

# 遥感技术在城市湖泊演变研究中的应用

陈刚<sup>1</sup>, 邓文胜<sup>1</sup>, 王丽亚<sup>2</sup>

(1. 湖北大学资源环境学院, 武汉 430062; 2. 华中农业大学园艺林学学院, 武汉 430070)

**摘要:** 本文以武汉市东湖和沙湖为例, 以多时相 TM 影像为数据源, 利用 ERDAS 软件提取东湖和沙湖 1991 年、2001 年和 2006 年的水域面积信息, 从时空两方面对湖泊水域面积的演化特征进行了系统地分析。结果表明, 从 1991 年到 2006 年这十五年间, 湖泊水域面积出现急剧下降, 减少了 1040.43 公顷。分析认为, 随着城市经济的发展, 对土地的需求会更为迫切, 城市湖泊的保护也将面临巨大挑战。遥感技术具有宏观性、动态性与实时性的优势, 能够快速、准确地获取大范围地区水域面积变化信息, 定量地分析城市湖泊演化规律, 为城市湖泊的合理开发、利用和保护提供重要的依据。

**关键词:** 遥感; TM 影像; 城市湖泊; 水域面积; 保护

## 前言

城市湖泊主要指位于建成区及其邻近正在非农化地区中的湖泊, 也包括位于中心城市周围点状展布的卫星城镇区域范围内的湖泊<sup>[1]</sup>。随着工业化城市化的迅猛发展, 城市建设与区域性的重大基础设施建设取得了惊人的成就, 但也带来诸如水土资源流失, 生态环境破坏等负面影响。湖泊是陆地水圈的重要组成部分, 也是重要的国土资源。在城市化、工业化过程中, 湖区周围房地产业蓬勃发展, 人口数日急剧增加, 对湖泊资源的需求和利用也不断增大。因此, 城市湖泊水域面积的变化与工业化和城市化等人类活动方式密切相关<sup>[2][3]</sup>。运用遥感技术实时准确地把握城市湖泊水域面积的变化, 定量地分析城市湖泊演化规律, 对城市湖泊的合理开发、利用和保护具有重要意义。

武汉市位于江汉平原东部, 长江中游与长江、汉水交汇处, 东经  $113^{\circ} 41' - 115^{\circ} 05'$ , 北纬  $29^{\circ} 58' - 31^{\circ} 22'$ , 是全国特大型城市和重要的交通枢纽。武汉市湖泊众多、河网纵横, 素有“百湖之市”之称, 在武汉城区面积中, 水域面积占了约四分之一。然而自 1991 年以来, 武汉城区湖泊面积已大量萎缩和消亡, 本文以武汉市武昌区东沙湖水系的东湖和沙湖两个主要湖泊为例, 应用遥感技术研究 1991 年—2006 年这十五年间东湖和沙湖的水域面积演化。

## 1、水体的光谱特征

对水体来说, 水的光谱特征是由其中的各种物质对光辐射的吸收和散射性质决定的, 是遥感监测的基础, 研究水体光谱特征在于优化波段组合, 并获得最佳光谱信息。水体可见光反射包含三部分: 水表面反射、水体底部物质反射和水中悬浮物质的反射。天然水体在  $0.4\mu\text{m} - 2.5\mu\text{m}$  电磁波范围内的反射率很低, 可见光范围大都在 3% 左右, 其中主要在蓝绿光波段, 在彩色遥感影像上表现为暗色调, 很容易被识别出来; 在红外波段, 水体几乎全部吸收了近红外及中红外波段内的全部入射能量。所以对于水域分布变化, 选用红外波段 ( $1.55\mu\text{m} - 1.75\mu\text{m}$ ) 的多时域影像为宜。而沼泽化在 multi-temporal 图像上反映为水体面积缩小, 从水体向边缘呈规律变化, 显示出程度不同的植被特征<sup>[4][5][6]</sup>。水体的这种光谱特性是遥感提取水体的重要依据。

## 2、城市湖泊专题信息提取

### 2.1 数据的选用与预处理

从现有状况来说, 陆地卫星影像数据是湖泊变迁研究比较理想的信息源。Landsat-5 卫星于 1984 年 3 月 1 日由美国发射, 在轨道高度为 705 km, 采用太阳同步轨道, 重访周期为 16 天。卫星上用于对地观测的传感器 Thematic Mapper (简称 TM) 有 7 个波段, 分别为可见光波段、近红外波段、短波红外波段和热红外波段, 可以获取地面影像数据, 分辨率为  $30\text{ m}^{[7][8]}$ 。

本文收集了三期美国陆地卫星 Landsat 的 TM 遥感影像数据对东湖和沙湖水域面积的年度变化进行分析研究, 从 TM 影像数据的 7 个波段中选出第 2、4、5 波段, 分别赋予蓝、绿、红颜色, 形成彩色图像。三期数据的时间分别为 1991 年 7 月 19 日、2001 年 7 月 22 日和 2006 年 8 月 29 日。三期影像的拍摄时间都处在 7、8 月份, 因此, 本次研究选择这三期符合要求的数据作为本底数据, 对

东沙湖水系的两个主要湖泊进行水域面积演变分析。

利用遥感影像处理软件 ERDAS 9.2, 以武汉市 1:10 万地形图作为参照, 分别对 1991 年、2001 年和 2006 年武汉市 TM 影像图进行配准和几何校正, 校正影像几何误差控制在一个像元以内; 然后将三期影像都转到同一投影空间 (UTM 投影, WGS 84 坐标系)。根据研究区范围, 利用 AOI 多边形选区工具生成选择区, 将研究区裁剪下来。

## 2.2 影像的分类

### 2.2.1 监督分类

利用遥感技术对影像进行分类提取方法主要是将影像中每个像元根据其在不同波段的光谱亮度、图像形状和空间特征, 按照某种规则或算法划分为不同的类别, 利用获得的特征值来计算目标物体的面积<sup>[9][10]</sup>。

根据研究区的实际情况, 首先通过目视解译将主要地物分为耕地、建设用地、林地和水域等四大类, 在研究区域选择训练样本, 建立优良分类模块。最大似然法是传统单像元分类的基本方法, 相对于其它分类方法来说具有较高的精度<sup>[9]</sup>, 因此通过人机交互模式采用最大似然法进行监督分类 (Supervised Classification, SC), 并依次对各地类进行赋值,

### 2.2.2 精度分析

遥感图像分类误差主要分为两类: 一类是位置误差, 即各类别边界的不准确; 另一类是属性误差, 即类别识别错误。精度评价也包括很多指标, 其中最主要的是总体精度和 Kappa 系数。总体精度由误差矩阵计算得出。误差矩阵主要是将各个像元正确分类、错误分类和漏分的个数进行统计, 矩阵的对角线上列出的是正确分类的像元。也就是说, 误差矩阵对角线的数值越大, 总体精度越高。Kappa 系数则考虑到了对角线上被正确分类的像元, 同时也考虑了不在对角线上的各种漏分和错分的像元。所以这两个指标往往并不一致, 在精度评价中, 同时计算以上两个指标, 以便可以得到更多的精度信息<sup>[9]</sup>。由表 1 可知, 分类结果的总体精度都达到了 90% 以上, kappa 系数也在 0.86 以上, 是满足实验要求的。

表 1 TM 影像分类精度表

|          | 1991 年 | 2001 年 | 2006 年 |
|----------|--------|--------|--------|
| 总体精度/%   | 93.75  | 93.75  | 90.63  |
| Kappa 系数 | 0.8989 | 0.8995 | 0.8687 |

## 2.4 湖泊专题信息提取

影像经过监督分类之后, 利用三次卷积方法, 在 ERDAS 软件 Modeler 模块下选择建模函数: EITHER 1 IF (\$n106fenlei==1) OR 0 OTHERWISE, 提取出湖泊专题信息图, 如图 (图 1、图 2、图 3) 所示:



图 1 1991 年东湖、沙湖专题图 图 2 2001 年东湖、沙湖专题图 图 3 2006 年东湖、沙湖专题图

## 2.5 湖泊面积计算

在 view 窗口下打开湖泊专题信息图, 根据图形的栅格属性可知图像的分辨率, 即可得知每个像元代表的面积: Pixel Size X × Pixel Size Y (m<sup>2</sup>); 然后根据属性即可得专题信息图上湖泊 (湖泊=1) 的像元数 (M), 推知湖泊水域面积为: M × Pixel Size X × Pixel Size Y (m<sup>2</sup>)。用此方法, 可以从 1991 年、2001 年、2006 年各年份的 TM 影像数据上计算出东湖和沙湖不同年份的水域面积。

同时也可以将东湖和沙湖从专题信息图上剪裁下来,分别计算东湖和沙湖在不同年份的水域面积。

### 3、数据分析

图4是利用遥感影像数据得到的1991年、2001年和2006年这15年间三个时间段东湖和沙湖总的水域面积监测数据,在这三个时间段内的数据变化与武汉市城市的发展是紧密相连的。在城市发展过程中,土地显得尤为重要,而城市用地十分有限,同时东湖和沙湖正处于武昌城区,所以,占用水域作为建设用地的现象时有发生。从东湖和沙湖总面积变化图上可以看出,1990年至2001年这十年间,总的水域面积下降了994.71公顷,减少了22.26%;在2001年至2006年这五年中,总的水域面积仍有所下降,但基本维持稳定。

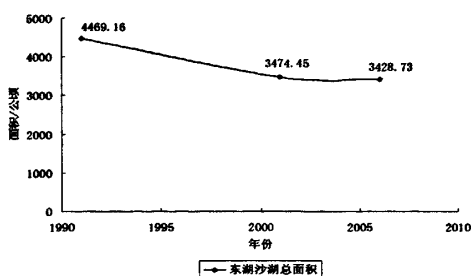


图4 东湖和沙湖总面积在15年间变化趋势

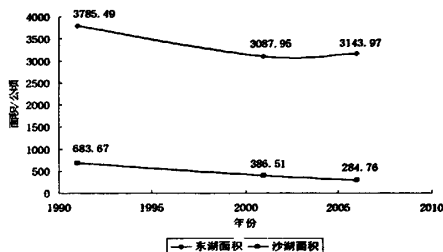


图5 东湖和沙湖面积在15年间变化趋势

图5分别反映了东湖和沙湖在1991年、2001年和2006年15年间三个时间段水域面积发生的变化,从图中可以看出,在1990年至2001年这十年间,东湖面积下降了697.55公顷,减少了18.43%;沙湖面积下降了297.17公顷,减少了43.47%。这十年中,武汉经济高速发展,对城区土地的需求量也随之加大,使得东湖和沙湖面积大幅下降,然而相比之下,沙湖面积下降幅度更大,原因在于沙湖更接近与市区,被城区所环抱,并且随着1995年长江二桥的贯通,打通了汉口与武昌的通道,使其联系更加紧密,极大的带动了这一地区经济的发展,经济的发展使其对土地的需求更加迫切,使得沙湖面积急剧下降。东湖在1999年被国家授予“全国文明风景旅游区示范点”,2000年成为国家首批AAAA级旅游景区,2002年又通过ISO14001环境管理体系认证。在2001年至2006年这五年中,对城区湖泊进行保护过程中,对东湖切实采取了一些有效措施,使得东湖面积在这五年中略有回升,而对沙湖的保护投入的力度并不够,在这五年中沙湖面积仍然减少了101.75公顷。当前,号称“万里长江第一隧道”的武汉长江隧道已贯通,使武昌和汉口的联系更加紧密,必将进一步促进这一地区经济的发展,那么对土地的需求将会更为迫切,湖泊的保护也将面临更大的挑战,因此,相关部门必须采取更为有效的措施加大对东湖和沙湖的保护力度。

## 4、结论与建议

应用遥感技术提取并计算城市湖泊水域面积,与传统的测量方法相比过程简单快速,剪操作性强,并具有宏观性、动态性与实时性的优势,能够快速、准确地获取大范围地区水域变化信息,虽然结果存在一定的误差,但测量精度较高,能够为城市湖泊保护规划提供重要依据。城市湖泊是城市发展不可或缺的物质基础,城市湖泊水域面积的减少与经济发展和人类活动方式密切相关,城市湖泊的不断萎缩和消亡,不但会导致湖泊湿地生态功能的退化,而且可能导致城市调蓄、供水和旅游等功能的削弱。所以必须采取相应的措施合理开发、利用和保护我们现有的湖泊资源。

(1) 加强保护环境的宣传教育,提高市民的环境保护意识,树立可持续发展观念。我们可以因湖制宜,综合利用城市湖泊资源,做好城市湖泊的中长远发展规划。通过建立环湖公路网、堤防林带和开展城市湖泊主题公园、风景区和湖泊生态保护区的建设等,促进湖泊和城市建设相互协调发展,在对湖泊资源的积极开发和合理利用的同时,推动武汉城市经济的可持续发展。

(2) 运用法律和经济手段,进一步加大监督力度。武汉市在2002年颁布实施了《武汉市湖泊保护条例》,条例明确规定市区人民政府要将湖泊保护纳入国民经济与社会发展计划,按照统一规划、依法管理、综合治理、科学利用的原则,加强湖泊保护工作。必须认真贯彻执行《武汉市湖泊保护条例》,依法保护城市湖泊水资源,加大对在湖区周围倾倒建筑垃圾和非法填湖等行为的处罚力度,这样才能有效防止城市湖泊的萎缩和消亡。

(3) 开发集3S于一体、适合环境保护领域应用的综合多功能型的遥感信息技术,同时提高监测

精度, 以实现准确、客观、动态、快速地对城市湖泊的监测、评价与发展趋势预报。

### [参考文献]

- [1]张毅, 邓宏兵. 武汉市城市湖泊演化及开发利用初探[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2005, 39(4): 559-563
- [2]李新国, 江南等. 近三十年来太湖流域主要湖泊的水域变化研究[J]. 海洋湖沼通报, 2006, (4): 17-23
- [3]姚士谋, 陈爽等. 我国城市化过程中水土资源利用问题的认识[J]. 长江流域资源与环境, 2008, 17(5): 723-728
- [4]梅安新. 遥感导论[M]高等教育出版社. 北京: 2006
- [5]黎刚. 环境遥感监测技术进展[J]. 环境监测管理和技术, 2007, 19(1): 8-11
- [6]李辉, 李长安等. 基于MODIS影像的鄱阳湖湖面积与水位关系研究[J]. 第四纪研究, 2008, 28(2): 332-337
- [7]孙家柄. 遥感原理与应用[M]武汉大学出版社. 武汉: 2005
- [8]冯钟葵, 李晓辉. 青海湖近20年水域变化及湖岸演变遥感监测研究[J]. 古地理学报, 2006, 8(1): 131-141
- [9]张成才, 窦小楠等. 遥感影像分类方法在水体面积估算中的比较研究[J]. 气象与环境科学, 2008, 31(3): 24-28
- [10]田雨, 林宗坚等. 基于RS的水库水位面积曲线测定[J]. 南水北调与水利科技, 2007, 5(1): 58-60

作者简介:

陈刚(1984-), 男, 硕士研究生, 主要从事 RS 和 GIS 应用方面的研究。  
Email:chengang840604@163.com

邓文胜(1964-), 男, 教授, 2005年6月武汉大学摄影测量与遥感专业工学博士毕业。主要从事遥感、地理信息系统的理论与应用研究。Email:dengwensheng2169@hubu.edu.cn

#### Application of Remote sensing technique in urban lakes evolution research

CHEN Gang<sup>1</sup>, DENG Wensheng<sup>1</sup>, WANG Liya<sup>2</sup>

(1. School of Resources and Environment, Hubei University, Wuhan 430062; 2. College of Horticulture and Forestry, Huazhong university, Wuhan 430070)

**Abstract:** In this paper, the multi-temporal TM images as data source are used for extracting the water area information of Donghu and Shahu in the year of 1991, 2001 and 2006 by ERDAS Software. It analyses systematically the area evolution characteristics of two lakes from both time and space. The results show that the areas of two lakes decreased by 1040.43 Hectare from 1991 to 2006. The analysis indicates that along with urban economic development, the demand for land will be more urgent, the urban lakes protection will also face huge challenge. The RS technique which has the macroscopic, dynamic and timely superiority, is able to quickly and accurately obtain the large-scale changes of water area information, and quantitatively analyse the law of urban lake evolution, provide the important basis for the urban lakes reasonable development, use and protection.

**Key words:** remote sensing; TM image; urban lakes; water area; protection

作者: 陈刚

电话: 15527296357

通讯地址: 湖北省武汉市武昌区学院路 11 号湖北大学资源环境学院研究生办公室

邮编: 430062