

太湖五里湖水环境综合整治的设想*

顾 岗 陆根法

(南京大学环境学院污染控制与资源化研究国家重点实验室 南京 210093)

提 要 在分析太湖五里湖水环境现状和污染成因的基础上,提出生态清淤、污水截流、退渔还湖、动力换水、生态修复、护岸整治等一系列水环境综合整治工程措施,并分析各项工程实施对污染物去除量的估算,预测对五里湖水质改善的影响和效果,进行五里湖、梅梁湖水环境综合治理的探索,为全太湖和其他湖泊水环境综合治理提供科学依据。

关键词 太湖 水环境 综合整治 五里湖

分类号 P343.3

浅水湖泊是一个较为脆弱的生态系统,湖水与湖泊底质间物质交换强烈,物质沉积缓慢,抵御污染物负荷冲击能力弱^[1]。浅水湖泊的富营养化问题早在本世纪初就已经出现,西方发达国家在治理湖泊富营养化方面已经历近半个世纪的研究和探索,治理过程一般要少则十几年,多则几十年时间,如日本政府在琵琶湖水环境治理上,历经25年,耗资1000多亿元,才基本遏制了琵琶湖水质恶化的趋势,但其水质改善过程也很缓慢;欧洲的康斯坦茨湖为控制磷的输入,用了15年时间和65亿德国马克,才显示了水质改善的迹象。

我国是一个多湖泊国家,面积大于1 km²的湖泊就有2759个,总面积达91020 km²,约占国土面积的1%^[2]。湖泊是重要的可多功能利用的地表水资源,与人类的生存和社会经济发展息息相关,合理利用、开发和保护湖泊生态环境是人类面临的重大课题。

自20世纪70年代以来,我国湖泊的富营氧化问题日趋严重,在一定程度上阻碍和限制了湖泊所在流域的经济和社会发展,湖泊富营氧化引起的蓝藻水花问题给沿湖城市的供水造成了困难。我国自“六五”起就全面开展了富营氧化湖泊的研究和治理工作,特别是“九五”期间,国家耗资上百亿元重点对太湖、滇池和巢湖开展了重点整治。有关地方政府也对城市湖泊进行了整治,但迄今为止,无一湖泊的治理达到了较为理想的效果,其有治理强度不够的原因,也有对湖泊生态系统认识不全面,没有采取综合治理措施。

太湖是我国第三大淡水湖泊,地处人口密集、工农业发达、经济发展迅速的长江三角洲地区,近年来不断加剧的太湖水体的富营养化问题已成为各界关注和亟待解决的环境问题。自20世纪60年代开始,我国科学家就开展了对太湖的研究,并取得了在流域经济发展及与水环境演变相互作用、浅水湖泊富营养化形成机理、湖泊资源开发利用、浅水湖泊地球化学过程与物质内循环、污染湖泊的生态修复与治理技术等方面的研究成果^[3-5]。由于湖泊污染水体治理和生态修复是一项长期、艰巨、复杂的系统工程,需要多学科、多方面的协同配合,共同研究和寻找适合太湖水环境治理和生态修复的最佳技术路线。

本文在分析太湖五里湖水环境变迁和污染成因的基础上,提出生态清淤、污水截流、退渔

* 2003-07-10 收稿,2003-11-22 收修改稿。顾岗,男,1963年生,高级工程师。

还湖、动力换水、生态修复、护岸整治等一系列水环境综合整治工程措施,并分析各项工程实施对污染物去除量的估算,预测对五里湖、梅梁湖水质改善的影响和效果,进行太湖水环境综合治理的探索,为全太湖和其他湖泊水环境综合治理提供科学依据。

1 五里湖水环境现状及污染成因分析

1.1 五里湖环境概况及水环境变迁

五里湖是太湖伸入陆地的一片水域,东西长 6 km,南北宽 0.3–1.5 km,面积约 6 km²,五里湖常年水位 3.07 m,平均水深 1.60 m,容积约 800×10⁴ m³。

近 20 多年来,随着太湖流域经济的迅猛发展,人口剧增,环境污染防治措施没有同步跟上,入河、入湖污染物增加,太湖水环境明显恶化^[6],特别是北部湖区水污染尤为严重,五里湖深处腹地,相对封闭,水体流动慢,换水周期长,自净能力差,已成为太湖中污染最严重的水域^[7]。

自 20 世纪 80 年代开始,五里湖水体中的 COD_{Mn}、总磷、总氮浓度呈上升趋势(图 1),富营养化程度不断加剧,水生动植物数量和种类减少,生态环境不断恶化。监测资料(根据 GB3838–2002)表明,2001 年五里湖水质为劣 V 类水质,处于重富营养状态,COD_{Mn}、BOD₅、TN、TP 和叶绿素 a 年平均值分别 7.8 mg/L、9.2 mg/L、6.38 mg/L、0.203 mg/L 和 0.081 mg/L,相当于全太湖的 1.39 倍、2.63 倍、1.93 倍、2.44 倍和 2.61 倍。

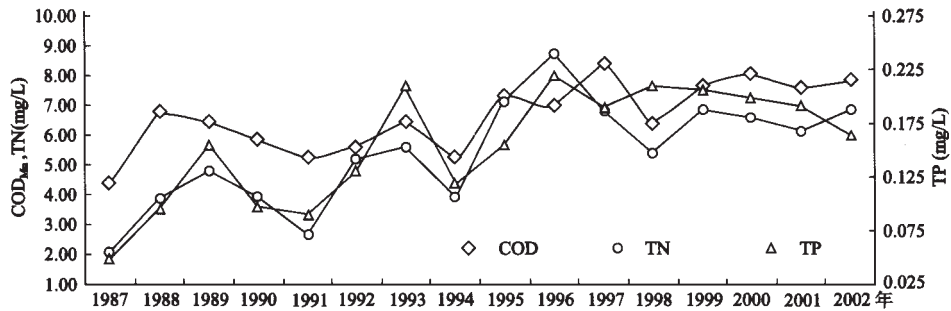


图1 五里湖水质参数(COD_{Mn}, TP, TN)逐年变化(1987–2002年)

Fig.1 Yearly changes of COD_{Mn}, TP and TN in Wuli Lake, 1987–2002

1.2 污染成因分析

造成五里湖污染严重主要有以下几个方面原因:

(1) 沿湖周边地区大量的生活污水和工业废水流入五里湖。通过对五里湖沿湖的污染源调查分析,该区面积约 50 多 km²,人口 31.28 万人,污水量约 100000 t/d,其中生活污水占 60%。污水主要通过曹王泾、骂蠡港、蠡溪河等流入五里湖。

(2) 湖底底泥污染严重。五里湖湖底普遍存在淤泥,据调查,五里湖平均淤泥厚度 0.6–0.8 m 左右,淤泥量约 360×10⁴ t。分析表明,淤泥中有机质含量达 4.037%,TP 达 0.261%,TN 达 0.119%。由于五里湖湖区水较浅、水域开阔,过往船只较多,加之风浪等动力作用,底泥中孔隙水中的营养物质大量释放^[3],淤泥的二次污染已成为湖区水体富营养化及藻类爆发的重要

原因。据估算,底泥释放与外源输入所占的污染负荷比为 41.6%和 22.7%。

(3) 五里湖换水周期长,自净能力差。五里湖由于深处腹地,相对封闭,水体流动缓慢,换水周期长,目前大约 400 d 换水一次,具有城市湖泊的特点,污染物输出较为困难。

(4) 水产养殖加剧水体污染。由于围湖造地,建设大规模水产养殖场,湖面大量缩减,净化能力下降,而且大量的鱼池肥水及污泥未经处理进入五里湖,加剧了五里湖的水质恶化。据调查,沿五里湖四周约有渔场 300 hm²,鱼池肥水中 COD_{Cr}、TP、TN 的含量分别为 112 mg/L、0.6mg/L 和 8.1 mg/L,每年有约 580×10⁴t 的肥水排入五里湖,成为五里湖重要的污染源。

2 五里湖水环境综合整治设想与效果评价

在国民经济和社会发展“九五”计划和 2010 年远景目标中,国务院明确了必须对“三河”(淮河、辽河、海河)“三湖”(太湖、巢湖、滇池)进行治理,把太湖流域的水污染防治提高为全国范围内的重点任务^[8]。在“九五”太湖治理的基础上,苏、浙、沪人民政府和国务院有关部门编制完成了《太湖水污染防治“十五”计划》,并经国务院批复实施,明确了“十五”期间太湖水污染防治的总体目标,即 2005 年底太湖水体水质有所改善,梅梁湖、五里湖水质明显改善。太湖湖体 COD_{Mn} 控制到 5.0–7.5 mg/L,TP 控制到 0.1–0.2 mg/L,主要入湖河流及主要交界断面 COD_{Mn} 应达到地表水Ⅲ类水质标准,TP 指标应提高达到Ⅳ类或Ⅴ类标准,主要水污染物排放总量在 2000 年的基础上削减 10%–25%。国家对太湖水环境治理的高度重视,给五里湖水环境综合整治和生态修复带来了机遇。

根据对五里湖水环境变迁和水体污染、富营养化主要原因分析,五里湖水环境综合整治应坚持治标治本相结合原则、采用工程与非工程措施相结合手段,主要实行污水截流、生态清淤、动力换水、退渔还湖、生态修复等工程措施以及健全环境保护法律法规和宣传环境保护意识等非工程措施。

2.1 工程措施及效果评价

2.1.1 外源阻断工程

(1) 污水截流工程:切断进入五里湖污染物的来源是改善五里湖水环境质量的首要措施,在五里湖周围和梁溪河、骂蠡港等主要入湖河道两侧铺设截污主干管,使五里湖周边产生的污水接入城市污水管网,经污水处理厂集中处理后排入运河,不再进入五里湖。根据对环五里湖污水调查研究,建议完善芦村污水处理厂 20×10⁴ t/d 二级污水处理能力。

污水截流工程实施完成后,可基本消除通过原五里湖周围入湖河道排入湖的工业、生活、餐饮废水约 220×10⁴ t/a,每年可削减 COD 约 740 t,总磷 8 t,总氮 85 t。

(2) 退渔还湖工程:五里湖退渔还湖,消除鱼塘肥水及污泥进入五里湖,并对塘底清淤,加上生态修复等其它措施,将有利于增加五里湖水体的环境容量和自净能力。退渔还湖工程可每年削减由鱼塘向五里湖排放的 COD 399 t,TP 3.5 t,TN 47.5 t,鱼塘清淤可有效清除鱼塘底泥污染物 COD 437 t,TP 13 t,TN 30 t。

2.1.2 削减内源污染

(1) 生态清淤工程:根据五里湖淤泥淤积深度和营养盐分布特征,生态清淤范围应包括整个五里湖湖区和长广溪北段。其中西五里湖湖区和长广溪的清淤深度为 0.5 m,东五里湖骂蠡港、曹王泾河口至中桥水厂等处清淤 0.7 m,其他区域淤泥厚度较薄,主要清除营养盐含量极

高的半悬浮类胶体状物质,约 0.2 m 左右,并严格控制疏浚范围和精度,减少回淤。并对清除的淤泥及时处理。清淤工程可有效清除五里湖内源污染物 COD 1394 t,TP 41 t,TN 90 t,根据国内外底泥污染物释放速率研究成果计算,五里湖清淤后底泥每天向水体释放 COD 为 380 kg,TP 4 kg,TN 150 kg,分别比清淤前下降 17.4%、60%和 28.6%。

(2) 动力换水工程:根据太湖中南部与北部水质情况,以及五里湖地区的水系状况,结合国家“引江济太”工程的实施,动力换水工程是改善水环境的快速有效途径。综合考虑环境改善、防洪排涝、工程管理、工程投资等因素,提出五里湖纳清冲污、改善水体动力条件以增加水体自净能力,即从梅梁湖翻水入五里湖,再通过其他河道入长江,使长江水与太湖水产生互动效应。在梅梁湖犊山水利枢纽旁建设一双向泵站,设计流量为 50 m³/s。由梅梁湖调水入五里湖和市区河道,同步建设相关节制闸,调控五里湖水位,增加水体环境容量,有效降低入五里湖的污染物总量,缩短换水周期,同时梅梁湖、无锡城区河道水质可得到改善。动力换水工程对五里湖、梅梁湖水质改善效果明显,见效快,梅梁湖泵站经过 6-8 d 时间的引水,五里湖水质可达到稳定,各项水质指标明显改善,COD_{Mn},TP,TN 可分别下降 38.5%、27.7%和 49.4%。

(3) 生态修复工程:良性而稳定的生态系统是湖泊生态环境改善的核心^[9],因此在五里湖实施污水截流、生态清淤、动力换水、退渔还湖后,应采取人工手段对水体、底质和湖滨浅水带进行生态修复和重建,恢复五里湖自然生态系统,达到良性循环。生态修复工程主要通过水生生物吸收、储存,并通过固化底泥和收割,去除水体中营养物,其定量的效果有待在今后监测研究得出。

2.2 非工程措施

健全环境保护法规与条例,强化环境管理;采取有效措施,防治工业污染;加强环境科学研究,大力推进循环经济,发展环保产业;运用法律、行政、经济手段保护环境;加强环境教育,不断提高全民的环境意识。

3 结语

湖泊是一复杂的生态系统,污染成因复杂,来源广泛,其污染治理具有长期性、复杂性、系统性和艰巨性。治理措施能否达到预期目标有待证实,首先,疏浚将破坏原有生态系统,残留的沉积物残体很容易发生坍塌、扩散,从而影响表层沉积物,因此精确生态清淤工程技术与清淤的方式、地点与规模是攻克的难点;再者,动力换水改变了五里湖水体的营养组分,并将梅梁湖的藻类带入五里湖,原有的优势种如何改变,是否会再次出现蓝藻聚集等也是换水工程值得注意的问题,总之,浅水湖泊治理的一项探索性、复杂性工程,还有许多问题有待研究和探索。

五里湖水环境综合整治应树立由局部改善到整体改善,暂时的生态平衡向永久的生态平衡转变的概念,物理治理与生物治理相结合,工程治理与非工程治理相结合最终达到改善水质恢复生态系统良性循环的目的。

致谢 水质资料由无锡市环境监测中心站分析、提供;底质数据系无锡市水文水资源勘探局 2001 年 9 月对五里湖 30 个采样点淤泥分析数据而得,特此致谢。

参 考 文 献

- 1 秦伯强. 长江中下游浅水湖泊富营养化发生机制与控制途径初探. 湖泊科学, 2002, 14(3):193-202
- 2 王苏民, 窦鸿身. 中国湖泊志. 北京: 科学出版社, 1998
- 3 秦伯强. 大型浅水湖泊内源营养盐释放的概念性模式探讨. 中国环境科学, 2002, 22(2):150-153
- 4 张 路. 模拟扰动条件下太湖表层沉积物磷行为的研究. 湖泊科学, 2001, 13(2):36-42
- 5 范成新. 太湖湖内综合治理技术探讨. 上海环境科学, 2001, 20(12)
- 6 朱 威. 太湖流域水质型缺水问题和对策. 湖泊科学, 2003, 15(2):133-138
- 7 许 刚, 朱振国, 黄建光等. 无锡市社会经济发展对水环境的影响. 湖泊科学, 2002, 14(2):166-172
- 8 国家环境保护总局编. “三河”“三湖”水污染防治计划及规划. 北京: 中国环境科学出版社, 2000
- 9 濮培民, 王国祥, 李正魁等. 健康水生态系统的退化及其修复——理论、技术及应用. 湖泊科学, 2001, 13(3):193-203

On the Integrated Control of Water Environment of Wuli Lake, Lake Taihu

GU Gang & LU Genfa

(School of the Environment, Nanjing University, Nanjing 210093, P.R. China)

Abstract

Based on the analysis of the actual environmental state and causes of the pollution of Meiliang Bay and Wuli Lake in Lake Taihu, this paper proposes several control measures to improve water ambient quality of Lake Taihu area, which are ecological mud removal, give-back fishing to lake, dynamic water exchange, ecological restoration and retaining wall repair. Moreover, it analyzes and predicts the effect on water ambient quality of the application of these engineering projects. So, this paper explores the integral control measures of Wuli Lake and Meiliang Bay in order to meet the needs for the control of whole Lake Taihu and other lakes with some scientific support.

Keywords: Wuli Lake; water environment; integrated control; Lake Taihu