

中国湖泊污染状况的基本评价^①

袁旭音^②

(南京地质矿产研究所,江苏南京 210016)

摘 要:湖泊是重要的地表水资源,它们与湖泊周围人群的生活密切相关。由于受到人类生产和生活的影响,湖泊所受的污染越来越严重,盐化(重金属化)、富营养化和酸化正在使水质日益恶化,使人的生存环境遭到不同程度的破坏。如何正确评价中国湖泊的污染状况,合理利用湖泊资源,保护生态环境,是摆在我们面前的一个重大课题。笔者试图通过对中国湖泊污染状况的基本分析,唤起人们对湖泊环境的重视,并提出因地制宜的整治措施。

关键词:湖泊;污染;评价

中图分类号:X52

文献标识码:A

中国是一个湖泊众多的国家,面积大于 1 km^2 的湖泊有 2848 个,总面积为 80645 km^2 , 约占全国国土面积的 0.8%。湖泊是重要的可多功能利用的地表水资源,大湖泊还具有较高的灌溉、防洪、航运、养殖等功能,对调节气候有重要作用。可见,湖泊与人类生存和社会发展有密切的关系,合理利用湖泊资源,保护湖泊生态环境是社会经济发展的重大课题。

湖泊与人类生活息息相关,受到了人类活动的影响,特别是在东部人口稠密地区,湖泊所受的污染越来越严重。中国湖泊的生态环境状况普遍存在着七大问题:泥沙淤积、水面退缩、沼泽化、盐化、富营养化、酸化和由此引起的生态环境恶化和资源退缩。其中泥沙淤积、水面退缩、沼泽化属于生态的范畴,而盐化(重金属化)、富营养化和酸化则为环境污染。

1 湖泊中的重金属污染

浙江千岛湖是一个年轻的人工湖泊,由于新安江水库的建设而形成,但目前的统计表明,其湖底沉积物中 Cd、Hg、Zn 的自然富集系数大于正常值的 2 倍,呈现 Cd、Hg、Zn 污染的迹象^[1]。江西鄱阳湖地处中国中部,是中国最大的淡水湖,目前其沉积物中 Fe、Mn、Cd、Hg、Zn 均高于正常土壤背景值^[2]。受江西德兴铜矿开采的影响,鄱阳湖沉积物的重金属含量明显增高,特别是 Cu,对照背景浓度,沉积物平均富集倍数可达 20~70 倍,而 Pb、Zn 的富集倍数分别为 6~17 倍和 2~8 倍,这些重金属可以随着水体的活动而释放出来,造成湖水

① 收稿日期:2000-02-01

② 作者简介:袁旭音(1964-),男,江苏无锡人,南京地质矿产研究所副研究员,南京大学在读博士,从事矿床和环境地球化学研究。

重金属元素的含量明显增高^[2],其中以 Zn、Pb、Cu、Cr、Sn 较为严重。

云南与四川交界处的泸沽湖和云南洱海地处我国西南部,前者基本未受人类活动影响,后者受人为活动影响严重,某些金属元素在沉积物中的分布基本与人为活动呈正比。在 Fe、Mn、Cu、Ni、Cd、Pb 等金属元素中,只有 Cu 在泸沽湖沉积物中相对较高,其余元素均是洱海高。重金属的扩散通量则受季节影响。一般夏季扩散通量大,冬季扩散通量小^[3]。

南四湖位于山东省西南,是南阳、独山、昭阳、微山四湖的总称,南北长 126 km,东西宽 5~25 km,湖面总面积 1266 km²,全湖平均水深 1.5 m,是山东省最大的浅水型淡水湖泊。南四湖底质中重金属污染物主要是 Cr、Hg、As,入湖河口底质中 Cr、Hg、As 的污染负荷比大于湖内,其中又以 Cr 污染最重^[4]。微山湖地区由于煤矿的开采和大量工业废污水的排入,湖泊沉积物中 Mg、Mn、Fe、Pb、Zn 等含量增高,湖水的矿化度和硬度增加,同时地下深层煤矿等矿产资源开发过程中不断地将深部岩层中的盐分带到地表,造成湖水的盐度增加。

南京玄武湖属于浅水型湖泊,平均水深 1.14 m,最大水深为 2.31 m,面积 3.7 km²。湖水主要靠钟山北麓雨水供给。玄武湖湖底沉积物中重金属的含量均超过南京相应地区冲积土中重金属的平均值(表 1),表明重金属在玄武湖沉积物中有一定的积累。

表 1 玄武湖沉积物中重金属的平均含量^[4]
Table 1 The average contents of heavy metals in sediments of Xuanwu lake

指标	Hg	As	Cr	Cu	Pb	Zn	Ni	Co	Mn
南京地区重金属平均值	0.17	10.6	59	2.2	24.8	76.8	35.0	14	511
沉积物中重金属平均含量	0.28	11.18	113.8	107.2	7.4	588.8	52.1	17.1	451.3
沉积物中各金属的累积系数	1.64	1.05	1.92	3.32	1.51	7.66	1.48	1.22	0.88

根据玄武湖中各重金属累积系数的大小,其相对累积顺序为:Zn>Cu>Cr>Pb>Ni>Hg>Co>As>Mn,主要重金属污染物为 Zn、Cu、Cr、Hg。

滇池水系也受到了重金属的污染,以草海为甚,主要污染元素为 Sn、Pb、Cr、Hg^[4]。

据调查^[1],近 30 多年来,中国部分湖泊含盐量明显增加,特别是西北地区湖水变咸趋势很明显(表 2),如内蒙古的乌梁素海,1958 年湖水的含盐量为 60 g/t,1971 年已升为 439 g/t,13 年来湖水含盐量增加了 6.3 倍,由淡水湖变成了咸水湖。

新疆博斯腾湖曾是我国最大的内陆淡水湖,位于新疆巴音郭楞蒙古自治州,湖泊面积 968 km²。由于工业污染和人类活动,造成盐污染较重,湖水咸化。30 年前湖水矿化度仅 0.4 g/L,目前已达到 1.43 g/L^[5],已属微咸湖。

洞庭湖是我国五大淡水湖之一,从 1949 年到 1983 年,湖水的面积已从 4350 Km² 萎缩

表 2 中国部分湖泊含盐量变化的统计

Tab.2 The salinity variation insome parts of lakes in China

湖名	含盐量变化(g/t)	统计年份(年)	上升比例(%)
乌梁素海	600-4390	1958-1971	631.7
古力湖	176-426	1959-1987	142.0
黄旗海	7800-18000	1972-1977	130.8
红硷淖	2600-3900	1950-1980	50.0
岱海	2250-4245	1962-1996	88.7
博斯腾湖	3513-10558	1969-1999	35.6
呼伦湖	987.5-1240	1963-1987	25.6
羊卓雍湖	1781-1942.6	1979-1988	9.1
青海湖	1262-13128	1962-1987	4.0

为 2691 Km²,生活污水和工业污水排入湖中,使生态环境全面恶化,血吸虫疫区重新扩大。其重金属含量也高出背景值数倍。

重金属污染大多集中于湖泊底质中,特别是城市内湖。一些矿山附近的湖(如大冶湖)的重金属污染较严重,而不同湖泊、不同部位污染的重金属种类不同。

2 湖泊的有机污染

我国有些湖泊(特别是人口密集区的湖泊)有机污染相当普遍。农药的使用和大量生活污水(如含磷洗衣粉水的排放),是导致湖泊有机污染的重要因素。

云南玉溪市境内抚仙湖,是我国第二深淡水湖泊,平均水深 87 m,最大水深 157.3m,由于水体较深,目前水质较好,但随着湖区周围的经济

表 3 抚仙湖水体的水环境容量及 2000 和 2010 年入湖污染负荷
Table 3 water environment capacity of Fuxian lake and into lake pollution charge in 2000 and 2010 year

年份	指标	COD _{Cr}	BOD ₅	TP	TN
2000	水环境容量	13788	4266.37	274.73	717.85
	预测入湖量	4328.2	1157.06	143.90	720.3
	应削减量或余量	+ 9459.8	+ 3109.37	+ 130.83	- 2.45
2010	水环境容量	13788	4266.37	274.73	717.85
	预测入湖量	5142.0	1533.3	157.1	791.8
	应削减量或余量	+ 8646	+ 2733.07	+ 117.63	- 73.95

注: - 表示应削减量, + 表示余量。

发展,化肥农药的大量使用等将导致湖泊生态环境恶化。抚仙湖居澄江县下游,城乡生活污水、工业废水和农田径流均通过河流汇入湖泊。年排入抚仙湖的城乡生活污水、工业废水约 468 万 m³,经点源和面源输入的污染负荷 BOD₅ 为 1050 t,COD_{Cr}为 4080 t,TP 为 134 t,TN 为 430 t。从抚仙湖水体的各种指标来看,大部分污染负荷为正值,表明污染物质是不断积累的。该湖泊容量是滇池的 12 倍,而入出湖水量相对较小,湖水更新周期长。更新一次需要 167 年^[6]。如果湖水一旦被严重污染,则极难在短期恢复。

近年来的研究表明,影响太湖水质的主要有机污染物为氮(凯氏氮)和磷。1987~1995 年间,凯氏氮上升了 66%,TP 则上升了 79%,平均每年上升达 9.9%。南京地理和湖泊研究所“七五”期间研究表明,太湖 TN 年净入湖量为 3105 t,是湖泊水

表 4 滇池各年污染物入湖量

Table 4 Import quantities of pollutants in different water years

年份	水量 (* 10 ⁴ m)	BOD ₅ (t)	COD (t)	TN (t)	TP (t)	水文年型
1988	28100	909	2439	1468	204	P= 80% (枯)
1992	25480	916	2051	1336	194	P= 90% (特枯)
1993	43130	1412	2911	2249	312	P= 50% (偏枯)
1994	70894	2172	4677	3785	525	P< 50% (丰水)

体原有含量的 33%;TP 年净入湖量 945.9 t,是湖泊水体原有量的 5.7 倍。以有机污染物指标 COD_{Mn}为例,1960 年含量 1.90 mg/L,1980 年 2.83 mg/L,上升了 49%,1995 年则达 4.48 mg/L,比 1960 年上升了 136%,氨氮(NH₃-N)由 50 年代的 0.079 mg/L 上升到 90 年代初的 1.57 mg/L,增加了 20 倍^[7]。

浙江千岛湖在 90 年代初每年剩余有机污染物(输入量 - 输出量)为,总氮 2770 t/a,总磷 290.3 t/a,其中工业废水是生活污水的 2 倍多,污染物积累加重了千岛湖水质的污染^[1]。

山东南部的南阳湖、独山湖、昭阳湖和微山湖地区有数百家工矿企业排放工业废水,万方数据

1994 年总量达 187240 t, 占全部污水排放总量的 65.06%, 流域内农田化肥和农药使用量日渐增加, 仅济宁市 1993 年使用化肥量为 $28.5 \times 10^4 \text{t}$ (其中氮肥占 60%, 磷肥占 30%), 农药使用量约 2420t, 有机磷、有机氮和聚脂类等随降水和地表径流进入南四湖^[8]。昆明滇池的有机污染主要来自农田肥料、农村生活废弃物和乡镇企业排污。滇池流域污染物的区域分布和组成因流域的不同而异, 北部的盘龙江流域、宝象河流域以 BOD_5 、COD 及氨氮的污染较为严重; 南部的大河流域、紫河流域以泥沙和磷的流失较为严重; 东部的捞鱼河流域、洛龙河流域及梁王河流域除水土流失大外, COD 和氮、磷的污染也较为严重^[9]。

吉林长春南湖是一个城市内湖泊, 污染十分严重, 氮、磷含量严重超标, COD_M 测值全年 100% 超标, 平均浓度达 22.3 mg/L 。松花湖位于吉林市郊区, 面积 942 km^2 , 它的地理位置属吉林省中部低山丘陵区, 主要污染物为 COD_M 、有机氮, 有机磷污染少, 水质 相对较好^[10]。太湖近年的有机污染严重, OM、TN 和 TP 的全湖均值 1980 年分别为 1.365%、0.075% 和 0.055%, 到 1993 年分别上升为 2.360%、0.158% 和 0.063%, 前二个指标几乎上升了一倍^[11]。常州西南的溇湖, 面积 164 km^2 , N、P 的年滞留量分别达 1481.6t 和 94.82t^[12], 其污染程度可见一斑。

我国东西部湖泊中有机污染有明显差异。从表 5 可看出, 位于我国西部的湖泊, TP、TN 含量均比东部、中部湖泊要低, 透明度高得多, 从总体上来说, 不同地区湖泊 TP 均超标, 中部地区湖泊的 TN 含量超标, 耗氧量也较大, 甚至超过东部湖泊, 这可能是农业用肥多有关。总体而言, 湖泊多已富营养化。

新疆博斯腾湖主要污染物是 COD、TN 以及盐污染物, 有明显的有机污染。全湖处于中营养状态, 部分水域达到中富营养水平; 表 6 反映了博斯腾湖的污染程度。根据 TN、COD 及可溶盐数据, 在 B_1 和 B_4 功能区均已超标, 特别是 B_4 功能区, 削减率较大, 分别达到 62.19、41.07 和 49.79^[5]。

表 6 博斯腾湖 2000 年允许负荷及负荷削减量(t/a)
Table 6 Permissive charges and charge reductions of Bosten lake

功能区	TN				COD_{Mn}				可溶盐			
	现状	允许	削减量	削减率	现状	允许	削减量	削减率	现状	允许	削减量	削减率
B-1	1033	850	183.64	17.77	3041	3000	41.14	1.35	41810	35000	6810	16.29
B-2		32.91	32.91			144	144			4730	4730	
B-3		79.80	79.80			20.69	20.69			4850	4850	
B-4	396	150	246.67	62.19	5939	3500	2439	41.07	28870	14500	14370	49.79
全湖	1543	112.7	430.3	27.89	9144	6664	2480	27.12	80260	59080	21180	26.40

安徽巢湖北岸因有三个磷矿, 使巢湖水 TP 和有机质含量大增^[13], 但在湖的底泥中, TN、TP 却低于国内主要湖泊, 因此, 可以认为大部分磷、有机质均存在于水体中, 造成湖水

极度富营养化。表 7 是几个主要国内湖泊的底泥特征对比。

表 7 中国几个主要湖泊的底泥特征对比 (mg/L)
Table 7 The comparison of bottom mud characteristic in main lakes of China

指标	巢湖底泥	鄱阳湖底泥	太湖底泥	武昌东湖底泥	杭州西湖底泥
TN(%)	0.056	0.075	0.075	0.289	1.006
TP(%)	0.058	0.119	0.127	0.087	0.141
有机质(%)	1.11	1.83	1.37	5.78	27.93

注:底质中富营养化的一般标准为有机氮≥0.066%,总磷≥0.02。

表 8 巢湖 1986-1995 年的 TN 和 TP 污染负荷
Table 8 TN and TP pollution charges of Chaohu lake during 1986~1995

年份	巢湖闸出湖流量 (10 ⁸ m ³ /a)	年平均水深 (m)	水质指标(mg/L)		年污染负荷(t)	
			TN	TP	TN	TP
1986	22.73	2.10	2.09		12666	
1987	60.08	2.79	2.16	0.236	34848	3805
1988	23.92	2.17	2.63	0.255	12669	1543
1989	46.00	2.96	2.74	0.142	64116	2293
1990	32.64	2.26	3.54	0.261	34112	2270
1991	108.12	3.03	1.87	0.278	107923	7906
1992	22.34	1.92	2.64	0.251	24295	1616
1993	52.67	2.64	3.73	0.235	52691	3319
1994	18.68	2.07	3.52	0.352	17508	2173
1995	15.78	2.35	4.62	0.417	19415	1752
最大年	108.12(1991)	3.03(1991)	4.62(1995)	0.417(1995)	107923(1991)	7906(1991)
最小年	15.78(1995)	1.92(1992)	1.87(1991)	0.142(1989)	12666(1986)	1543(1988)
多年平均	40.29	2.43	2.94	0.264	38625	2879

注:括号内数字为年份

几个湖泊底泥中有机质含量都较高,特别是城市内湖西湖和东湖,其有机质含量达到 27.93%和 5.78%,TP 和 TN 也高于一般标准,这主要与生活污水排放有关。巢湖属浅水、人工控制型湖泊,其水域面积约 780 km²,汇水水域面积 9135 km²。据 1986~1995 年的监测,巢湖各水期 TN 与 TP 浓度没有明显的差异,有机污染严重的原因是降水径流产生的非点源污染^[13]。表 8 系巢湖 1986~1995 年的 TN 和 TP 污染负荷。

表 8 反映出 TN、TP 等水质指标在不同年份差异较大。TN、TP 与出湖流量有负相关趋势,流量大(如 1991 年),则 TN、TP 小,这是由于流量大带走的氮、磷较多。但总体而言,从 1986~1995 年,TN、TP 呈逐渐上升的趋势,说明污染加重。

有机污染物在水体中富集,会引起藻类异常增殖,湖水透明度下降,溶解氧急剧降低,水生生物无法生存,水质恶化,从而降低了湖水资源在饮用、游览和养殖等方面的利用价值。

3 湖泊的富营养化和酸化

湖泊水质营养化状态的评价,是环境评价中的一个内容。一般选取总磷(TP),总氮(TN),耗氧量(COD)和透明度来评价湖泊富营养程度。表 9 是湖泊水质营养化程度划分。

对照表 9 和表 5,可以认为,西部地区湖泊尚处在贫一中营养状态,中东部地区湖泊大

多为中—富营养状态,这与人类活动密切相关,由此可以据论,在中国开发大西北过程中,一定要注意保持生态环境。

江苏洪泽湖是我国第四大淡水湖,也是淮河流域重要的水利枢纽。近年来,随着流域工农业生产的发展,人口的增加,洪泽湖区已受到不同程度的污染和危害,特别是营养盐的输入量大于输出量,已达富营养化阶段。营养盐的平衡通常用滞留系数来评价。

滞留系数 = $\frac{\text{总入湖量} - \text{总出湖量}}{\text{总入湖量}}$

国内部分湖泊滞留系数比较(表 10)可看出城市内湖如武汉东湖、杭州西湖和南京玄武湖滞留系数较高,因而污染也较严重。城市外湖如洪泽湖和巢湖的滞留系数相对较小。

水质检测结果表明,洪泽湖氮为 2.03 mg/L,磷为 0.11 mg/L,已达富营养化类型。据统计,入湖河道年输入量 TP 为 3485.11 t, TN 为 28220.3 t,因此每年有 1045.53 tTP, 29723.71 tTN 滞留在湖体中^[15]。1994 年淮河特大污染事故中,洪泽湖湖口大片湖区出现了大量的蓝藻,呈现严重富营养化状态。

我国主要湖泊大多存在水体富营养化,它们都是由人类活动引起。表 11 是中国 10 个主要湖泊的实测数据。这些湖泊包括了我国东部、中部和西部,城市内和城市外的湖泊。青海湖、滇池、洱

海的 TP、TN 和化学耗氧量分别为 20~34 ug/L、0.22~0.49 mg/L、1.4~10.13 mg/L,巢湖、呼伦湖、武汉东湖、鄱阳湖分别为 30~120 ug/L、0.13~2.0 mg/L、2.73~10.70 mg/L,太湖、洪泽湖、杭州西湖分别为 20~130 ug/L、0.46~0.9 mg/L、2.83~10.30 mg/L。除西部湖泊的 TP、TN 略低外,其它指标在统计的湖泊中大体差不多,表明我国湖泊污染是个普遍的问题。它们的富营养化综合评价如下:武汉东湖,杭州西湖,巢湖和呼伦湖为富,太湖、滇湖、鄱阳湖、洪泽湖为中富,青海湖和洱海为中。

表 9 湖泊水质评价标准^[14]

Table 9 Appraisal criterion of water quality of lakes						
评价指标	极贫营养	贫营养	中营养	富营养	极富营养	
TP(ug/L)	<1	4	23	110	660	
TN(mg/L)	<0.02	0.06	0.31	1.20	4.60	
耗氧量(mg/L)	<0.09	0.36	1.80	7.10	27.10	
透明度(m)	<37	12	2.4	0.55	0.17	
生物个数(10 ⁴ 个/L)	<4	15	50	100	>1000	

表 10 国内部分湖泊滞留系数比较

Table 10 Comparison of detained coefficient for main lakes of China						
项目	新疆么姑水库	巢湖	武汉东湖	杭州西湖	南京玄武湖	洪泽湖
TP	0.22	0.34	0.68	0.47	0.36	0.30
TN	0.37	0.40		0.48	0.56	0.38

表 11 中国主要湖泊评价参数的实测数据^[16]

Table 11 Data of the assessed parameters at main lakes in China										
	青海湖	滇池	洱海	巢湖	呼伦湖	武汉东湖	鄱阳湖	太湖	洪泽湖	杭州西湖
TP/ug·L ⁻¹	20	20	34	30	80	105	120	20	100	130
TN/mg·L ⁻¹	0.22	0.23	0.49	1.67	0.13	2.0	1.46	0.9	0.46	0.76
化学耗氧量/mg·L ⁻¹	1.4	10.13	2.11	6.26	8.29	10.7	2.73	2.83	5.5	10.3
透明度/m	4.5	0.5	3.3	0.25	0.5	0.4	0.5	0.5	0.3	0.35
生物量/万个·L ⁻¹	14.6	189.2	22.30	25.3	11.6	1913.7	43.1	100	11.5	6920

据研究,太湖底泥中也含有营养物质,并且从 60 年代起逐步增高(表 12)^[17]。不同年代在每个项目上的最低值间差异并不显著,表明太湖有一部分底质(主要是硬底)仍保持原先的背景值状态,而最高值则差异明显,如 TP,1995~1996 年最大值是 1980 年的 3.5 倍,有机质 1990~1991 年最大值则是 1980 年的 5.4 倍,这反映太湖局部水域底泥已遭受严重的人为污染。1995~1996 年 TN、TP、有机质均有所减少,说明治理措施有所见效。

由于排入湖体的氮、磷等营养物质在不断增加,我国湖水水质的富营养化过程大大加快。据南京地理与湖泊研究所 1989~1993 年对中国 131 个主要湖泊的调查,按《湖泊富营养化调查规范》进行评价(表 13)。

表 12 太湖底泥主要营养物质历年含量比较(%)
Table 12 The comparison of main nutrient contents in 1960~1996(%)

年度	TN		TP		有机质	
	范围	均值	范围	均值	范围	均值
1960		0.067(1)		0.044	0.54~6.23	0.68
1980	0.022~0.147	0.065	0.037~0.067	0.052	0.241~2.78	1.04
1990~1991	0.049~0.558	0.080	0.040~0.107	0.056	0.57~15.1	1.90
1995~1996	0.022~0.45	0.094	0.039~0.237	0.058	0.31~9.04	1.70

(1)为无机氮含量。

发现占调查湖泊总数的 51.2%,占调查面积的 33.4%已呈营养化,而贫营

表 13 中国主要湖泊营养状况分类结果统计^[18]
Table 13 Trophic types of main lakes and reservoirs in China

营养状况	贫营养	中营养	富营养
湖泊数量(个)	9	55	67
占调查湖泊数	6.9	41.9	51.2
湖泊面积	5477.8	16525.7	11029.9
占调查总面积	16.6	50	33.4

养的湖泊面积却不到总面积的 1/5。
大量营养物质使水体的酸化程度提高。大多数有毒元素在酸性条件下都可迁移,并从底泥或沿岸土壤中被淋滤出来,造成饮用水有毒元素的污染。同时诸如 Hg、Cr 元素可以在鱼体内逐步积累,进入人类的食物链^[19],并在人和动物器官内积聚。在饮水中的可溶金属元素比食物中的金属元素更容易吸收。为研究镉和铝元素在饮水中的生物吸收性,瑞典人曾用大鼠和小鼠进行实验。实验表明,在酸性饮水中铝元素的吸收发生于胃的腺体部分,十二指肠的近端部分;褐菌酸的一些组分,能增加 Cd 元素在小鼠肝和肾脏中的积累。

湖水的酸化作用还引起鱼类的死亡,挪威学者研究了挪威湖泊中的红点鲑鱼、棕鳟鱼、鲈鱼等鱼种,发现鱼类种群个数均不断减少,其中棕鳟鱼受酸化作用损害最严重^[20]。

由于水体酸化,某些元素会在湖水中含量过高。例如 Cu 是一种人体必需元素,每天所需的摄入量对一岁以下的婴儿为 0.3 mg,到成年人则可增加为大约 1~1.2 mg。酸化的湖水中 Cu 含量为正常值的十多倍。饮用酸性湖水,会引起人体特别是婴幼儿的腹泻。

水体中有机毒物的危害虽是慢性的,但却是严重的。科学研究证明,一些有毒污染物往往难于降解,并具有生物积累性和三致(致癌、致畸、致突变)作用或缓慢毒性,有的通过迁移、转化、富集,浓度水平可提高数倍甚至上百倍,对生态环境和人类健康是一种潜在威胁^[21]。

4 湖泊污染的原因和整治对策

4.1 湖泊环境污染的原因

我国湖泊的污染越来越严重,其原因,有自然因素和人为因素。自然因素大致有:

(1)湖区大多地势相对低洼。绝大多数为汇水盆地,各种污染物质随着地表径流和地下水进入湖体,正因为是低洼区,湖水流动缓慢,污水在湖区滞留时间较长,使湖泊污染严重。

(2)降水季节分配不均。部分平原湖泊因受季风气候影响,有阵发性过量降雨,亦有干旱季节,前者带有较多污染物质,后者使水体中TN、TP等含量升高。

(3)水体更换时间长。部分高原深水湖泊由断陷形成,深部水体相对静止,污染物质排出时间相当长。如云南抚仙湖,整个湖体水更新一次需要167年。

人为因素大致有:

(1)湖滩围垦:人口稠密区的湖泊大多被围垦,湖泊面积减少,降低湖泊调节洪水能力,增加湖体泥沙淤积。降水又将工业与生活废弃物带入湖中,造成湖泊水质与底质污染。

(2)人为排污:一些湖泊特别是城市内湖的污染与湖区大量工业和生活污水的排入有直接关系。据统计,玄武湖TN和TP的84.6%和86.5%由城市废水引起。同时围网养鱼、向湖泊投放饲料等也造成湖体的富营养化^[22]。

(3)大量使用农药化肥:农药化肥使农作物高产,却加剧了湖泊的水环境污染。

(4)风景旅游区的湖泊,由于游船多,一方面产生严重的油污染,另一方面机动游船在开动时在浅水湖中搅动底泥,释放了一部分氮和磷。

4.2 湖泊环境的整治对策

(1)树立可持续发展观念,妥善利用湖泊资源

要树立一种新的发展观和价值观,兼顾眼前与长远利益,经济发展与环境保护相协调。要加大宣传力度,提高公众的环境保护意识,在措施上要采取限制污染排放和治理相结合。

(2)加强湖泊环境的管理和规划

首先要进行湖泊水环境的动态监测,将限制污染物质进入湖泊与对湖泊进行整治统一规划。在开发利用湖泊资源的过程中,应强调湖泊的多功能互利互补原则。一方面要严格执行水污染管理条例、排污许可证、收费等限制性法规,另一方面要出台优惠政策,鼓励企业进行绿色生产。

(3)发展生态立体农业

在进行农业现代化过程中,要保护好生态环境,利用农业科技,减少面源污染。这既可以保护湖泊环境,又能生产绿色食物。

(4)发展污水资源化的生态模式

美国、印度和前苏联曾利用生物塘种植水葫芦、养鱼等,形成食物链对污水进行净化,并收获大量水产品,因此,陆地生态与水生态相结合的生物塘系统是较好的治理污水途径。

(5)因地制宜实施湖泊水环境整治工程

湖泊是一个复杂的环境生态系统,大型湖泊不同区域的水环境存在较大的差异,因此在实施湖泊水环境整治过程中,要作好调查研究,针对不同情况采取不同措施。湖泊水生植被恢复和底泥疏浚工程是重要的湖泊环境整治工程,耗资巨大,应该在科学论证的基础上实施治理工程,既可以避免盲目性,又能获得较好的社会经济效益。

参考文献

- [1] 韩伟民,胡水景,金卫等.千岛湖水环境质量调查与保护对策[J].湖泊科学,1996,8(4).
- [2] 何孟常,王子健,汤鸿霄.乐安江沉积物重金属污染及生态风险性评价[J].环境科学,1999,20(1).
- [3] 马英军,万国江.湖泊沉积物—水界面微量重金属扩散作用及其水质影响研究[J].环境科学,1999,20(2).
- [4] 金相灿主编.中国湖泊水库环境调查研究[C].北京:中国环境出版社,1990.
- [5] 刘文祥,李喜俊,郭海燕.新疆博斯腾湖水环境容量研究[J].环境科学研究,1999,12(1).
- [6] 张秀敏,马生伟.抚仙湖流域综合治理规划方案研究[J].环境科学研究,1999,12(5).
- [7] 范成新.太湖水体生态环境历史演变[J].湖泊科学,1996,8(4).
- [8] 张祖陆,孙庆义,彭利民等.南四湖地区水环境问题探析[J].湖泊科学,1999,11(1).
- [9] 杨文龙,杨树华.滇池流域非点源污染控制区划研究[J].湖泊科学,1998,10(3).
- [10] 王俊,姜建祥,吕耀坤等.吉林省湖、库水质评估及其污染防治[J].湖泊科学,1996,8(1).
- [11] 隋桂荣.太湖表层沉积物中 OM、TN、TP 的现状与评价[J].湖泊科学,1996,8(4).
- [12] 黄文钰,舒金华,吴延根.隔湖氮、磷平衡研究[J].湖泊科学,1996,8(4).
- [13] 朱宛华.巢湖北岸磷矿区地下水中富营养盐的平衡研究[C].环境地质研究,北京:地质出版社,1991:98~102.
- [14] 张之源,王培华,张崇岱.巢湖营养化状况评价及水质恢复探讨[J].环境科学研究,1999,12(5).
- [15] 平新华,朱萍,姚杏明.洪泽湖营养盐的调查研究[J].环境与开发,1999,14(1).
- [16] 胡明星,郭达志.湖泊水质富营养化评价的模糊神经网络方法[J].环境科学研究,1998,11(4).
- [17] 范成新,季江,隋桂荣.太湖底泥蓄积和主要理化性质空间分布特征[C].见:蔡启铭主编,太湖环境生态研究.北京:气象出版社,1998.
- [18] 黄文钰,吴延根,舒金华.中国主要湖泊水库的水环境问题与防治建议[J].湖泊科学,1998,10(3).
- [19] A. Cskarsson 等.土壤和水酸化对于健康的危害:瑞典的研究项目[J].人类环境杂志,1996,25(8).
- [20] T. Hesthagen 等.酸化作用对挪威湖泊中鱼类损害的评价[J].人类环境杂志,1999,28(2).
- [21] 王晓蓉编著.环境化学[M].南京:南京大学出版社,1997.
- [22] 李文朝.太湖湖体综合治理对策的探讨[J].湖泊科学,1996,8(4):289~296.

Primary appraisal of pollution for lakes of China

YUAN Xu-yin

(The Institute of Geology and Mineral Resources, Nanjing 210016, China)

Abstract

The lakes are important resources of surface water. They are close connected with human life affected by human activities, being the more and more pollutions. Salting, eutrophication and acidification of water have led to the seriously degraded water quality and produced great threat to the health of people surrounding lakes. Therefore, it is our great task to objectively appraise the pollution situation of lakes in China, and protect ecology-environment. Based on the primary analysis of lakes in China, the paper intends to arouse people to put great attention to the lake environment and gives suggestions to harnessing them.

Key word: lake; pollution; appraisal; China