

城市湖泊污染治理方法发展趋势探讨

陈 润

(河海大学水文水资源学院,江苏 南京 210098)

摘要 阐述中国城市湖泊污染的现状并分析原因,介绍曾使用过的污染治理方法,如,物理方法、化学方法、生物方法等。综合分析表明 这些单一的方法治理城市湖泊污染效果不理想。指出复合型方法更加有效,将是今后城市湖泊治理方法的发展趋势。

关键词 城市湖泊 污染治理方法 发展趋势

中图分类号 X524 **文献标识码** :A **文章编号** :1004-6933(2009)S1-0052-03

城市湖泊往往是当地市民以及外地游客休闲游玩的首选地,甚至成为全国闻名的风景名胜。同时城市湖泊具有其独特的生态功能,被称为“城市之肾”。但是,近年来我国城市湖泊污染严重,水质堪忧。原国家环境保护总局公布的近年中国环境状况公报表明,我国城市内湖北京昆明湖、杭州西湖、南京玄武湖、武汉东湖和济南大明湖水质均为 V 类或劣 V 类。另外,随着城市开发进程的加快,湖泊被侵占和污染的现象屡屡发生,这些都严重损害了城市湖泊的天然自净能力,使得湖泊的生态功能大大降低,影响了城市的美观和市民的生活质量。因此,在城市开发中加强对城市湖泊的保护刻不容缓。随着人们对湖泊的保护越来越重视,有很多城市湖泊治理方法可供使用,但是哪些方法更有效,哪些方法在将来发展空间更大,城市湖泊污染治理方法的发展趋势怎样?都将成为人们关注的重点。

1 城市湖泊污染现状及原因分析

1.1 中国城市湖泊污染现状

中国有重点湖泊、水库约 28 个,这些湖泊、水库污染情况相当严重,见表 1。

由表 1 可得,在中国重点湖泊、水库中,其中 V 类和劣 V 类水域所占比例,2003 年为 50%,2004 年为 59%,2005 年为 61%,可见污染逐年加重。且其中的 5 个城市内湖泊水质情况皆为 V 类和劣 V 类,形势非常严峻。表 2 反映的是 2005 年中国 5 个重点城市内湖泊具体污染情况。

由表 2 可见,中国 5 个重点城市内湖泊环境污

表 1 2005 年中国重点湖泊、水库水质类别统计

水系	“三湖” /个	大型 淡水湖 /个	城市 内湖 /个	大型 水库 /个	总计	比例/%		
						2005 年	2004 年	2003 年
个数	3	10	5	10	28			
I 类	0	0	0	0	0	0	0	0
II 类	0	1	0	1	2	7	8	4
III 类	0	2	0	3	5	21	19	21
IV 类	0	1	0	3	4	11	15	25
V 类	0	1	3	2	6	18	22	14
劣 V 类	3	4	2	1	10	43	37	36
主要污 染指标	TN、 TP	TN、 TP	TN、 TP	TN、 TP	TN、 TP			

摘自《中国环境年鉴 2004》、《中国环境年鉴 2005》、《中国环境年鉴 2006》

表 2 2005 年中国重点城市内湖水质评价结果

湖泊名称	营养指数	营养状态级别	水质状况	主要污染指标
昆明湖	54	轻度富营养	V 类	TN
西 湖	58	轻度富营养	劣 V 类	TN
玄武湖	63	中度富营养	劣 V 类	TN、TP
东 湖	63	中度富营养	劣 V 类	TN、TP
大明湖	60	中度富营养	劣 V 类	TN

摘自《中国环境年鉴 2006》

染问题非常严重,水质状况均为 V 类和劣 V 类,富营养化导致的水体污染问题已经到了亟待解决的地步。

1.2 城市湖泊污染原因

a. 工业和生活污水大量排放。城市湖泊之所以会污染,是因为很多污水不断地被排放到湖泊中,这些污水大致来自两种污染源 工业污水和生活污水。

b. 市民和游客环保意识不强。虽然政府已经对环境以及水资源保护进行大力宣传,但是效果并

不明显。每天都会有许多游客,游玩时随意处置垃圾,污染湖泊。

c. 没有找到合适的治理方法。在城市湖泊污染问题出现之后,究竟采取什么方法进行治理,这是一个需要解决的问题,以湖水和时间为代价进行试验,试验往往很难一步达到目的,湖泊治理问题更是如此,因此在治理初期,很多治理方法都被试验过,可是效果甚微,甚至有的方法起到了反作用,导致问题更加严重。

2 城市湖泊治理方法发展现状及趋势

2.1 城市内湖泊治理方法发展现状

随着城市内湖泊水质污染问题的日趋严重,很多方法被研究出来并被不断实验,这些方法大致可以分为以下几类。

2.1.1 物理处理方法

a. 调水稀释、引水活水。调水稀释、引水活水是目前在许多城市湖泊和河流常用的一种物理净化技术。这种技术可以在较短时间内将湖泊内的大量污染物输送出去,同时湖泊中营养物质浓度减小,污染物总量和浓度都能得到有效减少,同时这种方法将死水变成活水,使水体从缺氧状态变为好氧状态,提高了水体自净能,但是需要源源不断地换水,造成水资源的大量浪费,同时很有可能造成外界大的水体污染。如引江济太工程就是引长江水解决太湖污染问题。

b. 淤泥清理。清淤作为控制水体污染及富营养化的一种措施,在国内外已经广泛应用。其目的是通过挖除湖泊底泥,清除沉积物中所含的污染物,减少沉积物中的污染物向水体的释放,对大中城市供水水源地、重要旅游区和特殊水域保护区的水质保障有重要意义^[1]。如1998年的玄武湖的清淤和1999年滇池的清淤工程,清淤在短期内可以改善水质,但从长期效果看,尚未见到中等以上湖泊通过清淤控制湖泊富营养化的实例^[2]。

c. 黏土覆盖河底。用黏土覆盖河底,能阻隔底泥中的氮、磷等元素挥发到水中,从而控制蓝藻生长,这种方法花费较低,对水质的改善效果见效快。但是这种方法会造成底泥缺氧导致生物死亡,如果为了控制氮、磷等营养元素释放而多次用黏土覆盖,最终会给清淤增加困难,这是一个治标不治本的方法。如前几年玄武湖采用此方法对氮、磷等营养元素进行阻隔,控制蓝藻暴发,效果并不持久。

2.1.2 化学处理方法

a. 化学沉淀法除氮、磷。用化学沉淀方法除氮、磷是指向水体中投加铝、铁、钙盐等化学试剂,这些盐类与水中溶解态氮、磷反应形成不溶性沉淀转

移至底泥中,但这种方法会产生大量难以处理的污泥,而且这些方法无法回收废水中的氮磷营养元素,后来人们开始研究应用磷酸铵镁沉淀法去除和回收污水中的氮磷。

b. 化学药剂除藻类。化学试剂除藻是指使用化学药剂,对湖泊中过多的浮游生物、藻类进行杀灭,这种方法能够比较迅速改善水质,见效快,在城市内湖泊富营养化治理中已经得到应用。同时这种方法也可作为严重富营养化水体的应急处理措施^[3]。一些湖泊使用之后,在藻类基本得到控制的同时,湖泊也遭到化学试剂的污染。

2.1.3 生物处理方法

a. 水体曝气技术。水体曝气技术是根据水体受污染后缺氧的特点,人工向水体中充入空气(或氧气),强化水体复氧,以提高水体的溶解氧含量,恢复和增强水体中好氧微生物的活力,使水体中的污染物质得以净化,从而改善水质。曝气技术结合了推流式和完全混合式曝气池的特点,有利于克服短流,提高缓冲能力,同时有利于提高氧的传递、液体的混合和污泥的絮凝^[4]。

b. 投加水体净化促进液技术。水体净化促进液含有降解污染物的多种酶和促进微生物生长的有机酸、微量元素、维生素等成分,可加速水体净化过程中微生物生长的演替,水体净化促进液直接依靠酶或在生物的作用下间接地使污染物得以降解,转化为 CO_2 、 H_2O 等稳定的无机物,并逐步加强水体中生物的多样性,使湖泊水体建立起在洁净水体中才能见到的良性循环的生态系统^[4]。

c. 投加菌种强化生物修复技术。当水体污染严重而又缺乏有效微生物作用时,投加微生物(菌种)以促进有机污染物降解^[5]。如多环芳烃的假单胞菌属、黄杆菌属等多种微生物。可用于修复三氯乙烯等有机卤代化合物和芳香烃污染的水体^[4]。湖泊被这些有机卤代化合物和芳香烃污染,可以投加黄杆菌属等菌种得以修复。

d. 植物或动物对水体的修复。利用植物对污染水体进行修复,修复对象可以是无机物(重金属、氨氮等),也可以是有机物。植物具有生物量大且易于后处理的优势,因此,利用植物对污染水体进行修复在某种意义上是一个颇有应用前景的技术。常用于水体修复的植物有长苞香蒲、菱、水芹等。植物修复最大的优点是在除去有机物的同时,可除去无法被微生物降解的重金属。可采用水面浮床种植香根草、水稻、美人蕉等来吸收除去水体中的氮和磷。

水生动物群落对富营养化水体也有一定的修复效果。如放养浮游动物和鱼类就可起到减少藻类、修复水体的作用^[6]。

2.2 城市湖泊治理方法发展趋势

将物理、化学和生物方法结合起来,取各自方法的优点,互相补充,对水体修复会有很好的效果,以下是近年来一些成功的治理方法,会給今后城市内湖泊水污染的治理方法的发展提供一些参考。

2.2.1 物理生物修复方法

城市湖泊水污染治理物理生物修复方法是将物理方法和生物方法结合起来对水体进行治理的新技术,这种方法利用物理方法和生物方法各自的优点,克服它们各自的缺点,对水体污染进行修复,达到不错的效果。如引水活水物理方法可与植物和动物生物修复技术结合,由于死水变活,水流动性增大,这些植物或生物菌可以随着水流动到任何地方,并在湖中均匀分布,从而将氮和磷等营养物质和蓝藻等污染物质逐步消除,最后水体污染和富营养化问题逐步解决。

玄武湖从 2005 年开始每天从长江引水 28 万 t 对玄武湖进行冲洗,使玄武湖原本死水变活,同时将大量鱼类和菱、莲等水质净化植物投放进玄武湖,活水可以使蓝藻失去了“死水”的生存环境,鱼类可以很好地消耗蓝藻,菱、莲等水生植物可以吸收大量的氮和磷。通过引水活水和动、植物对玄武湖水体的共同修复,终于看到很大成效,2007 年的监测数据表明,这年是 20 年来玄武湖水最清澈的一年。

2.2.2 化学生物修复方法

城市内湖泊水污染治理化学生物修复方法,是指将化学方法和生物方法结合起来对重污染湖泊水体进行治理的一种技术,这种方法将化学方法和生物方法结合在一起,充分发挥化学试剂的作用和生物修复功能,对水体污染进行治理,对水环境进行修复。如向水体中投加铝、铁、钙盐等化学试剂,这些盐类与水中溶解态氮、磷反应形成不溶性物质沉淀,同时利用水生植物的吸附作用将这些沉淀物质吸附起来,减少其在水中的转移,对水体污染的治理起到很好效果。

2.2.3 生物修复方法之间的相互结合

用单一的生物方法对水体进行修复,效果不很明显,于是出现了利用几种比较有效的生物修复方法相互结合,对城市内湖泊水体污染进行治理,这种方法目前比较流行,同时也取得了比较理想的效果。

张家港市对市内一个重污染湖泊进行生态修复治理时,在原来动植物修复水体的基础上,利用 SolarBee 太阳能曝气技术对水体进行曝气,取得了非常好的效果。

在对广州市严重污染的玉翠湖进行生物修复研究过程中,在利用水生动植物进行水质净化的同时,采用 Probac 生物促生营养剂对湖泊进行了为期 40 d 的围栏投药试验,结果表明,投加 5 ~ 10 mg/L 的

Probac 制剂,经过 10 ~ 15 d 的启动周期后,水体污染物得到有效去除,在治理后期持续维持 0.5 ~ 2.5 mg/L 的投加量,可以起到抗排涝污染和迅速恢复水体水质的效果^[7]。

上海佛欣爱建河道治理公司在浦东张家浜水体污染修复过程中,利用多功能曝气复氧船配合微生物技术,取得了良好的修复效果^[6]。这种方法将在今后的城市内湖泊水污染治理中发挥越来越大的作用。

3 结论与展望

a. 城市湖泊往往是当地市民以及外地游客休闲游玩的首选地,甚至成为全国闻名的风景名胜。同时城市湖泊具有其独特的生态功能,被称为“城市之肾”。因此对城市湖泊的保护非常必要,然而大多数城市湖泊已经被严重污染,因此对这些污染湖泊进行治理是亟待解决的问题。

b. 自从城市湖泊污染问题出现以来,很多方法被用来治理,从物理方法到化学方法,再到生物方法,都被很多次地试验过,有些方法取得了一些效果,但是总的说来,由于这些方法各有一定的局限性,都不能在湖泊污染治理中发挥很大的作用。

c. 由于物理、化学和生物修复方法各自都有自身的局限性,于是近年来出现了将这些方法结合起来形成新方法,发挥各种方法的优势,来处理城市湖泊污染问题,这些新方法称为水污染复合修复方法。利用这些新方法,在一些城市湖泊进行试验,取得了相当满意的成效,在现在的湖泊治理中发挥的作用越来越大,逐渐成为城市湖泊污染治理的主流方法。相信这种水污染治理复合修复方法将在以后的城市湖泊污染治理中得到越来越广泛的运用。

参考文献:

- [1] 濮培民,王国祥,胡春华,等. 底泥疏浚能控制湖泊富营养化吗? [J]. 湖泊科学,2000,12(3): 269-279.
- [2] 陆子川,张武. 挖掘湖泊底泥避免水体富营养化的探讨 [J]. 甘肃环境研究与监测,2001,14(1): 60-61.
- [3] 邹琼,张筱助. 净水剂在澳池蓝藻清除部分应急工程中的应用 [J]. 云南环境科学,2000,19(4): 37-39.
- [4] 杨京平. 环境生态学 [M]. 北京: 化学工业出版社,2006: 281-282.
- [5] 孙丽娟,费寿娥,曹绪峰,等. 城市景观水生态修复方法研究进展与发展趋势 [J]. 金陵科技学院学报,2008, 24(2): 77-80.
- [6] 唐玉斌. 水污染控制工程 [M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社,2006: 310-311.
- [7] 李开明,谢丹平,江栋. 城市环境生物修复试验研究 [J]. 生态环境,2008,17(4): 1381-1384.

(收稿日期 2009-01-26 编辑 徐娟)