

基于 SPOT5 影像的山东南四湖地被覆盖分类研究

李玉凤,王 波,李小明

(山东大学环境科学与工程学院,山东 济南 250100)

摘要:以南四湖 2006 年 6 月中旬的两景 SPOT5 多光谱卫星影像为数据源,借助 ERDAS Imagine 和 ArcView 软件,运用非监督分类与人工目视解译的方法对影像进行分类处理。运用实地调查记录检验分类结果,符合率达到 83.3%。依据分类结果绘制了南四湖地被覆盖图,并且计算了各种地被类型的面积。南四湖大堤内总面积为 1206.9 km²,其中开阔水域占总面积的 45.54%,湿地植被面积占 21.06%,围网养殖区面积占 15.6%,无水区的村庄、农田和林地占 17.8%。南四湖地被覆盖格局主要受人为因素影响,为保护南四湖生态环境,必须禁止湖内土地围垦,控制围网养殖区,逐步恢复湿地植被。

关键词:南四湖;地被覆盖;SPOT5 遥感影像;分类解译

中图分类号:TP 79 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-0323(2008)01-0062-05

1 引言

遥感(RS)信息因其覆盖范围广、实时性强、准确度高等优点,已成为土地利用/土地覆盖研究的重要手段^[1]。结合快速发展的全球定位系统(GPS)和地理信息系统(GIS),遥感技术在大范围、高精度的湿地资源调查、土地利用动态分析等方面,具有不可比拟的优势,在国内外得到广泛应用^[2~4]。因此,运用遥感影像对南四湖地被覆盖类型进行宏观、定量调查,可获得实时准确的结果。

南四湖是我国北方较大的淡水湖泊,是山东省的重要水源地。也是南水北调东线工程的进水通道和重要调蓄水库。由于近年南四湖周边各地社会经济快速发展,各种用水量增多,工业排水、围垦、养殖等人工干扰,造成了南四湖水资源短缺,湖区大面积缩小,水生生物锐减,湿地生态系统严重受损,干旱、洪水频繁。

目前,对于南四湖地被覆盖状况的研究工作开展较少,现有少量的研究工作^[5],采用 TM 卫星影像数据,对南四湖湿地信息进行分类与研究,精度尚显不足。由于南四湖是浅水型湖泊,平均水深仅为 1.5 m,湖区有大面积的挺水植物和沉水植物分布,南四湖除航道以外的整个湖区几乎都有水生植

物生长。水生植物具有去除水中污染物的重要功能,要准确评价南四湖水生植物的去污作用,科学估测其水生植被分布和面积是基础。据实地调查,南四湖区近年来围湖养鱼和围湖造田的现象比较普遍,但是对围湖建造鱼塘和农田的面积尚缺少准确统计数据。这给南四湖生态系统功能的评价带来了困难。本文运用 RS 和 GIS 技术,结合对湖面信息的实地调查,基于 2006 年 6 月中旬拍摄的南四湖的 SPOT5 遥感影像,得到南四湖各种地被覆盖类型的面积及分布状况,分析地被覆盖现状及成因,为促进南四湖生态系统的可持续发展、保障南水北调东线工程的水质安全以及南四湖湿地资源的恢复保护提供科学依据。

2 研究区概况

南四湖位于 116°34'~117°22'E、34°31'~35°20'N 之间,湖区属于暖温带半湿润季风气候。自北向南由南阳湖、独山湖、昭阳湖、微山湖 4 个湖泊相连而成,南北长 123 m,东西宽 4~23 m;总面积 1200 km²。平均水深约为 1.5 m,是典型的平原浅水湖泊。南四湖承接苏、鲁、豫、皖 4 个省的来水,入湖河流 40 多条,京杭大运河通过湖泊,湖区自然资源丰富,分布有多种水生动植物。南四湖具有调节

收稿日期:2007-08-21;修订日期:2008-01-17

作者简介:李玉凤(1982—),女,硕士研究生,主要研究方向为环境遥感。E-mail:liyuf@mail.sdu.edu.cn。

通讯作者:李小明(1956—),教授,博士生导师,研究方向为环境生态学。E-mail:lxming@sdu.edu.cn。

河川径流、分洪蓄水、生态旅游、航运、养殖等多种功能;同时还有调节气候、控制污染、维护生态平衡等重要生态功能。2003 年,山东省政府批准通过南四湖为省级自然保护区,是重点保护湿地生态系统和珍稀濒危鸟类为主的湿地类型保护区。

3 数据源和研究方法

3.1 数据来源

本研究采用的遥感数据源为 2006 年 6 月中旬拍摄的两景 SPOT5 多光谱卫星影像,空间分辨率为 10 m。各波段特性见表 1。实地调查中,典型地物的 GPS 定位数据作为辅助数据,进行几何校正和分类结果检验。

表 1 SPOT5 多光谱卫星影像特性		
Table 1 Characteristics of SPOT5 multi-spectral image		
光谱波段	波段光谱范围 (μm)	地面分辨率 (m)
B1: 绿 green	0.50~0.59	10
B2: 红 red	0.61~0.68	10
B3: 近红外 near infrared	0.78~0.89	10
B4: 短波红外 short-wave infrared (SWIR)	1.58~1.75	20

3.2 遥感影像预处理与解译

本研究技术路线如图 1 所示。

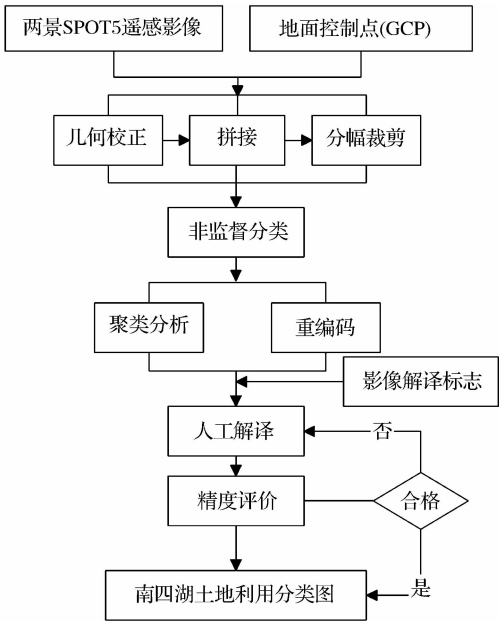


图 1 南四湖地被覆盖分类技术路线

Fig. 1 Flow chart of the land cover classification of Nansihu Lake

通过野外 GPS 定位,采集地面控制点,在 ER-DAS Imagine 图像处理软件中,运用二次多项式变换,实现影像到地理坐标系统的几何校正,校正误差小于一个像元。将湖泊堤坝以内区域作为感兴趣区域(AOI),进行裁剪。

通过尝试多种分类方法^[3,6~8],结合南四湖地被覆盖特点,最终确定采用非监督分类与人工解译相结合的方法。对经过预处理的遥感影像进行非监督分类,初步分为 15 类^[9]。经聚类分析、重编码后的遥感图像数据转入 GIS 软件 ArcView 中,建立影像目视解译标志,据此对分类结果进行调整。

由于遥感影像存在同物异谱和同谱异物现象^[10],自动分类无法解决。在本研究区域内,大面积养殖区的光谱特征与水体类似,很难利用非监督分类将其分出。因此,本文将水体信息单独提取,分离出养殖区后,再与原分类图像合并。

3.3 分类结果检验与统计分析

分类后,分别在湖中、河口、航道两侧及湖中的陆地上,选取不同的地被覆盖类型共 30 个实地对照点,用相机记录其地被覆盖类型,利用 GPS 测定观测点的经纬度。其中 12 个点用于建立目视解译标志,18 个点与实验室分类结果对照,对分类结果进行符合性检验,符合率达到 83.3%。

在此基础上,绘制了地被覆盖分类图(图 2)。利用 ArcView 的属性数据管理功能,完成相应的面积计算和统计分析。

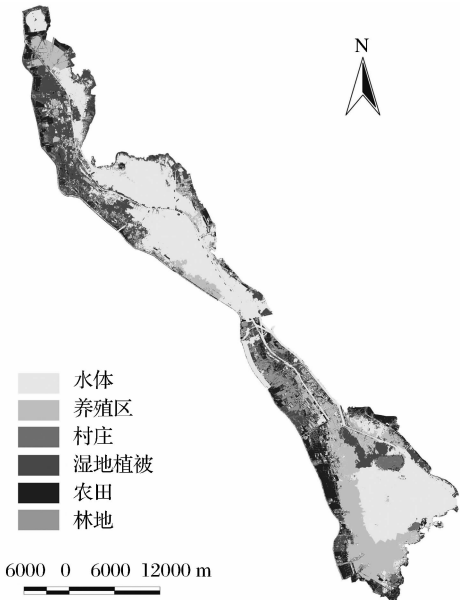


图 2 南四湖地被覆盖图

Fig. 2 The land cover classification of Nansihu Lake

4 结果与讨论

4.1 南四湖地被覆盖类型与面积

南四湖区地被覆盖类型主要有农田、林地、湿地植被、围网养殖区、水体和村庄,各类型面积及所占比例见表 2。检验表明,人工解译的水体、养殖区、村庄的解译精度较高,而林地和部分农田的边界不太明显,分类有交叉,但通过不断调整,最终总体分类准确率达到 83.3%,对较大范围的遥感数据的分类,该精度能够满足要求^[11]。

表 2 南四湖地被覆盖类型与面积

Table 2 The land cover types and areas of Nansihu Lake

地被覆盖类型	面积(hm ²)	占总面积(%)
水体	54 954.56	45.53
养殖区	18 833.13	15.60
农田	13 549.14	11.23
村庄	1 097.51	0.91
林地	6 835.82	5.66
湿地植被	25 420.82	21.06
合计	120 690.98	100

4.2 各地被覆盖类型空间分布特征

据遥感影像数据计算,南四湖大堤内总面积为 1 206.9 km²。由地被覆盖图可看出,湖区很大一部分被陆地取代,南四湖现有的开阔水域面积已很少,仅占总面积的 45.54%。大片开阔水域主要分布在南阳岛北部、中部的独山湖和微山湖。湖泊水域面积减少,湖泊水位常年低于死水位,导致湖泊调蓄能力下降,从而使其抵御旱涝灾害的能力下降^[12]。

养殖区包括围网养殖区和池塘,围网养殖区主要在最北部和最南部的两大片区域,陆地、岛屿沿岸也有零星分布;池塘多是人工围建而成,散布于农田附近水域。

农田分布较为分散,在湖泊沿岸及各岛上,本文所采用的卫星影像拍摄时期,农田主要是收割后的麦地,以及大豆、花生、玉米等的幼苗。林地主要是人工种植的乔木,在二级坝以南分布较为集中。

由于南四湖是典型的浅水湖泊,平均水深 1.5 m,除航道外,其余水体中均有沉水植物分布,因此本文中沉水植物没有单独分做一类,湿地植被主要指的是挺水植物和浮叶植物。湿地植被面积较大,仅次于水体面积,主要的挺水植物有芦苇、荷花、香蒲等,有少部分浮叶植物,如菱角等。在上级湖西岸有大片分布,另外在微山岛周围也有分布。

4.3 地被覆盖现状及影响因素分析

南四湖水域面积减少受气象因素及人为因素影响。南四湖流域降水量年内分配集中,年际变化较大,导致湖泊水位年际变化大。但人为因素对南四湖水域变化的影响更大。一方面,在枯水季节,当地的湿地保护政策不力,湖泊裸露的大部分土地被围垦,导致湖面、湿地植被向耕地、陆生植被转化。另一方面,湖区周围工农业用水仍在不断增加,水资源过度开采,更加剧了南四湖水位下降。同时,受经济利益的驱动,围湖建造大量鱼塘,湖面围网养殖的面积没有得到有效管理和控制。由图 2 可以看出,湖面几个区域分布着较密集的围网养殖区,养殖产生的污染物不能有效扩散,致使水质恶化,围网养殖还会引起周围的水生植被退化^[13]。

水域面积减少和水质下降,不仅改变了南四湖的地被覆盖格局,也改变了湖泊原有的生态功能。导致水生植被大面积减少,物种多样性降低,动物的生存环境受到不同程度的干扰。

4.4 南四湖土地可持续利用对策

4.4.1 严格控制湖区的围垦

禁止围湖造田,水位下降后的裸露地,应充分利用种植芦苇等水生植物,建立人工湿地,防止生态环境进一步恶化。

4.4.2 合理调整围网养殖区

在允许的规模范围内,合理调整网区的大小、布局,实行网围小型化、短期化和分散分布,防止局部水生植物的退化^[13]。

4.4.3 加强湖区生态环境调查,建立有效数据库和管理体系

充分利用信息化手段,组织详细调查,全面评估南四湖水资源、生物多样性资源现状及其保护、管理现状,建立完备的数据库管理体系,并及时反馈,为利用和保护决策提供依据。

4.4.4 水质污染控制

保护南四湖生态环境,最根本的还是防止水质污染。建立生态环境监测和评价体系,制定、完善相关法律法规。由于湖水主要是流域内的河流补给,因此要保证入湖河流的水质达标,同时对于已经受污染的区域进行有计划的治理。

5 结 语

本研究对南四湖 2006 年 6 月中旬拍摄的 SPOT5 卫星影像进行解译,得到南四湖地被覆盖图、各类型的面积及空间分布特征。南四湖大堤内

总面积 1206.9 km², 开阔水域面积已经很少, 仅为总面积的 45.54%。其它则被湿地、养殖区、农田和林地覆盖, 面积分别为总面积的 21.06%、15.60%、11.23% 和 5.66%。

南四湖水域面积的减少受人为因素的影响较大。围湖造田和围湖养鱼占用了大量的水域和湿地, 并在一定程度上破坏了周围的水生植物。为保护南四湖的生态环境, 应制定、完善相关法律法规, 禁止湖区内土地的围垦, 合理调控养殖区, 逐渐恢复湿地植被, 并严格控制入湖河流水质, 使南四湖生态环境逐步得到优化。

分类过程中, 由于围网养殖区和湖水的光谱特征一致, 常规分类方法无法将二者分开。本研究中对非监督分类后的影像进行人工解译, 既能将围网养殖区和水体精确分出, 又提高了其它类别的分类精度。结果表明该方法相对快捷、准确度高。

本文只是对南四湖地被覆盖类型和面积研究的初步结果。在了解了大尺度的地被覆盖格局后, 下一步的工作是加大实地调查采样密度, 利用遥感信息, 定量研究水生植物群落多样性和生物量分布格局^[14~16], 为南四湖生态系统的有效管理提供科学依据。

参考文献:

- [1] Roughgarden J, Running S W, Matson P A. What Does Remote Sensing Do for Ecology[J]. *Ecology*, 1991, 72(6): 1918-1922.
- [2] Ozesmi S L, Bauer M E. Satellite Remote Sensing of Wetlands[J]. *Wetlands Ecology and Management*, 2002, 10: 381-402.
- [3] Yi W H, Yang L, Zhang Z X. Method of Wetland Classification Based on Landsat7 ETM+ Image[J]. *Wetland Science*, 2004, 2(3): 208-212. [衣伟宏, 杨柳, 张正祥. 基于 ETM+ 影像的扎龙湿地遥感分类研究[J]. *湿地科学*, 2004, 2(3): 208-212.]
- [4] Baker C, Lawrence R, Montagne C, *et al.* Mapping Wetlands and Riparian Areas Using Landsat ETM Imagery and Decision-tree-based Models[J]. *Wetland*, 2006, 26(2): 465-474.
- [5] Niu M X, Zhao G X, Li Z Y. Extracting of Remote Sensing Information of Wetland in Nansihu Area Based on Multi-subarea and Multi-layer Techniques[J]. *Geography and Geo-Information Science*, 2004, 20(2): 45-48. [牛明香, 赵庚星, 李尊英. 南四湖湿地遥感信息分区分层提取研究[J]. *地理与地理信息科学*, 2004, 20(2): 45-48.]
- [6] Yu X Y, Jiang N. Analyzing Lake Area Change in Ebinur by Integration of RS and GIS Techniques[J]. *Journal of Lake Science*, 2003, 15(1): 81-84. [于雪英, 江南. 基于 RS 和 GIS 技术的湖面变化信息提取与分析[J]. *湖泊科学*, 2003, 15(1): 81-84.]
- [7] Zhao W, Gong H L, Zhao W J, *et al.* Research on the Dynamic Change of Land Use and Land Cover in Yeyahu Based on RS and GIS[J]. *Remote Sensing Technology and Application*, 2004, 19(3): 177-181. [赵微, 宫辉力, 赵文吉, 等. 基于 RS 与 GIS 的野鸭湖湿地土地利用/土地覆盖动态变化研究[J]. *遥感技术与应用*, 2004, 19(3): 177-181.]
- [8] Wang Q, Ren X Y, Xiao F, *et al.* Landscape Patterns in Honghu Wetland Using RS and GIS[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2006, 14(2): 224-226. [王茜, 任宪友, 肖飞, 等. RS 与 GIS 支持的洪湖湿地景观格局分析[J]. *中国生态农业学报*, 2006, 14(2): 224-226.]
- [9] Dang A R, Wang X D, Chen X F, *et al.* ERDAS IMAGINE Remote Sensing Image Processing[M]. Beijing: Tsing Hua University Press, 2003. [党安荣, 王晓栋, 陈晓峰, 等. ERDAS IMAGINE 遥感图像处理方法[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.]
- [10] Zhou D M, Gong H L, Hu J M, *et al.* Application of Satellite Remote Sensing Technology to Wetland Research[J]. *Remote Sensing Technology and Application*, 2006, 21(6): 577-583. [周德民, 宫辉力, 胡金明, 等. 中国湿地卫星遥感的应用研究[J]. *遥感技术与应用*, 2006, 21(6): 577-583.]
- [11] Vogelmann J E, Sohl T, Howard S M. Regional Characterization of Land Cover Using Multiple Sources of Data[J]. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 1998, 64: 45-57.
- [12] Xiang W, Liu S, Liu S X. Investigation and Analysis of Distribution of Wetlands in the City of Wuhan[J]. *Wetland Science*, 2006, 4(2): 155-160. [向闾, 刘苏, 刘胜祥. 武汉市湿地分布现状调查与分析[J]. *湿地科学*, 2006, 4(2): 155-160.]
- [13] Yang Q X, Li W Z. Effect of Intensive Pen Fish Farming on Aquatic Vegetation and Its Ecological Strategy[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1996, 7(1): 83-88. [杨清心, 李文朝. 高密度网围养鱼对水生植被的影响及生态对策探讨[J]. *应用生态学报*, 1996, 7(1): 83-88.]
- [14] Wu G F, Liu Y L, Ji W T. Estimating Aboveground Biomass of Submerged Vegetation Using Landsat5 TM Imagery: A Case Study of Jiangxi Poyang Lake National Nature Reserve, China[J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2006, 31(11): 953-957. [邬国锋, 刘耀林, 纪伟涛. 利用 Landsat 5 TM 影像估算沉水植物地上生物量的研究[J]. *武汉大学学报(信息科学版)*, 2006, 31(11): 953-957.]
- [15] Jian Y X, Li R D, Wang J B, *et al.* Aquatic Plant Diversity and Remote Sensing of the Beach Vegetation in Poyang Lake[J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 2001, 25(5): 581-587. [简永兴, 李仁东, 王建波, 等. 鄱阳湖滩地水生植物多样性调查及滩地植被的遥感研究[J]. *植物生态学报*, 2001, 25(5): 581-587.]
- [16] Underwood E C, Mulitsch M J, Greenberg J A, *et al.* Mapping Invasive Aquatic Vegetation in the Sacramento-san Joaquin Delta Using Hyperspectral Imagery[J]. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2006, 121: 47-64.

The Land Cover Classification and Characteristics of Nansihu Lake Based on SPOT5 Remote Sensing Image

LI Yu-feng, WANG Bo, LI Xiao-ming

(School of Environmental Science and Engineering, Shandong University, Jinan 250100, China)

Abstract: Two SPOT5 imageries of Nansihu Lake (middle of June, 2006) were interpreted to classify the land cover, using ERDAS Imagine and ArcView. As the fishpond and the open water-body were difficult to be distinguished, unsupervised classification and manual interpreting were used. The accuracy of interpretation classification was 83.3% after checking. The land cover classification types were mapped and the area of each type was calculated. The overall area of Nansihu Lake is 1206.9 km², only 45.54% belongs to open water. Other lands are covered with wetland vegetation, fishpond, farmland and forests, with proportions of 21.06%, 15.60%, 11.23% and 5.66%, respectively. The land cover characteristics were also analyzed based on the map. To protect the ecological system of the lake, making land by separating the lake should be prohibited and the aquatic agriculture should be regulated through government regulations.

Key words: Nansihu Lake; Land cover; SPOT5 remote sensing image; Classification interpretation