

## 艾比湖流域 2008 年丰水期水环境质量现状评价\*

弥艳<sup>1</sup>, 常顺利<sup>1,2\*\*</sup>, 师庆东<sup>1</sup>, 高翔<sup>3</sup>, 黄聪<sup>1</sup>

(1: 新疆大学资源与环境科学学院绿洲生态教育部重点实验室, 乌鲁木齐 830046)

(2: 中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所, 乌鲁木齐 830002)

(3: 新疆艾比湖湿地自然保护区管理站, 博乐 833400)

**摘要:** 在断面类别比例法的基础上采用内梅罗综合污染指数法分别评价新疆艾比湖流域 2008 年丰水期地表水和底泥的污染程度。评价结果显示: 总氮、总磷、氨氮基本超标; 其中博尔塔拉河污染物超标最严重, 总磷超标 14.1 倍, 总氮超标 10.1 倍。艾比湖流域水质及底泥实际监测类别中 I-III 类比例为 30%, 劣 V 类比例为 30%。因此, 艾比湖流域丰水期水质中度污染。

**关键词:** 艾比湖流域; 内梅罗指数; 地表水; 底泥

## Aquatic environmental quality assessment in Ebinur Lake Catchment during high flow period, 2008

MI Yan<sup>1</sup>, CHANG Shunli<sup>1,2</sup>, SHI Qingdong<sup>1</sup>, GAO Xiang<sup>3</sup> & HUANG Cong<sup>1</sup>

(1: *Key Laboratory of Oasis Ecology of Xinjiang, College of Resources and Environment Science, Xinjiang University, Urumqi, Xinjiang 830046, P.R.China*)

(2: *Institute of Desert Meteorology, China Meteorological Bureau, Urumqi 830002, P.R.China*)

(3: *Aibi Lake National Reserve of Bole Forestry Bureau, Bole 833400, P.R.China*)

**Abstract:** Based on the proportion of cross-section category, the Nemerow Comprehensive Pollution Index was calculated for the water and sediment quality evaluation in Ebinur Lake Catchment during high-water period, 2008. The result showed that the main indicators (TN, TP and  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ) exceed the national standards, especially in Bortala river, i.e., TP exceeded 14.1 times and TN 10.1 times. Furthermore, according to GB3838-2002, the monitored stations showed serious water deterioration with about 30% below Category V in Ebinur Lake Catchment. The result indicated that Lake Ebinur drainage area during high-water period polluted moderately.

**Keywords:** Ebinur Lake Catchment; Nemerow Comprehensive Pollution Index; water quality; assessment

目前, 我国地表水环境质量评价方法较多。有时, 对同一水体的评价都存在差异, 如水质清洁、优良、尚可、较好、污染较重等。有些文献提出过一些分级方法, 如模糊模式识别技术<sup>[1]</sup>、人工神经网络技术<sup>[2]</sup>。但这些方法需设置计算附加条件, 且计算相对复杂, 比较适用于监测数据较多的大流域系统、整体性评价。

通过大量的研究, 本文认为评价地表水环境质量的好坏不仅要考虑地表水水质的污染程度, 而且应结合同一断面底泥的受污染程度, 按照污染类别所占的比例进行评价。将对底泥污染情况的评价作为整个流域水环境质量评价的一部分<sup>[3]</sup>。因此, 本文在断面类别比例法<sup>[4]</sup>的基础上采用内梅罗(N.L, Nemerow)综合污染指数法分别评价地表水和底泥的污染程度。

\* 新疆大学博士启动基金项目(BS060113)、新疆大学绿洲生态教育部重点实验室开放课题项目(XJDX0201-2007-04)和中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所中国沙漠气象科学研究基金项目(Sqj2006006)联合资助。2008-10-20 收稿; 2009-04-03 收修稿。弥艳, 女, 1984 年生, 硕士研究生; E-mail: kay1984722@sina.com.

\*\* 通讯作者; E-mail: ecocsl@163.com.

## 1 研究区域概况

艾比湖——新疆第二大湖泊,也是新疆最大的咸水湖.位置介于 43°38′-45°52′N 和 79°53′-85°02′E 之间.它是奎屯河、四棵树河、古尔图河、精河、阿恰勒河、大河沿子河、博尔塔拉河等 7 条河流的尾闾,整个流域面积 50621km<sup>2</sup>,是一个具有典型干旱区山地—绿洲—荒漠生态环境特点的区域,其中山地面积 24317km<sup>2</sup>,平原区面积 25762km<sup>2</sup>,湖泊面积 542km<sup>2</sup>.艾比湖流域包括博尔塔拉蒙古自治州、奎屯市、独山子、乌苏市、托里县,是北疆地区重要的棉花、粮食、畜牧业基地和石油化工基地.

## 2 样品的采集与分析

2008 年 4 月在艾比湖四条主要汇入河流:博尔塔拉河(出山口与入湖口)、精河(出山口与入湖口)、阿齐克苏河(东大桥)、奎屯河(奎屯河大桥)进行采样,见图 1.样品的采集严格按照《水和废水监测分析方法》中的要求进行布点采样.地表水及底泥指标的分析方法采用了国家规定的标准方法<sup>[5-6]</sup>.

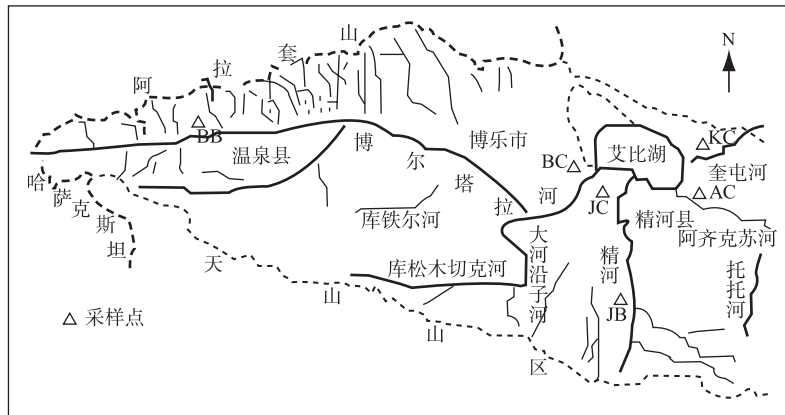


图 1 艾比湖流域采样点分布

Fig.1 Sampling sites in Lake Ebinur Catchment

## 3 研究方法

### 3.1 水质评价

本文采用断面类别比例法:根据评价河流中各级水质类别的断面数占河流所有评价断面总数的百分比来表征评价河流的水质状况<sup>[7]</sup>.各级的类别采用内梅罗综合水污染指数法进行评价.

3.1.1 内梅罗水污染指数法 运用单因子评价法,对照国家《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)和《新疆水环境功能区划》各支流水质标准限值来确定主要污染指标,计算超标倍数( $N$ );内梅罗水污染指数( $I$ )法选择所列的 6 项作为计算水质指标的参数.

$$N=(C_i-S_i)/S_i, I=\left(\frac{[\frac{1}{n}\sum(\frac{C_i}{S_i})]^2 + [\max(\frac{C_i}{S_i})]^2}{2}\right)^{1/2}$$

式中: $n$ 为指标个数; $C_i$ 为水质参数 $i$ 的实际监测值; $S_i$ 为水质参数 $i$ 的标准值,选取(GB3838-2002)中对应各断面的水质类别标准限值作为标准值.参考《内梅罗水质指数污染等级划分标准》对艾比湖水水质进行评价<sup>[8-9]</sup>.

3.1.2 水质评价结果 根据监测结果,对照等级标准,确定水质类别.评价结果见表 1.艾比湖水环境现状质量评价结果显示,有机污染指标(化学耗氧量、生化需氧量)均未超标,而用来评价农业、生活污染和水体富营养状况的主要指标——总氮、总磷、氨氮基本上各条支流均超标.其中博尔塔拉河污染物超标最严重.

### 3.2 底泥评价

3.2.1 评价方法与参考标准 底泥中金属离子的评价参考《全国土壤(A层)背景值》, DDT 和六六六参考土壤环境质量标准(GB15618-1995)二级标准.

(1)底泥中各污染物单项评价用公式计算污染指数:

$$P_i = \frac{C_i}{S_i}$$

式中:  $P_i$  为污染指数;  $C_i$  为污染物实测值;  $S_i$  为污染物评价标准值.

当  $P_i < 1$  表示沉积物未污染,  $P_i > 1$  表示沉积物已污染, 当  $P_i$  值越大则表示污染越严重.

表 1 2008 年 5 月艾比湖流域实际监测水质类别(mg/L)

Tab.1 The water quality categories of actual monitoring in Ebinur Lake Catchment in May, 2008

指标	BB	BC	JB	JC	KC	AC
	超标倍数					
pH	不超标	不超标	不超标	不超标	偏酸	不超标
COD <sub>Cr</sub>	不超标	0.13	不超标	不超标	0.1	不超标
BOD <sub>5</sub>	不超标	1.5	不超标	不超标	1.00	0.67
氨氮	0.44	不超标	0.29	不超标	不超标	不超标
总磷	14.1	10.28	2.5	不超标	不超标	不超标
总氮	10.1	8.74	6.45	1.9	0.51	2.5
内梅罗水污染指数	11.23	8.46	5.52	2.18	2.23	2.67
水质类别	严重污染 V	严重污染 V	严重污染 V	污染 III	污染 III	污染 III

(2)底泥综合评价采用内梅罗(N.L, Nemerow)综合污染指数<sup>[10]</sup>:

$$P_h = \sqrt{(\overline{P_i}^2 + P_{\max}^2) / 2}$$

式中:  $P_h$  为底泥综合污染指数;  $P_{\max}$  为各单项指标中最高值;  $P_i$  为各单项指标的均值.

3.2.2 评价结果分析 艾比湖流域底泥中最主要的重金属污染物是砷和镉, 各断面上的  $P_i$  大于或接近 1, 表明沉积物已受污染. 按照  $P_i$  的大小, 流域中污染物的排序为: 镉 > 砷 > 铅 > 汞 > DDT > 六六六. 从各条河流上看, 博尔塔拉河底泥污染最严重(表 2).

各断面上底泥综合污染指数均达到 IV 级标准, 表明底泥严重污染. 监测的四个断面中博尔塔拉河下游和阿其克苏河断面底泥污染最严重(图 2).

由底泥中各污染物污染指数和内梅罗(N.L, Nemerow)综合污染指数所得结果均表明, 艾比湖流域内博尔塔拉河和阿其克苏河底泥污染较严重, 存在的主要污染物为镉和砷. 结合艾比湖流域主要城镇居民以农业为主的生活方式, 可以看出, 该流域底泥污染物主要来源于农业活动中大面积的施用农药和化肥, 通过地表径流流入地表水, 沉积于底泥中<sup>[11]</sup>.

### 3.3 艾比湖流域水环境质量综合评价

评价结果表明, 水质及底泥实际监测类别中 I-III 类比例为 30%, 且劣 V 类比例为 30%. 因此, 艾比湖流域丰水期水质分级为: 中度污染(表 3).

表 2 艾比湖流域部分监测断面底泥评价结果

Tab.2 Evaluation results of sediments monitoring sections in Ebinur Lake Catchment

$P_i$	in Ebinur Lake Catchment			
	BB	BC	KC	AC
汞	0.292	0.308	0.292	0.277
砷	0.824	1.018	0.858	1.241
铅	0.712	0.819	0.762	0.827
镉	1.072	1.588	0.969	0.979
DDT	0.024	<0.006	0.022	<0.006
六六六	0.006	0.004	0.018	0.008
$P_h$	13.487	15.551	14.427	15.768
级别	IV 级	IV 级	IV 级	IV 级
评价	重污染	重污染	重污染	重污染

表3 河流或水系水质及底泥分级

Tab.3 Quality classification of sediment and water of river

水质及底泥类别比例	水质分级
I-III类水质及底泥比例 $\geq 90\%$	优
$75\% \leq$ I-III类水质及底泥比例 $< 90\%$	良好
I-III类水质及底泥比例 $< 75\%$ , 且劣V类比例 $< 20\%$	轻度污染
I-III类水质及底泥比例 $< 75\%$ , 且 $20\% \leq$ 劣V类比例 $< 40\%$	中度污染
I-III类水质及底泥比例 $< 75\%$ , 且劣V类比例 $\geq 40\%$	重度污染

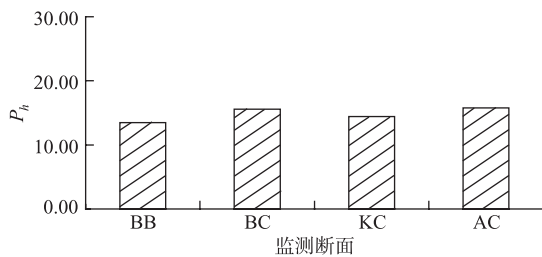


图2 艾比湖流域部分底泥监测断面综合污染指数  
Fig.2 Comprehensive pollution index of sediments monitoring sections in Ebinur Lake Catchment

#### 4 结论

综上所述,造成艾比湖流域水环境质量污染的主要原因为:

(1)由艾比湖水环境现状质量评价结果显示,有机污染的指标均未超标,而生活及农业污染主要指标——总氮、总磷、氨氮基本上超标.主要原因为:近几年来,流域内无规划的扩大耕种范围,大量不合理地使用化肥、农药,使得部分农药残留以及一些小企业的工业污水进入河槽,造成博尔塔拉河、精河等河流中N、P等营养元素含量偏高.因此,农业面源污染是艾比湖流域水质较差的主要原因.

水质较差的主要原因.

(2)在农村,由于缺乏相应的生活污水处理设备和措施,大部分污水直接排放到环境中.相关研究表明:生活污染对水环境的污染主要是TN和TP的污染<sup>[12]</sup>;此外,农村家畜粪便和垃圾的随意堆放,使得其中的主要污染物质:悬浮物、有机质、沉积物、细菌、病毒、微生物和N、P、K及其它养分,在畜禽粪便的收集、贮存、运输、土地运用期间可能产生环境污染,尤其是降雨过程中都会进入水体,形成非点源污染.

(3)近年来,随着艾比湖地区生态保护措施的实施,艾比湖水域面积有逐渐恢复扩大的趋势,地下水位的提高加重地势低平地区的土地盐碱化,严重的地区大量耕地丢荒.研究表明<sup>[13]</sup>:博州地区受盐渍化危害的耕地面积为 $6174\text{hm}^2$ ,受中度盐渍化危害的草场面积为 $5.14 \times 10^4\text{hm}^2$ .盐渍土对大多数植物和微生物有害,并可使微量元素沉积,恶化土壤的物理化学性质.经过降雨过程,随地表径流进入水体,使得水体自净能力降低,最终使部分微量元素沉积于底泥中,对地表水造成潜在的危害.

#### 5 参考文献

- 段佐亮,张永祥.模糊模式识别技术及在环境质量分级中的应用.中国环境监测,1994,10(6):39.
- 王俭,孙铁珩,李培军等.基于人工神经网络的区域水环境承载力评价模型及其应用.生态学杂志,2007,26(1):139-144.
- 李伟,宋洁,王斌.基于典型相关分析的河流水质与底泥的相关性研究.环境研究与监测,2007,20(1):6-9.
- 毛剑英,肖建军,朱建平.地表水环境质量定性评价.中国环境监测,2005,21(6):56-58.
- 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会.水和废水分析方法(第四版).北京:中国环境科学出版社,2002.
- 奚旦立,孙裕生,刘秀英.环境监测(第三版).北京:高等教育出版社,2004.
- 马登军,徐海宏,吴锐等.鲍邱河水质分析与评价.华北科技学院学报,2006,3(3):18-20.
- 李建军,冯慕华,喻龙.辽东浅水区水环境质量现状评价.海洋环境科学,2001,20:42-45.
- 申锐莉,张建新,鲍征宇等.洞庭湖水质评价(2002-2004年).湖泊科学,2006,18(3):243-249.
- 张思冲,胡海清,张敏等.大庆城郊湿地沉积物重金属污染评价.中国农学通报,2007,23(3):376-391.
- 程南宁,李巍,冉光兴等.浙江东钱湖底泥污染物分布特征与评价.湖泊科学,2007,19(1):58-62.
- 叶飞.江苏省水环境农业非点源污染综合评价与控制对策研究[学位论文].南京:南京农业大学,2005.
- 贾春光,王晓峰,杨龙等.艾比湖水位变化对湖区生态效益影响的初探.新疆师范大学学报,2005,24(3):141-144.