

女山湖水化学特征及水质现状评价*

潘红玺 王云飞

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210003)

提要 通过对女山湖水体化学成份的分析, 确定其水化学类型及基本特征, 并对水质进行综合评价。结果表明: 湖水属低矿化软水, pH 偏碱, 溶解氧丰富, 水化学类型为重碳酸钙组 II 型水(C₂), 且以 IV 类水质为主, 基本符合生活饮用、渔业等多种用途的需要。

关键词 水化学特征 水质评价 女山湖

女山湖是淮河流域为数不多的构造断陷湖, 在全球变化研究中, 因其具有较长的发展历史, 被首选为重建淮河流域气候变化和洪涝灾害演化史的典型湖泊而受到重视。另一方面女山湖又以湖泊资源丰富著称, 是皖东地区重要的水产品基地。但随着沿湖工农业生产的发展, 湖泊污染增强、水质趋于恶化。为提供有关水环境背景依据和合理利用与保护女山湖水资源, 于 1994 年 4 月对该湖进行了实地考察、取样和分析, 结合滁州地区环保监测站 1984 年的水质监测资料, 对其水化学特征及其营养状况作简要分析与评价。

1 概况

女山湖位于 33°N、118°E, 安徽省嘉山县北部。属于季风气候区, 北亚热带与暖温带渐变的过渡地带。气候温和, 雨量适中, 多年平均气温 15℃, 年平均降水量为 934.1mm。湖泊面积为 104km², 平均水深 1.71m, 最大水深 3.5m。湖泊蓄水容量 1.78×10⁸m³。

1978 年特大干旱之后, 安徽省人民政府在湖泊出口女山镇兴建控湖大坝, 将女山湖与七里湖分隔开。把原来的吞吐型湖泊改造成为水位受人类控制的湖泊。主要入湖径流为池河, 其发源于湖区南部莲江、定远一带, 全长约 150km, 经湖体调蓄后从东北部流出最终在红山头附近注入淮河。

2 湖水化学特征

女山湖湖区共设 3 个采样点: 湖的南头(1 号点)、湖心(2 号点)及湖东头(3 号点); 七里湖采样点 1 个, 在靠近闸口 2km 处(图 1)。

2.1 矿化度和水化学类型

2.1.1 矿化度 全湖平均矿化度为 230mg/L, 总硬度为 5.7 德国度, 属低矿化软水。但与

* 国家自然科学基金资助项目(49271068)。

来稿日期: 1995-01-10; 接受日期: 1995-02-20。

作者简介: 潘红玺, 男, 1950 年生, 实验师。主要从事湖泊水化学研究工作, 近年发表有关论文 10 余篇。

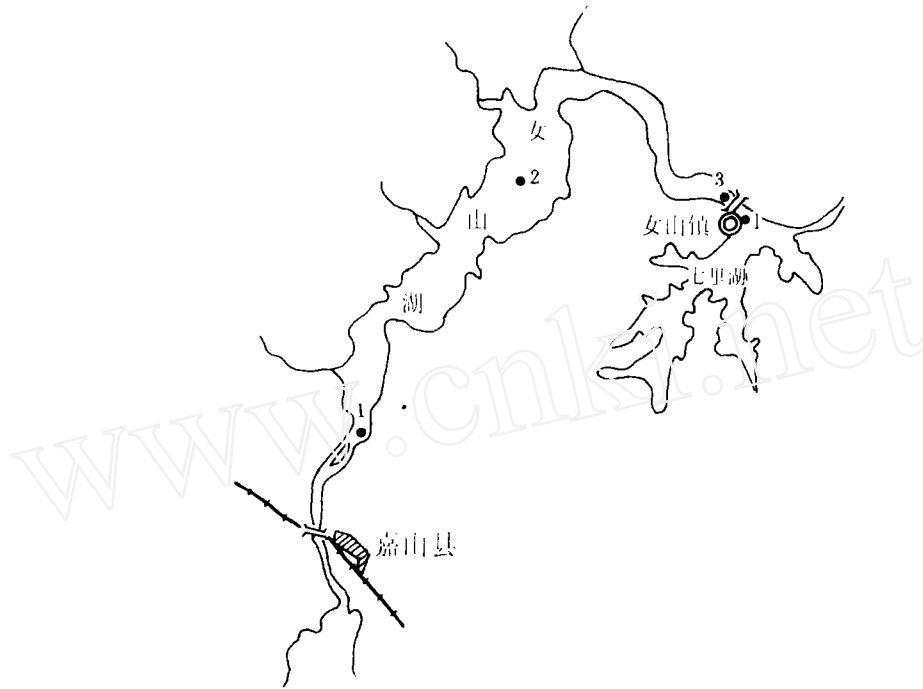


图1 女山湖水质采样点位置

Fig. 1 Sampling distribution of water quality in Nushan Lake

邻近的花园湖及省内的一些湖泊相比,除沱湖外,则高于其它湖泊(表1)。

表1 女山湖与安徽省内一些湖泊湖水矿化度比较

单位:mg/L

Tab. 1 Comparison of mineralized degree between Nushan Lake and some lakes in Anhui Province (mg/L)

湖名	女山湖	洪泽湖*	城东湖	城西湖	花园湖	瓦埠湖	安丰塘	七里湖	沱湖
测定日期	1994.4	1989.9	1994.7	1994.7	1994.7	1994.7	1994.7	1994.4	1994.7
矿化度	230	214	130	138	136	126	65	226	321

* 系江苏省。

湖水矿化度的平面分布有明显的差异,湖的南部测点为206mg/L,湖心测点为259mg/L,湖的东部测点为225mg/L。形成了东、南部水域矿化度低,湖心高的差异。形成这一特殊分布现象的原因主要是:湖面窄长,湖的东北建闸控制水位,使湖水流动缓慢,水体得不到充分交换造成。湖南部水域矿化度低的原因是由于低矿化的河水进入湖区稀释所致。

2.1.2 水化学类型 湖水中主要离子以重碳酸根、钙离子为主,分别占阴阳离子摩尔总数的64.05%和36.52%,以mol/L计,其离子排列顺序为 $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{CO}_3^{2-}$; $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$ 。因此,按O·A阿列金分类,女山湖应为重碳酸盐钙组Ⅱ,即 C_1^{Ca} [1]。

水型在平面分布上亦有一定差异,湖心及湖东部测点为重碳酸盐钙组Ⅱ型水,湖的南部水域靠嘉山县一带为重碳酸盐钠组Ⅱ型水。与80年代初湖水均一重碳酸盐钙组Ⅱ型水相比,湖水化学组成有所改变,这与嘉山县及湖滨一带工农业生产近年来蓬勃发展有关。一些

含有污染物质的工、农业废水进入湖区,使湖水中无机盐含量增高,应引起有关部门重视。

2.2 pH 值与溶解氧

2.2.1 pH 值 pH 是一个重要的生态因子,它的改变会使水中物质存在形式发生变化。水源或水体受到污染时,水中 pH 值差异更大。

湖水 pH 值平均为 8.8,属偏碱性湖泊。与 80 年代相比,略有所增高。平面分布差异较大:湖心为 8.43,湖的东部测点为 8.7,南部测点为 9.51。南部测点 pH 高的原因:一是受到嘉山县城工业废水及生活污水的污染,二是由于这一带水草茂密,白天由于光合作用,植物大量吸收水中二氧化碳,使湖水中 pH 值升高。这也说明了水中生物过程进行的越强烈,pH 变化幅度也越大。

2.2.2 溶解氧 湖水中溶解氧较丰富,平均为 8.6mg/L。平面分布上南部水域水草茂密,植物的光合作用使湖水中氧的含量增高为 9.0mg/L,湖心一带为 8.8mg/L。东部一带水域由于网围养鱼,人工投饵等污染因素使水中氧的含量偏低为 8.0mg/L。氧的垂直变化,呈递减趋势(图 2)。

七里湖测点溶解氧为 8.75mg/L,pH 值较高为 9.27。该湖面积较小仅为 46.5km²。pH 值与 80 年代初(平均为 8.4)相比,亦有所增高。

2.3 有机物与营养物质

2.3.1 化学耗氧量(COD_{Cr}) 湖水中有机物耗氧量不高,平均为 12.47mg/L,七里湖为 8.5mg/L。平面分布上有差异,湖心较低为 11.1mg/L,湖东面网围区较高为 14.3mg/L,南头为 12.0mg/L。

2.3.2 总氮和总磷 总氮包括有机氮和无机氮(NH₃-N、NO₂⁻-N 和 NO₃⁻-N)。湖水中以无机氮为主,占总氮的 51.76%,有机氮占 49.24%。无机氮在湖水中以硝态氮存在形式为主,氨态氮次之,亚硝态氮含量最低(表 2),与 1984 年相比,有效氮含量略有偏低。

表 2 女山湖水体中有效氮含量的变化

单位:mg/L

Tab. 2 The changes of available nitrogen's concentration of the water in Nushan Lake

时间	采样点	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N	NH ₃ -N
1994 年 4 月	湖南头	0.201	0.014	0.114
	湖心	0.220	0.009	0.147
	湖闸口	0.163	0.011	0.139
	平均值	0.194	0.011	0.133
1994 年 4 月	七里湖	0.189	0.012	0.114
1984 年	女山湖	0.220	0.009	0.147

总磷含量平均为 0.051mg/L,其中可溶性磷酸盐(以 PO₄³⁻表示)不高,平均仅为 0.002mg/L。

总氮和总磷平面分布状况较一致,即湖的上、下游低,湖心高。总氮、总磷含量湖心分别为 1.095mg/L、0.068mg/L,湖上游分别为 0.442mg/L 和 0.042mg/L,湖下游闸上 4km 处

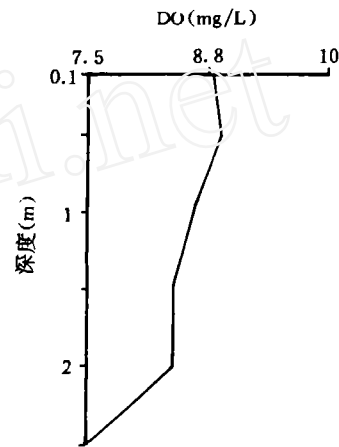


图 2 女山湖溶解氧垂直变化

Fig. 2 The dissolved oxygen variation of Nushan Lake

分别为 0.462mg/L 和 0.051mg/L。这与调查期间湖的上、下游点水草茂盛有关,生长过程中吸收了氮、磷营养物质。湖心则水草少,故而氮、磷含量都比较高。

此外,氮、磷这两种营养成分是限制藻类生长繁殖的因素。一般来讲,藻类生长对 N:P 比要求在 10:1~15:1 这一范围。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。1994 年 4 月对女山湖总氮、总磷的测定结果,总氮为 0.666mg/L,总磷为 0.051mg/L, $N:P = 13$ 。表明女山湖的氮、磷之比适合藻类生长需求的范围内。

3 水质综合评价

1984 年滁州地区环境监测站对该湖水体作过丰、平、枯水期三次水质监测,丰水期酚、氰、汞、铬、砷均未检出,平水期和枯水期酚、铬、砷有检出(表 3)。在此基础上,根据 1994 年 4 月监测项目,并考虑到女山湖作为皖东地区重要的水产品基地,选择了以下 12 个项目作为水质评价参数,按最新发布的中华人民共和国地面水环境质量标准(GB3838-88)作为评价水质的依据。表 4 为女山湖水环境质量评价的分类标准。对一些尚未作明确规定的水质参数,如总有机碳(TOC),则参照国外有关标准自行确定。

表 3 女山湖 1984 年水质监测资料* 单位:mg/L
Tab. 3 Data of the water quality monitoring of Nushan Lake in 1984

项 目	丰水期	平水期	枯水期
pH	8.2	7.6	7.6
悬浮物	280	269	--
硬度	3.82	6.4	--
DO	5.7	9.9	9.6
BOD ₅	1.9	2.1	6.4
COD _{Mn}	4.4	3.9	4.7
NH ₃ -N	0.10	0.14	0.20
NO ₂ -N	0.004	0.016	0.006
NO ₃ -N	0.38	0.18	0.10
TP	--	0.165	--
Phn	0	0.025	0.001
CN ⁻	0	0	0
Hg	0	0	0
Cr	0	0.004	0
As	0	0	0.050
细菌总数(个/mL)	--	10100	--
大肠菌数	--	280	--
硫化物	0.4	0.4	--

* 该资料由嘉山县环境监测站提供。

单参数评价,采用分类评价法,即以实测值对照标准确定其功能类别。综合评价时,以评价参数中最低功能类别作为某水域的综合功能类别。就评价结果(表 5)而言,女山湖水质分为几种类型,即湖中心及东部一带水域受到轻污染,属 IV 类;湖的上游靠近嘉山县一带和靠近女山镇的七里湖一带水域已受到重污染,属 V 类水。因此,其水质作为生活饮用水及水产养殖、农田灌溉都值得引起各方面的注意。

表 4 女山湖环境质量评价的分类标准* 单位:mg/L
 Tab. 4 Taxonomic criteria of environmental quality assessment of Nushan Lake

参 数	I 类 (清洁)	II 类 (较清洁)	III 类 (允许值)	IV 类 (轻污染)	V 类 (重污染)
pH	6.5~8.5	6.5~8.5	6.5~8.5	6.5~8.5	6~9
溶解氧 DO \geq	饱和率 90%	6	5	3	2
化学需氧量 COD _{Cr} \leq	15 以下	15 以下	15	20	25
硝酸盐 NO ₃ -N \leq	10 以下	10	20	20	25
亚硝酸盐 NO ₂ -N \leq	0.06	0.1	0.15	1.0	1.0
非离子氨 NH ₃ \leq	0.02	0.02	0.02	0.2	0.2
凯氏氮 KN \leq	0.5	0.5	1	2	2
总磷 TP \leq	0.02	0.1(湖库 0.025)	0.1(湖库 0.05)	0.2	0.2
总有机碳 TOC \leq	6	8	10	12	15
硫酸盐(以 SO ₄ ²⁻ 计) \leq	250 以下	250	250	250	250
氯化物(以 Cl ⁻ 计) \leq	250 以下	250	250	250	250
溶解性铁 Fe \leq	0.3 以下	0.3	0.5	0.5	1.0

* 参照国家地面水环境质量标准 GB3838-88。

表 5 女山湖水质评价 单位:mg/L
 Tab. 5 The assessment of water quality of Nushan Lake

采样点	pH	溶解氧 (%)	化学 需氧量	非离 子氨	硝酸 盐氮	亚硝 酸盐氮	凯氏氮	总磷	总有机 碳	硫酸盐	氯化物	溶解 性铁	综合功 能类别
1	$\frac{9.51}{V}$	$\frac{98}{I}$	$\frac{12.0}{I}$	$\frac{0.08}{IV}$	$\frac{0.201}{I}$	$\frac{0.014}{I}$	$\frac{0.2}{I}$	$\frac{0.042}{II}$	$\frac{5.5}{I}$	$\frac{25.03}{I}$	$\frac{18.33}{I}$	$\frac{0.037}{I}$	V
2	$\frac{8.43}{II}$	$\frac{96}{I}$	$\frac{11.1}{I}$	$\frac{0.02}{II}$	$\frac{0.220}{I}$	$\frac{0.009}{I}$	$\frac{0.9}{II}$	$\frac{0.068}{IV}$	$\frac{3.0}{I}$	$\frac{27.6}{I}$	$\frac{17.42}{I}$	$\frac{0.052}{I}$	IV
3	$\frac{8.7}{IV}$	$\frac{87}{I}$	$\frac{14.3}{I}$	$\frac{0.03}{IV}$	$\frac{0.163}{I}$	$\frac{0.011}{I}$	$\frac{0.3}{I}$	$\frac{0.051}{IV}$	$\frac{6.2}{I}$	$\frac{22.2}{I}$	$\frac{20.82}{I}$	$\frac{0.029}{I}$	IV
七里湖	$\frac{9.27}{V}$	$\frac{95}{I}$	$\frac{8.5}{I}$	$\frac{0.06}{IV}$	$\frac{0.189}{I}$	$\frac{0.012}{I}$	$\frac{0.4}{I}$	$\frac{0.051}{IV}$	$\frac{6.7}{I}$	$\frac{13.9}{I}$	$\frac{14.29}{I}$	$\frac{0.033}{I}$	V
平均	$\frac{8.98}{IV}$	$\frac{94}{I}$	$\frac{11.5}{I}$	$\frac{0.05}{IV}$	$\frac{0.193}{I}$	$\frac{0.012}{I}$	$\frac{0.4}{II}$	$\frac{0.053}{IV}$	$\frac{5.4}{I}$	$\frac{22.18}{I}$	$\frac{17.72}{I}$	$\frac{0.038}{I}$	IV

* 溶解氧单位为饱和率(%),分母为功能类别。

4 结语

湖泊水质环境保护是当前国民经济发展的一个重要环节。也是湖泊生态平衡不受到破坏的重要措施。

近年来,女山湖附近的乡、镇工农业生产迅猛发展,湖泊网围养鱼普遍兴起,人为因素对湖泊水质的影响越来越大。湖泊水体中无机盐含量在被调查的安徽省近 20 个湖泊中居第 3 位。pH 偏碱,水质已受到不同程度地污染。湖泊水质营养现状已处富营养化的过渡期。目前因湖泊水体中溶解氧较丰富,湖水的自净能力较强,尚能起到一定的缓解作用。但考虑到

湖体本身自净能力总有一定限度,如任其发展超过了限度,湖泊水质将会急剧恶化,其发展趋势应引起高度重视。

鉴于以上情况,建议制定湖泊水质保护条例,规划和控制网围养鱼面积;建设污水处理系统;保护现有的水生植物。这是保护女山湖水质、抑制富营养化趋势的有效途径。

参 考 文 献

- 1 O A 阿列金著. 水文化学原理. 北京:地质出版社,1960

THE ASSESSMENT OF HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS AND STATUS OF NUSHAN LAKE

Pan Hongxi Wang Yunfei

(*Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008*)

Abstract

Through the analysis of hydrochemical composition of natural water in Nushan Lake, the type and fundamental characteristics of hydrochemistry can be determined. The water is characterized by low mineralized degree and hardness, rich dissolved oxygen, and low alkaline pH. The type of water is C_1^a .

Besides, through the compositive assessment of water quality in this lake, the following conclusions can be given: grade IV occupies great majority of the whole water area of this lake. Therefore, the water conforms to many uses: drinking, fishery and tourism, etc.

Key Words hydrochemical characteristics, assessment of water quality, Nushan Lake