

83-90

## 中国主要湖泊水库的水环境问题与防治建议

X 524

黄文钰 吴延根 舒金华

中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008

**提 要** 根据中国主要湖泊和水库近期调查及文献资料的收集、整理和分析, 中国湖泊水库当前的主要水环境问题是: (1) 水质污染日益严重; (2) 富营养化问题较为突出; (3) 湖库面积有缩小的趋势; (4) 水库泥沙淤积严重; (5) 部分湖泊含盐量不断上升. 并根据上述问题产生原因的分析, 提出了防治对策和建议.

**关键词** 湖泊, 水库, 环境问题, 防治  
**分类号** X524

水环境, 水质污染

## 1 水环境问题

中国的湖泊和水库众多, 据初步统计<sup>[1-3]</sup>, 目前约有大小湖泊 24880 个, 总面积 83400 km<sup>2</sup>, 约占国土总面积的 0.8%. 总蓄水量 7000 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>; 水库 83219 座<sup>[4]</sup>, 总库容为 4301 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>. 这些湖库在防洪、灌溉、养殖、航运、发电、生活用水和观光游览等国民经济活动中, 占有十分重要的地位. 但随着经济的迅速发展和人口数量的增加, 排入湖库内的污染物质不断增加, 湖库的环境问题也日益突出, 主要表现在如下几个方面.

## 1.1 水质污染日益严重

湖库的水质污染<sup>[5-11]</sup>, 是困扰中国经济持续发展的主要环境问题之一. 据近期(1989—1993年) 131 个主要湖泊和 50 个大中型水库调查资料, 按照国家地面水环境质量标准(GB3838—88)进行了评价(表 1).

表 1 中国主要湖泊水库水质评价结果统计

Tab. 1 Water quality assessment of main lakes and reservoirs in China

湖泊类型	I 类	II 类	III 类	IV 类	V 类	超 V 类
湖泊数量(个)	0	43	27	18	16	28
占调查湖泊数(%)	0	32.1	20.6	13.7	12.2	21.4
湖泊面积(km <sup>2</sup> )	0	12442.3	4924.9	3069.2	8029.2	4564.9
占调查总面积(%)	0	37.7	14.9	9.3	24.3	13.8
水库数量(个)	0	33	9	2	6	0
占调查水库数(%)	0	66.00	18.00	4.00	12.00	0
水库容积(10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> )	0	652.44	52.23	59.32	7.41	0
占调查库容(%)	0	84.60	6.80	7.60	1.00	0

• 收稿日期: 1997-05-28; 收到修改稿日期: 1998-01-18

结果表明:(1)湖库的水质污染比较严重,131个主要湖泊中,受到不同程度污染的湖泊有89个,占调查湖泊数量的67.9%,占调查湖泊面积的62.3%,其中严重污染的湖泊(超Ⅴ类水)有28个,占调查湖泊数量的21.4%。水库污染的程度稍好于湖泊,但受到不同程度污染的水库数量占到调查水库数量的34.0%。(2)湖库污染物的种类较多,主要有COD、TP、NH<sub>4</sub>-N、酚、汞和pH等,其中超Ⅴ类水质的主要污染物为COD、NH<sub>4</sub>-N等。(3)小型湖库的污染较大型湖库严重,如鄱阳湖、洞庭湖、新安江、丹江口等湖库的水质均为Ⅱ-Ⅲ类,而一些中小型湖库的水质大都为Ⅳ-Ⅴ类。(4)城郊湖库和东北地区湖库有机物污染较为突出。

### 1.2 富营养化问题十分突出

由于排入湖库的氮、磷等营养物质在不断增加,湖库水质富营养化的进程大大加快<sup>[11-13]</sup>。据1989年至1993年中国131个主要湖泊和39个水库的调查资料,按《湖泊富营养化调查规范》所推荐的评价方法进行评价,主要湖库营养状况的评价结果见表2。

表2 中国主要湖泊水库营养状况分类结果统计

Tab. 2 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(km <sup>2</sup> )	5477.8	16525.7	11029.9
占调查总面积(%)	16.6	50.0	33.4
水库数量(个)	10	17	12
占调查水库数(%)	25.60	43.60	30.80
水库容积(10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> )	37.36	546.10	73.94
占调查库容(%)	5.70	83.10	11.20

评价结果表明:(1)湖库的富营养化状况十分严重,131个主要湖泊中,已达富营养程度的湖泊有67个,占调查湖泊总数的51.2%;已达富营养程度的水库有12座,占调查水库总数的30%。(2)城郊湖库富营养化的程度较高,如杭州西湖、武汉东湖、南京玄武湖、济南大明湖等城市湖泊和石河子市的蘑菇水库、北京市的官厅水库等已达富营养化程度。(3)大型淡水湖泊的富营养化问题令人十分担忧,五大淡水湖的太湖、洪泽湖、巢湖等均已达富营养程度,鄱阳湖、洞庭湖目前虽然维持在中营养水平,但湖水磷、氮的含量偏高,处于向富营养的过度阶段,而这些大型湖泊富营养化带来的危害十分严重,治理的难度亦大。

### 1.3 湖泊面积有不断缩小的趋势

有关调查资料显示<sup>[1,3,4,12-21]</sup>,50年代初至70年代末,面积在1km<sup>2</sup>以上的湖泊数由2800多个减少到2300个左右,湖泊总面积由89627km<sup>2</sup>下降到70988km<sup>2</sup>,湖泊个体面积有不断缩小的趋势,其中以长江中下游湖泊的变化尤为明显(表3)。如素有千湖之称的江汉湖群,目前的湖泊面积仅为解放初期的43.5%,其他地区湖泊,如蒙新地区湖泊岱海,艾比湖<sup>[22]</sup>等均有类似的发展趋势(表4)。

### 1.4 水库泥沙淤积严重

有关资料调查表明<sup>[23-25]</sup>,236座有实测资料的水库,总淤积量达115×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>(截止到1981年底),占这些水库总库容804×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>的14.2%,平均每年约淤积8.0×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>,平均年淤积率

表 3 长江中下游湖泊面积缩小的统计

Tab. 3 Lake's area shrink in middle and lower reaches of Changjiang river

湖 区	50 年代湖泊面积 (km <sup>2</sup> )	80 年代湖泊面积 (km <sup>2</sup> )	缩小比例 (%)
洞庭湖湖群	4350.0	2691.0	38.1
江汉湖群	4707.5	2656.5	43.5
鄱阳湖湖群	5050.0	3210.0	36.1
太湖湖群	3176.4	2886.6	9.1

表 4 蒙新高原主要湖泊面积变化

Tab. 4 Lake's area shrink in North-West part of China

湖 泊	50 年代统计	60 年代统计 或航测	70 年代后期和 80 年代初卫片量算
罗布泊	3006	—	0
艾比湖	1070	997	522
博斯腾湖	988	960	—
玛纳斯湖	550	—	59
赛里木湖	454	454	428
阿奇克库勒湖	380	357	345
阿兰诺尔湖	238	0	0
波特津湖	172	165	160
巴里坤湖	140	114	88
艾丁湖	124	—	87
台特马湖	88	—	0
呼伦湖	2687	—	1968
达采诺尔	286.7	245.5	210.8
乌梁素海	466.7	282.8	—
岱海	200	152.5	140.8
黄旗海	133.3	71.9	68.0
查木诺尔	—	111.2	94.8
布伦托海	827	730	736
阿牙克库木湖	645	548	570
萨利吉勒干南湖	56	49	43

为 2.3%, 淤积量大的有三门峡(豫、晋、陕,  $56.9 \times 10^8 \text{m}^3$ , 1960 至 1989 年), 刘家峡(甘,  $14.1 \times 10^8 \text{m}^3$ , 1968 至 1989 年)和丹江口(鄂,  $11.3 \times 10^8 \text{m}^3$ , 1968 至 1986 年); 总淤积量占库容量比重大的有册田(晋, 102.5%, 1960 至 1983 年), 张家湾(宁, 84.5%, 1959 至 1964 年), 龚嘴(川, 80.1%, 1967 至 1987 年)和镇子梁(晋, 80.0%, 1959 至 1973 年)。

### 1.5 部分湖泊含盐量不断上升

据近期湖泊调查资料统计<sup>[37-44]</sup>, 近 30 多年来, 部分湖泊含盐量明显增加, 特别是西北地区湖水变咸的趋势十分明显(表 5)。如内蒙的乌梁素海, 1958 年湖水的含盐量仅为 0.60g/L, 1971 年已上升到 4.39g/L, 13 年来湖水含盐量增加了 6.3 倍, 由一个淡水湖泊变成

了咸水湖, 其它如内蒙的黄旗海、岱海、红碱淖等均有类似的变化趋势。

表 5 中国部分湖泊含盐量变化的统计

Tab. 5 The salinity variation in some parts of lakes in China

湖 名	含盐量变化(mg/L)	统计年份	上升比例(%)
乌梁素海	600.0—4390.0	1958—1971 年	631.7
吉力湖	176.0—426.0	1959—1987 年	142.0
黄旗海	7800.0—18000.0	1972—1977 年	130.8
红碱淖	2600.0—3900.0	1950—1980 年	53.0
岱海	2250.0—4245.0	1962—1996 年	88.7
呼伦湖	987.5—1240.0	1963—1987 年	25.6
羊卓雍湖	1781.0—1942.6	1979—1988 年	9.1
青海湖	12620.0—13128.0	1963—1978 年	4.0

## 2 主要原因的分析

### 2.1 湖库水质和富营养化污染的原因

2.1.1 进入湖库的污染物数量不断上升 ① 污染企业增长过快. 随着工业的迅速发展, 产业结构布局不够合理, 致使部分湖库流域内的小造纸、小化工、小酿造、小印染等污染行业超常发展, 排污量急剧增加. ② 生活污水大量排放. 城市化的发展, 伴随着大量人口集聚, 居民生活污水大量的排放, 增加了湖库的污染物负荷. ③ 化肥、含磷洗衣粉和养殖投饵量迅速增加. 随着湖区经济的迅速发展, 劳动力价格上升, 一些经济发达地区的农户, 大多放弃了原有的施用农家肥习惯, 采用大量施用化肥的办法来提高产量, 从而造成肥料大量流失. 目前, 中国人均含磷洗衣粉的用量, 已从 80 年代初的  $0.3\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{a})$  增至  $2.0\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{a})$  左右. 据有关方面初步测算, 有的湖泊含磷洗衣粉带入的磷量, 已占入湖总量 20% 左右. 随着人工养殖业的发展, 投饵带入湖库中氮、磷量不断增加, 这些都导致了湖库水质污染和富营养化的进程大大加快.

2.1.2 水污染治理严重滞后于经济的发展 自 80 年代以来, 中国经济发展较快, 而环境保护的投入严重不足. 发达国家环保投入的费用占到国民经济总产值的 1.5%—3.0%, 而中国在 80 年代以前的环保投入不足 0.1%, 1995 年度统计亦仅为 0.7% 左右, 致使污水处理率低, 排入湖库的污染物数量大.

2.1.3 湖区生态平衡被破坏 由于围湖造田、人工养殖、拖网捕捞、机械吸螺等人为活动的影响, 部分湖库原有的水生植被被破坏, 底栖动物的数量锐减, 极大地降低了湖体对污染物的净化能力, 水质污染和富营养化加重.

### 2.2 湖泊面积缩小和水质咸化的原因

中国西北地区湖泊面积缩小和湖水咸化的进程大多同步显示, 这是因为: ① 气候变化的影响. 由于该地区气候有干旱化的趋势, 降水量减少, 湖面蒸发量增加, 导致湖泊水位下降, 湖面退缩, 湖水浓缩, 如羊卓雍错、艾比湖等. ② 人类经济活动的影响. 特别是人口的增加和工农业生产的发展, 截流了大量含盐量低的入湖水, 使入湖水量减少. 同时, 上游灌区内含盐量较高的尾水又不断排入湖内, 湖水含盐量迅速上升, 如黄旗海、乌梁素海、岱海等.

中国南方湖泊面积缩小的主要原因是: ① 泥沙淤积的影响. 由于上游地区土地高强度的开发利用及林地不断被开垦, 地表植被覆盖率下降等, 水土流失严重, 入湖泥沙增加, 造成湖盆淤积加重. 如江西鄱阳湖和湖南洞庭湖每年淤积泥沙量分别为  $13.02\times 10^6\text{t}/\text{a}$  和  $193.0\times 10^6\text{t}/\text{a}$ . ② 围湖造田活动的影响. 近 30 年来, 中国湖泊围垦规模和强度不断增加, 其中规模较大的有 50 年代中期、60 年代初期和 70 年代初期的“以粮为纲, 向湖要粮”的三个高潮期, 如素有千湖之称的江汉湖群, 至 1980 年为止, 因围垦消失了 983 个湖泊, 减少水面面积  $2041\text{km}^2$ , 目前剩下的湖泊只有 83 个, 面积  $2656.5\text{km}^2$ , 仅为 50 年代初的 43.5%.

### 2.3 水库泥沙淤积严重原因

中国水库泥沙淤积问题很严重, 主要是因为: ① 中国有许多河流, 特别是北方河流大都发源或流经黄土地区, 而这些地区地表植被覆盖少, 土地开发强度大, 汛期多暴雨, 水土流失严重, 使河流的含沙量和输沙量均较大. 当水库蓄水后, 过水断面增大, 流速减缓, 水流挟沙能力降低, 使入库河流携带的泥沙在库区内沉积. ② 水库在规划设计时对泥沙问题估计不足, 只考虑径流调节, 忽视了泥沙的调节, 造成只进不出, 或多进少出, 大部分泥沙沉积于库内所致.

### 3 防治对策和建议

#### 3.1 加大湖库区点源治理的力度

随着湖库区经济的发展和承受治理费用能力的增强,建议采用国家、企业和个人三方面共同筹备治理经费的办法,增加治理资金的投入,加大湖区点源的治理力度<sup>[5,13,15,17,42]</sup>。其中三类水质以上的湖库区内,县级以上城镇生活污水实行二级处理,所有工业废水达标排放,部分污染重,效益差无力治理的企业,实行关、停、并、转的措施,确保湖库区生活污水和工业废水等点源得到有效治理。

#### 3.2 实施严格的面源控制措施

面源污染在湖库污染物来源中占据较大的比重,在面源污染治理过程中<sup>[43-47]</sup>,应注意实施以下的控制措施。

(1) 合理施用农肥,减少肥料流失。① 制订鼓励农户增施农家肥,少施化肥的优惠政策。② 建立氮、磷、钾合理配置的施肥体系,改变偏施、重施氮肥的旧习。③ 改进施肥方法,提倡深层施肥和合理排灌的科学方法,减少化肥流失对湖库水质的影响。

(2) 实施禁用(或限用)含磷洗衣粉的措施。鉴于国内市售洗衣粉的含磷量较高(含磷量在7%左右),目前已达富营养程度的湖库区,可采用政策法规的办法,提倡使用无磷(或低磷)洗衣粉,禁用(或限用)高磷洗衣粉的措施,减少洗衣粉排磷对水质富营养化的影响。

(3) 减少养殖饵料的投放。目前国内湖库区人工养殖的饵料系数为3.0—4.0左右,给湖库水质带来一定的影响,若以投入水草等代用品为主,将饵料系数降低到1.0左右,可基本上消除人工养殖对水质的污染<sup>[52]</sup>。

#### 3.3 搞好湖库区的水土保持工作,增加植被覆盖率

在水土流失量大,湖盆淤积严重的湖库区,制订切实可行的荒山绿化规划,采用植树与种草相结合,造林与管林相结合的办法,实行封山育林,严禁乱采滥伐,对于过度开发利用的湖库区,可适当的退耕还林和植树造林,减少水土流失对湖库面积缩小和泥沙淤积及水质咸化的影响。

#### 3.4 增加入湖淡水量,减缓湖泊水质咸化进程

- (1) 协调好湖库流域内上下游地区用水问题。
- (2) 控制流域内耕地总规模,利用节水灌溉措施,减少农田引灌水量。
- (3) 严格控制耗水量大的工业项目的建设。

#### 3.5 强化水库泥沙的规划及管理

水库规划时,应考虑排沙的要求;水库建成后,利用合理的水库运行方式,调节水库水量和泥沙,减少泥沙沉积。

#### 3.6 加强湖体和库内污染的治理

(1) 环湖库绿色生态保护工程建设。① 沿湖库水陆交错带地区内,种植芦苇、香蒲等水生植物。② 沿岸坡地种植草皮护坡。③ 湖库堤及堤外附近地区,种植高矮相错的经济林木,形成一道四季常绿的环湖生态保护带。

(2) 湖区水生植被恢复工程建设<sup>[15,53]</sup>。在水深较浅的湖泊水域中(水深在2.5m以下),采用人工种植的办法,恢复1/3—1/2湖面的沉水植物,并引入繁殖力强,生长快的螺、蚌等底栖

动物,对提高湖水净化能力,改善湖泊水质具有显著的作用,如江苏东太湖、涌湖等草型湖泊水质均处于良好状态,较同地区其他非草型湖泊水质提高一个类别。

(3) 局部湖库区底泥疏浚工程,在淤积严重的入湖河口和湖湾水域,实施底泥疏浚的工程措施,可减少湖库底泥中 N、P 的释放和悬移质对水质的影响,如杭州西湖、马鞍山雨山湖的疏浚,均取得了明显效果。

(4) 搞好湖库区水源地水质保护工程建设<sup>[4]</sup>。

### 3.7 加强湖库区水环境管理措施

(1) 建立和健全湖库环境管理机构,明确相应的责任、权利和义务<sup>[55]</sup>。

(2) 加强湖库水环境的监测工作,尤其是加强重点污染湖库和尚无监测资料的湖库的监测。

(3) 搞好湖库以总量控制为基础的水质规划和富营养化防治规划<sup>[56,57]</sup>。

(4) 制订湖库水资源的保护条例,促进湖库区经济与环境建设的可持续发展。

## 参 考 文 献

- 1 中国科学院南京地理与湖泊研究所. 中国湖泊概论. 北京: 科学出版社, 1989. 1-51, 193-138
- 2 顾丁锡, 舒金华. 湖泊水污染预测与防治规划方法. 北京: 中国环境科学出版社, 1988. 2-5
- 3 王洪道, 窦鸿身, 颜京松等. 中国湖泊资源. 北京: 科学出版社, 1989. 107-166
- 4 杨锡臣, 汪宪臣. 中国的湖泊和水库. 南京: 江苏科学技术出版社, 1989. 3-5
- 5 舒金华. 我国城市湖泊和环境问题与对策探讨. 湖泊科学, 1991, 3(1): 61-66
- 6 刘燕生. 官厅水系水源保护. 见: 北京市自然保护史志. 北京: 中国环境科学出版社, 1995. 7-38
- 7 韩伟明, 胡水景, 金卫. 千岛湖水环境质量调查与保护对策. 湖泊科学, 1996, 8(4): 337-344
- 8 阮仁良, 王 云. 淀山湖水环境质量评价及污染防治研究. 湖泊科学, 1993, 5(2): 154-158
- 9 曹凤中, 戴天有等编译. 地表水污染及其控制. 北京: 中国环境科学出版社, 1993. 235-252
- 10 孙竹友. 南四湖生态环境及其保护对策. 见: 中国生态学汇编. 生态学研究进展. 北京: 中国科学技术出版社, 1991. 352-354
- 11 舒金华, 黄文钰, 吴延根. 中国湖泊营养类型的分类研究. 湖泊科学, 1996, 8(3): 193-199
- 12 金相灿, 刘鸿亮, 屠清瑛等. 中国湖泊富营养化. 北京: 中国环境科学出版社, 1990. 92-102
- 13 黄文钰, 尹澄清. 巢湖营养盐收支平衡及其在富营养化防治规划中的应用. 中国科学院南京地理与湖泊研究所集刊, 第 9 号. 北京: 科学出版社, 1993. 94-103
- 14 黄文钰, 舒金华, 吴延根. 涌湖氮磷平衡研究. 湖泊科学, 1996, 8(4): 330-336
- 15 屠清瑛, 顾丁锡, 尹澄清等. 巢湖富营养化研究. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1990. 151-222
- 16 杜宝汉. 洱海富营养化研究. 湖泊科学, 1992, 4(2): 86-92
- 17 杨丽华, 卓奋. 湖泊水体磷污染及其防治对策. 污染防治技术, 1996, 9(1.2): 47-48
- 18 吕兰军. 鄱阳湖富营养化调查与评价. 湖泊科学, 1996, 8(3): 241-247
- 19 孙顺才, 黄尚平主编. 太湖. 北京: 海洋出版社, 1995. 196-261
- 20 中国科学院南京地理与湖泊研究所. 抚仙湖. 北京: 海洋出版社, 1990. 172-193
- 21 王晓峰, 章海生. 新疆平原沙漠区湖泊干涸现象的初步评价. 湖泊科学, 1994, 6(4): 333-339
- 22 金相灿, 刘树坤, 章宗涉等. 中国湖泊环境(第一册). 北京: 中国环境科学出版社, 1997. 527-536
- 23 姜乃森, 傅 玲. 中国的水库泥沙淤积问题. 湖泊科学, 1997, 9(1): 1-8
- 24 陈国祥, 徐和兴. 水库泥沙与防治. 湖泊科学, 1992, 4(4): 86-96
- 25 水利部长江水利委员会, 唐长日主编. 泥沙研究. 北京: 水利电力出版社, 1990. 53-171
- 26 林承坤, 高锡珍. 水利工程兴建后洞庭湖泥沙与径流的变化. 湖泊科学, 1994, 6(1): 33-39

- 27 水利部西北水利科学研究所. 中小型水库设计与管理中泥沙问题. 北京: 科学出版社, 1983. 235 - 269
- 28 向熙珑. 葛洲坝库区冲淤特性分析. 见: 中国水利学会等编. 葛洲坝水利枢纽论文选集. 北京: 水利电力出版社, 1993. 127 - 134
- 29 林承坤. 大渡河龚嘴水库泥沙特性与淤积. 湖泊科学, 1992, 4(2): 11 - 18
- 30 吴小根. 太湖的泥沙与演变. 湖泊科学, 1992, 4(3): 54 - 60
- 31 韩晓钟, 朱海虹. 鄱阳湖现代沉积<sup>210</sup>Pb测年模式的选择和沉积速率的变化. 湖泊科学, 1992, 4(3): 61 - 68
- 32 陈月秋. 石梁河水库自然地理概况及泥沙淤积特征. 湖泊科学, 1992, 4(3): 69 - 77
- 33 张 琛, 孙顺才. 巢湖形成演变与现代沉积作用. 湖泊科学, 1991, 3(1): 16 - 24
- 34 赵文斌, 何东宁, 张登山等. 青海湖入湖沙质物计算与水下沙堤形成的研究. 湖泊科学, 1993, 5(1): 40 - 46
- 35 王苏民, 吉 磊等. 呼伦湖——古湖泊学研究. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1995. 100 - 117
- 36 朱松泉, 姜鸿身等. 洪泽湖. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1992. 77 - 89
- 37 王苏民, 余源盛, 吴瑞金等. 岱湖. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1990. 56 - 64
- 38 吴必豪, 王弼力, 刘成林. 柴达木盆地盐湖的特征与形成机理. 见: 郑绵平主编. 盐湖资源环境与全球变化. 北京: 地质出版社, 1996. 28 - 36
- 39 杨绍修. 青藏高原盐湖的形成与分布. 湖泊科学, 1989, 1(1): 28 - 36
- 40 胡文英, 季 江, 潘红玺. 程海的水质状况及咸化趋势. 湖泊科学, 1992, 4(2): 60 - 66
- 41 程其畴. 博斯腾湖研究. 南京: 河海大学出版社, 1995. 108 - 148
- 42 李惕川. 工业污染源控制. 北京: 化学工业出版社, 1987. 1 - 34
- 43 董雅文, 赵荫薇, 何国瑜等. 小城镇水污染控制. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1991. 1 - 31
- 44 刘鸿亮, 韩国刚, 严济民等. 中国水环境预测与对策概论. 北京: 中国环境科学出版社, 1988. 1 - 29
- 45 国家环境保护局污染管理司. 水污染防治管理手册. 北京: 中国环境科学出版社, 1991
- 46 高兴斋主编. 中华环保实用手册. 长沙: 国防科技大学出版社, 1994. 268 - 337
- 47 赵章元, 王正荣, 负根朝. 蘑菇湖水库富营养化发生机制和治理途径的探讨. 湖泊科学, 1992, 4(4): 77 - 80
- 48 李文朝, 杨清心, 周万平. 五里湖营养状况及治理对策探讨. 湖泊科学, 1994, 6(2): 136 - 143
- 49 马立珊, 任祖强, 张水铭等. 苏南太湖水系农业面源污染及其控制对策研究. 环境科学学报, 1997, 17(1): 39 - 47
- 50 黄玉瑶. 白洋淀水域生态系统的退化与修复. 见: 章 申, 唐以剑等编. 白洋淀区域水污染控制研究. 北京: 科学出版社, 1995. 229 - 236
- 51 国家环境保护局. 中国环境保护 21 世纪议程. 北京: 中国环境科学出版社, 1995. 71 - 86
- 52 舒金华, 黄文钰, 吴延根等. 涡湖磷迁移过程研究. 见: 朱成德, 王玉娟, 余宁主编. 涡湖渔业高产模式及生态渔业研究论文集. 北京: 中国农业出版社, 1997. 93 - 109
- 53 李文朝. 太湖湖体综合治理对策的探讨. 湖泊科学, 1996, 8(4): 289 - 296
- 54 濮培民等实验小组. 改善太湖马山水厂水源区水质的物理-生态工程实验研究. 湖泊科学, 1993, 5(2): 171 - 180
- 55 杜俊英. 我国流域水污染防治立法初探. 环境保护, 1997, (2): 33 - 35
- 56 濮培民, 屠清瑛, 王苏民. 中国湖泊学研究进展. 湖泊科学, 1989, 1(1): 1 - 11
- 57 曲格平. 中国的环境与发展. 北京: 中国环境科学出版社, 1992. 257 - 268

## Hydrographical Environmental Problems and Countermeasures of Main Lakes and Reservoirs in China

Huang Wenyu Wu Yangen Shu Jinhua

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

### Abstract

Great environmental changes have been witnessed in China's lakes and reservoirs during the past years. According to the data revealed in recent investigations as well as the references available, at least five aspects could be pointed out in view of the main water environmental problems, i. e. common water quality deterioration, especially pollution; overwhelming eutrophication; shrinking lake area; heavy deposition in reservoirs; and higher salinity in some inland lakes.

The increasing nutrient-rich inflow is one of the main causes of pollution and eutrophication in China's lakes and reservoirs. More and more pollutants/nutrients from industrial, agricultural, domestic sources have been added in. The wastewater treatment in urban areas lags far behind the economic growth. As a result, the has been made unbalanced in some basins.

The shrinkage of lakes and resevoirs in South China results from heavy intake deposit and reclamation by human activities in the past years. In the North and North west China, the shrinkage of lake area usually has taken place with water of higher salinity. The accelerated global warming-up dominates a dryer climate in inland China, resulting'm more evaporation and less precipitation. Still, inflow with low salinity to the lakes is more or less blocked away in order to meet the needs of human activities, especially economic development.

There are many heavily sediment-ladden rivers in monsoon areas of South China, while in North China the Loess Plateau and/or loess-rich areas provides a steady source of deposits to the river. Heavy sediment available makes much of the reservoirs a real pool of deposit. That the sedimentation condition was not fully considered in the planning of the reservoir building worsens the situation in some reservoirs.

In order to change the environmental status quo in China's lakes and reservoirs and the corresponding basins, some immeediate measures must be taken. 1) Guide wastewater discharge and operate more wastewater treatment plants. 2) Apply reasonable fertilizers; restrict using phosphate-containing detergents; encourage ecological fish farming. 3) Initialize water/soil conservation projects in the upper and middle reaches. 4) Harmonize between utilization and resources protection in inland areas; take every step to mitigate the salinization process. 5) Employ careful planning before and effective managent after reservoir built. 6) Strengthen pollution control and Rarnessing within water bodies, such as ecological engineering aquatic macrophyttes restoration, sludge-dredging in certain districts, etc. 7) Enhance integrated environmental management in the whole basin.

**Key Words** Lake, reservoir, environmental problem, countermeasures