

DOI:10.3880/j.issn.1004-6933.2016.01.021

巢湖水环境综合治理思路 and 措施

朱 喜¹, 胡明明², 朱金华^{1,3}, 张耀华³

(1. 无锡市水利局, 江苏 无锡 214031; 2. 无锡市德林海藻水分离技术发展有限公司, 江苏 无锡 214031;
3. 无锡市水资源管理处, 江苏 无锡 214031)

摘要:参考巢湖的多个治理规划、实施方案及有关文献,收集了巢湖水污染、水环境治理等有关资料,进行综合分析,提出具体治理措施:控源截污,大幅度提高污水处理厂排放标准,积极治理规模畜禽养殖点源;综合治理污染严重的河道,其中微生物净化中小河道可作为治理首选技术之一;分区离岸打捞蓝藻及采用多种措施大量削减蓝藻数量;适宜规模调水,在确保防洪安全、生态安全的前提下,加快实现引江济巢、济淮工程,净化水体、扩大环境容量;大规模修复以芦苇为主的芦苇湿地,使巢湖植被覆盖率由 5% 恢复至 20%;清淤与抬高生态修复区基底相结合。

关键词:巢湖;水环境;综合治理思路
中图分类号:X524 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2016)01-0120-05

Thoughts and measures of water environment comprehensive management in Chaohu Lake

ZHU Xi¹, HU Mingming², ZHU Jinhua^{1,3}, ZHANG Yaohua³

(1. Wuxi Water Conservancy Bureau, Wuxi 214031, China;
2. Wuxi Delin Algae Water Separation Technology Development Co. Ltd., Wuxi 214031, China;
3. Wuxi Water Resources Department, Wuxi 214031, China)

Abstract: Referring to many relevant documents concerning management plans and implementation schemes over Chaohu Lake, materials concerning Chaohu Lake eutrophication, algae outbreak, water quality and inflowing pollution load, sources of pollution, water environment management are collected, comprehensive research and analysis are done, experience and lessons are summed up and the management techniques are integrated. Based on above, the comprehensive management thoughts are raised as follow: The management of algae outbreak should be listed into the controlling aim; Cutting down algae numbers and reducing eutrophication should be combined closely; More algae should be reduced than its growth rate until being eliminated eventually; Different techniques should be combined together with accordant insurance measures. Specific management measures are as follow: Control pollutant source is the basic measure, among which the main measure is increasing emission standard of sewage plants to a large scale and control animal cultivation; Govern seriously polluted rivers, among which the top choice should be microbial purification in the small rivers; Separate algae salvage and reduce algae numbers in many ways; Transfer water in a proper scale, under the premise of ensuring flood control safety and ecological safety; Accelerate projects like transferring water from Yangtze River to Chaohu Lake or Huaihe River; Purify water; Enlarge environmental capacity; Restore weed wetlands; Increase the vegetation coverage from 5% to 20%; And combine dredging with lifting ecological recovery base.

Key words: Chaohu Lake; water environment; thoughts of comprehensive management

作者简介:朱喜(1945—),男,高级工程师,从事水资源和水环境管理工作。E-mail:2570685487@qq.com

1 概 况

巢湖流域总面积 1.35 万 km²,其中巢湖闸以上 9 153 km²。2012 年流域总人口 1 061 万人,耕地面积 89 万 hm²;GDP 为 4 648 亿元^[1]。流域属亚热带湿润季风气候,年均气温 16.5℃,年均降雨量为 1 097 mm,巢湖平均水面积 765 km²、容积 18 亿 m³、水深 2.35 m,为全国第 5 大淡水湖。巢湖分东西两部分,以忠庙—佬山岛—庙嘴子为界,东巢湖面积 517 km²,西巢湖 248 km²。现控制水位为 8.0 m^[2]。巢湖有防洪、供水、灌溉、水产养殖、风景旅游和航运等功能。东巢湖水源地年取水 10 亿 m³ 多。岸线长 182 km(不计岛屿),湖岸堤长 102 km。1962 年建成巢湖闸,1968 年建裕溪闸并建一批配套水工程。建闸后巢湖由天然湖泊变成人工控制湖泊。从此巢湖最低水位较建闸前升高约 1.5 m。

1.1 进出巢湖河道及其水量

入巢湖河道有大小 35 条,主要有杭埠河(丰乐河)、南淝河、派河、兆河、十五里河、塘西河、白石天河、双桥河、柘皋河等 10 条。流域年均地表水资源总量为 53.6 亿 m³。多年平均入湖水量 36.5 亿 m³,最大为 1991 年 89.4 亿 m³,最小为 1978 年 7.9 亿 m³。入湖水量中杭埠河、南淝河、白石天河 3 条分别占 55%、11%、9.5%。出湖河道为裕溪河,至无为县裕溪口处注入长江。建巢湖闸后长江入湖水量由建闸前的年均 13.6 亿 m³ 减少为 1.7 亿 m³。^[3]

1.2 入湖河道水质 N、P 负荷

入湖河道水质,南淝河、十五里河、派河、双桥河水质差,2013 年均均为劣 V 类(GB 3838—2002《地表水环境质量标准》,下同),其中南淝河、十五里河的 NH₃-N 质量浓度均大于 10 mg/L,TN 质量浓度均大于 13 mg/L,TP 质量浓度均大于 1 mg/L^[1]。其余河道一般较好,为Ⅲ~V 类。

河道入湖 N、P 负荷,2002—2010 年河道入湖年平均 TN 20 700 t、TP 1 550 t^[3],其中 1999 年入湖 TN 13 100 t、TP 860 t^[4];2013 年埠河、南淝河、派河、兆河、十五里河、白石天河、双桥河、柘皋河等 8 条主要河道入湖 TN 9 114 t、TP 641 t^[1]。

据计算 2002—2010 年 TN、TP 年均滞留率分别为 58.9%、70.3%,与太湖相近^[2]。

1.3 湖泊水质和富营养化

湖泊水质,2013 年东巢湖为Ⅳ类、西巢湖劣 V 类^[1],主要是 TN 超标。污染程度西巢湖重于东巢湖。东巢湖为轻度富营养,西巢湖为中度富营养。

巢湖是我国最早进入富营养化湖泊之一。1979 年巢湖开始水质监测,20 世纪 70 年代部分水体已

富营养,80 年代中后期已全湖富营养并致蓝藻暴发;90 年代全湖处于重富营养,成为全国蓝藻年年严重暴发的“三湖”(太湖、巢湖、滇池)重灾区之一。暴发程度西巢湖重于东巢湖。

1.4 蓝藻暴发及原因

自 20 世纪 80 年代始至今巢湖西半部每年蓝藻暴发。2013 年蓝藻暴发 158 d,暴发面积一般为 50 km²,最大面积为 9 月下旬的 300 km²^[1]。水体中蓝藻以微囊藻为主,其次为鱼腥藻等。2011 年巢湖藻密度为 30 万~6 亿个/L,平均 3 000 万个/L。1984—2006 年 Chl-a 的质量浓度全湖年均均为 20~40 μg/L,其中监测到的最高值为 2003 年 8 月南淝河口的 2 040 μg/L^[4]。多年蓝藻暴发,影响巢湖市自来水供水,1987 年夏起合肥市第四月自来水厂因蓝藻暴发被迫停产。蓝藻暴发原因:

a. 污染物大量入湖造成富营养化。如 20 世纪 80 年代初,巢湖 TN 浓度略高于太湖,但 TP(0.129 mg/L)已为太湖(0.02 mg/L)的 6 倍,故巢湖蓝藻规模暴发开始时间较太湖为早。

b. 水生植物覆盖率大幅度减少。由于 20 世纪围垦、水污染、泥沙淤积和水闸控制等原因,最低水位提高 1.5 m,使湖滩湿地地减少 45.5 km²,加上巢湖数次大水使水位大幅度升高,致使芦苇等植物大量死亡,植被覆盖率从 1931 年的 30% 减少至 50 年代初的 20%^[4],至 2007 年再减少至 2%。

c. 食藻鱼类鲢鳙鱼比例大幅度减少。从 1952 年的 38.3% 减少至 2002 年 2.6%(虽鱼产量同期提高 1 倍多),而食浮游动物鱼类的比例从 31.4% 增加至 74%^[4],降低了浮游动物对单细胞或多细胞小群体蓝藻的滤食量。

d. 建巢湖闸后水文水动力条件改变。减少了江湖间水体交换量 88%,随水流带走的蓝藻大量减少,提高了春季水位,不利于芦苇发芽生长,并减少了芦苇湖滩湿地。

e. 蓝藻种源的大量存在。蓝藻种源在富营养化,适当的水文水动力,合适的气象、地理等生境下快速生长繁殖,达到一定藻密度后致蓝藻暴发。

2 以往治理情况及其效果

2.1 治理情况

自 1999 年巢湖“零点行动”后,持续推进富营养化治理工作,山水林田湖统一治理、保护和修复,取得了阶段性改善水环境成果。治理措施主要是通过控源截污减少 N、P 入湖,加强和完善城镇污水处理,强化工业污染和生活垃圾治理,加强农业面源治理,大力开展农村河道、池塘、沟渠的清淤整治,小流

域综合治理拦截 N、P, 环湖陆域生态保护, 清淤, 打捞蓝藻, 生态修复抑藻除藻和净化水体, 建立河长制和相应的保障措施。

2.2 主要治理效果

减少了污染物入湖量或污染物排放强度增幅趋缓; 改善了湖泊水质, 2013 年湖区 TN、TP 的质量浓度分别为 1.57 mg/L、0.084 mg/L^[1], 分别较历史最大值 1995 年 4.62 mg/L、0.41 mg/L 下降 66%、79%, 近年水质又有所改善; 基本保证了东巢湖自来水厂安全供水; 进行了生态修复试验示范, 恢复河湖湿地 30 km², 增加了生物多样性等, 起到相当程度的净化水体和减轻蓝藻暴发的作用。

3 今后需解决的几个关键问题

a. 人口、GDP 与污染负荷同步增加。巢湖流域目前处于从欠发达向较发达直至发达区域转变的过程, 即是一个社会经济持续发展和污染负荷同步增加的过程, 虽处理标准已达到一级 A (GB 18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》, 下同), 但污水处理能力不足, 不能满足环境容量要求。

b. 规模集中畜禽养殖污染负荷大。该流域年生猪出栏 300 万头, 家禽 2.23 亿多只^[5]。2011 年流域猪牛产生的污染负荷量分别为流域人口产生 N、P 负荷的 0.46、1.38 倍^[2]。规模集中养殖是点源, 不是面源。

c. 湖泊北部河道水污染严重。且换水周期较长, 为 182 d/次。

d. 蓝藻暴发的生境依然存在, 今后相当长时间蓝藻暴发仍较严重。

e. 生态退化现象仍严重。历年来以芦苇为主的湖滩湿地减少 100 ~ 150 km²。经多年治理生态退化形势依然严峻。

f. 治理蓝藻暴发更难于治理富营养化。巢湖治理富营养化取得较好效果, 2013 年湖区 TN、TP 较 1995 年有大幅度下降。但治理蓝藻暴发的效果不如治理富营养化明显。

g. 防洪和生态安全的隐患仍存在。如发生特大洪水时可淹死大部分芦苇。

4 治理的有利与不利因素

a. 治理的有利因素。目前行政区域已调整, 成立了环巢湖生态示范区领导小组及其办公室、巢湖管理局, 开始统一治理和管理巢湖; 修订了《巢湖流域水污染防治条例》; 巢湖富营养化和蓝藻暴发程度总体上在“三湖”中较轻; 巢湖入湖河道水质总体优于太湖; 河道入湖污染负荷应削减率总体上在

“三湖”中为较小; 巢湖面积相对较小, 较易治理。

b. 治理的不利因素。削减蓝藻数量方面起步较晚; 流域涉及合肥和六安等区域; 流域经济发达程度相对较差; P 本底值高, 北部有超过 500 km² 的富 P 地层^[4], 巢湖 TP 无法达到 I ~ II 类水; 调水量少; 基础治理工程有待加强; 治理规划或方案有待完善或修订。

5 治理巢湖总体思路

a. 有一个能达到目标的综合治理方案。每个五年计划根据巢湖开发利用与保护修复具体情况修订一次治理目标、规划及实施方案, 最终建立健康水生态系统。目标要科学, 高低恰当, 如消除蓝藻暴发的有关指标应列入治理目标, 而南淝河 2015 年 NH₃-N 的控制目标仅为 6.5 mg/L^[6], 其值大于污水处理厂一级 A 标准, 目标偏低。

b. 水生态修复应以扩大植物覆盖面积为主。水生态修复应将扩大面积和试验示范相结合, 并以扩大湖泊植物覆盖面积为主。生态修复改善生物多样性应包括削减过多蓝藻^[2]。修复生物系统先要改善生境, 包括风浪、底质 (种类和高程)、水污染、透明度和蓝藻暴发等。

c. 削减蓝藻数量与降低富营养化密切结合^[7]。巢湖流域是人口稠密、社会经济较发达地区, 仅依靠治理富营养化难以达到国内外专家认为消除蓝藻暴发须达到 I ~ II 类水的要求, 故须削减蓝藻数量与降低富营养化结合。采取综合性措施使削减蓝藻数量持续大于蓝藻自然增殖量直至消除蓝藻暴发^[2], 只需改善富营养化至一定程度如水质达到 III ~ IV 类, 且有综合性的削减蓝藻措施, 经多年努力就能消除蓝藻暴发。

d. 注重各项治理技术集成及其创新。治理湖泊水环境有许多成熟的单项技术, 但缺少包括控源截污、清除蓝藻、生态调水、生态清淤和生态修复等技术的集成和创新, 致使巢湖治理效果不甚理想。各项治理措施, 要密切配合, 并在各治理阶段采用不同规模和力度, 同时要有相应保障措施。

e. 分区治理, 最后连成为一片。按河道、湖泊、污染源分区治理。巢湖流域分为上游水源涵养区、水土流失控制区, 平原西北区、西南区、东部区, 东、西湖区等若干个治理区; 河道按条治理, 治理好一条保持一条; 点源治理实行“源头控制、过程削减、末端强化”原则, 治理好一个保持一个; 面源治理好一片保持一片; 河湖生态修复区建设一块保持一块。治理后加强管理养护和监督, 确保不反复。

6 建议治理目标

- a. 2020 年治理目标。东巢湖水质在Ⅳ类基础上进一步改善,西巢湖达到Ⅴ类;南淝河、十五里河、派河、双桥河的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、COD 等水质指标均达到Ⅳ~Ⅴ类,TN 大幅度改善或达到接近Ⅴ类,其他河道水质保持Ⅲ~Ⅳ类;湖体水生植被覆盖率大幅度增加;西巢湖大幅度减轻蓝藻暴发程度,东巢湖基本消除蓝藻暴发。
- b. 2030 年治理目标。巢湖水质指标 TN、TP 达到Ⅲ~Ⅳ类要求;河道水质进一步改善;湖体水生植被覆盖率达到 20%;巢湖 2030—2035 年消除蓝藻暴发;建立健康的水生态系统,建成环巢湖生态风景旅游区,还巢湖水美湖秀的自然风貌。

7 巢湖水环境治理主要措施

7.1 建立健全治理组织机构和完善法规、规划

各级政府统一领导、协调各区域的水污染防治;修订完善巢湖水环境治理规划、实施方案和有关法规,提高城镇污水处理厂、工业污水处理标准,制订规模畜禽养殖污染治理规定和标准,制订或完善环保执法责任追究制、生态补偿和长效管理制、评估考核制等法规制度,建立水质(河湖水体和污水)和蓝藻暴发资料公开和共享、公众知情、群众参与、共商对策、大家监督的生动民主治理巢湖的局面。

7.2 坚持控源截污

严格控制生活、工业和规模畜禽养殖业点源污染,控制种植、养鱼、分散农村生活和畜禽养殖、地面径流等面源污染。其中,亟需控制的污染源是污水处理厂和规模畜禽养殖等点源,其次为种植面源。

a. 控源截污,减少污染物排放量。在加快流域社会经济建设和发展环湖经济旅游生态圈的同时,改变传统的生活消费方式和生产方式,向环境友好型、资源节约型、清洁生产、少污染或无污染型转变,调整产业结构,优化产业和城乡布局,城乡统筹发展,采取综合性治理措施,大幅度减少各类污染负荷的产生量、排放量和入湖量,并满足各水域环境容量的要求。

b. 控制生活污染,全部污水高标准处理,全部垃圾无害化处理、资源化利用。

c. 进一步治理工业污染。调整工业产业结构,关停并转重污染企业;全面实现清洁生产,实施污染源头至末端全过程污染治理;中小型企业全部进入工业园区,发展循环经济,工业污染分类集中治理;工业污水由企业自行深度处理达到标准排放或进污水处理厂处理;老企业加快提标改造和深度处理,新

项目提高环境准入门槛;加强监测、监督和管理力度。

d. 建设生态农业和社会主义新农村。调整农业结构,种植业清洁生产;测土配方施肥,适当减少化肥农药用量,提倡使用有机肥,如 2011 年流域化肥用量 31.6 万 t,平均使用化肥 718 kg/hm^2 ,为发达国家化肥合理用量 225 kg 的 3 倍多^[2];秸秆资源化利用;千方百计减少农田径流污染;1 300 个自然村全部建设生态村,污水全部集中处理或简易处理达标排放,垃圾统一收集、运输、处理和资源化利用;控制水面养殖污染。

e. 规模畜禽养殖按点源治理。流域畜禽养殖产生的 N、P 负荷量大,是使巢湖以往 N、P 持续上升达到劣Ⅴ类及目前河湖水水质改善速度较慢的主因之一。地方政府应立法、制定法规和畜禽污水排放标准,明确规模集中养殖是点源,畜禽粪尿在资源化利用(肥料、沼气等)基础上进行以生化技术为主的处理,非规模养殖粪尿同样须资源化利用或处理,不随意排放。

f. 推进节水减排。推进流域 44 万 hm^2 自流灌溉区节水灌溉;全面实施城乡与工业节水改造;控制生活用水增长及其污水排放;推行再生水回用。

g. 治理富磷地层水土流失和提高绿化率,拦截净化地面径流,控制养鱼等其他污染。

h. 加强执法和生态补偿。对偷排、超排污水者要严格执法,实施生态赔偿,使违法成本大于守法成本,对造成严重危害者要追究其刑责;对超计划减排污染负荷或减少污染负荷者给予生态补偿。

7.3 污水处理厂提高排放标准和有足够处理能力

a. 建设足量污水处理厂。据计算,2020 年、2030 年流域城镇污水处理能力分别需要 240 万、 $350\text{ 万 m}^3/\text{d}$ ^[2],2013 年仅为 $130\text{ 万 m}^3/\text{d}$,且污水排放标准偏低。同时建设配套的污水收集管网。

b. 提高污水处理厂排放标准。今后城镇污水处理厂将成为流域最大点源群。即使污水处理能力满足要求和达到一级 A 标准排放,其 2020 年、2030 年的年排放负荷量分别为 TN 0.99 万 t、1.640 万 t,TP 330 t、550 t^[2],其中 2020 年 TN 排放量已超过该规划年巢湖环境容量 9 255 t,若加上工业、养殖、地面径流、降雨降尘和底泥释放等污染,则入湖污染负荷将大幅度超出环境容量。2030 年污水处理厂排放负荷更多,故减少污水处理厂 N、P 排放的工作应优先考虑。

c. 根据各流域不同情况制定相应污水处理排放标准。①市区城镇污水处理厂标准分阶段提高至 TN 质量浓度控制为 $2\sim3\text{ mg/L}$ (近期可为 $6\sim8\text{ mg/L}$)、

其他指标达到Ⅳ类水标准,主要范围为南淝河、派河、十五里河和双桥河等两侧污水处理厂及合肥市的城区、镇区。②其他城镇污水处理厂处理标准不低于一级A。③农村生活污水处理标准达到一级A~一级B,推广微生物或其他方法处理。④工业、规模集中养殖、农村生活等其他污水的处理标准与所在河道小流域或区域相似。

d. 经调查,近期污水处理厂排放标准高于一级A1倍的投资和费用仅增加很少,因一般未增加工程量;运行费用也仅少量增加。但若提高TN至接近地表水V类或更高标准时则投资和运行费用要增加较多。

e. 加强监督和执法。污水处理厂是污染负荷大户,有些污水处理厂超排偷排,须加强监督和执法,实施生态赔偿或负法律责任。

7.4 综合治理河道和直接净化河道水体

重点治理南淝河、派河、十五里河和双桥河等重污染河道。河道逐条治理保持不反弹。

a. 控源截污、封闭排污口,同时清除污染底泥、建设生态护岸、恢复湿地,净化水体,发挥入湖河道拦截净化污染负荷的作用,恢复河道自然风貌。

b. 直接净化河道水体。对于目前不能完全控源截污、封闭排污口的河道,可采用直接净化水体方法治理。即把污染严重的整条河道或其某一河段作为一级或多级净化池,或设置河道旁侧净化池,或建设入湖前置库(湖内圈围或利用湖边池塘)处理。

c. 投放高效复合微生物菌群剂或其他生物制剂直接处理净化河水,或配合曝气造流增氧则效果更好。特别是采用“固定化载体高效复合微生物发生器”(简称“固载微生物”),其能在流速相对较快河道中使用,且能直接消除有机底泥和黑臭,较快改善水质并持久保持,特别是利用河道上多处溢流坝形成的相对静止水体的治理效果可更佳。

d. 改善河道生境后修复水生生物系统。在适宜水域实施以水生植物为主的生态修复,包括河道底坡、护岸和相关净化塘的生态修复,其中若种植沉水植物必先提高透明度。

e. 适当调水增加环境容量。若河流在枯水年(季)的水量过少,应调水补充水量、增加水体净化能力和环境容量。调水水源可为水库、其他河道、巢湖或再生水(中水)。

7.5 增加打捞量,削减蓝藻数量

a. 增加蓝藻打捞量。大规模打捞蓝藻是削减蓝藻量的长期有效措施,实行分区域打捞。在蓝藻容易暴发水域分别建设蓝藻的富集、打捞、运输和藻

水分离系统(简称蓝藻打捞系统);除现有塘西河口已建的1处蓝藻打捞系统外,可在南淝河、派河、杭埠河的河口和忠庙附近各建1处,在东巢湖建设1—2处。蓝藻打捞规模为10~15万m³/d(含藻率0.5%计);实行离岸打捞、深度打捞和蓝藻资源化利用。

b. 其他除藻技术。在局部水域放养紫根水葫芦除藻、鲢鳙鱼滤食蓝藻,利用改性黏土、曝气造流、微生物等技术除藻、调水带走蓝藻和清淤除藻。其中鲢鳙鱼除藻,须实行天然高密度不投饵围网养殖,鲢鳙鱼最佳密度为40~50g/m³[8]。

7.6 实施规模调水,加快水体流动

a. 扩大南进东出裕溪河的“引江济巢”调水。可利用现有的西河、兆河输水条件和通过改造凤凰颈引江泵站,近期实现巢湖应急调水5亿m³或更多,或同时在西兆河线路基础上,再新辟菜子湖线路,进一步增加引江入湖水量,基本恢复至建巢湖闸前长江入湖水量,有利于增加环境容量和水体自净能力及削减蓝藻。

b. 条件成熟时,延伸“引江济巢”线路,实现“引江济淮”,利于西巢湖水体流动,增加水体净化能力,必要时可对出湖水体进行净化处理后再入淮。

c. 调水与湖区防洪、生态调度相结合。在引江济淮的引江口门配置双向泵站,引江与排洪结合,有效控制湖泊生态水位,使湖中芦苇等植物不受灭顶之灾。

7.7 生态清淤

西巢湖蓝藻沉积区是次年本水域蓝藻暴发的主要种源区,且底泥中P本底值较高,实施清淤可削减蓝藻种源和减少底泥N、P释放。

a. 清淤规模。巢湖底泥淤积有2.5亿m³[3],只需部分清淤。清淤主要在4条污染严重的河流入湖口、蓝藻堆积死亡区、东巢湖水源地等,清淤深度20~40cm。用环保清淤设备连片清淤。

b. 清淤与抬高修复芦苇湿地基底适当结合。此举使抬高生态修复区基底和清淤只花一笔钱,可降低抬高基底投资60%。

7.8 大规模修复芦苇湿地

大规模修复以植物为主的也包括动物、微生物和蓝藻的生物系统,其中主要修复以芦苇为主的湿地(简称芦苇湿地),修复面积100~120km²,达到巢湖20世纪50年代20%的植被覆盖率,改善生物多样性。注意修复芦苇与防治钉螺相结合,芦苇及时收割和资源化利用。

(下转第141页)

Journal of Life Cycle Assessment,2011,17:165-175.

[43] RIDOUTT B G, PFISTER S. A new water footprint calculation method integrating consumptive and degradative water use into a single stand-alone indicator [J]. International Journal of Life Cycle Assessment, 2013,18:204-207.

[44] HUANG J, RIDOUTT B G, ZHANG H, et al. Water footprint of cereals and vegetables for the Beijing market: comparison between local and imported supply [J]. Journal of Industrial Ecology,2014,18(1):40-48.

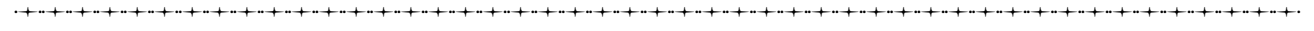
[45] BERGER M, FINKBEINER M. Methodological challenges in volumetric and impact-oriented water footprints [J]. Journal of Industrial Ecology,2013,17(1):79-89.

[46] UNESCO. Water: a shared responsibility [EB/OL] [2006-12-30] <http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr2/>.

[47] RIDOUTT B G, PFISTER S. Reducing humanity's water footprint [J]. Environmental Science and Technology, 2010,44:6019-6021.

[48] 李保国, 彭仕琪. 1998—2007 年中国农业用水报告 [R]. 北京: 中国农业出版社, 2009.

[49] 吴普特, 赵西宁, 操信春, 等. 中国“农业北水南调虚拟工程”现状及思考 [J]. 农业工程学报, 2010, 26(6): 1-6. (WU Pute, ZHAO Xining, CAO Xinchun, et al. Status and thoughts of Chinese “Agricultural North-to-South Water Diversion Virtual Engineering” [J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(6): 1-6. (in Chinese)) (收稿日期: 2015-08-15 编辑: 彭桃英)



(上接第 124 页)

a. 扩大芦苇湿地的 3 类方式。①沿岸水域新增芦苇湿地, 范围是沿湖岸 400 ~ 800 m 宽水域。②在确保防洪安全和在条件成熟的情况下恢复部分环湖大堤背水侧芦苇湿地。如拆除湖上游的派河与杭埠河之间 20 km 环湖大堤的一部分, 或在大堤上开启若干个有相当截面的口子, 其上架设桥梁满足防洪交通之需, 使环湖大堤内外水体适当流动, 大堤背水侧的低洼区恢复芦苇湿地。③在不影响用水和航行情况下适当降低冬春季水位。如降低 0.5 ~ 0.8 m, 利于春天芦苇发芽生长和种植, 利于扩大沿岸芦苇湖滩湿地。

b. 生态修复与景观建设密切结合。巢湖岸线均基本规划为风景区域, 其西北部湖滨区域已开始实施, 部分已完成。景观水域可根据水深等条件合理搭配种植包括芦苇在内的挺水、沉水、浮叶等植物和设置生态浮岛(浮床), 满足景观多样性要求, 并合理解决芦苇与蓝藻共存问题。修复沉水植物为主的水域则应在改善风浪、蓝藻暴发、透明度等诸多生境后建成相对封闭水域, 再种植以本地品种为主的沉水植物, 并注意长期管护和适时调整植物结构。建设好湖岸生态边坡。实行人工修复与自然修复结合, 人工修复促进自然修复。

参考文献:

[1] 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 安徽省巢湖管理局. 2013 巢湖健康状况报告 [R]. 南京: 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 2014.

[2] 朱喜, 胡明明, 孙阳, 等. 中国淡水湖泊蓝藻暴发治理与预防 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2014.

[3] 安徽省人民政府. 巢湖流域水环境综合治理总体方案 [R]. 合肥: 安徽省人民政府, 2009.

[4] 谢平. 翻阅巢湖的历史 [M]. 北京: 科学出版社, 2009.

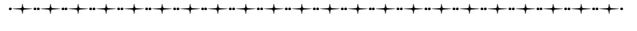
[5] 中国统计局. 中国统计年鉴 2012 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2012.

[6] 环境保护部. 重点流域水污染防治规划 (2011—2015 年) 附件 [R]. 北京: 环境保护部, 2012.

[7] 王鸿涌, 张海泉, 朱喜, 等. 太湖蓝藻治理创新与实践 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2012.

[8] 谢平. 鲢、鳙鱼与藻类水华控制 [M]. 北京: 科学出版社, 2003.

(收稿日期: 2015-04-10 编辑: 徐 娟)



大型专业辞书《水利大辞典》出版发行

一部系统介绍当代水利科学技术的大型专业辞书《水利大辞典》, 在纪念水利高等教育百年、河海大学百年校庆的前夕正式发行了。这是进入 21 世纪以来, 我国总结水利科技发展、普及水利科技知识、传承水利科技文化的又一标志性力作。

《水利大辞典》是一项充分体现河海大学专业特色的文化工程, 由河海大学组织学校相关学科教师百余人精心编纂修订, 姜弘道教授、唐洪武教授担任执行主编。该辞典专业面宽、参编人员多、十分耗时费力, 有近 60 位河海大学各学科的学术带头人、学术骨干参加了编撰和修订; 有 80 位专家, 包括特聘的校外专家, 参加了三轮审稿。参与编撰的专家学者严谨治学、字斟句酌、反复推敲、认真审订, 为保证和提升《水利大辞典》的编纂质量发挥了关键性的作用。

《水利大辞典》购买联系地址: 200040, 上海市静安区陕西北路 457 号, 上海辞书出版社; 电话: 021-62676853

(本刊编辑部供稿)