

DOI:10.3969/j.issn.1004-6933.2014.06.018

荷兰艾瑟尔湖综合治理对太湖治理的启示

丁磊^{1,2}, 杨凯^{1,2}

(1. 华东师范大学资源与环境科学学院, 上海 201100; 2. 上海市城市化生态过程与生态恢复重点实验室, 上海 201100)

摘要:基于对荷兰艾瑟尔湖流域水污染防治历程及其水管理措施详细梳理的基础上,对艾瑟尔湖与太湖从源头控污、末端治理、管理体制、立法、经济激励机制及区域合作等方面进行分析比较。根据艾瑟尔湖流域在污水处理、流域水资源管理、生态环境恢复、监督合作治污体制建设等领域所取得的成功经验与启示,指出太湖流域水污染治理及管理的各个层次与艾瑟尔湖流域仍存在一定差距,建议太湖流域在治理过程中加强初期雨水的监测与截留处理,将部分典型持久性有毒有机污染物纳入监测范围,对污水处理产生的污泥进行深度处理,推进流域联动治污机制的建设,探索适合中国国情的水资源市场经济激励机制。

关键词:湖泊, 水污染; 综合治理; 艾瑟尔湖; 太湖

中图分类号: X524 文献标志码: B 文章编号: 1004-6933(2014)06-0087-07

Application of lessons of comprehensive control and management of IJsselmeer Lake in Netherlands to Taihu Lake

DING Lei^{1, 2}, YANG Kai^{1, 2}

(1. College of Resources and Environmental Science, East China Normal University, Shanghai 201100, China;
2. Shanghai Key Laboratory for Urban Ecological Processes and Eco-Restoration, Shanghai 201100, China)

Abstract: Based on investigation of the water pollution control process and water management measures in the IJsselmeer Basin in the Netherlands, we analyze and compare the pollution source control, end-of-pipe treatment, management system, legislation, economic incentives, and regional cooperation in IJsselmeer Lake and Taihu Lake. From the experiences in IJsselmeer Basin in sewage treatment, water resources management, ecological environment restoration, pollution control supervision, and cooperation mechanisms, we find that the Taihu Basin falls behind the IJsselmeer Basin in water pollution control and management. We suggest the following measures for the Taihu Basin's water pollution control and management, in order to explore an economic incentive mechanism for water resources that is suitable for China's national conditions: the enhancement of early-stage rainfall monitoring and interception, the monitoring of typical persistent organic pollutants, in-depth treatment of the sludge processed by wastewater treatment, and the strengthening of the pollution control supervision and cooperation mechanism.

Key words: lake; water pollution; comprehensive control and management; IJsselmeer Lake; Taihu lake

湖泊污染作为国际性问题日益受到公众的迫切关注。早在 20 世纪 50 年代,许多西方国家就开始被湖泊污染所困扰,美国五大湖区和俄国贝加尔湖是其中的典型案例。荷兰著名的艾瑟尔湖为大型浅

水湖泊,承担着供水、航运、渔业等多种功能,与我国太湖十分相似,且在经济发展、城镇化、工业化过程中艾瑟尔湖流域也曾发生过水系污染、土壤污染、地面沉降等问题。

基金项目: 水利部公益性行业科研专项(201201072-04);太湖流域水资源保护局科研项目(2013-12-31);上海市水务局 2013 年度评估项目(QT13088)

作者简介: 丁磊(1989—),男,博士研究生,研究方向为城市水资源规划管理。E-mail: dinglei1301@gmail.com

本文通过比较研究艾瑟尔湖流域与太湖的综合治理及水资源区域合作保护模式,以期太湖及我国其他浅水湖泊水环境综合治理提供有益借鉴。

1 研究区域概况

艾瑟尔湖(Lake IJsselmeer)是荷兰第一大淡水湖,位于西经 5.32°,北纬 52.7°,是 1975 年霍夫鲁戴克(Houtribdijk)大堤建成后,与阿夫鲁戴克(Afsluitdijk)大堤围成的内湖。艾瑟尔湖面积 1 100 km²,平均深度 5~6 m。由于临近海洋及受北大西洋湾流影响,艾瑟尔湖流域属温带海洋性气候,日温差和年温差较小,流域夏季和冬季平均温度分别约为 17℃和 2℃,偶尔出现极端温度。流域内一年四季的降水量分配均匀,每年降水量约为 760 mm。

我国太湖位于东经 120°12',北纬 31°15',湖区面积 3 192 km²。平原区河网交织,水流流速缓慢。太湖属亚热带季风气候区,年平均气温 14.9~16.2℃,多年平均降水量 1 177 mm,多年平均水面蒸发量 822 mm。图 1 为太湖与艾瑟尔湖地理位置。

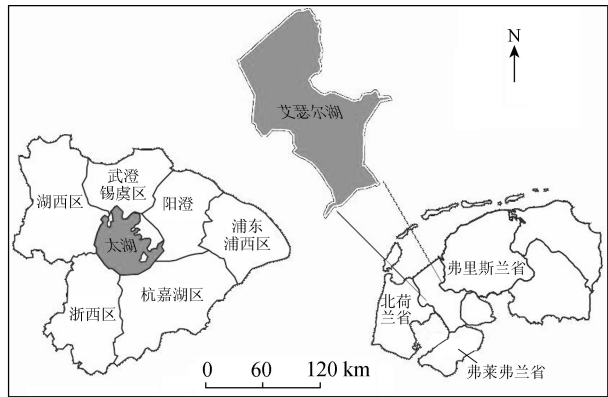


图 1 太湖与艾瑟尔湖地理位置

在 20 世纪 50 年代欧洲各国工业快速发展、人口不断增长的大背景下,艾瑟尔湖上游莱茵河流域各国农业面源污染随意排放,城市工业和生活污染物未经处理直接排入莱茵河,导致莱茵河、荷兰境内的艾瑟尔湖、马斯河、伊姆河等河流受到严重污染^[1]。受其影响,艾瑟尔湖 20 世纪六七十年代遭遇严重的水体富营养化问题,藻类时有暴发,80 年代期间艾瑟尔湖富营养化程度最高,湖内 TP 质量浓度曾达到 300 μg/L^[2],同时出现重金属以及微量污染物污染。上游来水大量营养物质注入,湖泊周边过量的农业面源污染输入,工业、生活污水直排是造成艾瑟尔湖富营养化污染问题的主要原因。20 世纪 70 年代,荷兰政府环境部门及流域各国采取一系列的整治措施,艾瑟尔湖水质污染、富营养化水平得以降低。90 年代后,艾瑟尔湖水质逐渐恢复^[3]。艾瑟尔湖污染与治理历程见图 2。

随着太湖流域经济与产业的快速发展,人口急剧膨胀,太湖面临水质恶化、水体富营养化严重、洪涝、水资源紧张等综合性水资源问题,流域水资源管理与治理中缺乏全面有效的应对机制。20 世纪 80 年代初,太湖Ⅱ类水占总水量的 60%;80 年代后期太湖水质开始大幅恶化,1990 年Ⅳ类水已经超出太湖水体总量的 1/3,2003 年以后,水质恶化没有得到有效控制,V类和劣 V类水已占整个湖体的 70% 以上。2007—2010 年,太湖时有大面积蓝藻水华暴发,周边居民的日常生活受到严重影响。

2 对比分析

2.1 污染治理

2.1.1 源头控污

艾瑟尔湖流域包括北荷兰、弗莱弗兰和弗里斯

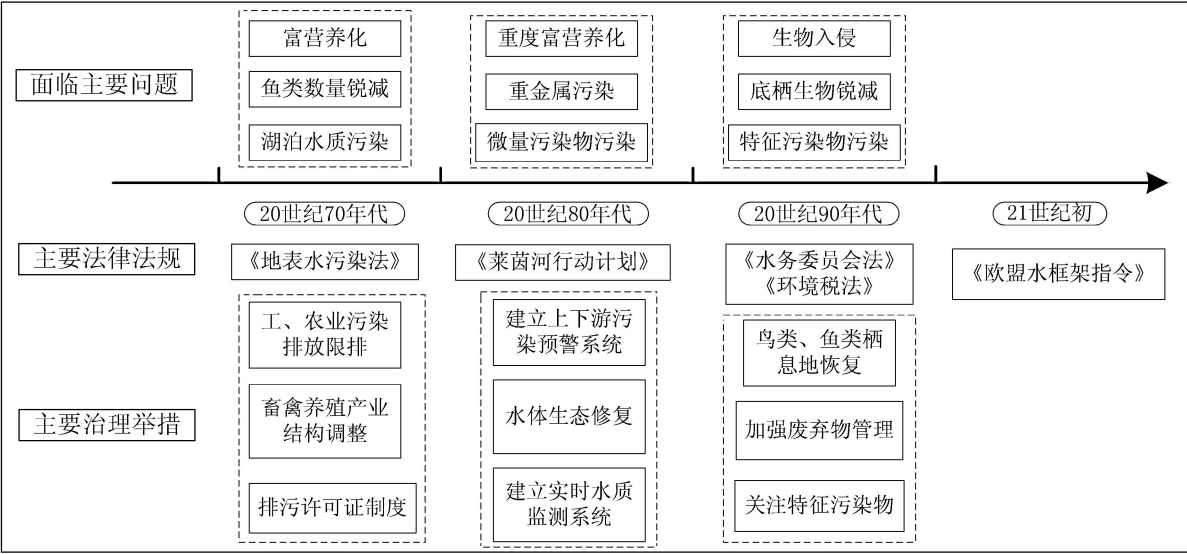


图 2 艾瑟尔湖污染与治理历程

表 1 艾瑟尔湖太湖污染治理源头控制措施比较			
源头	对象	起始时间	治理措施
艾瑟尔湖面源	农畜牧业	1984 年	控制农、畜牧业肥料用量、牲畜粪便排放量;实施排放物许可制度、制定排放物标准、对废污水排放征收税款;禁止养殖户扩大经营规模,大规模农场交纳粪便费
	初期雨水污染	2002 年	加强农村生活污水处理厂、建设基础设施
太湖面源	农业	2008 年	实施化肥减施工程、农药替代工程、农田氮磷流失生态拦截工程、农药减施工程等工程项目;实施围网养殖清理工程、池塘循环水养殖技术示范工程;建设废弃物处理利用工程、小型畜禽养殖场,配套建设废弃物处理利用工程
艾瑟尔湖点源	工业企业	1970 年	加强城市污水处理厂建设,提高污水处理厂处理深度;禁止企事业单位无排污许可证或违反许可证规定向水体排放废水、污水;要求工业企业定期改进生产工艺,推进清洁生产实施
太湖点源	工业企业	2007 年	关停并转重污染企业;发展循环经济,节约用水;加大力度推行清洁生产
注:表 1 中的部分数据源自太湖流域管理局资料、荷兰水利局 2006—2010 年度公报、荷兰 Deltares 公司 Autonomous. Download. Trends 项目研究报告。			

兰 3 个省级行政区。流域畜牧业大体分为非集约型畜牧业及集约型畜牧业,发展高度密集,产值占流域农业总产值的一半^[4],是艾瑟尔湖主要的面源污染源。荷兰于 1970 年颁布《地表水污染法》,对流域农业、畜牧业面源污染进行控制,对工业点源进行减排限排。《地表水污染法》实施 10 年后,输入艾瑟尔湖及流域水体的面源污染负荷削减了约 60%^[5]。20 世纪 80 年代《莱茵河行动计划》实施以后,艾瑟尔湖的上游来水水污染输入逐渐减少,水质日趋好转,富营养化问题消失,详见表 1 所示。

2.1.2 末端治理

根据《城镇污水处理指令》,艾瑟尔湖流域污水处理厂的进水处理需削减 75% 以上的氮、磷等物质,流域于 2006 年实现了这一标准要求^[6]。新技术、新工艺的研发和快速推广使用,合理的污水分类处理制度,完善的废水收集系统,是各省污水处理厂高效处理效率的保障。除了传统污染物之外,艾瑟尔湖流域已开始对部分特征污染物、大气和固体废弃物污染进行监测,并逐渐从控制常规污染物转为控制特种污染物对水体的污染。

太湖流域虽建有近 200 座污水处理厂,但管网建设相对滞后,限制了部分污水处理厂的处理能力;另外,大部分地区依然存在排水系统、收集管网等基础设施建设不完善等问题,依然有部分生活污水和废水未经处理通过防洪管网排入太湖影响太湖水质。太湖与艾瑟尔湖污水处理状况对比见表 2。

2.1.3 生态修复

艾瑟尔湖流域管理者采取建设鱼道、创造生态栖息地等措施,以恢复和保护鸟类和鱼类生态。艾瑟尔湖强调保育水体周边的土地利用格局,注重疏浚工程相关底泥的处置,防止底泥对周边土地二次污染。

太湖流域生态环境恢复方面主要以建设湿地公园、净化型湿地和划定自然保护区等措施为主^[7];建设入湖河道水生态修复工程、水生植物种养和利用工程成是水体生态恢复的主要方式。

表 2 太湖与艾瑟尔湖污水处理状况对比		
污水处理	太 湖	艾瑟尔湖
处理等级	《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 限排标准	二级处理率达 70% ~ 80%,三级处理率达 40% ~ 50%
处理能力	流域拥有 200 多座污水处理厂	流域拥有 400 多座污水处理厂
处理技术	进行以脱氮除磷为主的工艺技术改造	具备除磷脱氮等深度处理的能力,处理厂实施污水三级处理
处理标准	《城镇污水处理厂污染物排放标准》	《欧盟城市废水处理指令》
基础设施	部分城市为合流制排水系统,农村管网建设不完善	城市下水道系统完善,农村排放污水分散处理
分类处理	污水进入集中式污水处理厂集中处理	流域对工业污水和生活污水进行分类处理
注:部分数据源自太湖流域管理局资料、荷兰水利局 2006—2010 年度公报、荷兰 Deltares 公司 Autonomous. Download. Trends 项目研究报告。		

2.2 水资源管理

2.2.1 管理体制

荷兰的水管理体系分中央、省、水董事会和市镇三级行政体系,包括市政委员会、水董事会两个相互独立的机构^[8],表 3 和图 3 分别说明了荷兰水资源管理体系和协调机制。

表 3 荷兰水资源管理体系		
分级	各级机构	职 责
第一级	中央政府	框架行动计划,施战略性国家政策;北海等主要河流的管理;对省、水董事会和市的总体监管
	住房、空间规划和环境部农业、自然管理和渔业部	总体环境政策的制定,规划与协调
	交通、公共工程和水管理部	综合水法规 and 政策的制定,国有水域和水资源规划管理;国有地表水管理
第二级	省级政府	战略性地表水与地下水政策;行地下水政策与管理;水董事会与市政府的总体监管
第三级	水董事会	地表水及地下水水量和水质管理;污水处理厂的规划、建设、运营和管理
	市政府	城市排水系统管理,污水转运处理

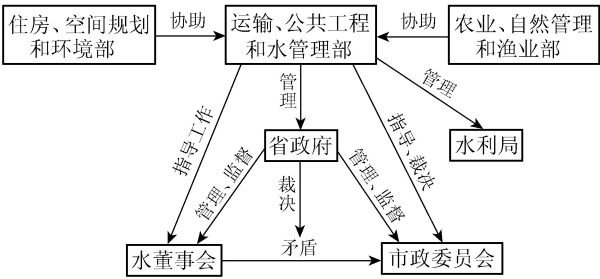


图3 艾瑟尔湖流域管理结构协调机制

中央政府一级,运输、公共工程和水管理部全权负责统筹管理,对省政府、水利局、水董事会和市政委员会的工作进行指导,制定国家级政策计划;住房、空间规划和环境部和农业、自然管理和渔业部协助其相关工作;各省级政府环保部门负责制定区域层面的水资源管理任务和计划,管理并监督水董事会和市政委员会的工作,并裁决各方矛盾。

太湖流域管理涉及水资源管理、水污染防治、水产养殖、航运管理、环太湖开发建设、太湖疏浚、整治和生态保护等内容。由于太湖水域广阔,水资源实行流域管理与行政区域管理相结合的管理体制,但湖面和岸线的开发利用和保护一直是采用条块结合式分级分部门管理体制,管理工作涉及流域管理机构 and 多个行政区域的水利、环保、渔业、交通、城建、农业、旅游等诸多部门。太湖流域管理局代表水利部行使其在流域内的主要职责。

2.2.2 管理立法

荷兰从20世纪初便进入了水资源保护立法阶段,1900—1958年,政府先后制定并实施了《水法》、《水资源管理部门条令》、《河流法》等几套法律法规,规定了荷兰水管理机构的职能和运作规则、防洪、确保国家水量安全等。此后,1970—1994年,荷兰在第二次工业革命以后实施了《地表水污染法》、《水管理法》、《环境税法》等多部法律,以求控制地表水污染,保护河流湖泊,并在此过程中建立了良好水资源管理市场机制。进入21世纪,荷兰在《欧盟水框架指令》的指导下,按照《城市污水指令》、《下水道淤泥指令》、《硝酸盐指令》等标准对国内的河流湖泊进行管理和治理^[9](表4)。

表4 欧盟水框架指令标准分类

标准分类		具体标准
水框架指令	质量标准	贝类用水水质标准
		渔业用水水质标准
		饮用水水源水质标准
		游泳水水质标准
	排放标准	危险物质排放标准
		地下水保护排放标准
		农业面源硝酸盐的污染控制标准
监测标准	ISO 及 CEN 标准	
	地表水及饮用水监测标准	
		城镇污水处理标准

太湖流域最早于1982年颁布《太湖水源保护条例》,以确保太湖水质安全,此后的10年内,《中华人民共和国水法》、《环境保护法》《水污染防治法》等国家级法律、各类水质标准相继实施,对我国的水资源进行管理保护。1996年至今,针对太湖流域环境保护和污染防治出台的法律条例主要包括《江苏省太湖水污染防治条例》、《浙江省水污染防治条例》以及《太湖流域管理条例》等。

2.2.3 经济激励机制

荷兰1970年颁布的《环境质量控制法》明确规定:任何排放污水的人或单位都要按照“污染者付费”的原则缴纳税费。荷兰现行的各市政府排水征收方法中,一般根据管网投资、运营成本、服务人口来确定人均成本,并根据每户的人口数量计算每户每年的排水费用。普通家庭和大公司同样根据各自排放污水量和排污物数量承担相应的税费。污水处理费作为可靠而稳定又低风险的收入也吸引了银行资金的注入。

在太湖流域,由于市场机制不完善、法律体系不健全、地方政府对排污权交易重视不够等因素,排污收费制度难以建立,无法在水资源管理和废污水排放管理过程中建立有效的市场机制。

2.2.4 监督机制

荷兰的地方水务委员会被赋予执法权,全权负责水质管理,各地的水务委员会受到省政府和中央政府层层监督,保障了荷兰水资源保护法律法规、排放标准的严格执行,对违法者处以高额度的经济处罚。此外,荷兰水利局在艾瑟尔湖流域治理中鼓励公众参与,并建立了公众信息平台及时发布相关信息,使公众了解水污染现状、治理规划和措施等,流域重大政策或重大项目都必须充分听取并吸纳公众的意见和建议后才报批并组织实施。这样公众的监督和舆论作用得到充分发挥,也同时促进环境治理公共政策的实施。

在太湖流域,立法和执法的环节不够完善,太湖流域污染治理缺乏有效的监督机制。在涉及地方和相关利益时,污染治理的主要监督机构环保部门所具有的执法权力薄弱,往往由主动变被动,由执法者变为旁观者。媒体大多只在出现重大污染或水危机事件后才介入监督,缺少事前和事中监督^[7]。最后,由于制度不完整,缺少公众参与,污染治理的社会监督没有发挥其应有的功能。

2.2.5 区域合作

艾瑟尔湖处于莱茵河等上游河流入海口,莱茵河从几个国家境内穿过,从根本上阻隔外源污染的进入需要莱茵河流域各国合作治理。1950年,瑞

士、法国等莱茵河 9 国成立了“莱茵河防止污染国际委员会”(ICPR),对流域内的污染治理和生态恢复的对策计划提出建议,协调各方签约预警计划,评估各方行动效果,做出决策等^[10]。IPCR 成立以来莱茵河流域各国签署了包括《防治化学污染公约》在内的一系列莱茵河环保协议,对莱茵河流域的国际合作污染治理贡献巨大,为艾瑟尔湖的水质恢复奠定了基础。

在太湖流域,行政区划导致的利益分割使得太湖在公共管理上仍存在困难。虽然建立了太湖流域水环境综合治理省部际联席会议制度,但是仍然没有形成完善的三省一市政府共同治理太湖水环境工作的协调机制。太湖综合管理和治理问题分析见图 4。

3 讨 论

总结艾瑟尔湖发展历程及流域管理经验对太湖流域有如下启示。

启示 1:从传统点源控制转为关注初期雨水污染。

艾瑟尔湖流域在肥料用量、粪便排放量方面严格执行排放标准,调整农业、畜牧业结构,传统面源污染已得到基本控制。进入 21 世纪,流域开始对下水道系统水质进行监测,关注城市初期雨水冲刷产生的面源污染。太湖流域目前对初期雨水污染还停留在研究阶段,应在城市化程度较高的区域开展初期雨水污染监测和截留预处理。

启示 2:从常规污染物控制转为关注特征性污染物控制。

艾瑟尔湖流域大量新型农药被用于生产过程

中,随着农业径流排入区域河网水系,最终汇入到艾瑟尔湖。管理者已把茚萘、苯并芘、草甘膦等特征性污染物列入监测范围内,并在新的标准中规定对其进行控制。持久性有毒有害污染物对动植物、人类健康存在长期的危害,太湖流域目前未将持久性有毒有机污染物列入监测范围,现阶段应筛选部分持久性有毒有机污染物进行监测。

启示 3:重视大气和固体废弃物对水体的影响。

艾瑟尔湖流域管理部门从 20 世纪 90 年代开始关注新的污染要素。大气沉降中铅、镉等污染物质累积于地表,通过交通运输进行迁移,雨天随径流冲刷进入下水道系统或水体。废弃物污染包括地面废料、绿色废弃物堆积,以及水体浮动废弃物等污染也已逐步成为新的面源污染源;目前太湖流域的污染治理仍停留在水质水量阶段,但是对部分新型污染要素可以进行相关科研,与今后治理工作进行对接。

启示 4:重视鸟类和鱼类的保育与恢复。

艾瑟尔湖流域重视生物多样性的恢复。湖泊作为天然水体承载着鸟类与鱼类栖息地功能。堤坝的工程建设、沿岸旅游开发等人类活动干扰破坏了鸟类与鱼类的生息环境。管理者通过建设鱼类洄游通道,恢复自然滨岸带等方式对艾瑟尔湖的鸟类和鱼类进行保护;太湖湖区周边开发程度较高,受人类活动干扰较严重,保护生物多样性不适合在现阶段的太湖综合治理中着重考虑。

启示 5:从绿化建设转为关注栖息地营造。

与太湖流域周边地区绿化建设,建设湿地公园和湿地保护区的理念不同,艾瑟尔湖流域已从绿化建设阶段进阶到营造区域自然栖息地阶段。流域采

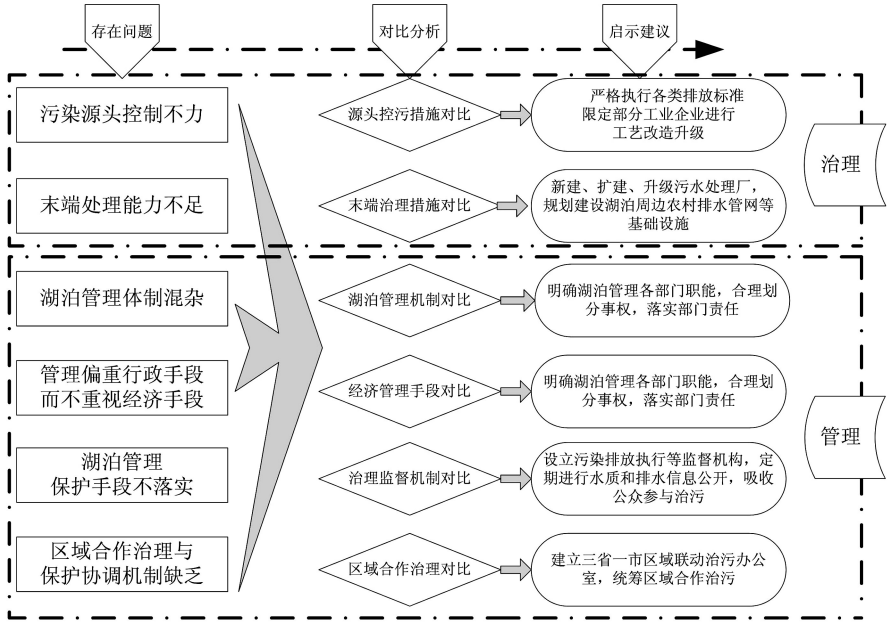


图 4 太湖综合管理和治理问题分析、对比及建议

取了建造自然滨岸带,减少冲击平原面积等措施,以期恢复生物多样性,避免出现水土流失、土地荒漠化、盐碱化等问题。相比较而言,单纯的绿化建设主要提升了人们的感观舒适度,不能从根本促进流域生态环境恢复;在太湖流域追求经济快速发展的大背景下,以建设栖息地取代绿化建设代价高昂,不适合于现阶段太湖治理。

启示6:从末端治理转为从源头推进企业清洁生产。

艾瑟尔湖在经历末端处理规模化和效率化进程之后,通过督促工业企业进行技术改进,清洁能源使用等清洁生产手段,达到减少生产过程中污染物的产生和排放,继续从源头削减污染的目的。太湖流域也在尝试逐步推进企业清洁生产的进行,但仍存在机制不完善,实施效果不佳等问题,现阶段应继续推动末端治理向源头治理加速转变。

启示7:关注污水处理的相关底泥处理。

艾瑟尔湖流域已开始关注污水处理产生的二次污染问题。这类污泥未经处理具有易腐烂,含有大量病原菌、重金属以及难降解的有毒有害物质等特点,经雨水冲刷,污染地下水,侵蚀土壤,且能直接危害人类身体健康。艾瑟尔湖流域针对不同污泥类型进行堆肥、焚烧、填埋等分级处理。太湖流域污水厂污泥大部分简单填埋或堆放,给周边生态环境带来的隐患不容小觑,现阶段应学习国际先进技术经验,对污水厂产生污泥采取深度处理。

启示8:开展依托水董事会的流域管理。

艾瑟尔湖流域水董事会负责区域性的水资源管理工作,是流域管理高效且有效开展的保证。水董事会是艾瑟尔湖流域极富特色的管理机构,它以一种独特的组织管理形式与三级政府平行存在,独立于各级政府自成一体,与政党无关,直接代表民众、业主和地主的利益。这样的国家化的非营利专门管理机构,既具备极强的专业性,也驱动了“利益-环保”机制的良性运行。然而现阶段太湖流域由政府部门负责水资源管理,很难建立类似的管理机构。

启示9:开展相关水处理设施的市场化运作。

排污费征收这一市场经济机制,不仅在很大程度上控制了艾瑟尔湖流域用水总量和废污水排水总量,也保障了流域的污水收集、输送、处理、设备维护升级等过程所需的费用大部分自给自足。反观太湖流域,湖泊管理更偏重于行政手段而非经济手段。现阶段太湖流域应通过建立阶梯水价、用水定额等制度,控制流域用水总量及废污水排放总量。

4 结 论

由于我国太湖流域污染防治工作起步较晚,缺

乏完善的法律法规、配套的管理体制、清晰的目标规划,而荷兰艾瑟尔湖在此方面已拥有比较成熟的方式及经验。本文试图对比艾瑟尔湖与太湖流域综合管理和治理手段,从两国国情出发,对太湖流域治理管理方式提出以下几点建议:

a. 关注初期雨水、大气、固体废弃物污染等新型污染要素,对初期雨水进行截留处理,将部分特征性污染物纳入监测范围;

b. 继续推进工业企业清洁生产,对末端处理过程中产生污泥进行深度处理;

c. 设立流域污染排放监督机构,增加治污效果评估听证会,吸收公众参与监督治污;

d. 尝试建立经济激励机制进行水资源管理市场化调控,探索适合我国国情的流域管理道路;

e. 推动太湖流域三省一市合作治理发展,建立流域三省一市联动治污办公室制度,统筹区域合作治污。

致谢:笔者在数据资料获取过程中得到了太湖流域管理局水资源保护局翟淑华教授级高级工程师的大力支持,谨致谢忱。

注:文中所用数据资料来源:太湖流域管理局内部土地利用、水资源规划报告资料、荷兰水利局2006—2010年度公报、荷兰基础设施与环境官方网站(rijkswaterstaat ministerie van infrastructuur en milieu)资料、荷兰环境纲要汇编网(compendium voor de leefomgeving)资料、荷兰Deltares公司Autonomous.Download.Trends项目研究报告等。

参考文献:

[1] 刘恒,陈霁巍,胡素萍.莱茵河水污染事件回顾与启示[J].中国水利,2006(7):55-58. (LIU Heng, CHEN Qiwei, HU Suping. Rhine water pollution incident review and inspiration[J]. China Water Resources, 2006(7):55-58. (in Chinese))

[2] Van RAAPHORST W, De JONGEV N. Reconstruction of the total N and P inputs from the IJsselmeer into the western Wadden Sea between 1935-1998 [J]. Journal of Sea Research, 2004, 51(2): 109-131.

[3] BONTE M, ZWOLSMAN J. Climate change induced salinisation of artificial lakes in the Netherlands and consequences for drinking water production [J]. Water Research, 2010, 44(15): 4411-4424.

[4] CREMER H, BUNNIK F P M, KIRILOVA E P, et al. Diatom-inferred trophic history of IJsselmeer (The Netherlands) [J]. Hydrobiologia, 2009, 631(1): 279-287.

[5] PLATTEEUW M S G L, LAUWAARS S, DOEF R. Ten

years of nature development in Lake IJsselmeer [J].
Levende Natuur, 2001, 102(1): 7-12.

[6] LAMMENS E. Towards ecological goals for the heavily modified lakes in the IJsselmeer Area [J]. The Netherlands, Hydrobiologia, 2008, 599: 239-247.

[7] 孔祥智. 太湖流域:水环境污染治理对策研究[M]. 武汉:华中科技大学出版社, 2010.

[8] 郝晓地. 荷兰水管理体制及水务局职能[J]. 给水排水, 2003(9): 26-30. (HAO Xiaodi. Dutch water management system and the Water Authority Functions

[J]. Water & Wastewater Engineering, 2003(9): 26-30. (in Chinese))

[9] 沈大军,张春玲,刘卓,等. 湖泊管理研究[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2013:93-95.

[10] 刘恒,涂敏. 莱茵河流域行动计划及其对我国维护河流健康的启示[J]. 人民黄河, 2005(11): 64-65. (LIU Heng, TU Min. Action plan for the Rhine River and its revelation of maintaining river health to China[J]. Yellow River, 2005(11): 64-65. (in Chinese))

(收稿日期:2014-01-16 编辑:高渭文)

(上接第 86 页)

[15] 李娟,李适宇,林高松. 基于投影寻踪的广东省资源环境绩效评估与分析[J]. 城市环境与城市生态, 2011, 24(1): 14-17. (LI Juan, LI Shiyu, LIN Gaosong. Resource and environment performance assessment and analysis for Guangdong Province based on project pursuit method [J]. Urban Environment & Urban Ecology, 2011, 24(1): 14-17. (in Chinese))

[16] 宋国君,谭炳卿. 中国淮河流域水环境保护政策评估[M]. 北京:中国人民大学出版社, 2007.

[17] 宋国君,金书秦. 淮河流域水环境保护政策评估[J]. 环境污染与防治, 2008, 30(4): 78-82. (SONG Guojun, JIN Shuqin. Evaluation on the policies for water environmental protection in Huai River Basin [J]. Environmental Pollution & Control, 2008, 30(4): 78-82. (in Chinese))

[18] 包怡斐,杨尊伟. 水源地环境绩效评估研究[J]. 科学与管理, 2008(6): 29-32. (BAO Yifei, YANG Zunwei. Environmental performance evaluation in drinking water source area[J]. Science and Management, 2008(6): 29-32. (in Chinese))

[19] 李传奇,李向富. 水源地保护环境绩效评估指标体系的构建[J]. 水利科技与经济, 2010, 16(9): 979-981. (LI Chuanqi, LI Xiangfu. Indicator system of environmental performance assessment on water source protection [J]. Water Conservancy Science and Technology and Economy, 2010, 16(9): 979-981. (in Chinese))

[20] 马涛,翁晨艳. 城市水环境治理绩效评估的实证研究[J]. 生态经济, 2011(6): 24-26. (MA Tao, WENG Chenyan. An empirical study on performance evaluation of urban water environment treatment [J]. Ecological Economy, 2011(6): 24-26. (in Chinese))

[21] 章恒全,王旭华,谢丹. 基于模糊层次分析的城市水环境治理绩效评价[J]. 统计与决策, 2006(22): 60-62. (ZHANG Hengquan, WANG Xuhua, XIE Dan. Performance evaluation of urban water environment treatment with fuzzy-AHP [J]. Statistics and Decision, 2006(22): 60-62. (in Chinese))

[22] 陈荣,谭斌,陈武权,等. 流域水污染防治绩效评估体系研究[J]. 环境保护科学, 2011, 37(5): 48-52. (CHEN rong, TAN bin, CHEN wuquan, et al. Study on the performance assessment of water pollution control [J]. Environmental Protection Science, 2011, 37(5): 48-52. (in Chinese))

[23] 王亚华,吴丹. 淮河流域水环境管理绩效动态评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(12): 32-38. (WANG Yahua, WU Dan. Dynamic performance evaluation of water environment management in Huaihe River [J]. China Population, Resources and Environment, 2012, 22(12): 32-38. (in Chinese))

[24] 彭跃. 基于云理论的流域水污染物总量减排绩效评估[J]. 现代农业科技, 2013(8): 188-190. (PENG Yue. Performance evaluation of watershed water pollutants total emission reduction based on cloud theory [J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2013(8): 188-190. (in Chinese))

[25] 王丽,王燕云,吴晓红,等. 区域性水环境绩效审计评价指标体系的构建及其运用研究[J]. 科技情报开发与经济, 2013, 23(11): 137-139. (WANG Li, WANG Yanyun, WU Xiaohong. Study on the construction and application of the evaluation indexes system for regional water environment performance audit [J]. Sci-Tech Information Development & Economy, 2013, 23(11): 137-139. (in Chinese))

(收稿日期:2014-05-30 编辑:彭桃英)

