

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2011.06.009

淀山湖水污染状况分析与综合治理对策研究

陈 红¹, 韩 青², 周宏伟¹

(1. 太湖流域管理局水利发展研究中心, 上海 200434 2. 水利部太湖流域管理局, 上海 200434)

摘要 根据淀山湖湖区和入湖河流 2000—2009 年水质监测资料, 分析淀山湖及环湖河流近期水质变化趋势; 从城市污水排放、工业污染及农业面源等方面研究淀山湖污染特性, 分析淀山湖水资源保护形势, 兼顾开发、利用、保护要求, 统筹上游与下游, 提出淀山湖污染源治理、水利工程调水引流、污染物排放总量控制与断面浓度控制相结合的污染控制制度, 建立环湖协商机制等综合治理对策。

关键词 淀山湖; 水污染; 综合治理; 对策研究

中图分类号: X524 文献标识码: A 文章编号: 1004-6933(2011)06-0036-05

Water pollution analysis and integrated control countermeasures for Dianshan Lake

CHEN Hong¹, HAN Qing², ZHOU Hong-wei¹

(1. Development Research Center of Taihu Basin Authority, Shanghai 200434, China; 2. Taihu Basin Authority, Ministry of Water Resources, Shanghai 200434, China)

Abstract: Based on water quality monitoring data from Dianshan Lake and its inflowing rivers from 2000 to 2009, the change trends of the water quality of Dianshan Lake and the rivers around the lake were analyzed. The characteristics of pollution in Dianshan Lake were investigated from the aspects of the urban sewage discharge, industrial pollution, and agricultural non-point source pollution. The status of water resources protection in Dianshan Lake was analyzed. Taking into consideration the requirements for development, utilization, and protection of the lake in both the upper and the lower reaches, this study proposed integrated control countermeasures, including pollution source control, water diversion and drainage through water conservancy projects, the establishment of a pollution control system, combining control of the total amount of the pollutant discharge with sectional pollution concentration control, and the establishment of a negotiation system around the lake.

Key words: Dianshan Lake; water pollution; integrated control; countermeasure study

淀山湖位于太湖流域苏沪边界地区, 是流域内主要的省界湖泊, 涉及江苏省昆山市的千灯浦、淀山湖、锦溪和周庄 4 镇和上海市青浦区的朱家角、商榻和金泽 3 镇, 湖区面积 63.7 km²。淀山湖周围河网密布, 湖荡河港交叉, 进出河港 50 多条, 主要入湖河流有千灯浦、朱厓港、急水港、元荡, 主要出水河道为拦路港。淀山湖周边发育着大小湖泊 21 处, 包括澄湖、元荡、汪洋荡等, 湖群总面积约 59 km², 河网水面率达 32.7%。淀山湖具有调节径流、供水、灌溉、航运、养殖、旅游等多种功能, 是太湖流域洪涝水下泄

的主要通道和区域重要的水资源蓄集涵养地, 是上海市黄浦江上游重要的水源地保护区, 也是苏申外港线和赵龙线重要的航道交汇点和上海重要的国家级水利风景区。

淀山湖地区是太湖流域投资增长和社会发展较具活力的地区之一。2006 年该地区国内生产总值达 324.9 亿元。但随着地区社会经济的发展, 区域内污染问题日渐突出, 水环境日趋恶化, 生态环境遭到破坏, 严重威胁着下游地区人民的饮用水安全, 严重制约着区域经济社会的可持续发展。

受入湖河流水质的影响,近年来淀山水质逐步恶化,呈中度富营养水平。1985年9月,淀山湖首次暴发大面积蓝藻“水华”,历时达15d之久,上海区域90%的湖面出现绿色被膜。此后,淀山湖每年均有不同程度的蓝藻“水华”现象出现。2007年,淀山湖再次大规模暴发蓝藻,蓝藻占据全湖将近80%的水面,Chl-a质量浓度平均值高达172.7 mg/m³,其中湖南区点位最高,达651.9 mg/m³,2008年蓝藻水华暴发程度低于2007年,蓝藻水华最大面积占全湖将近40%的水面,全湖Chl-a质量浓度平均值为32.9 mg/m³,其中湖北区点位最高,为115.3 mg/m³。

目前,淀山湖湖区TN质量浓度在2 mg/L以上,TP质量浓度在0.2 mg/L左右,易引发蓝藻暴发。一旦水温等气象条件适宜,淀山湖就有发生蓝藻“水华”的潜在风险,对流域下游上海市水源地的供水安全将造成较大影响。

1 水环境状况分析

1.1 湖区

2000年以来,淀山水质总体呈现先恶化再好转趋势。2000—2006年,随着淀山湖地区经济社会发展,污染物排放量剧增,淀湖水污染问题日趋严重。2006年以后,在区域污染治理力度加大后,淀山水质呈现好转趋势,但水质总体类别仍然为劣V类(GB 3838—2002《地表水环境质量标准》,下同)。淀山湖富营养化状况也较为严重,2000年至今均为中度富营养化水平。

从主要污染指标分析,淀山湖主要超标项目为NH₃-N、COD等有机污染指标。2000年以来,淀山湖主要污染物浓度逐步升高,2006年以后部分水质指标呈回落趋势。NH₃-N质量浓度急剧升高,年均值已由2000年的0.94 mg/L(Ⅲ类)增加到2006年的3.50 mg/L(劣V类),增加了270%,是淀山水质主要定类指标。2009年淀山湖NH₃-N质量浓度为1.06 mg/L,基本接近2000年水质浓度,属Ⅳ类;COD指标变化不大,基本稳定在Ⅲ~Ⅳ类;DO质量浓度较高,均达到Ⅰ类水标准。2009年DO质量浓度达到9.19 mg/L。

富营养化指标中TN、TP质量浓度2006年之前逐年上升,随后呈现明显下降趋势。TN质量浓度持续上升,2006年达到峰值6.91 mg/L,比2000年增加了54%,2009年为3.96 mg/L,较2000年下降11.6%,但仍属于劣V类;TP质量浓度自2000年起逐年上升,至2004年达峰值0.369 mg/L,增长122%,2005年起逐步下降,2009年TP质量浓度为0.134 mg/L,较2000年下降19.3%,但仍属Ⅳ~Ⅴ类。Chl-a质量浓度也有大幅增长,2009年较2000年增加了31%。淀山湖2000—2009年水质变化趋势见图1。

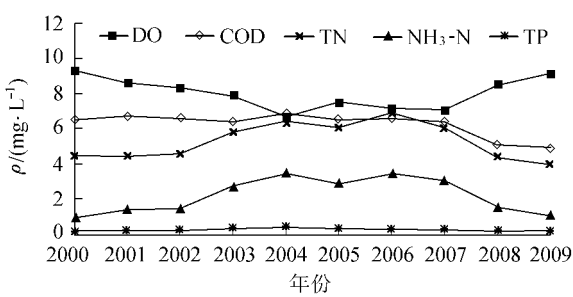


图1 淀山湖2000—2009年水质变化趋势

1.2 入湖河流

淀山湖主要入湖河流水质自2000年以来也呈逐步恶化趋势,2006年以后大部分水质指标逐渐好转。其中,千灯浦、急水港水质相对较差,近年来均为劣V类,元荡除个别年度达到Ⅳ类外,其余年度为V、劣V类;朱库港2004—2006年为Ⅳ、V类,2007年以后水质指标均为Ⅲ类。

淀山湖下游拦路港水质直接受淀山水质变化影响,近年来水质也呈下降趋势。DO质量浓度略有降低,但仍维持在Ⅱ、Ⅲ类;COD变化不大,为Ⅲ、Ⅳ类;NH₃-N、TN质量浓度在2006年之前持续升高,2009年分别为0.82 mg/L和3.44 mg/L,较2000年上升43.9%和33.3%,TP质量浓度大幅升高后开始回落,但仍维持在较高水平。

环淀山湖河道2001—2009年NH₃-N、TP质量浓度变化趋势分别见图2。

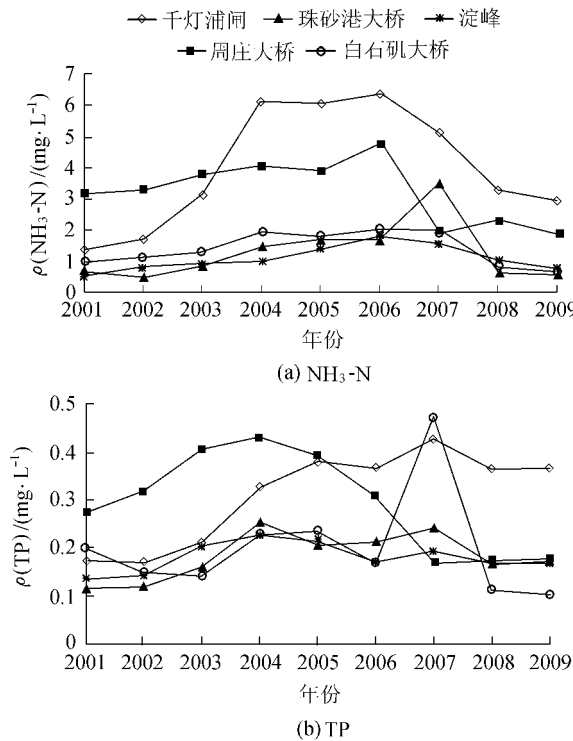


图2 环淀山湖河道2001—2009年NH₃-N、TP质量浓度变化趋势

2 水资源保护形势分析

a. 城市化进程加快,城镇生活污水大量排放,而污水处理率未得到根本提高。由于人口的快速增长,城镇生活污水排放量也大幅增加,但污水处理率未得到根本提高。大量生活污水未经处理直接排放,造成该地区水体 $\text{NH}_3\text{-N}$ 等指标严重超标。据统计,仅昆山市 2009 年总人口(含暂住人口)就达 168 万,约为 2000 年人口的 2.2 倍,人口增量主要源于大量的外来务工、务农人员及经商者等。而昆山千灯镇污水处理厂接纳生活污水量仅为 3 000 t/d,生活污水处理率仅为 20% 左右。

b. 一些污染行业比重仍然较大,尚有部分企业存在超标排污现象。2000 年以来,纺织、化学原料、服装、造纸及纸制品业等传统行业占工业比重均有所降低,但企业数量仍有较大增加。据调查,淀山湖周边地区主要排污口有 20 个,涉及行业有污水处理、电子元件制造业、公共设施(游览景区)管理业等,年排放污水 813 万 t, COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TN、TP 的年排放量分别为 596.8、96.6、119.8 和 20.3 t。工业污水的主要超标指标是 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、COD、 BOD_5 、pH 等, TN 浓度也偏高。

c. 农业面源污染近年来虽有减少趋势,但仍是该地区污染物的重要来源之一。面源污染是淀山湖营养物质的主要来源,2005 年淀山湖地区面源 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TN、TP 的年负荷总量分别达 8.98 万、0.43 万、0.92 万和 0.094 万 t。根据淀山湖周边昆山、吴江、青浦等地区历年统计资料,该地区渔业养殖规模基本维持不变且略有减少,禽畜养殖规模逐年减小,化肥和农药施用量也在逐年减少,自 2000 年以来农业面源污染基本得到控制且有减少趋势。但由于污染负荷依然较重,农业面源还是该地区污染源的重要来源之一,区域农业用地占陆域面积的 62% ~ 66%。据相关资料测算,淀山湖氮磷污染分别约有 72.5% 和 73.4% 来自农业生产。

d. 作为跨省界湖泊,涉及多部门、跨行业管理,缺乏有效的统一管理。目前,上海市拥有淀山湖大部分水域的管辖权,管理水域面积 47.5 km^2 ,占湖泊面积的 75%,江苏省苏州市拥有水域面积 16.2 km^2 ,占湖泊面积的 25%。淀山湖的管理涉及淀山湖的开发、利用与保护等多方面内容,主要包括:水资源管理、水污染防治、水产养殖、航运管理及其开发建设、疏浚、整治和生态保护等。由于淀山湖水域广阔,跨江苏、上海两省市,淀山湖管理采用属地管理和分部门、分行业管理的模式,涉及省市各级政府的环保、建设、渔业、交通、旅游等部门,水资源保护措施难以落实到位。长期以来,水资源管理多以区域

管理为主,管理相对比较薄弱,缺乏有针对性的区域水环境综合治理方案,易导致部分地区转嫁污染,上下游水事纠纷时有发生,且难以得到有效调解。

3 综合治理对策初步研究

太湖流域水污染治理工作虽开展多年,但随着流域经济社会的快速发展,污染物排放量剧增,而污染治理能力相对滞后,导致流域水环境状况日趋恶化。2008 年 5 月,国务院正式批复《太湖流域水环境综合治理总体方案》,遵循“先治污、后调水”的原则,以污染物总量控制为重点,在综合治理区共安排了包括饮用水安全、工业点源污染治理、城镇污水处理、垃圾处理、面源污染治理、提高水环境容量(纳污能力)引排工程、生态修复、河网综合整治、节水减排建设、监管体系建设和科技支撑研究等 10 大类 771 个治理项目。其中,昆山市的千灯浦、淀山湖、锦溪、周庄 4 镇和上海市青浦区的朱家角、商榻、金泽 3 镇分属太湖流域水环境综合治理范围的一般治理区和重点治理区。

3.1 污染治理措施与水质改善效果分析

淀山湖地区污染治理措施主要包括工业点源处理、城乡生活污水处理、垃圾处置、面源污染治理等。建设中水回用、废水回用项目及生态化改造工程,淘汰污染严重的企业和落后工艺设备,加大工业污染源的治理力度,逐步实现“工业园区化”,以便有效控制工业污染、改善水环境状况,保护水资源。昆山市规划建设“生化+树脂吸附+膜生物反应器”的污水回用工程,规模 5 000 t/d,处理前 COD 排放标准为 100 mg/L,处理后可达排放标准(50 mg/L),每年可减少 COD 排放量 1 500 多吨;上海市青浦区金泽、朱家角等镇将逐步淘汰 10 家工业污染企业,每年可减少污水排放量 60 多万吨、COD 800 多吨、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 200 多吨。

淀山湖地区规划改造现有污水处理厂 17 处,新(扩)建污水处理厂 17 处,提高污水处理规模,污水处理厂执行一级 A 排放标准,建设管网工程 133 km,同时实施污水处理厂污泥规范化和无害化处理,提高处理效率。对于乡村污水,昆山市采取建设生活污水厌氧净化池、生活垃圾发酵池、田间垃圾收集池和乡村物业服务站等方法收集处理;青浦区在完善农村生活垃圾收集系统的基础上,分别采用分散处理、集中处理和纳管等 3 种方式,推进自然村生活污水治理。

农业面源污染控制方面,实施化肥减施、农药减施与替代、农田氮磷流失生态拦截等工程。化肥减施工程可减少氮肥用量 30%,磷肥用量 20%;施用有机肥可替代 30% ~ 40% 的化肥;水旱轮作减少氮

肥用量 20% ,磷用量 10%。改造农田排水沟为生态沟渠 ,渠壁种植黑麦草等多年生植物 ,渠底种植水生蔬菜等作物 ,渠底建设拦截坝。

在实施污染源综合治理措施后 ,经估算 ,淀山湖地区污染物排放量 COD 将在现状基础上减少 40% , $\text{NH}_3\text{-N}$ 将减少 58% ,TP 将减少 55% ,TN 将减少 59%。淀山湖全湖平均 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP、TN 全年期质量浓度将较现状分别降低 25%、27%、28%、37%。淀山湖湖泊富营养化恶化趋势可得到有效控制。

3.2 调水引流线路与水质改善效果分析

利用水利工程调水引流 ,促进河湖水体有序流动 ,增强河湖自净能力 ,可有效改善淀山湖水生态环境。淀山湖地区的水文情势较为复杂 ,除当地降水径流影响外 ,东北有长江引水 ,西有太湖泄水 ,南部有太浦河水流。从区域周边水系及历次引水情况看 ,淀山湖引水水源主要是长江和东太湖。

长江过境水量丰沛 ,徐六泾断面多年平均流量达 9335 亿 m^3 ,且水质优良 ,现状水质类别基本为 II 类。在干旱和平常年份 ,通过望虞闸、浒浦闸、白茆闸、七浦闸、杨林闸、浏河闸等沿江口门调引长江水入河网 ,经阳澄湖及河网调蓄 ,再入淀山湖 ,补充区域水量不足 ,促进河湖水体流动 ,改善河网水质。据分析 ,在沿江浏河闸年调引长江水 26 亿 m^3 入区域后(较平常年份引江水量增加 14~18 亿 m^3) ,淀山湖全年期 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 和 TN 质量浓度可在现状基础上降低 7%~15% ;苏沪省界珠砂港、吴淞江等河流断面水质状况出现好转 ,邻近浏河的黄渡、元和塘水质改善最为明显 ,全年期 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 和 TN 质量浓度可分别降低 20%~38%、46%~53%、29%~43%、39%~42% ;区域拦路港、斜塘等主要下泄河道水质也有所好转 ,全年期 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 和 TN 质量浓度可平均分别降低 4%、11%、8%和 12% ;下游松浦大桥、苏州河等河流水质状况也有不同程度的好转。该线调水属平原河网地区大范围长距离开敞式调水 ,主要存在问题为沿途所经的河网地区水质普遍超标 ,污染未得到有效控制 ,引水改善淀湖水质的效率相对较低。

东太湖泄水量是淀山湖水量主要而又直接的另一个来源。水流从东太湖经瓜泾口入吴淞江 ,再通过急水港、千灯浦及地区河网入淀山湖。根据 2000—2008 年监测资料分析 ,东太湖整体水质为 II、III 类 ,水质较为稳定 ,目前富营养化水平为轻度富营养。该调水线路沿途均为地势低洼地区 ,水头差较小 ,水动力条件不够 ,且缺少水利工程控制 ,难以形成有效调水 ,同时 ,调水途经的江南运河 ,航运繁忙 ,沿程水量流失和水污染风险较大。

太浦河从淀山湖西南方流过 ,流量稳定并呈逐

年上升趋势 ,水质基本为 III 类 ,个别年份部分指标为 IV 类。太浦河调水改善淀山水质具有线路短的优势 ,在太浦河水位较高的情况下 ,开启太浦河北岸沿线闸门 ,可引水入元荡和淀山湖 ,但太浦河水流主要是流向东南方向 ,太浦河与淀山湖之间水头差较小 ,水流动力不足 ,通过太浦河北岸闸门的调水能力有限。作为应急调度措施 ,下阶段可深入研究在太浦河至元荡入口处设置泵站 ,通过淀山湖与周边水系的联合调度 ,改善淀山水质。

3.3 实行污染物排放总量控制与断面浓度控制相结合的制度

淀山湖作为省际边界重点地区重要湖泊 ,水质监测断面有 3 个 ,分别为淀山湖北、淀山湖中和淀山湖南 ,其水质浓度控制指标为 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 和 TN 等 4 项。淀山湖水功能区水质目标为 II~III 类 ,淀山湖 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 和 TN III 类水质标准分别为 1.0、0.05 和 1.0 mg/L ,而 2009 年淀山湖该 3 项水质指标的质量浓度分别为 1.06、0.13 和 3.96 mg/L ,除 $\text{NH}_3\text{-N}$ 外 ,TP 和 TN 浓度削减任务十分艰巨。

淀湖水水质主要受到千灯浦、朱砂港、急水港、元荡等入湖河流水质影响。按照水功能区目标要求 ,入淀山湖河道水质均为 III 类 ,但由于湖泊与河流的水质评价标准不一致 ,河道 TP 的 III 类标准为 0.2 mg/L ,TN 不评价 ,淀山湖要达到水功能区目标 ,TP、TN 需分别达到 0.05、1.0 mg/L ,则必须要求入湖河道也为 0.05、1.0 mg/L 。

因此 ,淀湖水水质资源保护与管理 ,需实行污染物排放总量控制与断面浓度控制相结合的污染控制制度。坚持总量控制、断面管理 ,加强水功能区管理和排污口监督管理 ,进一步加强环湖污染治理 ,从源头控制污染 ,严格按照水域纳污能力实施入河污染物总量控制 ,以主要河道断面水质浓度控制为手段 ,加强淀山湖地区的水资源保护。

3.4 以太湖流域水环境综合治理总体方案的实施为依托 ,建立环湖协商机制

为加强对太湖流域水环境综合治理工作的组织协调 ,国务院批复建立了太湖流域水环境综合治理省部际联席会议制度。会议由国家发展改革委牵头 ,有关部委和江苏省、浙江省和上海市人民政府参加 ,为淀山湖上下游联合治污提供了平台。

淀山湖作为太湖流域水环境综合治理的重点治理区 ,可依托部分地区之间或者部门之间已经初步建立的一些联席会议制度 ,建立淀山湖联席会议制度 ,探索生态补偿等机制。淀山湖联席会议制度的建立可以完全在现有管理体制框架下进行 ,不成立新的机构 ,不对现有事权划分进行调整。

4 结 语

a. 淀山湖位于太湖流域苏沪边界地区,是流域内主要的省界湖泊,具有调节径流、供水、灌溉、航运、养殖、旅游等多种功能。2000 年以来,淀山湖主要污染物浓度逐步升高,水质类别均为劣 V 类,富营养化状况较为严重,每年均有不同程度的蓝藻“水华”现象出现。加强淀山湖综合治理与管理已经迫在眉睫。

b. 淀山湖水质恶化的主要原因为环湖地区城市化进程加快,城镇生活污水大量排放,而污水处理率未得到根本提高;一些污染行业比重仍然较大,尚有部分企业存在超标排污现象;农业面源污染近年来虽有减少趋势,但仍是该地区污染源的重要来源之一。因此,加强淀山湖综合治理必须坚持源头控制,实施环湖地区工业点源处理、城乡生活污水处理、垃圾处置、面源污染治理等措施,减少环湖地区陆域污染物排放量,改善入湖河道水质。

c. 在污染治理近期难以全面实施奏效情况下,利用水利工程调水引流,促进河湖水体有序流动,增加河湖自净能力,可有效改善淀山水生态环境。经初步分析,在区域沿长江口门增加引江水量后,淀山湖全年期 COD、NH₃-N、TP 和 TN 可在现状基础上降低 7%~15%。但淀山湖地区的水文情势较为复杂,除当地降水径流影响外,东北有长江引水,西有太湖泄水,南部有太浦河水流,淀山湖调水线路可采用长江调水、东太湖调水和太浦河调水,各调水线路在水源条件、水系连通性、线路长短等方面各有优缺点,下阶段需进一步深入研究。

d. 淀山湖水质主要受干灯浦、朱砂港、急水港、元荡等入湖河流水质影响。因此,对淀山湖的水资源保护与管理需实行污染物排放总量控制与断面浓度控制相结合的浓度污染控制制度,从源头控制污染,严格按照水域纳污能力实施入河污染物总量控制,以主要河道断面水质浓度控制为手段,加强淀山湖地区的水资源保护。

e. 作为跨省界湖泊,淀山湖综合管理涉及省市各级政府的环保、水利、建设、渔业、交通、旅游等多部门。淀山湖管理以太湖流域水环境综合治理总体方案的实施为契机,依托太湖流域水环境综合治理省部际联席会议制度,建立淀山湖联席会议协商制度。

参考文献:

[1] 程曦,李小平.淀山湖氮磷营养物 20 年变化及其藻类增长响应[J].湖泊科学,2008,20(4):409-419.
[2] 盛东,徐兆安,高怡.太湖湖区“黑水团”成因及危害分析

[J].水资源保护,2010,26(3):41-44.
[3] 张红举,陈方.太湖流域面源污染现状及控制途径[J].水资源保护,2010,26(3):87-90.
[4] 华祖林,顾莉,刘晓东.调水对改善浅水型湖泊水体的置换率研究[J].水资源保护,2009,25(1):9-14.
[5] 陈润.城市湖泊污染治理方法发展趋势探讨[J].水资源保护,2009,25(S1):52-54.
[6] 胡兴球,汪群.太湖流域水污染治理的流域层面协商机制[J].水利水电科技进展,2009,29(3):73-77.
[7] 张静中,李华.江苏省经济增长与环境污染的关系[J].河海大学学报:自然科学版,2009,37(1):120-124.
[8] 赵关良.淀山湖上海的生命之水[N].中国环境报,2007-08-09(1).
[9] 赖格英,于革.太湖流域营养物质输移的模拟评估研究[J].河海大学学报:自然科学版,2007,35(2):140-144.
[10] 阮仁良.平原河网地区水资源调度改善水质的理论与实践[M].北京:中国水利水电出版社,2006.
[11] 王同生.太湖流域防洪与水资源管理[M].北京:中国水利水电出版社,2006.
[12] 黄宣伟.太湖流域规划与综合治理[M].北京:中国水利水电出版社,2000.
[13] 太湖流域水资源保护局.太湖流域及东南诸河省界水体水资源质量状况通报[R].上海:太湖流域水资源保护局,2006—2008.
[14] 上海市环境保护局.上海市环境状况公报[R].上海:上海市环境保护局,2000.

(收稿日期 2010-11-22 编辑 徐娟)

