

## 基于 RS、GIS 技术的湖面变化信息提取与分析 ——以艾比湖为例\*

于雪英<sup>1</sup> 江 南<sup>2</sup>

(1: 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008; 2: 中国科学院研究生院, 北京 100039)

**提 要** 以位于新疆西部的艾比湖为例, 综合利用地形图和遥感图像信息源, 提取湖泊边界, 归一化坐标系和投影方式, 并以 GIS 工具进行湖面的叠加分析获取湖面变化信息. 同时根据影响内陆湖泊水量的主要因素入手, 分析了艾比湖面积变化的原因, 找出影响湖面变化的主要因素, 探讨分析了湖泊生态环境建设的发展趋势.

**关键词** 遥感 地理信息系统 艾比湖 湖面变化

**分类号** P343.3 P208

遥感技术(RS)获取信息可以不受区域环境条件的限制, 可以在任何用户需要的时候采集地理信息, 获得的遥感卫星资料具有实时、连续、准确地反映大范围地表信息的特点; 地理信息系统(GIS)能够存储空间信息和属性信息, 其分析模块具有强有力的地学分析功能, 能够最大量地从已有数据中获取感兴趣的地理信息. 近年来, 遥感和地理信息系统技术的结合已应用到越来越多的领域, 并体现出很大的优势. 由于二者应用的结合提出了一个新的“集成”的概念, 并越来越多的出现在各类研究中, 得到了地理学者的普遍关注<sup>[1]</sup>.

湖泊是重要的国土资源, 对发展经济、维持区域生态环境平衡起到重要的作用. 然而, 由于人们大量围垦和拦截地表水流, 致使湖泊水面急剧缩减, 一大批烟波浩渺的大湖日渐萎缩甚至消亡. 我国西部干旱区湖泊萎缩干涸现象较多, 但由于受环境条件的限制, 在这些区域很难通过常规观测手段获得整体湖面变化信息. 利用 RS 与 GIS 技术的结合进行湖泊资源的调查, 能够实时获取大尺度的湖泊信息, 进行湖泊信息时空分析, 有效地获取和分析湖泊变化信息. 本文以艾比湖为例, 利用 RS 与 GIS 集成方式, 分析 20 世纪 50 年代至今艾比湖湖面变化情况, 为 RS、GIS 结合进行湖泊面积的动态监测进行试探性研究.

### 1 研究区概况

艾比湖位于新疆博尔塔拉蒙古自治州精河县西北(82°35' - 83°10'E, 44°54' - 45°08'N), 西接博乐市, 北邻塔城地区托里县, 西北紧邻著名的风口阿拉山口, 是新疆最大的咸水湖. 第四纪以来, 特别是末次冰期以来, 湖区自然生态环境经历了剧烈的变化, 其中最引人注目的是湖泊水位的较大幅度波动以及湖泊面积的缩小<sup>[2]</sup>. 尤其在近 50 年左右的时间内, 随着本区人口迅速增加, 工农业发展使区内用水量迅速增加, 流入艾比湖的地表径流不断减少, 湖泊萎缩, 导致湖泊水域面积有较大变化. 1950 年, 艾比湖水域面积为 1070km<sup>2</sup>, 到了 1959 年就减少为 823 km<sup>2</sup>, 到 1972 年时水面为 599 km<sup>2</sup>, 1977 年为 522 km<sup>2</sup>,

\* 中国科学院知识创新项目(KZCX2-308, KXCX2-310)资助. 2002-03-26 收稿; 2002-09-25 收修改稿. 于雪英, 女, 1977 年生.

80 年代后水面较稳定, 在 500-600 km<sup>2</sup> 间波动<sup>[3]</sup>. 从 20 世纪 50 年代至今 50 多年的历程当中, 水面变化较大的时段主要是在 50 年代和 70 年代, 其中 70 年代变化最为显著.

## 2 遥感影像数据源与图像预处理

### 2.1 数据来源

艾比湖湖面发生较大波动的时段是 20 世纪 50 - 70 年代. 由于卫星遥感历史相对较短, 所能提供的反映地面信息的遥感影像最早也只是近 30 年内的, 所以在研究较长时段的变化时, 采用地形图、卫片和遥感影像相结合的方法<sup>[4]</sup>. 其中, 50 年代的湖面信息主要来自于该区 1:200000 地形图, 70 年代数据来源于地图和卫片相结合, 2000 年数据来源于 2000 年 9 月 TM 遥感影像. 将地形图和航片扫描数字化, 在遥感图像处理软件 ENVI 的支持下, 提取历年湖泊边界, 然后矢量化进入 GIS 软件中分析湖泊的变化情况.



图 1 合成后的艾比湖景 TM 影像

Fig.1 Composite TM image of Ebinur

### 2.2 数据预处理

扫描地形图和卫片, 扫描卫片时, 以大于成像分辨率的扫描精度进行扫描, 以确保图中影像信息不被丢失. 将所有获得栅格影像转入 GIS 软件中, 以地形图为参考坐标系建立影像的坐标系统.

在遥感图像处理软件中对 TM 影像数据进行条带噪声消除处理, 并将处理后的数据进行假彩色合成. 水体在红外波段有很好的显示, 因此选择有红外波段合成图像能够突出水体. 合成后的假彩色影像通过几何纠正消除图像的几何变形, 所选择的坐标系统与栅格影像相同. 最后对遥感影像进行影像增强处理, 去除

图像噪声, 使水陆边界明显以便于提取湖面边界信息. 处理后的遥感图像如图 1.

### 2.3 湖泊边界信息提取

对照地形图选择 7 - 10 个控制点配准所有图像, 一般选择的控制点类型为河流的转弯或河流入湖处等地物特征明显的标记点, 以确保精度. 在配准好的图像上, 沿湖岸边界进行湖泊水域边界矢量化, 建立湖面边界矢量多边形.

## 3 湖面变化及原因分析

利用 GIS 的图形叠加 (OVERLAY) 功能, 可以快速地对不同年代湖面多边形进行叠加处理, 计算多边形面积和面积变化, 并且能够方便地计算湖面的进退变化率等, 以有效地分析湖面的变化情况. 通过图 2 可以看出, 艾比湖湖面干涸的部位主要是在湖的西北部, 而在博尔塔拉河口和精河河口一带变化不大.

同时可以看出 70 年代艾比湖湖面有较大范围的萎缩. 而 2000 年艾比湖湖面有所增大.

### 3.1 自然要素分析

湖泊的面积是受湖泊水量供给情况影响的, 从考虑一段时期内出、入湖水量的变化情况入手, 能够发现在这一时期内影响湖面变化的主要因素. 艾比湖是典型的内陆干旱区封闭湖泊, 如果不考虑地下水补给, 湖面的变化主要体现了降水和径流以及蒸发三因素间的动态平衡<sup>[5]</sup>.

图 3 为精河水文站 1950-1990 年间的降水和径流观测资料. 其中图 3 (b) 为降水量年平均值及十年滑动平均值, 从中可以看出 1964、1981、1984 年降水量都比较大, 而从 60 年代至 90 年代近 30 年的时段内, 降水略有增加. (a) 为精河水文站观测到的流域内 33 年径流量变化情况, 由图可知, 流域内年

径流变化曲线表现出两头高中间略低的波动变化, 并略有升高. 这与区域内降水的变化趋势大致相同.

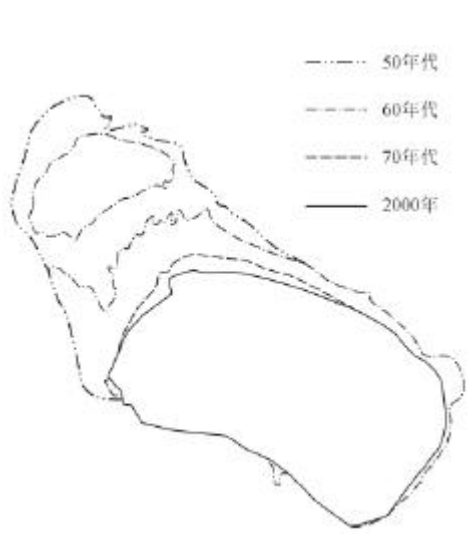


图2 不同年代湖面边界叠加图

Fig.2 The overlay outline of the lake area delineated from 1950,1975,2000

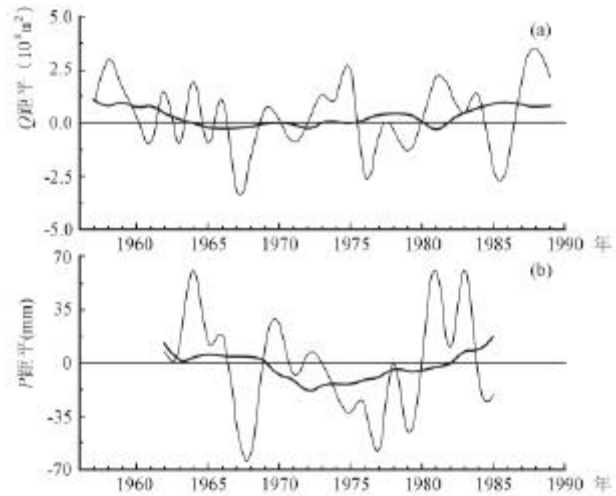


图3 1950-1990 年降水量(b)和径流量(a) 变化

Fig.3 The tendency and curves of the mean values of

### 3.2 人类活动影响

艾比湖流域共计有大小径流 23 条, 其中奎屯河、精河、博尔塔拉河等为其中的主要河流. 在几条主要的径流中奎屯河径流补给所占的比重最大, 为  $16.7 \times 10^8 \text{m}^3$ , 占总流域水量的 44.6%, 博尔塔拉河次之, 占 28.6% [6]. 从 20 世纪 50 年代后, 艾比湖进入了大规模的水土开发时期, 整个流域人口由 6.78 万人增加到 66 万人, 增长 9.7 倍; 耕地面积由  $2.26 \times 10^4 \text{hm}^2$  增加到  $18.67 \times 10^4 \text{hm}^2$ , 扩大 8.2 倍; 饮用水量由  $3 \times 10^8 \text{m}^3$  增加到  $20.4 \times 10^8 \text{m}^3$  [7], 增长 6.8 倍. 流域内人口和耕地面积迅速增加, 引用了大量的地表径流, 使艾比湖流域的四棵树河、古尔图河被拦截断流.

70 年代, 奎屯河区兴建了 10 多座水库, 总库容  $2 \times 10^8 \text{m}^3$ , 加之引水工程的完善, 地表径流基本上被全部引用, 到 70 年代末期已无水量直接注入艾比湖 [8], 导致艾比湖水量在 70 年代时剧减. 80 年代以来, 艾比湖入湖地表径流主要来自博尔塔拉河和精河, 通过对两河的多年观测值的计算, 博尔塔拉河水量占总入湖水量的 71.3%, 精河占 28.7% [9]. 在观测时段内, 水量多年变化不大, 年际间水量的波动主要是受年内河川径流量的影响, 另外工农业引用水的不同也加大了入湖水量的年际变化, 但总体趋于稳定. 90 年代以来, 艾比湖湖面剧减引起了社会各界的普遍关注, 有关艾比湖的开发利用与湖水位、水域利用及湖滨生态环境改善等问题的研究也有所增多. 多方专家研究设计了治理方案, 普遍的观点是, 今后艾比湖水位保持在 195.32-195.7m (黄海高程), 水域面积保持在 500-520  $\text{km}^2$  之间. 因为干旱区的湖泊, 随着农业开发的扩大, 湖面缩小是正常的 [10], 今后湖周生态的改善应该主要靠增加植被, 并不一定要保持大水面 [10].

## 4 结语

应用 RS 和 GIS 方法提取艾比湖近 50 年湖面变化信息的研究表明, 遥感技术为湖面信息的获取提供了有效的手段, 由于它脱离了研究区域环境条件的限制, 并能够一次获取大范围区域内的地理信息, 具有常规观测法无可比拟的优势. 卫星遥感数据质量精度高, 但由于受其发展历史相对较短, 因此在对一

区域进行较长历史时期的研究时,可以利用已有的各种形式的地理信息源,以获取多时相的湖泊信息,进行湖泊的动态监测和变化分析。

地理信息系统具有对空间数据的存储、处理和分析等强大的功能,能够实现空间数据和属性数据的一体化管理,并将图形或属性信息以用户需要的形式反馈给用户;其具备的强大的空间分析功能能够实现海量地理数据的处理,成为系统用户制定决策的依据;通过其完备的叠加分析功能,对获取的多时相矢量信息进行叠加分析和计算,能够快速准确地对湖面变化进行处理和计算。

感谢:中科院南京与湖泊研究所赵锐研究员、吴敬禄副研究员提供资料。

### 参 考 文 献

- 1 Hinton J C. GIS and remote sensing integration for environmental applications. *Geography Information Science*, 1996, 10 (7): 877-890
- 2 吴敬禄. 新疆艾比湖全新世沉积特征及古环境演变. *地理科学*, 1995, 15 (1): 39-44
- 3 杨川德. 艾比湖流域水资源利用的环境效应. *干旱区地理*, 1990, 13 (4): 45-50
- 4 Pett C C, Lambin E F. Integration of multi-source remote sensing data for land cover change detection. *Geography Information Science*, 2001, 15 (8): 785-803
- 5 杨川德. 艾比湖水量平衡计算与分析. *干旱区地理*, 1990, 13 (4): 36-39
- 6 杨川德, 朱英民. 艾比湖流域水资源及其特征. *干旱区地理*, 1990, 13 (4): 16-23
- 7 李遐龄. 艾比湖生态环境综合治理和经济可持续发展的研究. *干旱区资源与环境*, 1997, 11 (2): 27-36
- 8 杨利普, 杨川德. 新疆艾比湖流域水资源利用与艾比湖环境演变. *干旱区地理*, 1990, 13 (4): 1-14
- 9 阎 顺, 杨云良. 艾比湖及周边地区环境演变与对策. 人类活动对亚洲中部水资源和环境的影响及天山积雪资源评价. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1997
- 10 李卫红, 袁 磊. 新疆博斯腾湖水盐变化及其影响因素的探讨. *湖泊科学*, 2002, 14 (3): 223-227
- 11 杨利普. 艾比湖流域自然资源的合理利用. *干旱区地理*, 1990, 13 (4): 30-35

## Analyzing Lake Area Change in Ebinur by Integration of RS and GIS Techniques

YU Xueying<sup>1,2</sup> & JIANG Nan<sup>1</sup>

(1: Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, P.R. China

2: The Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, P.R. China)

### Abstract

It took a long time for regular survey in the change of water surface, and sometimes almost impossible in some areas of the plateau. With the development of earth observation and geography information science, the use of remote sensing techniques is at present the primary, and in many places the only, means of measurement. At the same time, GIS provides an efficient tool to analyze the status and the changes of lake. In this study, for the example of Ebinur lake lies in the west of Xinjiang, we use 1950-2000 serial map, photo and TM Landsat data, to coregistrate all images and construct lake border maps in GIS, then use the function of overlay analysis in GIS to measure lake area changes. The result shows that there were several fluctuations of water level in the past 50 years. Moreover, we put forward some analysis on the main reasons to influence the level.

**Keywords:** RS; GIS; Ebinur Lake; water level change