

基于遥感和 GIS 的城市湿地资源 综合分析—以北京市为例

苗李莉^{1,2}, 蒋卫国^{1,3}, 侯 鹏⁴

(1. 北京师范大学地表过程与资源生态国家重点实验室, 北京 100875; 2. 北京师范大学资源学院, 北京 100875;
3. 北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875; 4. 环境保护部卫星环境应用中心, 北京 100029)

摘 要: 湿地监测和管理是城市规划、生态建设和人居环境现代化的重要组成部分. 为了更好地认识城市湿地资源, 实现科学、合理的开发利用和保护, 以北京市为例, 在遥感和 GIS 支持下, 对城市湿地资源的分布和结构进行系统分析, 在分析城市湿地赋存的地理条件的基础上, 进一步开展湿地类型及多尺度分布的特征研究, 揭示城市湿地的组成结构及格局特征. 基于对湿地分布、格局等的综合评价结果, 从工程和管理角度提出了加强北京湿地保护的若干建议.

关键词: 湿地资源; 湿地结构与保护; 遥感; GIS; 北京

中图分类号: X82

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2013)01-0130-06

城市湿地的监测和管理是城市规划、生态建设和人居环境优化的重要组成部分. 以北京市为例, 据 2007 年统计, 北京市拥有湿地资源约 5 万公顷. 湿地资源具有生态、社会和经济综合功能效应, 在水环境保护、大气环境污染治理、防止风沙化、净化水质、补充地下水、改善小气候、生物多样性保护等方面发挥着重要的作用, 在复杂的城市复合生态系统有着重要的、不可或缺的地位. 然而, 城市人口增多、城市扩张等原因而导致的城市湿地资源在数量和质量上不同程度破坏, 形成了在城区中面积较小、分布不均匀、孤岛式生境的斑块, 斑块之间的连接度低, 湿地内部生境的破碎化较为严重, 从而致使北京市生态服务功能和资源供给能力的降低, 并成为限制北京市国民经济良性发展和维持区域生态安全的潜在因素.

遥感与 GIS 技术方法广泛已经应用到湿地资源调查、动态监测研究, 并已成为湿地科学问题研究中的重要技术手段和方法. 如 Stacy 等将卫星遥感技术应用到所有类型湿地的研究工作^[1]. Mark 等采用基于遥感与 GIS 的方法识别美国堪萨斯州的高原湿地^[2]. 北京市湿地资源的相关研究开始于近几年, 很多学者从不同角度对此进行了研究. 何春阳等构建基于 GIS 评估模型模拟了北京湿地的空间压力^[3]. 蒋卫国等利用多时相遥感数据对北京湿地退化的驱动力进行了定量分析^[4]. 首都师范大学城市湿地研究中心编制了第一套近 20 年间北京湿地资源遥感影像动态分布图^[5]. 北京湿地研究虽然已经取得了一系列成果, 但借助空间信息技术, 对北京湿地资源的现状、结构与格局特征及保护进行系统研究的成果还不多见.

为了更好地了解北京湿地资源, 实现对其科学、合理的开发利用和保护, 本研究充分发挥空间信息技术的优势, 结合历史资料和野外实测数据, 对北京湿地资源结构与格局进行系统分析, 开展湿地类型及多尺度分布的结构特征研究, 以从工程和管理角度总结并提出加强北京湿地保护的对策.

1 城市湿地资源格局遥感分析

结合北京市 2007 年开展的湿地普查数据, 围绕北京湿地资源的类型、不同湿地资源类型的区域分

收稿日期: 2012-05-15 修改稿日期: 2013-01-21

基金项目: 林业公益性行业科研专项(201204201); 北京市自然科学基金项目(8082015)

作者简介: 苗李莉(1978-), 女, 山东泰安人, 博士研究生, 主要从事遥感与 GIS 在湿地生态环境中的应用研究.

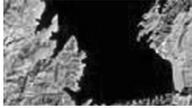
布、行政单元分布以及流域单元分布的状况进行了分析研究. 据统计分析, 全市湿地总面积 5.1 万公顷, 占全市总面积的 3.13%. 在不同湿地类型中, 河流湿地、蓄水区湿地和水塘湿地为主要类型, 约占北京湿地总面积的 87.63%.

1.1 湿地资源类型定义与遥感分类系统

参照《湿地公约》中的湿地分类体系以及中国目前湿地调查和监测所采用的湿地分类系统^[6], 结合北京当前湿地情况, 建立北京湿地资源遥感分类系统(表 1).

表 1 北京湿地分类系统

Tab. 1 The classification system of Beijing wetland

一级类型	二级类型	三级类型	说明	部分解译标志
自然湿地	河流湿地	永久河流	包括河流及其支流、溪流、瀑布.	
		时令河	季节性(具有依季节而存在的属性)或间歇性(没有明显季节依存度)的河流、溪流.	
		河漫滩	指河流两岸河水泛滥淹没(以多年平均洪水位为准)的泛滥地.	
沼泽湿地		草本沼泽	植被盖度≥30%、以草本植物为主的沼泽.	
		灌丛沼泽	灌丛为主的淡水沼泽, 植被盖度≥30%.	
人工湿地	蓄水区		水库、湖泊、拦河坝、堤坝形成的的储水区、公园湿地.	
	水塘		农用池塘、储水池塘, 鱼、虾养殖等水产池塘.	
	水渠		输水渠系.	
	采掘区		取土坑、采矿地的所引起的积水区.	
	灌溉地		稻田、莲、茭白地等.	
	废水处理场所		污水场、处理池、氧化池等.	

从表 1 可以看出, 北京湿地类型包括 2 个大类, 8 个二级类, 5 个三级类, 湿地类型比较丰富, 包括河流湿地、沼泽湿地、蓄水区湿地、水塘等自然湿地和人工湿地, 以人工湿地为主, 构成了北京独特的湿地生态景观. 具体如下: (1) 河流湿地. 北京河流、水系较多, 境内分布着大小河流 200 余条. (2) 沼泽湿地. 汉石桥湿地自然保护区为芦苇沼泽湿地, 是多种珍稀水禽的栖息地和南北候鸟迁徙的重要停歇地. (3) 蓄水区. 北京没有天然湖泊, 蓄水区主要包括水库、湖泊、拦河坝、堤坝形成的的储水区、公园湿地等. 公园湿地多以人工草坪、人工林地为主, 部分公园湿地内分布着芦苇、小香蒲、香蒲等. (4) 水塘. 主要包括农用池塘、储水池塘、鱼、虾养殖等水产池塘等. (5) 水渠. 北京地区在上游水库与平原区、城市之间修建有京密引水渠、永定河引水渠、潮河总干渠、白河引水工程等, 属于人工湿地. (6) 采掘区. 主要是取土坑、采矿地在取完土或矿石后没有进行回填所引起的积水区. (7) 灌溉地. 主要是稻田、莲、茭白地等. (8) 废水处理场所. 主要包括污水场、处理池、氧化池等, 在北京市内的分布较少.

1.2 遥感影像中的湿地信息提取

结合北京市 2007 年开展的湿地普查数据, 利用 2008 年 5 月份的 Landsat TM/ETM 遥感影像(行列号 123/32, 123/33)进行湿地信息提取. 首先, 建立湿地遥感影像解译标志(表 1); 其次, 对遥感数据与

湿地普查斑块数据进行预处理,湿地斑块数据通过拓扑修改、斑块合并和投影转换后严格按照分类体系得到标准湿地斑块数据,遥感影像经过影像配准、影像镶嵌和投影转换得标准影像;最后,通过决策树分类法得到湿地信息及其空间分布(图 1).

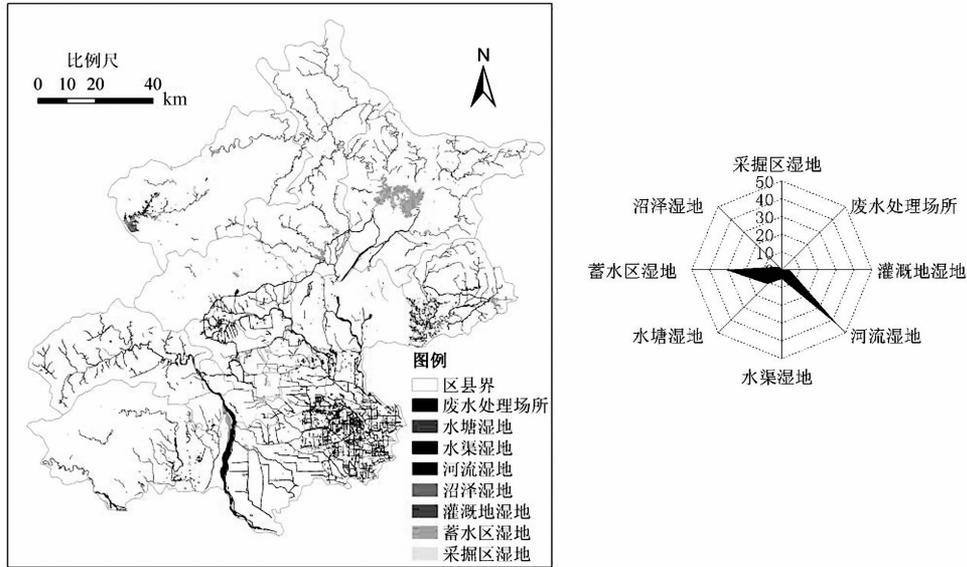


图 1 北京市湿地类型空间分布及面积比例统计

Fig. 1 Beijing Wetland type spatial distribution and area percentage statistics of Beijing

以北京市 2007 年开展的湿地普查数据为参照,对得到的分类结果,构建误差矩阵,选择总体精度、用户精度、制图精度和 Kappa 系数四种指标对结果进行精度验证,湿地类型的总体分类精度为 91.80%.

1.3 湿地资源分布特征

1.3.1 不同类型湿地分布

现有湿地类型自然湿地中,河流湿地主要分布在密云水库上游的白河流域和潮河流域(图 1),总面积 67.454 km²,总体水质较好^[7].沼泽湿地主要为汉石桥湿地,另外延庆的野鸭湖湿地保护区中也存在着沼泽湿地,面积约为 5 万余亩.北京的蓄水区湿地大多分布在西部和北部山区,其中水域面积最大的为密云水库,提供了大部分的工农业生产和城市生活用水,并且在防洪安全方面发挥了巨大作用.水渠湿地中,引水渠总面积为 28.696 km²,其中京密引水渠为 1.962 km².稻田、坑塘也属于人工湿地范围,大多数分布在距离水源地,如水库、河流等较近的地区,在北京市东南部,如通州区等,水塘分布比较密集.

目前,北京湿地格局为面积小且分布零星.数量规模上,北京缺少大型河流湿地,永定河、潮白河都是中小河流,水量有限,尤其是永定河已经部分断流,这对北京的生态安全极为不利.空间格局上,城市中心区主要为零星分布的公园湿地和线状的人工湿地;而城郊主要为自然河流湿地,蓄水区和水塘等人工湿地.

1.3.2 不同区县湿地分布格局

2010 年之前北京市辖共有 18 个区县,各行政区县湿地分布统计特征如图 2 所示.可以看出,湿地主要分布在密云县、通州区和房山区,所占面积比例分别为 21.14%、

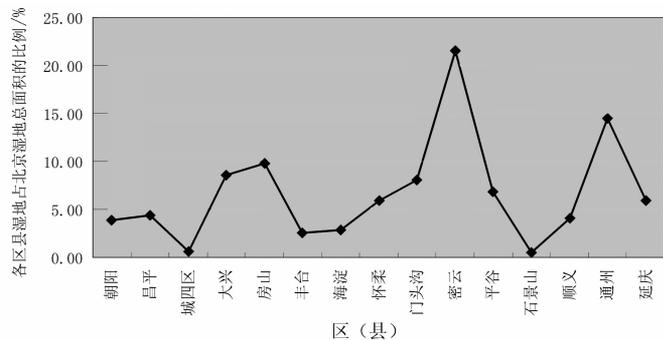


图 2 各行政区县湿地分布统计特征

Fig. 2 Statistical characteristics of wetland distribution in each administrative district or county of Beijing

14.71%和 10%,三个区县所占比例之和高达 45.85%。城四区和石景山区的湿地较少,两个区域湿地面积仅占北京湿地总面积的 0.60%和 0.46%。

不同行政区县的主要湿地类型各不相同(图 3)。在昌平、朝阳、大兴、房山、怀柔、门头沟、石景山、顺义等区县,河流湿地为主要湿地类型;城四区、密云县等区域,蓄水区则为主要湿地类型;在平谷、通州等区县,水塘为主要湿地类型;延庆县和顺义区分布着一定数量的沼泽湿地。

1.3.3 不同流域湿地分布特征

北京市域范围内,共有北运河、大清河、潮白河、蓟运河和永定河五大流域,各流域内湿地分布统计特征如图 4 所示,湿地分布主要分布在潮白河和北运河流域,所占面积比例为 32.97%和 27.81%。其次是永定河、大清河、蓟运河,所占面积比例分别为 20.23%,11.93%和 7.07%。

不同流域的主要湿地类型所占的面积比例差异明显(图 5)。永定河流域以河流湿地为主,其次是蓄水区湿地和沼泽湿地;大清河流域以河流湿地为主,其次是蓄水区湿地和水塘湿地;潮白河流域蓄水区湿地为主,其次是河流湿地和水塘湿地;北运河、蓟运河流域,河流湿地优势明显,水塘湿地和蓄水区湿地次之。

2 湿地资源保护

近年来,北京在湿地保护方面做了大量的工作,取得了一定的成绩。但面对北京湿地资源退化的严峻形势,要制定出能充分体现可持续发展战略的湿地保护与开发利用的政策法规,这方面既要有宏观的战略决策,又要有切实可行的技术措施和方法。

2.1 重点湿地保护工程

(1) 建立湿地自然保护区

针对北京湿地生态系统退化的现状,北京市政府自 20 世纪 90 年代以来,已先后通过了《北京湿地保护行动计划》、《北京市湿地保护工程规划(2001—2010)》、《北京湿地保护建设实施方案》和《北京中心城区湿地系统规划研究》一系列针对湿地保护的方案,并相继建立了 15 个不同级别的湿地自然保护区(表 2)。

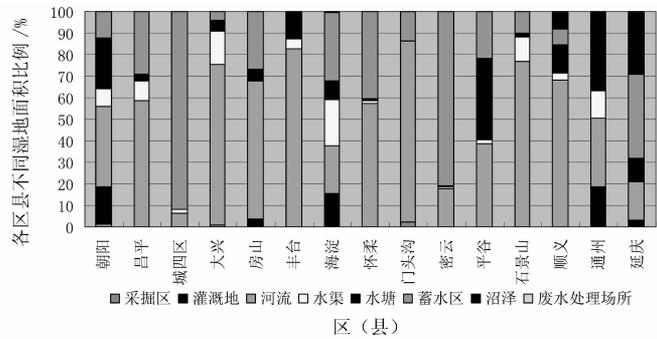


图 3 各行政区县不同类型湿地分布统计特征

Fig. 3 Different type of wetland distribution and the statistical characteristics of administrative districts or counties of Beijing

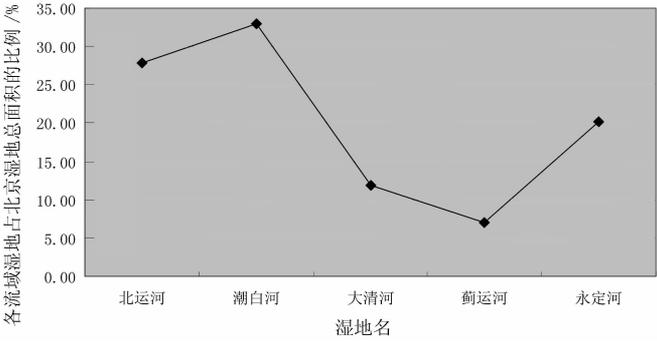


图 4 各流域湿地分布统计特征

Fig. 4 Wetland distribution and its statistical characteristics

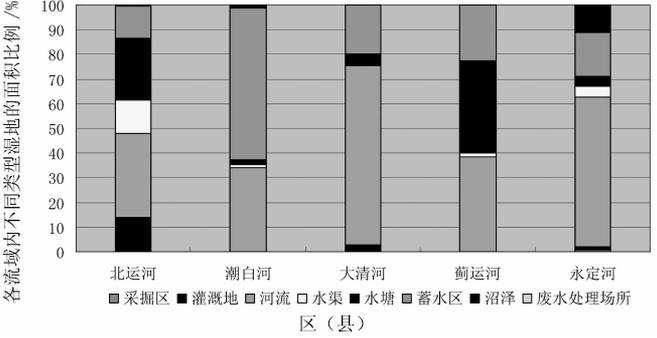


图 5 各流域不同类型湿地分布统计特征

Fig. 5 Different type wetland distribution and its statistical characteristics

表2 北京市湿地自然保护区
Tab.2 Beijing wetland natural reserves

序号	规划保护区名称	所在区县	面积/km ²	规划时间	级别
1	密云水库湿地保护区	密云县	270	2001—2002年	国家级
2	野鸭湖湿地保护区	延庆县	90	2006年批准	国家级
3	潮白河湿地保护区	通州区、顺义、怀柔	40	2002—2003	市级
4	杨镇苇塘湿地保护区	顺义区	14.6	2005年批准	市级
5	三家店湿地保护区	门头沟区	30	2002—2003	市级
6	金海湖湿地保护区	平谷区	20	2002—2003	市级
7	宽沟湿地保护区	怀柔区	10	2003—2004	市级
8	拒马河湿地保护区(十渡)	房山区	11.25	1996年批准	市级
9	怀沙怀九河湿地保护区	怀柔区	1.11	1996年批准	市级
10	白河堡水库湿地保护区	延庆县	8.26	1999年批准	县级
11	金牛湖湿地保护区	延庆县	20	1999年批准	县级
12	龙庆峡湿地保护区	延庆县	7	1996年批准	县级
13	永定河湿地保护区	门头沟区	80		市级
14	汉石桥湿地自然保护区	顺义区	1.6	2005年批准	市级
15	翠湖湿地	海淀	1.576	2005年批准	国家级
	合计		605.40	占全市面积的3.67%	

(2) 实施湿地保护与恢复示范工程

近年来,启动实施了野鸭湖湿地生态修复和湿地博物馆建设工程,并对公众开放;城区的颐和园、圆明园、元大都遗址公园、奥林匹克森林公园、柳荫公园等湿地生态公园加强了湿地植被及生境的恢复建设。

(3) 实施永定河绿色生态发展带工程

针对永定河多年断流干涸、生态退化的局面,北京市于2009年编制了永定河绿色生态发展带建设规划,2010—2011年北京市水务局开展了连通门头沟区门城湖、石景山区莲石湖、丰台区晓月湖和宛平湖的永定河绿色生态发展带的“四湖一线”工程,该工程建成了北京第一个大型河道公园,全长14.2 km,总面积550万m²,门城湖、莲石湖、晓月湖、宛平湖共形成水面270万m²。

2.2 北京湿地保护对策

(1) 促进湿地保护立法形成

许多发达国家湿地资源保护已经制度化、法制化,我国至今还存在空白。对此,建议结合北京湿地保护的实际情况,制定《北京湿地保护管理条例或办法》,依法保护和管理湿地资源。

(2) 开展湿地保护社会宣传工作

应持续加强利用多种形式和途径,开展湿地科普、湿地资源保护等宣传教育活动,利用“世界湿地日”、“爱鸟周”和“湿地摄影展”等活动,开展湿地基本知识、湿地资源保护等科普宣传活动,使得社会各界和广大公众的湿地意识逐步提高。

(3) 加强湿地保护科研工作

2007年,全市组织开展了湿地资源调查工作,摸清了湿地面积、动植物种类及分布等状况,绘制了湿地分布图并建立湿地资源本底数据库。将来湿地保护的科研方向应力争实现城市湿地监测与管理的日常业务化,为湿地保护提供技术支撑。

3 结 论

北京独特的地理位置形成了北京多种类型的湿地特征。为了更好的了解北京湿地资源,实现对其科学、合理的开发利用和保护,本研究结合北京市的实际情况,对北京湿地资源类型进行了划分,包括2个大类,8个二级类,湿地类型比较丰富,以人工湿地为主;并构建湿地遥感解译标志,借助遥感与GIS技术,进行了北京湿地资源结构与格局的统计分析,揭示了其组成格局特征。从空间分布看,城市中心区主

要为人工湿地,而城郊则自然湿地和人工湿地并重.基于分析成果,面对湿地资源退化的严峻形势,提出了加强湿地保护的若干对策和建议.

参考文献 References

- [1] STACY L O, MARVIN E Bauer. Satellite remote sensing of wetlands[J]. *Wetlands Ecology and Management*, 2002, 10: 381-402.
- [2] MARK W Bowen, WILLIAM C Johnson, STEPHEN L Egbert, et al. A GIS-based Approach to Identify and Map Playa Wetlands on the High Plains, Kansas, USA[J]. *Wetlands*, 2010(30):675-684.
- [3] HE Chun-yang, TIAN Jie, SHI Pei-jun, et al. Simulation of the spatial stress due to urban expansion on the wetlands in Beijing, China using a GIS-based assessment model[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2011 (101): 269-277.
- [4] JIANG Wei-guo, WANG Wen-jie, CHEN Yun-hao, et al. Quantifying driving forces of urban wetlands change in Beijing City[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2012, 22(2): 301-314.
- [5] 周昕薇, 宫辉力, 赵文吉, 等. 北京地区湿地资源动态监测与分析[J]. *地理学报*, 2006, 61(6): 654-662. ZHOU Xin-wei, GONG Hui-li, ZHAO Wen-ji, et al. Dynamic Monitoring and Analysis of Wetland Resources in Beijing[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2006, 61(6): 654-662.
- [6] 国家林业局《湿地公约》履约办公室. 湿地公约履约指南[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001. Ramsar Convention Implementing Office, State Forestry Administration. Guide on Implementing Ramsar Convention in China[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2001.
- [7] 宫兆宁, 宫辉力, 赵文吉. 北京湿地生态演变研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2007. GONG Zhao-ning, GONG Hui-li, ZHAO Wen-ji. The Ecological Evolution of Beijing Wetland[M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2007.

Comprehensive analysis of urban wetland resources based on remote sensing and GIS ——a case study of Beijing City

MIAO Li-li^{1,2}, JIANG Wei-guo^{1,3}, HOU Peng⁴

- (1. State key Laboratory of Earth Processes and Resource Ecology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;
- 2. College of Resources, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;
- 3. Key Laboratory of Environmental Change and Nature Disaster, Beijing Normal University, Beijing 100875;
- 4. Satellite Environment Center, Ministry of Environmental Protection of P. R. China, Beijing 100029, China)

Abstract: Wetland monitoring and management is an important part of urban planning, ecological construction and human settlement optimization. In order to have a better understanding of urban wetland resources and achieve scientific and reasonable exploitation and protection of the resources, a systematic analysis is carried out of the distribution and structure of urban wetland resources of Beijing City, supported by remote sensing and GIS. The geographical conditions of urban wetland were analyzed, followed by a study of the characteristics of Beijing wetland types and multi-scale distribution and its composition and pattern. Finally, some measures are proposed to strengthen the urban wetland conservation from the perspectives of engineering and management based on the analysis above.

Key words: *wetland resources; wetland structure & protection; remote sensing; GIS; Beijing*