

太湖水质及富营养化变化趋势分析

毛新伟,徐 枫,徐 彬,高 怡

(太湖流域管理局水文水资源监测局,江苏 无锡 214024)

摘要 以太湖 1997~2006 年系列监测资料为依据,对太湖近 10 年的整体水质状况、富营养化状况以及主要污染指标进行了评价分析。结果表明 太湖水质污染以有机污染为主,水体状况呈逐渐恶化的趋势,富营养化程度逐年加剧,太湖治污工作不容乐观。

关键词 太湖 水质 富营养化 有机污染

中图分类号 X824 **文献标识码** A **文章编号** 1004-6933(2009)01-0048-04

Changes of water quality and eutrophication in Taihu Lake

MAO Xin-wei, XU Feng, XU Bin, GAO Yi

(Monitoring Bureau of Hydrology and Water Resources, Taihu Basin Authority, Wuxi 214024, China)

Abstract Ten-year water quality, eutrophication condition and main pollution indices in Taihu Lake were analyzed using monitoring data from 1997 to 2006. The results show that Taihu Lake was mostly polluted by organic matter, and water quality deteriorated with eutrophication. Great effort is needed to control water pollution in Taihu Lake.

Key words Taihu Lake; water quality; eutrophication; organic pollution

太湖是我国第三大淡水湖,是太湖流域人民的母亲湖。近年来,太湖的水质及富营养化状况一直是各级政府部门和社会关注的焦点。本文通过对太湖流域管理局水文水资源监测局 1997~2006 年间监测收集的系列资料进行对比分析,研究论述了太湖水质及富营养化状况和变化的趋势。

1 太湖水质及富营养化概况

太湖现有水面积 2 338 km²。20 世纪 50 年代至 80 年代,太湖水质较好,以 II 类为主,完全符合饮用水源地标准,水体以中营养和轻度富营养为主。据记录,1980 年以前,太湖很少出现大面积的蓝藻。从 20 世纪 80 年代初到 90 年代中期,因受有机污染影响,太湖水质的类别下降了 1 个等级,全湖平均由原来的以 II 类水为主变到以 III 类水为主,IV、V 类污染水域不断扩大。太湖水体营养状况上升了 2 个等级,上升到目前以中度富营养为主,个别水域已达

重富营养化。1987 年太湖水质高锰酸盐指数(COD_{Mn})、总磷(TP)、总氮(TN)平均质量浓度分别为 3.30 mg/L、0.029 mg/L、1.54 mg/L,至 2000 年分别上升为 5.28 mg/L、0.10 mg/L、2.54 mg/L,短短 13 年间分别上升了 60%、248%、65%^[1-2]。

2006 年全年期,在 TN、TP 指标不参评的情况下,太湖 9 个湖区中(湖区分布见图 1)水质 III 类 4 个,IV 类 1 个,V 类 1 个,劣于 V 类 3 个,超标湖区水体面积占 32.5%,主要超标项目为氨氮(NH₃-N)、五日生化需氧量(BOD₅)、化学需氧量(COD)、COD_{Mn}和溶解氧(DO)。五里湖、竺山湖和西部沿岸区水质为劣于 V 类,共占 11.7%,约 274 km² 梅梁湖水质为 V 类,占 5.3%,约 124 km² 南部沿岸区水质为 IV 类,占 15.5%,约 363 km²;其余为 III 类,共占 67.5%,约 1 577 km²。2006 年全年期东太湖为轻度富营养水平,占湖区总面积的 7.4%,其他湖区均为中度富营养水平,占 92.6%(表 1)。

作者简介 毛新伟(1973—),男,山东平度人,高级工程师,主要从事水文水资源监测及保护工作。E-mail: xinweimaochina@yahoo.com.cn

评价为Ⅲ类(TP、TN不参加评价),分湖区达标率在90%以上,2006年水质有所下降,整体评价为Ⅳ类,上升了1个类别^[3]。详见表2和图2。

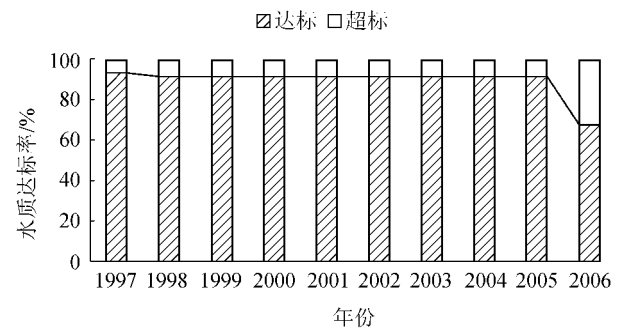


图2 1997~2006年太湖水质达标率年际变化

从太湖各个湖区来看,太湖湖心区、东部湖湾水质较好,长年保持在Ⅱ~Ⅲ类。其中湖心区水质较为稳定,维持在Ⅲ类;东太湖和东部沿岸区是目前太湖水质最好的区域,但自2002年以来水质已由Ⅱ类变为Ⅲ类,下降了1个类别。

1997~2005年,西部沿岸区和南部沿岸区水质尚可,南部沿岸区为Ⅱ~Ⅲ类,西部沿岸区保持在Ⅲ类。2006年,西部沿岸区和南部沿岸区水质明显恶化,南部沿岸区为Ⅳ类,化学需氧量超标,西部沿岸区为劣于Ⅴ类,COD、COD_{Mn}、BOD₅和NH₃-N等有机污染综合指标均超标。

北部湖湾区水质较差,除梅梁湖1997年达到Ⅲ类外,各湖湾历年水质评价结果均超标,主要超标项目为COD、COD_{Mn}、BOD₅和NH₃-N等。其中五里湖为Ⅴ~劣于Ⅴ类,2002年后水质保持稳定,恶化程度趋缓;2002年前,梅梁湖水质略好于五里湖,一般为Ⅴ类,2002年后为劣于Ⅴ类,2006年恢复至Ⅴ类;竺山湖近年水质不断恶化,2002年前为Ⅴ类,之后一直为劣于Ⅴ类。

若考虑TN、TP,1997~2006年全太湖水质均不达标,1999~2001年全湖综合评价为Ⅴ类,其余年份均为劣于Ⅴ类,TN超标严重。

表2 1997~2006年太湖各湖区全年期水质评价

年份	五里湖	梅梁湖	竺山湖	贡湖	东太湖	湖心区	东部沿岸带	西部沿岸带	南部沿岸带	全湖综合评价	达标面积/km ²	达标率/%
1997		Ⅲ		Ⅴ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ		Ⅲ	1977.3	93.1
1998	Ⅴ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	2146.4	91.8
1999	劣于Ⅴ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	2146.4	91.8
2000	劣于Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	2146.4	91.8
2001	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	2146.4	91.8
2002	劣于Ⅴ	劣于Ⅴ	劣于Ⅴ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	2146.4	91.8
2003	劣于Ⅴ	劣于Ⅴ	劣于Ⅴ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	2146.4	91.8
2004	劣于Ⅴ	劣于Ⅴ	劣于Ⅴ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	2146.4	91.8
2005	劣于Ⅴ	劣于Ⅴ	劣于Ⅴ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	2146.4	91.8
2006	劣于Ⅴ	Ⅴ	劣于Ⅴ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	劣于Ⅴ	Ⅳ	Ⅳ	1577.1	67.5

注:全湖综合评价采用各湖区面积加权平均法进行评价。

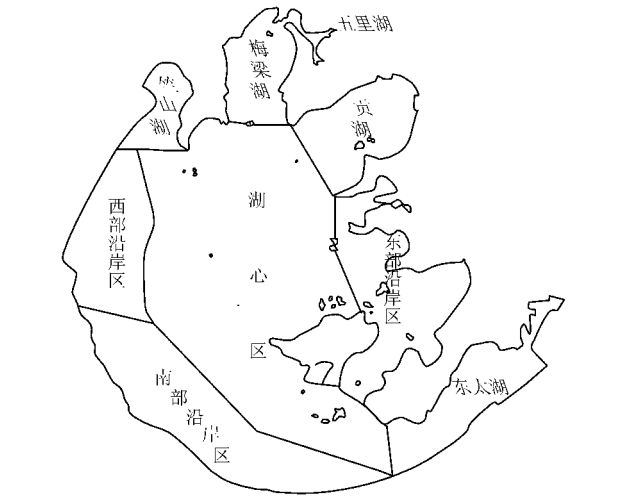


图1 太湖湖区分布

表1 2006年太湖各湖区水质类别及富营养化水平

湖区	湖区面积/km ²	水质类别	富营养化水平
五里湖	5.8	劣于Ⅴ	中度富营养
梅梁湖	124.0	Ⅴ	中度富营养
竺山湖	68.3	劣于Ⅴ	中度富营养
贡湖	163.8	Ⅲ	中度富营养
东太湖	172.4	Ⅲ	轻度富营养
湖心区	972.9	Ⅲ	中度富营养
西部沿岸区	199.8	劣于Ⅴ	中度富营养
东部沿岸区	268.0	Ⅲ	中度富营养
南部沿岸区	363.0	Ⅳ	中度富营养

若考虑TN、TP,2006年全太湖各个湖区的水质均劣于Ⅲ类,全湖综合评价水质劣于Ⅴ类,水质单项指标中,TN超标严重。

2 近10年太湖水体状况评价

2.1 水质综合评价

太湖为苏、浙省界湖泊,污染主要来自太湖西北部的江苏省无锡市和常州市。监测结果表明,1997~2005年9年间太湖水质基本保持稳定,全湖综合

2.2 富营养化评价

根据 1997 ~ 2006 年太湖富营养化监测结果,以年平均值进行评价,太湖整体已由轻度富营养化升至中度富营养化。中度富营养化所占比例不断上升,轻度富营养化水域面积由 1997 年的 1 995 km² 降至 2006 年的 157.5 km²[3] (图 3),表明近年来太湖富营养化程度在不断加剧。

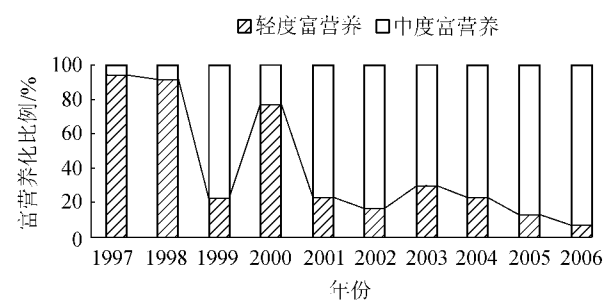


图 3 1997 ~ 2006 年太湖富营养化比例年际变化

各湖区中,位于北部湖湾区的五里湖、梅梁湖和竺山湖富营养化较重,其余湖区富营养化水平在 2000 年后有小幅回落,至 2002 年起持续上升,目前仅东太湖能一直维持轻度富营养化水平,其余湖区均达到了中度富营养化水平。1997 ~ 2004 年东部沿岸区为轻度富营养,2005 年后达到中度富营养水平,西部沿岸区自 1999 年至今均为中度富营养,其他湖区目前均为中度富营养水平。详见表 3。

表 3 1997 ~ 2006 年太湖各湖区全年期富营养化评价

年份	五里湖	梅梁湖	竺山湖	贡湖	东太湖	湖心区	东部沿岸带	西部沿岸带	南部沿岸带	全湖综合评价	中富面积/km ²	中富比例/%
1997		中富		轻富	轻富	轻富	轻富	轻富		轻富	129.3	6.1
1998	中富	中富	中富	轻富	轻富	轻富	轻富	轻富	轻富	轻富	191.6	8.2
1999	中富	中富	中富	轻富	轻富	中富	轻富	中富	中富	中富	1 805.0	77.2
2000	中富	中富	中富	中富	轻富	轻富	轻富	中富	轻富	中富	526.4	22.5
2001	中富	中富	中富	轻富	轻富	中富	轻富	中富	中富	轻富	1 805.0	77.2
2002	中富	中富	中富	中富	轻富	中富	轻富	中富	中富	轻富	1 952.0	83.5
2003	中富	中富	中富	轻富	轻富	中富	轻富	中富	轻富	中富	1 653.6	70.7
2004	中富	中富	中富	中富	轻富	中富	轻富	中富	轻富	中富	1 800.6	77.0
2005	中富	中富	中富	中富	轻富	中富	中富	中富	轻富	中富	2 029.9	86.8
2006	中富	中富	中富	中富	轻富	中富	中富	中富	中富	中富	2 181.3	93.3

注：轻富”代表轻度富营养,“中富”代表中度富营养。

表 4 1997 ~ 2006 年太湖水质单项指标超标率排序

序号	太湖平均		五里湖		梅梁湖		竺山湖		西部沿岸区	
	项目	超标率/%	项目	超标率/%	项目	超标率/%	项目	超标率/%	项目	超标率/%
1	TN	82.7	TN	100	TN	100	TN	100	TN	94.8
2	TP	74.1	TP	100	TP	100	TP	94.2	TP	81.3
3	COD	32.4	BOD ₅	84.2	NH ₃ -N	74.8	BOD ₅	80.8	COD	33.3
4	BOD ₅	30.2	COD _{Mn}	66.7	BOD ₅	72.2	COD _{Mn}	68.3	BOD ₅	19.1
5	NH ₃ -N	25.1	NH ₃ -N	66.7	COD	63.9	NH ₃ -N	67.3	COD _{Mn}	7.8
6	COD _{Mn}	22.8	COD	61.1	COD _{Mn}	51.3	COD	61.1	NH ₃ -N	6.1
7	DO	5.4	DO	13.0	石油类	4.2	DO	17.3	DO	1.7

2.3 超标水质指标评价

太湖污染主要来自工业污水、生活污水和农业面源污染,影响水质的主要为有机污染,例如 TN、TP、COD、BOD₅、NH₃-N、COD_{Mn}和富营养化评价指标叶绿素 a 等。有毒化合物和重金属含量相对较低,近 10 年的监测均未出现超标现象[3]。表 4 中列出了太湖主要污染指标在水质相对较差的湖区及太湖水体中 10 年间超标情况,可以看出,TN、TP 是太湖水体中超标最严重的,其次为 COD、BOD₅、NH₃-N、COD_{Mn}、DO 等。叶绿素 a 是表征水体藻类含量的生物指标,也是反映太湖富营养化的重要指标,10 年间含量逐年升高,全湖均值增长了 237%,增幅惊人。各个单项指标低点出现在 1999 ~ 2002 年,高点出现在 1997 年和 2006 年。

3 变化趋势分析

3.1 水质变化趋势

通过对多年监测值的评价统计,除去 TP、TN 指标不参评外,太湖 2005 年以前水质尚可,基本维持在Ⅲ类,达标率在 90% 以上,但水质仍呈现恶化的趋势[4]。2006 年,太湖水质整体下降为Ⅳ类,达标率仅 67.5%。太湖各湖区中东太湖水质最好,近年来部分污染指标含量有小幅上升,水质类别由Ⅱ类变为Ⅲ类,上升了 1 个类别。东部沿岸区、湖心区和

贡湖水水质尚好,近年来均保持在Ⅲ类,污染指标含量略有小幅上升。南部沿岸区和西部沿岸区水质呈现恶化的趋势,2006年前水质为Ⅲ类,2006年水质为Ⅳ类,其中南部沿岸区2004~2006年水质由Ⅱ类变为Ⅳ类,每年上升1个类别。

3.2 富营养化变化趋势

太湖富营养化趋势较为明显,已由轻度富营养水平变为中度富营养水平,且富营养化程度逐年上升。叶绿素a的含量逐年升高,表明湖区藻类发生量逐年增加,富营养化加剧,致使太湖蓝藻频繁爆发,且其变化趋势已脱离营养盐的走势。

3.3 水质单项指标变化趋势

太湖近年来有机污染指标浓度有升高之势, $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 COD_{Mn} 等指标与1998年相比升幅在20%以上。营养指标中, TN 浓度持续上升, TP 浓度在2000年后有所下降,至2002年出现最低值,2002年后又逐年上升。 COD_{Mn} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 TN 和 TP 指标在1997~2006年间均出现先抑后扬的趋势,总体呈逐年升高趋势。叶绿素a近年有加速增长的趋势, DO 和 BOD 指标基本持平。详见图4。

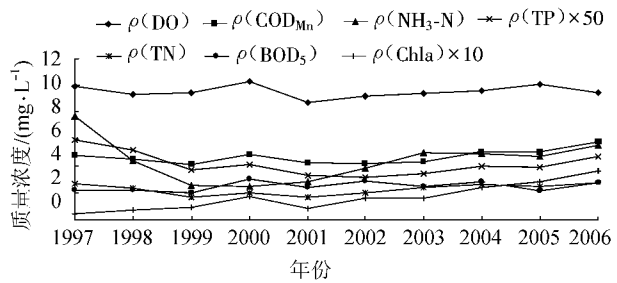


图4 太湖湖区主要指标均值年际变化趋势

4 结 语

1998年底实施太湖治污零点行动后,太湖水体恶化的总体趋势得到了控制,短期内水质有一定改善,但水污染状况没有得到根本性遏制^[5]。2000年后,随着经济社会发展,环太湖周边地区的污水不断入侵,太湖水质又呈现逐年恶化的趋势,富营养化加剧,太湖蓝藻频繁爆发。因此,有关部门必须加大减排、截污、引水、清淤、截流等综合治理措施的力度,多头并举,点面兼治,建立长效管理机制,从根本上实现太湖水体变清,达到人水和谐的总体目标。

参考文献:

[1] 吴浩云.太湖流域“引江济太”水资源调度配置对维护流域河湖健康的思考[M].北京:中国水利水电出版社,2006:341-342.
[2] 林泽新.太湖流域水环境变化及缘由分析[J].湖泊科学,2002,14(2):111-116.
[3] 徐枫,徐彬.太湖流域省界水体十年水质变化分析报告[R].无锡:太湖局水文水资源监测局,2006:39-44.
[4] 陆铭峰,徐彬,杨旭昌.太湖水质评价计算方法及近年来水质变化分析[J].水资源保护,2008,24(5):30-33.
[5] 张巍,王学军,江耀慈,等.太湖零点行动前后水质状况对比分析[J].农村生态环境,2001,17(1):41-47.

(收稿日期:2007-08-10 编辑:傅伟群)

·简讯·

首届东亚环境社会学国际研讨会在日本举行

首届东亚环境社会学国际研讨会“问题、行动及政策”于2008年10月4~6日在日本东京的法政大学举行。中国人民大学洪大用教授和河海大学施国庆教授、陈阿江教授等6位来自中国大陆的学者参加了会议并作了大会主题报告。来自中、日、韩3国的100多名专家、学者参加了会议。

近年来,全球气候变暖、土地沙漠化,环境问题引起了世界广泛关注。东亚地区占着世界四分之一的人口,环境问题与人们生活息息相关,已经跨越了国与国的边界,对各国的经济发展都产生了巨大的影响。2007年,由河海大学、中国人民大学与日本、韩国和中国台湾学者发起成立了东亚环境社会学网络,试图从整个地区发展的角度着眼,相互学习,相互合作,以寻求解决环境问题的更好对策。此次会议讨论了东亚各国(地区)环境议题、环境运动以及环境政策的异同,如工业污染、水、空气、资源浪费、大型发展项目、能源(二氧化碳、核、可再生资源)、环境保护等等。第2届东亚环境社会学研讨会将于2009年11~12月在中国台湾举行。

(本刊编辑部供稿)