

近 20 年来开封湿地景观动态与保护对策

张明亮¹, 史同广², 王海霞³

(1. 中国矿业大学(北京)土地复垦与生态重建研究所, 北京 100083;

2. 山东建筑工程学院土木工程系遥感与 GIS 实验室, 济南 250014; 3. 济南大学城市发展学院, 济南 250002)

摘要: 城市湿地是城市重要地生态基础设施, 具有重要的生态服务功能。但随着城市化进程地加快, 湿地景观受到了严重地破坏。以 1988 年、1998 年和 2003 年三期 TM 影像为基础数据源, 在 Erdas 和 Arcgis 的支持下, 通过选取和计算景观指数来分析开封市湿地景观动态变化。分析结果表明: 研究区湿地面积严重减少, 湿地景观多样性减少, 类型区域单一化, 受城市化影响湿地破碎度加大, 连通性降低; 湿地景观生态环境质量严重下降, 生态服务功能明显退化。最后提出了保持湿地景观的自然性, 推动自然型河流建设、加大湿地连通性等景观生态保护措施。

关键词: 湿地; 开封; 景观格局; 城市化

中图分类号: TP79; P343

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)01-0198-04

Change of Wetland Landscape in Kaifeng City and Its Landscape Conservation

ZHANG Ming-liang¹, SHI Tong-guang², WANG Hai-xia³

(1. Institute of Land Reclamation and Ecological Reconstruction, China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China; 2. Lab of RS and GIS, Civil Engineering Department,

Shandong Institute of Architecture and Engineering, Jinan 250014;

3. School of City Development, Jinan University, Jinan 250002, China)

Abstract: As a major life-holding system in cities, urban wetland is an important ecological infrastructure, however rapid urbanization has made wetland declined seriously. Based on the TM image of 1988, 1998 and 2003, the change of wetland landscape pattern in Kaifeng City was analyzed with the help of Erdas and Arcgis. The research shows that wetland decreased seriously, landscape diversity index and landscape connectivity decreased a little, and wetland landscape fragment increased, the service of the whole landscape degraded seriously. Finally some countermeasures were brought out.

Key words: wetland; Kaifeng City; landscape pattern; urbanization

城市湿地是城市重要的生态基础设施, 是城市可持续发展依赖的重要自然系统, 具有众多的生态及社会服务功能, 然而随着城市化进程的加快, 城市湿地逐渐萎缩, 而且形成了分布不均匀、孤岛式、破碎化的景观格局^[1, 2]。加上大量工农业废水、生活污水的排放, 使城市湿地遭到严重的破坏, 这严重影响了城市湿地生态服务功能的有效发挥, 大大降低了湿地对城市经济和社会可持续发展的支持能力, 由此引发了一系列的生态问题, 阻碍了城市的可持续发展。

因此在城市开发建设中, 清醒地认识湿地的生态服务功能和湿地景观格局的变化, 进行前瞻性的湿地保护和景观生态规划具有极为重要的战略意义^[3, 4]。本文应用 Erdas 和 Arcgis 软件, 以 1988 年、1998 年和 2003 年遥感影像为基础数据源, 分析了城市化过程中开封市湿地景观生态系统动态变化, 并提出了相应的具体措施。

1 研究区湿地景观概况

开封地处豫东大平原的边缘、黄河中下游冲积扇的南部, 北依黄河, 南接黄淮海平原。在地貌上, 开封表现为黄河泛滥、沉积所形成的松散沙层覆盖的广阔平原的总体特征, 同时

夹杂着在风力作用下形成的沙丘、沙岗、波状沙地等。开封属于暖温带大陆性季风气候, 冬寒春暖, 夏热秋凉, 四季分明。有利的地形条件和充沛的降水使上古时代的开封附近就河湖密布, 水系发达, 素有“水乡泽国”、“北国水城”之称。

开封市湿地景观包括河流水面、坑塘水面、湖泊水面、苇地、滩涂、沟渠等。湿地景观面积大。开封市区共有黄汴河、东护城河、原北支河、西支河、惠济河、利汴河、东干渠、南干渠等 8 条河流, 总长 20.5 km; 市区内除龙亭湖、包公湖、铁塔湖、西北湖、阳光湖等面积较大的湖泊以外, 还有一些零星散布的面积较小的天然湖泊和人工湖泊, 湖面面积 120 hm²。市区水域总面积 46 964.21 hm², 占市区总面积的 7.4%。开封市区湿地面积之大在我国北方城市中极为罕见^[5]。

2 研究方法

2.1 研究资料来源

本文的研究数据来源: (1) 1988 年、1998 年和 2003 年开封市 TM 遥感影像(卫星轨道号 124/36); (2) 1997 年开封市 1:100 000 和 1:50 000 万土地利用图、1:15 000 开封市城区图、开封市 1975 年 1:50 000 地形图和开封市政区图;

* 收稿日期: 2006-01-30

基金项目: 山东省社科规划重点项目(03BJJ37)资助

作者简介: 张明亮(1979-), 山东临朐人, 博士生, 主要从事景观生态、土地复垦与生态重建研究。

(3) GPS 野外调查获取的光谱数据、研究区土地资源变化状况和自然地理资料。

2.2 研究方法

首先将三期遥感影像进行几何精校正,在 GPS 野外获取光谱数据的基础上,建立分类模板,运用 Erdas 软件进行湿地监督分类,分类精度达到 80%,然后在 Arcgis 软件下,将三期分类矢量图进行空间叠加,得到了 1988 年、1998 年和 2003 年湿地景观数据并实现景观空间格局特征指数的计算与分析。

2.3 湿地景观分类和景观指数的选取

景观分类是进行景观格局分析的基础。开封市湿地景观包括河流水面、坑塘水面、湖泊水面、苇地、滩涂和沟渠 6 种类型。

景观格局变化的定量分析可以从景观指数的变化反应出来^[6]。本文选择平均斑块面积、平均斑块形状指数、斑块密度、景观连通性指数。

(1) 平均斑块形状指数(MSI)。用来描述某类斑块平均形状的指标,当斑块都为正方形时, $MSI = 1$; 当斑块的形状偏离正方形时, MSI 值增加。

$$MSI = \frac{\sum_{j=1}^n (\frac{0.25P_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}})}{n_i}$$

式中: P_{ij} —— i 类 j 个斑块的周长, a_{ij} —— 第 i 类型第 j 个斑块的面积, MSI —— 平均斑块形状指数。

(2) 平均斑块面积 (MPS) : 表示整个景观和某一类型斑块的平均面积。斑块面积是景观格局最基本的空间特征,是计算其他空间特征指标的基础。斑块的大小一方面影响到景观要素内部营养和能量的分配,另一方面影响到物种的组成和多样性。

$$MPS = (\sum_{j=1}^n a_{ij}) / n_i$$

式中: a_{ij} —— 第 i 类型第 j 个斑块的面积, n_i —— i 斑块的数量, MPS —— 平均斑块面积。

(3) 斑块密度 (PD) 。反映景观的破碎化程度,同时也反映景观空间异质性程度。 PD 愈大,破碎化程度愈高,空间异质性程度也愈大。

$$PD = N/A \times 100$$

式中: N —— 景观中斑块数量, A —— 景观的面积, PD —— 斑块密度。

(4) 景观连通性指数(r)。景观连通性指数是指景观元素在空间结构上的联系。景观连通性可以从以下几方面反映:斑块的形状、大小,同类斑块之间的距离、廊道存在与否、不同类型树篱之间相交的频率和有树篱组成的网络单元的大小。本文采用廊道网络连通性指数 r 来表示。 r 指数是一个网络中连接廊道数与最大可能连接廊道数之比,计算公式为:

$$r = L/L_{max} = L/3(V - 2)$$

式中: L —— 连接廊道数; V —— 连接节点; L_{max} —— 最大可能的连接廊道数; r —— 指数的变化范围为 0~1。

(5) 景观多样性指数(H) ,它反映绿地景观类型的丰富和复杂程度,其值越大,绿地景观类型越复杂。

$$H = - \sum_{i=1}^m (P_i \cdot \ln P_i)$$

式中: P_i —— 景观中 i 类斑块所占的面积比例, m —— 斑块类型数, H —— 景观多样性指数。

3 城市化对开封城市湿地景观的影响

3.1 湿地景观多样性减少,类型区域单一化

开封市湿地景观包括河流水面、坑塘水面、湖泊水面、苇

地、滩涂、沟渠等。其中,河流水面、湖泊水面主要分布在市区和郊区,随着城市化进程的加快和城市的扩张,面积大幅度减少;坑塘主要分布在黄河南岸背河洼地带和村镇居民点周围及其内部,大多被填埋变为耕地;苇地主要分布在黄河故道及其它地势低洼处,多为天然生长的芦苇等湿生植物;滩涂资源主要分布在黄河等;沟渠主要分布在郊区的农田中,面积有所增加;水工建筑物主要分布在郊区,随着农业基础设施建设和农田水利建设,面积有所增加。

开封市湿地景观多样性指数由 1988 年 0.87 降为 1998 年的 0.65、2003 年的 0.62。景观类型区域单一化。

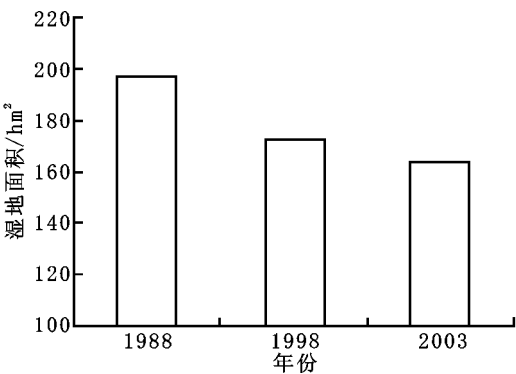


图 1 1988~ 2003 年开封市湿地面积变化图

3.2 湿地面积逐渐萎缩

由于城市化进程地加快和城市的扩张,湿地未能进行严格管理和有力保护,致使大面积的坑塘洼地被填垫,致使开封市区水面大大减少。1988 年湿地面积为 196.92 hm², 1998 年为 171.94 hm²。2003 年湿地面积为 163.51 hm²,虽然近年来开封市加大了湿地的保护力度,湿地减少的程度有所减轻,但湿地仍呈减少趋势。

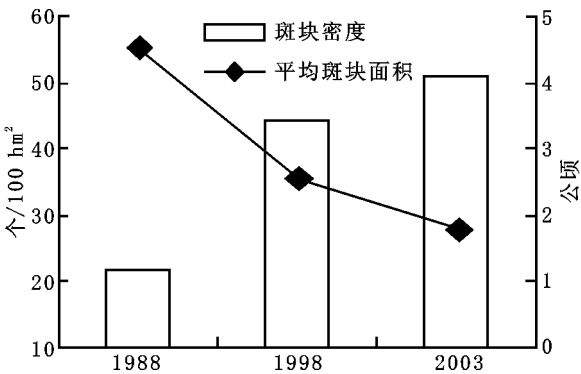


图 2 1988~ 2003 年湿地连通性、多样性变化

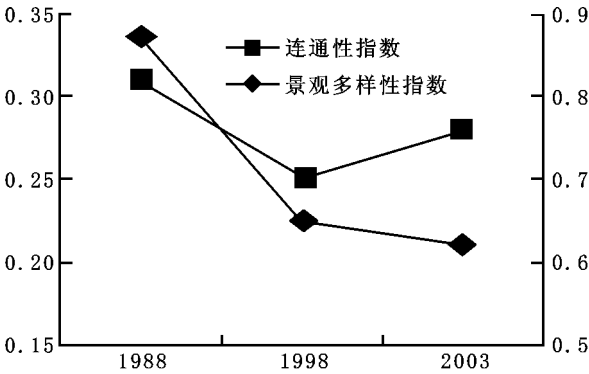


图 3 1988~ 2003 年湿地斑块密度、平均斑块面积变化图

3.3 湿地破碎度加大,连通性降低

城市建设用地的扩张一方面使得湿地面积大量减少,而

且使湿地支离破碎, 湿地景观破碎度加大。城市湿地本身面积较小, 破碎度加大, 连通性降低, 使得城市湿地呈现孤岛状, 不利于物种地交流和湿地生态服务功能的发挥。如开封市区湖泊在 20 世纪 60 年代呈现大片集中分布, 随着城市开发建设的进行, 湖泊逐渐萎缩, 而且湖泊支离破碎, 斑块密度由 1988 年的 21.81 个/100 hm² 增加到 1988 年地 44.16 hm²、2003 年的 51.28 hm², 平均斑块面积由 1988 年的 4.52 hm², 降为 1998 年的 2.53 hm²、2003 年的 1.78 hm²; 连通性指数也有 1988 的 0.31、降低到 1998 年地 0.25、2003 年的 0.28。

3.4 湿地景观生态恶化严重, 生态服务功能下降

由于城市化过程中的不合理规划, 加上大量的生活和工业用水的排放, 湿地水质下降, 受污染情况愈来愈严重, 并对其周围环境也造成污染, 降低了湿地的生态及社会服务功能。目前, 开封市市区河流所有断面水质均超 V 类。龙亭湖、包公湖等湖泊水质超 V 类标准。水质恶化使河流湿地中的大量生物死亡, 生物物种大幅度减少, 并由此造成水土流失, 河道严重淤积, 对其周围环境也造成污染, 降低了湿地的生态及社会服务功能。

4 开封城市湿地景观生态保护措施

从 20 世纪的 70 年代起, 欧美、日本一些国家开始重视对城市河流湿地的保护, 并着手对部分已经被破坏的城市河流湿地进行恢复。如德国进行了关于城市湿地自然的保护与创造的尝试, 被称之为“重新自然化”(Naturnahe)。将部分已经被破坏的城市河流湿地逐渐地进行回归自然的修复, 在充分利用自然的地形、地貌的基础上, 建立起阳光、植物、生物、土壤、堤体之间和谐共存的城市河流生态系统, 并大力地建设城市生态河堤, 还河流以空间, 构筑近、亲水的城市滨水空间景观等。在日本建设省河川局关于“推进多自然型河流建设”的法规中规定: 尊重自然所具有的多样性; 保障和创造出能满足自然条件的良好的水循环; 水和绿形成网络, 避免生态体系的互相孤立存在。此外美国、加拿大等国家也提出了湿地保护和恢复的原则和具体措施^[5]。

4.1 保持湿地景观的自然性, 推动自然型河流建设

首先要维护和恢复河道的自然形态, 只有这样才能确保湿地生态服务功能的有效发挥。但目前许多城市河流湿地往往因城市建设而失去自然特征, 严重破坏了生态系统平衡。这些弊端具体表现为: 水泥护堤、河道破坏、裁弯取直、拦河筑坝等^[7]。

开封市区内大多数河流两岸和河底都已经水泥化, 水泥护堤使得水的自净能力消失殆尽, 水-土-植物-生物之间形成的物质和能量循环系统被彻底破坏; 河床破坏后切断了地下水的补充通道, 导致地下水文地位不断下降; 自然状态下的河床起伏多变, 基质或泥或沙或石, 丰富多样, 水流或缓或急, 形成了多种多样的生境组合, 从而为多种水生植物和生物提供了适宜的环境。而水泥衬底后的河床, 这种异质性不复存在, 许多生物无处安身。河流裁弯取直降低了河流蓄洪涵水和消弱洪水的能力, 破坏了河流生境的多样性, 也破坏了河流独有的自然形态美和为人类提供富有诗情画意的感知体验空间。

4.2 建立水系廊道网络, 增加湿地的连通性

随着城市开发和建设的进行, 城市湿地破碎度明显增加, 形成了各种孤岛式的湿地斑块。湿地斑块之间的连通性急剧下降, 破坏了景观格局的连续性, 不利于生态过程的进行, 严重阻碍了湿地生态效应的发挥。因此, 在城市湿地生态恢复和重建时, 应在湿地斑块之间增加水系廊道, 使各个

孤立湿地斑块形成网状结构。

以开封市为例(见图 4、5), 在市区各河流湿地之间通过修建人工水系廊道联系起来, 这样, 增加了各河流之间的连通性, 使得城市水系形成网状结构。

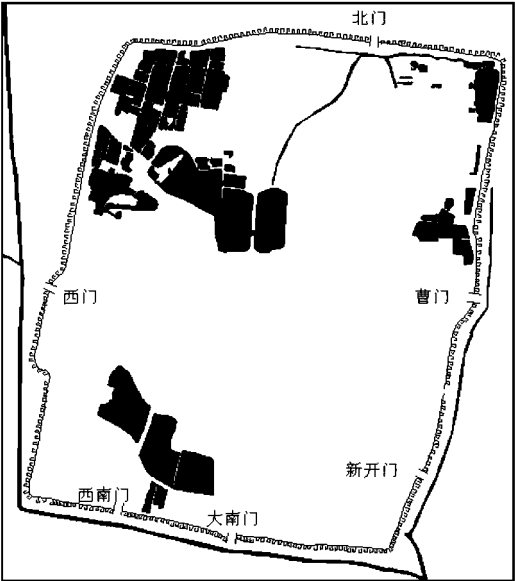


图 4 水系廊道未建时开封城市湿地分布图

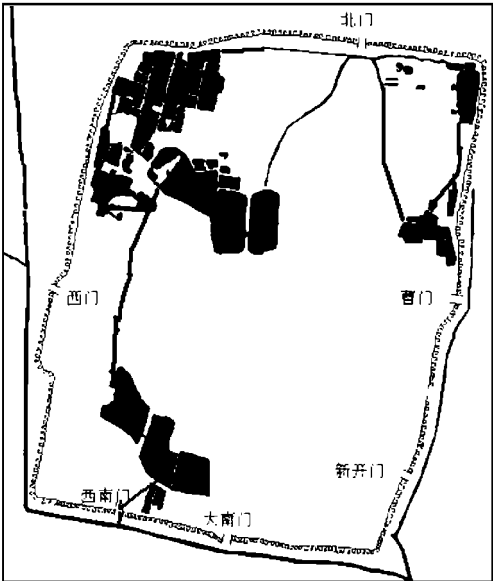


图 5 水系廊道建设后开封城市湿地网络图

4.3 实施污染控制工程

城市湿地生态服务功能的发挥在一定程度上依赖于湿地的生态环境质量, 从生态环境保护的观点出发, 城市湿地不应是工业废水、生活污水的纳污之地, 城市湿地如果成了城市排污场所, 城市湿地的生态服务功能就会消失, 这将严重影响到城市的生态建设。

开封市区主要湖泊河流已经成了名副其实的垃圾场, 大量生活污水直接排放入河湖。市区最大的两个湖泊龙亭湖、包公湖 1996~ 2003 年水质亦超 V 类标准。因此, 实施科学的方法杜绝和减少污染源是进行城市湿地保护的必要前提。对此, 一方面, 要迁出城市湿地附近的污染工业, 禁止向湿地堆放、倾倒生活垃圾, 从根本上消除污染源; 另一方面, 要进行污水截流, 实施雨水污水分流的城市排水体系, 严禁不经处理和未达到排放标准的污水直接排入城市湿地, 另外还要

积极引进和配置有效的湿生植物对污染物质进行进化和分解。

4.4 建立及恢复城市湿地时应以本地乡土物种为主
乡土物种是通过多年的物种选择证明适宜生长于本地生境的物种。在恢复及建立湿地植被时,利用本地物种不仅加大了实际工作的可行性,也可节约自然资源及社会资源。而盲目引进外来物种(包括非正常因素的人为引入),则易给当地湿地原有生物带来不利影响。生物入侵的生态代价是造成本地物种多样性不可弥补的消失以及物种的绝灭,经济代价是农林渔牧业产量、质量的惨重损失与高额防治费用的耗费^[8]。因此,为了保护本地生物多样性,建立及恢复湿地系统,在物种引进中应首先考虑乡土本地种,若需引入外来物种时,须分析物种之间的相互作用,进行引进种的利益与风险评估,建立严格的科学监管体制及全面的检疫体系^[8]。

4.5 恢复重建湿地,确保湿地面积
通过生态技术或生态工程对退化或消失的湿地进行修复或重建,再现干扰前湿地生态系统的结构和功能以及相关的物理、化学和生物学特性,使其发挥应有的作用,对破坏严重的湿地,通过园林绿化工程和植物群落重建,可加快湿地植被的恢复。因此,在城市湿地生境退化和丧失较为严重的区域,可通过恢复和重建湿地生境来维持其特有功参考文献:

[1] 李文华, 欧阳志云, 等. 生态系统服务功能研究[M]. 北京: 气象出版社, 2002.
[2] 由文辉. 上海地区的湿地资源及其保护[J]. 上海环境科学, 1997, 16 (7): 6– 8.
[3] 潮洛蒙, 李小凌, 等. 城市湿地的生态功能[J]. 城市问题, 2003, (3): 9– 12.
[4] 陆健健. 中国湿地[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1990.
[5] 丁圣彦, 张明亮. 1988– 2002 年开封市景观动态变化[J]. 地理研究, 2005, (1): 28– 37.
[6] 傅伯杰. 黄土区农业景观空间格局分析[J]. 生态学报, 1995, 15(2): 113– 119.
[7] 俞孔坚, 潮洛蒙, 等. 城市生态基础设施建设的十大景观战略[J]. 规划师, 2001, (6): 9– 13.
[8] 崔保山, 刘兴土. 湿地恢复研究综述[J]. 地球科学进展, 1999, 14 (4): 358– 364.
[9] 崔心红. 建设湿地园林, 改善生态环境— 上海市湿地园林建设的探索[J]. 中国园林, 2002, (6): 42– 44.
[10] 阎水玉, 王祥荣. 城市河流在城市生态建设中的意义和应用方法[J]. 城市环境与城市生态, 1999, 12 (6): 36– 38.

(上接第 197 页)
载力时, 大大降低了桩荷载设计值。在设桩处剩余下滑推力比较大时, 该方法可以用于指导抗滑桩的设计及应用。

表 1 设计安全系数: 1. 15, 各条块剩余下滑推力					
条块数	剩余下滑推力 /(kN·m ⁻¹)	条块数	剩余下滑推力 /(kN·m ⁻¹)	条块数	剩余下滑推力 /(kN·m ⁻¹)
条块 1	69. 257	条块 9	2333. 065	条块 17	2829. 228
条块 2	252. 094	条块 10	2554. 062	条块 18	2665. 751
条块 3	511. 687	条块 11	2694. 199	条块 19	2520. 838
条块 4	765. 259	条块 12	2773. 076	条块 20	2346. 780
条块 5	1048. 725	条块 13	2847. 767	条块 21	2166. 566
条块 6	1313. 182	条块 14	2908. 667	条块 22	1995. 003
条块 7	1681. 283	条块 15	2906. 744	条块 23	1890. 229
条块 8	2046. 384	条块 16	2871. 305	条块 24	1812. 238
稳定系数 0. 948					

参考文献:

[1] 李海光, 等. 新型支挡结构设计 with 工程实例[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004.
[2] GB50021– 94, 岩土工程勘察规范[S].
[3] GB50330 — 2002, 建筑边坡工程技术规范[S].
[4] 徐青, 陈士军, 傅少君, 等. 改进剩余推力法及其在三板溪滑坡稳定研究中的应用[J]. 安全与环境学报, 2005, 5(4): 73– 77.
[5] 郑颖人, 赵尚毅. 用有限元强度折减法求边(滑)坡支挡结构的内力[J]. 岩石力学与工程学报, 2004, 23(20): 3 355– 3 358.
[6] 聂文波, 张利洁, 胡江运. 滑坡治理中抗滑桩设计推力计算探讨[J]. 岩石力学与工程学报, 2004, 23(增 2): 5 050– 5 052.

能。一般来说, 大多数城市湿地恢复项目, 当其湿地群落结构有比较合理的比例时, 可认为湿地恢复得比较成功。

为了保护本地生物多样性, 城市湿地的恢复和重建应注意确保城市湿地斑块面积。根据岛屿生物地理学理论, 物种数与斑块面积成正比, 即城市湿地面积越大, 生物多样性越多^[9]。因此在城市湿地恢复重建时, 应确保一定的面积, 建议在深入研究的基础上, 确定科学、合理的水面率, 在相关的法规中予以明确, 作为规划和管理的依据。而当前, 在水面率方面, 宜确定一个考虑现状的、能够保证最低资源水准的底线, 作为近期控制的依据。

4.6 建立相应的政策指导, 保护城市湿地
国家湿地保护政策对城市湿地治理起着重要作用。前瞻性的、科学的城市生态基础设施建设指导方针, 不仅可以提高城市环境质量、改善城市居住环境, 而且对城市的可持续发展起到重要作用。滞后的湿地恢复计划难以弥补由于自然湿地丧失所损失的湿地功能。所以, 国家政府决策部门应加大湿地研究的力度, 建立系统的湿地研究信息库, 依据不同的城市湿地功能特征, 确定不同的治理目标和措施, 建立健全的城市湿地保护法律体系, 加强执法力度, 通过法律和经济手段, 制裁过度和不合理地利用水系湿地资源的行为, 从而达到保护城市湿地的目的。