

多尺度结合的西安市浐灞河湿地水鸟生境保护规划

赵振斌¹, 赵洪峰², 田先华², 延军平¹

(1. 陕西师范大学旅游与环境学院, 西安 710062; 2. 陕西师范大学生命科学学院, 西安 710062)

摘要:城市湿地及其物种多样性的保护是城市生态建设的重要内容。结合西安市浐灞河湿地, 对城市湿地水鸟生境的保护规划问题进行了探讨。经调查, 西安市浐灞河段共发现水鸟 20 种, 分属 8 目 12 科, 孕育了丰富的水鸟多样性资源。同时保留有本地湿地植物种类, 生境类型多样, 具有很高的保护价值。浐灞河湿地水鸟生境的保护规划应以景观生态学、保护生物学、复合种群等相关理论为指导, 区域/景观-局地-群落多尺度结合, 保护与开发结合进行规划, 具体从以下方面着手: 生境网络的构建; 小生境的设计, 滨水地带土地利用格局优化及生境水深的控制; 生境植物群落的构建。

关键词:多尺度; 城市湿地; 水鸟; 生境; 保护规划

文章编号: 1000-0933(2008)09-4494-07 中图分类号: Q142, Q16, YU984 文献标识码: A

Multiple scale protection planning of waterbird habitats in Xi'an Chanba River wetland

ZHAO Zhen-Bin¹, ZHAO Hong-Feng², TIAN Xian-Hua², YAN Jun-Ping¹

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

2 College of Life Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(9): 4494 ~ 4500.

Abstract: Urban wetland and wildlife diversity protection is the important task of urban ecological construction. With the case study of Chan-ba River wetland in Xian City, the issues of urban waterbird habitat protection planning are discussed in this paper. By field investigation, the study area is found feeding 20 species, belonging to 8 orders and 12 families, showing a high birds diversity level. Some indigenous plant species and different habitat types are also found in the study area, with high value in sight of urban nature protection. The protection of the waterbird habitats in Chanba river wetland should be based on the relating theories of landscape ecology, conservation biology, and metapopulation, and carried on from different spatial scale. The main approaches include: habitat network construction, small habitat design, water depth control, and land use pattern optimization in riparian zone, plant community organization.

Key Words: multiple scale; urban wetland; waterbird; habitat; protection planning

城市自然保护已经成为区域自然保护和城市生态建设的主要内容^[1~3]。从城市空间规划角度来看, 有两个问题值得关注, 第一是多尺度的结合问题; 第二, 是开发与保护的协调问题。自然保护的核心是维持生态过程。由于生态过程发生在异质性、多尺度的景观格局之中, 因此只有多尺度结合, 才能真正实现城市自然

基金项目: 教育部重大攻关项目(04JZD00010); 陕西省自然科学基金项目(2005D14); 陕西师范大学重点科研基金项目

收稿日期: 2007-09-24; 修订日期: 2008-05-12

作者简介: 赵振斌(1965—), 男, 陕西洛南人, 博士, 副教授, 主要从事城市景观生态研究. E-mail: zhaoxhe@163.com

Foundation item: The project was financially supported by the National Education Ministry Foundation (No. 04JZD00010); The Natural Science Foundation of Shaanxi Province (No 2005D14); The Central Research Foundation of Shaanxi Normal University

Received date: 2007-09-24; **Accepted date:** 2008-05-12

Biography: ZHAO Zhen-Bin, Ph. D., mainly engaged in urban landscape ecology. E-mail: zhaoxhe@163.com

保护的目标。城市化地区多种利益并存,生境破碎化严重,因此,将破碎生境斑块有效组织,增强生态功能,并与城市开发用地协调布局显得尤为重要。上述两个方面的实现有赖于多学科的结合,尤其是生态学与规划学科的结合,同时有赖于相关空间规划概念(spatial planning concept)的创新。

城市化地区的湿地生境是城市自然保护的重要内容^[3~4]。近年来,城市化和乡村区域破碎湿地景观特征及其效应的研究成为景观破碎化研究的热点之一。比如,城市化对湿地生境结构及功能的影响研究^[5],城市化地区湿地斑块规模、空间组合、周边土地利用与水鸟多样性的关系研究^[6~8],河流两岸生境景观格局、土地利用与物种多样性特征^[9~12],城市湿地生境及恢复评价^[13,14]等。这些研究都为城市湿地生境保护规划提供了理论基础。尺度效应是景观的重要特征。值得注意的是,对于不同尺度上(局地尺度-景观尺度-流域尺度 site/local-landscape-catchment)河流景观格局、土地利用状况对河流湿地物种多样性影响的研究受到关注,研究结果揭示出多尺度结合对于湿地生态评价与保护的重要性^[15~19]。虽然城市湿地生境研究和多尺度湿地景观生态效应的问题受到重视,但从规划实践上来说,多尺度结合进行河流湿地保护规划的研究还不够深入。由于河流湿地在空间上的连续性,其生境保护必须涉及群落-局地-景观及区域等多个尺度,对这一问题进行研究有其理论和实践意义。

1 西安市浐灞河湿地水鸟及生境调查

1.1 研究区概况

研究区位于西安市东郊,范围包括南至绕城高速灞河桥,北到浐灞河交汇处的浐灞河河道、三角洲及两岸部分阶地平原。区内地势平坦,地面海拔介于 393.90 ~ 376.20m 之间,地貌主要为灞河一级阶地及河漫滩。土地利用有果园、村落、城镇建成区、取沙地、鱼塘、荒地等类型。该区南连浐灞河上游秦岭山地,北接灞渭、泾渭湿地,具有重要的生态价值。在新的西安市城市总体规划修编中,浐灞三角洲和灞河以东将成为新的城市组团,浐灞河将变为穿越城市的城中河,湿地保护的任务艰巨。

1.2 研究区湿地水鸟多样性调查与评价

采用不同生境类型定点观察的方法对研究区夏季水鸟种类进行了调查,方法如下:在研究区划分出水面、河漫滩、柳丛草地、积水沙坑、裸露沙坑、堤坝、鱼塘、荒地、村落与果园等生境类型,然后采用定点观察方法进行调查。调查时间集中于 2005 年 5 月 15 至 7 月 30 日进行,每隔 2 ~ 3d 调查 1 次,每次调查选择鸟类活动活跃的 6:30 ~ 8:30,17:00 ~ 19:00 进行。进入观察点后等待 5min,然后记录 30min 内看到,听到的水鸟类型。调查共记录鸟类 8 目、12 科、20 种(表 1)。

在记录的 20 个水鸟种中,主要包括雁形目、鹤形目、鸬形目、鸥形目、鸺形目、佛法僧目的鸟类,以及雀形目的部分鸟种,这些水鸟多为夏候鸟,与河流湿地环境相伴而生。虽然未发现珍稀或濒危鸟类种,但调查区有 17 种被列入国家林业局颁布的《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》(国家林业局,2000 年 8 月 1 日),占所见鸟种的 85%。夜鹭和斑嘴鸭 2 种被列入《陕西省重点保护动物名录》(2003),从城市自然保护的角度来看,这一区域鸟类具有很高的保护价值。

1.3 研究区湿地水鸟生境调查

湿地生境是水鸟赖以生存的场所,根据小地貌及植被覆盖状况、土地利用状况,将研究区具有水鸟生境意义的湿地划分出如下类型:低漫滩稗草水蓼莎草滩地、低漫滩香蒲草丛滩地、低漫滩芦苇丛滩地、高漫滩柳丛草地、积水沙坑香蒲丛草地、积水沙坑芦苇丛草地、积水沙坑狗牙根草甸、积水沙坑水面、人工鱼塘、闲置地、人工堤坝。这些生境类型呈斑状分布于研究区河道和河岸地带,是重要的水鸟分布、栖息场所,如表 2 所示。其中分布于河道的漫滩类型和分布于河岸的积水沙坑类型生态价值高,为水鸟和生境保护、重建提供了样板。

从生境植物种类来看,浐灞河湿地环境孕育了具有很高保护价值的本地湿生、水生植物种类,这些植物是湿地水鸟生境的重要构成要素,同时也可以形成独具特色的湿地景观,主要湿地植物种类如下:芦苇(*Phragmites communis*)、香蒲(*Typha orientalis*)、小香蒲(*Typha minima*)、稗(*Echinochloa crusgalli*)、金鱼藻(*Ceratophyllum demersum*)、菹草(*Potamogeton crispus*)、水蓼(*Polygonum hydropiper*)、莎草(*Cyperus rotundus*)、

泽泻 (*Alisma orientale*)、慈姑 (*Sagittaria sagittifolia*)、眼子菜 (*Potamogeton distinctus*)、柳叶菜 (*Epilobium hirsutum*)、水芹 (*Oenanthe javanica*)、灯心草 (*Juncus effusus*)、小灯心草 (*Juncus bufonius*)。

表 1 泸灞河湿地水鸟种类

Table 1 Waterbird species in the study area of Chan-ba River wetland

I 雁形目 Anseriformes	11 林鹬 <i>Tringa glareola</i> *
鸭科 Anatidae	雉鸨科 Jacanidae
1 斑嘴鸭 <i>Anas poecilorhyncha</i> * Δ	12 水雉 <i>Hydrophasianus chirurgus</i> *
2 赤膀鸭 <i>Anas strepera</i> *	鸻科 Charadriidae
II 佛法僧目 Coraciiformes	13 金眶鸻 <i>Charadrius dubius</i> *
翠鸟科 Alcedinidae	14 灰头麦鸡 <i>Vanellus cinereus</i> *
3 普通翠鸟 <i>Alcedo atthis</i> *	VI 鸥形目 Lariformes
4 冠鱼狗 <i>Megaceryle lugubris</i>	鸥科 Laridae
戴胜科 Upupidae	15 普通燕鸥 <i>Sterna hirundo</i> *
5 戴胜 <i>Upupa epops</i> *	VII 鸊鷉目 Podicipediformes
III 鹤形目 Gruiformes	鸊鷉科 Podicipedidae
秧鸡科 Rallidae	16 小鸊鷉 <i>Tachybaptus ruficollis</i> *
6 黑水鸡 <i>Gallinula chloropus</i> *	VIII 雀形目 Passeriformes
IV 鸛形目 Ciconiiformes	鸫科 Muscicapidae
鹭科 Ardeidae	鸫亚科 Turdinae
7 夜鹭 <i>Nycticorax nycticorax</i> * Δ	17 红尾水鸫 <i>Rhyacornis fuliginosus</i>
8 白鹭 <i>Egretta garzetta</i> *	鸫亚科 Sylviinae
9 牛背鹭 <i>Bubulcus ibis</i> *	18 东方大苇莺 <i>Acrocephalus orientalis</i>
V 鸻形目 Charadriiformes	鸻科 Motacillidae
鹬科 Scolopacidae	19 黄鹬 <i>Motacilla flava</i> *
10 青脚鹬 <i>Tringa nebularia</i> *	20 白鹬 <i>Motacilla alba</i> *

Δ 为列入《陕西省重点保护动物名录》鸟种; * 为列入国家林业局名录鸟种 ΔBirds listed as the specially protected wildlife by Shaanxi provincial government; * Birds listed as protected wildlife with important economic or scientific values by State Forestry Administration

表 2 研究区水鸟生境类群构成

Table 2 The waterbird habitat communities of the study area

生境划分 Habitat	类群 Habitat community	鸟种 Bird species
低漫滩稗草水蓼莎草滩地 Grass low floodplain	白鹭、野鸭类群 <i>Egretta garzetta</i> and <i>Anas poecilorhyncha</i> habitat community	主要由白鹭 <i>Egretta garzetta</i> 、夜鹭 <i>Nycticorax nycticorax</i> 、牛背鹭 <i>Bubulcus ibis</i> 、斑嘴鸭 <i>Anas poecilorhyncha</i> 、普通燕鸥 <i>Sterna hirundo</i> 、青脚鹬 <i>Tringa nebularia</i> 、林鹬 <i>Tringa glareola</i> 、金眶鸻 <i>Charadrius dubius</i> 等组成
低漫滩香蒲草丛滩地 Cattail low floodplain		
低漫滩芦苇丛滩地 Reed low floodplain		
高漫滩柳丛草地 Willow and grass high floodplain		
积水沙坑香蒲丛草地 Sandpit cattail grassland	小鸊鷉、野鸭类群 <i>Tachybaptus ruficollis</i> and <i>Gallinula chloropus</i> habitat community	主要由小鸊鷉 <i>Tachybaptus ruficollis</i> 、黑水鸡 <i>Gallinula chloropus</i> 、白鹭、斑嘴鸭、林鹬、水雉 <i>Hydrophasianus chirurgus</i> 、戴胜 <i>Upupa epops</i> 、夜鹭等鸟类组成
积水沙坑芦苇丛草地 Sandpit reed grassland		
积水沙坑狗牙根草甸 Sandpit Bermudagrass meadow		
积水沙坑水面 Sandpit water surface		
人工鱼塘 Fish pond	翠鸟、鸻类群 <i>Alcedo atthis</i> and <i>Motacilla alba</i> habitat community	主要由普通翠鸟 <i>Alcedo atthis</i> 、黄鹬 <i>Motacilla flava</i> 、白鹬 <i>Motacilla alba</i> 、金眶鸻等鸟类组成
闲置地 Unused land	金眶鸻、灰头麦鸡类群 <i>Charadrius dubius</i> and <i>Vanellus cinereus</i> habitat community	主要由金眶鸻 <i>Charadrius dubius</i> 、灰头麦鸡 <i>Vanellus cinereus</i> 、白鹬 <i>Motacilla alba</i> 等鸟类组成
人工堤坝 Dike		

2 泸灞河湿地水鸟生境保护规划

如上所述,研究区已规划为城市新区,因此,水鸟及生境保护与重建的关键是处理好城市开发与自然保护的关系。规划构建区域性的湿地生境网络,兼顾多尺度(群落—局地—景观与区域)保护措施,实施整体保护,是保护湿地景观和野生水鸟的途径。

2.1 生境网络的构建

生境网络是景观与区域尺度上的保护规划措施。由于开发活动的进行,研究区未来难以有大的土地斑块

用于自然保护,因此,必须采取小生境对策,并与外围大生境斑块共同构成生境网络来达到自然保护的目的。生境网络由多个生境斑块(*habitat patches*)组成,生境斑块之间由生态步石(*stepping stone*)或生态廊道(*ecological corridor*)相连接^[20]。由于在生境破碎的条件下,鸟类被认为可以以复合种群(*metapopulation*)的形式存在,生境斑块格局影响鸟类群落构成和丰富程度^[21,22],因此,合理组织生境网络是湿地水鸟种群保护的有效途径。

生境网络总体布局遵循下面基本原则:①集中与分散相结合原则:将生境用地和开发用地相对集中布局,之间设立缓冲地区,同时两种用地方式又可以小斑块方式相互分散渗透,这是优良的景观格局形式之一^[23],由此可以达到保护与开发在规划途径上的协调;②大生境斑块与小生境斑块相结合的原则:大的生境斑块具有更多的生态功能。小的生境斑块可灵活地布局于开发用地之间,空间上相互联系,通过斑块群体的联系,共同发挥复合生境功能。③小斑块组团原则:小斑块组团布局,可以增加小斑块的景观生态功能,增强保护效果^[6]。

由上述原则,建议在灞渭交汇三角地带设立大面积湿地生境保护地,面积 400hm^2 ,在灞河入渭口东南设立 300hm^2 的湿地生境保护地。这些保护地可将浐灞河生境体系与渭河乃至黄河的生境体系相连,成为生境体系联系的枢纽。同时在浐灞河中上游集中设立大型保护地。大型湿地是生境集中布局形式,与此同时,设计一系列小的湿地生境斑块,分散到研究区开发用地类型之间,进行小组团布局。同时有计划地保留研究区 $>1\text{hm}^2$ 的河漫滩生境。

2.2 小生境保护与重建

局地尺度上的保护措施包括小生境的保护与重建,滨岸土地利用格局优化及湿地生境的水深控制等方面。

2.2.1 小生境斑块设计

在有计划地保留现有湿地生境斑块的基础上,可结合开发活动,设计重建小的湿地生境斑块。根据浐灞河地区的实地调查,小生境斑块大小可为 $0.4\sim 2\text{hm}^2$ ^[6]。空间结构上具体有以下几种形式,其中河湾漫滩小生境主要为现有生境的保护和更新,湖滨小生境是在景观水面中将开发与保护相结合创造的生境小斑块,独立小生境指在开发用地中划出的小块自然保护用地,岛屿小生境一般在较大的景观水面中布置(图2)。

2.2.2 滨岸地带土地利用格局优化

滨岸地带土地利用关系到生境质量状况,因此,对于滨水地带应采用灵活的土地利用方式,将开发与生境保护结合起来。对于景观水面,可将其水面和岸段划分为开放区与封闭区,封闭区用于生境的营建。对于滨岸生境,可将人行步道后退布置,避免人为的生境影响。滨岸带可将传统的水面—堤岸—道路的土地形式改变为水面—生物堤岸—绿化用地—道路的形式。开发过程中,在不影响开发项目功能的情况下,可将环境友好的土地利用类型尽量布局在湿地生境周围或边缘,起缓冲作用,如绿化用地,网球场等公共用地等类型。

2.2.3 生境水深控制

水深对野生鸟类利用湿地生境有很大影响。总的来说,积水湖泊和池塘应有一定的水深控制,以满足滨水植物、挺水、浮水和沉水植物生长,同时为水鸟提供适宜的生境条件。根据美国城市野生生物协会(NIUW)

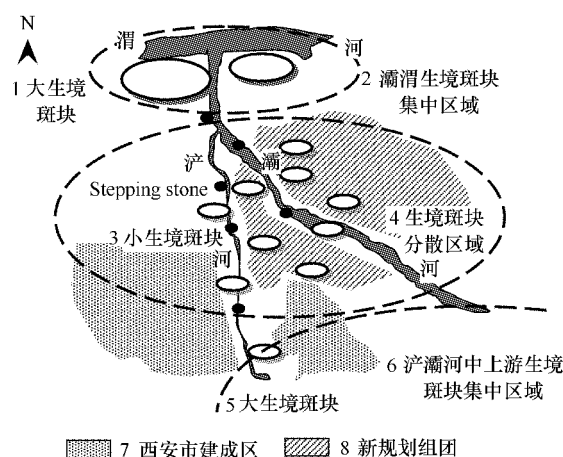


图1 研究区生境网络布局

Fig. 1 A schematic plan of habitat network in study area

1 Big habitat patch; 2 Habitat patch concentrated area; 3 Small habitat patch; 4 Habitat patch scattered area; 5 Big habitat patch; 6 Middle and upper stream habitat patch concentrated area; 7 Xi'an City built up area; 8 Newly planned urban cluster; 渭河 Wei River; 灞河 Bao River

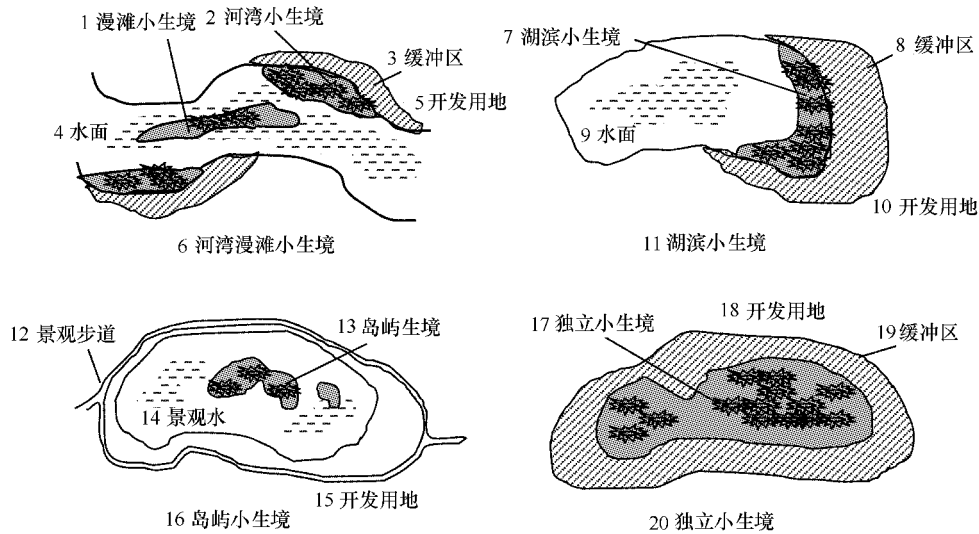


图2 研究区湿地小生境的设计

Fig. 2 Small habitat design in the study area

1 Floodplain small habitat; 2 River bend small habitat; 3 Buffer belt; 4 Water; 5 Development land; 6 River and floodplain small habitat; 7 Lake side small habitat; 8 Buffer belt; 9 Water; 10 Development land; 11 Lake side small habitat; 12 Walk trail; 13 Island habitat; 14 Water; 15 Development land; 16 Island small habitat; 17 Designated small habitat; 18 Development land; 19 Buffer belt; 20 Designated small habitat

的建议^[24],结合研究区实际,从吸引水鸟的角度出发,水深控制应注意以下方面:①湖泊和水塘水面的25%~50%水深应控制在35~60cm;其余50%~75%水面可控制在100~120cm之间;②湖泊和水塘边坡度以10:1或小于这一指标为好;③实践显示,浅水塘(平均水深70cm,滨岸坡度16:1)较深水塘(平均水深220cm,滨岸坡度3:1)具有更好的野生生物吸引力;④湖泊和水塘水位应具有可调节性,周期性的涨水、落水对生境营建有积极意义。分水堰、溢水管口、水闸等工程措施可用于水位的调节^[24]。

2.3 生境植物群落保护与重建

湿地生境植物群落的保护与重建有两个目标,一方面保护特有的湿生、水生植物种类;另一方面,保护湿地鸟类的生存条件。群落重建的基本原则是根据生境构成的研究成果,按照泸灞河现有湿地植物群落来组成生境群落。植物种质资源以本地自生种为主,其理论依据如下:第一,按照目前的知识积累,人工组织生态系统或者群落的理论基础还不充分^[21];第二,研究显示,如果将自然植被变为人工植被,将会对水鸟产生负面影响^[25,26];第三,现有生境以自生植物为主构成,能够支持水鸟的生存。生境重建的基本途径是:保护自生种质资源,引种,抚育与自然演替相结合。

根据泸灞河具体生境群落调查,推荐以下植物群落为湿地生境重建群落:

①香蒲+泽泻+慈菇群落,主要由香蒲(*Typha orientalis*)、小香蒲(*Typha minima*)、灯心草(*Juncus effusus*)、小灯心草(*Juncus bufonius*)、眼子菜(*Potamogeton Franchetii*)、泽泻(*Alisma orientale*)、慈菇(*Sagittaria sagittifolia*)、水柏枝(*Myricaria germanica*)、水蓼(*Polygonum hydropiper*)组成。

②芦苇群落,主要由芦苇(*Phragmites communis*)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)、柳兰(*Epilobium angustifolium*)、香茶菜(*Rabdosia amethystoides*)、看麦娘(*Alopecurus aequalis*)、细叶早熟禾(*Poa angustifolia*)等组成。

③水蓼+稗草+莎草群落,主要由水蓼(*Polygonum hydropiper*)、稗草(*Echinochloa crusgalli*)、莎草(*Cyperus rotundus*)、柳叶菜(*Epilobium hirsutum*)、水芹(*Oenanthe javanica*)等组成。

④灯心草+鬼针草+眼子菜群落,主要由灯心草(*Juncus effusus*)、小灯心草(*Juncus bufonius*)、鬼针草(*Bidens bipinnata*)、眼子菜(*Potamogeton Franchetii*)、莎草(*Cyperus rotundus*)、水蓼(*Polygonum hydropiper*)、三籽两型豆(*Amphicarpa trisperma*)等组成。

⑤香蒲 + 芦苇群落,主要由香蒲 (*Typha orientalis*)、芦苇 (*Phragmites communis*)、柳叶菜 (*Epilobium hirsutum*) 等组成。

⑥柳丛 + 草地群落,主要由旱柳 (*Salix matsudana*)、芦苇 (*Phragmites communis*)、贯叶连翘 (*Hypericum perforatum*)、黄花草木樨 (*Melilotus suaveolens*)、茵陈 (*Artemisia capillaris*)、蒿 (*Artemisia apiacea*) 等组成。

⑦菹草 + 金鱼藻群落,主要由金鱼藻 (*Ceratophyllum demersum*)、眼子菜 (*Potamogeton distinctus*)、菹草 (*Potamogeton crispus*) 等组成。

3 结论

城市河流湿地是重要的城市生物多样性涵养区域。随着城市的空间扩张,湿地的这种功能正在削弱。因此,探讨城市影响下的湿地自然生境和物种保护问题非常重要。本研究主要从空间规划角度,不同尺度结合探讨了保护与开发的协调途径,以期通过景观格局的优化达到生态功能的健康发展。

城市区域的生态保护规划需要多学科的参与,其中生态学参与规划过程对自然生境的保护有重要的意义。这有赖于景观生态学、保护生物学等理论的应用。同时也亟需新的空间规划概念的创新。空间规划概念有两个基本特点,即具有生态学意义,同时易于不同学科人员理解和应用。本研究使用的生态网络、聚集与分散布局、小生境组团、缓冲带、岸段功能分区、自生群落保留与保护就是新的规划概念的尝试。

在城市化地区湿地生境的保护上,将多尺度结合,将开发与保护相结合,是有效保护的途径。本研究将区域/景观—局地—群落等尺度相结合,在不同尺度层次上运用不同的规划手段协调开发与保护的关系:在区域/景观尺度上,用大生境斑块加小生境斑块,聚集与分散结合的方法协调城市扩张与生境保护间的关系;在局地尺度上,用缓冲带、岸段功能分区的方法兼顾开发利用与保护;在群落尺度,自生植物有利于水鸟生境构成,同时野生植物有利于城市特色的营建,将保护与城市景观营造结合起来(表3)。

表3 多尺度结合的西安市浐灞河湿地水鸟生境保护规划

Table 3 Multiple scale protection planning of waterbird habitats in Xian Chan-ba River wetland

尺度 Scale	空间规划概念 Spatial planning concept	保护功能 Conservation function	开发与保护的协调 Combination of development and conservation
区域/景观尺度 Region and landscape scale	生态网络、聚集与分散结合 Ecological networks, Aggregate with outliers	通过生态网络将浐灞河与渭河湿地生境体系联系起来,增加生境体系的整体性;聚集与分散结合,兼顾大小斑块,增加生境联系,提高水鸟复合种群的生存机会 Through networks the habitats of Chan-Ba River and Wei River can be connected to enhance the integrity of habitat system. Aggregate with outliers increase the living chance for bird metapopulations	生态网络、聚集与分散相结合的布局方式,为不同性质用地之间的空间协调提供了条件;使得城市发展与湿地保护通过渗透、相邻、聚集等方式在空间上相互融合 Ecological networks make it possible to co-ordinate the different type land uses spatially. Urban development can co-exist with river wetlands through patterns of aggregate and outliers
局地尺度 Local scale	生境组团、缓冲带、岸段功能分区 Small habitat cluster, buffer belt, bank functional zoning	通过生境组团,增加小水面的保护功能;缓冲带隔离不良影响;岸段分区使用,为水鸟提供更多的生存空间 Small habitat cluster promote the conservation; buffer belt screen negative impacts; bank zoning makes birds more living spaces	缓冲带在景观尺度上可使生境斑块与其他用地斑块协调;湿地岸段的分区利用,可兼顾保护、人的利用和景观营建等不同需要 Buffer belt makes chance for habitat to coexist with other land uses. Different needs for conservation, recreation, and urban landscaping can be met through bank functional zoning
群落尺度 Plant community scale	自生物种、自生群落组织 Spontaneous species, naturally developed community	按照现有水鸟的生境构成,从微观上进行植物群落组织 Naturally developed communities will benefit birds that are living in them	本地自生物种的使用,可增加城市景观特色,优化城市区域形象,同时有利于野生水鸟生境构建,生存 The employment of local plant species will improve urban identity and attract more native wildlife

当然,城市自然生境的保护是一项综合性的工程,在生态规划的基础上,还需要与政策管理、社区参与等方面相结合。对于城市河流湿地来说,在规划的基础上,将水资源的涵养,水污染的治理,生态产业群的构成,生态文化的建设等问题综合考虑,才能最终实现城市河流湿地可持续发展目标^[27]。

References:

- [1] Crane P, Kinzig A. Nature in the Metropolis. *Science*, 2005, 308:1225.
- [2] Savard J P, *et al.* Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning*, 2000, 48(3):131—142.
- [3] Platt R H, *et al.* The ecological city: preserving and restoring urban biodiversity. Amherst: The University of Massachusetts Press, 1994. 10—15.
- [4] Dahl T E, Johnson C E. Status and Trends of Wetlands in the Conterminous United States, Mid 1970's to Mid-1980's. US Dept. Int., Fish and Wildlife Serv., Washington, DC, 1991.
- [5] Faulkner S. Urbanization impacts on the structure and function of forested wetlands. *Urban Ecosystems*, 2004, 7(2): 89—106.
- [6] Cheryl M P, *et al.* Developing habitat models for waterbirds in urban wetlands: a log-linear approach. *Urban Ecosyst*, 2007, 10(3):239—254.
- [7] Paul G R Smith. Characteristics of urban natural areas influencing winter bird use in Southern Ontario, Canada. *Environmental Management*, 2007, 39(3):338—352.
- [8] Findlay C S, Houlihan J. Anthropogenic correlates of species richness in southeastern Ontario wetlands. *Conserv. Biol.*, 1997, 11(4): 1000—1009.
- [9] Spackman S C, Hughes J W. Assessment of minimum stream corridor width for biological conservation: species richness and distribution along mid-order streams in Vermont USA. *Biological Conservation*, 1995, 71(3):325—332.
- [10] Sedell J R, *et al.* Role of refugia in recovery from disturbances: modern fragmented and disconnected river systems. *Environmental Management*, 1990, 14(5): 711—724.
- [11] Lussier S M, *et al.* Effects of Habitat Disturbance from Residential Development on Breeding Bird Communities in Riparian Corridors. *Environmental Management*, 2006, 38(3): 504—521.
- [12] Oriane W Taft, Susan M Haig. Importance of wetland landscape structure to shorebirds wintering in an agricultural valley. *Landscape Ecology*, 2006, 21(2):169—184.
- [13] Joan G Ehrenfeld. Evaluating wetlands within an urban context. *Ecological Engineering*, 2000, 15(4):253—265.
- [14] Grayson J E, *et al.* The assessment of restoration of habitat in urban wetlands. *Landscape and Urban Planning*, 1999, 43(4): 227—236.
- [15] Naveh Z. From biodiversity to ecodiversity: a landscape ecology approach to conservation and restoration. *Restoration Ecology*, 1994. 2:180—189.
- [16] Allan J D, Johnson L B. Catchment scale analysis of aquatic ecosystems. *Freshwater Biology*, 1997, 37(1): 107—111.
- [17] Diane Whited, *et al.* The importance of local and regional factors in predicting effective conservation. *Landscape and Urban Planning*, 2000, 49(1): 49—65.
- [18] Wiley M J, *et al.* Reconciling landscape and local views of aquatic communities: lessons from Michigan trout streams. *Freshwater Biology*, 1997, 37(1):133—148.
- [19] Richards C, *et al.* Catchment and reach-scale properties as indicators of macroinvertebrate species traits. *Freshwater Biology*, 1997, 37(1): 219—230.
- [20] Lier H N van, Cook E A eds. *Landscape planning and ecological networks*. Amsterdam:Elsevier, 1994. 225—248.
- [21] Harker D, *et al.* *Landscape restoration Handbook*. London: Lewis Publishers, 1993. 28—29.
- [22] Hanski I. Metapopulation dynamics and conservation: a spatially explicit model applied to butterflies. *Biological Conservation*, 1994, 68(2):167—180.
- [23] Forman R T T. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.
- [24] Campbell C S, Ogden M H. *Constructed wetland in the sustainable landscape*. New York: Wiley& sons, 1999. 191—203, 123—129.
- [25] Newbold S and Eadie J M. Using species-habitat models to target conservation: a case study with breeding Mallards. *Ecol Appl.*, 2004, 14(5): 1384—1394.
- [26] Naugle D E, *et al.* A landscape approach to conserving wetland bird habitat in the Prairie Pothole region of eastern North Dakota. *Wetlands*, 2000, 20(4):588—604.
- [27] Zhao Z B, Bao H S, Ma R H. Study on urban grid phenomenon and its landscape ecological effects — a case of Xi'an City. *Scientia Geographica Sinica*, 2001, 21(5):433—438.

参考文献:

- [27] 赵振斌, 包浩生, 马荣华. 城市格网化及其景观生态效应研究——以西安为例. *地理科学*, 2001, 21(5):433~438.