

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2010.04.010

新疆艾比湖水矿化度变化过程及原因分析

肖开提·阿不都热衣木¹, 汤世珍²

(1. 河海大学水文水资源学院, 江苏 南京 210098; 2. 塔城地区水文水资源勘测局, 新疆 塔城 834700)

摘要 新疆艾比湖是典型的干旱区湖泊, 具有特殊的湿地干旱生态系统。从分析湖泊水量变化入手, 分析湖水矿化度, 对比湖区不同类型土壤的理化性状及植物群落特征, 讨论湖区生态系统内部水、土、生物过程变化规律及其关联性, 指出要遏制当地生态的恶化, 必须采取积极的生态环境保护和建设措施。

关键词 艾比湖 矿化度 关联性 新疆

中图分类号 X171.1 **文献标识码** B **文章编号** 1004-6933(2010)04-0035-04

Study on change and cause of water mineralization in Ebinur Lake of Xinjiang

Xawkat ABUDUREYIMU¹, TANG Shi-zhen²

(1. College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China; 2. Tacheng Hydrology and Water Resources Survey Bureau, Tacheng 834700, China)

Abstract Ebinur Lake in Xinjiang is a representative lake with special wetland ecosystem in arid areas. Through study of the change of water quantity, analysis of the mineralization degree in the lake, and comparison of the physical and chemical properties of different soil types and plant communities in the lake area, the change patterns and linkage of water, soil, and biology in the lake ecosystem were examined. In order to restrain environmental deterioration, it is necessary to take environmental protection and construction measures.

Key words Ebinur Lake; mineralization degree; relationship; Xinjiang

1 流域概况

艾比湖位于准噶尔盆地的西南隅, 是艾比湖水系的尾间湖。湖区南、西、北三面环山, 东部与古尔班通古特沙漠相连。由于地处于欧亚大陆腹地, 其多年平均降水量为 105.17 mm, 蒸发量为 1 315 mm。距艾比湖西北部 6 km 的阿拉山口是我国西部地区唯一的铁路、公路并举的国家级一类口岸。乌鲁木齐—伊宁的 312 国道和新亚欧大陆桥北疆铁路古尔图—阿拉山口段均从艾比湖西南边缘通过^[1]。

2 湖水矿化度及水化学特征变化

艾比湖面积从 20 世纪 50 年代初的 1 200 km² 至 70 年代时迅速萎缩到 522 km², 年平均缩小 20.3 km², 为自然干缩期的 290 多倍, 储水量也由 30 多亿 m³

减少到 7 亿 m³ 左右^[1], 如图 1 所示。湖水矿化度逐步升高, 为 100 ~ 136 g/L, 湖区东南、西北边缘的矿化度分别达 145 ~ 314 g/L, 167 ~ 282 g/L。这一时期湖水面积急速变化是由于流域人口剧增和大规模水土开发, 入湖水量迅速减少所致。对比分析表

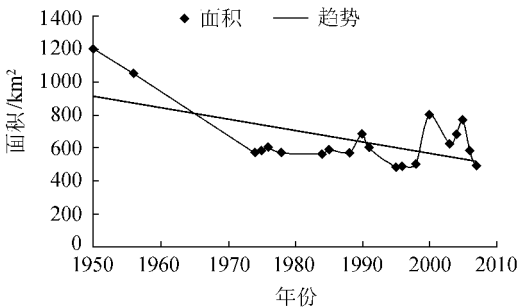


图 1 艾比湖历年平均湖面积变化过程

作者简介: 肖开提·阿不都热衣木(1969—), 男, 新疆塔城人, 工程师, 博士研究生, 主要从事水文水资源及水资源规划工作。E-mail: xkdqfhhb@163.com

明,1980 年艾比湖流域人口为 1949 年的 9.4 倍,耕地扩大 8.9 倍^[2]。

20 世纪 80 年代至 21 世纪初,随着艾比湖面积增大,矿化度增长速率有所减缓。总体来讲,艾比湖一直处在一个盐分累积过程中,矿化度不断上升,从 20 世纪 50 年代的 $\rho = 70 \text{ g/L}$ 上升到 21 世纪初期的 $\rho = 136 \text{ g/L}$,50 多年间上升了近 66 g/L 。说明此间艾比湖水面积变化和湖水含盐量之间有着直接的关系。

从 20 世纪 50 年代以来湖面面积与湖水矿化度的相关分析来看,可以计算出其为负相关序列,其相关系数达到 -0.806 ,根据博州水文局的实测数据,艾比湖的湖水矿化度变化分别为 50 年代为 70 g/L ,70 年代为 88.7 g/L ,80 年代为 109.7 g/L ,90 年代为 $100 \sim 115 \text{ g/L}$,2002 ~ 2007 年为 136 g/L ^[3]。

3 气象资料分析

研究所用气候资料为艾比湖流域的温泉、阿拉山口、奎屯、乌苏 4 个气象站 1960—2007 年的历年月平均气温和月降水量。

3.1 气温变化

近 47 年来艾比湖流域气候存在着明显变暖的总趋势,尤其以 20 世纪 90 年代最为明显。艾比湖流域的气候变暖具有明显的季节性差异,增暖季节主要是在冬季,而春季变暖的趋势较为缓慢。艾比湖流域最高和最低气温的变化普遍存在不对称性。即最低气温明显上升,而最高气温上升不明显或呈下降趋势,并导致气温日较差显著减小。从图 2 的气温变化过程可以看出,各站月均气温振幅具有较好的同步性。经统计分析,各站年平均气温的趋势方程及相关系数,在 0.05 的置信度下均通过了显著性检验。

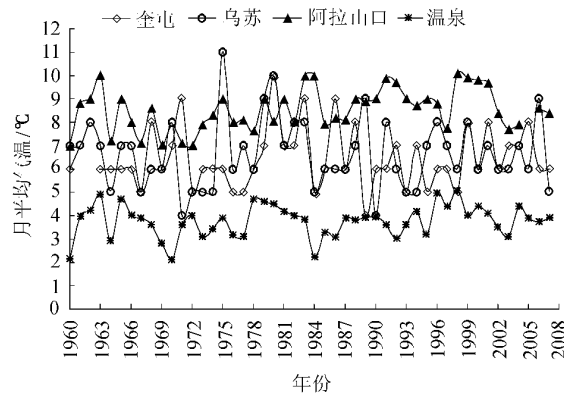


图 2 气温变化过程

3.2 降水变化

艾比湖流域降水量 47 年来呈增长趋势,尤其是进入 20 世纪 90 年代后期,降水量明显偏多,其中夏

季降水量增长率要高于冬季降水量增长率。该区降水在季节分配上发生了变化,而夏、冬两季是 4 个季节中平均降水量增加最多的季节,春季降水增加则比较缓慢。

艾比湖流域年际和四季蒸发量变化整体呈增加的趋势。依据 1960—2007 年降水量序列,由逐步回归向后剔除分析法,构建最佳重建方程如下:

$$P_t = 724.592 - 1419.885HAX_t + 1607.697SET_t - 836.531SET_{t+2}$$

式中: P_t 是温泉气象站 1 ~ 5 月的降水量; HAX_t 、 SET_t 和 SET_{t+2} 分别为哈夏、沙尔陶勒盖当年和次年最大灰度标准化树轮年表序列。降水重建方程的复相关系数为 0.661,上述重建方程具有可靠性。

艾比湖流域年降水量的变化除了精河、温泉外没有明显变化趋势,如图 3 所示。20 世纪 90 年代与前 30 年相比,整个流域年降水量平均增加了 9.3%,其中温泉增幅最大,为 32.0% 而阿拉山口、博乐的降水呈减少趋势,分别减少 13.8% 和 5.3%^[4]。

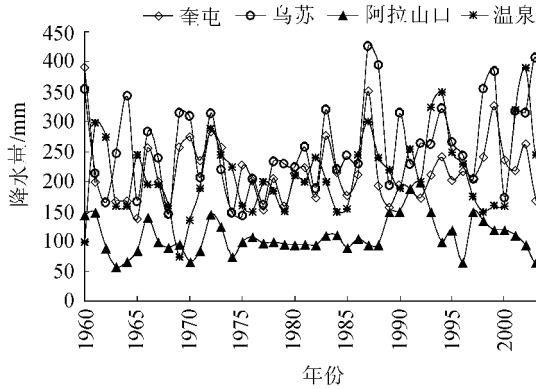


图 3 降水量变化过程

3.3 蒸发量变化

艾比湖流域蒸发量(实际反映的是蒸发能力)自 20 世纪 60 年代以来一直呈现出下降趋势。在艾比湖流域温度升高、降水增多的同时,蒸发量却在减少。就其平均值而言,20 世纪 90 年代蒸发量比前 30 年(1961—1990 年)平均值减少了 9.2%。这是一个值得研究的非常特殊现象。

研究期间,湖水面积和温度、降水变化没有明显的相关关系,而艾比湖面积与流域平均蒸发的相关系数为 0.4,说明蒸发对湖水面积有一定的影响。温度、降水变化对湖泊水资源的影响有限。

4 土壤盐碱度变化

湖区干旱环境下的积盐和盐化的成土过程表现显著。在调查过程中,盐土和盐渍化土占 48.69%,其中,轻盐、中盐、渍化土各为 2.9%,强盐渍化土为 5.7%。

湖区表土层的土壤粒级组成则有细化现象(多为上风区),风蚀造成了表层土壤的进一步分化,下风区接受了细土的沉积。这些土壤的盐类主要属 Ca^{2+} 、 Cl^- 和 SO_4^{2-} 。然而,大量排水工程的修建和大规模开采地下水,使地下水水位降低,致使水成土、半水成土转变为残余沼泽土、残余炭土。随着湖水面和缩小,湖盆气候进一步变干,盐化过程逐步加强,各类盐化土壤则演变为相应的沼泽盐、草甸盐土、胡杨林盐土等^[5]。同时,由于土壤含盐量不断上升和地下水水位下降,原有的植被急剧衰败,逐渐为盐生植被所取代。

土壤理化性状空间异质性直接影响艾比湖地区的地形地貌。艾比湖的低山带和山前平原主要是荒漠草原和荒漠,远离艾比湖的冲、洪积平原是以超旱生植物为建群种的荒漠,艾比湖湖滨、河流入湖口附近及湖周冲洪积扇缘地带则发育着隐域性植被。

博河上游至中游,分别位于山麓地带(海拔1428 m)、山前冲洪积平原上部(海拔1014 m)和中部(海拔663 m),海拔从高到低其土壤水热条件亦发生转变(干旱加剧和温度增高)、沙性增强、pH值相应增大,植被则由以针茅为主、蒿类植物为次的荒漠化草原递变为以耐盐碱类为主的小半灌木,人类活动频繁加剧了原来的植被严重破坏、消失,进一步退化为1年生杂草(猪毛菜、叉毛蓬等)为主的草被。梭梭荒漠是艾比湖流域分布最广的植物群落类型之一,伴生植物有盐柴类和一些1年生长营养期植物及短命植物,主要发育在冲、洪积平原中部、中下部的砾质戈壁、盐化沙壤土及沙土上。

从植被分布的差异可以看到,土壤盐渍化程度对梭梭群落组成影响很大。无盐渍化的样地植物种类多,植被盖度高(50%左右),而其他盐渍化土壤或盐土地的植物种类相对较少,除2块样地砾石比例小于10%外,其他多在17.08%~68.06%之间。分析样品的土壤粒度曲线(不包括<2 mm的砾石)显示,研究区域内艾比湖西北部及博河中上游区域,表土层土壤粒级组成均表现为粗化状,而艾比湖南部部分地块表土层土壤粒级组成则有细化现象。区内土壤遭受风蚀的现象是湖水萎缩、多风并缺乏植被保护的必然结果。

艾比湖地区生态环境变化过程中,非生物因子,土壤理化性状的空间异质性是植被空间分布差异的主要原因,其表现在土壤类型、结构、盐分、养分以及局部水分条件的改变所引起的植物群建群种和优势种的变化。也就是说,土壤发生粗化、干旱化、盐渍化、贫瘠化等,导致了乔木、灌木、半灌木、多年生草类等植物群落建群种和优势种演变为耐干旱、耐盐

碱的小半灌木、盐柴类和1年生植物,植物种类减少、覆盖度降低。反过来,植被退化加剧了土壤的风蚀和肥力下降。因此,只有充分把握土壤-植被间的这种相应关系,才能有效恢复和重建艾比湖地区的生态环境。

5 结 语

研究表明,水质恶化造成湖滨带土壤盐渍化和湿地植被退化,湿地指示物种减少而盐生植物明显增多。由于流域植被覆盖稀疏,水土流失严重,在气候因素和人类活动的影响下艾比湖水面积总体呈缩小状态,盐度逐渐增大,对湖区生态系统产生了极大影响。因此,目前艾比湖的环境现状及发展趋势并不乐观,水资源的合理配置与开发已成为流域发展必须妥善处理的主要问题^[6]。笔者提出以下几点整治措施以供参考:

a. 保护水源。流域山区森林经营面积为37.47万 hm^2 ,占全流域面积1/6。山区天然林是艾比湖流域16条河流的发源地,稳定地发挥着水资源涵养、保持水土、调节气候、保护绿洲的不可替代的作用^[7]。地面降水量约50%左右(23.6亿 m^3 左右)形成径流,从这个意义上说,山区森林护卫着艾比湖现有湖面水量的稳定补给和生态经济的相对平衡。流域人工降水增雨的潜力很大。特别是在博河流域,若采取人工增雨和防雹相结合、火箭与高炮相匹配的措施,一般人工降水增雨效果为20%。

b. 实施跨区域调水工程^[6]。跨区域调水有2个方案:①“引额济克”工程同济艾比湖方案。在“引额济克”工程现行设计基础上,不需改变工程设计,仅增修一条110 km输水干渠,从克拉玛依引水5亿 m^3 入奎屯河补给艾比湖,这是投资少、见效快的工程。从改善克拉玛依和奎屯河下游生态环境的考虑,每年下泄5亿 m^3 水量给艾比湖,是迟早要解决的问题。②“引喀济艾”调水方案。从伊犁喀什河调水10亿 m^3 ,从根本上解决艾比湖生态用水和艾比湖流域经济发展用水,这方案生态和经济效益兼优,长远效益好。但这项调水工程投资大,建设周期长。这两个方案的选择,取决于自治区总体布局和经济实力,但跨区域调水,根治艾比湖生态环境是必然抉择。

c. 农业节水以节水增效、盐碱地改良、低产田改造为主攻方向,全面推进农业灌溉体系建设,加大对大型灌溉区投入。在技术层面上,通过建设山区调蓄水库和地表水与地下水联合调度运用,实现水资源在区域和流域内的合理配置,高效利用。

d. 调整产业结构,实现优化配置。对新建、改建、扩建建设项目实行水资源论证制度,按照水资源

条件调整现有经济结构(包括产业结构和种植业结构),优化配置水资源。如根据流域农业气候区划,海拔 800 m 以上的是牧区,800 ~ 400 m 为半牧半农区,400 m 以下为农业区。建议海拔 800 m 以上地区缩小农业规模,以发展畜牧业为主导产业。

e. 建立生态保护和建设协调机构。完善艾比湖流域规划,对艾比湖流域水资源统一管理,合理配置经济用水和生态用水,协调各河流入湖水量比例,各流域之间科学分水,进行有效监督,对全流域的上中下游进行规范化开发,使局部利益和整体相结合。尤其作为一个环境承载力有限的封闭流域,退化具有某种程度的不可逆性,一旦破坏很难恢复。

参考文献：

[1] 王志杰.新疆地表水资源概评[M].北京:中国水利水电

出版社,2008.

[2] 王遵亲.中国盐渍土[M].北京:科学出版社,1993:132.
[3] 新疆维吾尔自治区水文水资源局.西北地区水资源合理开发利用与生态环境保护研究:新疆水资源评价[R].乌鲁木齐:新疆维吾尔自治区水文水资源局,1998.
[4] 新疆水利水电规划设计管理中心.西北地区水资源合理开发利用与生态环境保护研究:新疆水资源开发利用现状评价[R].乌鲁木齐:新疆水利水电规划设计管理中心,1999.
[5] 中国科学院新疆生态与地理研究所.博河、精河流域生态环境保护与治理研究专题报告[R].乌鲁木齐:中国科学院新疆生态与地理研究所,2001:31-32.
[6] 周聿超.新疆河流水文水资源[M].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1997:76-78.
[7] 中国水利水电科学研究院.艾比湖流域水资源合理配置[R].北京:中国水利水电科学研究院,2002:12-44.

(收稿日期:2009-12-02 编辑:高渭文)

(上接第 22 页)

②由外在系统作用产生的水体动态循环,包括两个内容:一是从污水处理厂处理后的水体引回盘龙江,一方面引起北部倒流出口子系统内的水体循环,另一方面可实现水量平衡。二是外流域引水从南部流入滇池,引起水体向北流动,加快主体湖区的水循环,增快北部污水的快速流出。这一子系统可直接作用于南部湖泊自净子系统,间接作用于北部倒流出口子系统和城区污水处理子系统。

3.4 南部湖泊自净子系统

在南部湖泊充分发挥湖泊的自净能力,由于滇池南部的水位比北部高出 0.5 m,南部主体湖区的水可以自然流向北部。这个子系统的内容包括:①建立软隔离带,让北部的重污水和南部的轻污水隔离。②堵住海口节制阀,只让其提供 1.0 亿 m³/a 的工业用水供昆明钢铁厂使用。

通过各个子系统间的相互作用,倒流治理滇池污染构成了一个浑然一体的系统。这些子系统间的相互作用与影响可以通过系统仿真来进行模拟和分析。如果实施倒流治理工程的话,应从系统角度全盘考虑各个细节,做到规划和实施的统一。

对于倒流区内从草海经大塘子至大营河到富民入螳螂川这一带的环境来说,是受倒流影响最重的地区。在前期阶段,流出的是从大塘子污水处理厂处理后的污水,会对下游的农业生产灌溉用水造成一定影响,在后期,随着滇池水质的不断改善,这种影响会逐渐减小;同时,由于水量的增加,对于该区内的生态环境会有好处。由于水体流动在人工明渠内,不会对沟岸的冲刷,侵蚀。

在堵住海口出水口后,这一区域内水量会减少,从海口到富民这一段,螳螂川在旱季时水位会下降,对农业生产灌溉用水会造成影响,在雨季时,对于其防洪有所帮助,对于本区域内的农业供水也有一定影响。

参考文献：

[1] 王玉朝,彭永岸,李益敏.滇池水体污染和治理的特点[J].地域研究与开发,2004,23(1):38-92.
[2] 苏成西,周跃.BOT 模式在滇池污染治理中的应用[J].水资源保护,2005,21(6):84-87.
[3] 李益敏,彭永岸,王玉朝,等.滇池污染特征及治理对策[J].云南地理环境研究,2003(10):32-38.
[4] 柘元蒙.滇池富营养化现状趋势及其综合防治对策[J].云南环境科学,2002,21(1):35-39.
[5] 邓晴.滇池流域生态环境现状及保护措施[J].云南环境科学,1998,17(3):32-34.
[6] 匡耀求.大地热流对滇池环境的影响与滇池污染治理的新思路[J].矿物岩石地球化学通报,2002,21(2):86-91.
[7] 黄海涛,李承志.“引牛济滇”加速滇池水体转换工程方案初步设想[J].云南水力发电,2002(S1):8-9.
[8] 彭永岸,朱彤.滇池污染的成因及其治理新方案[J].地球信息科学,2003(1):16-21.
[9] 李伯根.控制滇池生态环境的关键[J].水资源保护,2002(1):18-22.
[10] 彭永岸.置换滇池与昆明城区相对位置:探索滇池治理的新途径[J].经济地理,2000(S1):312-316.
[11] 胥勤勉,杨达源,董达,等.滇池水环境治理的“调水”“活水”工程[J].长江流域资源与环境,2006(1):116-119.

(收稿日期:2009-08-16 编辑:高渭文)