

## 山东省南四湖湿地植被及其生物量初步研究\*

于泉洲<sup>1</sup>,孙京姐<sup>1</sup>,吕建树<sup>1</sup>,袁怡<sup>2</sup>

(1. 山东师范大学人口·资源与环境学院,山东 济南 250014;2. 淄博中学地理教研室,山东 淄博 255000)

**摘要:**通过对南四湖湿地野外实地调查并结合已有资料,对南四湖湿地范围进行了重新界定,分析了湿地的植被状况。并对2006年6月的SPOT 5影像进行解译,绘制了湿地景观格局图并统计各种景观类型的面积。使用湿地植被生物量密度数据计算出整个南四湖湿地植被的生物量为 $623.37 \times 10^3$  t,并与1983年资料对比发现南四湖湿地植被生物量已减少了4/5,表明南四湖湿地植被的初级生产能力已经明显减退。

**关键词:**湿地植被;生物量;景观格局;南四湖;山东省

**中图分类号:**Q948.12

**文献标识码:**A

湿地作为“地球之肾”,是全球生产力最高的生态系统之一,具有丰富的动植物资源及独特的生态功能,对于全球变化的响应亦十分敏感<sup>[1-4]</sup>。湿地植被生物量是衡量生态系统初级生产能力的重要指标,也是反映湿地生态系统健康与否的重要指标。对于湿地植被生物量的研究,是生态系统物质循环特别是碳循环研究的基础,也是全球变化研究的重要组成部分。当前对于沼泽型湿地植被生物量的研究已经取得了不少成果,但是对于湖泊型湿地植被生物量的研究还较少<sup>[3,4]</sup>,尤其对于南四湖地区湿地植被生物量的研究很少<sup>[5]</sup>。通过对南四湖湿地湿生植被的调查并结合遥感手段,初步计算南四湖湿地的生物量,为深入研究该地区包括湿地植被在内的整个生态系统的物质平衡、能量流动和养分循环等功能过程提供了重要基础数据,亦对阐明在人文因素影响下的自然人文复合湿地系统的响应具有重要的现实意义。

## 1 研究区概况及定界

南四湖位于山东省西南部,行政属济宁市微山县管辖。南四湖地区河网密布,属淮河流域,其自北向南由南阳、独山、昭阳和微山4个相连的湖泊组成;南北长120 km,东西宽5~25 km,周长306 km,

最大水域面积约1 266 km<sup>2</sup>,为中国十大淡水湖之一<sup>[5]</sup>,是南水北调东线工程主要的调蓄枢纽,在维护经济发展和区域生态平衡方面,具有重大战略意义。南四湖地处暖温带季风区,四季分明,大陆性季风气候显著。湖区年平均气温14℃左右,年平均降水量773.6 mm<sup>[5]</sup>。南四湖属河迹洼地型湖泊(河迹湖),其形成与当地地质构造、晚更新世以来的黄河南泛侵夺泗河和京杭运河的开挖有直接关系,大致在120 aB. P.形成现今的规模<sup>[6]</sup>。南四湖呈浅碟形,平均水深1.5 m,属湖泊湿地范畴。湖面面积受水位条件影响大,湖面面积和库容在洪水期和枯水期相差很大,洪枯水位变幅也较大,可达5 m<sup>[7]</sup>。

本着湿地生境完整性、行政单元及自然地理边界合理性的原则<sup>[8]</sup>,研究区范围应选在受南四湖水文影响较为明显的常年有水的湖泊中心区以及湖泊与旱地的过渡地区。但是由于2000年以来,南四湖地区逐步修筑了围湖防洪大堤,设计洪水位在36.5 m(上级湖)和36 m(下级湖)以上。湖西大堤长131.5 km,湖东堤长124 km<sup>[9]</sup>。因此,原有的过渡带很大程度上就被限制在大堤之内的季节性积水区。故整个研究区应选在南四湖湖西大堤和湖东堤所围的堤内区域。经实地调查,GPS定点结合遥感

\* 收稿日期:2010-09-29;修订日期:2010-10-23;编辑:王秀元

基金项目:国家重大水专项课题子专题《南四湖流域水环境调查、问题诊断及输水水质安全保障综合控制方案研究》(2009ZX07210-007)、山东省自然科学基金(Y2008E13)联合资助。

作者简介:于泉洲(1983—),男,山东平度人,硕士,主要从事湿地生态方面的研究;E-mail:yuquanzhou2008@126.com。

影像,该区域面积大致 1 228 km<sup>2</sup>,也有学者定为 1 207km<sup>2</sup><sup>[10]</sup>。总之,南四湖湿地面积应在 1 200 km<sup>2</sup>左右,大致与传统意义上的湖面面积相等。在大堤以外的地区受湖水影响很小,多分布着农作物类植被和少量林地类型植被,不应该属于湿地自然植被的范围。

## 2 南四湖湿地植被

湿地植被是在地表过程、季节性积水或常年积水,有潜育层或泥炭积累的水成土壤上生长的湿生和水生植物为主的植物群落<sup>[11]</sup>,是湿地生态系统的重要组成部分。湿地植被不仅能反应湿地生态系统的状况特征,而且在湿地水分、物质、能量循环以及湿地的演替过程中发挥重要的作用<sup>[1]</sup>。

### 2.1 植被类型

南四湖是典型的草型湿地,湿地植物种类较为齐全。南四湖自然保护区共有维管植物 108 科,333 属,538 种(含 25 变种、2 变型、71 个栽培种);其中水生维管植物 29 科 58 属 103 种(含 4 变种),陆生维管植物 89 科、302 属 435 种(含 21 变种、2 变型)<sup>①</sup>。另据石磊<sup>[12]</sup>2002 年的调查,南四湖的水生维管植物有 73 种,隶属 29 科。其中水生维管植物比前一种说法少了 30 种。究其原因,可能是由于 2002 年的大旱干湖造成的生物多样性减退之故。湿地植被从生态类型上可划分为:挺水植物、沉水植物、浮叶植物、漂浮植物和浮游植物。南四湖维管植物的优势种主要为芦苇、莲、芡实、菰等,多为挺水和浮叶植物,还有金鱼藻和轮叶黑藻等沉水植物(表 1)<sup>②</sup>。

表 1 南四湖主要湿地植物类型

种名	科属	生活型	主要用途
芦苇	禾本科芦苇属	挺水植物	药用、编席
菰	禾本科菰属	挺水植物	药用、蔬食
芡实	睡莲科芡属	浮叶植物	药用、食用
莲	睡莲科莲属	浮叶植物	药用、食用
金鱼藻	金鱼藻科金鱼藻属	沉水植物	药用、饲料
黑藻	水鳖科黑藻属	沉水植物	饲料、绿肥

由表 1 可以看出,南四湖主要植物类型皆为多年生草本植物,绝大多数是南四湖自然生长的。从植被定义的角度和优势度角度来看,优势种中的芦苇、荷以及 2 种藻应为南四湖湿地的主要建群植被类型,也是该文的主要研究对象。

### 2.2 植被空间分布

原有的南四湖湿地的植被主要从岸边向湖心随水深度的变化而呈线带状结构<sup>[13,14]</sup>。芦苇和水生植物带都是以湖心为中心,呈环带状分布,在芦苇群落的内侧尚有菰群落分布<sup>[15]</sup>。但随着区域内人为活动的不断增强,特别是 1999 年南四湖大开发以来,人工围湖养殖和围湖造田规模的不断加大,湿地挺水植被带逐渐破碎,特别是自 2000 年之后破碎化程度尤其加重<sup>[14]</sup>。由此次研究的遥感图像解译发现,原有的湿地植被带状分布景观几乎不复存在,取而代之的是散落的斑块挺水植被群落和大片的台田、坑塘和人工养殖区。挺水植被面积大量减少,湿地植被生物量及其生态功能也逐渐减弱。

## 3 利用 RS 获取湿地景观格局特征

### 3.1 遥感影像的选取

根据研究内容,选取两景空间分辨率为 10 m 的 SPOT 5 多光谱卫星影像作为此次研究的数据源,影像为 2006 年 6 月 15 日。选取影像的理由主要是:①南四湖地区 2005—2006 年的降水量处于常量偏多的状况<sup>②</sup>,且气候正常,故该年的植被长势应为正常并能反映南四湖湿地植被的常态。②SPOT 5 影像具有较高的空间分辨率,地物几何结构及纹理特征较明显,是湿地信息提取的较好数据源。

### 3.2 影像的预处理和解译

在进行遥感解译之前,对南四湖湿地进行了为期 3 天的实地调查,分别调查了微山岛、微山县西的湖区、二级坝一线和鱼台县东的湖区,采集了地面控制点,并向当地人员调研了解影像年的湿地实际情况。根据要求,设定 6 类地物类型,分别为自然水面、芦苇地、荷田、养殖水面、河流与水渠以及其他用地。在考察之后,对该期 SPOT 5 影像进行预处理,主要是针对研究区内 SPOT 5 影像进行几何校正、拼接、图像裁剪、图像增强等工作。预处理后,结合实地调研信息和影像特征,发现各类地物的解译特征如下:

① 济宁市南四湖自然保护区管理委员会,山东南四湖自然保护区综合考察报告,2006 年。  
② 山东省水文水资源勘测局,2005 与 2006 年山东省水资源公报,2008 年。

(1)自然水面:在光谱特征上表现为黑色或深蓝色,在整个研究区中占比例较大,形状特征比较明显。

(2)芦苇地:在光谱特征上表现为红色,主要分布于湖泊两岸。

(3)荷田:在光谱特征上表现为亮红色,呈不规则形状分布于湖泊中以及人工藕池中。

(4)养殖水面:与水体光谱特征相似,形状规则,呈网格型。

(5)河流与水渠:与水体光谱特征相似,形状规则,主要呈条带状。

(6)其他用地:主要包括居民点、建筑用地、水稻田和林地。在光谱特征上,居民点及建筑用地:亮度高,呈不规则形状;水稻田表现为深绿色或浅绿色,成片分布于湖体西侧,面积较大;林地则是较规则地分布于坑塘的周边(表 2)。

表 2 解译的各景观类型面积及其百分比

地类	面积(km <sup>2</sup> )	百分比(%)
自然水面(湖泊和坑塘)	518.84	42.24
河流及水渠	31.70	2.58
芦苇地	86.30	7.03
荷田(包括藕池)	71.70	5.84
养殖水面	371.94	30.28
其他地类(水稻田建筑林地)	147.78	12.03
湿地总面积	1228.27	100.00

影像解译采用了监督分类与人工目视解译相结合的方法。先在 ERDAS Imagine 图像处理软件中对影像进行非监督分类,初步分为 11 类,并进行了精度评价且符合要求。然后把经聚类分析、重编码后的遥感图像数据转入 ArcGIS9.2 软件中,对分类结果进行调整、输出湿地景观格局图并计算各地类面积(图 1)。

### 3.3 南四湖湿地景观格局特征

20 多年来,随着南四湖周边地区经济的快速发展,人为驱动力对南四湖的影响日渐增大,也使得南四湖湿地的景观格局发生了显著的变化<sup>[13,14]</sup>。湿地植被,特别是挺水和浮叶植被面积大大减少,斑块破碎化程度不断加重,同时人为开发的坑塘、养殖水面面积迅速增加。

从表 2 中可以看出,自然水面与养殖水面之和共占到湿地总面积的 70% 以上。芦苇地和荷田只占了湿地总面积的 12.87%,而在 1987 年时这 2 种

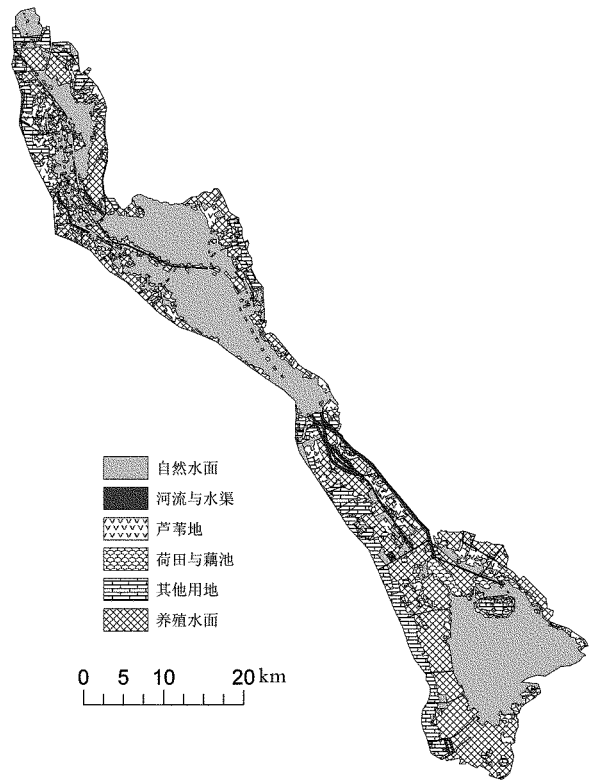


图 1 解译的南四湖湿地景观格局图

地类的面积比例还在 46.8% 以上<sup>[15]</sup>。湿地植被面积大量减少,因此带来的湿地植被生物量的减少也是必然的。

从图 1 可以看出,自然水面主要集中在二级坝以上的南阳镇以北的南阳湖、独山湖和昭阳湖;以及微山岛以南的微山湖。养殖水面和其他用地主要分布在南阳湖和微山湖,且多分布于湖西;湿地植被(芦苇地和荷田)主要分布于南阳湖和介于二级坝和微山岛的微山湖东部,也呈现破碎化态势。

## 4 植被生物量计算

植被生物量是生态系统的重要功能指标之一,指某一时刻单位面积内实存生活的植被有机物质总量,以鲜质量(湿质量)或是干质量表示<sup>[16]</sup>。湿地植被生物量可以反映湿地植被利用自然能源的能力,能够衡量植被生产力的高低,以及植被固碳能力的大小。

### 4.1 植被数据的确定

根据南四湖的实际情况和沉水植物生长特征,并结合实地调查,发现沉水植物广布于湖泊自然水

面和河流水面,故确定这 2 种地类为沉水植物分布区,面积为 550.54 km<sup>2</sup>。因芦苇是湿地挺水植物群落的建群种,荷是浮叶植物群落的建群种,故分别以芦苇地和荷田面积替代挺水植物群落和浮叶植物群落的面积。

生物量密度样方数据则采用文献[5]的数据,其数据是通过基于 124 个采样点的断面计算法和样地收割法获取的,因此生物量样方数据应是准确可信的。

#### 4.2 生物量的计算

南四湖湿地植被生物量的估算采用公式(1),可得 2006 年南四湖湿地植被的生物量值(表 3)。

$$V = \sum_{i=1}^3 S_i \times B_i \quad (1)$$

其中: $i$  为湿地不同的植被群落类型,上限为 3; $V$  为湿地植被总生物量; $S_i$  为第  $i$  种植被类型面积; $B_i$  为第  $i$  种植被类型的生物量密度。

表 3 各植被类型及湿地总生物量(干质量)

群落名称	群落面积 (km <sup>2</sup> )	单位面积生物量 (g/m <sup>2</sup> ) <sup>[5]</sup>	总生物量 (10 <sup>3</sup> t)	占总生物量百分比(%)
芦苇群落	86.30	2900	250.28	40.15
荷花群落	71.70	247.68	17.76	2.85
沉水植物群落	158.00	2248.9	355.33	57.00
总量	316.01		623.37	100.00

从表 3 可以看出,南四湖湿地植被生物量以沉水植物所占比重最大,达 57%,其次是芦苇为建群种的芦苇群落,占到 40.15%,而面积与芦苇群落相差不大的荷花群落所占比例却只有 2.85%,这是由于群落生物量密度差异决定的。1983 年的湿地生物量为 3 046.30 × 10<sup>3</sup> t,而这次计算的南四湖湿地总生物量为 623.37 × 10<sup>3</sup> t,仅为 20 多年前的 1/5,南四湖湿地植被生产力下降十分明显。这也从一个方面反映出南四湖湿地的生态功能明显退化。

## 5 结语

该文采用野外实地调查和遥感技术方法,并收集总结原有资料数据来计算南四湖湿地植被生物量。经过解译和计算,2006 年南四湖湿地植被生物量总值为 623.37 × 10<sup>3</sup> t,比 1983 年减少了 4/5,说明南四湖湿地植被的初级生产能力已经明显下降。此外,近 20 多年来南四湖地区的湿地植被景观格局

变化明显,芦苇地和荷田景观类型下降明显,且呈现破碎化分布态势。亦反映出南四湖湿地植被的生态功能和健康水平也明显下降。

由于湿地生态系统有着与陆地生态系统和水生生态系统所不同的自然生态条件,湿地植被生物量受水位条件和季节变化的影响较大,故在植被生物量的研究当中研究的较少。湿地植被生物量的计算是一个较为复杂的过程,在今后湿地生物量的研究当中,有关不同湿地生态条件对于植被生物量的影响、遥感影像中湿地植被按长势的精细信息提取以及相应的野外采样调查都是需要进一步加强的工作。

## 参考文献:

- [1] 陆健健,何文珊,童春富,等. 湿地生态学[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [2] 傅国斌,李克让. 全球变暖与湿地生态系统的研究进展[J]. 地理研究,2001,(2):120-128.
- [3] 陈宜瑜,吕宪国. 湿地功能与湿地科学的研究方向[J]. 湿地科学,2003,(9):7-12.
- [4] 黎明,李伟. 湿地碳循环研究进展[J]. 华中农业大学学报,2009,(2):116-124.
- [5] 沈吉,张祖陆,杨丽原,等. 南四湖——环境与资源研究[M]. 北京:地震出版社,2008.
- [6] 张祖陆,沈吉,孙庆义,等. 南四湖的形成及水环境演变[J]. 海洋与湖沼,2002,(5):314-322.
- [7] 张祖陆,辛良杰,梁春龄. 近 50 年来南四湖湿地水文特征及其生态系统的演化过程分析[J]. 地理研究,2007,(9):957-966.
- [8] 方精云,赵淑清,唐志尧,等. 长江中游湿地生物多样性保护的生态学基础[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [9] 南四湖水利管理局. 直管工程[EB/OL]. 2007-12-14. http://www.yss-nsh.org.cn/admini/disp.asp?lmcode=zwgk%20&id=5.
- [10] 李玉凤,王波,李小明. 基于 SPOT5 影像的山东南四湖地被覆盖分类研究[J]. 遥感技术与应用,2008,(2):62-68.
- [11] 刘兴土. 东北湿地[M]. 北京:科学出版社,2005.
- [12] 石磊. 山东省南四湖水生维管植物研究[J]. 国土与自然资源研究,2002,(3):69-71.
- [13] 袁怡. 南四湖湿地遥感信息提取及景观格局演化研究[D]. 山东师范大学,2010.
- [14] 刘恩峰,侯伟,崔莉,等. 南四湖湿地景观格局变化及原因分析[J]. 湿地科学,2009,(9):262-267.
- [15] 郎惠卿,赵魁义,陈克林. 中国湿地植被[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [16] 李爽. 洪河自然保护区湿地植被地上生物量遥感估算研究[D]. 北京:首都师范大学,2009.

## Preliminary Study on Wetland Vegetation and Its Biomass of NanSihu Lake in Shandong Province

YU Quanzhou<sup>1</sup>, SUN Jingjie<sup>1</sup>, LV Jianshu<sup>1</sup>, YUAN Yi<sup>1,2</sup>

(1. Population, Resources and Environment College of Shandong Normal University, Shandong Jinan 250014, China; 2. Geography Teaching and Research Section of Zibo Middle School, Shandong Zibo 255000, China)

**Abstract:** Based on the fieldworks in Nansihu lake and some existing datas, the range of Nansihu lake was redefined and conditions of wetland vegetation was analyzed in the paper. After the interpretation of the SPOT5 datas in 2006, the wetland landscape pattern figures have been made and the areas of different kinds of landscape patterns have been calculated. By using the published datas of wetland vegetation biomass density, the biomass of Nansihu lake wetland vegetation is  $623.37 \times 10^3$  t, which has been decreased by 4/5 compared with the information in 1983. The results indicated that the primary production of Nansihu Lake wetland vegetation has reduced obviously.

**Key words:** Wetland vegetation; biomass; landscape pattern; Nansihu lake; Shandong province