

# 太湖围湖利用及网围养殖的遥感调查与分析

杨英宝<sup>1,2,3</sup>, 江南<sup>1</sup>, 殷立琼<sup>1,2</sup>, 李新国<sup>1,2</sup> (1. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 江苏南京 210008; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039; 3. 河海大学土木学院, 江苏南京 210098)

**摘要:** 利用多期 Landsat TM、Landsat ETM<sup>+</sup> 和航片从时间、空间和利用类型 3 个方面分析了太湖围湖利用、网围养殖的时空变化。结果表明: 1984—2003 年间太湖围湖利用面积为 4.45 km<sup>2</sup>, 与 20 世纪 50 年代至 70 年代中期相比, 围湖利用规模较小、速度较慢, 围湖利用的主要类型是鱼塘养殖, 主要分布在苏州市; 太湖网围养殖增长迅速, 尤其是 1995 年以后, 1990 年太湖网围养殖面积 13.17 km<sup>2</sup>, 1995 年为 25.95 km<sup>2</sup>, 2003 年为 107.72 km<sup>2</sup>, 1995—2003 年间网围养殖年增长速率是 1990—1995 年间年增长速率的 4 倍, 太湖网围养殖主要分布在东太湖。

**关键词:** 围湖利用; 网围养殖; 动态变化; 太湖; 遥感

**中图分类号:** P343.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-5906(2005)03-0025-04

**Remote sensing investigation and analysis of ponding and enclosure culture in Taihu Lake.** YANG Ying-bao<sup>1,2</sup>, JIANG Nan<sup>1</sup>, YIN Li-qiong<sup>1,2</sup>, LI Xin-guo<sup>1,2</sup> (1. Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China; 2. Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China; 3. College of Civil Engineering, Hehai University, Nanjing 210098, China). *Rural Eco-Environment* 2005 21(3) 25-28

**Abstract:** Spatio-temporal dynamic changes in ponding and enclosure culture in the Taihu Lake were studied with the aid of Landsat TM, Landsat ETM<sup>+</sup> and aerial photography. The results show that a total of 4.45 km<sup>2</sup> of water surface was turned into ponds for fish-rearing in the period from 1984 to 2003. The exploitation proceeded at a much lower rate and on a much smaller scale than that in the period from the 1950's to the mid-1970's and took place mainly in Suzhou. Enclosure culture has been developing rapidly in the Taihu Lake, especially since 1995. Its area was 13.17 km<sup>2</sup> in 1990, and expanded to 25.95 km<sup>2</sup> in 1995 and 107.72 km<sup>2</sup> in 2003. The expansion rate of enclosure culture in 1995-2003 was four times as high as that in 1990-1995. A large proportion of enclosure culture occurred in the East Taihu Lake and used up 81.90% of its water surface in 2003.

**Key words:** reclamation; enclosure culture; dynamic change; Taihu Lake; remote sensing

太湖是我国第 3 大淡水湖泊, 担当着上海、苏州、无锡、湖州等城市部分供水任务, 同时在太湖流域防洪、水量调节方面起着举足轻重的作用。随着太湖湖区经济发展和城市化水平的提高, 人与湖争地的现象比较严重, 湖岸滩地无序占用、非法围垦, 过度网围养殖, 湖泊面积逐渐萎缩, 严重危及湖区的生态环境和湖泊资源的持续开发利用, 继而影响太湖流域经济的可持续发展。太湖的保护和水资源的有效合理利用已成为流域经济、社会可持续发展的关键因素之一。水利部颁发的《关于加强太湖流域 2001—2010 年防洪建设的若干意见》文件中明确指出, 制定《太湖管理条例》, 理顺太湖湖面和岸线的管理体制, 明确太湖水资源配置、保护和治理的原则, 规范开发利用的行为, 统一管理湖面(含湖中岛屿)和湖岸线。要制定《太湖管理条例》, 首先要有

一套关于太湖水问题的科学、准确的基础数据。遥感技术以其不受时空限制, 能实时、客观、大范围地对湖泊水资源利用管理和动态变化进行监测, 成为准确了解太湖围湖利用、岸线利用、网围养殖、沼泽化等水资源利用及环境变化的有效工具, 可为《太湖管理条例》的制定提供科学依据。

## 1 资料来源与研究方法

### 1.1 资料收集与处理

收集了 1988、1994、1997 年的 Landsat TM, 2000、2003 年的 Landsat ETM<sup>+</sup> 图像, 20 张 1:50 000 地形图; 1990、1995、2003 年像素分辨率分别为 0.63、0.53、0.21 m 的航片。首先进行卫片的几何

纠正与配准以及航片的正射校正,然后进行图像的色彩拉伸、平滑处理与镶嵌,图像预处理后进行数字化,最后作野外调查,对解译结果进行修正。使用GPS对东太湖几个网围养殖区的实际长度和面积作了测量,并与图面上的长度和面积作了对比分析。对东太湖的调查结果表明,遥感图像上的网围解译基本正确(表1)。

表1 遥感图像解译精度分析

Table 1 Accuracy analysis of the interpretation of remote-sensing images

测试对象	GPS 测量	图上量算	误差/%
网围宽度	120.89 m	124.86 m	3.28
网围长度	164.44 m	162.31 m	-1.27
网围面积	30 791 m <sup>2</sup>	30 369 m <sup>2</sup>	-1.37

1.2 研究方法

利用3期Landsat TM和2期Landsat ETM<sup>+</sup>图像的解译结果,分析1988年以来太湖围湖利用的动态变化,了解太湖湖泊面积萎缩的原因,并根据行政区来确定围湖造地的空间分布差异;通过3期高分辨率航片的解译结果分析太湖网围养殖的时空变化,重点对东太湖网围养殖的数量变化、空间分布进行分析。具体流程见图1。

2 结果与分析

2.1 太湖围湖利用时空变化

围湖利用调查的遥感数据是1988年11月3日、1994年6月29日和1997年5月4日的TM图像及2000年5月4日和2003年10月20日的ETM<sup>+</sup>图像。卫星过境当日的太湖平均水位分别是3.07、3.32、2.85、2.88、3.50 m。太湖多年平均水位3.00~3.12 m,而这5个时期的水位基本处于平均水位,因此利用这5期数据能反映太湖的实际面积和围湖利用情况。为探讨围湖利用的发展过程、类型和地区性差异,将围湖利用划分为不同时段、不同利用类型和区域。从时间上看,1988—1994年围湖利用面积1.48 km<sup>2</sup>,1994—1997年1.77 km<sup>2</sup>,1997—2000年0.61 km<sup>2</sup>,2000—2003年只有0.59 km<sup>2</sup>(表2)。可见,1994—1997年是围湖利用的主要时期,其它阶段围湖利用的数量和速度都比较小,但总体来看,自20世纪80年代以来围湖利用的规模和速度较20世纪50年代至70年代要小。

太湖围湖利用类型分为4种:鱼塘、耕地、林地和建设用地。从围湖利用类型看:围湖利用总面积4.45 km<sup>2</sup>,其中鱼塘3.33 km<sup>2</sup>,占总面积的74.83%;建设用地1.06 km<sup>2</sup>,占总面积的23.82%;耕地0.04 km<sup>2</sup>,占总面积的0.90%;林地面积0.02 km<sup>2</sup>,占总面积的0.45%。鱼塘养殖是太湖围湖利用的主要类型,其中1988—1994年围湖利用中的鱼塘养殖面积0.91 km<sup>2</sup>,占该时期围湖利用总面积的61.49%;1994—1997年鱼塘养殖1.43 km<sup>2</sup>,占该时期围湖利用总面积的80.79%;1997—2000年鱼塘养殖面积0.95 km<sup>2</sup>,若不考虑退田还湖面积0.43 km<sup>2</sup>,占该时期围湖利用总面积的91.35%;2000—2003年鱼塘养殖面积占6.78%,这与2000年以后严格控制围湖垦殖和网围养殖有关。而建设用地占该时期围湖利用总面积的93.22%,主要用于建设公园、宾馆和娱乐设施等。

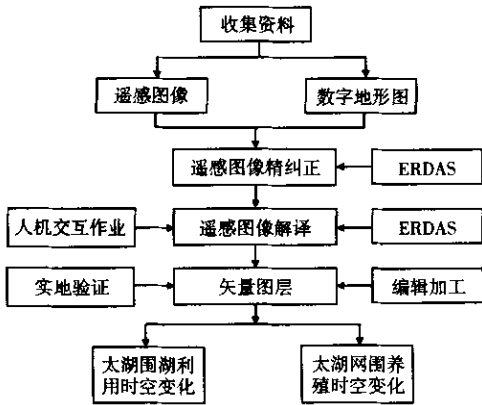


图1 工作流程

Fig.1 The flow chart of the study

表2 围湖利用面积分时段统计

Table 2 Periodic area statistics of enclosed lake in the Taihu Lake

围湖利用类型	1988—1994年	1994—1997年	1997—2000年	2000—2003年	合计
鱼塘	0.91	1.43	0.95	0.04	3.33
耕地	0.04				0.04
建设用地	0.53	0.32	0.09(-0.43 <sup>1)</sup> )	0.55	1.06
林地		0.02			0.02
合计	1.48	1.77	0.61	0.59	4.45

1) 为1997—2000年退田还湖面积。

太湖围湖利用在空间上也存在差异(表 3)。1988—2003 年围湖利用面积为 4.45 km<sup>2</sup>,其中苏州市 232.44 km 长的太湖岸线上利用面积为 2.97 km<sup>2</sup>,占围湖利用总面积的 66.74%;其次是吴江市,在 40.34 km 长的太湖岸线上围垦 0.69 km<sup>2</sup> 鱼塘,占 15.51%,湖州市占 11.46%,无锡市占 6.29%。因此围湖利用强度较大的地区主要是苏州市和吴江市,这与 2 市的经济发展、岸线类型以及水质状况有关。苏州市和吴江市分布在东太湖的周围,水质好,非常适合发展水产养殖。1988—2003 年苏州市和吴江市围湖利用的主要类型是鱼塘养殖,苏州市鱼塘养殖面积占其围湖利用面积的 86.20%,吴江市是 100%,即围湖利用的方式只有鱼塘养殖 1 种。

表 3 围湖利用面积分区统计

**Table 3 Zoning area statistics of enclosed lake in the Taihu Lake**

围湖利用类型	苏州市区	无锡市区	吴江市	湖州市
鱼塘	2.56	0.09	0.69	—
耕地	—	—	—	0.04
建设用地	0.39	0.19	—	0.47
林地	0.02	—	—	—
合计	2.97	0.28	0.69	0.51

围湖利用是在一定的湖泊自然条件基础上,经人为筑堤建圩活动而形成的与湖争地现象<sup>[1]</sup>,其最直接的影响是导致湖泊面积减少,1988—1994 年太湖面积减少 1.69 km<sup>2</sup>,围垦面积 1.48 km<sup>2</sup>,占 87.57%;1994—1997 年间湖泊面积减少 1.95 km<sup>2</sup>,围垦面积 1.77 km<sup>2</sup>,占 90.77%;1997—2000 年间湖泊面积减少 0.91 km<sup>2</sup>,围垦面积 0.61 km<sup>2</sup>,占 67.03%;2000—2003 年间湖泊面积减少 4.48 km<sup>2</sup>,其中取土围堰的临时性工程占用面积 3.87 km<sup>2</sup>,围垦面积只有 0.59 km<sup>2</sup>,占 13.17%。可见 2000 年之前湖泊水面减少的主要原因是湖泊围垦,鱼塘是围垦的主要类型,2000 年之后由于临时性工程取土围堰使湖泊水面暂时减少,围垦面积有较大幅度减少,但仍然没有杜绝。

2.2 太湖网围养殖时空变化

太湖网围养殖主要发生在贡湖和东太湖,因此以这 2 个湖泊为例分析太湖网围养殖的时空变化。贡湖网围养殖规模较小,1990 年网围养殖面积为 0.69 km<sup>2</sup>,2003 年最高,也只有 1.25 km<sup>2</sup>,占贡湖水域总面积的 0.79%,如果加上鱼簕面积共计

1.58 km<sup>2</sup>,占水域总面积的 0.99%(表 4)。而东太湖网围养殖规模大,密度高,发展迅速(图 2—图 4)。

表 4 贡湖网围养殖规模统计

**Table 4 Statistics of enclosure culture in the Gonghu Lake**

年份	贡湖总面积/ km <sup>2</sup>	网围养殖	
		面积/km <sup>2</sup>	占贡湖总面积%
1990	158.39	0.69	0.43
1995	158.33	0.97	0.61
2003	158.50	1.25(网围)/0.33(鱼簕)	0.79

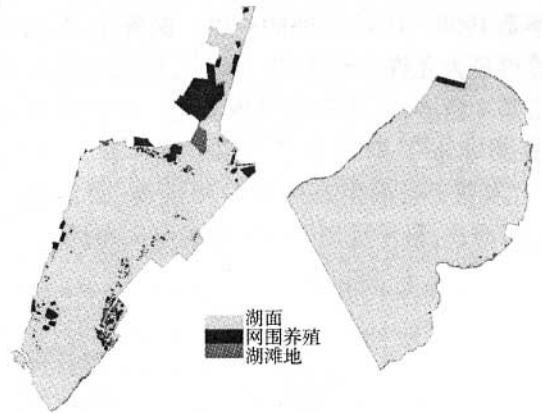


图 2 1990 年东太湖和贡湖网围养殖区域分布

Fig. 2 Spatial distribution of enclosure culture in the Gonghu Lake and East Taihu Lake in 1990

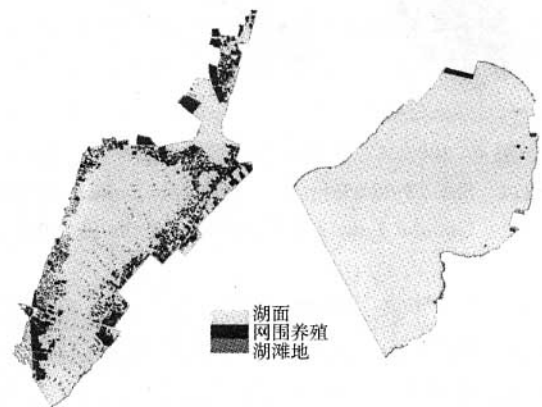


图 3 1995 年东太湖和贡湖网围养殖区域分布

Fig. 3 Spatial distribution of enclosure culture in the Gonghu Lake and East Taihu Lake in 1995

东太湖是我国渔业资源开发利用强度最大的湖泊,现有面积约 130 km<sup>2</sup>,网围养殖起始于 1984 年<sup>[2]</sup>。20 世纪 90 年代以后,受经济利益的驱动,网围养殖规模迅速增长。1990 年东太湖网围养殖面

积已达  $12.48 \text{ km}^2$ , 占东太湖水域总面积的  $9.60\%$ ; 1995 年是  $24.98 \text{ km}^2$ , 占水域总面积的  $19.22\%$ , 加上鱼簕面积  $0.54 \text{ km}^2$ , 占总面积的  $19.63\%$ , 比 1990 年增加 10 个百分点, 网围养殖面积增长速度为  $2.50 \text{ km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$ 。2003 年网围养殖面积  $106.47 \text{ km}^2$  (该面积只是网围中间层以内的养殖面积, 若从最外层算, 则网围面积为  $113.26 \text{ km}^2$ ), 占东太湖水域总面积的  $81.90\%$ , 加上围垦养殖  $2.94 \text{ km}^2$ , 总面积为  $109.41 \text{ km}^2$ , 1995—2003 年间网围养殖面积增长速度为  $10.19 \text{ km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$ 。1995 年以后, 东太湖网围养殖面积迅速扩大, 1995—2003 年间网围面积年增长速率是 1990—1995 年间的 4 倍。据研究, 东太湖网围养殖最大允许面积为  $25 \text{ km}^2$ <sup>[3]</sup>, 但目前的养殖面积是其 4 倍多, 属超密度网围养殖。网围养殖的盲目发展带来了湖泊水质污染、沼泽化等环境问题<sup>[4]</sup>, 为利于湖泊生态的保护和恢复, 必须限制网围养殖面积, 科学规划网围养殖的空间布局。

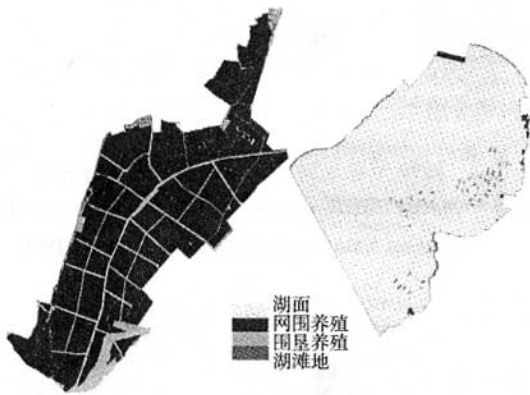


图 4 2003 年东太湖和贡湖网围养殖区域分布

Fig. 4 Spatial distribution of enclosure culture in the Gonghu Lake and East Taihu Lake in 2003

近 10 几年来, 网围养殖的空间分布也发生了很大变化。1990 年东太湖网围养殖规模较小, 集中分布于东太湖的北部、东南角的太浦河口附近和西南角的茭白港附近。从行政分区看, 主要分布于横泾镇、东山镇和庙港镇, 网围面积分别为  $7.60$ 、 $1.61$  和

$1.52 \text{ km}^2$ ; 1995 年, 网围养殖已遍及整个沿岸带, 并开始向湖心发展, 湖心分布的主要是鱼簕养鱼, 其中发展速度较快的区域是菀坪镇、东山镇和庙港镇, 5 a 内分别增长  $5.40$ 、 $4.60$ 、 $1.01 \text{ km}^2$ ; 2003 年, 网围养殖已布满整个东太湖, 并呈现向西太湖扩展的趋势(图 4)。2002 年还是挺水植物芦苇和茭草所覆盖的东茭咀, 目前已经都被用于网围养殖。

### 3 结论

(1) 1984—2003 年太湖围湖利用面积仅  $4.45 \text{ km}^2$ , 而 20 世纪 50 年代太湖围湖利用面积则为  $9.23 \text{ km}^2$ , 60 年代是  $67.73 \text{ km}^2$ , 70 年代是  $82.16 \text{ km}^2$ , 由此可见, 与 20 世纪 50 年代至 70 年代相比, 1984 年以来围湖利用的规模和速度减慢, 湖泊萎缩的规模和速度也相应变缓。

(2) 1990—2003 年太湖网围养殖规模逐渐增大, 1990 年太湖网围养殖面积  $13.17 \text{ km}^2$ , 2003 年为  $107.72 \text{ km}^2$ , 主要分布在东太湖, 2003 年东太湖网围养殖面积  $106.47 \text{ km}^2$ , 占东太湖总面积的比例高达  $81.90\%$ , 几乎分割并包围了整个东太湖, 并呈现向西太湖扩展的趋势, 属于超密度的网围养殖。高密度、大面积的网围养殖对太湖水环境影响很大, 采取合理措施以控制东太湖网围养殖的盲目发展已是当务之急。

#### 参考文献:

- [1] 中国科学院南京地理与湖泊研究所. 太湖流域自然资源地图集[M]. 北京: 科学出版社, 1991: 14
- [2] 吴庆龙, 胡耀辉, 李文朝, 等. 东太湖沼泽化发展趋势及驱动因素分析[J]. 环境科学学报, 2000, 20(3): 274-279
- [3] 吴庆龙, 李文朝, 胡耀辉. 东太湖沼泽化防治对策研究[J]. 上海环境科学, 2000, 19(8): 355-357
- [4] 谷孝鸿, 王晓蓉. 东太湖渔业发展对水环境的影响及其对策研究[J]. 上海环境科学, 2003, 22(10): 702-704, 711

作者简介: 杨英宝(1976—), 女, 安徽桐城人, 博士生, 主要从事 GIS、RS 及其在生态环境管理中的应用研究。