

# 艾比湖 1961—2001 年的演化特点及机制分析

张 庆,黄若行,袁新春

(博州水文水资源勘测局,新疆 博乐 833400)

**摘要:**利用 40 a 的实测数据分析艾比湖的演化特点及机制。研究表明:艾比湖气候恶化,干旱少雨,蒸发量大,特别是与特殊的地形地貌相匹配,风多风大,沙尘暴和浮尘活动频繁。入湖水量逐年减少,湖面蒸发量大,湖泊面积处于萎缩阶段。影响湖泊演化的因子主要是气候变化及人类活动。

**关键词:**艾比湖;演化;机制

中图分类号:P338

文献标识码:B

文章编号:1002-0799(2010)02-0051-03

## Evolution Characteristics and Mechanism of the Ebinur Lake from 1961 to 2001

ZHANG Qing, HUANG Ruo-xing, YUAN Xin-chun

(Bozhou Hydrological and Water Resources Survey Bureau, Bole 833400, China)

**Abstract:** The evolution characteristics and mechanism of the Ebinur Lake were studied based on observation data from 1961 to 2001. Results showed that the climate over Ebinur Lake is worsening, dry and little rain, large evaporation, and especially the frequent gales, sandstorm, and flowing dust, which quite match to the special terrain and geography there. The water volume flowing into Ebinur Lake is reducing year by year, and the evaporation is large. As a result, the lake area is smaller and smaller. Climate change and human activity should be primarily responsible for the evolution.

**Key words:** the Ebinur Lake; evolution; mechanism

水资源是制约我国西北干旱区社会经济可持续发展与生态环境建设最重要的因素之一<sup>[1-2]</sup>。西北干旱区的内陆湖泊随着水文情势的改变和人类活动的影响,普遍存在水质恶化现象,表现为水体不断咸化<sup>[3]</sup>,而水体的生态环境直接影响整个生态系统和社会经济的发展,近年来干旱区的生态用水也越来越受到人们的重视<sup>[4-7]</sup>。一些专家学者也从不同角度对西部湖泊及其咸化过程和水资源变化做了研究<sup>[8-9]</sup>。虽然许多专家对艾比湖流域进行了大量的研究工作<sup>[10-12]</sup>,

收稿日期:2009-01-15;修回日期:2009-12-14

作者简介:张庆(1984-),男,助理工程师,现从事水环境监测评价工作。E-mail:124596394@qq.com

但对其演化特点及机制分析的研究目前还比较薄弱。本文通过对艾比湖流域 40 a 的资料统计,系统分析了艾比湖流域的水量平衡及其演化机制,为艾比湖流域地区的生态用水、水资源可持续开发利用和管理提供科学依据。

### 1 研究区概况

新疆博州境内的艾比湖,是新疆第一大咸水湖。地理位置介于 82°35'~83°11'E, 44°54'~45°08'N 之间。位于祖国西大门“准噶尔山门”的山间廊道,处于阿拉山口大风通道(年平均 8 级以上大风 162 d, 瞬时极大风速达 55 m/s)前沿。长约 35 km, 宽约 18

km, 湖水面积 500 km<sup>2</sup> 左右。湖底平坦, 平均深度 1.4 m, 最大深度 3 m, 是个浅水湖泊。湖面海拔 195 m, 湖水矿化度高, 平均 100~136 g/L, 涉及流域面积 56 021 km<sup>2</sup>, 其中山地面积 24 317 km<sup>2</sup>, 平原面积 26 762 km<sup>2</sup> 及其它。艾比湖流域地跨博尔塔拉蒙古自治州的博乐市、温泉县和精河县, 塔城地区的乌苏和托里县南部, 伊犁州直属的奎屯市和克拉玛依的独山子区。

## 2 艾比湖水量平衡及其演化

### 2.1 水资源

艾比湖流域是一个封闭性的流域, 来水量包括湖面降水量、地表水入湖量、地下水的入湖补给量三部分, 耗水量主要是艾比湖水面蒸发量。20世纪 50 年代流入艾比湖的大小河流 23 条, 多年平均年径流量  $33 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。其中年径流量大于  $1 \times 10^8 \text{ m}^3$  的河流有奎屯河、四棵树河、古尔图河、精河、阿卡尔河、大河沿子河和博尔塔拉河(亦称博乐河)。以地表径流补给湖泊的河流只有 3 条, 即奎屯河、博尔塔拉河和精河。值得说明的是, 奎屯河本来是艾比湖水量最大、流程最长的补给河流, 但由于 20 世纪 50 年代以来大规模农垦引水活动, 在河流上游大量修建水库, 已于 70 年代中期全部被拦截而完全断流, 仅偶尔有少量农田排水进入湖泊。70 年代后期至今, 入湖的河流只有博尔塔拉河和精河。

### 2.2 艾比湖水量平衡

在 1961—2001 年的 40 a 内, 艾比湖水平衡过程: 总入湖水量为  $2.4 \times 10^{10} \text{ m}^3$ , 年平均入湖水量为  $6 \times 10^8 \text{ m}^3$ ; 总湖面蒸发量为  $2.72 \times 10^{10} \text{ m}^3$ , 年平均湖面蒸发量为  $6.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ ; 总亏损量为  $0.32 \times 10^{10} \text{ m}^3$ , 年平均亏损量为  $0.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。内陆湖区湖泊面积(储水量)的改变常引起湖水含盐量的变化, 尤其是封闭流域的终端湖泊, 因为没有出流影响, 入湖水量的改变往往就是比较直接的稀释或浓缩的过程。湖水矿化度和离子含量测试数据是从 1950—2002 年多年平均统计数据得出。从表 1 统计数据可以得出, 艾比湖流域年最大蒸发量均出现在 20 世纪 80 年代, 最小蒸发量均出现在 70 年代。

表 1 艾比湖流域年蒸发量年际变化

年	1961—1970	1971—1980	1981—1990	1991—2001
年蒸发量/mm	1812.0	1762.2	2188.5	2008.7

蒸发量大使得水体极易被蒸干而不能被涵养, 从而造成湖面极易萎缩、干涸。这与艾比湖湖面面积

变化相对应(图 1)。

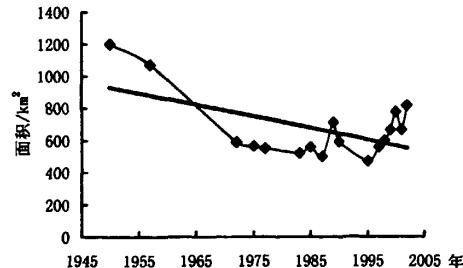


图 1 艾比湖面积变化曲线

结合图 1 和表 2 来看, 20 世纪 50—80 年代初期湖泊面积急剧缩小近一半, 矿化度也随之急剧增大, 平均每年上升 1.48 g/L 左右。20 世纪 80 年代—21 世纪初以来, 随着艾比湖面积增大, 矿化度增长速率有所减缓。这说明此期间艾比湖水面变化和湖水含盐量之间有着直接的关系。总体来讲, 艾比湖一直处在一个盐分累积的过程中, 矿化度不断上升, 从 50 年代的 70 g/L 上升到 21 世纪初期的 120 g/L, 50 多年间上升了近 52 g/L, 平均每年上升 1.04 g/L 左右。

表 2 艾比湖湖水矿化度不同时期变化一览表<sup>[13-15]</sup>

年代	50 年代	60 年代	70 年代	80 年代	90 年代	2002—2005
矿化度/(g/L)	70		88.7	109.7	100~115	92.1~129.9 <sup>D</sup>

注:①为博州水文局 2002—2005 年实测值

在面积变化的同时, 水体的主要离子也发生着变化。表 3 分别对 1987—1989 年和 2002—2004 年的主要离子含量变化进行了比较。由表可以看出艾比湖离子组成, 基本以  $\text{SO}_4^{2-}$  和  $\text{Na}^+$  为主, 属  $\text{SO}_4\text{-Na}$  II 型, 除  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  外, 其他离子均有不同程度的降低, 说明水体一直处于盐化过程。

表 3 艾比湖水体主要离子含量/%

离子	Na	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	Cl	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{CO}_3^{2-}$
1987—1989 年	30.61	0.33	4.12	32.56	36.05	0.30	0.10
2002—2004 年	33.37	0.55	3.29	31.01	36.48	0.19	0.10

### 2.3 艾比湖演化机制

在几十年的时间尺度上, 影响艾比湖演化的主要因素是气候变化和人类活动。其中气候条件对湖泊的塑造更为直接, 就气候各要素而言, 降水与温度对湖泊的影响最为显著<sup>[16]</sup>。

从艾比湖流域年降水量变化曲线中看出, 近 40 a 来降水量年际变化呈现出增多趋势。其中 20 世

纪 60—70 年代年降水量以偏少为主;80 年代降水偏多;进入 90 年代后,降水偏多。近 40 a 来,降水量存在 3 个递增时段:分别为 1962—1967 年,1978—1989 年,1991—2001 年,总体而言降水存在明显的增加趋势。

全球气候在过去 40 a 中变暖了 0.2~0.3 ℃,而中国在 1951—1990 年期间年平均气温升高了 0.3 ℃。艾比湖流域 50 多年来总体温度呈缓慢上升趋势,从艾比湖各站年平均气温变化图可以看出,各站的振幅具有较好的同步性。表 4 列出了各站年平均气温的趋势方程及相关系数,在 0.05 的信度下均通过了显著性检验,说明艾比湖的增温趋势是明显的,近 10 a 是该流域最暖的时期,平均气温比前 30 a 上升了 0.7 ℃,其中博乐增温最大为 0.9 ℃,温泉最小为 0.3 ℃,而且增温幅度未见明显减缓迹象。艾比湖盐湖区干旱少雨,蒸发旺盛,是导致湖泊萎缩的自然因素。

表 4 艾比湖流域气温及降水趋势方程及相关系数

站名	年平均气温趋势方程及相关系数		年降水量趋势方程及相关系数			
阿拉山口	$y=0.0342x+7.8375$	$r=0.49$	显著	$y=0.0561x+102.7$	$r=0.02$	不显著
博乐	$y=0.0428x+5.0158$	$r=0.59$	显著	$y=0.0986x+187.7$	$r=0.02$	不显著
精河	$y=0.0237x+7.0742$	$r=0.37$	显著	$y=0.6903x+84.706$	$r=0.29$	显著
温泉	$y=0.0174x+3.3301$	$r=0.31$	显著	$y=1.8213x+181.57$	$r=0.36$	显著
乌苏	$y=0.0365x+6.9765$	$r=0.51$	显著	$y=0.7026x+149.94$	$r=0.17$	不显著

人类活动对艾比湖演化的影响较大,1950 年艾比湖流域人类活动耗水量约为  $4.09 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。1970 年艾比湖流域人类活动耗水量约为  $26.35 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。1990 年艾比湖流域人类活动耗水量为  $21.37 \times 10^8 \text{ m}^3$  左右(表 5)。农业灌溉引水、矿业开发都加快了湖泊的萎缩步伐。

表 5 艾比湖流域人类活动耗水量<sup>[17]</sup>

年份	总量/( $10^8 \text{ m}^3$ )	农业/( $10^8 \text{ m}^3$ )	工业/( $10^8 \text{ m}^3$ )	牧业/( $10^8 \text{ m}^3$ )	生活/( $10^8 \text{ m}^3$ )
1950	4.09	4.05	3.77	263.35	127.19
1960	22.10	22.00	153.11	490.90	284.62
1970	26.35	26.16	473.66	723.14	732.36
1980	22.17	21.90	730.94	762.61	1129.60
1990	21.37	20.77	3684.55	961.52	1296.64

### 3 结论

艾比湖流域山地面积占全流域的比例、蒸发量(湖面与陆面)、湖泊面积/湖泊体积与湖面降水量呈现有规律的变化,而这些变化是向入湖水量减少,湖面蒸发增加的趋势发展,这使艾比湖处于持续萎缩阶段。

艾比湖水面积变化和湖水含盐量之间有着直接的关系。总体来讲,艾比湖一直处在一个盐分累积的过程中,矿化度不断上升。可以看出艾比湖离子组成,基本以  $\text{SO}_4^{2-}$  和  $\text{Na}^+$  为主,属  $\text{SO}_4-\text{Na}$ - II 型,除  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  外,其他离子均有不同程度的降低,说明水体一直处于盐化过程。

艾比湖盐湖区干旱少雨,蒸发旺盛,是湖泊萎缩的自然因素。人类活动对艾比湖演化的影响较大,农业灌溉引水、矿业开发都加快了湖泊的萎缩步伐。

### 参考文献:

- [1] 胡汝骥,樊自立,王亚俊,等.中国西北干旱区的地下水资源及其特征[J].自然资源学报,2002,17(3):322~326.
- [2] 曲耀光,马世敏,曲玮.西北干旱区水资源转化与开发利用模型[J].中国沙漠,1998,18(4):299~307.
- [3] 徐海量,郭永平.塔里木河干流纳污能力分析与评价[J].干旱区研究,2001,18(4):31~33.
- [4] 左其亭,周可法,杨辽.关于水资源规划中水资源量与生态用水的探讨[J].干旱区地理,2002,25(4):296~301.
- [5] 张思玉,杨辽,陈戈平.生态用水的概念界定及其在西北干旱区实施的策略[J].干旱区地理,2001,24(3):277~281.
- [6] 贾宝全,许英勤.干旱区生态用水的概念和分类[J].干旱区地理,1998,21(2):8~12.
- [7] 何惠.关于西北开发中的几个水资源问题[J].水科学进展,2002,13(4):492~495.
- [8] 王永兴,陈曦.GIS 支撑下的干旱区水资源及其利用的空间分异研究[J].干旱区地理,2003,26(2):110~111.
- [9] 姜加虎,黄群.我国西部地区湖泊水资源利用与湖水咸化状况分析[J].干旱区地理,2004,27(3):300~301.
- [10] 董新光,郭西万.新疆博尔塔拉河干流地表水与地下水转化关系的系统分析[J].干旱区地理,1996,19(4):45~50.
- [11] 李斌,母敏霞,徐红.新疆博尔塔拉河干流段水量人、出关系分析[J].新疆农业大学学报,1996,19(2):56~60.
- [12] 杨川德,朱英民.艾比湖流域水资源及其特征[J].干旱区地理,1990,13(4):15~23.
- [13] 施雅风.气候变化对西北华北水资源的影响[M].济南:山东科学技术出版社,1995:17~25.
- [14] 樊自立.新疆土地开发对生态环境的影响及对策研究[M].北京:气象出版社,1996:16~159.
- [15] 刘亚传,常厚春.干旱区咸水资源利用与环境[M].兰州:甘肃科学技术出版社,1992:170~191.
- [16] 马道典,张丽萍,王前进,等.暖湿气候对赛里木湖的影响[J].冰川冻土,2003,23(2):219~223.
- [17] 杨云良,阎顺,家宝全,等.艾比湖流域生态演变与人类活动初探[J].生态学杂志,1996,15(6):43~49.