

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

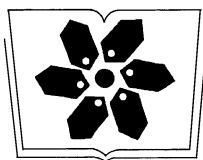
Acta Ecologica Sinica



第 32 卷 第 23 期 Vol.32 No.23 **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 23 期 2012 年 12 月 (半月刊)

目 次

中国石龙子母体孕期调温诱导幼体表型:母体操纵假说的实验检测	李 宏,周宗师,吴延庆,等 (7255)
同种或异种干扰对花鼠分散贮藏点选择的影响	申 圳,董 钟,曹令立,等 (7264)
曝气充氧条件下污染河道氨挥发特性模拟	刘 波,王文林,凌 芬,等 (7270)
贵州草海越冬斑头雁日间行为模式及环境因素对行为的影响	杨延峰,张国钢,陆 军,等 (7280)
青藏高原多年冻土区积雪对沼泽、草甸浅层土壤水热过程的影响	常 娟,王根绪,高永恒,等 (7289)
长沙城市斑块湿地资源的时空演变	恭映璧,靖 磊,彭 磊,等 (7302)
基于模型数据融合的干烟洲亚热带人工林碳水通量模拟	任小丽,何洪林,刘 敏,等 (7313)
农田氮素非点源污染控制的生态补偿标准——以江苏省宜兴市为例	张 印,周羽辰,孙 华 (7327)
用 PFU 微型生物群落监测技术评价化工废水的静态毒性	李朝霞,张玉国,梁慧星 (7336)
京郊农业生物循环系统生态经济能值评估——以密云尖岩村为例	周连第,胡艳霞,王亚芝,等 (7346)
基于遥感的夏季西安城市公园“冷效应”研究	冯晓刚,石 辉 (7355)
海南岛主要森林类型时空动态及关键驱动因子	王树东,欧阳志云,张翠萍,等 (7364)
不同播种时间对吉林省西部玉米绿水足迹的影响	秦丽杰,靳英华,段佩利 (7375)
黄土塬区不同品种玉米间作群体生长特征的动态变化	王小林,张岁岐,王淑庆,等 (7383)
密植条件下种植方式对夏玉米群体根冠特性及产量的影响	李宗新,陈源泉,王庆成,等 (7391)
沙地不同发育阶段的人工生物结皮对重金属的富集作用	徐 杰,敖艳青,张璟霞,等 (7402)
增强 UV-B 辐射和氮对谷子叶光合色素及非酶促保护物质的影响	方 兴,钟章成 (7411)
不同产地披针叶茴香光合特性对水分胁迫和复水的响应	曹永慧,周本智,陈双林,等 (7421)
芦芽山林线华北落叶松径向变化季节特征	董满宇,江 源,王明昌,等 (7430)
地形对植被生物量遥感反演的影响——以广州市为例	宋巍巍,管东生,王 刚 (7440)
指数施肥对楸树无性系生物量分配和根系形态的影响	王力朋,晏紫伊,李吉跃,等 (7452)
火烧伤害对兴安落叶松树干径向生长的影响	王晓春,鲁永现 (7463)
山地梨枣树耗水特征及模型	辛小桂,吴普特,汪有科,等 (7473)
两种常绿阔叶植物越冬光系统功能转变的特异性	钟传飞,张运涛,武晓颖,等 (7483)
干旱胁迫对银杏叶片光合系统 II 荧光特性的影响	魏晓东,陈国祥,施大伟,等 (7492)
神农架川金丝猴栖息地森林群落的数量分类与排序	李广良,丛 静,卢 慧,等 (7501)
碱性土壤盐化过程中阴离子对土壤中镉有效态和植物吸收镉的影响	王祖伟,弋良朋,高文燕,等 (7512)
两种绣线菊耐弱光能力的光合适应性	刘慧民,马艳丽,王柏臣,等 (7519)
闽楠人工林细根寿命及其影响因素	郑金兴,黄锦学,王珍珍,等 (7532)
旅游交通碳排放的空间结构与情景分析	肖 潇,张 捷,卢俊宇,等 (7540)
北京市妫水河流域人类活动的水文响应	刘玉明,张 静,武鹏飞,等 (7549)
膜下滴灌技术生态-经济与可持续性分析——以新疆玛纳斯河流域棉花为例	范文波,吴普特,马枫梅 (7559)
高温胁迫及其持续时间对棉蚜死亡和繁殖的影响	高桂珍,吕昭智,夏德萍,等 (7568)
桉树枝瘿姬小蜂虫瘿解剖特征与寄主叶片生理指标的变化	吴耀军,常明山,盛 双,等 (7576)
西南桦纯林与西南桦×红椎混交林碳贮量比较	何友均,覃 林,李智勇,等 (7586)
长沙城市森林土壤 7 种重金属含量特征及其潜在生态风险	方 晰,唐志娟,田大伦,等 (7595)
专论与综述	
城乡结合部人-环境系统关系研究综述	黄宝荣,张慧智 (7607)
陆地生态系统碳水通量贡献区评价综述	张 慧,申双和,温学发,等 (7622)



封面图说: 麋鹿群在过河——麋鹿属于鹿科,是中国的特有动物。历史上麋鹿曾经广布于东亚地区,到 19 世纪时,只剩下在北京南海子皇家猎苑内一群。1900 年,八国联军攻陷北京,麋鹿被抢劫一空。1901 年,英国的贝福特公爵用重金从法、德、荷、比四国收买了世界上仅有的 18 头麋鹿,以半野生的方式集中放养在乌邦寺庄园内,麋鹿这才免于绝灭。在世界动物保护组织的协调下,1985 年起麋鹿从英国分批回归家乡,放养到北京大兴南海子、江苏省大丰等地。这是在江苏省大丰麋鹿国家级自然保护区放养的麋鹿群正在过河。

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

DOI: 10.5846/stxb201202200229

恭映璧, 靖磊, 彭磊, 吴晓芙, 胡曰利. 长沙城市斑块湿地资源的时空演变. 生态学报, 2012, 32(23): 7302-7312.

Gong Y B, Jing L, Peng L, Wu X F, Hu Y L. Spatial-temporal changes of urban patch wetlands in Changsha, China. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(23): 7302-7312.

长沙城市斑块湿地资源的时空演变

恭映璧^{1,2,*}, 靖磊¹, 彭磊³, 吴晓芙¹, 胡曰利¹

(1. 中南林业科技大学, 长沙 410004; 2. 长沙市林业局, 长沙 410205; 3. 华南农业大学, 广州 510642)

摘要: 利用 GIS 技术, 对长沙市 1955、1972 和 1990 年地形图湿地数据及 2007 年长沙市湿地资源普查数据进行提取和分析, 选取最具代表性的斑块湿地作为研究对象, 从时间与空间、动态与静态、规模与填埋等视角, 研究 50 年来城市斑块湿地生态系统各层次要素的时空演变过程 and 变化规律。结果表明: (1) 时间层次上, 长沙城市斑块湿地总面积呈现先增后减、总体增加的态势; 斑块湿地面积变化幅度不断加大, 速率逐步加快; (2) 规模层次上, 面积在 32 hm² 规模以下的斑块湿地呈增加态势, 32 hm² 规模以上斑块湿地呈减少态势; (3) 动态空间层次上, 被填埋斑块湿地的比例在建成区和郊区呈相反的演变结果; (4) 静态空间层次上, 斑块湿地密度在建成区范围和郊区范围演变结果相背。研究显示, 伴随着城市化进程, 不同时间尺度、不同规模尺度、不同空间属性、不同空间状态的城市斑块湿地常常呈现差异很大、甚至是截然相反的演变结果; 无论是动态空间还是静态空间, 建成区与郊区的空间分界线往往是城市斑块湿地演变态势的分水岭。

关键词: 城市湿地; 层次; 动态空间; 静态空间; 时空演变; 长沙市

Spatial-temporal changes of urban patch wetlands Changsha, China

GONG Yingbi^{1,2,*}, JING Lei¹, PENG Lei³, WU Xiaofu¹, HU Yueli¹

1 Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China

2 Forestry Bureau of Changsha City, Changsha 410205, China

3 South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China

Abstract: Wetland is one of the important ecosystems providing various ecological goods and services to human well-being. However, in urban areas, owing to rapid economic development and urban expansion, wetlands are encountering a threaten to be converting to other land uses, including resident houses, transportation facilities, and industrial buildings. Understanding the spatial-temporal changing patterns of urban wetland and their driving forces could provide valuable information for wetland conservation and urban planning toward sustainable development.

Characterized by typical hilly area and subtropical monsoon climate, Changsha has abundant wetland resources. The changes in wetland area in Changsha city represent the common phenomena in south-central cities of China. In this study, the urban wetland data in Changsha were derived from topographical maps in 1955, 1972 and 1990, and remote sensing image in 2007 by using the GIS tool. Then, we selected the most representative patch wetlands as our study objectives. From the viewpoints of the time and space, dynamics and static, we investigated and analyzed the dynamics and variations of elements and spatial characteristics in urban patch wetlands ecosystem during last five decades.

The result indicated that total areas of urban patch wetlands in Changsha has been increased from 1955 thorough 1972 to 1990, but then decreased from 1990 to 2007. The general tendency during the last five decades exhibited an increased process. The variation amplitude of urban patch wetland area in Changsha continued to be increased and the change rate

基金项目: 湖南省林业厅项目 (2010-017); 长沙市科协项目 (Cx-2010-010)

收稿日期: 2012-02-20; 修订日期: 2012-08-29

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: gyb19601025@yahoo.com.cn

gradually speeded up. In terms of wetland size, the area of patch wetland smaller than 32 ha has increased while the area of wetland larger than 32 ha showed a reversed tendency. Whether in the downtown or the suburb area, the density of urban patch wetland has been increased. The number of the reconstructed patch wetland and the remained patch wetland per land area has been increased in both the downtown and the suburb area. The ratio of reconstructed to remained patch wetland showed reversed change tendency in the downtown and the suburb area. The number of patch wetland per land area decreased in the downtown area. Our results suggested that no matter how differences in temporal scales, spatial attribute and spatial state, urban patch wetland often appear to be different and even opposite change patterns along with city expansion. In either dynamic or static space, the boundaries between downtown area and suburbs were key area of changes in urban patch wetlands.

Overall, we found three key factors that mainly determined the changes in urban patch wetlands in Changsha. The first one was the size of patch wetland, with area smaller than 8 ha constituting more than 60% the total patch wetland; The second was the land use policy and urban construction, which resulted in the decline in patch wetland in the last decade; The third was location or area in the city, with increase of wetland in suburb area and decline of wetland in downtown. However, the direct relationships among these three factors mentioned above and changes in patch wetlands, as well as the effects of other natural factors (such as climate change) are not well understood and will be the further research topics.

Key Words: urban patch wetland; hierarchy; dynamic space; static space; spatio-temporal change; Changsha City

湿地在提供动植物产品、水资源、维护生物多样性、调节气候、降解污染、调蓄洪水和水土保持等方面发挥重要作用^[1-2]。目前,城市湿地定义尚无统一界定,孙广友等将分布于城市(镇)的湿地称之为城市湿地^[3]。城市湿地是复杂城市生态系统中一类特殊的子系统,具有重要的生态环境和社会服务功能^[4],构成城市生态安全体系的重要组成部分^[5]。长期以来,由于对湿地的功能与价值缺乏认识,湿地常常成为城市建设与扩张过程中首先被占用、填埋和改造的对象,湿地是伴随城市化过程消失最快的成分之一^[6-10]。对城市湿地演变规律的研究是国内外研究城市湿地的重点之一^[2-3],国内已对北京^[2,11]、深圳^[5]、天津^[12]、南京^[13]、武汉^[14]、厦门^[15]等城市湿地动态变化和驱动因子进行了研究。但相关研究大多是把城市湿地作为一个单一结构的整体进行研究,从不同空间、不同规模、不同属性、不同层次上对城市湿地的演变过程进行系统性、综合性的研究较少。在城市化快速扩张过程中,深入研究城市湿地在时间与空间、动态与静态、建成区与郊区、规模与填埋等方面的变化过程,探讨城市湿地在各个空间格局中的演变规律,对于科学有效地保护和合理规划利用城市湿地资源具有十分重要的意义。

1 研究区概况

长沙市位于湖南省的东北部(E 111°53'—114°15', N 27°51'—28°41'),地处洞庭湖平原南端向湘中丘陵盆地过渡地带,东西长约 230 km,南北宽约 88 km,总面积 11 828 km²,其中城区面积 954.6 km²,本研究选取长沙市 2007 年城区范围 557.65 km² 开展研究。长沙市属亚热带大陆性季风湿润气候区,气候温和,平均气温为 17.2℃;雨量充沛,年均降水量 1360 mm,降雨日为 152 d。该市属湘江水系,湘江由南向北纵穿市域,境内大小支流 15 条汇注湘江,年均径流量 808 亿 m³。土壤有红壤、黄壤,地带性植被为亚热带常绿阔叶林,其余混交林和灌丛、草丛等均为其从属类型和群落演替的中间类型。

2 数据来源与方法

2.1 数据来源

对 1955 年、1972 年和 1990 年 3 个年度的长沙市地形图进行扫描、配准后,全部湿地逐一矢量化。2007 年数据来源于当年长沙市湿地资源普查实地调查综合所得的数据,以 1998 年出版的地形图为底图与 2005 年的遥感影像配合,通过外业实地调查验证后获得的。在 Arcgis9.2 平台上构建了 4 个年度的空间数据库和属性数据库,为确保获取湿地数据的一致性和精度,已将小于 0.2 hm² 的湿地剔除。

2.2 研究方法

2.2.1 长沙市城市湿地的分类

借鉴国内外城市湿地研究成果^[13,16],将长沙城市湿地划分为河流、沟渠、湖库和水塘等4大类。利用GIS技术,提取了1955年、1972年、1990年和2007年4个时期4种湿地类型的分布数量。分析发现:五十年来,沟渠湿地所占权重始终小于3%,其变化状态对总体演变结果影响有限;河流面积虽然所占权重很大,占城市湿地总面积的56.28%—74.27%,但由于其功能的特殊性和保护的强制性,受人为和自然因素影响较小,因而自身的变化幅度很小,仅为1.79%—4.29%。通过进一步分析,发现斑块湿地分布广泛,单独斑块面积相对较小,在城市化进程中,受人为和自然因素影响剧烈,斑块湿地的变化规律能全面反映城市湿地的演变规律。因此,本研究主要选取湖库和水塘湿地指标来分析长沙城市湿地五十年来时空演变,后面涉及到的长沙城市湿地系统均为该市内的斑块湿地系统。

2.2.2 系统动态分析

系统论的基本思想方法,就是把所研究和处理的对象当作一个系统,分析系统的结构和功能,任何系统都有其自身的层次和边界^[17]。城市斑块湿地以系统的形式存在着,并形成一定的层次结构。系统动态分析是一种历史的分析方法,从时间上和系统进化规律出发,揭示系统随时间的变化,把握系统产生、发展、老化和消亡的过程,预测系统变化发展的趋向及各种可能性的程度,以求系统的优化^[18]。

2.2.3 城市动态空间划分

建成区作为城市建筑景观是客观存在的,建成区、近郊区和远郊区是具有城市属性意义的空间,这些空间是伴随着城市化进程而不断变化的。因此,建成区、近郊区和远郊区范围是一个动态的空间,与城市变化密切相关。划分城市动态空间的目的,是为了全面的研究城市斑块湿地与城市空间变化过程的关系(表1)。

表1 长沙市50年来城市空间的面积变化情况/km²

Table 1 Changes in area of Changsha City during last 5 decades/km²

空间 Spatial area	年份 Year			
	1955	1972	1990	2007
建成区 Downtown area	25.78	52.71	109.84	205.05
近郊区 Suburb area	26.93	57.13	95.21	223.26
远郊区 Outer suburbs area	504.94	447.81	352.6	129.34
总面积 Total area	557.65	557.65	557.65	557.65

(1)建成区的划分与边界的确定 分别从1955年、1972年、1990年地形图上,根据城市建筑景观现状划出连续建成区范围并确定各年代的建成区边界,2007年以长沙市规划局绘制的建成区分布图为基础而确定(图1)。

(2)近郊区的划分与边界的确定 把1972年建成区界线以内1955年建成区界线以外的范围划定为1955年的近郊区空间范围和边界,依此类推,分别确定1972年和1990年建成区空间范围和边界;采用2007年连续建成区以外最邻近乡镇的行政边界作为2007年近郊区地域的外边界,因为城乡结合部的近郊区与乡村地域远郊区的分界线无法单纯依靠用地标准来划分,城市向乡村逐步变化过渡,在地表上不存在一个明显、连续、确定的景观边界^[19-20]。

(3)远郊区的划分与边界的确定 以2007年城区边界为各年代远郊区外边缘界线,各年代近郊区边界为内边缘界线,分别划出各年代远郊区空间范围和边界。

2.2.4 城市静态空间划分

以长沙市2007年城区的边界作为本研究的固定外缘边界,在此范围内,根据50年来城市不断发展的实际状况,进一步将研究区划分为5个静态空间层次。5个静态空间层次分别是:1955年建成区范围、1972年、1990年和2007年3个年份的新建成区空间范围以及2007年郊区范围。各空间层次的划分与空间面积见表

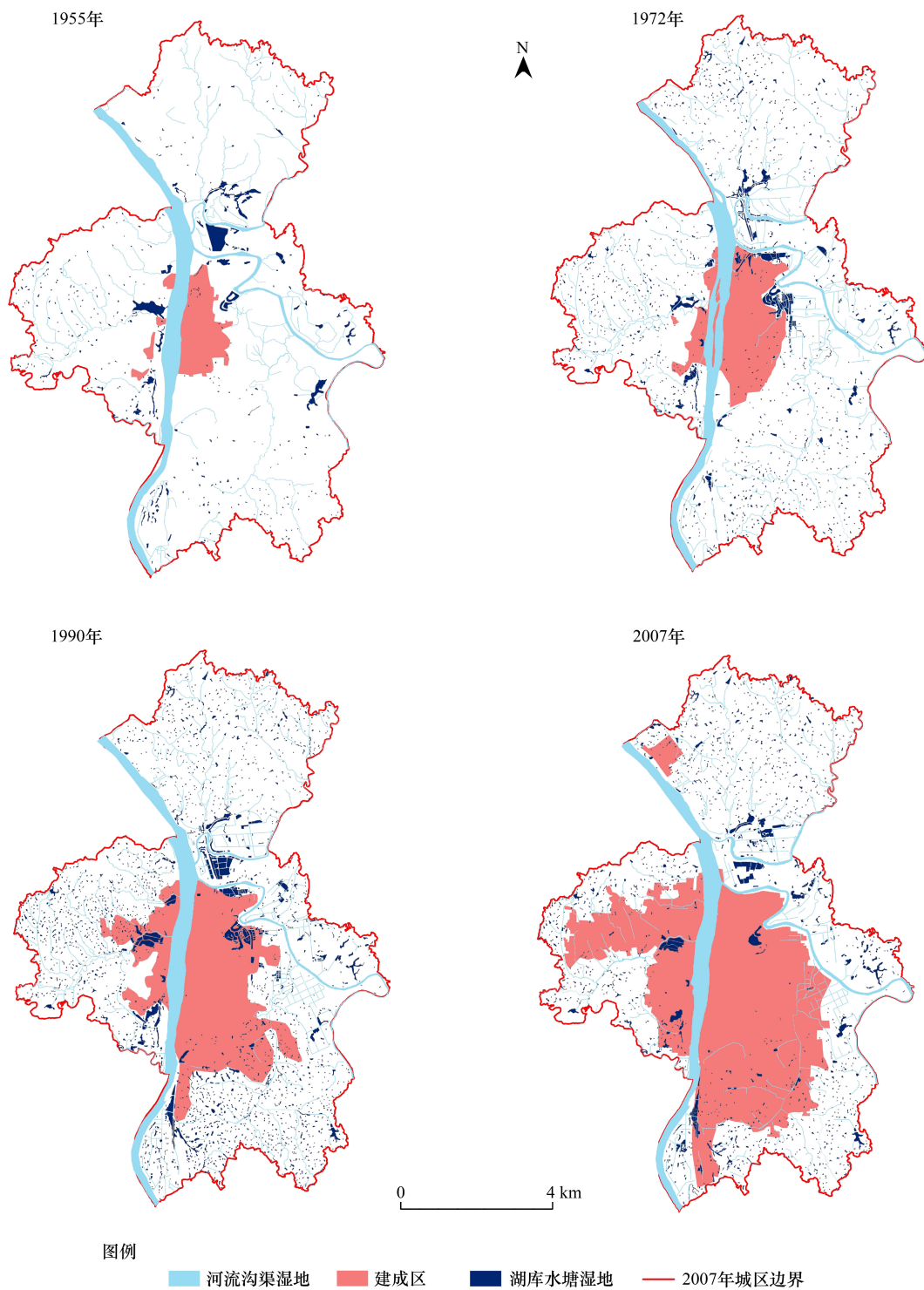


图1 长沙市50年来城市建成区分布的变化情况

Fig. 1 Changes in urban area of Changsha City during last 5 decades

2. 划分静态空间的目的,是研究在空间范围固定不变的情况下,城市化过程中城市斑块湿地的演变规律,包括填埋湿地的变化过程分析。

表 2 50 年来长沙城市静态空间划分与面积/km²

Table 2 Changes in urban area of Changsha City during last 5 decades /km ²					
第一层次 The 1st range of downtown in 1955	第二层次 The 2nd range of downtown in 1955—1972	第三层次 The 3rd range of downtown in 1972—1990	第四层次 The 4th range of downtown in 1990—2007	第五层次 The 5th range of suburb in 2007	总范围 Total range of urban in 2007
1955 年建成区	1955—1972 年 新建成区	1972—1990 年 新建成区	1990—2007 年 新建成区	2007 年郊区	2007 年城区
25.78	26.93	57.13	95.21	352.6	557.65

2.2.5 土地覆被/变化模型

本文采用土地覆被/变化模型^[21]来研究斑块湿地变化的速率,动态度模型描述斑块湿地资源增加或减少幅度和速率。动态度模型:表示变化幅度和变化速率,计算公式分别为:

$$P_k = (Uk_{t_1} - Uk_{t_0}) / Uk_{t_0} \times 100\%$$
 (1)

$$Rk = (Uk_{t_1} - Uk_{t_0}) / Uk_{t_0} / (t_1 - t_0) \times 100\% = \Delta Uk / Uk_{t_0} / (t_1 - t_0) \times 100\% = Pk / (t_1 - t_0)$$
 (2)

式中, Uk_{t_1} 、 Uk_{t_0} 分别为研究期初和期末长沙城区范围内城市斑块湿地的面积; ΔUk 表示长沙城区范围内城市斑块湿地在研究期间增加或减少的面积; t_0 、 t_1 表示研究期初和期末。

3 结果与分析

3.1 城市湿地在时间层次上的变化

由表 3、图 2 各年代之间的对比分析可看出,50 年来长沙城市斑块湿地面积总体上是增加的。变化幅度看,50 年来,一直处于 26.04%—39.69% 大幅变化的态势;从变化速率看,50 年来,斑块湿地的变化速率一直处于不断加速的态势。

表 3 50 年来长沙城市湿地变化幅度与变化速率

Table 3 Changes in urban wetland of Changsha City during last 5 decades				
年代 Year	湿地面积/hm ² Wetland area	相隔时间/a Interval	变化幅度 P_k /% Increasing percentage	变化速率 R_k /% Increasing percentage per year
1955	1150.3	—	—	—
1972	1555.2	17	26.04	1.53
1990	2573.7	18	39.57	2.20
2007	1842.5	17	39.69	2.33

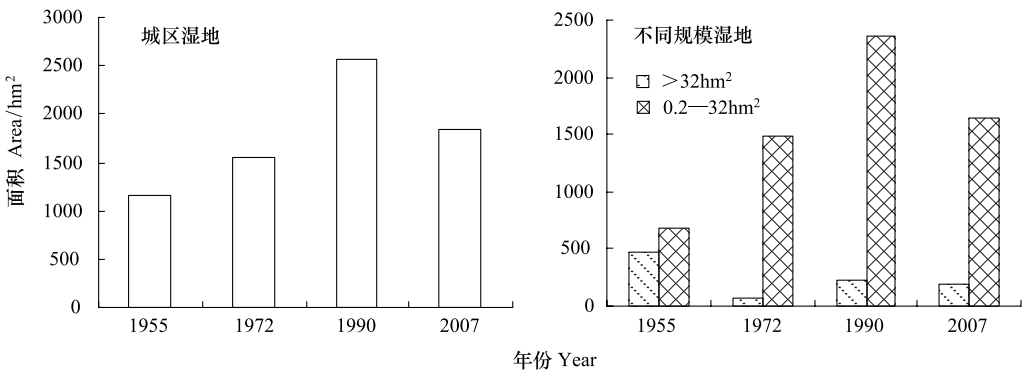


图 2 长沙城区湿地和不同规模湿地面积变化

Fig. 2 Changes in area of urban wetland in total and different size in Changsha City

3.2 城市湿地在规模层次上的变化

3.2.1 不同规模湿地的面积变化

从表 4、图 2 可以看出,不同规模斑块湿地面积的变化趋势是有差异的。4 个典型年代的对比分析表明:

0.2—32 hm² 规模的斑块湿地变化结果与总体变化态势基本一致,1955 年面积最小,1990 年面积最大;但大于 32 hm² 的斑块湿地变化结果则与总体变化态势不同,1955 年为最高值,1972 年为最低值。进一步分析可以发现,50 年来,0.2—8 hm² 规模的斑块湿地在城市斑块湿地中占有重要地位,平均数量占 97.6% 以上的绝对优势,平均面积占 59.7%。

表 4 不同规模湿地数量与面积各时期变化

Table 4 Changes in the number and area of different size urban wetland during last 5 decades

年份 Year	合计 Total		> 32		16—32		8—16		1—8		0.2—1	
	数量	面积	数量	面积	数量	面积	数量	面积	数量	面积	数量	面积
	Number /块	Area /hm ²	Number /块	Area /hm ²	Number /块	Area /hm ²	Number /块	Area /hm ²	Number /块	Area /hm ²	Number /块	Area /hm ²
1955	425	1150.3	4	472.0	7	164.0	9	107.2	103	261.9	302	145.3
1972	1429	1555.3	2	77.7	10	213.3	24	244.0	221	520.5	1172	499.7
1990	2475	2573.7	6	221.1	17	358.6	30	344.8	360	799.8	2062	849.4
2007	1610	1842.5	5	196.3	11	256.0	18	216.3	270	616.4	1306	557.5
平均 Average	1484.8	1780.5	4.3	241.8	11.3	248.0	20.3	228.1	238.5	549.7	1210.5	513.0
百分比 Percentage/%	100	100	0.3	13.6	0.8	13.9	1.4	12.8	16.1	30.9	81.5	28.8

3.2.2 相同规模湿地在不同属性空间的权重变化

从表 5 可见,相同规模的斑块湿地,在不同属性空间的权重变化也是截然不同的。4 个年代的对比分析显示:0.2—4 hm² 规模的斑块湿地,在建成区与总体变化结果相反,其所占比重呈下降态势;同样是 0.2—4 hm² 规模的斑块湿地,在郊区呈现出与建成区完全相反的演变结果,其所占比重是不断提高的;大于 4 hm² 斑块湿地,在建成区所占比重呈上升态势;而在郊区,大于 4 hm² 的斑块湿地所占比重呈下降态势,表现出与建成区完全相反的演变结果。

表 5 0.2—4hm² 规模和大于 4hm² 规模的城市湿地权重变化Table 5 Changes in percentage of Urban wetland in area between 0.2—4hm² and larger than 4 hm² in Changsha

年代 Year	0.2—4 hm ²			> 4 hm ²		
	城区/%	郊区/%	建成区/%	城区/%	郊区/%	建成区/%
	Urban	Suburb	Downtown	Urban	Suburb	Downtown
1955	26.2	25.6	100	73.8	74.4	0
1972	55.1	55.4	54.5	44.9	44.5	45.5
1990	54.2	57.3	31.8	45.8	42.6	68
2007	54	61.9	32.7	46	38.2	66.8

3.3 城市湿地在空间层次上的变化

3.3.1 动态空间湿地面积与密度的变化

由表 6 可见,50 年来,长沙市城区斑块湿地密度总体上是增加的。其中,1955—1990 年建成区斑块湿地密度增幅达 9.13 倍,增幅远远大于郊区斑块湿地密度增幅的 1.15 倍。

表 6 动态空间湿地面积与密度的变化

Table 6 Changes in areas and densities of urban wetlands on dynamic spaces in Changsha

年代 Year	建成区 Downtown			郊区 Suburb			城区 Urban		
	空间	面积	密度	空间	面积	密度	空间	面积	密度
	Total area /km ²	Wetland area /hm ²	Wetland density /(hm ² /km ²)	Total area /km ²	Wetland area /hm ²	Wetland density /(hm ² /km ²)	Total area /km ²	Wetland area /hm ²	Wetland density /(hm ² /km ²)
1955	25.8	11.8	0.46	531.8	1138.5	2.14	557.6	1150.3	2.06
1972	52.7	93.7	1.78	504.9	1461.5	2.89	557.6	1555.2	2.79
1990	109.8	511.4	4.66	447.8	2062.3	4.61	557.6	2573.7	4.62
2007	205.1	487.4	2.38	352.6	1355.1	3.84	557.6	1842.5	3.3

3.3.2 静态空间建成区湿地面积与密度的变化

从表 7 各年代对比变化中可以看出,50 年来,建成区斑块湿地密度在所有静态空间均是下降的,与其在动态空间演变结果相反。其中,第一空间层次的斑块湿地密度降幅最大,虽然在 1955 年至 1972 年期间,斑块湿地密度由 0.46 hm²/km² 增长到 0.8 hm²/km²,但此后斑块湿地密度急速下降;第二空间层次和第三空间层次的斑块湿地密度均同样呈现出持续或大幅下降态势。

表 7 不同空间层次建成区范围内湿地密度变化

Table 7 Changes in density of urban wetland in different spatial area during last 5 decades									
年代 Year	第一空间层次 (1955 年建成区)			第二空间层次 (1972 年新建成区)			第三空间层次 (1990 年新建成区)		
	The 1st range of downtown in 1955			The 2nd range of downtown in 1972			The 3rd range of downtown in 1990		
	空间面积 Total area /hm ²	湿地面积 Wetland area /hm ²	湿地密度 Wetland density /(hm ² /km ²)	空间面积 Total area /hm ²	湿地面积 Wetland area /hm ²	湿地密度 Wetland density /(hm ² /km ²)	空间面积 Total area /hm ²	湿地面积 Wetland area /hm ²	湿地密度 Wetland density /(hm ² /km ²)
1955	25.78	11.8	0.46	—	—	—	—	—	—
1972	25.78	20.5	0.80	26.93	73.2	2.72	—	—	—
1990	25.78	2	0.08	26.93	39.9	1.48	57.13	469.6	8.22
2007	25.78	0.3	0.01	26.93	13.9	0.52	57.13	219	3.83

3.3.3 静态空间郊区湿地面积与密度的变化

从表 8 各年代对比分析中可以看出,50 年来,长沙市郊区斑块湿地密度在静态空间总体上都是增加的。与表 7 比较可以发现,即使在同一静态空间,城市斑块湿地密度在建成区和郊区这两种不同属性的区间,其演变结果却是截然相反的。

表 8 不同空间层次郊区范围内湿地变化

Table 8 Changes in area and density of urban wetland in suburb in Changsha City during last 5 decades									
年代 Year	第三空间层次 (1990 年新建建成区)			第四空间层次 (2007 新建建成区)			第五空间层次 (2007 年郊区)		
	The 3rd range of downtown in 1990			The 4th range of downtown in 2007			The 5th range of suburb in 2007		
	空间面积 Total area /hm ²	湿地面积 Wetland area /hm ²	湿地密度 Wetland density /(hm ² /km ²)	空间面积 Total area /hm ²	湿地面积 Wetland area /hm ²	湿地密度 Wetland density /(hm ² /km ²)	空间面积 Total area /hm ²	湿地面积 Wetland area /hm ²	湿地密度 Wetland density /(hm ² /km ²)
1955	57.13	220.6	3.86	95.12	148.5	1.56	352.6	721.4	2.05
1972	57.13	357.6	6.26	95.12	313.2	3.29	352.6	790.8	2.24
1990	—	—	—	95.12	637.2	6.70	352.6	1425	4.04
2007	—	—	—	—	—	—	352.6	1355.1	3.84

3.4 长沙城市填埋湿地演变

3.4.1 被填埋湿地的数据来源

“被填埋湿地”系指因填埋而丧失的斑块湿地。将现状年代的斑块湿地数据和目标年代的斑块湿地数据相叠加,除去现状年代中与目标年代相交的斑块湿地,提取现状年代斑块湿地数据不相交部分即是现状年代至目标年代被填埋湿地。例如,提取 1955 年到 1972 年被填埋湿地,是将 1955 年(现状年代)数据与 1972 年(目标年代)数据叠加,1955 年数据中不与 1972 年数据相交部分即是 1955 年到 1972 年的被填埋湿地。

3.4.2 被填埋湿地在时间层次上的变化

由表 9 各年代对比变化中可以看出,50 年来,长沙城市斑块湿地被填埋的速度不断加快。伴随着城市化进程的加快,城市斑块湿地遭到填埋的数量增加,这也是世界各地普遍发生的现象。

表 9 城市被填埋湿地在动态分布上的空间变化

Table 9 Changes in area constructed wetland in different spatial area during last 5 decades									
年代 Year	建成区 Downtown			郊区 Suburb			城区 Urban		
	空间面积	填埋面积	填埋湿	空间面积	填埋面积	填埋湿	空间面积	填埋面积	填埋湿
	Total area /km ²	Reconstructed wetland area /hm ²	Reconstructed wetland density /(hm ² /km ²)	Total area /km ²	Reconstructed wetland area /hm ²	Reconstructed wetland density /(hm ² /km ²)	Total area /km ²	Reconstructed wetland area /hm ²	Reconstructed wetland density /(hm ² /km ²)
1955—1972	25.8	7.09	0.27	531.8	186.7	0.35	557.65	193.79	0.35
1972—1990	52.7	52.27	0.99	504.9	305.64	0.61	557.65	357.91	0.64
1990—2007	109.8	230.37	2.1	447.8	756.5	1.69	557.65	986.87	1.77

3.4.3 被填埋湿地在动态空间的变化

从表 10 各年代的对比结果可看出,虽然城市被填埋湿地的比例总体上是增加的,但建成区被填埋湿地比例与总体变化结果相反、呈下降态势;而郊区的被填埋湿地比例与总体变化结果一致、呈加速状态。

表 10 被填埋湿地百分比在动态空间变迁分析

Table 10 Changes in area percentage of constructed wetland in different spatial area in Changsha City									
空间层次 Spatial area	湿地面积			被填埋湿地			填埋比例		
	Patch wetland area			Reconstructed wetland area			Percentage of reconstructed wetland		
	1955	1972	1990	1955—1972	1972—1990	1990—2007	1955—1972	1972—1990	1990—2007
建成区 Downtown	11.8	93.7	511.4	7.09	52.27	230.37	60.08	55.78	45.05
郊区 Suburb	1138.5	1461.5	2062.3	186.7	305.64	756.5	16.40	20.91	36.68
城区 Urban	1150.31	1555.2	2573.7	193.79	357.91	986.87	16.85	23.01	38.34

3.4.4 被填埋湿地在静态空间的变化

从表 11 各年代对比结果可看出,50 年来,伴随着时间的推移,被填埋湿地的比例在各个空间层次中总体变化情况是:1990—2007 年>1972—1990 年>1955—1972 年,建成区>近郊区>远郊区,老城区>新城区。

表 11 城市填埋湿地在静态空间的变化

Table 11 Changes in area percentage of constructed wetland in different spatial area in Changsha City						
空间划分 Spatial area	范围大小 Area /hm ²	年度 Year	湿地现状 Patch wetland area/hm ²	被填埋湿地 Reconstructed wetland/hm ²	填埋比例 Percentage of reconstructed wetland/%	空间区域 Spatial area
第一空间层次	25.8	1955—1972	11.8	7.1	60.2	建成区
The 1st range of downtown in 1955		1972—1990	20.5	16.7	81.5	建成区
		1990—2007	2	1.6	80	建成区
第二空间层次	26.9	1955—1972	48	4.5	9.4	近郊区
The 2nd range of downtown in 1972		1972—1990	73.2	35.6	48.6	建成区
		1990—2007	39.9	20.3	50.9	建成区
第三空间层次	57.1	1955—1972	220.6	32	14.5	远郊区
The 3rd range of downtown in 1990		1972—1990	357.6	56.1	15.7	近郊区
		1990—2007	469.6	208.5	44.4	建成区
第四空间层次	95.2	1955—1972	148.5	13.2	8.9	远郊区
The 4th range of downtown in 2007		1972—1990	313.2	79	25.2	远郊区
		1990—2007	637.2	362.2	56.8	近成区
第五空间层次	352.6	1955—1972	721.4	165.7	23	远郊区
The 5th range of suburb in 2007		1972—1990	790.8	170.5	21.6	远郊区
		1990—2007	1425	393.8	27.6	远郊区

4 讨论与结论

(1)城市空间和边界划分方法对城市斑块湿地演变研究的影响:以系统论为理论指导,依照客观条件类似性、基础单元完整性原则,以城市发展各个时期的建成区边界为基础,本文尝试了50年来长沙城市4个时期建成区、近郊区和远郊区这3个城市属性空间和边界的划分方法;以研究区的边界为外缘边界,与4个时期城市建成区的边界叠加,本文探讨了50年来城市发展不同阶段5个静态空间和边界的划分方法。结果显示:无论是在动态空间还是在静态空间,建成区、近郊区和远郊区的空间分界线往往是城市斑块湿地演变态势的分水岭。各空间内斑块湿地变化的差异性最小,相似性最大;各空间之间斑块湿地变化的差异性最大,相似性最小。研究结果表明:以城市拓展的空间特征为基础,对分布于各空间的湿地开展分区和分类研究,有利于揭示城市斑块湿地的演变过程 and 变化特点。建城区对周边斑块湿地的影响范围有多大,研究城市斑块湿地时究竟需要选取多大的外缘空间范围,尚需进一步的探讨和研究。

(2)时间尺度对城市斑块湿地演变的影响:以1955、1972、1990年和2007年4个典型年代的数据对长沙城市斑块湿地变化情况进行了对比分析。对于研究一个城市斑块湿地演变过程而言,其时间尺度无疑是十分重要的基础条件,而已报导的相关研究绝大多数是在20—30a中期尺度范围内开展的。本研究在52a长时间尺度范围内探讨了城市斑块湿地的动态变化,更全面地反映了长沙城市斑块湿地的演变过程和规律。

(3)湿地规模对城市斑块湿演变的影响:相关的城市湿地时空变化研究少有对湿地规模进行分级研究,但笼统而没有分级的城市湿地研究往往会而导致总体结果的普遍性掩盖局部结果的特殊性,特别是建成区的演变特征难以得到真实而全面的反映。本研究结果表明:不同规模的城市斑块湿地其变化结果的差异是很大的;相同规模的斑块湿地在建成区和郊区其演变结果也不尽相同,有时甚至是相反的。因此,将城市斑块湿地按规模分级并开展研究,能够更系统地反映出城市斑块湿地在规模层次上的演变规律,对于制定城市湿地的保护与补偿政策等具有十分重要的现实意义。全国湿地资源调查技术规程中,斑块湿地调查面积起点为 8hm^2 ,这个标准对于城市湿地显然过于粗放。本文尝试在 0.2hm^2 数量级精度上,对长沙城市斑块湿地开展调绘、统计和研究。研究显示,50年来, $0.2\text{—}8\text{hm}^2$ 规模的斑块湿地在城市斑块湿地中占有重要地位,平均数量占97.6%以上的绝对优势,平均面积占59.7%。城市斑块湿地调绘与统计的起点究竟以多少为宜,还需更深入的探讨和研究。

(4)空间属性对城市斑块湿地演变的影响:以往的城市湿地时空变化研究对湿地分布进行空间划分的很少,有的是按行政区划进行空间分区^[5],有的虽然划分了市内、城郊和乡村3个层次^[13],但没有明确的边界和划分方法并开展系统分析,这些研究很少从城市属性的角度分析湿地变化与城市发展过程的变化特征。本研究表明:在建成区和郊区这两个不同属性的城市空间范围,大于 4hm^2 规模的斑块湿地和小于 4hm^2 规模的斑块湿地在建成区和郊区会呈现出截然不同的演变结果(表5),被填埋斑块湿地比例在建成区和郊区的变化结果也是相反的(表10)。因此,不能把城市斑块湿地作为同一属性的对象混为一体进行研究,而应该对具有不同城市属性的空间进行科学的划分并对分布于各空间的湿地开展研究,这样的研究结果才能更真实地反映出湿地演变的城市特征。掌握和了解不同空间属性城市湿地的变化规律是保护、规划和建设城市湿地的基础。

(5)空间状态对城市斑块湿地演变的影响:在一个城市空间范围内客观存在着动态和静态两种不同状态并具有城市属性的空间。在过来的研究中,从这一视角来研究城市湿地演变规律的尚未见报导。本研究结果表明:建成区斑块湿地密度在动态空间是增大的,而在静态空间则是减小的(表6,表7);即使在同一静态空间,城市斑块湿地密度在建成区和郊区这两种不同属性的区间,其演变结果却是截然相反的(表7,表8)。因此,不能把城市斑块湿地空间作为一个单一结构的对象来研究,而应该根据城市的发展阶段和空间特征对城市斑块湿地的分布进行空间状态划分并开展研究,才能客观地反映出城市斑块湿地的演变规律,从而为保护、规划和建设城市湿地提供更加全面、准确的科学依据。

(6)影响长沙城市斑块湿地变化的因子:首先是斑块湿地的大小。1955、1972、1990年3个年度的斑块湿

地面积对比结果表明,小于 32 hm² 规模的斑块湿地在发挥主导作用,特别是 8 hm² 以下规模的斑块湿地其贡献率均在 60% 以上;其次是土地利用相关政策。1972 年与 1955 年比较,大于 32 hm² 规模的斑块湿地呈急剧下降态势,这是受当时以粮为纲、填湖造田政策影响所至;再次是空间属性因子。在静态空间格局中,建成区的斑块湿地面积均成下降态势,郊区的斑块湿地面积均成上升态势,表明城市空间属性与斑块湿地消长变化之间存在一定的关系;最后是城市建设和发展。2007 年与 1990 年对比,无论规模大小、空间分布、城市属性,城市斑块湿地面积均成大幅下降的态势,显示出城市化快速推进过程中,城市建设对斑块湿地变化的巨大影响。此外,所有的相关报道均指出气候因子与湿地的消长密切相关,气候因子对长沙城市斑块湿地 50 年来影响究竟如何,有待深入研究。

References:

- [1] Nielsen E M, Prince S D, Koeln G T. Wetland change mapping for the U. S. mid-Atlantic region using an outlier detection technique. *Remote Sensing of Environment*, 2008, 112(11): 4061-4074.
- [2] Gong Z N, Zhao W J, Gong H L, Li X J, Zhang S M, Li J. Study on changes of wetland resources in Beijing based on RS technology. *Science China: Series E*, 2006, 36(Supplement 1): 94-103.
- [3] Sun G Y, Wang H X, Yu S P. The advance of urban wetlands study. *Process in Geography*, 2004, 23(5): 94-100.
- [4] Li C H, Zheng X K, Niu S F, Cai Y P, Shen N, Pang A P. Research progress in protection and restoration of urban wetlands. *Process in Geography*, 2009, 28(2): 271-279.
- [5] Zeng H, Gao Q H, Chen X, Li G C. Changes of the wetland landscape in Shenzhen City from 1988 to 2007 and the driving force analysis. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(10): 2706-2714.
- [6] Holland C C, Honea J E, Gwin S E, Kentula M E. Wetland degradation and loss in the rapidly urbanizing area of Portland, Oregon. *Wetlands*, 1995, 15(4): 336-345.
- [7] Dahl T E. Status and Trends of Wetlands in the Conterminous United States 1986 to 1997. Washington DC: Department of the Interior, Fish and Wild life Service, 2000.
- [8] Ehrenfeld J G. Evaluating wetlands within an urban context. *Ecological Engineering*, 2000, 15(3/4): 253-265.
- [9] Cui B S, Yang Z F, Li Y H, Zhang K G, Zhao X S. The integrated wetland conservation and development in the context of city expansion. *Journal of Natural Resources*, 2004, 19(4): 462-471.
- [10] Kentula M, Gwin S, Pierson S M. Tracking changes in wetlands with urbanization: sixteen years of experience in Portland, Oregon USA. *Wetlands*, 2004, 24(4): 734-743.
- [11] Gu L, Wang X J, Gong Z W, Fu R, Liu J. Landscape monitoring and dynamic evolution of wetland resources in Beijing. *Process in Geography*, 2010, 29(7): 789-796.
- [12] Cao Z, Ding L Q, Mei P W. Wetland environment variance and formation cause in Tianjin City. *Wetland Science*, 2004, 2(1): 74-79.
- [13] Zhou L Y, Jiang N, Dou H S. Wetland changes in rapidly urbanizing areas: a case study on Nanjing City. *Resources Science*, 2010, 32(4): 712-717.
- [14] Xiang W, Liu S, Liu S X. Investigation and analysis of distribution of wetlands in the City of Wuhan. *Wetland Science*, 2006, 4(2): 155-160.
- [15] Lin Q Y, Lin G F, Chen Z H, Yang C Z, You L P. Dynamics of wetlands and their driving force factors in Xiamen during the period of 1993 to 2003. *Wetland Science*, 2006, 4(4): 298-303.
- [16] Williams P, Whitfield M, Biggs J, Bray S, Fox G, Nicolet P, Sear D. Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England. *Biological Conservation*, 2004, 115(2): 329-341.
- [17] Wei H S, Zeng G P. System theory-Philosophy of System Science. Beijing: World Publishing Corporation, 2009.
- [18] Wu Y S. Introduction to Systems Science. Beijing: Party School of the Central Committee of C. P. C Press, 2006: 93-93.
- [19] Yang S, Chen S. Analysis of landscape pattern and spatial evolution in the metropolitan urban- rural coupling regions: a case study of Wuxi City. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(12): 6482-6489.
- [20] Wang J, Yang S, He T, Lu H Y. Technological methods of information interpretation and analysis of land use change in urban fringe area -Taking Wuxi City as an example. *Process in Geography*, 2004, 23(2): 1-9.
- [21] Ren L Y, Wu C F, Yue W Z, Liu Y, Lu Z W. Impact of urban planning and industrial development on Wetlands in Hangzhou Bay. *Acta Geographica Sinica*, 2008, 63(10): 1055-1063.

参考文献:

- [2] 宫兆宁, 赵文吉, 宫辉力, 李小娟, 张松梅, 李京. 基于遥感技术北京湿地资源变化研究. 中国科学: E 辑, 2006, 36(S1): 94-103.
- [3] 孙广友, 王海霞, 于少鹏. 城市湿地研究进展. 地理科学进展, 2004, 23(5): 94-100.
- [4] 李春晖, 郑小康, 牛少凤, 蔡宴朋, 沈楠, 庞爱萍. 城市湿地保护与修复研究进展. 地理科学进展, 2009, 28(2): 271-279.
- [5] 曾辉, 高启辉, 陈雪, 李贵才. 深圳市 1988—2007 年间湿地景观动态变化及成因分析. 生态学报, 2010, 30(10): 2706-2714.
- [9] 崔保山, 杨志峰, 李英华, 张可刚, 赵欣胜. 城市拓展中湿地的综合保护与发展. 自然资源学报, 2004, 19(4): 462-471.
- [11] 顾丽, 王新杰, 龚直文, 付尧, 刘俊. 北京湿地景观监测与动态演变. 地理科学进展, 2010, 29(7): 789-796.
- [12] 曹喆, 丁立强, 梅鹏蔚. 天津市湿地环境变迁及成因分析. 湿地科学, 2004, 2(1): 74-79.
- [13] 周连义, 江南, 窦鸿身. 城市化地区湿地变化分析——以南京市为例. 资源科学, 2010, 32(4): 712-717.
- [14] 向闾, 刘苏, 刘胜祥. 武汉市湿地分布现状调查与分析. 湿地科学, 2006, 4(2): 155-160.
- [15] 林巧莺, 林广发, 陈志鸿, 杨陈照, 游丽平. 1993—2003 年厦门市湿地动态变化及其驱动因素分析. 湿地科学, 2006, 4(4): 298-303.
- [17] 魏宏森, 曾国屏. 系统论——系统科学哲学. 北京: 世界图书出版公司, 2009.
- [18] 吴义生. 系统科学概论. 北京: 中共中央党校出版社, 2006: 93-93.
- [19] 杨山, 陈升. 大城市城乡耦合地域空间演变及其景观格局——以无锡市为例. 生态学报, 2009, 29(12): 6482-6489.
- [20] 王静, 杨山, 何挺, 陆海英. 城乡结合部土地利用变化的信息提取技术与分析——以无锡市为例. 地理科学进展, 2004, 23(2): 1-9.
- [21] 任丽燕, 吴次芳, 岳文泽, 刘勇, 陆张维. 环杭州湾城市规划及产业发展对湿地保护的影响. 地理学报, 2008, 63(10): 1055-1063.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 32, No. 23 December, 2012 (Semimonthly)

CONTENTS

Maternal thermoregulation during gestation affects the phenotype of hatchling Chinese skinks (<i>Eumeces chinensis</i>): testing the maternal manipulation hypothesis	LI Hong, ZHOU Zongshi, WU Yanqing, et al (7255)
Effects of conspecific and interspecific interference competitions on cache site selection of Siberian chipmunks (<i>Tamias sibiricus</i>)	SHEN Zhen, DONG Zhong, CAO Lingli, et al (7264)
Characterization of ammonia volatilization from polluted river under aeration conditions: a simulation study	LIU Bo, WANG Wenlin, LING Fen, et al (7270)
Diurnal activity patterns and environmental factors on behaviors of Bar-headed Geese <i>Anser indicus</i> wintering at Caohai Lake of Guizhou, China	YANG Yanfeng, ZHANG Guogang, LU Jun, et al (7280)
Impacts of snow cover change on soil water-heat processes of swamp and meadow in Permafrost Region, Qinghai-Tibetan Plateau	CHANG Juan, WANG Gengxu, GAO Yongheng, et al (7289)
Spatial-temporal changes of urban patch wetlands in Changsha, China	GONG Yingbi, JING Lei, PENG Lei, et al (7302)
Modeling of carbon and water fluxes of Qianyanzhou subtropical coniferous plantation using model-data fusion approach	REN Xiaoli, HE Honglin, LIU Min, et al (7313)
Ecological compensation standard for controlling nitrogen non-point pollution from farmland: a case study of Yixing City in Jiang Su Province	ZHANG Yin, ZHOU Yuchen, SUN Hua (7327)
Static toxicity evaluation of chemical wastewater by PFU microbial communities method	LI Zhaoxia, ZHANG Yuguo, LIANG Huixing (7336)
Emergy evaluation of an agro-circulation system in Beijing suburb: take Jianyan village as a case study	ZHOU Liandi, HU Yanxia, WANG Yazhi, et al (7346)
Research on the cooling effect of Xi'an parks in summer based on remote sensing	FENG Xiaogang, SHI Hui (7355)
The dynamics of spatial and temporal changes to forested land and key factors driving change on Hainan Island	WANG Shudong, OUYANG Zhiyun, ZHANG Cuiping, et al (7364)
Impact of different sowing dates on green water footprint of maize in western Jilin Province	QIN Lijie, JIN Yinghua, DUAN Peili (7375)
The dynamic variation of maize (<i>Setaria mays</i> L.) population growth characteristics under cultivars-intercropped on the Loess Plateau	WANG Xiaolin, ZHANG Suiqi, WANG Shuqing, et al (7383)
Effect of different planting methods on root-shoot characteristics and grain yield of summer maize under high densities	LI Zongxin, CHEN Yuanquan, WANG Qingcheng, et al (7391)
Heavy metal contaminant in development process of artificial biological Soil Crusts in sand-land	XU Jie, AO Yanqing, ZHANG Jingxia, et al (7402)
Effects of enhanced UV-B radiation and nitrogen on photosynthetic pigments and non-enzymatic protection system in leaves of foxtail millet (<i>Setaria italica</i> (L.) Beauv.)	FANG Xing, ZHONG Zhangcheng (7411)
Photosynthetic response of different ecotype of <i>Illicium lanceolatum</i> seedlings to drought stress and rewating	CAO Yonghui, ZHOU Benzhi, CHEN Shuanglin, et al (7421)
Seasonal variations in the stems of <i>Larix principis-rupprechtii</i> at the treeline of the Luya Mountains	DONG Manyu, JIANG Yuan, WANG Mingchang, et al (7430)
Influence of terrain on plant biomass estimates by remote sensing: a case study of Guangzhou City, China	SONG Weiwei, GUAN Dongsheng, WANG Gang (7440)
Effects of exponential fertilization on biomass allocation and root morphology of <i>Catalpa bungei</i> clones	WANG Lipeng, YAN Ziyi, LI Jiyue, et al (7452)
Effects of fire damages on <i>Larix gmelinii</i> radial growth at Tahe in Daxing'an Mountains, China	WANG Xiaochun, LU Yongxian (7463)
A model for water consumption by mountain jujube pear-like	XIN Xiaogui, WU Pute, WANG Youke, et al (7473)
Specificity of photosystems function change of two kinds of overwintering broadleaf evergreen plants	ZHONG Chuanfei, ZHANG Yuntao, WU Xiaoying, et al (7483)

- Effects of drought on fluorescence characteristics of photosystem II in leaves of *Ginkgo biloba* WEI Xiaodong, CHEN Guoxiang, SHI Dawei, et al (7492)
- Numerical classification and ordination of forest communities in habitat of Sichuan Snub-nosed Monkey in Hubei Shennongjia National Nature Reserve LI Guangliang, CONG Jing, LU Hui, et al (7501)
- Impact of inorganic anions on the cadmium effective fraction in soil and its phytoavailability during salinization in alkaline soils WANG Zuwei, YI Liangpeng, GAO Wenyan, et al (7512)
- Photosynthetic adaptability of the resistance ability to weak light of 2 species *Spiraea* L. LIU Huimin, MA Yanli, WANG Baichen, et al (7519)
- Fine root longevity and controlling factors in a *Phoebe Bournei* plantation ZHENG Jinxing, HUANG Jinxue, WANG Zhenzhen, et al (7532)
- Analysis on spatial structure and scenarios of carbon dioxide emissions from tourism transportation XIAO Xiao, ZHANG Jie, LU Junyu, et al (7540)
- The hydrological response to human activities in Guishui River Basin, Beijing LIU Yuming, ZHANG Jing, WU Pengfei, et al (7549)
- Socio-economic impacts of under-film drip irrigation technology and sustainable assessment: a case in the Manas River Basin, Xinjiang, China FAN Wenbo, WU Pute, MA Fengmei (7559)
- Effects of pattern and timing of high temperature exposure on the mortality and fecundity of *Aphis gossypii* Glover on cotton GAO Guizhen, LÜ Zhaozhi, XIA Deping, et al (7568)
- Physiological responses of *Eucalyptus* trees to infestation of *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle WU Yaojun, CHANG Mingshan, SHENG Shuang, et al (7576)
- Carbon storage capacity of a *Betula alnoides* stand and a mixed *Betula alnoides* × *Castanopsis hystrix* stand in Southern Subtropical China: a comparison study HE Youjun, QIN Lin, LI Zhiyong, et al (7586)
- Distribution and ecological risk assessment of 7 heavy metals in urban forest soils in Changsha City FANG Xi, TANG Zhijuan, TIAN Dalun, et al (7595)
- Review and Monograph**
- The relationship between humans and the environment at the urban-rural interface: research progress and prospects HUANG Baorong, ZHANG Huizhi (7607)
- Flux footprint of carbon dioxide and vapor exchange over the terrestrial ecosystem: a review ZHANG Hui, SHEN Shuanghe, WEN Xuefa, et al (7622)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的生态学专业性高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 32 卷 第 23 期 (2012 年 12 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 23 (December, 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