

DOI: 10.3880/j.issn.1004-6933.2016.01.011

长江航道整治工程生态保护的重点研究课题

陈 茜¹, 逢 勇^{1,2}, 王一秋¹

(1. 河海大学环境学院, 江苏 南京 210098; 2. 河海大学环境规划与评价研究所, 江苏 南京 210098)

摘要: 分析长江航道整治工程的现状、特点及其对环境的影响, 提出从航道工程的建材性质、方法技术等角度, 选择推进长江航道工程生态化改造的课题研究方向, 并结合江豚、“四大家鱼”和其他鱼类的习性及其保护对策, 选择长江航道整治工程生态保护的重点研究课题。

关键词: 航道整治工程; 生态保护; 课题方向

中图分类号: X171.4 文献标志码: A 文章编号: 1004-6933(2016)01-0067-05

Key research topic of ecological protection of Yangtze River waterway regulation project

CHEN Qian¹, PANG Yong^{1,2}, WANG Yiqiu¹

(1. College of Environment, Hohai University, Nanjing 210098, China;

2. Institute of Environmental Planning and Evaluation, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: The current situation, characteristics and main effects on the ecological environment of the Yangtze River waterway regulation project are analyzed. It is recognized to promote the ecological transformation of the Yangtze River waterway engineering from the perspective of the nature of the building materials and the method and technology, which can be also combined with research on habits and protection measures of finless porpoise, four fish and other fish.

Key words: waterway regulation project; ecological protection; research direction

国务院《关于加快长江等内河水运发展的意见》[2011]2号文件, 提出要建设畅通的高等级航道, 标志着长江航道建设已上升到国家战略高度, 国家将不断加大对长江水道的建设投资, 长江水运发展迎来了新时代。然而随着长江航道建设的不断推进和航运事业的快速发展, 在赢得巨大经济效益和社会效益的同时, 长江航道的生态环境也受到了不利影响, 违背了可持续发展理论的要求。在生态安全与和谐理念指导下, 提出绿色航道建设的新理念, 实施与航道工程相关的生态环境保护措施, 以保护长江生物资源及用水环境安全。

目前已有的相关航道整治工程环境保护工作尚未符合规划和项目环评审査要求。为了形成和谐稳

定的长江航道生态系统, 应在研究国内外学科前沿的基础上, 选择长江航道整治工程生态保护的课题研究方向, 完善长江航道生态化建设的研究课题库, 为“十二五”及“十三五”的长江干线绿色航道建设提供技术支持。

1 研究背景

1.1 长江干流概况

本文研究范围为长江干线航道。长江干流上起云南水富, 下至长江入海口, 流经云南、四川、重庆、湖北、湖南、江西、安徽、江苏、上海, 共 7 省 2 市, 全长 2 838 km, 是我国流域综合运输体系的主要骨架之一。

基金项目: 水体污染控制与治理科技重大专项 (2012ZX07101-010, 2012ZX07101-001)

作者简介: 陈茜 (1992—), 女, 硕士研究生, 研究方向为水资源规划与保护。E-mail: cq385841500@qq.com

通信作者: 逢勇, 教授。E-mail: pangyonghu@163.com

1.2 生态敏感目标概况

1.2.1 自然保护区

长江的珍稀水生生物有江豚、中华鲟、白鳍豚、胭脂鱼等,长江干流自然保护区概况见表1。

1.2.2 国家级水产种质资源保护区

长江干线共9个国家级水产种质资源保护区,分布于重庆段、监利段、黄石段、安庆段、扬州段等长江江段,主要保护对象是四大家鱼、大口鲶、长吻鮠、鳊鱼、中华绒螯蟹及其鱼苗。

1.2.3 饮用水源取水口或水源保护地

长江规划航道涉及江段的饮用水源取水口或水源保护地主要有70处。其中,上游有四川2处,重庆6处;中游有湖北28处,湖南1处;下游有江西3处,安徽7处,江苏22处,上海1处。

1.2.4 重要湿地

长江江段包括金沙江下游、长江上游地区湿地生态系统,中下游的平原河流湿地生态系统,入海口处的河口湿地生态系统,共有重要湿地13处,包括

洞庭湖、鄱阳湖国际重要湿地。

2 长江航道整治工程对环境的影响

2.1 长江航道整治工程建设概况

遵循“深下游,畅中游,延上游,通支流”的航道建设思路,近年来长江干线先后实施了30多项整治工程。但随着经济发展,现有航道尺度无法满足实际需求。与此同时,三峡等水利工程投入运行,清水下泄,河床冲刷,枯水期船舶搁浅、航运中断等事件时常发生,因此对长江航道进行整治迫在眉睫。长江干线航道整治工程建设情况见表2。

2.2 航道整治工程对环境的主要影响

根据JTJ204—96《航道工程基本术语标准》,航道整治工程是指通过整治建筑物或其他工程措施,调整河槽形态和水、沙流路,从而改善航道航行条件,稳定有利河势的工程。根据整治工程的施工性质,长江干线航道整治工程主要分为守护工程(护滩、护岸、护坡、护底)、筑坝工程、疏浚吹填工程、航

表1 长江干流自然保护区概况

保护区名称	级别	行政区域	主要保护对象
长江上游珍稀、特有鱼类自然保护区	国家级	四川、贵州、云南、重庆	珍稀鱼类及河流生态系统
鄱阳湖长江江豚自然保护区	省级	鄱阳湖、都昌县	江豚及其生境
安庆市长江江豚自然保护区	市级	安庆市	以江豚类为主的珍稀水生动物长江淡水生态系统
铜陵淡水豚自然保护区	国家级	安庆市、铜陵市	淡水豚类、珍稀鱼类
镇江长江豚类自然保护区	省级	镇江市丹徒区	淡水豚类及其生境
长江宜昌中华鲟自然保护区	省级	宜昌市	中华鲟及其生境
长江口中华鲟自然保护区	省级	崇明县	中华鲟等珍稀鱼类
长江天鹅洲白鳍豚自然保护区	国家级	石首市	白鳍豚、江豚及其生境
长江新螺段白鳍豚国家级自然保护区	国家级	洪湖市、赤壁市、嘉鱼县	白鳍豚、江豚、中华鲟及其生境
无为县胭脂鱼自然保护区	省级	安徽省无为县	长江胭脂鱼

表2 长江干线航道整治工程建设情况

航段	已建项目	在建项目	拟建项目
长江上游	1. 涪陵至铜锣峡河段炸礁工程 2. 泸州纳溪至重庆娄溪沟航道建设工程	1. 宜宾合江门至泸州纳溪航道建设一期工程 2. 宜宾合江门至泸州纳溪航道建设二期工程	1. 水富至宜宾航道建设工程 2. 九龙坡至朝天门河段航道整治工程 3. 娄溪沟至涪陵河段炸礁工程 4. 两坝间航道莲沱段整治工程
	3. 马家咀水道一期工程 4. 周天水道控导工程 5. 碾子湾水道整治工程 6. 陆溪口水道整治工程 7. 嘉鱼至燕子窝段航道整治工程 8. 罗湖水道整治工程 9. 武穴水道整治工程 10. 张家洲南港水道整治工程	3. 枝江至江口河段航道整治一期工程 4. 沙市河段航道整治一期工程 5. 瓦口子水道控导工程 6. 窑监河段航道整治一期工程 7. 戴家洲水道航道整治一期工程 8. 牯牛沙水道航道整治一期工程 9. 张家洲南港上浅区航道整治工程	5. 荆江宜昌至昌门溪段航道整治工程 6. 荆江河段航道整治工程 7. 道人矶至杨林岩河段航道整治工程 8. 界牌河段航道整治二期工程 9. 赤壁至潘家湾河段航道整治工程 10. 天兴洲河段航道整治工程 11. 湖广至罗湖洲河段航道整治工程 12. 戴家洲河段航道整治二期工程 13. 牯牛沙水道航道整治二期工程 14. 新洲至九江河段航道整治工程
长江下游	11. 东流水道整治工程 12. 太子矶水道中段炸礁工程 13. 长江口深水航道治理三期工程 14. 长江口南北港分汊口河段新浏河沙护滩及南沙头通道潜堤工程	10. 马当河段航道整治一期工程 11. 太子矶水道拦江矶炸礁工程 12. 土桥水道航道整治一期工程 13. 黑沙洲水道整治工程 14. 江心洲至乌江河段航道整治一期工程	15. 东流水道航道整治二期工程 16. 马南水道航道整治工程 17. 安庆水道航道整治二期工程 18. 土桥水道航道整治二期工程 19. 黑沙洲水道整治二期工程 20. 江心洲水道航道整治工程 21. 南京以下12.5m深水航道建设二期工程 22. 南京以下12.5m深水航道建设一期工程

道爆破工程等4类。

2.2.1 守护工程

护岸是指防止波浪、水流侵蚀河岸的工程措施。守护工程常和其他整治工程结合以进行航道建设,主要用来抑制崩岸,防止水流淘刷和波浪冲刷河岸,防止主流顶冲河岸,尤其是在洪水主流顶冲的险工地段,需要修建护岸工程,以保持河势稳定,有效维护堤防安全。护底是护岸的基础部分,是从坡脚向外直至深槽的防护体,可遏制河底的过度冲刷。护岸、护坡、护滩主要用来改变原有的岸坡结构,使得复杂的河流向单一化发展。

守护工程在施工期会使水体中悬浮物浓度升高,危害浮游生物;施工后一般不会对河道水文情势造成大的改变,但会破坏底栖动物的主要生存场,导致底栖动物种类、数量下降,改变其产卵基质等栖息生境,同时施工还会造成边滩硬化,影响水生维管束植物的生长,间接影响喜好在此产沉性卵或黏性卵鱼类的繁殖发育,导致区域鱼类资源量下降。

2.2.2 筑坝工程

筑坝工程主要是指将石料抛筑在具有土工布护底的局部河床上的工程,通常用以调整水流分布、改善航行条件。筑坝工程的施工期间,水体悬浮物浓度升高,危害浮游生物;施工后,坝体上下游河段的水文情势将改变,局部河道的水流流向和流场发生变化,丁坝、潜坝和梳齿坝体的上、下游可能形成回水区或缓流区,抬升部分河段水位。被坝体占用岸边的水生植被破坏,对部分产卵鱼类不利。施工后一些原有的产卵场范围变化或丧失功能,如丁坝坝体上游靠岸侧水流减缓,若漂流性鱼卵漂浮至此易下沉,影响鱼类孵化。

2.2.3 疏浚吹填工程和航道爆破工程

疏浚吹填工程和航道爆破工程在施工期同样会使水体中悬浮物浓度升高,危害浮游生物;施工后将改变河道地形,原有底栖生物被损毁;减缓河段流速,改变鱼类生境。若爆破工程前未采取驱鱼措施,将炸死或炸伤过往鱼类。

3 重点研究课题

3.1 整治工程生态化改造

a. 生态护坡指综合工程力学、土壤学、生态学和植物学等学科的基本知识,对斜坡或边坡进行支护,形成由植物或工程和植物组成的综合护坡系统。国内外新型的生态护坡技术非常丰富,有液压喷播植草护坡、土工网垫植草护坡、石笼(雷诺垫)护坡、加筋纤维毯护坡、香草根技术护坡等。但目前我国对长江航道生态护坡建设的相关研究还不够充分,

缺乏对各江段航道整治生态护坡工程适应技术的分类。可在数学物理模型的基础上,配合野外实验,分析新型生态护坡技术的抗冲刷能力、抗风浪能力、消落带消能能力^[1]、生态修复特性^[2]等,综合得到适合各整治航段的最优护坡方案的研究工作。

b. 护底工程材料不仅需具有安全性、适应性、经济性,还应该重视它的生态修复特性。护底工程生态化建设不仅对工程的安全性具有要求,对工程进行生态化改造也十分重要。而目前在长江航道生态护底建设中,长江中下游常用的护底材料有土工织物沙枕、混凝土块软体排、抛石等^[3],这些材料的功能性一般不存在问题,但生物性较差。

可开展野外监测,分析护底工程软体排构造或布局的冲淤能力^[4]、淤积泥沙中底栖生物的含量、周边生境及相关环境因子的恢复情况,得出适合微生物附着的软体排构造及布局方案。

本研究方向可促进长江干线航道整治工程的生态建设,推动长江航道建设的绿色发展。

3.2 珍稀水生生物保护

3.2.1 江豚

长江江豚是江豚生活在淡水中的唯一亚种,2013年7月被IUCN的受胁物种红皮书列为极危物种,是我国国家Ⅱ级保护水生动物。据资料显示,近20年来长江江豚种群数量快速衰减。1991年长江江豚数量为2700余头,而至2012年,江豚数量不足1000头,其种群年均下降速率为13.73%。自然环境变迁、水位下降、水质恶化、河道淤积等给江豚的繁殖与生长带来了严重威胁。

可对长江江豚的历史和现状进行资料查找和实地考察,研究长江江豚的种群分布、生长状况及数量的变化趋势^[5-6];研究三峡大坝蓄水对江豚栖息地及索饵场造成的影响,分析各类整治工程对江豚的危害程度;从人类活动和自然变迁等层面初步分析江豚减少的影响因素,并分析栖息地保护、异地迁建保护^[7]、人工繁殖^[8]三大保护措施的利弊,进而提出江豚保护的总体策略及近期保护侧重方向,分江段制定近期及远期江豚保护方案。

通过本研究方向,希望对现有长江江豚种群状况进行详尽了解,提出明确的江豚保护思路,在理论和技术上完善已有的江豚保护措施,建设和谐健康的长江生态环境。

3.2.2 “四大家鱼”

“四大家鱼”指的是青、草、鲢、鳙,它们具有适应性强、生长速度快等养殖优势,是我国主要的淡水养殖和捕捞对象,在我国淡水养殖产量中约占57%(1998年),既是我国的国宝,也是世界水产养殖业

发展的重要养殖品种。但近二三十年来,由于过渡捕捞、水质污染和水利工程建设等原因,其资源量日益减少。可采用资料查找或实地考察的方法调查目前“四大家鱼”的“三场一通道”分布情况^[9-10]及三峡工程蓄水后对“四大家鱼”产卵场分布区域的影响^[11],初步分析水利工程建设、水体污染、非法捕捞等人类活动对“四大家鱼”种群变化的影响;可结合“四大家鱼”的生态保护措施(沿江治污、建立鱼道、底栖生物恢复、投放人工鱼礁、建立人工增殖放流站^[12-13]等),从社会经济条件和生态环境方面分析适合各江段的“四大家鱼”最优保护方案。

通过本研究可进一步推进“四大家鱼”保护工作,完善“四大家鱼”的保护机制,为长江渔业资源的繁荣与生态系统的平衡做出贡献。

3.2.3 胭脂鱼、刀鲚、达氏鲟等

胭脂鱼分布于长江水系,是我国二类重点保护的珍稀鱼类,有极高的经济、科研价值,由于水利工程截流后的产卵场变化、水质污染、长期过度违法捕捞等原因,野生胭脂鱼资源量急剧下降^[14]。刀鲚是长江水域重要的洄游性经济鱼类,历史资料显示,刀鲚以长江下游的安徽、江苏、上海为主要洄游通道,但目前江西、湖南已不能形成刀鲚鱼汛,下游安徽刀鲚产量也较小^[15]。达氏鲟为我国的特有种,近20年来,由于葛洲坝工程的兴建、水体污染、过度捕捞等原因,达氏鲟的资源已极为稀少,被列为国家Ⅰ级保护动物。

可研究不同江段胭脂鱼、刀鲚、达氏鲟等(以下简称“珍稀鱼类”)繁殖群体出现的时间,确定其洄游过程与动态;研究不同江段珍稀鱼类产卵场的分布、繁殖群体数量和产卵繁殖时间;研究珍稀鱼类育幼场的栖息地特征、水生生物饵料资源特点和水文流态特征,以确定珍稀鱼类育幼的环境需求;研究航道整治工程对珍稀鱼类洄游、产卵场环境、产卵群体分布、幼鱼分布和生长的影响。

通过本研究方向,可提出有效的珍稀鱼类生态修复措施,推进胭脂鱼、刀鲚、达氏鲟等珍稀鱼类的保护机制建立。

3.3 生态补偿机制

关于生态补偿的定义,由于其本身的复杂性以及学者对生态补偿的研究侧重点存在差异,国内外对生态补偿的概念界定尚未形成统一观点。国际上常使用生态服务付费或生态效益付费的说法,旨在通过市场和政府以经济、技术、行政等手段调动人们开展生态保护的积极性,逐步实现区域内和区域间的协调,促进生态环境和经济社会的可持续发展。

由于国内生态补偿理论机制的欠缺和相关法律

法规的不健全,生态补偿难以使用统一的标准,关于珍稀生物种的生态补偿工作更是举步维艰。

可基于水生生物现状调研中对影响因素的初步研究,结合水生生物的总体保护策略及分江段、分水域的保护方案,选择采用直接市场法、替代市场法或假想市场法等核算出相应的保护所需费用,在相关理论研究的基础上,结合有关案例及法律法规,通过对生态补偿的方式、主客体、补偿期、资金管理与应用、补偿的落实与监督、补偿的效果评价等修订,确立完善的生态补偿机制^[16]。

通过本研究可为珍稀鱼类的生态补偿工作确定合理的思路,推动生态补偿机制的建立,并为其他领域的生态补偿研究奠定基础。

3.4 拟开展的研究课题

3.4.1 生态护岸效果评估及生态护坡类型选择

选取典型江段的护坡工程,运用数理统计等科学分析方法,进行生态护坡工程实施效果评估,了解生态护坡工程在建、建后对生态环境的影响。根据其不利影响,结合室内外试验等研究方法,分析有效的改进措施,改进已有工程;调查目前已实施的各类生态护坡技术,通过室内外实验,探究各生态护坡在不同水流条件下的适应性(包括生态护坡的抗冲刷能力、抗风浪能力、消落带消能能力、生态修复特性等),比选适合各航段航道整治工程的最佳生态护坡方案。

3.4.2 护底工程的水生态学效应及其改进工艺

选取典型江段的护底工程,运用数理统计等科学方法,分析区域水生生物资源演变及存在的生态问题,评估工程的实施效果,得到工程在建、建后对生态环境的影响。根据其不利影响,对已有工程实施改进措施,并研究相应的生态工艺改进技术,可选取的典型航道整治工程如宜昌—昌门溪河段航道整治工程、安庆水道航道整治二期工程等。

3.4.3 航道整治工程对江豚及其饵料鱼类的影响与恢复过程

选择江豚分布的典型江段和典型航道整治工程,研究航道整治工程实施前、实施期间和实施后栖息地特征、饵料鱼类分布和江豚分布与活动的变化,了解航道整治工程对江豚及其饵料鱼类的影响,提出相应的江豚及其饵料鱼类保护措施和生态修复方案。

3.4.4 适宜江豚生存的生态保护江段选取

综合考虑江豚保护、航道整治工程建设的技术、社会影响等,采取实地考察和对比分析的方法,优化选取适宜江豚生存的生态保护江段及支汊水域。

3.4.5 航道整治对刀鲚资源的影响与保护措施及补偿

研究刀鲚的洄游和繁殖季节长江中下游不同江

段刀鲚出现的时间、丰度、产卵场分布和繁殖群体大小;研究刀鲚产卵场的特点和产卵繁殖的环境需求;分析不同江段刀鲚育幼场的分布,研究刀鲚育幼的环境需求;研究典型航道整治工程对刀鲚洄游、繁殖和育幼的影响;提出刀鲚资源保护措施和相应的生态补偿方案。

3.4.6 航道整治对珍稀鱼类的影响与恢复过程

相对于“四大家鱼”和刀鲚等活动范围较广的鱼类,一些鱼类如鲫、鲤、餐、鳊等的活动范围一般较小,航道整治工程对这些鱼类的影响更加显著。大部分航道整治工程对栖息地的影响是暂时的,随着栖息地恢复,施工水域鱼类资源也将逐步恢复。本课题研究航道整治工程对栖息地和鱼类分布、繁殖、摄食和生长的影响;解析航道整治工程水域栖息地和鱼类资源分布的恢复过程;提出相应的保护与恢复措施以及生态补偿方案。

3.4.7 航道整治工程对鱼类群落结构及生物完整性的影响

取典型江段,并按照不同季度或月份,定期对航道整治工程施工前、施工期、运行期鱼类群落结构进行监测,掌握鱼类种类组成与分布、各种类的生物量,分析鱼类群落结构演变规律,筛选出施工和运行前后种群规模变化较大的种类;采用鱼类生物完整性指数等评价方法,对航道整治工程施工前、施工期、运行期鱼类生物完整性进行评价,分析航道整治施工、运行对鱼类完整性的影响及影响程度,并针对性地采取补救措施。

3.4.8 航道整治工程江豚生态补偿方案

根据人工繁殖、迁地保护、就地保护、离体保护的江豚保护策略及分江段的保护方案,核算出江豚保护所需费用;分析航道整治工程对江豚生态足迹的影响,并确定其对江豚影响所占的权重及影响期;根据江豚的保护费用和航道整治工程影响权重及影响期,最终确定航道整治工程所需承担的生态补偿费用。在理论研究的基础上,结合相关案例及法律法规,通过对生态补偿的方式、主客体、补偿期、资金管理与应用、补偿的落实与监督、补偿效果评估的研究,确立完善的江豚生态补偿机制。

4 结论与建议

a. 加强航道整治工程的理论研究,不断完善工程理论和实施工艺,开展改善长江航道整治工程生态环境方向的研究,为长江黄金水道的发展提供理论支持。

b. 长江航运的发展和航道的建设在取得巨大的社会效益、经济效益的同时,对长江航道的生态环境也带来了一定程度的不利影响。设计航道整治工

程时,须树立生态建设的宏观理念,预测并采取有效措施降低工程实施后产生的不利影响,建立科学化、规范化的生态保护机制。

参考文献:

- [1] 穆建平. 三峡库区消落带植被的生态学研究[D]. 重庆:重庆大学,2012.
- [2] 陈小华,李小平. 河道生态护坡关键技术及其生态功能[J]. 生态学报,2007(3):1168-1176. (CHEN Xiaohua, LI Xiaoping. The eco-functions of ecological protection techniques of riverbank[J]. Acta Ecologica Sinica, 2007(3):1168-1176. (in Chinese))
- [3] 李一兵,程小兵. 长江中下游航道整治工程绿色环保整治建筑物专题研究报告[R]. 天津:交通部天津水运工程科学研究所,2007.
- [4] 张景明. 长江口深水航道治理工程护底软体排结构设计[J]. 水运工程,2006(增刊2):20-23. (ZHANG Jingming. Structural design of soft mattress in Yangtze Estuary Deepwater Channel Regulation Project[J]. Port & Waterway Engineering, 2006(Sup2):20-23. (in Chinese))
- [5] 张先锋,刘仁俊,赵庆中,等. 长江中下游江豚种群现状评价[J]. 兽类学报,1993(4):260-270. (ZHANG Xianfeng, LIU Renjun, ZHAO Qingzhong, et al. Evaluation on the population of finless porpoise in the middle and lower reaches of Yangtze River[J]. Acta Theriologica Sinica, 1993(4):260-270. (in Chinese))
- [6] 蒋文华,黄立新,于道平. 长江铜陵段江豚资源现状与保护对策研究[J]. 水生态学杂志,2010(3):37-42. (JIANG Wenhua, HUANG Lixin, YU Daoping. Study on resource status and conservational countermeasures for Yangtze finless porpoise (Neophocaena phocaenoides asiaeorientalis) in Tongling Section in Yangtze River[J]. Journal of Hydroecology, 2010(3):37-42. (in Chinese))
- [7] 蒋文华. 长江江豚迁地保护概述[J]. 安徽大学学报(自然科学版),2010(4):104-108. (JIANG Wenhua. Review on the ex-situ conservation of Yangtze finless porpoise[J]. Journal of Anhui University (Natural Sciences Edition), 2010(4):104-108. (in Chinese))
- [8] 郝玉江,王丁,张先锋. 长江江豚繁殖生物学研究概述[J]. 兽类学报,2006,26(2):191-200. (HAO Yujiang, WANG Ding, ZHANG Xianfeng. Review on breeding biology of Yangtze finless porpoise (Neophocaena phocaenoides asiaeorientalis) [J]. Acta Theriologica Sinica, 2006, 26(2):191-200. (in Chinese))
- [9] 易雨君,乐世华. 长江四大家鱼产卵场的栖息地适宜度模型方程[J]. 应用基础与工程科学学报,2011(增刊1):117-122. (YI Yujun, LE Shihua. Habitat suitability function of four major Chinese carps spawning sites in the Yangtze River [J]. Journal of Basic Science and Engineering, 2011(Sup1):117-122. (in Chinese))

(下转第129页)

农业面源污染,积极推进水环境治理工程建设,预防、控制和减少水环境污染和破坏。对水量需求较大的行业应制定合理的用水定额;对有毒废污水或对水环境安全有威胁的排泄水,应制定相应的强制性措施,禁止向水体排放、倾倒有毒废液、工业废渣、城镇垃圾和其他废物,对有毒废液应采用同一管道收集、统一沉降处理后再排入污水管道;加大对废污水的处理能力,鼓励采用中水生产或河水灌溉等,最大限度地利用有限的水资源量。此外,还应严格禁止在饮用水水源保护区内设置排污口,在重要渔业水体保护区内,禁止新建排污口等。还可通过采用合理的技术或方法收集雨水,增加生活、生产节水设施,增强人们的节水意识,合理利用有限的城市水资源,保护并改善城市水环境安全状况。

参考文献:

[1] 张小斌,李新.我国水环境安全进展[J].安全与环境工程,2013,20(1):122-126. (ZHANG Xiaobin, LI Xin. Research on the progress and tendency of water environment safety in China[J]. Safety and Environmental Engineering,2013,20(1):122-126. (in Chinese))

[2] Organization for Economic Co-operation and Development. OECD Core set of Indicators for Environmental Performance Review [M]. Paris:OECD,1993.

[3] 姚远.基于 DPSIR 模型的流域环境变迁与生态安全指标

(上接第 71 页)

[10] 管卫兵,陈辉辉,丁华腾,等.长江口刀鲚洄游群体生殖特征和条件状况研究[J].海洋渔业,2010(1):73-81. (GUAN Weibin, CHEN Huihui, DING Huateng, et al. Reproductive characteristics and conditions of anadromous *Coilia ectenes* (Engraulidae) in Yangtze Estuary [J]. Marine Fisheries,2010(1):73-81. (in Chinese))

[11] 彭期冬,廖文根,李翀,等.三峡工程蓄水以来对长江中游四大家鱼自然繁殖影响研究[J].四川大学学报(工程科学版),2012(增刊2):228-232. (PENG Qidong, LIAO Wengen, LI Chong, et al. Impacts of four major Chinese carps' natural reproduction in the middle reaches of Changjiang River by Three Gorges Project since the impoundment [J]. Journal of Sichuan University (Engineering Science Edition),2012(Sup2):228-232. (in Chinese))

[12] 刘绍平,邱顺林,陈大庆,等.长江水系四大家鱼种质资源的保护和合理利用[J].长江流域资源与环境,1997(2):32-36. (LIU Shaoping, QIU Shunlin, CHEN Daqing, et al. Protection and rational utilization of the germplasm resources of the four major Chinese carps in the Yangtze River system [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin,1997(2):32-36. (in Chinese))

[13] 杨君兴,潘晓赋,陈小勇,等.中国淡水鱼类人工增殖放流现状[J].动物学研究,2013(4):267-280. (YANG

Junxing, PAN Xiaofu, CHEN Xiaoyong, et al. Overview of the artificial enhancement and release of endemic freshwater fish in China [J]. Zoological Research, 2013 (4):267-280. (in Chinese))

[4] 天津市统计局.2012 天津统计年鉴 [M].北京:中国统计出版社,2012.

[5] 唐晓城.基于 DPSIR 模型的青岛市生态环境安全评价[J].生态经济学,2013(2):413-416. (TANG Xiaocheng. Ecological environment safety evaluation research in Qingdao based on DPSIR model [J]. Ecological Economy, 2013(2):413-416. (in Chinese))

[6] 杨开,王红禧,刘俊良,等.水环境安全评价体系的指标赋权研究[J].环境科学与技术,2008,31(8):129-132. (YANG Kai, WANG Hongxi, LIU Junliang, et al. Indexes weight determining for evaluation of water environment security system with improved AHP method [J]. Environmental Science & Technology, 2008, 31(8):129-132. (in Chinese))

[7] 金中彦,郑彦强,赵海生.基于 DPSIR 模型的岚漪河流域生态系统安全评估[J].人民黄河,2012,34(3):54-56. (JIN Zhongyan, ZHENG Yanqiang, ZHAO Haisheng. Application of DSPIR model for eco-security assessment of Lanyi River [J]. Yellow River, 2012, 34(3):54-56. (in Chinese))

(收稿日期:2015-06-04 编辑:徐娟)

[14] 万全,赖年悦,刘映彬,等.安徽无为长江段胭脂鱼资源现状与放流保护研究[J].安徽农业科学,2007(8):2281-2282. (WAN Quan, LAI Nianyue, LIU Yinbin, et al. Study on resource status and release protection of *myxocyprinus asiaticus* in Anhui Section of Yangtze River [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2007(8):2281-2282. (in Chinese))

[15] 杨金权,胡雪莲,唐文乔.长江及其南部邻近水域刀鲚的种群遗传结构及种群历史[J].上海水产大学学报,2008(5):513-519. (YANG Jinqun, HU Xuelian, TANG Wenqiao. Genetic structure and population history of *coilia nasus* in Yangtze River and its south adjacent waters [J]. Journal of Shanghai Fisheries University, 2008(5):513-519. (in Chinese))

[16] 李晓光,苗鸿,郑华,等.生态补偿标准确定的主要方法及其应用[J].生态学报,2009(8):4431-4440. (LI Xiaoguang, MIAO Hong, ZHENG Hua, et al. Main methods for setting ecological compensation standards and their application [J]. Acta Ecologica Sinica, 2009(8):4431-4440. (in Chinese))

(收稿日期:2015-01-31 编辑:彭桃英)