

我国城市湖泊的环境问题与对策探讨

舒 金 华

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 210008)

提要 本文根据我国近期湖泊调查资料分析, 查明了湖泊富营养化、水质污染和湖泊的淤积是我国城市湖泊当前存在的主要环境问题, 并在总结前期城市湖泊环境综合整治工作经验的基础上, 提出了改善我国城市湖泊环境质量工作的建议。

关键词 水质污染 富营养化 淤积 湖泊环境

我国是世界上湖泊较多的国家之一⁽¹⁾, 其中有相当一部分湖泊分布在我国一些大中城市的市区或市郊地区。如: 杭州的西湖、武汉的东湖、北京的昆明湖、南京的玄武湖、长春的南湖等, 都是国内外知名度较大的城市湖泊。这些湖泊的共同特点是湖泊面积虽小, 但因其所在地区人口十分密集, 工农业生产高度发达, 湖泊具有调节城市气候, 观光旅游、水产养殖等多种功能, 在各地城市的国民经济中占有十分重要地位。

近年来, 随着我国城市湖泊周围地区工农业生产的迅速发展和湖区人口的剧增, 排入湖内的污染物质不断增加, 致使城市湖泊的环境问题日益增多。目前, 大部分城市湖泊的水质难以达到使用功能的要求, 淤积现象十分严重, 给湖区人民生活和生产活动带来严重损失。本文根据“七五”期间全国部分城市湖泊调查资料分析^①, 对我国城市湖泊的主要环境问题及防治对策作下述方面的初步研究和探讨, 以期为我国城市湖泊的综合整治提供科学依据。

一、城市湖泊的主要环境问题

1. 富营养化问题

如前所述, 城市湖泊的特点之一是湖泊的面积较小, 水深较浅, 水容量十分有限 (表1)。另一方面, 由于它们地处大中城市, 大都具有城市公园湖泊的环境特征, 湖泊周围地区旅游人口十分密集, 经济活动非常繁华, 每天有大量富含氮、磷等营养物质的生活污水、工业废水和生活垃圾不断涌入湖内, 致使湖水中氮、磷的含量增加甚快, 藻类等浮游植物大量繁殖, 湖泊的富营养化进程大大加快。据“七五”期间调查资料的初步统计, 我国城市湖泊中氮、磷含量均达到或超过富营养型湖泊水质标准。湖水中叶绿素 a 的夏季值高达每立方米数百毫克, 透明度仅为十多厘米, 据全国主要湖泊水库富营养化程度评价结果表明⁽¹⁾, 城市湖泊均已达到富营养和重富营养程度。不仅严重影响到人们的观光游览和水上运动的开展, 而且还引起鱼类等水生生物的大量死亡。如武汉的墨水湖、南京的玄武湖、杭州的西湖等,

^①全国湖泊富营养化课题组, 湖泊富营养化数据手册, 1989年。(内部资料)

近年来都曾多次发生不同程度的死鱼现象,已引起了当地市民的强烈反响与广泛关注。

表 1 我国主要城市湖泊概况
Tab. 1 Major urban lakes of China

湖泊名称	所属省市	面积 (km ²)	平均水深 (m)	容积 (10 ⁴ m ³)
西湖	浙江 杭州	5.59	1.96	1095.64
东湖	湖北 武汉	30.75	2.48	7626.01
玄武湖	江苏 南京	3.20	1.35	432.00
甘棠湖	江西 九江	1.22	2.41	300.00
滇池	云南 昆明	330.0	4.30	141900.00
南湖	吉林 长春	0.91	3.00	273.00
墨水湖	湖北 武汉	3.35	1.30	435.50
莫愁湖	江苏 南京	0.37	1.20	44.40
洋南湖	湖北 鄂州	4.31	1.68	724.10
磁湖	湖北 黄石	8.15	1.75	1426.25
瘦西湖	江苏 扬州	0.30	1.50	45.00
五里湖	江苏 无锡	3.70	2.00	740.00
鉴湖	浙江 绍兴	28.40	2.43	6901.20
流花湖	广东 广州	0.33	1.92	63.36
麓湖	广东 广州	0.21	2.40	50.40
荔湾湖	广东 广州	0.14	1.55	21.70
东山湖	广东 广州	0.32	1.95	62.40

表 2 我国部分城市湖泊富营养化程度评价结果
Tab. 2 Assessment of eutrophication of several urban lakes of China

湖泊名称	Chla (mg/m ³)	TP (mg/m ³)	TN (mg/m ³)	COD (mg/L)	SD (m)	富营养化程度
武汉墨水湖	153.9	232	15692	13.5	0.25	重富营养
南京玄武湖	168.2	536	4073	10.8	0.26	重富营养
杭州西湖	58.9	161	2478	10.4	0.43	富营养
长春南湖	120.6	228	2630	8.2	0.22	重富营养
九江甘棠湖	75.6	141	1417	7.3	0.38	富营养
黄石磁湖	14.5	77	1000	3.74	0.36	富营养
昆明滇池(外海)	44.4	108	1309	7.1	0.49	富营养
广州麓湖	119.5	372	3038	9.9	0.34	重富营养
广州东山湖	149.5	428	5350	13.4	0.29	重富营养
广州荔湾湖	162.9	743	7337	14.46	0.31	重富营养
广州流花湖	323.5	643	6777	25.2	0.15	重富营养

2. 水质污染问题

“七五”期间的湖泊调查资料还表明,我国城市湖泊的水质污染问题亦较严重。如表 3 所示,绝大部分湖泊中的 COD、BOD、SS、NH₃-N 等指标,均超过国家规定的 V 类水质标准的要求。透明度甚低,水色发暗,并散发出多种难闻的腥臭气味,难以满足游览水体的水质要求。

据调查资料的分析,造成城市湖泊水质污染的原因,除了已经截污的湖泊(如杭州西湖等)而外,主要是城市湖泊周围地区的生活污水和工业废水直接排入湖泊所致。如南京玄武湖、武汉墨水湖等,COD、BOD 等污染物约有 70% 以上是来自城市生活污水和工业废水等点源的排入,而非城市湖泊则与此相反,主要受湖区迳流等非点源排入影响,如内蒙古的

达资湖、安徽的巢湖等, COD、BOD 等污染物约 60% 以上来自湖区地表径流、湖面沉降等非点源带入。表明城市湖泊整治应以点污染源的治理为主攻方向。

表 3 我国部分城市湖泊水质污染现状*
Tab. 3 Water pollution status in several urban lakes of China

湖泊名称	pH	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	NH ₃ -N(mg/L)	SD (m)
南京玄武湖	8.3	10.80	11.02	21.72	1.21	0.26
九江甘棠湖	8.5	7.31	8.72	20.0	0.26	0.38
杭州西湖	8.3	10.41	5.52	9.50	0.37	0.43
武汉墨水湖	8.1	13.50	22.35	15.65	10.28	0.25
长春南湖	8.8	8.22	14.30	21.10	1.60	0.27
黄石磁湖	8.1	3.70	4.43	16.0	0.52	0.36
广州东山湖	8.0	13.42	13.38	41.87	3.37	0.29
广州麓湖	8.5	9.95	8.27	30.33	1.04	0.34

* 表中数据来源于 1987-1988 年度湖泊调查资料。

3. 淤积问题

由于城市污水和湖区径流中夹带的大量泥沙、垃圾等杂物不断进入湖泊水体, 湖水中大量死亡藻类残体的沉积以及湖泊风景区内环境管理不善, 游客丢弃的大量废弃物沉入湖底, 致使我国城市湖泊的淤积现象日趋严重。如表 1 所示, 我国绝大部分城市湖泊的平均水深仅为 1-2m, 湖底淤泥逐年加厚, 如杭州西湖、武汉墨水湖等湖泊淤积的底泥厚度均在 1m 以上。南京玄武湖 1950 年全面疏竣以后, 湖泊平均水深曾达 1.8m 以上, 至 1988 年湖底地形重新测定的结果表明, 全湖平均水深仅为 1.35m, 平均每年的淤积厚度约 1cm 以上。若按此速度淤积下去, 若干年后, 该湖将有干涸的危险。

表 4 我国部分城市湖泊底泥中 TN、TP 含量
Tab. 4 Content of TN and TP in sediments of several urban lakes of China

湖泊名称	TN (PPm)	TP (PPm)
武汉墨水湖	25632.0	4504.7
南京玄武湖	4825.0	2160.0
昆明滇池	4236.6	1715.9
杭州西湖	9008.0	1569.0
广州流花湖	3479.0	1792.9
广州荔湾湖	4594.3	1748.0
广州东山湖	2156.0	1285.4

表 5 杭州西湖截污前后 TN、TP、SD 的变化
Tab. 5 Changes of TN, TP and SD in Xihu Lake before and after treatments of waste water

时间	TN (mg/L)	TP (mg/L)	SD (m)
截污前	2.78	0.120	49.3
截污后	2.46	0.117	52.0

湖泊底泥的淤积, 除了将会导致湖泊的消亡而外, 还会因底泥中所含有的氮、磷等营养物的释放, 使湖泊营养物的内负荷增加, 促进湖泊水体富营养化问题进一步加剧。据“七五”期间调查资料分析, 我国城市湖泊底泥中的氮、磷含量甚高 (表 4), 每年从湖泊底泥中释

放到水体中的氮、磷数量亦相当可观。如杭州西湖,自 80 年代初完成截污工程以后,入湖营养物的外负荷已大为减少,按理论计算,湖水中氮、磷浓度应明显降低,但实际降低甚微,其中重要原因之一,就是该湖泊底泥中氮、磷不断向水体中释放所致(表 5)。

二、防治对策的建议

如前所述,由于我国城市湖泊的富营养化和水质污染等环境问题普遍较为严重,因而城市湖泊环境的整治工作,已受到各级政府部门的广泛重视。如杭州市、武汉市、南京市等政府部门,都曾经为杭州西湖,武汉东湖、墨水湖,南京玄武湖、莫愁湖等湖泊环境的治理工作开展了深入的调查研究,并在力所能及的范围内实施了多种有效的防治措施,取得了初步成效。目前,还有更多的城市,正在筹备开展这方面的工作。为配合该项工作的顺利开展,我们在认真总结各地前阶段防治工作经验的基础上,结合“七五”期间调查资料的分析,对我国城市湖泊环境综合整治工作,提出下述方面的建议:

1. 制定合理的综合整治规划

为了协调好城市湖区经济建设的发展和湖泊环境质量之间的关系,真正做到既能促进城市经济的发展,又能够保持城市湖泊良性生态循环和湖区的优美环境,需在充分调查研究的基础上,针对各地城市湖泊的主要环境问题,通过湖区的整体与局部、局部与局部、经济与环境、要求与可能等方面关系的系统分析,制定出适合当地实际情况的最佳综合治理方案,以便能收到较好的环境和经济效益。为了配合该项工作的开展,我们根据前阶段工作经验,提出制定这一规划工作的主要技术要点如下:

(1) 全面收集城市湖泊流域地区社会经济、人口、自然条件等方面基础资料。

(2) 进行湖泊水质、底值、生物和主要污染源的综合调查和评价。根据评价结果,确定该湖泊的主要环境问题和主要污染物及其各污染物来源。

(3) 在查清湖泊水质、水情变化和主要污染物来源的基础上,建立起反映入湖污染物与湖泊水质、水情变化的定量关系的水质模型。

(4) 根据城市湖泊的功能要求和保护目标,作出湖泊的功能区划分,按各功能区的污染现状和水源使用目标,确定各功能区的水质标准和主要控制指标。

(5) 根据各功能区的水质标准和设计水情,按上述水质模型,计算出各功能区主要控制指标的允许负荷量和相应的削减负荷量。

(6) 按照“谁污染谁负责治理”和“谁开发谁负责保护”的原则,进行削减负荷量的分配。由于城市湖泊污染物的来源十分复杂,在实际工作中,这一分配任务往往需要进行多次分配。例如,第一步先分配到入湖的各排污河道;第二步由河道分配至各沿河排污口;第三步由入河排污口分到支河上的各排污单位。

(7) 按“削减总负荷量所需治理费用最小”的原则,并结合当地经济承受能力和技术条件,确定切实可行的治理方案。

(8) 编制城市湖泊环境综合整治规划的技术报告,经专家评议鉴定后交当地主管部门酌情付诸实施。

2. 因地制宜地落实治理措施

目前国内外文献报道中,有关城市湖泊治理的措施和途径甚多⁽²⁻⁴⁾。据我国近年来

些湖泊综合整治经验的初步分析, 下述方面的措施具有重要的借鉴意义。

(1) 截污。如前所述, 目前我国城市湖泊中约有 60% 以上 TN、TP、COD 等污染物是来源于湖泊周围地区的生活污水和工业废水的直接排入。因而实施截污工程, 将这部分污染物截至污水处理厂或采用其他途径进行处理, 是当前城市湖泊综合整治一项势在必行的措施。从目前部分截污的杭州西湖等城市湖泊的截污效益来看, 截污后湖泊的环境质量均有明显的改善和得到有效的控制。而至今尚未采取截污措施的城市湖泊, 如南京玄武湖、武汉墨水湖等, 湖泊的富营养化和水质污染及底泥淤积等问题均较前些年进一步的加剧。

(2) 引水冲污。引进外部清洁水源进入湖泊水体后, 一方面由于湖水流速加快, 湖泊水体的自净能力增强, 有利于湖泊水质的改善; 另一方面, 因进入水体中所含污染物浓度远低于出湖水体, 在水体的交换过程中, 可将部分污染物带出湖泊水体, 使湖泊水污染物浓度明显降低。因而, 近年来, 一些具备供水条件的地方, 如杭州西湖、南京玄武湖、武汉东湖、鄂州洋南湖等, 都已经采用或正在准备采用修建引水工程措施来改善城市湖泊的环境质量。其中杭州西湖引用钱塘江清洁水源进入西湖的水利工程, 已于 1986 年正式完工送水, 据近四年多的引水工程效益调查资料的初步分析, 该项引水工程对提高湖泊水质, 稳定湖泊水位及改善湖区小气候条件等方面, 均具有十分重要的作用。其不足之处是引入的外部水源进入湖泊水体以后, 因流场分布不均出现局部水域的水体交换甚微, 致使部分水体的水质未能得到改善, 还需采取一些辅助工程措施来逐渐完善。

(3) 底泥的疏浚。目前, 我国城市湖泊中底泥的淤积普遍较厚, 采用疏浚的办法, 取出富含大量营养物质的底泥, 送至市郊农村作为农家肥料施用, 既可增加农作物产量, 又能减少底泥中营养物向水体的释放, 有效地降低湖泊水体中营养物的浓度。同时, 还因疏浚后, 湖泊库容加大, 增加了湖泊贮蓄水量的能力, 使湖泊环境质量逐步得到恢复和改善。如五十年代初期, 南京玄武湖因淤积现象严重而难以发挥其城市湖泊应有的功能, 后经人工疏浚, 使湖泊平均水深增加到 1.8m 以上, 才逐渐恢复了该湖泊的正常使用功能。但 40 年后的今天, 该湖又面临淤积问题的困扰。据近期调查资料表明, 目前该湖平均淤积厚度在 0.5m 以上, 严重影响湖泊正常功能的发挥, 有关部门正在拟定新的疏浚措施来解决该湖的淤积问题。又如杭州西湖, 近年来也一直采用挖泥措施来减少底泥的淤积, 但因常年仅仅有两条挖泥船在工作, 疏浚的规模过小, 据有关方面的测算, 每年的挖泥量与该湖淤积的底泥量大致相当; 只能起到控制该湖底泥的增厚的作用, 对湖泊现有淤积现象改善的作用甚微, 还需采用增加挖泥船只, 加大疏浚量才能收到较好的效果。

(4) 生物治理技术。①种植大型水生植物。在湖泊水体中, 大量引种水花生、水葫芦、龙须眼子菜、菹草、芦苇、莲、藕等大型水生植物, 对减少湖水中营养物的含量, 净化湖泊水质, 均具有非常明显的作用。如南京莫愁湖和杭州西湖的局部水域中, 近年来栽种了大量的莲藕, 湖泊水色、透明度等感官性状均得到明显程度的改善。内蒙的乌梁素海, 大量引种了龙须眼子菜、芦苇等大型水生植物, 然后, 采用机械化收割的办法, 进行定期收获, 作为牧区的冬贮饲料和造纸原料, 不仅改善了该湖的水质状况, 而且还收到了转好的经济效果。但在水生植物的引种工作中, 必须注意维护湖泊生态系统的平衡, 一定要对所种植的水花生、水葫芦和其它水草进行定期收割, 并加以综合利用, 才能起到净化和保护湖泊水质的作用。否则会起到相反的效果。②放养水生动物。国内外有关资料报道⁽⁵⁻⁶⁾, 在不投放饵料的情况下, 适当放养螺、蚌、鱼类等水生动物, 对改善城市湖泊的水质状况亦有重要的作用。

如长春南湖的研究结果表明,在试验水体中投放适量的田螺、河蚌、方形网纹蚤、白鲢、花鲢等,对水体中的 TN、TP、COD、SS、叶绿素 A 等的去除率均在 30% 以上。

除此而外,还有化学除藻、人工捞藻等措施,在我国部分湖泊的应用中亦取得了有益的经验。但由于我国城市湖泊分布的范围广,各地湖泊的自然环境条件不一,经济技术水平差异甚大,在城市湖泊的综合整治工作中,应当在前述合理规划的基础上,参考各地城市湖泊治理的经验,因地制宜地选择投资省,见效快,当地经济技术条件又能办得到的治理措施,才能收到较好的效果。

3. 加强环境管理

由于我国城市湖泊的环境管理工作的起步较晚,因管理不善而导致城市湖泊环境问题加剧的事例不胜枚举,建议在今后湖泊环境的管理中,切实抓好下述方面的工作。

(1) 充分运用当地报纸、电台等宣传工具,大力宣传保持城市湖泊优良环境的重要意义,增强全体市民及外地游客的环境意识和保护湖泊环境的自觉性。

(2) 制订城市湖泊水域保护条例,并通过立法程序,颁布实施,从而把湖泊环境的管理工作纳入法制管理的轨道,使管理工作有法可依,违法必究。

(3) 搞好城市湖泊水面及沿岸地区环境建设的管理。如加强湖泊水面飘浮物、垃圾的清理,加强湖泊沿岸地区的绿化及现有植被的保护,加强湖区船只、车辆噪声的管理,使整个湖区保持清洁、安静、优美的良好环境。

参 考 文 献

- (1) 舒金华, 湖泊富营养化评价方法探讨,《环境污染与防治》, 12 (5), 1-7, 1990.
- (2) 舒金华, 湖泊富营养化及其防治方法,《水资源保护》, 第一期, 34-45, 1985.
- (3) 合田健编著, 水环境指标, 思考社, 170-172, 1979.
- (4) 山岸宏十著, 湖泊の污染, 筑地书馆, 140-142, 1976.
- (5) 日本水质污浊研究协会, 湖泊环境调查指针, 公害对策技术同友会, 208, 1981.
- (6) 饶钦止等, 武汉东湖浮游植物的演变和富营养化问题, 水生生物学集刊, 第6期, 1-7, 1980.

STUDY ON ENVIRONMENTAL PROBLEMS AND MEASURE OF CHINA'S URBAN LAKES

Shu Jinhua

(*Nanjing Institute of Geography and Limnology, Academic Sinica, 210008*)

Abstract

According to the recent data on China's urban lakes, the author holds that the major environmental problems of those lakes are lake eutrophication, water pollution and silt deposition. Furthermore, relying on the experience of comprehensive environmental management of China's urban lakes, proposals are put forward to improve urban lake environment in China.

Key Words: water pollution, eutrophication, deposit, lake environment