

引江济淮调水工程的 湖泊富营养化效应研究

THE EFFECT OF THE LAKE EUTROPHICATION ON
THE WATER DIVERSION PROJECT

潘成荣 张之源 著



中国环境科学出版社

引江济淮调水工程的 湖泊富营养化效应研究

THE EFFECT OF THE LAKE EUTROPHICATION ON
THE WATER OVERFLOW PROJECT

张世英 张世英 著

中国环境科学出版社

安徽省环境科学研究院基金文库

引江济淮调水工程的湖泊 富营养化效应研究

**The Effect of the Lake Eutrophication on the Water
Diversion Project**

潘成荣 张之源 著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

引江济淮调水工程的湖泊富营养化效应研究/潘成荣, 张之源著. —北京: 中国环境科学出版社, 2011.9
(安徽省环境科学研究院基金文库)
ISBN 978-7-5111-0717-6

I. ①引… II. ①潘… ②张… III. ①湖泊—富营养化—污染防治—研究 IV. ①X524

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 190002 号

责任编辑 贾卫列
责任校对 扣志红
封面设计 玄石至上

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2011 年 9 月第 1 版
印 次 2011 年 9 月第 1 次印刷
开 本 787×960 1/16
印 张 9.25
字 数 160 千字
定 价 24.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

序

近年来，安徽环保科技工作者紧紧围绕全省经济社会发展大局，立足本职，不断探索，开拓创新，为污染防治、生态保护、节能减排工作提供了有力的技术支持。同时，紧密结合全省环保工作实际，积极关注国内外环保科技研究动态，形成了一批具有较高学术及应用价值的科研成果。

“十一五”期间，安徽省正确处理经济发展与环境保护的关系，大力推进主要污染物总量减排，全面实施重点流域水污染防治，深入开展农村环境综合整治，切实加强环境执法监管，着力解决影响可持续发展和危害群众健康的突出环境问题，在经济持续增长、工业化和城镇化加快推进的背景下，全省环境保护工作取得了显著成效。一是全面完成全省主要污染物总量减排目标，为“十二五”可持续发展打下了坚实的基础；二是巢湖、淮河等重点流域水污染防治进一步加强，水环境质量有所改善；三是发挥环评“闸门”调控作用，落实同级审批制度，环评审批效率进一步提高；四是环境执法监督与环境安全监管力度进一步加大，通过持续开展环保专项行动，严厉查处环境违法案件，解决了一批突出环境问题；五是组织编制并认真实施《安徽省农村水污染防治规划》，农村环保工作稳步推进；六是环境宣教领域继续拓展，政风行建设和机关效能建设扎实开展。

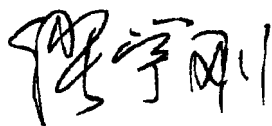
“十二五”是安徽省环保工作攻坚克难的关键时期，面临诸多严峻挑战。一是治污减排压力继续加大。全省工业化、城镇化将保持快速发展，经济总量将保持高速增长，能源资源消耗还要增加，而减排力度在加大、潜力在减小，消化增量、削减存量的任务十分艰巨。二是改善环境质量的压力继续加大。虽然常规环境污染因子恶化势头得到遏制，但是重金属、持久性有机污

染物、土壤污染、危险废弃物和化学品污染问题还很突出，全面改善水、空气和土壤环境质量的任务依然繁重。三是防范环境风险的压力继续加大。环境违法行为时有发生，影响环境安全的不确定因素增多，安全生产事故和自然灾害引发的次生环境问题不容忽视。这些问题需要采取综合措施加以解决。在解决这些问题方面，环境科技将发挥重要作用。

安徽省环境科学研究院组织出版的这套科研成果丛书，是该院首次组织出版的环保科技类图书，是精心筛选出来的优秀科研成果，是安徽省环保科技事业蓬勃发展的一个缩影。这些科研成果，针对环境监管、污染防治、生态保护等领域，作了较深层次的理论探讨和实践总结，提出了针对性较强的思路与对策，对做好安徽省环保工作具有一定的指导意义和较高的参考价值。

希望安徽省环保科技工作者多出科研成果，为整体推进全省“十二五”环境保护工作发挥更大的作用。

安徽省环境保护厅厅长



2011年9月

目 录

第 1 章	概述.....	1
1.1	水体富营养化概述.....	1
1.2	沉积物中氮磷赋存形态.....	2
1.3	磷的沉积与释放的地球化学循环.....	3
1.4	内源负荷控制的研究进展.....	4
1.5	本书研究目的与内容.....	6
第 2 章	材料与方法.....	7
2.1	湖泊概况.....	7
2.2	样品的采集.....	8
第 3 章	湖泊浮游藻类的研究.....	15
3.1	浮游藻类的组成.....	16
3.2	浮游植物生长外界环境分析.....	23
3.3	富营养化评价.....	30
3.4	结论.....	40
第 4 章	湖泊沉积物中营养盐的赋存形态.....	43
4.1	概述.....	43
4.2	沉积物中主要营养元素特征.....	45
4.3	磷的赋存形态.....	50
4.4	氮的赋存形态.....	58
4.5	结论与讨论.....	60
第 5 章	湖泊沉积物中磷的释放研究.....	63
5.1	实验底泥的总体特征.....	63
5.2	底泥的释磷研究.....	66

5.3	磷的稳定性研究.....	85
5.4	讨论与结论.....	95
第 6 章	环境因素对氨氮释放的影响.....	98
6.1	上覆水浓度对湖泊底泥释放氨氮的影响.....	98
6.2	pH 对湖泊底泥释放氨氮的影响.....	101
6.3	溶解氧对底泥释放氨氮的影响.....	103
6.4	温度对底泥释放氨氮的影响.....	106
6.5	结论.....	107
第 7 章	湖泊富营养化的驱动力分析与营养负荷的控制研究.....	109
7.1	调水工程营养物质源强的估算.....	110
7.2	巢湖对瓦埠湖的富营养化驱动分析.....	113
7.3	内源负荷控制方法的研究.....	117
7.4	讨论与建议.....	124
第 8 章	结论与展望.....	127
8.1	结论.....	127
8.2	展望.....	129
参考文献		131
后 记		141

第1章 概述

1.1 水体富营养化概述

由于人类的活动或者水体自然演化的过程, 水体中营养成分(如氮、磷等)含量增加, 引起植物(尤其是藻类)过量繁殖, 导致水质出现恶化的现象。湖泊演变过程中的自然富营养化进程极其缓慢, 往往以地质年代计算, 而人类的社会活动造成的湖泊富营养化进程却极为迅速, 有可能在几年时间即可使湖泊由贫营养状态急剧转变为富营养状态。水体的富营养化将导致一系列的环境问题, 如水生生态系统的退化、水体功能的降低等, 对流域内的生产、生活产生负面影响, 甚至对区域生态安全构成威胁。

我国目前湖泊的富营养化状况为: 在调查的 84 个湖泊中, 44 个湖泊呈富营养状态, 占评价湖泊总数的 52%; 40 个湖泊为中营养, 占总数的 48%; 无贫营养湖泊。而在城市周边的湖泊, 如巢湖、太湖、滇池等均表现为重富营养化状态, 这些湖泊的富营养化已对周边城镇的社会经济活动产生了不利影响。^①

对于湖泊富营养化的治理, 主要目的为削减入湖污染物质、内源负荷量。按照营养物质来源的途径, 湖泊营养物质的来源大体可分为点源、面源以及湖泊内源。为削减入湖营养物质总量, 对于点源废水的治理已倾向于在正常的污水处理程序后, 再经湿地处理得到去除氮、磷等营养物质的目的, 而对于农村面源营养物质的去除, 主要利用湿地处理系统。湿地处理系统可分为人工和自然湿地系统, 人工湿地由人工基质(碎石、沙砾等)、土壤和种植在其上不同种类的净化植物组成, 污水在湿地土壤的表层或表面下流动, 靠沙石与土壤的吸附、植物吸收、微生物转化等一系列过程降解水中的营养物质; 自然湿地对营养物质的去除主要通过河、湖等自然水体与陆地交错带以及农业灌溉沟渠等水系, 在污染物的迁移途径中截留、利用, 以达到削减营

^① 周怀东, 彭文启, 杜霞, 等. 中国地表水水质评价[J]. 中国水利水电科学院学报, 2004 (4): 255-264.

养物质总量的目的。有资料显示,湿地对总氮的截留率可达到 79%,对硝态氮的吸收率达到 96%,对铵态氮的吸收率在 14%~98%^①,对可溶性磷的去除率可达到 52%~99%^②,而随颗粒态土壤流失的磷则基本沉积在湿地系统中。

湖泊内源也为点源与面源的“汇”,在沉积物与水体间存在营养元素的输入、输出物质交换过程。Carpenter、Capone 认为底泥释放的氮可使上覆水中氮浓度长时间维持在富营养化水平^③,Nuenberg、Peter 调查的 23 个分层湖中,厌氧均温层释放的内源磷占总输入磷的 29%,有的高达 90%^④,即使减少了外源污染负荷,内源仍可维持水体污染现状^⑤,底泥释放的营养物质进入水体后的浓度足以维持大量藻类生长需要的高水平^⑥。可见底泥营养物质的输出成为导致湖泊富营养化的一个重要因素。随着外源污染控制技术的提高,内源污染物的释放规律以及控制技术已逐步成为研究的重点。

1.2 沉积物中氮磷赋存形态

底泥中氮的形态分类借助于土壤中氮的分类。氮赋存形态主要分为有机形态的氮和无机形态的氮,有机态氮主要包括水溶性有机态氮(如简单的游离氨基酸、胺盐及酰胺类化合物)、水解性有机氮(蛋白质多肽类、核酸类、氨基糖等)和非水解性有机态氮等,无机态的氮主要包括氨态氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮等。

底泥中磷的不同形态的分析都是基于分级抽提分离的方法而提出的。底泥中磷的赋存形态有较多的分类方法,Herman 等把沉积物中的磷区划为不稳定磷(如可交换的,包括可吸附的、易水解的或者易溶的、易被生物利用的)

① Woltemade C J. Ability of restored wetland to reduce nitrogen and phosphorus concentrations in agricultural drainage waters[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2002, 55 (3): 303-309; Woltemade C J. 恢复湿地可降低农业排水水中氮、磷浓度[J]. *水土保持科技情报*, 2001 (5): 10-11, 16.

② Hey D L, Kenimer A L, Barrett K R. Water quality improvement by four experimental wetlands. *Ecol.Eng.*, 1994 (3): 381-397.

③ Carpenter E J, Capone D G. Nitrogen in the marine environment[M]. New York: Academic Press, 1983: 186-202.

④ 徐铁群,熊慧欣,赵秀兰.底泥磷的吸附与释放研究进展[J].*重庆环境科学*, 2003, 25 (11): 147-149.

⑤ Ramm K, Scheps V. Phosphorus balance of a polytrophic shallow lake with the consideration of phosphorous release[J]. *Hydrobiologia*, 1997 (343): 43-53.

⑥ Pomeroy L R, Simith E E, Grant C M. The exchange of phosphorus between estuarine water and sediments[J]. *Limnol Oceanogr*, 1965, 10 (2): 167-172.

和难溶态磷（指在几十年至几百年的时间内不会被岩化）两种^①。随着磷化学提取剂的广泛应用，沉积物中的磷划分为吸附磷、与碳酸钙结合的磷、Fe和Al束缚态磷、易提取的生物磷、钙矿物磷（如磷灰石）、难溶的有机磷等。为研究底泥中磷的生物可利用性，磷的形态又分为总磷、溶解性的磷、易释放的磷、藻类可利用的磷、闭蓄态磷等^②。在我国湖泊研究中多将底泥中磷分为无机态磷和有机态磷，各种形态的提取方法集中针对无机磷，提取的方法多参考 Ruttenberg 提出的 SEDEX 法^③。有文献说明了沉积物中磷的提取方法及其改进、完善与发展的过程，并认为目前的所有方法均非基于化学计量或结构上的研究^④。

一般而言，发生在湖泊环境中矿物的次生作用、生物或非生物的氧化作用、生物同化、酶促和非酶促水解反应等影响着沉积物中磷的地球化学行为，其中最主要的过程或者作用，部分决定于沉积物中磷的种类即形态的丰度。因此研究磷的赋存形态与含量对于了解磷的释放、与湖泊富营养化间的内在关系有重要意义。

1.3 磷的沉积与释放的地球化学循环

湖泊沉积物与水界面之间物质交换为沉积与释放两个过程。磷的沉积过程一般分为：岩屑形成的磷矿物的沉积、无机磷的吸附沉淀；吸附（主要指吸附到黏土、无定形氢氧化物等）、磷与碳酸盐的结合；外源性含磷有机物的沉积；自生性含磷有机物的沉积；水中悬浮生物体（浮游生物、细菌等）和其他在沉积物表面的生物群落对水体中生物可利用态磷的直接吸收；湖水中溶解态磷直接吸附到沉积物的颗粒上^⑤。

磷由底泥释放到湖水中主要通过两个步骤：颗粒态磷的活化和溶解态磷

① Herman G., Nishri A., Berman, T. A long-term prediction model for total phosphorus concentrations in lake Kinneret[J]. *Water Res.*, 1989, 23 (1): 61-66; Gächter R., Myer J. The role of microorganisms in mobilization and fixation of phosphorus in sediments[J]. *Hydrobiologia*, 1993 (253): 103-121.

② Zhou Qixing, Zhu Yinmei. Evaluation of phosphorus bioavailability in sediments of three contrasting lakes in China and the UK[J]. *Chemosphere*, 2001 (42): 221-225.

③ Ruttenberg K C. Development of a sequential extraction method for different forms of phosphorus in marine sediments. *Limnol. Oceanograph*, 1992, 37 (7): 1460-1482.

④ 李悦, 乌大年, 薛永顺. 沉积物中不同形态磷提取方法的改进及其环境地球化学意义[J]. *海洋环境科学*, 1998, 17 (1): 15-20; 付永清, 周易勇. 沉积物磷形态的分级分离及其生态意义[J]. *湖泊科学*, 1999, 11 (4): 376-380.

⑤ 胡俊. 滇池的内源磷及其与蓝藻水华的关系研究[D]. 武汉: 中国科学院水生生物研究所, 2005.

的扩散传输,当外界环境有利于铝、钙等磷酸盐矿物溶解时,磷素即由底泥中溶解释放而进入水体。通常颗粒态磷的活化过程有:风力搅动和航运机械搅动导致的再悬浮、解吸,含磷矿物的溶解,配位体的交换、矿化,磷从活细胞中的释放^①,厌氧新陈代谢导致细菌细胞内固定磷的释放^②,生物体的分解等。溶解态磷的扩散传输主要包括溶解态磷和间隙水向上的流动、间隙水中溶解态磷的扩散、湖水与沉积物在界面的混合交换等过程,其中扩散是最主要的传输过程。磷素进入间隙水后,由于间隙水与上覆湖水之间存在大的浓度梯度差,驱动磷素向上覆水体中扩散迁移。

磷在底泥与水界面迁移转化受到多种外界环境因子的影响,其中主要影响因素为溶解氧、pH、氧化还原电位、温度、生物作用以及水动力条件等。溶解氧对底泥释磷的影响主要是通过改变矿物的离子价态导致矿物失稳、有机质的矿化等过程而实现;酸碱条件的改变直接影响含磷矿物的溶解度;温度决定了磷素在水体中的饱和度,进而决定了底泥与水体物质交换的强度;生物或者微生物的作用主要为:生物如底栖动物的生命活动过程扰乱了沉积物表层形成的化学阻挡层,增强了间隙水和湖水之间的物质交换^③,微生物在沉积物表面的各种行为直接或者间接影响磷的循环,其中主要的作用方式为对有机质的矿化作用;在浅水湖泊中,风力与船舶航行所引起的水体扰动对底泥与水体之间的物质交换最为重要,扰动可以促进或者加速磷在湖水中的迁移扩散,也加剧了间隙水与湖水机械混合的强度与程度,另外,扰动可使沉积物颗粒再悬浮,而导致颗粒态磷的活化、释放,使得上覆水体总磷浓度和溶解态活性磷浓度增加。

1.4 内源负荷控制的研究进展

在外源负荷得到有效的控制与削减后,内源磷的控制与削减成为富营养化治理的主要内容之一。在内源负荷削减方面通常采用底泥疏浚和生态工程等措施,底泥疏浚可永久消除沉积物对水质的影响,对于污泥量少的小型湖

① Bostrom B. The role Microcystis colonies, its mucilage and associated bacteria, for nutrient fluxes from sediments to lake water-A working hypothesis. In M.Enell, W Graneli & L.- A.Hansson (eds.), 13th Nordic Symposium on Sedimenta, ISSN0348-0798: 6-8.

② Fenchel T, Blackburn T H. Bacteria and mineral cycling[M]. London: Academic Press, 225.

③ Peter T. Bioturbation and exchange of chemicals in the mud-water interface Interactions between sediments and freshwater[M]//Golterman H L, Ed.Interactions between Sediments and Freshwater, Dr.W.Junk B V, The Hague, 1977: 294-306.

泊是非常有效的治理方法,但对于类似巢湖这样大型湖泊,如何处理污泥仍是亟待解决的环境问题;利用生态工程大量输出营养物质也是削减湖泊内负荷的一个措施,如水生植被的恢复、生物浮床技术的利用等。水生植物的生长需要吸收大量的氮、磷营养元素,由湖泊中移出水生植物即可达到输出营养元素、净化水体的目的。如对长春市南湖采取种植水生高等植物、养鱼等生态工程综合治理^①,春、秋两季由莲、凤眼莲等植物带出湖泊的磷总量为 21 274kg,南湖水质明显好转;利用生物浮床技术即在富营养化水域的水面上种植粮食、蔬菜、花卉或绿色植物等各种适宜的陆生植物,通过植物根部的吸收、吸附作用,削减、富集水体中氮、磷等物质,从而达到净化水质的效果。如在富营养化水体表面种植水稻试验结果^②:在水面的浮床覆盖率分别为 20%、40%、60%的条件下,试验周期内对总氮的净去除率分别为 32.11%、42.10%和 49.11%;南京太平湖水面栽培水上蔬菜和花卉的实验结果^③:在种植面积仅占太平湖总面积的 51.15%条件下,1 个月内湖体总氮较治理前降低了 46.13%,总磷降低了 48.14%,藻类密度降低了 63.12%。可见生态工程治理效果显著。

在内源输出量控制上主要采用原位覆盖、水底曝气、投加化学药剂等物理化学方法。原位覆盖是将一层清洁物质覆盖到污染的沉积物表面,防止沉积物迁移或再悬浮,降低污染物向水中的扩散通量^④,从而有效地限制其对上覆水体的影响。覆盖法在日本 Kihama 湖、美国 Eagle 港、挪威 Eitheim 湾等水体中已成功使用。水底曝气是为了提高底层水的溶解氧浓度,从而达到氧化沉积物,抑制内源磷释放的目的。投加化学药剂主要是加入铝、铁、钙盐,通过化学沉淀降低水中磷的浓度,同时增加底泥对磷的束缚能力,抑制内源磷的释放。由于铁离子价态的可变性,使得铝盐控制内源磷释放的效果好于铁盐。投加化学试剂的方法抑制内源磷的释放效果虽然明显,但此法成本高,而且大量的金属离子进入湖泊对水生生态系统的毒理作用有待深入研究。

① 孙刚,盛连喜.湖泊富营养化治理的生态工程[J].应用生态学报,2001,12(4):590-592.

② 宋祥甫,邹国艳,吴伟明,等.浮床水稻对富营养化水体中氮、磷的去除效果及规律研究[J].环境科学学报,1998,18(5):489-494.

③ 濮培民,胡维平.净化湖泊饮用水源的物理——生态工程实验研究[J].湖泊科学,1997,9(2):159-167.

④ 朱广伟,陈英旭,田光明.水体沉积物的污染控制技术研究进展[J].农业环境保护,2002,21(4):378-380.

1.5 本书研究目的与内容

自 20 世纪 50 年代以来,安徽省对引长江水入淮河(引江济淮)的跨流域调水工程多次进行了多学科的论证,其中包含了环境保护方面的可行性研究。在该工程的调水路线中巢湖、瓦埠湖为两个重要的水体,且瓦埠湖为周边城镇的饮用水水源地。由于巢湖流域工业较为发达,也是农业生产基地,人口数量大,且巢湖为半封闭性湖泊,与长江水体交换不畅,大量的营养物质蓄积在湖内,水体多年、持续呈重与极富营养化态势,因此调水工程是否能改善巢湖水质,或者导致富营养化水体的北上而影响瓦埠湖的水质,是该工程关注的重点环境问题之一。我们立足于湖泊的富营养化现状,如藻类的种群结构、水质状况、富营养化程度、营养物质的来源等,讨论巢湖与瓦埠湖的异同之处。鉴于外源治理技术的提高和范围的扩大,内源对湖泊富营养化的作用日趋重要,我们研究两个湖泊的内源主要是立足于沉积物中营养物质的赋存状态、营养物质的释放特征及其影响因素,归纳其相同点与差异性,进而讨论输水过程中营养物质的迁移、扩散规律,以及对湖泊富营养化的驱动作用。并对水体内源磷负荷控制技术进行了探讨,希望为“引江济淮”工程的环境可行性研究提供依据。

鉴于上述目的,本书的主要研究内容为:①湖泊水体理化指标、沉积物及其分层的理化指标的测定;②湖泊浮游藻类区系结构、生物量的调查,湖泊富营养化状况的评价;③湖泊沉积物中营养元素氮、磷的赋存形态研究;④实验室内模拟研究底泥在不同外界环境条件下磷的释放规律,实验研究铁结合态磷、铝结合态磷、钙结合态磷的稳定性;⑤实验室内模拟研究底泥在不同外界环境条件下氮的释放规律;⑥实验室内研究化学方法对内源负荷的控制作用。

第2章 材料与方法

2.1 湖泊概况

2.1.1 瓦埠湖

瓦埠湖位于安徽省中部江淮丘陵区，地理位置为东经 $116^{\circ}48'$ ~ $117^{\circ}02'$ ，北纬 $32^{\circ}10'$ ~ $32^{\circ}34'$ ，地处暖温带与亚热带过渡区，为安徽境内淮河流域主要湖泊之一，也是湖泊周边城镇的饮用水源或者备用水源地。瓦埠湖为河流性湖泊，由窑河、东淝河汇水而成，湖面狭长，南北长约 60 km，东西宽约 3.2 km，平均水位 17.5 m（湖底高程 15.5 m），平均最低水位 16.5 m。湖泊面积约 160 km²，湖体平均水深 2.5 m 左右。流域内年均地表径流量为 12.2 亿 m³，流入湖内多年平均约 4 亿 m³，正常水位的蓄水量约 1.9 亿 m³。湖泊内大型水生生物群落主要为维管束植物，共 20 科 45 属 52 种，主要植被类型为荻和芦苇，分布面积约 1 000 hm²。

瓦埠湖流域内主体地貌为丘陵，流域面积约 1 793 km²，总人口数量近 70 万人。流域内土地利用以农业用地为主，根据安徽省生态环境现状调查、安徽省水环境容量核定项目的污染源调查的结果，流域内基本无工业或其他类型集中排放的废水入湖，湖泊内的营养物质应主要由地表径流携带入湖。

2.1.2 巢湖

巢湖位于安徽省腹地，是我国著名的五大淡水湖之一，也是安徽省的第一大湖泊，地理坐标为东经 $116^{\circ}24'30''$ ~ $118^{\circ}00'00''$ 、北纬 $30^{\circ}58'40''$ ~ $32^{\circ}06'00''$ （巢湖湖体为东经 $117^{\circ}16'54''$ ~ $117^{\circ}51'46''$ ，北纬 $31^{\circ}25'28''$ ~ $31^{\circ}43'28''$ ），处于长江和淮河两大水系中间，属长江左岸水系。巢湖流域总面积 13 350 km²，湖泊面积约 760 km²，多年平均水位 8.4 m，湖水平均深度 2.5 m。

巢湖流域地处江淮丘陵之间，地形地貌特点为西高东低、中间低洼平坦，由此特点而形成的河流、水系发育丰富，呈放射状汇入巢湖。全流域 33 条

河流, 分属杭埠河、派河、南淝河、柘皋河、白石山河、裕溪河等 7 个水系, 其中裕溪河是巢湖水流入长江的唯一通道, 其他 6 条河流为主要入湖河流, 杭埠河多年平均的入湖水量约占入湖地表径流量的 55.5%。

巢湖水生植物主要为维管束植物, 约 28 科 42 属 50 种, 植物种类主要为芦苇、荻、茭草等。由于人类的生产活动, 水生植物的分布面积不足整个湖泊面积的 3%。

由于巢湖流域是安徽省重要的粮食生产地区, 农业生产相对发达; 流域内有合肥市与巢湖市等, 工业较为发达, 人口集中且在过去的几十年内有较快的增长, 流域内人口数量近 1 000 万人。大量的工业和生活废水最终排入巢湖。根据流域内的地质资料, 有含磷的地层存在, 因此湖泊的氮、磷等营养物质来源丰富, 湖泊持续地表现为富营养化, 水体质量降低, 已影响到周边城镇的工业生产与居民的正常生活。

2.2 样品的采集

2.2.1 藻类样品的采集

瓦埠湖与巢湖藻类样品的采集分两次进行, 采样点按照纵向、横向方式布设。瓦埠湖的湖泊形态狭长, 按照入湖水系大致将其分为南、北半湖, 水流方向由南至北。根据入湖河流的位置与湖泊形态, 在南北半湖分别设置一条采样线, 采样点分别为东、西各距两侧湖岸 500 m 以及湖中心。巢湖湖泊形态似鸟巢, 按照形态可分为东、西半湖, 纵向点沿西半湖的中心线布设, 横向点分别沿东、西半湖的轴线布设, 采样点分别位于河流的入湖口与湖心处, 如图 2-1、图 2-2 所示。

藻类样品的采集分定性与定量两种。定性水样采集是站在船头, 手执 25 号筛绢网按“∞”形捞取, 所采集水样现场用 4% 的福尔马林溶液固定, 实验室内镜检鉴定。由于小于 65 μm 的藻类容易漏失, 在藻类的定量计数时增补群落组成种类。定量水样的采集, 用中科院水生生物研究所生产的 2 500 ml 有机玻璃采水器, 置水面下 0.5 m、2.0 m 和距离水底 0.5 m 处采得水样, 混合后取 1 000 ml 倒入塑料桶, 现场用 15 ml 鲁哥氏碘液固定带回实验室, 然后再将水样倒入沉淀器静置沉淀 48 h, 浓缩为 30 ml 待检。瓦埠湖的第二次藻类定量样品的采集分别取了上、中、下三层水样, 制样方法与混合样相同。

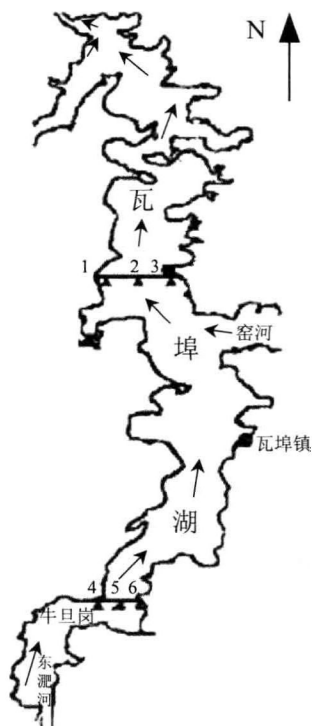


图 2-1 瓦埠湖湖区取样点示意图

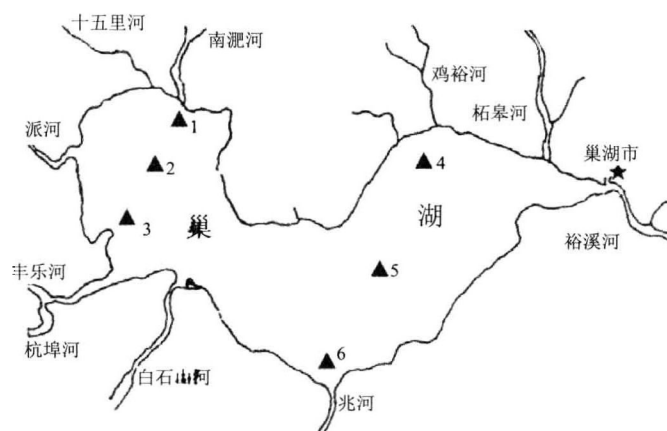


图 2-2 巢湖湖区取样点分布