

退田还湖适宜性的评价 ——以太湖流域洮、涸湖地区为例

姜 玲, 黄家柱

(南京师范大学虚拟地理环境教育部重点实验室, 江苏 南京 210046)

[摘要] 应用 1954~1981 年多期航空像片解译获得的太湖流域围湖遥感解译资料和 1979 年、1991 年和 2001 年 3 个时相的 Landsat 数据获得 1954~1981 年、1981~1991 年和 1991~2001 年 3 个时段洮、涸湖地区湖泊及环湖土地的利用类型动态变化的相关数据, 采用 DEM 计算获得径流积累量指标, 采用 Landsat 遥感数据提取植被生长适宜度指标和建筑用地量指标, 使用上述 3 个指标并采用层次分析法确定各个评价指标的权重, 实现对早期围湖造田地块退田还湖适宜性评价。将评价结果与该地区后期 (1991~2001 年) 湖泊及环湖土地的利用变化进行比较分析, 选择出适宜退田还湖的地块, 为该地区水土资源合理开发利用提供了科学依据。

[关键词] 湖泊演变, 退田还湖, 适宜性评价, 遥感, DEM

[中图分类号] K909 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1001-4616(2007)03-0112-05

Suitability Evaluation of Restoring the Lake From the Land ——A case study of the Taohu and Gehu Lake

Jiang Ling, Huang Jiazhu

(Key Laboratory of Virtual Geographic Environment (Ministry of Education), Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China)

Abstract: In the article, Taohu and Gehu Lake of Taihu drainage area were taken as examples where land-use type changed enormously. The article used the statistic data of polderization in the Taihu drainage area which were acquired from the 1954~1981 aero data and the 3 times Landsat data of 1979, 1991 and, 2001 to extract dynamic land use information around the Taohu and Gehu Lake in 1954~1981, 1981~1991 and 1991~2001. DEM was used to calculate the index of flow accumulation and the Landsat data were used to acquire the index of vegetable grow suitability and the index of building quantity. With the help of the three indexes and the AHP method, the author can evaluate the suitability of restoring the lake from the land. At last the result of the study was compared with the land use type in 1991~2001, and the appropriate plot was chosen to restore into lake. The result of the estimate can provide the scientific basis for using the water and land resource around the lake in this area.

Key words: lake-evolvement, restoring the lake from the land, suitability evaluation, remote sensing, DEM

0 引言

太湖流域水资源丰富, 但人口密集, 人均耕地极少。近年来流域经济迅猛发展, 人类活动的影响显著加剧, 环湖湿地的土地利用类型发生较大变化。太湖流域的主要湖泊中, 面积位居第二和第四的洮、涸湖变化情况很具有代表性^[1]。1954~2001 年间, 涸湖的围湖利用面积占原湖泊水域面积的 29.50%, 位居第一; 洮湖的围湖利用面积占原湖泊水域面积的 9.37%, 位居第二。早期 (1981 年以前) 以围湖造田为主, 在中期 (1981~1991 年) 开始了大规模的退田还湖、退田还渔。湖泊湿地的演变给这一地区的水土资源及生态环境

收稿日期: 2006-09-28 修回日期: 2006-10-09

基金项目: 国家自然科学基金 (40171075) 资助项目。

作者简介: 姜 玲 (1982—), 女, 硕士研究生, 主要从事遥感图像处理和环境遥感、城市遥感的学习与研究。E-mail: Jiangling1109@163.com

通讯联系人: 黄家柱 (1945—), 教授, 博士生导师, 主要从事环境科学的教学与研究。E-mail: huangjiazhu@njnu.edu.cn

— 112 —

境带来严重的影响^[2].为此需对退田还湖的适宜性进行科学分析.本文尝试采用科学指标对早期围湖造田获得的地块进行退田还湖适宜性的综合评价.将评价结果与该地区后期(1991~2001年)湖泊及环湖土地的利用类型进行比较分析,为该区域水土资源合理利用提供科学依据.

1 退田还湖适宜性评价

1.1 数据预处理与技术路线

本文采用的技术路线如图 1.本文根据 1954~1981 年多期航空像片解译获得的太湖流域围湖遥感解译图(江苏省地质矿产局遥感站,太湖流域围湖遥感调查报告,1986年),结合 1979 年 5 月 25 号的 MSS 影像纹理特征,解译出 1954~1981 年间围湖地块,获得矢量数据并分别对洮、滬湖周边的围湖地块独立编号(图 2).再结合 1954~1981 年间围湖矢量数据、1991 年及 2001 年 Landsat 遥感影像,获得 1981~1991 年和 1991~2001 年的围湖矢量数据并根据遥感影像提供的信息赋予属性值.

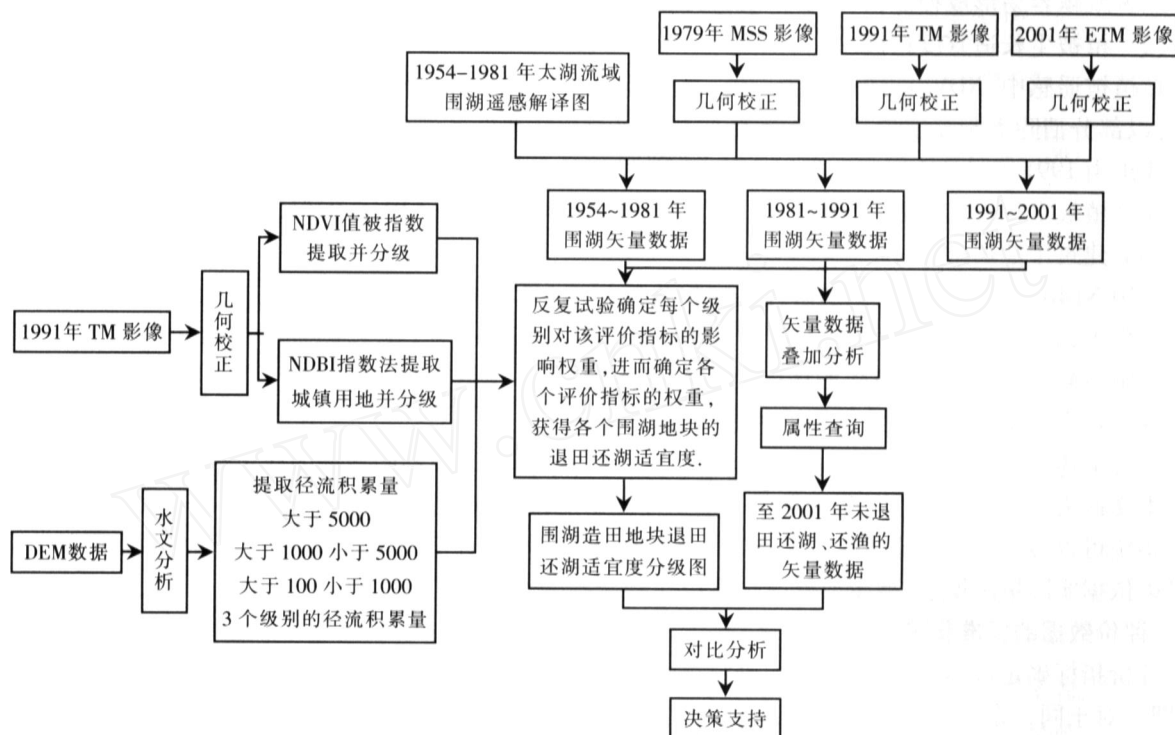


图 1 技术路线

Fig.1 The workflow of processing

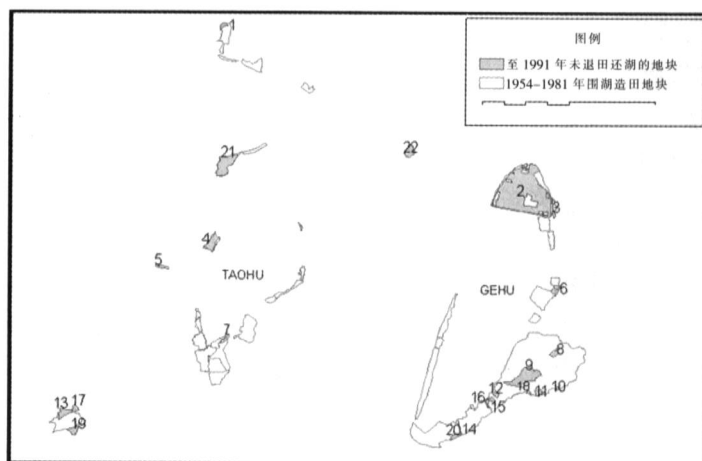


图 2 研究区域地块分布

Fig.2 The distribution of the plot in research area

从研究区的分辨率为90m的DEM数据提取了径流积累量^[3];对1991年的TM遥感影像进行图像处理,分别计算NDVI和NDBI^[4];对3个时间段的矢量数据叠加分析和属性查询获得研究区内所有的围湖造田地块以及至2001年围湖造田地块中已退田还湖和尚未退田还湖或还渔地块的矢量数据。

1.2 确定评价指标

针对围湖造田和退田还湖中存在的环境与经济效益等问题^[5],采用径流积累量指标、建筑用地量指标和植被生长适宜度指标,经综合分析对退田还湖适宜性进行评价:

(1) 径流积累量指标.

找出提取的径流积累量结果中的标准差分节点,同时结合研究区的实际水文情况提取径流积累量610, 610~1700, 1700的3个级别的径流积累量栅格单元.这样的分级标准可以依据实际研究区气候、降水条件,植被对于水分的需求等条件修改确定。

统计所有围湖获得地块内各个级别的径流积累量的栅格数.地块内大径流积累量的栅格数目越多,该地块地表就越容易形成径流,越需要排水,易积水,径流积累量越大径流冲击力越大,需要退田还湖。

(2) 植被生长适宜度指标.

在植被遥感中,NDVI的应用最为广泛,是植被生长状态及植被覆盖度的最佳指示因子.经过比值处理,可以部分消除太阳高度角、地形、云、阴影和大气有关辐照度条件变化等的影响。

找出由1991年的TM遥感数据提取的NDVI结果的自然分节点,并根据研究区的实际情况,划分出高中低3个植被生长适宜等级,分别是NDVI值为0.350, 0.350~0.610, 0.610。

(3) 建筑用地量指标.

采用NDBI^[4]指数法自动识别研究区内的建筑用地,具有结果是唯一的特点,不受人为因素干扰,非常客观公正,而且精度也能保证. NDBI指数表达为: $NDBI = (TM5 - TM4) / (TM5 + TM4)$

式中, TM4、TM5分别指TM图像的第4、第5波段。

统计每个围湖地块内的建筑用地的栅格数。

综合上述指标进行退田还湖适宜性评价,将上述各个指标设置不同指标的权重值。

本文认为建筑用地指标对于决策是否退田还湖影响最大,植被生长适宜度其次,由于采用较为完善的排水系统可以缓解地表径流带来的问题,所以地表径流量指标对于决策的影响最次.当然在实际的工作中也可以依据实际情况增加、减少或修改指标以达到合理分级的目的。

1.3 评价数据的标准化量化

评价指标确定以后,直接用它们去进行评价是困难的.因为各系数之间的量纲不统一,所以没有可比性.即使对于同一个参数,尽管可以根据他们实测数据的大小来判断它们对环境影响的程度,但也因缺少一个可比较的环境标准而无法较确切地反映其对环境的影响.为此,必须对参评因子进行量化处理。

本文用极差标准化方法和专家级分发来解决参数间不可比性的难题.只有这样才能最终进行比较.采用极差标准化方法,参评因子正表征的标准化量化公式为: $\text{int}((i - \min) / (\max - \min) \times 10) + 1$;参评因子负表征的标准化量化公式为: $10 - \text{int}((i - \min) / (\max - \min) \times 10) + 1$ ^[6]。

1.4 确定各评价指标的权重

本文采用层次分析法^[7],来确定各个评价指标对最终评价结果的贡献权重。

(1) 将评价指标划分成有序的梯阶层次结构.

(2) 对指标进行两两比较,构造判断矩阵.

层次分析法在确定两个指标间的相对重要性程度时引入了九分位的比例标度,重要性标度1表示相比较两因素同等重要,3表示一因素比另一因素稍重要,5表示一因素比另一因素明显重要,7表示一因素比另一因素强烈重要,9表示一因素比另一因素绝对重要.2、4、6、8表示两标度之间的中间值,倒数为同等的、不重要的程度,全部指标成对比较后形成一个判断矩阵。

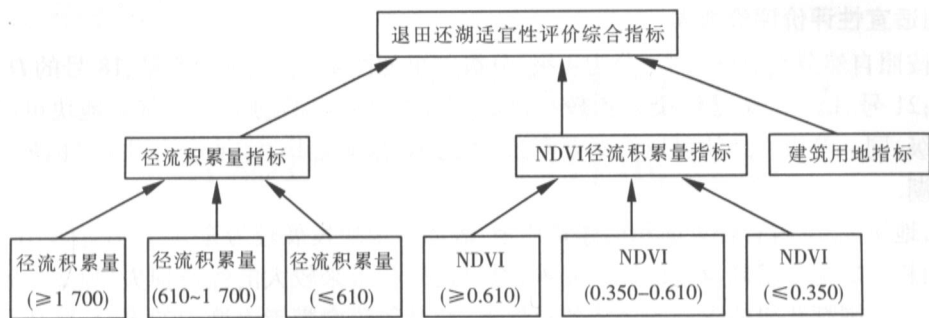


表 1 判断矩阵

Table 1 Judgment matrix

	径流积累量	NDVI	建筑用地指标
径流积累量	1	4	1/6
NDVI	1/4	1	1/5
建筑用地指标	6	5	1

	NDVI (0. 610)	NDVI (0. 350 ~0. 610)	NDVI (0. 350)
NDVI (0. 610)	1	3	5
NDVI (0. 350 ~0. 610)	1/3	1	6
NDVI (0. 350)	1/5	1/6	1

	径流积累量 (1 700)	径流积累量 (610 ~1 700)	径流积累量 (610)
径流积累量 (1 700)	1	5	7
径流积累量 (610 ~1 700)	1/5	1	3
径流积累量 (610)	1/7	1/3	1

(3) 由判断矩阵,计算各个指标的权重.

在评价过程中 D 值越高,围湖造田地块越应该被保留,不考虑退田还湖;相反 D 值越低,该地块越不宜保留为陆地,需要被退田还湖或还渔. 最终获得退田还湖适宜性评价公式如下:

$$D = 0.150 I_{\text{径流量} \geq 1700} + 0.088 I_{\text{径流量} (610 \sim 1700)} + 0.029 I_{\text{径流量} \leq 610} + 0.056 I_{\text{NDVI} \geq 0.610} + 0.027 I_{\text{NDVI} (0.350 \sim 0.610)} + 0.07 I_{\text{NDVI} \leq 0.350} + 0.644 I_{\text{建筑}}$$

(4) 对判断矩阵进行一致性检验.

其中,一致性指标 $CI = (I_{\text{MAX}} - n) / (n - 1)$,查随机一致性指标表得 RI 为 0.58,计算随机一致性比率 $CR = CI/RI$,若满足 $CR < 0.1$,则说明判断矩阵具有满意的一致性,所得权重能很好地反映各项指标对退田还湖适宜性的贡献大小. 实际计算中 $CI = 0.014111 (< 0.1)$, $CI_{\text{NDVI}} = 0.040398 (< 0.1)$,

$CI_{\text{径流量}} = 0.007238 (< 0.1)$, $CI_{\text{总}} = 0.057238 (< 0.1)$,均通过了一致性检验^[7].

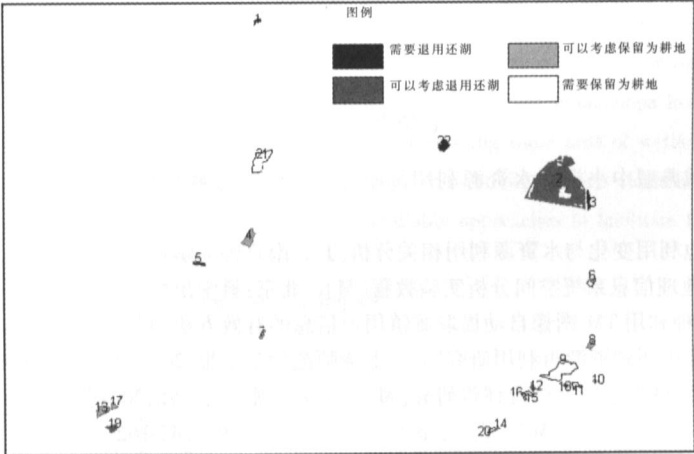


图 4 需退田还湖程度分级图
Fig.4 Suitability evaluation map of restoring the lake from the land in research area

1.5 退田还湖适宜性评价结果

评价结果按照自然分裂点分级^[8],分为 4 级,分级结果如图 4,其中,地块 5 号、18 号的 D 值最低,首先需要退田还湖;21 号、15 号、11 号地块 D 值较高,可以考虑保留为原使用类型.其余地块可以根据其数值的大小划分等级.同一等级中地块可以针对要素进一步进行取舍地块,满足建筑用地指标最小值的地块优先考虑退田还湖.

数据显示,地块 2、21 内有较大面积的建筑用地,表明该地块发展较为充分,已开始农用地向城镇用地的转变.地块内相关的配套基础设施已逐步完善,退田还湖会带来较大的经济损失.但 2 号地块位于漏湖的重要入水口,不但围湖获得的农田的经济效益低下,而且径流会带走土壤中的养分,将化肥农药带入湖中,破坏水质,也会加大水流的土壤含量,造成更严重的水土流失,加速湖泊的消亡.可以考虑将其低产田部分建设成为建筑用地或退田还渔、还湖,建筑用地部分做好排水及污水处理工作继续保留.

2 本评价结果与 2001 年实际土地利用情况比较分析

将由 1991 年 TM 影像和 2001 年 ETM 影像解译获得的 1991~2001 年洮、漏湖地区土地利用变化矢量数据与上述研究获得的围湖造田地块退田还湖适宜度分级图的矢量数据进行叠置分析中的交集操作,将两个数据层面进行叠置,获得的新的图层及其属性数据,包括在 1991~2001 年间进行了退田还湖的土地的退田还湖适宜度以及未退田还湖地块的退田还湖适宜度.从而可以评价 1991~2001 年研究区退田还湖工作的科学性,并且分析出单一地块退田还湖与未退田还湖的主导因素,为以后的退田还湖工作提供决策依据.

1991~2001 年间未退田还湖的地块中,22、3 号地块不适宜植被生长,却被保留为陆地,应该考虑对其退田还湖.21 号地块为高农垦适宜度地块,将其保留,农垦适宜度指标为主导因素.2 号地块的建筑指标较高,该地区建筑用地多,地块内配套设施完善,退田还湖会带来较大经济损失,将其地块保留,建筑指标为主导因素.4 号地块建筑指标较高,植被指标低可以考虑保留该地块并将低产农业用地改建为建筑用地.

1991~2001 年间退田还湖的地块中,6、15、11 号地块虽然 D 值较高,其被还湖的主要原因是地块面积较小,地块内无建筑用地,地块内无配套基础设施,退田还湖所带来的经济损失小.10、13、22、17 号地块的退田还湖工作均符合退田还湖适宜度评价指标.

3 结语

在应用多时相遥感技术对湖泊湿地演变进行动态监测的基础上,采用径流积累量、植被生长适宜度和建筑用地量等 3 个指标对三角洲平原区已围湖泊湿地的退田还湖适宜性进行了综合评价,为科学地退田还湖提供了决策依据.

研究中应用了层次分析法分别确定评价指标的权重,提高了评价结果的准确性^[8];采用了植被指数法、建筑物指数法、DEM 地形与水文分析、统计分析以及矢量数据的叠合分析等方法,体现了遥感和 DEM 相结合的地学分析方法在综合性评价中的应用.

[参考文献]

- [1] 沈芳,匡定波.太湖流域典型中小湖群水资源利用及动态变化的遥感调查与分析[J].遥感学报,2003,7(3):221-226
- [2] 甘红,刘彦随.区域土地利用变化与水资源利用相关分析[J].南京师大学报:自然科学版,2003,26(3):82-88
- [3] 汤国安,杨昕.ArcGIS 地理信息系统空间分析实验教程[M].北京:科学出版社,2006:4
- [4] 查勇,倪绍祥,杨山.一种利用 TM 图像自动提取城镇用地信息的有效方法[J].遥感学报,2003,7(1):37-40
- [5] 周方鑫,赵安.鄱阳湖退田还湖资源再利用研究[J].上饶师范学院学报,2005,25(3):100-104
- [6] 左伟.基于 RS、GIS 的区域生态安全综合评价研究[M].北京:测绘出版社,2004:8
- [7] 彭祖赠,孙温玉.模糊数学及其应用[M].武汉:武汉大学出版社,2002:142-162
- [8] 龚绍琦,黄家柱.基于 GIS 下的太湖水质富营养化模糊综合评价[J].环境科学,2005,9(5):34-37

[责任编辑:孙德泉]