; 功能; 湿地保护

### A prospect for study on isolated wetland

TIAN Xuezhi, LIU Jiping\*

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

**Abstract:** As an important part of the wetlands, isolated wetland's role is growing up in human society. The research of the definition "isolated wetland" was conducted abroad earlier, The CROPS considered it to be those that are not adjacent to navigable water or not connected via surface water. However, China only put forward some related concepts, such as "Annular Wetlands", "Dish-Like Depression", "Fragmentation of Wetland Landscape" and so on. There is little research on the type and theory of the isolated wetland at home and abroad, at the same time, it doesn't form a complete theoretical system, the researchers only proposed some characteristics, such as isolation, hydrology connectivity, biological connectivity, etc. The function research is the focus of the isolated wetland research, this paper briefly expounds the climate function, hydrology and water quality function, habitat function, etc. For the protection of isolated wetlands, foreign countries have formulated definite laws and the corresponding measures, but our country need improvement in this aspect. Through introducing the definition, type, characteristic, function and protection of isolated wetland, this paper discusses the potential trend of hot issue and direction in future research.

**Key Words:** isolated wetland; type; function; protection of wetland

近几十年来, 随着全球气候变化、人类活动的加剧, 湿地景观结构正在发生严重变化, 除保护区和人类活动较少的地区外, 大面积湿地已严重破碎化, 破碎化后的湿地面积较小、相对分散, 与大面积湿地形成最明显的对比, 即形成孤立湿地。“系统结构决定系统功能”的原理是系统论的基本原理之一, 孤立湿地独特的景观结构形成独特的系统功能, 即调节局地气候、生物“踏脚石”、维持特有种等, 这些独特的生态功能对于维持生态系统平衡和促进人类发展都具有重要意义。本文从概念、类型、特征、功能和保护等方面阐述孤立湿地的研

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(41071037); 吉林师范大学研究生创新科研计划项目(201111)

**收稿日期:** 2011-06-20; **修订日期:** 2011-07-19

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

究进展,以期对我国孤立湿地的相关研究提供帮助。

## 1 孤立湿地定义及类型的研究进展

### 1.1 国外孤立湿地的定义

国外对术语“孤立湿地”的提出较早,并对孤立湿地做了大量的调查研究。在研究初期,对孤立湿地的认识较浅,认为“孤立湿地”并不是一个精确地、科学地、严谨地术语,仅仅用它来表述那些与下游河流或海湾不相连的湿地或池塘,通常这样的湿地或池塘形成凹陷的景观并形成隔离。进一步研究得出孤立仅仅是程度上的问题,所以很难对孤立湿地作出科学定义<sup>[1]</sup>。随后,美国国家研究委员会根据对湿地特征和界线的研究,把孤立湿地简单定义为:不与其它水体相邻的湿地<sup>[2]</sup>。同时在此阶段其他研究人员对孤立湿地也进行了描述,他们认为孤立湿地是“罕见和高度分散的栖息地”<sup>[3]</sup>、“高度分离的池塘”<sup>[4]</sup>、“陆地景观中的岛屿”<sup>[5]</sup>。随着研究的深入,Tiner 指出术语“孤立湿地”可以通过各类范畴定义,因次,各个领域对孤立湿地都做了相关研究。从地理学、景观学、地貌学的角度而言,Tiner 认为孤立湿地就是周围被高地所包围的湿地<sup>[6]</sup>,如草原壶穴湿地、干盐湖、壶型泡泽等;从水文学的角度来看,孤立湿地被定义为与其它湿地或水体没有表层水或地下水联系的湿地,Cook 就提出了“水文孤立湿地”的概念<sup>[7]</sup>;从水文学和地貌学的角度看,Snodgrass 提出了名词“凹洼孤立湿地”,即在平均地表水水平下不通过地表水与其它水生环境相联系的湿地<sup>[8]</sup>;从生态学角度来定义湿地的孤立性更加复杂,因为需要对物理、化学或其它遗传物质交流的屏障进行分析;许多景观生态学家认为,孤立系统是与其周围环境没有物质或能量交换的系统<sup>[9]</sup>,从这点上讲,任何湿地都不可能是绝对意义上的孤立。

通过以上研究,美国陆军工程兵团(CROPS)对孤立湿地作出定义,他们认为孤立湿地是指那些与可流动水体不相邻或不通过地表水相联系的湿地,如沼泽、湖泊等<sup>[10]</sup>,但美国华盛顿运输部却引用 Corson 对孤立湿地定义提出的指标来定义孤立湿地<sup>[11]</sup>,即单独地下水或泉水补给的湿地;季节降水或邻近高地局部径流补给的湿地;对外无排水系统的湿地;湿地被高地显著包围;季节径流对湿地暂时性补给;湿地被高地土壤和植被群落所包围。虽然美国各领域学者和美国政府都对孤立湿地做出了相关定义,但在科学理论界还存在较大争议,未能就孤立湿地的定义作出科学、严谨和统一的阐释。

### 1.2 国内孤立湿地的定义

术语“孤立湿地”在我国文献中也有出现,但都仅是特征意义上的孤立湿地,与概念“孤立湿地”存在较大差距<sup>[12-13]</sup>。但我国关于孤立湿地相关的研究进展多年,提出了许多与“孤立湿地”相关的概念,如“环型湿地”<sup>[14-21]</sup>、“碟型洼地”<sup>[15,18-19,22]</sup>、湿地的“景观破碎化”<sup>[16,23-24]</sup>等。

环型湿地是三江平原湿地的重要组成部分<sup>[18]</sup>,主要分布在高漫滩、低阶地及沼泽化平原、河流的水分线上<sup>[14-15]</sup>,以明水面为中心,以岛状林为边界,地势逐渐升高,积水逐渐减少,在景观上具有同心圆环状分布的湿生植被和土壤类型的碟型洼地。具有面积小、生物多样性丰富、环境梯度变化较大和环境变化反应敏感等特点<sup>[15]</sup>。碟型洼地既是环型湿地的一种地貌类型<sup>[19]</sup>,也是三江平原湿地类型之一。碟型洼地四周地势较高,植被发育、洼地积水,并有泥炭沉积且厚度较大,其形状呈圆形或椭圆形,一般长 200—300m,宽 100—200m,分布较集中<sup>[25]</sup>,对全球碳循环和生物多样性保护具有重要作用。

景观破碎化是指由于自然或人文因素的干扰所导致景观由简单趋于复杂的过程,即景观由单一、均质和连续的整体趋向于复杂、异质和不连续的斑块镶嵌体的过程<sup>[23]</sup>,景观破碎化是一个连续的过程<sup>[16]</sup>。在湿地景观研究中,无论是自然湿地还是人工湿地,景观破碎化都相当严重,形成许多孤立的湿地景观斑块<sup>[26]</sup>。同时,研究表明人类活动和自然扰动是湿地景观破碎化的两大驱动因子,以人类活动为主,特别是对湿地进行农业开垦,使湿地微地貌产生差异性,从而使农田中出现水力联系并未阻隔但并不连续存在的湿地景观<sup>[16]</sup>,这种湿地景观已成为三江平原湿地景观的主体<sup>[27]</sup>。对湿地景观破碎化进行分析,可以正确评价人类活动对湿地景观的干扰程度,这对于引导人类遵循自然规律,合理调控人类开发活动和维持湿地景观稳定性具有重要意义<sup>[24]</sup>。

综上所述,孤立湿地的定义仍是一个有争议的学术问题,在此,综合以上各位学者的观点,把孤立湿地定义为与其它水体缺乏联系且在景观上相对孤立的湿地。孤立湿地的定义包含两方面含义:一方面是水文方面,孤立湿地与非孤立湿地的区别在于孤立湿地与外界缺乏直接的表面水联系或者是这种联系只有在特定条件下才有可能发生;另一方面是空间方面,孤立湿地的最大特征是孤立性,说明了孤立湿地与非孤立湿地的最大区别在于孤立湿地存在景观空间隔离。

### 1.3 孤立湿地的类型

孤立湿地的研究中涉及类型研究的方面较少,还没有一个比较明确的且得到大家公认的分类方法。在一般情况下,人们都是以各种要素直接定义孤立湿地,如草原壶穴湿地即草原中形如壶穴的湿地、干盐湖即孤立的小型盐湖等以特征命名、德尔玛瓦海湾等以地名命名、季节融水沼泽等则以时间要素命名等等<sup>[1,28]</sup>,这种分类虽然比较直观,但在理论研究中无法得到深入应用。

在国外,各领域学者还提出不同的孤立湿地分类,如 Cook 提出“水文孤立湿地”<sup>[7]</sup>、Tinner 提出“地理孤立湿地”<sup>[6]</sup>、Snodgrass 提出“凹洼孤立湿地”<sup>[8]</sup>等;在国内,我国学者在对三江平原湿地研究中,提出环型湿地、湿地的景观破碎化,在环型湿地的研究中,又提出碟型洼地、环形洼地<sup>[14-22,27]</sup>。

显然这些研究都无法对孤立湿地的类型作出准确表述,这以成为孤立湿地研究的一个“瓶颈”。在此引入 Forman 在景观生态学中对景观斑块的分类方法对孤立湿地作出简单分类<sup>[29]</sup>。从人类干扰程度出发把孤立湿地分为四种类型,即残留孤立湿地即由大面积人类活动造成湿地破碎化而残留的小面积孤立湿地;干扰孤立湿地即由局部性干扰造成的小面积孤立湿地;环境资源孤立湿地即由于自然环境不平衡形成的孤立湿地;人为引入孤立湿地即由于人类有意或无意在局部引入的孤立湿地。

## 2 孤立湿地特征及功能的探讨

### 2.1 孤立湿地的特征

孤立湿地是一种独特的湿地景观,它有许多大面积完整湿地所不具备的特征。孤立性是孤立湿地最基本的特征。湿地孤立性是一个连续统一体,使得可以通过空间数据库来定量分析,最普遍的对湿地孤立性的计算方法,就是应用湿地间的最小邻近距离。如果生物的迁移运动通过廊道而便利,或受到屏障物的阻碍,沿着廊道的距离或障碍物周围的距离将更能够准确地反映分散性<sup>[30]</sup>。从依赖湿地生存的动物的角度来看,孤立性是关于周围湿地的数量、湿地间的距离、地表覆被的性质和特定物种的活动能力的函数。孤立性也可以通过影响复合种群而对湿地功能起作用。生境斑块间的孤立程度直接影响到物种的扩散,也就对复合种群具有最基本的影响。由于孤立湿地生境斑块间孤立程度存在差异,因此孤立湿地是一种相对孤立的湿地,与其它水生生境或多或少发生一定的物质、信息和能量的交换<sup>[31]</sup>。可能他们之间交流的廊道是暂时性、间歇性或季节性的,但足以证明孤立湿地的相对孤立性。

生态学家、水文学家和地理学家对孤立湿地的相对孤立做了一系列的研究,证明孤立湿地无论是通过浅层地下水、深层地下水还是地表水,与其它孤立生境都存在水文连通性<sup>[32]</sup>,如 PPR 中就是通过浅层地下水使湿地之间进行连系,而佛罗里达州岩溶池塘则通过深层地下水,且水位变化很大<sup>[33]</sup>。但不可否认像干盐湖地下水交流就很少,因为它的基质是不透水的粘土<sup>[34]</sup>。Leibowitz 和 Vining 在 1996 年就发现北达科塔州中部区域 28% 的孤立湿地在高水位时有间歇性表层水连系<sup>[35]</sup>。他们认为这种间歇性连系在干湿循环的湿循环阶段时常发生,在这个阶段各种湿地,如草原壶穴沼泽<sup>[36]</sup>、季节融水沼泽<sup>[37]</sup>等,都会通过溪流、地表漫流等途径与其它水生生境发生交流,因此孤立湿地具有水文连通性。

由于孤立湿地之间存在水文连通性,所以对于孤立湿地的生物来说就有了迁移的廊道<sup>[9]</sup>。同时,孤立湿地某些动物的迁移也可能是出于自身的需要,如鸟类可能为了觅食、选择避难所、筑巢和饲养后代不断改变栖息地,从而完成了孤立湿地的生物连通<sup>[38]</sup>。有时生物迁移还可以反映生境条件的好坏,因为个体的迁移有可能是由于捕食压力或生境过度拥挤所致<sup>[39]</sup>。大多数学者研究认为生物连通性主要集中发生在那些通过空气或地面传播的再生体或有机体上面,同时他们注意到湿地间表层水的连系成为为湿地生物传播、迁移服务的

主要廊道之一<sup>[9]</sup>,如佛罗里达州,间歇性洪水期,鱼就可以通过排水沟进入孤立湿地。Snodgrass 对卡罗莱纳海湾的调查发现,频繁和长期持续的地表水交流,是此处孤立湿地鱼类丰富度极高的主要原因<sup>[8]</sup>。孤立湿地与其它水生或陆生生态系统也时常发生生物连系,如许多动物(两栖动物等)在不同历史阶段对栖息地有不同的要求,从而完成水、陆生态系统的交流。因此,孤立湿地存在生物连通性。

## 2.2 孤立湿地的功能

### 2.2.1 气候功能

孤立湿地对保持全球碳平衡具有重要作用。在我国环型湿地的研究中发现,环型湿地的高势能区为好氧高温区,阳光充足,湿地植被通过光合作用向大气释放大量氧气,同时,湿地植物残体完全分解释放出二氧化碳和甲烷,有机碳储存较少,成为“碳”源;从边缘高势能好氧高温区向低势能厌氧低温区过渡,阳光减弱,湿地植物光合作用逐渐减小,湿地植物残体分解不完全,并以有机碳的形式储存起来,形成“碳”汇,这种“源汇”形式有利于全球碳平衡<sup>[19-20,40]</sup>。

孤立湿地可以调节小气候。湿地表面的水汽蒸发、热量交换以及植被的蒸腾作用等都会直接或间接地影响区域气候环境。植物的蒸腾作用可以把一部分水分蒸发到大气中,参加大气水循环过程,提高大气湿度,以降水的形式返回到周围环境中,起到湿润环境和调控温度的作用,促使当地气候趋于稳定<sup>[41]</sup>。因此,孤立湿地周围地区相对温和湿润。

### 2.2.2 水文、水质功能

孤立湿地可以调节径流、均化洪峰。孤立湿地的水分转化主要存在两种形式:一是通过蒸散进入大气,二是通过渗漏进入地下潜水层。由于基质不同,有的孤立湿地只存在一种形式,如干盐湖、季节融水沼泽和海湾湿地等,它们的基质是很难透水的地质结构或土壤,但对于大多数孤立湿地来说以上两种方式都存在,并且在调节径流和均化洪峰方面发挥一定作用。蒸散作用可以使径流总体积减小,而渗漏作用可以减缓洪水前进的速度,同时大量孤立湿地群的存在可以储存过量水,湿地植被也可以减缓流速等<sup>[42]</sup>,这些作用共同工作,可以推迟洪水的推进时间,从而减少洪水的潜在灾害风险。

孤立湿地具有蓄水和自身调温功能。在对三江平原环型湿地和沼泽湿地的研究中发现,环型湿地具有特殊的结构,使其有着巨大的储水和自身调温功能,既是在高温干旱的季节,由于湿地表面的须根层有隔离的空间,阻止了温度的传导,减少了下层水的蒸发,使湿地可以保持适当的水量和温度<sup>[19]</sup>。同时,沼泽湿地的土壤具有强大的持水性,高出一般土壤 2—8 倍<sup>[43]</sup>,高出一般矿质土壤 2—3 倍,其中泥炭土和泥炭沼泽土持水性较大<sup>[44]</sup>,因此具有强大的蓄水功能。

孤立湿地还具有净化、过滤功能。Cook 研究发现通过表面水与其它孤立湿地联系或存在土壤水联系的地理孤立湿地比较水文孤立湿地有较高的电导率和 Ph 值,并且湿地越小越明显<sup>[7]</sup>;孤立湿地也是一个“沉积箱”、“转换器”,在水文波动期间,可以通过拦蓄径流中悬浮物,移出和固定营养物、有毒物质,沉淀沉积物等,降低水中营养物质、有毒物质及污染物含量或使其转化成为其它存在形式<sup>[45]</sup>;孤立湿地通常与区域排污系统相连,因此,孤立湿地就成为当地有机质、污染物的分解池,在一般情况下,中等尺度的非点源输入的有机质、污染物可以被孤立湿地本身净化,也可能通过水文廊道与其它水体进行净化交流,从而完成水体清洁、环境净化的功能<sup>[46]</sup>。此外,孤立湿地晨雾还可以去除大气中的扬尘和颗粒物等物质,净化空气,提高生存环境质量<sup>[47]</sup>。

### 2.2.3 生境功能

孤立湿地有利于生物多样性的保护。不同的水文、生物特点,不同的孤立湿地类型造就了孤立湿地不同的生境条件,而生境多样性对生物多样性的保护方面有重大作用<sup>[48-49]</sup>,如壶穴沼泽、干盐湖、海湾等孤立湿地的水文条件不同、覆盖条件不同,从而形成满足各种生物需求的生境条件,相应的物种丰富度就得到了提高。Levins 于 1970 年在景观生态学中引入复合种群概念<sup>[50]</sup>,随着研究的深入,表明复合种群受景观斑块面积影响较小,而景观斑块的隔离程度起到根本性作用,如 Thomas 对 3 种蝴蝶复合种群动态研究表明,斑块面积大

小与局域种群大小无关<sup>[51]</sup>;孔雀等人发现当岛屿面积增大到一定程度时,植物群落增加速度减缓,说明斑块面积对物种丰富度的影响不起主要作用<sup>[52]</sup>。同时,破碎化的湿地景观斑块有较多的“边缘区域”,斑块的“边缘效应”可能容纳更多样的物种<sup>[27]</sup>。因此,孤立湿地可以保持物种的丰富度,有利于生物多样性的保护。

孤立湿地是生物迁徙的“踏脚石”。Davis 等研究表明星罗棋布的孤立湿地为水禽的迁徙提供了一系列的“踏脚石”<sup>[53-54]</sup>。高密度的小型孤立湿地对其他动物也发挥着重要的功能。Semlitsch 等论述了小面积的孤立湿地对两栖类动物的重要性<sup>[55]</sup>。不同类型的小面积孤立湿地为多种类的两栖类动物的积聚提供了生境,产生了大量的动物幼体(这对维持种群十分必要),同时为两栖类动物的扩散起到重要的“踏脚石”作用。三江平原已对湿地进行了大规模开发,但由于碟型洼地地势较低、面积较小、温度不高、积水较多,不利于农作物生长,从而在农田中保存下来,这些碟型洼地为水禽的迁徙提供落脚地<sup>[19]</sup>。

孤立湿地有利于独特种的保护。孤立湿地的第一特征就是孤立性,这种地理上的隔离有利于边缘种的生存和保护,从而形成地方性独特种。Gibbs 对缅因州中部湿地的研究表明,大量的小孤立湿地为濒临灭绝的物种提供了寻找新的栖息地的机会<sup>[56]</sup>。Jenny 等研究表明澳大利亚西南部有数千个不同大小、水文和水化学的湿地<sup>[57]</sup>。面积较小、季节性和不肥沃的湿地具有较丰富的无脊椎动物群落,而在面积较大且永久向阳的水域支持较丰富且数量较多的水鸟群落,较丰富的植物群落出现在季节性或暂时性湿地中。大量小面积的孤立湿地的存在增加了当地物种生存的机率。

孤立湿地除具有以上三大功能外,沿海孤立湿地如三角洲孤立湿地、海湾孤立湿地、盐沼等都具有独特的生境条件,形成独特的地貌景观,它们在抵御自然灾害,降低风浪强度,削弱海浪和水流的冲击,防止海岸线侵蚀,减少经济损失等方面作用明显<sup>[50]</sup>;城市孤立湿地在城市景观建设、城市文化保留、市民休闲娱乐和提高自然科学知识方面具有积极作用等<sup>[60]</sup>。

综上所述,各领域学者对孤立湿地功能的已进行大量研究,但对孤立湿地功能的形成机制研究不够深入,除个别功能(调节小气候、生物“踏脚石”、维持特有种等)外,其它功能与非孤立湿地功能相似性极高,使孤立湿地在社会发展和湿地保护中无法得到足够的重视,因此加强孤立湿地功能形成机制的研究从而确立孤立湿地特有功能是孤立湿地研究急需解决的问题。

### 3 孤立湿地保护的研究

美国是联邦政体的国家,对于湿地保护,形成以宪法为基础,联邦、州三级保护体系,其中联邦政府颁布了一系列法律,如《河流域港口法》、《国家环境政策法》、《鱼类和野生动物协作法》、《清洁水法》、《粮食安全法》、《税收改革法》和 2012 年农业发展规划等,其中《清洁水法》的 404 条款,明确提出对孤立湿地的管理权,后三个法案是针对农业“湿地破坏者”提出的,要求农业开发要以农田湿地保护和恢复为基础,以上这些法案的提出明确了对孤立湿地保护的重视<sup>[58]</sup>。

我国也有相应的保护法律,如《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国野生动物保护法》和《中华人民共和国水法》等,但都没有把孤立湿地作为单独的湿地类型进行保护<sup>[59]</sup>。同时,牛振国等人对全国 9hm<sup>2</sup> 以上的水面、沼泽等湿地进行初步遥感制图,而 9hm<sup>2</sup> 以下的湿地并未纳入遥感制图范围<sup>[60]</sup>。2010 年国家林业局发布的《全国湿地资源调查技术规程(试行)》中对我国湿地进行分类即近海与海岸湿地、河流湿地、湖泊湿地、沼泽湿地和人工湿地,并未把孤立湿地单独分类<sup>[61]</sup>。以上说明我国对孤立湿地的研究与保护重视程度不足,这种不足导致我国在孤立湿地保护方面存在诸多问题,如由于孤立湿地资源监测能力不足、管理机制缺乏、法律和法规不完善导致孤立湿地过度开发、面积数量不断减少、水体污染加剧、环境不断恶化等<sup>[62-63]</sup>。

针对以上孤立湿地保护中存在的问题,我国应调整相应的政策。其实在 2004 年我国湿地香山科学会议上已将破碎化后的湿地景观斑块的管理与恢复列为我国未来湿地领域的优先发展方向之一<sup>[64]</sup>,但国家投入和重视程度不足,因此,我国应该加大孤立湿地重要性的宣传力度,完善相应的管理机制、检测体制和法律、法规,增加孤立湿地恢复和科研投入,加强国际交流与合作<sup>[62-63,65-67]</sup>。围绕以上措施我国可以借鉴“资源-环境-



经济-文化”、“环境影响评价制度”、“污染物总排放量控制”、“环境法典化”等模式<sup>[68]</sup>,最终达到孤立湿地保护与经济腾飞的“双赢”。

#### 4 展望

通过对国内外孤立湿地定义、类型、特征、功能和保护的论述,可以了解到我国孤立湿地的研究相对较少,但孤立湿地已成为我国湿地的重要组成部分,并在维持生态平衡和促进社会发展方面发挥着重要作用,因此,我国应把加强孤立湿地研究作为湿地研究的重要一环。

##### (1) 加强孤立湿地定义与类型的研究

国外对术语“孤立湿地”的研究较早,但还未形成科学的、统一的定义,在学术界仍存在较大争议,在国内术语“孤立湿地”在研究中应用较少,但随着这种湿地景观地位的凸显,其定义的理论研究必不可少。对于孤立湿地的类型,国外学者仅从各自领域出发,没有行成系统的理论体系,而在国内湿地类型中并没有孤立湿地,湿地调查和遥感解译时,对孤立湿地存在遗漏,这都成为我国孤立湿地研究的障碍,因此,应综合各学科、各领域的观点对孤立湿地作出类型划分,以便对今后孤立湿地的研究提供理论依据。

##### (2) 促进孤立湿地结构和功能研究的社会化

国外科学家对孤立湿地的结构和功能都做了大量研究,尤其是自然功能,而我国对孤立湿地的研究存在严重不足,结构和功能研究是孤立湿地研究的重要组成部分,尤其是如何把孤立湿地的结构特点和功能研究与经济发展相联系,促进孤立湿地结构和功能研究的社会化,这应该是未来孤立湿地研究的热点和方向。

##### (3) 孤立湿地的开发与保护并举

我国设立了许多湿地保护区,在保护区内大面积的湿地得到有效的保护、规划和设计,但在保护区外湿地多以破碎化景观形式存在,并未的得到有效的保护、管理和设计,因此我们促进孤立湿地结构和功能研究社会化同时,还应提出实质性的措施,加大宣传和管理力度,实施替代性保护措施,把孤立湿地的保护纳入我国湿地保护的法律议程上来,使孤立湿地的开发与保护并举,以达到“双赢”。

#### References:

- [ 1 ] Likens G E, Zedler J, Mitsch B, Sharitz R, Larson J, Fredrickson L, Pimm S, Semlitsch R, Bohlen C, Woltemade C, Hirschfeld M, Callaway J, Huffman T, Bancroft T, Richter K, Teal J, and the Association of State Wetland Managers. Brief for Dr. Gene Likens et al. as Amici Curiae on Writ of Certiorari to the United States Court of Appeals for the Seventh Circuit. Solid Waste Agency of Northern Cook County v US Army Corps of Engineers, Submitted by Searchinger T D and Bean M J, attorneys for Amici Curiae, 2000; 99-1178.
- [ 2 ] National Research Council [NRC]. Wetlands: Characteristics and Boundaries. National Research Council Committee on Characterization of Wetlands. Washington DC: National Academy Press, 1995.
- [ 3 ] Pearson S M. Landscape-level processes and wetland conservation in the southern Appalachian mountains. Water, Air, and Soil Pollution, 1994, 77(3/4): 321-332.
- [ 4 ] Godt M J W, Hamrick J L, Bratton S. Genetic diversity in a threatened wetland species, *Helonias bullata* (Liliaceae). Conservation Biology, 1995, 9(3): 596-604.
- [ 5 ] Edwards A L, Sharitz R R. Population genetics of two rare perennials in isolated wetlands: *Sagittaria isoetiformis* and *S. teres* (Alismataceae). American Journal of Botany, 2000, 87(8): 1147-1158.
- [ 6 ] Tiner R W Jr. Geographically isolated wetlands of the United States. Wetlands, 2003, 23(3): 494-516.
- [ 7 ] Cook B J. Temporary Hydrologic Connections Make “Isolated” Wetlands Function at the Landscape Scale [D]. Missoula: University of Montana, 2001.
- [ 8 ] Snodgrass J W, Bryan A L Jr, Lide R F, Smith G M. Factors affecting the occurrence and structure of fish assemblages in isolated wetlands of the upper coastal plain, U. S. A. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 1996, 53(2): 443-454.
- [ 9 ] Forman R T T, Godron M. Landscape Ecology. New York: John Wiley and Sons, 1986.
- [ 10 ] WSDOT Guidance On Isolated Wetlands. (2008-12-05) [2011-05-12]. [http://www.wsdot.wa.gov/NR/rdonlyres/81AA5CC4-0774-4704-8D32-EB8DA39881E4/0/Wet\\_IsolatedWetlands.pdf](http://www.wsdot.wa.gov/NR/rdonlyres/81AA5CC4-0774-4704-8D32-EB8DA39881E4/0/Wet_IsolatedWetlands.pdf).
- [ 11 ] Carson B. Wetlands in Washington: Regulation and development: Isolated Wetlands. Seattle: Law Seminars International, Buck and Gordon LLP, 2004.

- [12] Wang X K. The northwest wetland group's mild in the land of drought in China. *Forest and Humankind*, 2010, (8): 12-23.
- [13] Tian K, Lu M, Chang F L, Mo J F, Yang Y X. Impacts of agricultural activities and human disturbances on characteristics of wetland soil in Jianhu Nature Reserve. *Journal of Agro-Environment Science*, 2004, 23(2): 267-271.
- [14] Yang Q, Lü X G, Liu J P. Soil caloric value structure of annular wetlands in the Sanjiang Plain. *Chinese Journal of Soil Science*, 2006, 37(1): 27-31.
- [15] Bao X, Lü X G, Zhang F. Biodiversity and seasonal change of insects in annular wetlands in Sanjiang Plain. *Journal of Northeast Forestry University*, 2009, 37(5): 100-102.
- [16] Liu H Y, Lü X G, Zhang S K, Yang Q. Fragmentation process of wetland landscape in watersheds of Sanjiang Plain, China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16(2): 289-295.
- [17] Yang Q, Liu J P, Lu X G, Li Z F, Wang Y Y. Structure and function of soil-vegetation-animal system of annular wetland in the Sanjiang Plain. *Chinese Journal of Ecology*, 2004, 23(4): 72-77.
- [18] Zou Y C, Lü X G, Jiang M. Spatiotemporal distribution characteristics of soil Iron in the annular wetland under different water regime. *Chinese Journal of Environmental Science*, 2009, 30(7): 2059-2064.
- [19] Liu J P, Yang Q, Lü X G. Studies on the soil temperature gradient in annular wetlands in the Sanjiang Plain, China. *Wetland Science*, 2005, 3(1): 42-47.
- [20] Yin S B, Yang Q, Lu X G. Distribution and accumulation of organic carbon in typical annular wetlands of the Sanjiang Plain. *Chinese Journal of Soil Science*, 2006, 37(4): 659-661.
- [21] Liu J P, Lü X G, Yang Q, Xi M. Soil nutrient distribution of annular wetlands in Sanjiang Plain. *Acta Pedologica Sinica*, 2006, 43(2): 247-254.
- [22] Zhao B C, Wang Z H, Chen Z Y, Wu G X. Climate, Vegetation and geomorphology evolution since 8 ka BP recorded by sediments from dish-like depression of Taihu Lake Plain. *Journal of Palaeogeography*, 2007, 9(3): 321-329.
- [23] Huang Q, Wang R H, Wu S X. Spatial-temporal dynamic changes of landscape fragmentation in the upper reaches of Tarim River. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2007, 21(9): 73-77.
- [24] Gu D Q, Fu J, Yang M, Feng A P. Analysis on landscape fragmentation of coastal wetlands along south coast of the Laizhou Bay. *Advances in Marine Science*, 2006, 24(2): 213-219.
- [25] Song H Y. Types of peatlands in the Sanjiang Plain and environmental change in past 10000 years // "Formation and Evolution of Natural Environment of Quaternary in Northeast Plain of China" Subject Group. *Formation and Evolution of Natural Environment of Quaternary in Northeast Plain of China*. Harbin: Harbin Map Publishing House, 1990: 222-227.
- [26] Wu W. Study on the Urban Wetland Recreation Space [D]. Chengdu: Sichuan University, 2007.
- [27] Yu L L. The Edge Effect of Community Patch in a Marsh in Sanjiang Plain [D]. Changchun: Northeast Normal University, 2008.
- [28] Kirkman L K, Golladay S W, LaClaire L, Sutter R. Biodiversity in southeastern, seasonally ponded, isolated wetlands: management and policy perspectives for research and conservation. *Journal of the North American Benthological Society*, 1999, 18(4): 553-562.
- [29] Forman R T T, Godron M. Patches and structural components for a landscape ecology. *Bioscience*, 1981, 31(10): 733-740.
- [30] Leibowitz S G. Isolated wetlands and their functions: an ecological perspective. *Wetlands*, 2003, 23(3): 517-531.
- [31] Fu W, Liu S L, Cui B S, Zhang Z L. A review on ecological connectivity in landscape ecology. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(11): 6174-6182.
- [32] Winter T C, LaBaugh J W. Hydrologic considerations in defining isolated wetlands. *Wetlands*, 2003, 23(3): 532-540.
- [33] Sutter R D, Kral R. The ecology, status, and conservation of two non-alluvial wetland communities in the South Atlantic and Eastern Gulf coastal plain, USA. *Biological Conservation*, 1994, 68(3): 235-243.
- [34] Laubhan M K, Fredrickson L H. Wetlands of the Great Plains: habitat characteristics and vertebrate aggregations // Knopf F L, Samson F B, eds. *Ecology and Conservation of Great Plains Vertebrates*. New York: Springer-Verlag, 1997: 20-48.
- [35] Leibowitz S G, Vining K C. Temporal connectivity in a prairie pothole complex. *Wetlands*, 2003, 23(1): 13-25.
- [36] Stichling W, Blackwell S R. Drainage area as a hydrologic factor on the glaciated Canadian prairies. *International Association for Scientific Hydrology Publication*, 1957: 45-45.
- [37] Zedler P H. Vernal pools and the concept of "Isolated Wetlands". *Wetlands*, 2003, 23(3): 597-607.
- [38] Yerkes T. Nest-site characteristics and brood-habitat selection of redheads: an association between wetland characteristics and success. *Wetlands*, 2000, 20(4): 575-580.
- [39] Johnson W C, Sharpe D M, DeAngelis D L, Fields D E, Olson R J. Modeling seed dispersal and forest island dynamics // Burgess R L, Sharpe D M, eds. *Forest Island Dynamics in Man-Dominated Landscapes*. New York: Springer Verlag, 1981: 215-239.

- [40] Fu G B, Li K R. Progress in the study on the relationship between global warming and wetland ecological system. *Geographical Research*, 2001, 20(1): 121-128.
- [41] Savenije H H G. New definitions for moisture recycling and the relationship with land-use changes on the Sahel. *Journal of Hydrology*, 1995, 167(1/4): 57-58.
- [42] Mauchamp A, Chauvelon P, Grillas P. Restoration of floodplain wetlands; opening polders along a coastal river in Mediterranean France, Vistre marshes. *Ecological Engineering*, 2002, 18(5): 619-632.
- [43] Li W Y, Fu Q, Zhao Q. Analyze the hydrographic and water resources environment changes of marsh wetland in the Sanjiang Plain. *Research of Soil and Water Conservation*, 2007, 14(6): 298-300, 305-305.
- [44] Wang Y Y, Song C C. Characteristics of water circulation of marsh-wetland in the Sanjiang Plain. *Journal of Northeast Forestry University*, 2001, 31(3): 3-7.
- [45] Li Q S, Zhang H P, Cui Y, Wang Y, Duan Y, Li X C, Li Y. A prospect for study on functions of wetland. *Science Technology and Engineering*, 2004, 4(11): 972-976.
- [46] Whigham D F, Jordan T E. Isolated wetlands and water quality. *Wetlands*, 2003, 23(3): 541-549.
- [47] Xu S G, Guo H J, Tian K. Progress in wetlands function. *Environment and Sustainable Development*, 2006, (5): 12-14.
- [48] Sharitz R R. Carolina bay wetlands; unique habitats of the southeastern United States. *Wetlands*, 2003, 23(3): 550-562.
- [49] Levins R. Extinction // Gasterhaber M, ed. *Some Mathematical Problems in Biology*. Providence: American Mathematical Society, 1970: 75-107.
- [50] Ding D, Li R H. A study of wetland on the China coast. *Marine Geology and Quaternary Geology*, 2003, 23(1): 109-112.
- [51] Thomas J A, Bourn N A D, Clarke R T, Stewart K E, Simcox D J, Pearman G S, Curtis R, Goodger B. The quality and isolation of habitat patches both determine where butterflies persist in fragmented landscapes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2001, 268(1478): 1791-1796.
- [52] Sun Q, Lu J B, Zhang F F, Xu G F. Plant species diversity in relation to island size. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(5): 2195-2202.
- [53] Davis C A, Smith L M. Behavior of migrant shorebirds in playas of the Southern High Plains, Texas. *The Condor*, 1998, 100(2): 266-276.
- [54] US Fish and Wildlife Service. Rainwater Basin Fact Sheet. Ecological Services. Grand Island, 1985.
- [55] Semlitsch R D, Bodie J R. Are small, isolated wetlands expendable? *Conservation Biology*, 1998, 12(5): 1129-1133.
- [56] Gibbs J P. Importance of small wetlands for the persistence of local populations of wetland-associated animals. *Wetlands*, 1993, 13(1): 25-31.
- [57] Davis J A, Halse S A, Froend R H. Factors influencing biodiversity in coastal plain wetlands of Southwestern Australia // Gopal B, Junk W J, Davis J A, eds. *Biodiversity in Wetlands: Assessment, Function and Conservation*. Leiden: Backhugs Publishers, 2001.
- [58] Wang X. Legal system of wetland protection in USA. *World Environment*, 2000, (3): 27-29.
- [59] Kuang X M, Tan X H. Comparative research on legislation of Sino-America Swamp Conservation. *China Environmental Protection Industry*, 2009, (2): 56-61.
- [60] Niu Z G, Gong P, Cheng X, Hu J H, Wang L, Huang H B, Shen S Q, Wu J Z, Wang X F, Wang X W, Ying Q, Liang L, Zhang L N, Wang L, Yao Q, Yang Z Z, Guo Z Q, Dai Y J. Preliminary remote sensing drawings and related geographical characteristics analysis of China wetland. *Science in China Series D: Earth Sciences*, 2009, 39(2): 188-203.
- [61] The wetland resources survey technique rules in China (trial). State Forestry Administration of China, 2010.
- [62] Qin W, Liu S X, Mei W J, Ge J W. Study on wetland conservation in Hubei Province. *Hubei Forestry Science and Technology*, 2003, (2): 11-15.
- [63] Zhai W F, Qi H Y, Wang Y J. Construction of ecologic province and marshland protection tactics in Heilongjiang. *Protection Forest Science and Technology*, 2004, (5): 35-37.
- [64] Jiang H, Gu H Z, Ouyang Y, Ma D Y, An S Q. Health evaluation and restoration strategy for urban wetland. *Journal of Chinese Urban Forestry*, 2008, 6(3): 18-19.
- [65] Wang L X, Li X S, Dou X P, Liu J, Shi Z Q. Significance of wetland protection and cause and countermeasures of wetland deterioration in China. *Soil and Water Conservation in China*, 2003, (7): 8-9.
- [66] Li G B, Wang X. Wetland protection policies and laws in China. *China Environment Management*, 2000, (4): 6-7.
- [67] Yin H. Conservation strategies for wetlands in China. *Wetland Science and Management*, 2005, 1(1): 10-13.
- [68] Wang D, Wang M N, Wang D. Policy and models for conservation of wetland in international. *Wetland Science*, 2003, 1(2): 153-158.

#### 参考文献:

- [12] 王效科. 中国西北湿地群干旱之地的湿润. *森林与人类*, 2010, (8): 12-23.

- [13] 田昆, 陆梅, 常风来, 莫剑峰, 杨永兴. 农业利用和人为干扰对剑湖湿地土壤特性的影响. 农业环境科学学报, 2004, 23(2): 267-271.
- [14] 杨青, 吕宪国, 刘吉平. 三江平原典型环形湿地土壤热值结构的研究. 土壤通报, 2006, 37(1): 27-31.
- [15] 暴晓, 吕宪国, 张帆. 三江平原环形湿地昆虫种类多样性与季节动态. 东北林业大学学报, 2009, 37(5): 100-102.
- [16] 刘红玉, 吕宪国, 张世奎, 杨青. 三江平原流域湿地景观破碎化过程研究. 应用生态学报, 2005, 16(2): 289-295.
- [17] 杨青, 刘吉平, 吕宪国, 李兆富, 王毅勇. 三江平原典型环型湿地土壤—植被—动物系统的结构及功能研究. 生态学杂志, 2004, 23(4): 72-77.
- [18] 邹元春, 吕宪国, 姜明. 不同水文形势下环形湿地土壤铁的时空分布特征. 环境科学, 2009, 30(7): 2059-2064.
- [19] 刘吉平, 杨青, 吕宪国. 三江平原环型湿地土壤温度梯度的研究. 湿地科学, 2005, 3(1): 42-47.
- [20] 殷书柏, 杨青, 吕宪国. 三江平原典型环型湿地土壤有机碳剖面分布及碳贮量. 土壤通报, 2006, 37(4): 659-661.
- [21] 刘吉平, 吕宪国, 杨青, 郗敏. 三江平原环型湿地土壤养分的空间分布规律. 土壤学报, 2006, 43(2): 247-254.
- [22] 赵宝成, 王张华, 陈中原, 吴国璋. 太湖平原碟形洼地沉积物记录的距今8000年以来植被、气候与地貌演变. 古地理学报, 2007, 9(3): 321-329.
- [23] 黄青, 王让会, 吴世新. 塔里木河上游景观破碎化的时空动态分析变化. 干旱区资源与环境, 2007, 21(9): 73-77.
- [24] 谷东起, 付军, 杨鸣, 丰爱平. 莱州湾南岸滨海湿地景观破碎化分析. 海洋科学进展, 2006, 24(2): 213-219.
- [25] 宋海远. 三江平原泥炭地类型区划及其一万年以来环境变迁 // 《中国东北平原第四纪自然环境形成与演化》基金课题组. 中国东北平原第四纪自然环境形成与演化. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 1990: 222-227.
- [26] 吴娟. 城市湿地游憩空间初步研究 [D]. 成都: 四川大学, 2007.
- [27] 于丽丽. 三江平原沼泽湿地群落斑块边缘效应研究 [D]. 长春: 东北师范大学, 2008.
- [31] 富伟, 刘世梁, 崔保山, 张兆苓. 景观生态学中生态连接度研究进展. 生态学报, 2009, 29(11): 6174-6182.
- [40] 傅国斌, 李克让. 全球变暖与湿地生态系统的研究进展. 地理研究, 2001, 20(1): 121-128.
- [43] 李伟业, 付强, 赵青. 三江平原沼泽湿地水文水资源环境变化分析. 水土保持研究, 2007, 14(6): 298-300, 305-305.
- [44] 王毅勇, 宋长春. 三江平原典型沼泽湿地水循环特征. 东北林业大学学报, 2001, 31(3): 3-7.
- [45] 李青山, 张华鹏, 崔勇, 王月, 段勇, 李兴春, 李鱼. 湿地功能研究进展. 科学技术与工程, 2004, 4(11): 972-976.
- [47] 徐守国, 郭辉军, 田昆. 湿地功能研究进展. 环境与可持续发展, 2006, (5): 12-14.
- [50] 丁东, 李日晖. 中国沿海湿地研究. 海洋地质与第四纪地质, 2003, 23(1): 109-112.
- [52] 孙雀, 卢剑波, 张凤凤, 徐高福. 植物物种多样性与岛屿面积的关系. 生态学报, 2009, 29(5): 2195-2202.
- [58] 王相. 美国湿地的法律保护. 世界环境, 2000, (3): 27-29.
- [59] 匡小明, 谭新华. 中美湿地保护立法比较研究. 中国环保产业, 2009, (2): 56-61.
- [60] 牛振国, 宫鹏, 程晓, 魏建宏, 王琳, 黄华兵, 沈少青, 吴昉昭, 王晓风, 王显威, 应清, 梁璐, 张丽娜, 王雷, 姚谦, 杨镇钟, 郭子祺, 戴永久. 中国湿地初步遥感制图及相关地理特征分析. 中国科学 D 辑: 地球科学, 2009, 39(2): 188-203.
- [61] 全国湿地资源调查技术规程 (试行). 国家林业局, 2010.
- [62] 秦伟, 刘胜祥, 梅伟俊, 葛继稳. 湖北省湿地保护研究. 湖北林业科技, 2003, (2): 11-15.
- [63] 翟伟峰, 齐恒玉, 王永杰. 黑龙江生态省建设与湿地保护策略分析. 防护林科技, 2004, (5): 35-37.
- [64] 姜昊, 顾惠忠, 欧阳琰, 马东跃, 安树青. 城市湿地健康评价与恢复策略. 中国城市林业, 2008, 6(3): 18-19.
- [65] 王丽学, 李学森, 窦孝鹏, 刘冀, 石志强. 湿地保护的意義及我国湿地退化的原因与对策. 中国水土保持, 2003, (7): 8-9.
- [66] 李广兵, 王曦. 中国的湿地保护政策与法律. 中国环境管理, 2000, (4): 6-7.
- [67] 印江. 中国湿地保护战略. 湿地科学与管理, 2005, 1(1): 10-13.
- [68] 汪达, 汪明娜, 汪丹. 国际湿地保护策略及模式. 湿地科学, 2003, 1(2): 153-158.

# 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 Qinzhou 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 Liangyoupeijiu; 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 <sup>2+</sup> .....	LIU Junxiang, SUN Zhenyuan, JU Guansheng, et al (6149)
Biosorption of Cd <sup>2+</sup> 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 Hsiaoifei, 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)
<b>Review and Monograph</b>	
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  
**主 管** 中国科学技术协会  
**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

**Editor-in-chief** FENG Zong-Wei  
**Supervised** by China Association for Science and Technology  
**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  
**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@espg.net

**Printed** by Beijing Bei Lin Printing House,  
Beijing 100083, China  
**Distributed** by Science Press  
Add:16 Donghuangchenggen North  
Street, Beijing 100717, China  
Tel:(010)64034563  
E-mail:journal@espg.net

**订 购** 全国各地邮局  
**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

**Domestic** All Local Post Offices in China  
**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