

艾比湖水质现状及营养状态评价

辛红云¹, 陈志军², 乌兰³

(1. 新疆博州环境监测站, 新疆 博乐 833400; 2. 新疆博州水文水资源勘测局, 新疆 博乐 833400;
3. 新疆博乐市环境监测站, 新疆 博乐 833400)

摘 要:通过对艾比湖天然水体化学成分的分析, 确定了水化学类型及平面分布特征, 湖水属高矿化度, pH 偏碱, 溶解氧含量低。水化学类型为氯化盐钠组 II 型, 水体矿化度达 202.2 g/L。还采用水质综合特征模式、综合营养指数法对湖水水质及营养状况进行评价, 得出艾比湖以劣五类水体为主, 中度富营养化的评价结论, 为艾比湖水资源保护和合理利用提供科学依据。

关键词:水化学特征; 水质评价; 营养状态; 艾比湖

中图分类号: X142

文献标识码: A

文章编号: 1008-858X(2010)03-0030-05

艾比湖位于新疆准噶尔盆地西南缘精河县境内, 由地质断陷形成, 湖形呈椭圆形, 平均深度为 2~3 m, 最深处 7 m, 湖面海拔 189 m, 是准噶尔盆地西南缘最低洼地和水盐汇集中心, 属于典型的内陆干旱区封闭型湖泊^[1]。20 世纪 50 年代前, 艾比湖有博尔塔拉河、精河、四棵树河、奎屯河等河流汇入。近代由于人类活动的加剧, 目前仅受博尔塔拉河、精河和部分地下水的补给^[2]。近 50 年以来, 艾比湖水资源退化严重, 突出表现在水位下降、水域面积减小、水质咸化、生态退化等^[3-4]。由于近几年博尔塔拉河、精河等河流来水量大幅度减少, 艾比湖湖面大面积萎缩, 目前水面面积不足 500 km²^[5]。湖水水质逐年恶化, 目前艾比湖属劣五类重度污染水质, 湖水中的溶解氧、氮、氟化物、砷等指标严重超标, 各类污染物浓度逐年增加, 其发展趋势应引起高度重视。

1 湖水化学特征

湖区共设 5 个水质采样点, 每年 5 月、10

月进行采样, 取 2 次监测结果的均值作为该采样点的年均浓度, 通过分析 2000~2009 年的水质资料得出以下结论。

1.1 矿化度

矿化度是表征湖泊天然水质的主要特征之一。艾比湖湖水矿化度大于 35 g/L, 属于盐湖水。该湖矿化度在 20 世纪 60~80 年代为 87~100 g/L, 80 年代后期, 由于大规模水土开发活动直接导致流域下游入湖水量锐减, 湖水矿化度逐年上升^[6]。由表 1 和图 1 可以看出, 湖水面积与矿化度存在着明显的负相关性, 湖水面积增大, 矿化度降低, 湖水面积减小, 矿化度升高。2004 年之前, 由于艾比湖流域处于丰水期, 湖水面积逐渐增大而矿化度降低; 2004 年以后, 随着丰水期结束, 湖水面积逐年递减, 湖水矿化度呈逐年上升趋势。至 2008 年, 湖水面积缩减至近年来的最小面积 388 km², 矿化度升至近年来的最大值 202 g/L。

收稿日期: 2010-04-12; **修回日期:** 2010-05-24

作者简介: 辛红云 (1974-), 女, 工程师, 主要从事环境监测分析评价工作。E-mail: hjjcz2008@163.com。

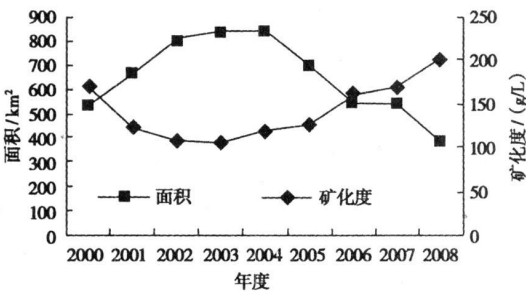


图 1 艾比湖面积和矿化度变化

Fig 1 Water area and salinity change of Ebinur lake in past years

1.2 水化学类型

湖水中主要离子以氯离子和钠离子为主, 其离子顺序为 $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{CO}_3^{2-} > \text{HCO}_3^-$; $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+$ 。因此按阿列金分类为氯化盐钠组 II 型。水型在平面分布上没有差异, 均为氯化盐钠组 II 型。

表 1 历年湖水矿化度与水面积

Table 1 Salinity and water area of Ebinur lake in past years

年度	矿物度 / (g/L)	湖水面积 ^[7] / km ²
2000	170.2	530
2001	122.9	667
2002	107.9	802
2003	105.5	835
2004	119.8	840
2005	126.5	700
2006	160.6	550
2007	169.1	540
2008	202.2	388

1.3 pH 值

湖水 pH 值平均为 8.51, 属弱碱性湖泊。pH 平面分布为西北部略高于东南部, 总体上分布比较均一, 一般变化于 8.4~8.6 之间, 变化幅度不大。

表 2 2009 年艾比湖不同点位水质监测结果

Table 2 Detection result at different point of Ebinur lake in 2009

监测点位	博乐河口	湖心 2	喇叭口	奎屯河口	精河河口
pH	8.56	8.55	8.54	8.44	8.45
DO	3.3	9.7	5.2	4.2	3.3
COD _{Mn}	4.6	1.3	4.6	4.8	5.1
COD _{Cr}	13.8	9.4	12.2	17.8	19.9
总氮	1.43	0.76	7.46	5.81	11.2
总磷	0.05	0.02	0.16	0.18	0.19

2 有机物和营养元素

- 1)溶解氧。溶解氧是反映湖体内有机物含量和湖水自净能力的一个重要指标。该湖湖水中溶解氧含量总体水平较低, 全湖均值为 5.1 mg/L。平面分布为湖心高于湖边, 说明湖心水体自净能力高于湖边。
- 2)高锰酸盐指数。常被作为地表水体受有机污染物和还原性无机物质污染程度的综合指标。湖体中高锰酸盐指数平面分布特点是湖心低于湖边, 说明由于湖心溶解氧含量丰富, 水体自净能力强, 水体中受有机污染物和还原性

无机物质的污染程度较低。

3)化学需氧量。化学需氧量是表征湖水污染程度的综合性指标之一, 主要反映湖水有机物的含量, 即在规定的条件下, 使水样中可氧化物质氧化分解所需耗用氧化剂的量。其平面分布特点与高锰酸盐指数基本相同, 与溶解氧的含量存在明显的正相关性。

4)总磷和总氮。总磷和总氮平面分布状况一致, 即湖的周边较高, 湖心最低, 这主要与湖心区人类活动影响较小以及湖心水体自净能力强有关。此外, 氮、磷这两种营养成分是限制藻类生长繁殖的因素, 藻类生长对 N:P 比要求在 10:1~15:1 范围内, 当 N:P>15 时, 表明藻

类生长受到磷的限制,氮的供应充分;当 $N:P < 10$ 时,则表明藻类生长受到氮的限制,而磷供应充分。艾比湖 $N:P=44.4$,说明艾比湖的藻类生长受到磷的限制。

3 水质综合特征

采用水质综合特征模式^[8]对艾比湖的湖水水质进行评价,水质综合特征模式表达式为 $CNI_{n1} II_{n2} III_{n3} (a_1, a_2 \cdots) IV_{n4} (b_1, b_2 \cdots) V_{n5}$

$(c_1, c_2 \cdots) VI_{n6} (x_1 m_1, x_2 m_2 \cdots)$ 。式中 CN是参加水质评价的水质参数个数。 $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6$ 分别为 I、II、III、IV、V 和劣五类水质; $a_1, a_2 \cdots, b_1, b_2 \cdots, c_1, c_2 \cdots, x_1, x_2 \cdots$ 分别为 I、II、III、IV、V 和劣五类水域标准的水质参数名称; $m_1, m_2 \cdots$ 分别为劣五类水域标准的水质参数的超标倍数。选择地表水环境质量标准中 21 项基本水质参数,依据《地表水环境质量标准》分别对 2002~2009 年的艾比湖湖水水质进行评价,其水质综合特征评价模式见表 3。

表 3 艾比湖湖水综合特征评价
Table 3 Comprehensive evaluation of Ebinur lake water

年度	水质综合特征模式	综合评价
2002	21I 13II 3III 2(COD _{Cr} , ArOH)IV 1(TN)V 2(COD _{Mn} , F ⁻)	V 类
2003	21I 13II 2III 3(COD _{Cr} , Hg ArOH)IV 1(TN)V 2(COD _{Mn} , F ⁻)	V 类
2004	21I 13II 2III 2(COD _{Cr} , TP)IV 2(DO, TN)V 1(F ⁻)VI 1(COD _{Mn} 1.0)	劣五类
2005	21I 14III 3(DO, COD _{Cr} , TP)IV 1(NH ₃ -N)VI 3(COD _{Mn} 2.29, TN 1.15, F ⁻ 5.5)	劣五类
2006	21I 13III 3(COD _{Cr} , NH ₃ -N, ArOH)IV 1(DO)VI 4(TP 1.96, COD _{Mn} 1.58, TN 1.15, F ⁻ 1.54)	劣五类
2007	21I 11II 1III 4(COD _{Cr} , NH ₃ -N, ArOH ⁻ , Hg)IV 1(DO)V 1(COD _{Mn})VI 3(TN 1.1, F ⁻ 0.68, AS 1.1)	劣五类
2008	21I 12II 4IV 1(COD _{Cr})VI 4(DO, F ⁻ 1.94, TN 1.21, AS 2.1)	劣五类
2009	21I 13III 4(NH ₃ -N, COD _{Mn} , DO, ArOH)IV 2(AS, TP)VI 2(F ⁻ 1.3, TN 4.33)	劣五类

备注: VI 指劣 V 类水质。

由表 3 可以看出,2004 年以来艾比湖一直处于劣五类水水质。影响湖水水质的主要污染因子为氟化物、总氮、总磷、砷、溶解氧以及高锰酸盐指数。

2002~2003 年艾比湖水质处于五类水标准,2004 年湖水达到劣五类水,此时的超标项目仅 1 项,2005 年以后超标项目增加至 2~4 项,说明湖水水质恶化的趋势进一步加剧。这一方面与流域水资源开发规模的不断扩大,艾比湖入湖水量锐减,致使艾比湖水面面积快速干缩有关;另一方面随着艾比湖流域工业、农业日益壮大以及人民生活水平不断改善,各类工业废水、农业废水以及生活废水排放量急增,这些生产生活废水随着河流流入艾比湖,导致了艾比湖水质的进一步恶化。

4 富营养化状态评价

当氮、磷等营养物质在湖体内积累过多时,

水体生产力将从低营养状态逐步向生产力高的富营养状态过渡。这种现象的产生,将导致湖体藻类过量繁殖、透明度下降、水色加深、溶解氧急剧降低,直至造成鱼类死亡。因此,湖泊的营养程度既能表达水质的污染状况,又能反映湖泊资源利用现状。

对艾比湖进行营养状况评价时,选择了衡量湖泊富营养的物理、化学和生物学 3 种指标,物理指标选择透明度,化学指标选择总磷、总氮、COD_{Mn},生物学指标选择叶绿素,共计 5 项指标作为评价参数^[9]。采用湖泊、水库营养状态评价方法——综合营养指数法 (TLI)进行评价。综合营养状态指数的计算采用卡尔森指数方法,确定各项参评指标的权重为叶绿素 $a=0.266 \text{ mg/m}^3$; 总磷 $=0.188 \text{ mg/L}$; 总氮 $=0.179 \text{ mg/L}$; 透明度 $=0.183 \text{ m}$; 高锰酸盐指数 $=0.183 \text{ mg/L}$ 。可以得出湖面不同测点营养评价情况。

表 4 艾比湖湖水富营养化状态评价
Table 4 Nutrition status of Ebinur lake water

监测点位	透明度 /m	总磷 / (mg/L)	总氮 / (mg/L)	COD _{Mn} / (mg/L)	叶绿素 a/ (mg/m ³)	综合营养 状态指数
博乐河口	0.18	0.05	1.43	4.6	8.4	55.3
精河河口	0.17	0.19	11.2	5.1	8.2	60.0
湖心(2)	0.20	0.02	0.76	1.3	12	48.6
喇叭河口	0.16	0.16	7.46	4.6	7	63.3
奎屯河口	0.18	0.18	5.81	4.8	8.7	63.8
平均值	0.18	0.12	5.33	4.1	8.86	61.6
单个指标营养 状态指数	84.4	59.9	82.9	38.6	48.7	61.6

由表 4 可知,艾比湖湖水的综合营养状态指数为 61.6,湖体主要受透明度指标的影响,属中度富营养状态,中度污染。综合分析营养化平面分布状况是湖心低,四周高。

5 结论与讨论

从目前情况分析,作为自然保护区的艾比湖,水质具有矿化度高、pH 值偏碱性、溶解氧缺乏等特点,水质综合状况较差,水体自净能力较弱。随着湖面面积急剧萎缩及湖区人类活动日益频繁,污染湖泊的因素也有所增多,湖水水质将进一步恶化。因此,及早制订湖泊水质保护条例和实施跨流域调水工程,是保护艾比湖水质,抑制富营养化趋势的有效途径。

参考文献:

[1] 周长海,雷加强.艾比湖地区风沙危害趋势及对欧亚大

陆桥的影响[J].干旱区地理,2005,28(1):98—102.
[2] 阎顺,穆桂金,远藤邦彦.2500年来艾比湖的环境演变信息[J].干旱区地理,2003,26(3):227—232.
[3] 吉力力·阿不都万里,穆桂金.艾比湖干涸湖底尘暴及其灾害分析[J].干旱区地理,2002,25(2):122—126.
[4] 陈志军,张晶.艾比湖水化学特征的因子分析研究[J].盐湖研究,2008,16(2):19—21.
[5] 张燕.浅析艾比湖水资源开发利用与盐花生产的和谐统一[J].新疆水利,2007(6):64,74.
[6] 钱亦兵,吴兆宇,蒋进,等.近 50a来艾比湖流域生态环境演变及其影响因素分析[J].冰川冻土,2004,26(1):17—26.
[7] 博尔塔拉蒙古自治州统计局.博尔塔拉统计年鉴—2008[G].2008.
[8] 李新贤,党新成,李红,等.新疆主要湖泊、水库的水质综合评价模式及营养状态分析[J].2005,28(5):588—591.
[9] 叶守军,夏军,郭生练.水库水环境模拟预测与评价[M].北京:中国水利水电出版社,1998:52—53.

Evaluation of Water Quality and Nutrition Status of Ebinur Lake

XN Hong-yun¹, CHEN Zhi-jun², WU Lan³

- (1. Environment Monitor Station of Xinjiang Boertala Prefecture Bole 833400, China;
2. Hydroligical and Water Resources Survey Bureau of Xinjiang Boertala Prefecture Bole 833400, China;
3. Environment Monitor Station of Xinjiang Bole City Bole 833400, China)

Abstract: Hydrochemical type and plane distribution characteristic of Ebinur lake was determined by hydrochemical composition analysis. Ebinur lake water is of high salinity, meta-alkalescence and lacking dissolved oxygen. The hydrochemical type is type-II group NaCl and the salinity is as high as 202.2 g/L. Besides, water quality and nutrition status of the lake was evaluated through integrated model.

and trophic status indexes. It is concluded that the nutrition status of Ebinur lake is moderate and the water quality belongs to the inferior class V. The paper can provide scientific basis for water resources protection and reasonable use of the lake.

Key words: Hydrochemical characteristic; Water quality; Nutrition status; Ebinur lake

《盐湖研究》合订本征订启事

《盐湖研究》是原国家科委批准的学术类自然科学期刊,由中国科学院青海盐湖研究所主办,科学出版社出版,1993年创刊并在国内外公开发行。《盐湖研究》自公开发行以来,深受广大读者的厚爱,为了便于本刊读者和文献情报服务单位系统收藏,编辑部藏有 94—95年、96—97年、98—99年、2000年、2001—2002年、2003年、2004—2005年、2006—2007年、2008—2009年合订本,每年册仅收取工本费 90 元。数量有限,欲购者请与《盐湖研究》编辑部联系,联系电话:0971—6301683。