

· 调查与评价 ·

洪泽湖流域生态环境问题及治理对策

张利民^{1,2}, 刘伟京¹, 尤本胜¹, 夏明芳^{1,2}, 张磊¹, 王春^{1,2}

(1 江苏省环境科学研究院, 江苏 南京 210036 2 江苏省太湖水污染防治办公室, 江苏 南京 210013)

摘要: 分析了洪泽湖水环境和污染源特征, 针对存在的氮磷超标导致湖体富营养化、生态退化以及入境客水污染等主要环境问题, 提出制订入湖河流 TN 标准、控制污染物排放总量、修复湖泊生态、治理客水和强化水质监控等措施, 为有效地改善洪泽湖水环境质量, 遏制湖泊富营养化趋势提供科学支撑。

关键词: 洪泽湖; 湖泊污染; 富营养化; 生态退化

中图分类号: X 826 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2010)04-0030-06

Ecological Problems and Countermeasures for Hongzhu Lake Area

ZHANG Limin^{1,2}, LIU Weijing¹, YOU Ben-sheng¹, XIA Ming-fang^{1,2}, ZHANG Lei¹, WANG Chun^{1,2}

(1 Jiangsu Provincial Academy of Environmental Science, Nanjing, Jiangsu 210036 China;

2 Office of Jiangsu Taihu Water Pollution Prevention and Control, Nanjing, Jiangsu 210013 China)

Abstract Based upon analysis on the water environment and characteristics pollution sources of Hongzhu Lake, the main ecological and environmental problems were summarized, such as eutrophication, ecological degradation and inlet water pollution. The strategies were put forward as follows: the total nitrogen standard of inflowing rivers should be established, the total discharge of the pollutants should be controlled, the ecological system of the Hongzhu Lake should be repaired, the water quality of the inflowing rivers should be improved and the monitoring of the water quality should be enforced. The above countermeasures may provide scientific and technique support for the improvement of water quality of the lake and the controlling of the eutrophication.

Key words Hongzhu Lake; Lake pollution; Eutrophication; Ecological degradation

洪泽湖位于江苏省西北部, 平均水深不足 4 m, 是我国第四大淡水湖。“十五”期间洪泽湖水质由 V 类下降为劣 V 类, 全湖处于轻度富营养状态。2007 年召开的全国湖泊污染防治工作会议上, 洪泽湖被确定为全国湖库环境保护的重点, 2008 年 2 月国务院明确要求“要加强洪泽湖、鄱阳湖等重点湖泊水环境保护工作”。专家学者在洪泽湖的防汛抗旱^[1-2]、资源开发^[3-4]以及湖体生物调查^[5-6]等方面做了大量研究工作, 针对流域水污染及生态环境保护的系统研究较少。因此, 研究洪泽湖存在的主要生态环境问题、特征, 制订针对性的防治对策, 对有效控制流域水质恶化和湖体富营养化趋势, 科学开展洪泽湖水污染防治工作具有重要的现实意义。

1 研究方法

1.1 研究区域

研究区域包括淮安市区、宿迁市宿城区、洪泽县、金湖县、盱眙县、睢宁县、泗洪县和泗阳县共 2 个地级市和 6 个县。根据《江苏省统计年鉴——2008》研究区域面积 14 455.9 km², 人口 808.9 万, 耕地面积 61.06 万 hm²。2007 年区域地区生产总值 1 017.1 亿元, 一二三产业比重为 17.9:47.2:34.9, 其中, 工业增加值 416.1 亿元, 规模以上企业 1 976 家, 工业行业以纺织、食品加工、机械、电子、建材、轻工等为主。洪泽湖汇水面积 15.8 万 km²,

收稿日期: 2009-11-30 修订日期: 2010-05-20

基金项目: 环保部重点课题基金资助项目 (W FLY-PG04)

作者简介: 张利民 (1966-), 男, 江西赣州人, 研究员, 博士, 从事湖泊环境有机毒物治理、环境规划等方向的环境科研工作。

每年换水多达 11 次左右, 属过水型湖泊。洪泽湖流量较大入湖河流主要有淮河、新汴河、怀洪新河、濉河、徐洪河、新濉河等; 出湖河流有入江水道、苏北灌溉总渠、入海水道等。

1.2 水环境质量评价

参照《湖泊(水库)富营养化评价方法及分级

技术规定》和《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002), 对洪泽湖湖体、出入湖河流及入境客水水质进行分析、评价。采用 2001 年—2007 年监测数据, 水质监测点由南向北依次为蒋坝镇、老山乡、临淮乡、高涧镇、成河乡中、成河乡西、成河乡东、成河乡北和龙集乡北, 见图 1。

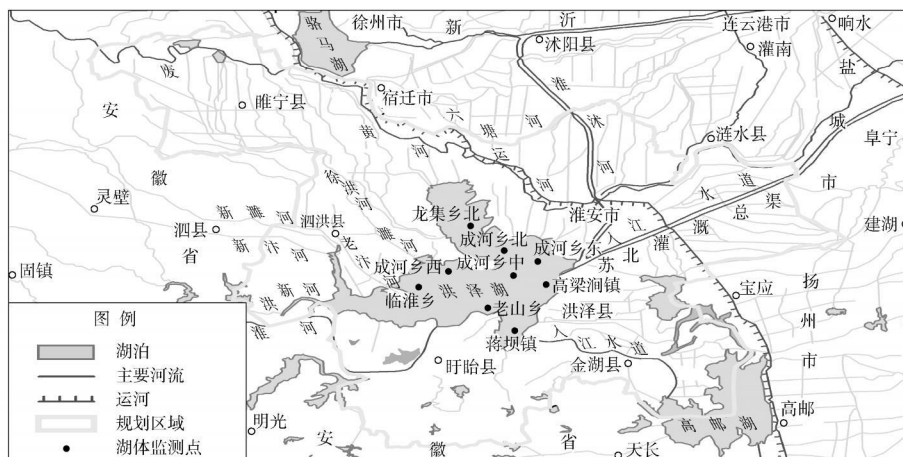


图 1 洪泽湖流域范围、水系概况及主要水质监测点(断面)分布

Fig 1 Watershed of Hongze Lake, its water system and distribution of major water quality monitoring points

1.3 污染源调查与统计

1.3.1 工业污染源

根据《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》和生活源普查表填报中有关问题的通知, 确定重点工业污染源名单以及工业污染源的废水和主要污染物排放量。主要污染物包括 COD、NH₃-N、TN 和 TP。

1.3.2 生活污染源

根据统计年鉴, 结合污染源普查, 了解并核实调查范围内城镇人口、农村人口、流动人口的数量和分布情况, 选取有代表性的镇、村, 抽样调查各种不同类型居民的生活方式和生活习惯, 确定城镇和农村人均综合用水量、人均综合排水量、生活污水平均浓度等生活污染的统计参数, 采用已有生活污水集中处理厂接管情况对生活污染的统计结果进行校核, 对出现的偏差进行合理调整。

1.3.3 农业面源

农业面源主要包括种植业、养殖业和乡村生活污染。根据文献[5]确定种植业、养殖业和乡村生活的产排污系数以及污染物入河系数。

1.3.4 客水污染

洪泽湖主要客水为淮河、新汴河和新濉河 3 条

河流, 客水污染对洪泽湖水水质产生重要影响。测算客水污染总量, 能够更加准确反应洪泽湖水污染的来源构成。客水污染物总量计算公式如下:

$$W = \sum_{i=1}^{12} C_i \times Q_i \times 10^{-6} \quad (1)$$

式中: W ——客水污染物年排放总量, t

C_i ——污染物月平均质量浓度, mg/L;

Q_i ——污染物月平均径流量, m³。

1.4 水环境容量测算

依据“江苏省环保厅. 江苏省地表水(环境)功能区划”和水文设计条件, 由文献[7-8]中测算方法, 计算研究区域水体的近(2012年)、远期(2020年)环境容量。

2 结果分析

2.1 湖体水环境质量

2007 年洪泽湖湖体富营养化指数为 56.1, 属轻度富营养化; 总体水质劣于 V 类水质标准, TN、TP 是主要污染因子。按 III 类标准, 9 个监测点 TN 超标率均为 100%, TP 超标率在 83.3%~100% 之间, NH₃-N 和 NH₃-N 均满足 III 类水质标准。受淮河水水质影响, 总体上南部湖区水质劣于北部湖区, 老

山乡监测点综合污染指数为 11.6 是成河乡西测点的 1.8 倍。洪泽湖湖体 I_{Mn} 、 $NH_3 - N$ 、TN 和 TP

年度变化趋势 (2001 年—2007 年) 见图 2 (a) (b) (c) (d)。

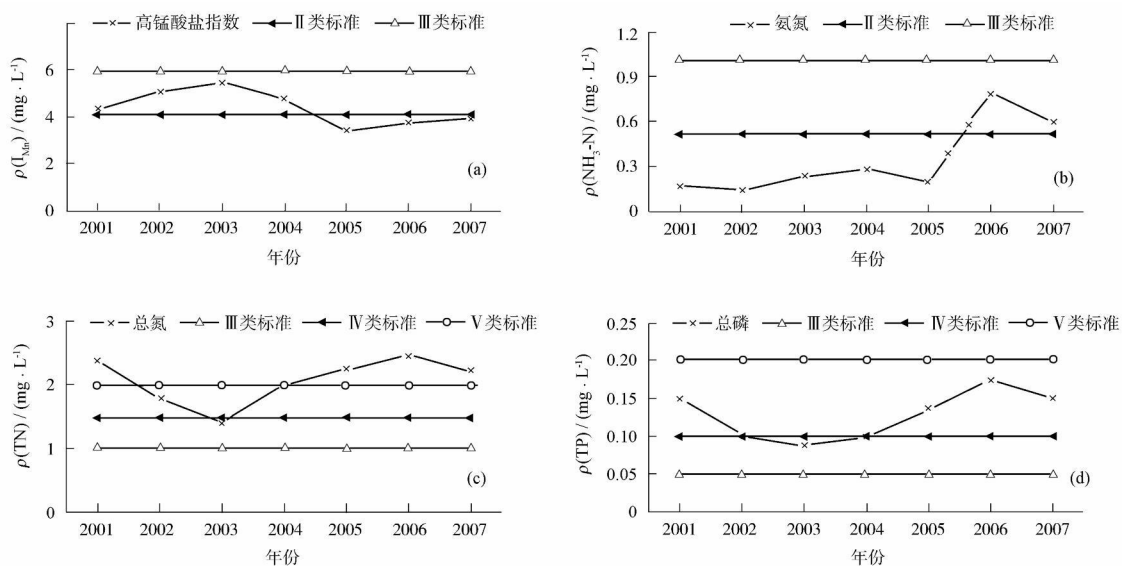


图 2 2001 年—2007 年洪泽湖湖体 I_{Mn} 、 $NH_3 - N$ 、TN 和 TP 年度变化趋势

Fig 2 Trend of average annual concentration of I_{Mn} , $NH_3 - N$, TN and TP of Hongzehu Lake from 2001 to 2007

由图 2 可见, 2001 年—2007 年湖体 TN 平均值为 2.1 mg/L, 对照 III 类标准其超标 1.1 倍; 7 年中有 5 年为劣 V 类水质。TP 在 2002 年—2004 年基本能满足 IV 类水质标准, 3 年平均值为 0.1 mg/L; 近几年显著增加, 2006 年达到 0.17 mg/L, 对照 III 类标准其超标 2.4 倍。目前 $NH_3 - N$ 满足功能区划要求, 但是近年来水质恶化趋势显著, 2006 年和 2007 年相对 2001 年分别增加 2.6 和 1.7 倍。湖体富营养化状况总体呈恶化趋势, 2001 年—2007 年 7 年中 6 年为轻度富营养化, 近 5 年恶化趋势更为明显, 见图 3。

中有 8 个达不到功能区划要求, 断面水质超标率为 44.4%, 其中淮河为 IV 类水质, 主要污染因子为 $NH_3 - N$ 。见表 1。

表 1 主要入湖河流水质评价结果

Table 1 Evaluation results of water quality of main inflow rivers

河流名称	断面名称	水功能区划	水质评价结果
淮河	肖嘴	III 类	IV 类
	打石山	III 类	IV 类
	淮河大桥	III 类	IV 类
	红光化工厂	III 类	IV 类
徐洪河	老张集桥	III 类	III 类
	小王庄	III 类	III 类
	顾勒桥	III 类	III 类
新汴河	大任庄	III 类	III 类
	二甲付	III 类	III 类
濉河	青阳西桥	IV 类	IV 类
	跃进桥	IV 类	IV 类
	青阳东桥	IV 类	V 类
	洪农大桥	IV 类	III 类
老汴河	汴河大桥	IV 类	V 类
	临淮乡	IV 类	III 类
怀洪新河	双沟大桥	III 类	III 类
溧河	砖瓦厂	III 类	IV 类
新濉河	大屈	III 类	V 类

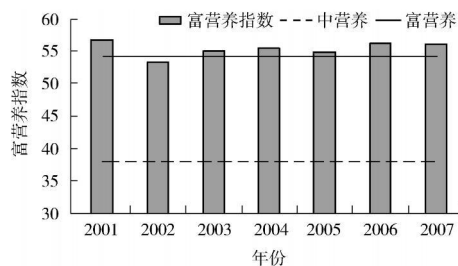


图 3 2001 年—2007 年洪泽湖湖体富营养指数变化趋势

Fig 3 Trend of TLIC of Hongzehu Lake from 2001 to 2007

2.2 主要入湖河流水质

据统计, 2007 年主要入湖河流 18 个监测断面

3 条跨省界主要入湖河流中, 新濉河污染严

重,为 V 类水质,其次是淮河,为 IV 类水质。客水 TN 质量浓度均超过湖库水质标准,其中淮河污染超标 1.7 倍。

2.3 污染源特征与环境容量

据测算,农业面源是 COD 的主要来源,占 COD 总量的 45.8%,城镇生活污染和工业污染排放的 COD 分别占 31.1% 和 23.1%,见表 2。NH₃-N、TN 和 TP 均主要来源于农业面源污染,其排放比重均超过 50%。工业污染源排放的 NH₃-N、TN 和 TP 所占比重分别为 11.5%、25.8% 和 11.4%,城镇生活污染所排放的 NH₃-N、TN 和 TP 所占比重分别为 34.4%、17.0% 和 14.8%。

经测算,研究区域水体近期环境容量为: COD

NH₃-N 和 TP 分别为 120 836.6 t/a、6 940.1 t/a、771.2 t/a。远期分别为 117 912.7 t/a、6 775.3 t/a 和 752.8 t/a。

2.4 生态环境现状

2.4.1 自然保护区建设

研究区域范围内共有自然保护区 4 个,总面积 1 127.4 km²,占区域总面积的 7.8%,见表 3。其中,涉及洪泽湖湖区的自然保护区有 2 个,分别是泗洪县境内的泗洪洪泽湖湿地国家级自然保护区和淮安境内的洪泽湖东部湿地省级自然保护区。主要保护对象包括濒危珍禽及其栖息地、天然次生林以及湿地生态系统等。

表 2 洪泽湖区域主要污染物入河量构成

Table 2 Composition of main pollutants flowing into the rivers in the Hongzehu Lake watershed

污染物来源	COD		NH ₃ -N		TN		TP	
	排放量	占比	排放量	占比	排放量	占比	排放量	占比
	$Q/(t \cdot a^{-1})$	%	$Q/(t \cdot a^{-1})$	%	$Q/(t \cdot a^{-1})$	%	$Q/(t \cdot a^{-1})$	%
工业	19 187	23.1	1 202	11.5	7 628	25.8	276.4	11.4
城镇生活	25 866	31.1	3 585	34.4	5 023	17.0	359.1	14.8
农业面源	38 110	45.8	5 649	54.1	16 892	57.2	1 794.7	73.8
合计	83 163		10 436		29 543		2 430.2	

表 3 流域县级以上自然保护区基本情况

Table 3 Basic situation of natural reserve areas above the county level in the watershed

序号	保护区名称	面积 A/km^2	主要保护对象	级别
1	泗洪洪泽湖湿地国家级自然保护区	493.7	湿地生态系统及大鸨等珍稀濒危鸟类	国家级
2	洪泽湖东部湿地省级自然保护区	540.0	濒危珍禽及其栖息地	省级
3	金湖湿地自然保护区	58	湿地生态系统	市级
4	盱眙铁山寺自然保护区	35.7	天然次生林、草蓆	县级

2.4.2 湖泊面积和生物多样性变化

目前洪泽湖滩地 11.5 m~16.0 m 高程范围内已被围垦 1 018 km²,其中 12.5 m 以下高程湖区围垦面积为 198 km²,湖区水域面积缩小了 600 km²,削弱了湖泊湿地的洪水调蓄功能。根据淮河水利委员会 1970 年统计,洪泽湖水位 12.5 m 时,湖面面积为 2 069 km²。1988 年在同样水位下,湖区水面仅有 1 597 km²,缩小了近 1/4。20 世纪 80-90 年代,在沿湖地方政府“走水路、奔小康”的政策带动下,网围养殖迅速发展,湖滩湿地通常被分割承包,湖区水面进一步减小,湿地资源退减。

3 主要环境问题

3.1 洪泽湖区域水污染物的来源分析

洪泽湖水体氮磷污染严重,富营养化形势严峻,入湖河流污染严重。客水污染是影响洪泽湖水质达标的主要原因,客水带来的各种污染物总量占流域入湖污染总负荷的 74% 左右,和 TN 的输入量比重在 80% 左右, COD 和 TP 的输入量比重均超过 65%。淮河是洪泽湖首要入湖河流,2007 年淮河入湖径流量 396.0 亿 m³,占入湖总径流量的 80% 以上,对洪泽湖的水质影响至关重要,主要污染物占客水污染物总量的 90% 以上。其他主要客水还有新滩河、新汴河,客水水质达标整治已经成为洪泽湖水质能否实现达标的重要任务。

研究区域内污染物排放量较大, 导致 NH_3-N 和 TP 排放量大于环境容量是洪泽湖水质恶化另一重要因素。区域内 COD 排放量为 83 163 t/a, NH_3-N 、TN 和 TP 的入河量分别为 10 436 t/a、29 543 t/a 和 2 430.2 t/a, NH_3-N 和 TP 入河量分别是流域环境容量 1.6 倍和 3.3 倍。农业面源是区域主要污染源, COD 比重达 45.8%, NH_3-N 、TN 和 TP 所占比重均在 50% 以上; 城镇生活污水也是污染物排放总量的主要组成部分, 其 COD 和 NH_3-N 的比重均在 30% 以上; 工业污染源的 COD 和 TN 的比重分别为 23.1% 和 25.8%。

3.2 客水污染事故

水污染事故不仅破坏生态环境, 对水产养殖业造成严重破坏, 造成沿湖渔民饮水困难, 成为影响该区域人民生活和社会安定的重要因素。1992 年以来的 17 年间发生污染事故次数 21 次, 经济总损失近 6 亿元。洪泽湖发生污染事故主要来自于淮河及其上游下泄的污水, 其他如新濉河、徐洪河、老汴河和怀洪新河等也发生过污染事件。其中淮河污染次数多达 14 次, 经济总损失达到 5.6 亿元。61.9% 污染事故主要发生在 6、7 月份, 其次是 2 至 6 月期间和 8 至 9 月份, 各有 3 次污染事故发生。

3.3 围湖垦殖的影响

20 世纪 60—70 年代洪泽湖经历了大规模圈圩垦殖时期, 沿湖群众利用干旱时湖水位较低的有利时机, 在高程 12.5 m 以下的滩地进行圈地种植与养殖, 致使洪泽湖湖区水面面积缩减为 1 597 km^2 , 缩小了近 1/4, 滞洪泄洪的能力降低。近年来, 大规模围网养殖更加剧了湖区水面的萎缩, 湿地资源退减。围湖造田、围网养殖不仅直接破坏了湖区原有生态系统结构, 导致原生植被消失, 而且高密度养殖产生的养殖污染对湖水有着十分严重的影响, 导致湿地退化, 污染加剧。

3.4 生物多样性变化

洪泽湖生物种类和个体数量都大大减少, 水生高等植物存在退化现象。从 1988 年至 2008 年, 洪泽湖保护区鸟类总数减少 48 种, 国家一二级保护鸟类减少 10 种; 鱼类种数减少了 38.1%; 水生高等植物生物量明显减少, 分布面积不到全湖的 30%。不合理的生物资源利用方式以及大规模的围网养殖破坏了鸟类、野生鱼类等生物栖息地, 导致生物多样性减少, 破坏了湖区原有生态系统结构。水花生等外来物种的入侵也是洪泽湖生物多

样性下降的重要因素之一。

4 对策建议

4.1 强化客水治理和监控, 防止客水污染

淮河、新濉河、新汴河和濉河事故性污水下泄对洪泽湖水量和水质均产生较大的影响。客水水质改善是实现洪泽湖湖体水质达标的重要方面。

4.1.1 要建立行政交界断面水质交接责任制

建立行政交界断面水质交接责任制十分必要, 应由国家协调跨省水污染责任纠纷, 形成跨省区域补偿机制; 市级及以下交界断面水质达标应作为考核当地政府工作实绩的重要内容, 流域各地要制定水质改善的总体和年度计划目标, 并纳入到环保目标责任制, 落实到行政首长的年度考核和任期考核中去, 切实落实水环境质量达标的行政责任。

4.1.2 实施统一的河流水质达标行动

实施区域河流整治整体联动, 将湖体和主要入湖河流水环境达标作为统一的目标, 实现洪泽湖流域水环境功能的整体达标。

4.1.3 加强水污染事故应急监控和预警

建议成立流域性水污染事故应急指挥部, 负责全流域重大水环境污染事故、生态破坏案件的应急处置、现场调查取证和协调工作; 制定应急预案, 快速有效控制风险; 建立监控预警系统, 应对水污染事故风险; 建立危险源数据库, 提高风险源识别速度; 及时发布事故信息, 引导防范风险蔓延; 协调解决重大环境污染纠纷^[9-11]。

4.2 全面控制氮磷污染物排放, 降低河湖氮磷污染^[12-13]

4.2.1 制定地方标准, 控制入湖河流 TN 污染

洪泽湖湖体氮磷污染问题突出, TN 超标最为严重, 入湖河流成为污染的主要来源。建议制定入湖河流 TN 的地方标准, 对洪泽湖等主要入湖河流提出 TN 的控制要求, 以减轻入湖河流 TN 对湖体水质的污染影响。

4.2.2 采取有效措施控制和削减农业面源污染

全面实施测土配方施肥, 推广行之有效的秸秆还田技术; 采用生态田埂、生态沟渠、旱地系统生态隔离带、生态型湿地处理以及农区自然塘池缓冲与截留等技术, 建立新型的面源氮磷流失生态拦截系统, 大幅削减面源污染物对水体直接排放。

按照“减量化、无害化、资源化、生态化”要求, 进一步提高畜禽养殖污染治理的技术水平, 重构养

殖业发展和废弃物综合利用模式, 推进农牧结合, 逐步建立和完善农业产业结构的可持续循环生态链。

发展水产清洁养殖。通过实施池塘循环水养殖技术示范工程, 控制流域内水产养殖对洪泽湖水体的影响; 采用多级生物系统修复技术, 对养殖池塘环境进行修复。

开展乡村生活污水生态净化处理。凡具备接管集中处理条件的村镇, 要扩大城镇污水管网的覆盖范围, 提高污水集中处理率; 不具备接管条件的农村地区, 按照因地制宜、分类处理的原则, 采取微动力、少管网、低成本、易维护的生态处理模式。

4 2 3 强化工业点源污染治理

加强工业废水集中收集和集中处理。加强集中式污水处理厂建设, 凡是能接入污水处理厂处理的工业废水必须接入污水处理厂进行处理; 加强管网建设, 实施雨污分流。

实施重点行业污水处理提标改造和深度处理。2010 年前洪泽湖流域所有重点行业的工业企业按照标准完成提标改造任务, 按照排放水体的水环境功能区划执行《污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 的对应排放限制; 新建以接纳工业废水为主的集中式污水处理厂必须配套建设除磷脱氮设施, 已建的污水处理厂按新的排放限值进行提标改造。

提高工业企业的清洁生产水平。对流域内污染物排放不能稳定达标或污染物排放总量超过核定指标的, 以及使用有毒有害原材料、排放有毒有害物质的企业, 全面实行强制性清洁生产审核, 并向社会公布企业名单和审核结果。

4 2 4 提升污水处理能力、实施现有污水处理厂提标改造

加快城镇生活污水处理厂和配套管网建设, 提高污水处理能力以及配套管网覆盖率。所有新建和扩建的污水处理厂必须采用具有除磷脱氮功能的处理工艺, 达到污水一级 A 排放标准的要求。

4 2 5 建立城乡垃圾收集转运体系

提高镇、村生活垃圾的收集处理率。按照“组保洁、村收集、镇转运、县(市)集中处理”的运作模式, 以县城和中心镇重点, 建立完善的生活垃圾收集处理和运转管理体系。

4 3 开展湖泊生态修复

4 3 1 开展围网养殖整治、逐步实施退渔退垦还湖

洪泽湖流域围网养殖整治工作是减少湖体污染的重要措施。流域围网养殖主要集中在湖体, 逐步拆除围网养殖面积, 压缩围网养殖规模, 重点做好泗洪县洪泽湖湿地自然保护区和东部湿地自然保护区等水域的围网清理工作, 至 2015 年逐步将 2 03 万 hm^2 的围网养殖压缩为 0 667 万 hm^2 ; 落实湖泊生态和环境修复措施, 着力恢复湖泊生态功能, 提高水体自净能力; 在围网拆迁的同时, 根据退养还湖带来的经济损失合理进行补偿, 并做好渔民安置工作。

4 3 2 加强生物多样性保护

充分利用水利设施, 蓄泄并重, 使水位趋于稳定, 为洪泽湖生态环境的修复创造稳定的水环境; 加快退耕还湖工程, 扩大库容, 提高环境承载能力, 增强洪泽湖水体抗外界的干扰能力; 防治水污染, 采用生态工程改善水环境, 加强人工调控, 修复失调的生态系统, 实现生态系统的良性循环; 完善立法和执法, 团结协作, 加强湖区建设, 保护洪泽湖生态环境。

4 3 3 加强湖泊生态监测和研究

建设水文、水质和生态监测系统。根据湿地生态系统的类型、分布特征和生态功能, 选择典型的、敏感的、易受影响的湿地生态因子开展生态监测, 及时掌握系统的物种状况和群落动态, 开展动态分析研究, 将监测、研究结果及时报各有关部门; 建设洪泽湖蓝藻监测系统, 加强湖体水质快速应急监测能力^[14-15]。

4 3 4 加强自然保护区的建设

根据《江苏省“十一五”环境保护和生态建设专项规划》的要求, 按照自然保护区的类型、特征、以及湿地生态系统的生态资源、环境功能, 制订湿地保护规划。对自然保护区核心区和缓冲区、饮用水源地、重要水源涵养区、重要湿地等需要特别保护的区域, 依法划定禁止开发区域, 实行强制性保护, 严禁不符合区域功能定位的开发建设活动和人为破坏活动; 划定限制开发区域, 加强对生态环境脆弱、灾害频发且威胁较大、水资源供给严重不足、环境容量较小的区域和重要生态功能区的保护; 加大资金投入, 开展保护区的水生植物恢复、退田还湖还草、生物多样性保护、基础设施等工程建设; 增加科技投入, 加强队伍建设, 以适应保护区环境管理和生态保护的需要。

(下转第 39 页)

变化规律相似。开始出水总硬度也接近 200 000 mg/L, 40 h 内急剧下降, 后续阶段变得平稳, 最后阶段出水总硬度低于饮用水标准 (450 mg/L)。3[#]总硬度在 150 h 内也出现了峰值, 与氯离子浓度相似。这验证了岩溶地下水中氯离子含量的增加导致了总硬度升高的正确性。

上述淋滤试验说明, 碱渣在大气降水的淋滤作用下, 会溶出大量的氯化物, 石灰岩碎石对氯化物有一定的吸附作用, 但能力不强, 淋滤液总硬度较高、碱性较强。这样的淋滤液进入地下, 势必会对周围地下水造成威胁。

3 结论

(1) 碱渣场在冲灰水及大气降水的浸溶和淋滤作用下, 渣中氯化物和钙镁离子大量析出, 碱渣渗滤液碱性较强。

(2) 该渣场四周及底部未作防渗处理, 该地区岩溶发育, 裂隙较多, 存在便利的水文地质通道, 污染物极易下渗, 污染地下水。这就是该市中北部岩溶地下水中氯化物和总硬度持续升高的主要原因。

(3) 碱渣场对岩溶地下水的污染是长期的、潜在的, 碱渣中的氯化物等污染物进入地下水需要一定的时间, 这意味着该市岩溶地下水氯化物浓度和总硬度会继续升高。

[参考文献]

[1] 于水军, 毕文彦. 碱渣在公路工程应用中 Cl⁻对环境的影响

研究[J]. 能源环境保护, 2007, 21(2): 47-50

[2] 赵由春, 李树兴. 碱渣堆放对周围环境影响的分析[J]. 纯碱工业, 2008(1): 9-11

[3] 徐玉裕, 范华, 项剑飞, 等. 杭州市主城区浅层地下水水质现状[J]. 环境监测管理与技术, 2010, 22(3): 38-42

[4] 杨萍, 黄卓尔, 徐丽莉, 等. 原广州氮肥厂地块地下水环境质量评价[J]. 环境监测管理与技术, 2010, 22(3): 35-37

[5] 毕大园, 尹国勋, 全长水. 焦作市某碱渣堆放场引起岩溶地下水氯离子污染的初步研究[J]. 中国岩溶, 2003, 22(2): 83-87

[6] 潘国营, 贾军辉. 焦作矿区岩溶水 Cl⁻污染原因初探[J]. 水文地质工程地质, 2002(5): 50-64

[7] 张明义, 周霞, 刘俊伟, 等. 碱渣资源化利用的工程性试验研究[J]. 青岛理工大学学报, 2008, 29(4): 5-8

[8] 王宝民, 王立久, 李宇. 国内外碱渣治理与综合利用、进展及对策[J]. 国外建材科技, 2003(2): 47-48

[9] 杨良佐, 李永丹, 张立红. 碱渣的综合治理与利用[J]. 环境保护科学, 2008(2): 70-73

[10] 田永淑. 氨碱厂碱渣的综合利用[J]. 中国资源综合利用, 2003(4): 20-21

[11] 钱春香, 胡晓敏, 王鸿博, 等. 碱渣用作沥青混合料填料的可行性研究[J]. 公路交通科技, 2006(4): 14-18, 32

[12] 陈孟秀. 论碱渣治理的关键技术[J]. 纯碱工业, 1995(1): 20-24

[13] 何爱明, 张静, 李聪敏, 等. 碱渣处理工艺应用[J]. 河南化工, 2008(5): 45-47

[14] 于水军, 毕文彦, 王文举. 工业碱渣在公路建设中的应用研究[J]. 上海环境科学, 2008, 27(2): 60-64

[15] 金锁庆, 向钦芳, 郭建政. 淋滤浸出过程的流体力学和传质[J]. 钼矿冶, 1995, 14(3): 163-169

本栏目责任编辑 李文峻

(上接第 35 页)

[参考文献]

[1] 楚恩国, 卜贤晖. 2004 年洪泽湖流域干旱原因分析[J]. 水文, 2006, 26(5): 80-82

[2] 杨达源, 王云飞. 近 2000 年淮河流域地理环境的变化与洪灾——淮河中游的洪灾与洪泽湖的变化[J]. 湖泊科学, 1995, 7(1): 1-6

[3] 庄秀琴. 洪泽湖区湿地可持续发展利用研究[J]. 江苏农业科学, 2006(3): 199-202

[4] 庄大栋, 王银珠, 苏守德. 洪泽湖滩地立体开发生态工程研究[J]. 湖泊科学, 1996, 8(3): 282-287

[5] 唐剑, 鲁长虎, 袁安全. 洪泽湖东部湿地自然保护区雁鸭类种类组成、数量及生境分布[J]. 动物学杂志, 2007, 42(1): 94-101

[6] 严维辉, 潘元潮, 郝忱, 等. 洪泽湖底栖生物调查报告[J]. 水利渔业, 2007, 27(3): 65-66

[7] 逢勇, 程炜, 赵玉萍. 鹤地水库水官至石角段水环境容量研究[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2003, 31(1): 76-79

[8] 周孝德, 郭瑾珑. 水环境容量计算方法研究[J]. 西安理工大学学报, 1999, 15(3): 1-6

[9] 徐恒省, 洪维民, 王亚超, 等. 太湖饮用水源地蓝藻水华预警监测体系的构建[J]. 环境监测管理与技术, 2008, 20(1): 1-3, 50

[10] 何春银. 江苏省太湖流域水环境信息共享平台集成关键技术及其应用[J]. 环境监测管理与技术, 2009, 21(6): 58-61

[11] 洪维民. 加强预警监测体系建设 高效应对突发生态环境问题[J]. 环境监测管理与技术, 2009, 21(2): 1-3, 11

[12] 纪荣平, 李先宁, 吕锡武. 太湖梅梁湾水源水中微囊藻毒素浓度的变化[J]. 环境监测管理与技术, 2007, 19(3): 20-22

[13] 张利民, 孙卫红, 程炜, 等. 太湖入湖河流水环境综合治理[J]. 环境监测管理与技术, 2009, 21(5): 1-5

[14] 张利民, 夏明芳, 王春, 等. 江苏省 12 大湖泊水环境现状与污染控制建议[J]. 环境监测管理与技术, 2008, 20(2): 46-50

[15] 张宁红. 太湖流域生态安全监测体系的构建[J]. 环境监测管理与技术, 2008, 20(3): 1-5