

# 国内湖泊水质污染及富营养化治理

孟庆义

(北京市水利科学研究所, 100044)

**摘要:** 湖泊水质污染及生态恢复是我国当前水环境保护所面临的主要问题。在国内湖泊富营养化防治调研的基础上, 对我国重点治理的“三湖”水环境状况及治理对策进行了总结与分析, 提出国内湖泊治理存在的问题和对策, 以及官厅水库水污染防治应注意的问题。

**关键词:** 湖泊; 污染治理; 生态恢复; 富营养化

## 1 湖泊环境主要问题

湖泊环境的主要问题是富营养化, 它指的是由于人类活动引起的氮、磷过量输入水体, 导致水体的藻类异常繁殖, 致使水质恶化的现象。湖泊富营养化的过程是湖泊退化衰老的表征。据全国水资源质量评价, 我国 131 个大型湖泊中, 达富营养化程度的湖泊 67 个。城市近郊水体富营养化程度普遍偏高, 如杭州西湖、南京玄武湖、云南滇池、合肥巢湖及武汉东湖等均达到重富营养化程度。另外, 119 座水库富营养化程度评价表明, 63 座水库为中营养化, 13 座水库为富营养化。

官厅水库曾是北京市的一个重要供水源地, 在灌溉、发电、保证北京市工农业生产和生活用水方面发挥了极其重要的作用。但自 80 年代以来, 由于上游工农业发展迅速, 水库来水量锐减, 同时入库水体的污染日趋严重。目前水库水质初步评价表明库区水质为中富

营养化, 水体有机污染也呈愈来愈重的趋势, 《21 世纪初期首都水资源可持续利用规划》明确提出“稳定密云, 改善官厅”的战略目标, 官厅水库水质改善科技攻关项目已经启动, 因此总结国内湖泊污染治理的经验教训以供借鉴, 具有十分现实的意义。

## 2 重点湖泊水环境现状及治理对策

### 2.1 “三湖”水质污染及富营养化现状与原因分析

#### 2.1.1 “三湖”水质污染及富营养化现状

滇池、太湖和巢湖是国家重点治理的“三湖”。滇池是我国著名的高原淡水湖泊, 位于昆明市下游, 也是城市唯一的纳污水体; 太湖和巢湖分属中国的五大淡水湖之一, 具有蓄洪、灌溉、航运、供水、水产养殖、旅游等多方面的功能, 而且是周围城市的主要饮用水源。据 1999 年《中国水资源公报》: 太湖 93%

的湖区水质介于 IV 类~劣 V 类之间, 主要超标项目为 TP、COD<sub>mn</sub> 及 BOD。东太湖及太湖东部、南部沿岸带 23% 的湖区水质稍好, 为中富营养状态, 其它 77% 的湖区为富营养状态, 五里湖、梅梁湖与竺山湖富营养程度最为严重。太湖北湖区夏季蓝藻大爆发, 导致无锡自来水供水困难。云南滇池水质为劣 V 类, 处于富营养状态。巢湖西半湖水水质为 V 类, 东半湖稍好, 全湖的营养化状况都很严重, 以重富营养化水体为主。

#### 2.1.2 污染物来源及污染原因

“三湖”的污染物来源可分两大类: ①点源, 来自沿湖及流域的城镇生活污水和工业污染源排放; ②面源, 来自流域的农田径流、村落集约化畜禽养殖、水产养殖及其他面源。此外, 湖内污染底泥也是十分重要的污染源之一。

污染的首要原因是未经处理的工业废水和生活污水的大量排放。以滇池流域为例, 在几十年的流域城镇化进程

中,工业废水、城镇生活污水超负荷排放呈逐年递增趋势。根据环境监测部门提供的资料,现在每年进入滇池的污水量约2.0亿t,主要污染物是TN、TP和COD。巢湖每年接纳工业和生活污水超过1.75亿t,绝大部分城市污水未经处理而直接排入。

水土流失及化肥、农药的不合理使用是河湖污染的重要原因。据估算:滇池近40%,太湖近50%,巢湖甚至更高的氮、磷来自于水土流失造成的面源污染。

流域经济发展与环境保护不协调是湖泊水环境恶化的重要因素。太湖流域面积约36500km<sup>2</sup>,分属江苏、浙江、安徽及上海,流域内有大中城市38座,总人口约4000万人,是中国人口最密集地区之一,也是经济最发达地区之一。工业化、企业化发展,“菜篮子”建设等加速水质恶化,特别是乡镇企业、“十五小”企业异军突起,给湖泊水环境造成严重影响。

水资源短缺与调控不利,加剧了水环境恶化。如滇池本身缺乏外来水源,水量补给不足,水体滞留时间长,相当于每4年才能换1次水,加之历史上的围湖造田,修筑堤坝等,湖滨生态和湿地系统遭到严重破坏,滇池水体已丧失了自净和生态调节能力。

## 2.2 治理对策及效果

在流域水污染防治“九五”计划及2010年规划指导下,根据控源和湖泊生态修复相结合,治理和管理相结合,点源、面源、内源治理相结合的原则,第一阶段重点采取以下措施:

(1)工业污染治理。滇池沿岸253家重点污染企业有249家完成了治理任务,4家停产整治或搬迁转产,达标合格率达到98.4%;太湖流域1998年底1035家日排废水100t或COD30mg/L以上重点排污单位的总达标率为97.3%,1052家非重点排污单位的治污设施也已完工70%。

(2)污水处理厂建设。2000年底昆

明市建成4座日处理污水36.5万t的污水处理厂,处理能力达60%。太湖流域建成或部分建成投运的33个,其它正在建设中。

(3)禁磷。“三湖”流域都通过地方立法禁用含磷洗涤剂。禁磷行动在太湖至少减少了16.4%的磷排放量。

(4)截污、排污工程。如滇池北岸截污工程:对滇池北岸的污水分区域进行清污分流,以船房河和大清河作为集中排污河道,接纳所在片区的污水,使治理和排污有效地衔接。盘龙江中段截污工程是在滇池入口处新建截污设施,切断入湖污水,通过西园隧洞排往下游河道。太湖则修建了望亭河道立交等工程,实现清污分开,减少入湖污水。

(5)畜禽养殖业污染治理。划定规模化畜禽养殖场达标排放的范围和时限,通过关闭、搬迁和综合治理措施,实现畜禽粪便综合利用或废水达标排放。太湖流域仅上海地区就将各类养殖场4000多家调整为1600家,效果较好。

(6)河道整治工程。昆明实施大观河和盘龙江中段等9条河整治工程;太湖、巢湖全面开展入湖河道疏浚,疏浚土方3亿多m<sup>3</sup>。

(7)底泥疏浚工程。滇池草海一期工程清除底泥424万m<sup>3</sup>;巢湖重点地区底泥疏浚已开始实施;太湖底泥疏浚方案也已送申报批。

(8)水资源保护和调控工程。滇池流域工程造林65万亩,封山育林48万亩,退耕还林4万亩。加固扩建松华坝水库,实施“松滇”联合调水;太湖治理的太浦河、望虞河、杭嘉湖南排、环湖大堤等骨干工程已基本建成,通过水利工程调度,加快水体循环,改善水质。

(9)其他饮用水保证工程、湖滨带防护工程等。随着治理工程的进展,“三湖”污染得到了一定程度的遏制,但规划目标均未达到。滇池局部水域水质有所改善,但关键水质指标TN、TP、叶绿素a浓度未达标。其中草海TN、TP浓度

分别超过规划水质目标5.1、4.45倍;外海TN、TP浓度分别超过规划水质目标0.98、1.4倍。草海水质仍为劣V类,外海为V类,富营养化仍十分严重。而太湖经过“九五”治理以后,水质恶化的趋势基本得到遏制,部分河湖有所改善,整体水质也没有达标。实际水质指标TP超标100%,COD作为另一项必达标指标也超40%左右。

治污目标未能完全实现,主要是:  
①有些治理工程没有取得应有的效果。如《规划》要求昆明2000年城市污水处理率达到80%,新建4个城市污水处理厂后,虽然污水处理能力达60%,但因排污管网不配套,实际城市污水处理率旱季为63%,雨季仅为11%,全年平均为30%,治污效益远低于设计目标。还有一些企业不能稳定做到达标排放,各流域都有超标排放甚至偷排废水的现象。  
②农业面源和农村生活污水治理未见成效。农村城镇生活污水处理率低,大量的生活污水、生活垃圾仍直排入湖。农业面源污染底数不清,缺乏有效的治理技术。昆明市在滇池东岸呈贡县约12km<sup>2</sup>的示范区内实施了7个农村环境卫生示范项目,主要是从农村固体废弃物及农村污水处理、水土流失控制及小流域治理、农村给排水及坡地改梯地等多方面进行综合治理。从考察的几个示范项目,如云南省环科所的生物菌肥中试基地、面源污染监测小区,同济大学不同植物构成的潜流型人工湿地处理系统,清华大学的农田径流污染控制技术示范工程等,面源污染的治理还仅限于小面积的试验。  
③湖泊生态系统遭到严重破坏。由于围湖造田和滥砍乱伐,森林覆盖率降低,湖面萎缩,加上底泥污染,湖泊自净和生态调节能力极差。

## 3 国内湖泊治理的认识

### 3.1 必须加强环保意识、法制建设和执法力度

公众环境意识是衡量一个国家和

民族的文明程度的一个重要标志,同样也是湖泊治理的基础。在“三湖”治理中,都遇到这样一个问题,一边是辛辛苦苦地治理,一边是偷偷摸摸地排放。一些工业企业建了污水处理设备,也只在环保部门检查时才启用,平时执法人员不到,依旧我行我素。治污必须提高企业、个人的环保意识,实现全民关注、监督环保,特别是经济相对发达的太湖地区。

在环保宣传教育的同时,要建立和完善与社会主义市场经济体制相适应的环境管理法规体系。首先要制定法规,依法引导。如日本的琵琶湖治理,在原有立法的基础上,60年代末至80年代,先后制定了一系列的法规和条例,对琵琶湖周围地区的生活污水和工业废水排放、湖泊与河流的堤防建设等作了明确的具体规定,使各项治理工作有章可循。其次要加强执法力度和违法打击力度。如加强对排污企业的长期监督管理,全面推行公众对企业超标排污有奖举报制度等。

### 3.2 政府高度重视,加强领导,建立健全流域污染治理组织协调机构

政府重视是湖泊治理的前提,这种重视体现在政府治污的决心、科学的决策、资金支持和监管力度上。既多抓实事,又不过多干预,不能把治污工程变成违背科学规律的“政绩”工程、应付工程。湖泊的治理往往涉及多个行政区域、多方的利益,因此一个健全的流域污染治理组织协调机构,首先要有权威性、公正性,彻底消除某些各自为政、地方保护的消极意识及行为,确保流域整体治污规划的实施。其次要明确责任,实行责任制。

### 3.3 坚持全面规划综合治理,加大科技创新

治理湖泊污染,一定要立足全流域,标本兼治,以治本为主。根据上、中、下游不同地区的不同特点制定不同的

对策,全面完整制定防治目标、总体规划及分步实施的行动计划。围绕湖泊治理这一世界性课题,应紧紧依靠科学技术,重点开展流域水资源保护与可持续发展、流域水环境监控管理和总量控制技术、底泥生态清淤及非点源污染治理等技术的研究。在全面提高研究水平的同时,依靠科技加强配套技术和环保产业的开发,特别是围绕农村生产、生活污水的处理开发实用有效的中小型污水处理的工艺和成套设备。

### 3.4 充分认识湖泊治理的长期性、复杂性

滇池及太湖治理的阶段目标均未达到规划要求,一个重要原因是湖泊治理的难度估计不足,治理目标定得太高。不切实际的目标,会对社会形成误导,影响治污的信心。湖泊治理是一项复杂的系统工程。按照国内外湖泊治理的经验,一般湖泊治理至少需要10~20年才可能取得较明显的效果。全球至今尚未有湖泊水质恶化后完全恢复的实例。因此,湖泊综合治理规划必须正确认识湖泊污染的现状和成因,通过科学、严谨地分析论证,提出合理可行的治理措施,制订恰如其分的目标,避免走入“急功近利”的误区。

## 4 官厅水库水污染防治应注意的几个问题

(1)官厅水库水质改善的紧迫性。官厅水库水质改善的最终目标是恢复其饮用水源功能。同时面对北京缺水的严峻形势,应考虑应急供水的措施。

(2)官厅水库水污染防治重点。因地理环境、地区经济发展等原因,官厅水库污染物污染负荷与“三湖”有所不同。如滇池和太湖,首先是城镇生活污水,其次是农业面源污染。而对官厅水库流域的点源和非点源的调查和监测,初步估算面源污染负荷占20%~30%。故其治理重点与“三湖”不同。

(3)面源、内源的治理难度。在流域工业废水及生活污水达标排放后,面源和库区污染底泥将成为治理重点。虽然面源污染负荷在官厅水库流域所占比例不大,但流域的气候、土壤类型、植被等自然因素以及地区经济和群众环保意识,加大了面源污染治理难度。据统计,官厅以上流域水土流失面积约25000km<sup>2</sup>,占全流域面积的58%,流域土壤侵蚀模数为1368t/(km<sup>2</sup>·a),水土流失极为严重。而污染底泥的去除,由于量大、分布范围广,加之水深、风浪及冬季结冰期等影响因素,增大了施工难度;特别是底泥的堆放和后期处置,由于缺乏适宜场地条件和成熟技术,给工程具体实施带来困难。

(4)治污与工程治理措施的结合。除了水质污染,官厅水库还存在着由泥沙淤积所带来的一系列问题,如拦门沙淤积、库区塌岸、上游浸没等,急需治理。因此应将每一项工程措施纳入治污总体规划,如水质水量的联合调度、工程疏浚与环保疏浚、塌岸治理与湖滨带建设等。

### 参考文献:

- [1]金相灿,等.中国湖泊环境[M].海洋出版社,1995.
- [2]许木启,黄玉瑶.受损水域生态系统恢复与重建研究[J].生态学报,1998,(5)
- [3]“云南高原湖泊资源不合理开发利用的生态后果调研”课题组.云南高原“四湖”的生态问题与生态后果[C].云南科技出版社,1987年.
- [4]金相灿,等.太湖重点污染控制区综合治理方案研究[J].环境科学研究,1999(5).
- [5]卢云涛.滇池草海污染底泥疏挖及处置工程效益分析[J].云南环境科学,1998,(2).

(责任编辑:匡凤娣)

## **Establishment of experiment and demonstration area for new water-saving technologies and benefits analysis**

XU Di<sup>1</sup>, LI Yi-nong<sup>1</sup>, YAO Wen-cheng<sup>2</sup>, HUANG Yu-zhang<sup>3</sup>

(1. National Center of Efficient Irrigation Engineering and Technology Research, Beijing 100044, China; 2. Beijing Changping District Water Resources Bureau, 102200, China; 3. Beijing Water Resources Bureau, 100036, China)

**Abstract:** An experiment and demonstration area of new technologies for water savings was built in Changping District, Beijing. The field irrigation experiment study is focused on level border irrigation and surge irrigation. The laser controlled land leveling technology was also applied and demonstrated in the area. The results show that obvious benefits could be achieved in water saving and increasing crop yield as well as social aspect after those new technologies are applied.

**Key words:** water-saving irrigation; laser-controlled land leveling; level border irrigation; surge irrigation; water saving and increasing crop yield

## **Discussion on wastewater reuse in Beijing**

GUO Ru<sup>1</sup>, JIA Hai-feng<sup>1</sup>, JING Yan-wen<sup>2</sup>, LIAO Ri-hong<sup>2</sup>

(1. Department of Environmental Science and Engineering, Tsinghua University, 100084, China; 2. Beijing Hydraulic Research Institute, 100044, China)

**Abstract:** Water crisis is one of the most serious problems that Beijing faces. Wastewater reuse is regarded as an effective way to alleviate the crisis. Reclaimed wastewater can be used in different ways, such as irrigation, river supply, industrial use, municipal use, groundwater recharge. The paper reviews foreign countries' experiences on wastewater reclamation and reuse, and the current status of the wastewater treatment and reuse in Beijing. Based on that, some problems on wastewater reuse in Beijing are analyzed. Finally, several suggestions are given.

**Key words:** wastewater reuse; wastewater treatment; sustainable utilization

## **Lake pollution and eutrophication control in China**

MENG Qing-yi

(Beijing Hydraulic Research Institute, 100044, China)

**Abstract:** Water pollution prevention and ecological restoration have been the crucial problems in China so far. Based on the investigation of lake eutrophication control in China, this paper summarizes and analyzes the water environment situation and eutrophication control measures in "three key lakes", and the main existing problems in China. Finally, several key points emphasized on the pollution control of Guanting reservoir are put forward.

**Key words:** lake; water pollution prevention; ecological restoration; eutrophication