

中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
中国科协优秀期刊
中国科学院优秀科技期刊
新中国 60 年有影响力的期刊
国家期刊奖

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

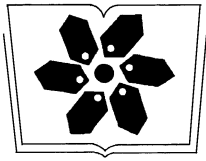
(Shengtai Xuebao)

第 31 卷 第 4 期
Vol.31 No.4
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 4 期 2011 年 2 月 (半月刊)

目 次

短期增温对青藏高原高寒草甸植物群落结构和生物量的影响	李 娜,王根绪,杨 燕,等 (895)
三峡库区 9 种植物种子萌发特性及其在植被恢复中的意义	陶 敏,鲍大川,江明喜 (906)
白蜡虫及其 3 种优势寄生蜂的时空生态位	王自力,陈 勇,陈晓鸣,等 (914)
宁夏盐池荒漠草原步甲物种多样性	贺 奇,王新谱,杨贵军 (923)
脂肪酸对中华哲水蚤摄食两种海洋微藻的指示作用	刘梦坛,李超伦,孙 松 (933)
安徽菜子湖大型底栖动物的群落结构特征	徐小雨,周立志,朱文中,等 (943)
乐清湾潮间带大型底栖动物群落分布格局及其对人类活动的响应	彭 欣,谢起浪,陈少波,等 (954)
海蜇养殖对池塘底泥营养盐和大型底栖动物群落结构的影响	冯建祥,董双林,高勤峰,等 (964)
竹巴笼矮岩羊 (<i>Pseudois schaeferi</i>) 昼间行为节律和时间分配	刘国库,周材权,杨志松,等 (972)
干热河谷植物叶片,树高和种子功能性状比较	郑志兴,孙振华,张志明,等 (982)
石羊河中游沙漠化逆转过程土壤种子库的动态变化	马全林,张德魁,刘有军,等 (989)
基于 TM 影像、森林资源清查数据和人工神经网络的森林碳空间分布模拟	汪少华,张茂震,赵平安,等 (998)
山地视觉景观的 GIS 评价——以广东南昆山国家森林公园为例	裴亦书,高 峻,詹起林 (1009)
基于功能分类的城市湿地公园景观格局——以西溪湿地公园为例	李玉凤,刘红玉,郑 因,等 (1021)
水分胁迫下丛枝菌根 AM 真菌对民勤绢蒿生长与抗旱性的影响	贺学礼,高 露,赵丽莉 (1029)
农田灌溉对印度区域气候的影响模拟	毛慧琴,延晓冬,熊 喆,等 (1038)
高大气 CO ₂ 浓度下小麦旗叶光合能量利用对氮素和光强的响应	张绪成,于显枫,马一凡,等 (1046)
豌豆过氧化氢酶在烟草叶绿体中的过量表达提高了植物的抗逆性	王凤德,衣艳君,王海庆,等 (1058)
不同小麦品种对低温胁迫的反应及抗冻性评价	王树刚,王振林,王 平,等 (1064)
基于遥感与模型耦合的冬小麦生长预测	黄 彦,朱 艳,王 航,等 (1073)
喷施 ABA 对两个穗型不同小麦穗颈节伤流、穗部性状及产量的影响	崔志青,尹燕枰,田奇卓,等 (1085)
“稻鸭共生”生态系统稻季 N、P 循环	张 帆,隋 鹏,陈源泉,等 (1093)
红壤丘陵区粮食生产的生态成本	李 晓,谢永生,张应龙,等 (1101)
甘南牧区草畜平衡优化方案与管理决策	梁天刚,冯琦胜,夏文韬,等 (1111)
黄龙钙化滩流地物种-面积关系	黄宝强,罗毅波,安德军,等 (1124)
杉木人工林细根寿命的影响因素	凌 华,袁一丁,杨智杰,等 (1130)
长白落叶松林龄序列上的生物量及碳储量分配规律	巨文珍,王新杰,孙玉军 (1139)
生物肥与甲壳素和恶霉灵配施对香蕉枯萎病的防治效果	张志红,彭桂香,李华兴,等 (1149)
北京城区不同水质水体可培养细菌数量的季节动态变化	高 程,黄满荣,陶 爽,等 (1157)
专论与综述	
整树水力导度协同冠层气孔导度调节森林蒸腾	赵 平 (1164)
植物寄生对生态系统结构和功能的影响	李钧敏,董 鸣 (1174)
加拿大一枝黄花的入侵机理研究进展	杨如意,咎树婷,唐建军,等 (1185)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 300 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 32 * 2011-02

基于功能分类的城市湿地公园景观格局 ——以西溪湿地公园为例

李玉凤, 刘红玉*, 郑 园, 曹 晓

(江苏省环境演变与生态建设重点实验室, 南京师范大学地理科学学院, 南京 210046)

摘要:以西溪国家湿地公园为研究案例,从景观功能分类入手,揭示城市湿地公园景观格局与功能特征。结果表明:(1)西溪湿地公园是以生态保护为主,兼顾合理利用为基本功能特征,其生态保护功能区面积占整个公园的 53.7%,旅游休闲区面积占 46.3%;(2)西溪湿地公园生态保护功能斑块在整个公园中所占面积为 42.08%,且面积大、形状复杂、多样性较低;旅游休闲斑块面积占 25.41%,并且表现为斑块面积小、形状规则、多样性高等特点;(3)西溪湿地公园生态保护廊道面积是旅游休闲廊道面积的一半左右,其网络结构比旅游休闲廊道复杂,有利于生态保护功能的发挥;(4)生态保护廊道缓冲区内主要由生态保护斑块组成,旅游休闲廊道的缓冲区内生态功能斑块和旅游休闲斑块所占面积相差不大。基于功能分类的景观格局研究方法有利于识别景观功能的空间特征,能够有效揭示景观生态保护与利用的空间关系。

关键词:功能分类;湿地公园;景观格局;西溪湿地

A functional classification method for examining landscape pattern of urban wetland park: a case study on Xixi Wetland Park, China

LI Yufeng, LIU Hongyu, ZHENG Nan, CAO Xiao

Jiangsu Key Laboratory of Environmental Change and Ecological Construction, College of Geographical Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China

Abstract: With the rapid approval and establishment of urban wetland parks, it is necessary to assess the sustainability of urban wetlands. The paper took Xixi Wetland Park as a case study area because of its representative of urban wetlands in China. Xixi National Wetland Park is located at the west part of Hangzhou, covering an area of 11.5 km², and featuring abundant ecological resources, beautiful natural scenes and a rich cultural heritage of many millennia. It is a model for integrating wetland ecological conservation, recreations, scientific research and education. We use Quick bird images and GIS to inventory information of landscape in Xixi Wetland Park, in particularly established a functional classification system for examining landscape pattern of urban wetland park. The results showed that: (1) patches and corridors in the landscape can be classified by the ecological conservation and the recreation according to their functional characteristics in Xixi Wetland Park; (2) Xixi Wetland Park is of the characteristics of both ecological conservation and rational utilization, in which 54% area for ecological protection and 46% area for tourism and recreation; (3) the ecological patches in Xixi Wetland park is featured with large area, complex shapes and low diversity, and the recreation patches is featured with small area, sample shapes and high diversity; (4) although the area of ecological corridors was only half of the recreational corridors, its network structure is quite complex, which is in favor of the conservation of wetlands in the park; (5) the ecological patches in the buffer areas of ecological corridors covered of 70.7%, and the recreational patches only account of 29.3%, which indicated that the ecological corridors performed a great role in connecting ecological parches. Synchronously, the ecological parches covering of 46.8% in the buffer areas of recreational corridors indicated that the

基金项目:国家自然科学基金项目(40871084, 40701174);江苏省普通高校研究生科研创新计划项目;南京师范大学研究生科研创新计划项目

收稿日期:2010-01-09; **修订日期:**2010-05-09

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: liuhongyu@njnu.edu.cn

recreational corridors not only can meet visitors, but also can be in favor of ecological protection; (6) the method of landscape pattern analysis based on functional classification is in favor of identifying spatial characteristics of landscape functions, and can exhibit the spatial relationship between ecological conservation and utilization for a landscape in urban park.

Key Words: functional categories; wetland park; landscape pattern; Xixi wetland

随着社会、经济的快速发展,城市湿地保护与合理利用日益受到重视。城市湿地逐渐成为城市生态文明的象征和维持城市生态安全的重要景观系统之一^[1]。为此,近年来许多城市试图通过建立城市湿地公园的方式,保护、恢复和利用湿地,并探索一条协调城市化过程中的湿地保护与合理利用的区域发展模式^[2]。目前,城市湿地公园作为一种特殊的城市湿地类型,国际上尚没有明确的定义。但是,城市湿地公园是集湿地生态保护、生态观光休闲、生态科普教育、湿地研究等多功能于一体的生态型主题公园得到普遍认可。

自 2005 年起,我国大陆城市湿地公园建设迅猛发展,至 2009 年 1 月,国家已经批准建设各种级别的城市湿地公园 100 余个,其中国家级 30 个。目前,我国多数国家城市湿地公园建设是在经过详细的规划设计和生态建设之后向公众开放,并且取得了良好的社会和经济效益。但是,随着城市湿地公园的发展,湿地保护与合理利用之间的矛盾关系日益凸显,甚至某些城市湿地公园为了追求经济效益过度利用湿地开展生态旅游,已经制约了城市湿地公园的健康和可持续发展。因此如何针对城市湿地公园的结构与功能特征,科学评估其湿地生态保护与合理利用问题,是直接涉及到城市湿地公园能否可持续发展的关键,也是亟需解决的关键科学问题。

城市湿地公园是城市中特殊的景观,其景观格局与功能特征具有紧密的联系。虽然景观格局分析在景观生态学研究一直占据重要地位^[3],但是由于景观格局分析一直停留在景观特征描述方面,在与景观功能联系方面的研究一直未能找到合适的方法,致使景观格局研究逐渐走入了困境^[4]。但是实际上景观格局直接影响景观功能,特别是在城市湿地公园景观中,景观格局是制约景观功能使用和发挥的主导因素。本文选择西溪国家城市湿地公园为案例,以景观功能分类为基础,通过对景观结构的分析,结合景观格局的数学方法,揭示城市湿地公园景观格局和功能结构之间的关系,为指导城市湿地公园规划、设计、管理,实现湿地生态保护与合理利用协调发展提供重要参考。

1 研究区域及概况

杭州的湿地集中于城市的西部和北部,主要包括城市西部的西溪湿地和北部的仁和湿地和塘栖湿地,其中西溪湿地是与城市关系最密切的湿地(图 1)。西溪国家湿地公园东起紫金港路绿化带,西到绕城公路绿化带,南到天目山路,北到文二西路,面积约 11.5 km² (120°0'26"—120°9'27"E, 30°3'35"—30°21'28"N)^[5]。西溪湿地属于亚热带季风气候,季节交替规律明显,夏季多偏南风,冬季多偏北风。年平均气温为 16.2℃,年平均降水量为 1400 mm。由于降水丰富,利于沼泽湿地的形成和发育,加上流域内平原区地势低平,地表径流不畅,且广泛分布的粘性土层阻碍地表水下渗,因而形成特殊的湿地景观—网状河流和“鱼鳞状”水塘镶嵌而生^[6],其中大约有 2000 个鱼塘。建国以来,西溪湿地农业开发活动非常活跃,大面积湿地转化为农田和鱼塘,超负荷运转的西溪湿地生态环境遭到强烈破坏。为了保护此处独具特色的次生湿地,2005 年西溪湿地被确

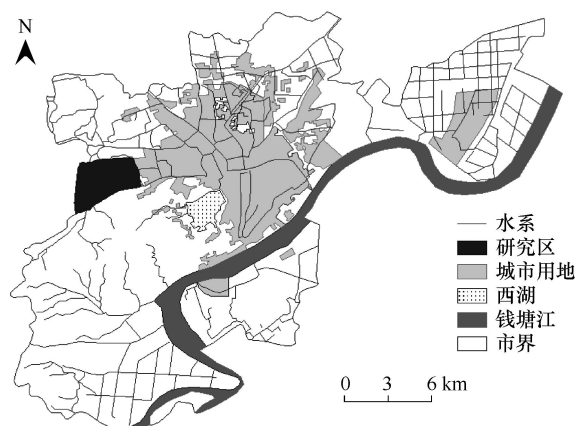


图 1 研究区示意图

Fig. 1 The location of study area in Hangzhou

立为“国家湿地公园”,公园水面区域包括河流和水塘,占整个面积的 46%。

2 研究数据和方法

2.1 基础数据

本研究以 2006 年 Quick bird 影像和 2009 年 sport 影像为基础信息源,经过配准后,图像解译在 Arcgis9.2 中完成。根据区域特点选择目视解译的方法,首先通过野外考察建立解译标志,再对解译成果进行野外验证,野外验证精度达到 92%。野外考察时间集中在 2009 年 3—6 月,经过 4 次为期 24d 的野外调查补充得到 2009 年西溪湿地公园景观分类图(图 2)。

2.2 景观功能分类体系的建立

景观分类是景观格局分析的基础,景观格局的空间分异是系统功能异质性的具体表现^[7]。西溪湿地公园作为城市湿地,其景观功能多样性突出。本文结合城市湿地公园的功能特点和景观要素特征,建立与景观功能紧密联系的分类体系(表 1)。在景观功能分类的基础上反映景观功能结构的特征,从而为了解和管理城市湿地公园提供依据。

西溪湿地公园景观功能分类系统分为 3 级。其中一级分类建立在公园景观要素属性特征基础上,分为斑块和廊道两种类型。这是由于西溪湿地公园主要表现为斑块和廊道镶嵌而成景观特征。二级分类建立在景观要素功能特征上,分为生态保护类型和旅游休闲类型^[2]。生态保护类型是指在整个景观中不受人为干扰的、能够发挥生态保护作用的景观;旅游休闲类型是指在整个景观中为人类提供观赏、休闲和娱乐场所、具有游憩和科教等功能的景观。生态保护斑块是指具有复杂结构和多样性的自然覆被和水域,有较强自维持能力的块状景观;旅游休闲斑块指以人工引种和管理的土地覆被和利用,具有观赏和休闲娱乐功能的块状景观;生态保护廊道指具有较好自然属性的条带植被或河流溪流,在空间上呈线状或条带状分布;旅游休闲廊道主要是为游客所提供的通道,它是为游憩和管理活动提供的条带状景观。结合景观要素特征和公园性质,参照具体功能特征划分 3 级分类系统(表 1)。

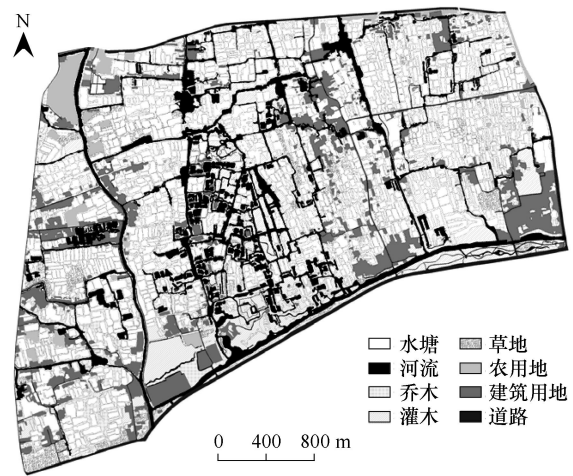


图 2 西溪湿地景观分类图

Fig. 2 The classification of landscape in Xixi wetland

表 1 基于功能的城市湿地公园景观类型划分

Table 1 The classification of landscape in urban wetland park based on the function

一级分类 First classification	二级分类 Secondary classification	三级分类 Tertiary classification	景观与功能特征 Characteristic of landscape and function
斑块 Patch(01)	生态保护斑块(0101)	自然湿地斑块(010101)	指各类具有生态保护功能的湿地斑块
		自然非湿地斑块(010102)	指各类非湿地类型中具有生态保护功能的斑块
	旅游休闲斑块(0102)	人工湿地斑块(010201)	指各类具有直接观赏、科普教育功能的湿地斑块
		人工非湿地斑块(010202)	指各类非湿地类型中具有旅游休闲的斑块
廊道 Corridor(02)	生态保护廊道(0201)	自然基埂廊道(020101)	指具有生态保护功能的基埂
		自然河溪廊道(020102)	指具有生态保护功能的河流
	旅游休闲廊道(0202)	观光基埂廊道(020201)	指具有游览功能、可供车行和人行的道路
		观光河溪廊道(020202)	指具有游览功能的河流

2.3 斑块功能格局特征分析

Forman 直接把景观格局描述为斑块的空间几何镶嵌格局^[8],可以用景观度量学的数学模型来描述^[9]。本文选择描述斑块特征的一些指数来表征其结构特征,其指数包括斑块密度、斑块面积比、平均斑块大小、斑

块多样性、斑块连接度、斑块形状指数和斑块聚集度等特征。由于景观分类是基于功能展开的,因此,景观斑块的特征指数所表现的是景观功能斑块的空间特征。

2.4 廊道功能格局特征分析

根据该区的景观特征,首先将公园简单分为陆域和水域两部分,其中陆域中的基埂和水域中的河流均以廊道的形式存在,河流和基埂等面状事物可抽象为线状事物,线状事物通过节点连接为网络。抽象化的过程在 Arcgis9.2 软件的 Data management tools 和 network analyst 模块中完成。

采用不同的景观指数表征不同抽象体的功能格局特征(表2)。线状事物的特征采用线密度和长度描述,线密度是指单位面积中线的长度;对于网络结构,本文选择节点密度、环度、线点率、连接度等指数分析网络结构。其中环度采用 α 指数测量,它表示的是网络中能流、物流或物种迁移路线的可选择程度,是网络复杂程度的一个很好指标^[10-12]。 α 值的变化范围为 0—1。当 $\alpha = 0$ 时,表示网络无环路;当 $\alpha = 1$ 时,表示网络具有最大可能的环路数^[13];线点率也称 β 指数,是指网络中每个节点的平均连线数, β 指数的数值范围为 0—3。 $\beta = 0$ 时表示无网络存在; β 值增大,表示网络内每一节点的平均沟渠连数增加,网络复杂性增强^[14];网络连通度是用来描述网络中所有节点被连接的程度,常用 γ 指数测度, γ 指数的变化范围为 0—1。当 γ 为 0 时,表示没有节点相连,网络连通性最低; γ 为 1 时,表示每个节点都彼此相连,连通性最高^[13]。

表2 廊道特征及其景观指数

Table 2 The characteristics and landscape indices of corridors

	水域 Water area	陆域 Land area	景观指数 Landscape index
线 Line	河流	基埂	线密度
网 Network	河网	基网	节点密度、 α 环度、 β 线点率、 γ 连接度

2.5 缓冲分析

为了揭示斑块与廊道之间的耦合关系,对廊道进行缓冲分析。根据游客行为特点和西溪湿地的结构特征,采用实地考察和对游客行为调查的方法,最终选择 10m 作为廊道缓冲半径。利用空间统计方法确定缓冲区内不同斑块类型的分布特征,揭示湿地公园内生态保护廊道和旅游休闲廊道与生态保护斑块和旅游休闲斑块之间的耦合关系,从而表明公园在保护和利用方面的空间关系。

3 结果分析

3.1 西溪湿地景观斑块功能特征及空间分布格局

西溪湿地公园景观斑块功能表现为两种形式。其中生态保护斑块在整个公园中所占面积为 42.08%,旅游休闲斑块所占面积分别为 25.41%(表3),表明西溪湿地公园是以生态保护为主,兼顾合理利用的基本功能特征。

功能斑块与景观类型的叠加结果显示,在生态保护斑块中,西溪湿地公园总体表现为生态斑块面积大,密度高,形状比较复杂多样,但多样性较低,连通性不高的特征(表3)。其中,自然湿地斑块面积占整个公园面积的 36.22%,斑块密度较大(210.98 个/km²),多样性较低为 0.43,斑块连接度较低为 0.22,形状指数和空间聚集度分别为 62.47 和 87.73;其它类型斑块面积只占整个公园面积的 5.86%,斑块密度不到生态保护中自然湿地斑块的 1/3,多样性指数和连接度都高于自然湿地斑块的多样性指数,形状指数和空间聚集度指数都低于自然湿地斑块,分别为 43.58 和 60.01(表3)。结果表明公园重视生态保护工作,但是较低的多样性和连通性影响生态功能的充分发挥。

在旅游休闲斑块中,西溪湿地公园具有面积小、斑块密度低、形状规则、连接度较高和多样性高的功能特征,尤其具有利用展示湿地类型多样性功能特征(表3)。其中人工湿地斑块面积占整个公园面积的 2.12%,主要用于湿地植被的展示;其它人工非湿地斑块面积占整个公园面积的 23.29%,主要包括景点和游人休闲娱乐活动场地;人工湿地斑块密度较低,仅为 4.60 个/km²,其他类型斑块密度为 116.60 个/km²;人工湿地的景观多样性较低,其他类型的景观多样性较高(2.03);人工湿地斑块的连接度和空间聚集度较其他类型斑块

的要高,表现为较强的聚集性;人工湿地斑块的形状指数低(10.07),形状较为简单。结果表明具有观赏功能的人工湿地斑块较低的多样性和分布面积,其功能未得到充分发挥;人工非湿地斑块较低的连接度影响其休闲娱乐功能的发挥。

表 3 不同功能斑块的格局指数
Table 3 Landscape pattern indices of different patch types

功能斑块类型 Functional patch		面积比/% Ratio of area	斑块密度 /(个/km ²) Patch density	多样性 Diversity	连接度 Connectivity	形状指数 Shape index	空间聚集度 Aggregation index
生态保护斑块 Ecological patch	自然湿地斑块 Natural wetland	36.22	210.98	0.43	0.22	62.47	87.73
	自然非湿地斑块 Natural non-wetland	5.86	62.69	1.89	1.14	43.58	60.01
生态保护斑块 Ecological patch		42.08	273.67	1.03	0.21	66.30	77.64
旅游休闲斑块 See-sighting patch	人工湿地斑块 Artificial wetland	2.12	4.60	0.84	4.80	10.07	79.07
	人工非湿地斑块 Artificial non-wetland	23.29	116.60	2.03	0.36	46.64	67.24
旅游休闲斑块 See-sighting patch		25.41	121.20	2.17	0.38	46.76	66.59

由图 3 可见,旅游休闲斑块沿公园周边分布,且基本呈大斑块片状分布,小斑块零星分布,大斑块主要集中在天目山路附近和紫金港路附近,小斑块主要集中分布在公园的西部;生态保护斑块呈大面积集中分布,自然湿地斑块分布面积较大,主要分布在公园内部。

3.2 西溪湿地景观廊道功能特征与空间格局特征

西溪湿地公园廊道功能主要表现为生态保护和旅游休闲两种功能,其功能特征见表 4。生态保护廊道所占面积(11.60%)是旅游休闲廊道的一半左右(20.91%),但是其网络结构较旅游休闲廊道复杂,说明生态功能廊道在公园中能够较好的发挥其作用。其中生态保护廊道主要包括自然河流廊道和自然基梗廊道两种类型;旅游休闲廊道主要表现为观光河溪廊道和观光基梗廊道两种类型。不同的功能廊道具体的特征表现以下两个方面(表 4)。

西溪湿地公园生态保护廊道中,自然河溪廊道是指未受到人类干扰的河溪景观,它在整个公园中占地面积为 3.63%,表现为廊道密度低、节点密度小、网络环度较低、复杂度较低、连通度不高等特点;自然基梗廊道主要由乔灌木构成,人类活动未能触及到的区域,它占整个公园面积的 7.98%;自然基梗的密度大于河溪廊道的密度,为 9.77km/km²,节点密度较大,为 175 个/km²,其网络结构的环度、点线率和环通性都较高,表现为基梗生态保护功能在公园中占有重要地位。

西溪湿地公园旅游休闲廊道中,观光河溪面积占整个公园面积的 9.75%,是自然河溪的 3 倍左右,说明公园的河溪利用率远高于保护率,同时也体现湿地公园的旅游特色。观光河溪的廊道密度和节点密度都较

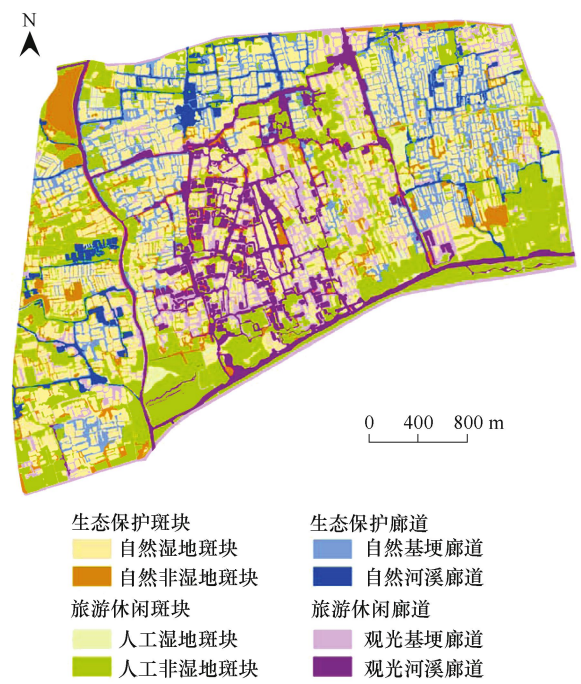


图 3 不同类型斑块和廊道空间分布图
Fig.3 The distribution of patches and corridors with different classifications

低,分别为 $1.60\text{km}/\text{km}^2$ 和 3 个 $/\text{km}^2$ 。观光河溪网络的环度、点线率和连接度都很高,表明其网络结构复杂性较高;观光基埂面积占整个公园面积的 11.16% ,其所占面积在廊道中最大,其廊道密度和节点密度都高于观光河溪,但是网络结构方面的指数都小于观光河溪,这说明观光基埂在公园中分布广,但是网络结构较为简单,且较为分散。

表 4 不同类型廊道的格局指数

Table 4 Landscape pattern indices of different corridor types

功能廊道类型 Functional corridor		面积比/% Ratio of area	廊道密度 /(km/km^2) Corridor density	节点密度 /(个 $/\text{km}^2$) Node density	α 环度 α circuitry	β 线点率 β Ratio of line to node	γ 连接度 γ connectivity
生态保护廊道 Ecological corridor	自然河溪廊道 Natural river	3.62	6.364	96.90	0.0166	1.0323	0.3447
	自然基埂廊道 Natural ridge	7.98	9.774	175.74	0.0917	1.1826	0.3946
生态保护廊道 Ecological corridor		11.60	16.138	272.64	0.0629	1.1253	0.3753
旅游休闲廊道 See-sighting corridor	观光河溪廊道 See-sighting river	9.75	1.604	3.13	0.3243	1.5238	0.5614
	观光基埂廊道 See sighting ridge	11.16	9.395	163.57	0.0059	1.0112	0.3374
旅游休闲廊道 See-sighting corridor		20.91	10.999	166.70	0.0060	1.0115	0.3375

由图 3 可见,生态保护廊道主要集中在公园的北部和东部,而旅游休闲廊道主要分布在公园的南部和中心地带,两种功能类型之间基本呈片状分布,相互交织的情况较少,这有利于湿地保护。其中自然河溪贯穿于自然基埂之中,观光河溪贯穿于观光基埂之中,构成较为复杂的网络体系。

3.3 西溪湿地公园湿地保护与利用的耦合关系

生态保护区在整个公园中所占面积为 53.7% ,旅游休闲区占整个面积的 46.3% ,说明公园主要以生态保护为主。生态保护区主要以块状为主,而人类利用区主要以网络状分布为主;生态保护区被旅游休闲廊道分割明显,其主要集中在公园东部和西部,人类利用区主要分布在公园的南部和东部,且沿公园边界公路向公园内部延伸(图 4)。

斑块间通过不同类型的廊道进行生态功能和旅游休闲的空间组织,廊道在景观中既表现为空间格局上的联系,又表现为功能上的逻辑关系。本文通过对廊道缓冲分析揭示生态保护区和旅游休闲区之间的关系如图 5(a)所示,生态保护廊道缓冲带中主要由生态保护斑块组成(70.7%),旅游休闲斑块只占 29.3% ,表明生态廊道在连接生态斑块方面具有重要作用;旅游休闲廊道的缓冲带中生态功能斑块和旅游休闲斑块的面积相差不大,生态保护斑块占 46.8% ,旅游休闲斑块占 53.2% ,说明旅游休闲廊道不仅能够最大限度的满足游客观赏要求,同时也能够带来良好的生态效应。

生态保护斑块包括自然湿地斑块和自然非湿地斑块,旅游休闲斑块包括人工湿地斑块和人工非湿地斑块。由图 5(b)可见,自然河溪廊道缓冲范围内人工非湿地斑块所占面积最大,其次是自然湿地斑块,所占面

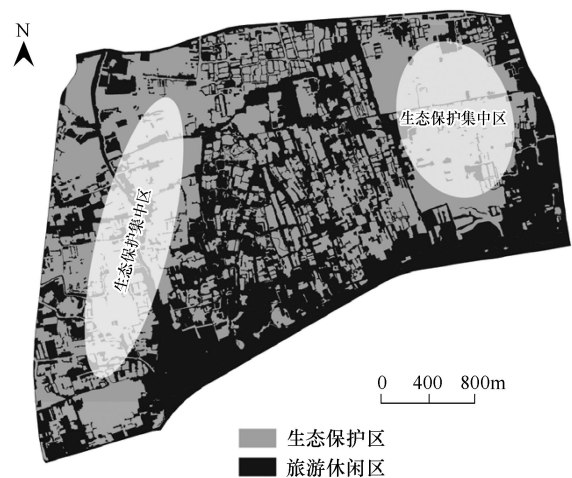


图 4 西溪湿地公园生态保护与旅游休闲景观图

Fig. 4 The landscape in Xixi wetland of ecological protection and recreation

积最小的是人工湿地斑块;自然基埂廊道缓冲区内自然湿地斑块所占面积最大,超过了80%;观赏河溪廊道缓冲区内人工非湿地斑块所占面积大于60%,其缓冲区内所占面积最小的是人工湿地斑块;观赏基埂廊道的缓冲区内自然湿地斑块所占面积最大。总体而言,自然湿地斑块在自然基埂廊道缓冲区内所占面积最大;自然非湿地斑块在自然河溪廊道缓冲区内所占面积最大;人工湿地斑块在观赏基埂缓冲区内所占面积最大;人工非湿地斑块在观赏河溪廊道缓冲区内所占面积最大。由此可见,湿地廊道缓冲区内具有观赏功能的人工非湿地所占面积最大;非湿地廊道缓冲区内具有生态功能的自然湿地斑块所占面积最大。西溪湿地公园在设计和管理过程中充分尊重自然,同时也重点突出湿地公园的特点。

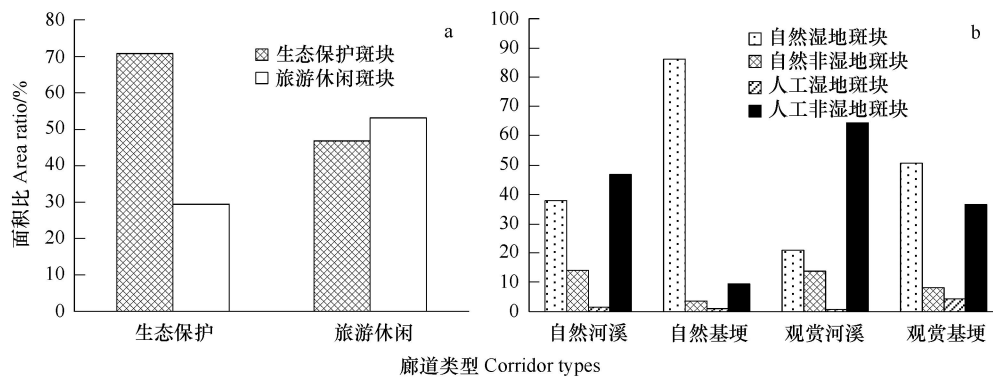


图5 廊道缓冲范围内不同类型斑块的面积百分比

Fig.5 Ratio of protection and recreation area in corridor buffers

4 结论与讨论

本文针对湿地公园的功能特点,对景观分类方法进行改进和创新。在基于功能的景观分类基础上,利用景观格局指数分析景观功能的结构特征,进而揭示西溪湿地保护和利用之间的空间关系。在研究生态保护区和旅游休闲区耦合关系时,本文主要根据廊道对周围斑块的影响强度和游客对廊道周边的影响范围来确定缓冲半径,有一定的主观性。然而缓冲半径的选择对结果具有直接的影响。因此,今后研究的过程中需加强对廊道缓冲半径选择的验证和详细探讨。

景观结构和景观功能之间的关系是景观生态学研究的重点和难点问题,本文用全新的思路研究景观格局问题,研究结果表明:(1)生态保护功能斑块和廊道在整个公园中所占比重最大,表明公园以生态保护为主;旅游休闲斑块和廊道所占比重较小,并且旅游休闲斑块分布较为集中,表明公园旅游休闲受到一定限制,游客游览和观光服务功能较为集中;(2)在生态保护斑块中,西溪湿地公园总体表现为生态斑块面积大,密度高,形状比较复杂多样,但多样性较低,连通性不高的特征;在旅游休闲斑块中,西溪湿地公园具有面积小、斑块密度低、形状规则、连接度较高和多样性高的功能特征;(3)生态保护廊道的面积远远小于旅游休闲廊道面积,但是其网络结构比旅游休闲廊道复杂,说明生态功能廊道在公园中能够较好的发挥其作用。

虽然西溪湿地公园在规划和建设过程中尽量减少对原生态环境的改造和破坏,同时又能满足游客的游览心理和需要,做到生态保护和旅游休闲的双赢的局面,已经成为国家湿地公园集生态保护、观光旅游于一体的典范。但是研究结果进一步表明西溪湿地应尽量减少自然河溪周围人工非湿地斑块的分布面积,使其生态廊道的功能得到充分发挥,同时应该增加观赏基埂周围人工湿地斑块的分布面积,在突出湿地特点的同时也能加强游客对湿地景观的认识。

References:

- [1] 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. Progress in Geography, 2009, 28(2):271-279.
- [2] Deng Y. The Methods of Urban Ecological Park Planning and Design. Beijing: China Construction Industry Press, 2007: 126-187.

- [3] Turner M G. Landscape ecology in North America: past, present, and future. *Ecology*, 2005, 86(8): 1967-1974.
- [4] Chen L D, Liu Y, Lu Y H, Feng X M, Fu B J. Landscape pattern analysis in landscape ecology: current, challenges and future. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(11): 5521-5531.
- [5] Chen J H. Study on the fragility of eco-environment of wetland on the edge of the city — using the Xixi Wetland in Hangzhou as an example. *Bulletin of Science and Technology*, 2003, 19(5): 395-398.
- [6] Shen Q, Liu K, Li S Y, Zhang J, Jiang Y P, Ge Y, Chang J. Relationships of plant composition, water level and solar radiation in Xixi wetland, Hangzhou, China. *Journal of Plant Ecology*, 2008, 32(1): 114-122.
- [7] Jiang Y Y, Wang Y L, Cheng S K. Preliminary research on patterns of the tourism landscape ecosystem: concept and spatial units system. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(2): 910-915.
- [8] Forman R T T. Process, Roads, Suburbs, and Society//Klopatek J, Gardner R, eds. *Landscape Ecological Analysis: Issues and Applications*. New York: Springer, 1999: 35-53.
- [9] McGarigal K, Marks B J. Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. Corvallis: Forest Science Department, Oregon State University, 1995: 23-55.
- [10] Forman R T T, Godron M. *Landscape Ecology*. New York: John Wiley and Sons, 1986: 320-350.
- [11] Forman R T T, Gordon M. Patches and structural components for a landscape ecology. *BioScience*, 1981, 31(10): 733-740.
- [12] Forman R T T. Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology*, 1995, 10(3): 133-142.
- [13] Hagget P, Cliff A D, Frey A. *Locational Analysis in Human Geography*. London: Edward Arnold, 1977: 231-258.
- [14] Wu J G. *Landscape Ecology: Pattern, Process, Scale and Hierarchy*. Beijing: Higher Education Press, 2000: 120-136.

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 邓毅. 城市生态公园规划设计方法. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007: 126-187.
- [4] 陈利顶, 刘洋, 吕一河, 冯晓明, 傅伯杰. 景观生态学中的格局分析: 现状、困境与未来. *生态学报*, 2008, 28(11): 5521-5531.
- [5] 陈久和. 城市边缘湿地生态环境脆弱性研究——以杭州西溪湿地为例. *科技通报*, 2003, 19(5): 395-398.
- [6] 沈琪, 刘珂, 李世玉, 张骏, 蒋跃平, 葛滢, 常杰. 杭州西溪湿地植物组成及其与水位光照的关系. *植物生态学报*, 2008, 32(1): 114-122.
- [7] 蒋依依, 王仰麟, 成升魁. 旅游景观生态系统格局: 概念与空间单元. *生态学报*, 2009, 29(2): 910-915.
- [14] 邬建国. *景观生态学——格局、过程、尺度与等级*. 北京: 高等教育出版社, 2000: 120-136.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 4 February, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Short-term effects of temperature enhancement on community structure and biomass of alpine meadow in the Qinghai-Tibet Plateau	LI Na, WANG Genxu, YANG Yan, et al (895)
Effects of submergence on seed germination of nine annual plant species in the Three Gorges Reservoir region and their implication to vegetation restoration	TAO Min, BAO Dachuan, JIANG Mingxi (906)
Temporal-spatial niches of Chinese White Wax Scale insect (<i>Ericerus pela</i>) and its three dominant parasitoid wasps	WANG Zili, CHEN Yong, CHEN Xiaoming, et al (914)
Species diversity of carabid beetles in desert-steppe in Yanchi of Ningxia, China	HE Qi, WANG Xinpu, YANG Guijun (923)
Identification of trophic relationships between marine algae and the copepod <i>Calanus sinicus</i> in a fatty acid approach	LIU Mengtan, LI Chaolun, SUN Song (933)
Community structure of macrozoobenthos in Caizi Lake, China	XU Xiaoyu, ZHOU Lizhi, ZHU Wenzhong, et al (943)
The community distribution pattern of intertidal macrozoobenthos and the responses to human activities in Yueqing Bay	PENG Xin, XIE Qilang, CHEN Shaobo, et al (954)
The effects of jellyfish (<i>Rhopilema esculentum</i> Kishinouye) farming on the sediment nutrients and macrobenthic community	FENG Jianxiang, DONG Shuanglin, GAO Qinfeng, et al (964)
Diurnal activity rhythm and time budgets of the Dwarf Blue Sheep (<i>Pseudois schaeferi</i>) in Zhubalong Nature Reserve	LIU Guoku, ZHOU Caiquan, YANG Zhisong, et al (972)
Comparison of leaf, height and seed functional traits of species in dry-hot valleys	ZHENG Zhixing, SUN Zhenhua, ZHANG Zhiming, et al (982)
Dynamics of soil seed banks in the reversion process of desertification in the middle reaches of the Shiyang River	MA Quanlin, ZHANG Dekui, LIU Youjun, et al (989)
Modelling the spatial distribution of forest carbon stocks with artificial neural network based on TM images and forest inventory data	WANG Shaohua, ZHANG Maozhen, ZHAO Pingan, et al (998)
The GIS-based visual landscape evaluation in mountain area: a case study of Mount Nan-kun National Forest Park, Guangdong Province	QIU Yishu, GAO Jun, ZHAN Qilin (1009)
A functional classification method for examining landscape pattern of urban wetland park: a case study on Xixi Wetland Park, China	LI Yufeng, LIU Hongyu, ZHENG Nan, et al (1021)
Effects of AM fungi on the growth and drought resistance of <i>Seriphidium minchinense</i> under water stress	HE Xueli, GAO Lu, ZHAO Lili (1029)
Modeled impact of irrigation on regional climate in India	MAO Huiqin, YAN Xiaodong, XIONG Zhe, et al (1038)
The responses of photosynthetic energy use in wheat flag leaves to nitrogen application rates and light density under elevated atmospheric CO ₂ concentration	ZHANG Xucheng, YU Xianfeng, MA Yifan, et al (1046)
Enhanced drought and photooxidation tolerance of transgenic tobacco plants overexpressing pea catalase in chloroplasts	WANG Fengde, YI Yanjun, WANG Haiqing, et al (1058)
Evaluation of wheat freezing resistance based on the responses of the physiological indices to low temperature stress	WANG Shugang, WANG Zhenlin, WANG Ping, et al (1064)
Predicting winter wheat growth based on integrating remote sensing and crop growth modeling techniques	HUANG Yan, ZHU Yan, WANG Hang, et al (1073)
Effects of spraying ABA on bleeding intensity in neck-panicle node, spike traits and grain yields of two different panicle-type winter wheat	CUI Zhiqing, YIN Yanping, TIAN Qizhuo, et al (1085)
Nitrogen and phosphorus cycling from rice-duck mutual ecosystem during late rice growth season	ZHANG Fan, SUI Peng, CHEN Yuanquan, et al (1093)
Initial exploration of the ecological costs of food production in the hilly red soil region of Southern China	LI Xiao, XIE Yongsheng, ZHANG Yinglong, et al (1101)
Optimization strategy and management decision-making in balancing forage and livestock in Gannan pastoral area	LIANG Tiangang, FENG Qisheng, XIA Wentao, et al (1111)
Species-area relationship in travertine area in Huanglong valley, Sichuan	HUANG Baoqiang, LUO Yibo, AN Dejun, et al (1124)
Influencing factors of fine root lifespans in two Chinese fir plantations in subtropical China	LING Hua, YUAN Yiding, YANG Zhijie, et al (1130)
Age structure effects on stand biomass and carbon storage distribution of <i>Larix olgensis</i> plantation	JU Wenzhen, WANG Xinjie, WANG Xinjie (1139)
Effects on controlling banana Fusarium wilt by bio-fertilizer, chitosan, hymexazol and their combinations	ZHANG Zhihong, PENG Guixiang, LI Huaxing, et al (1149)
Seasonal dynamics of culturable bacterium numbers in freshwater bodies of different water quality in Beijing	GAO Cheng, HUANG Manrong, TAO Shuang, et al (1157)
Review and Monograph	
On the coordinated regulation of forest transpiration by hydraulic conductance and canopy stomatal conductance	ZHAO Ping (1164)
Impacts of plant parasitism on structure and function of ecosystems	LI Junmin, DONG Ming (1174)
Invasion mechanisms of <i>Solidago canadensis</i> L.: a review	YANG Ruyi, ZAN Shuting, TANG Jianjun, et al (1185)

2009 年度生物学科总被引频次和影响力因子前 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	影响力因子 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;影响力因子 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 4 期 (2011 年 2 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 4 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许可证	京海工商广字第 8013 号		

