

文章编号: 1672 3031 (2004) 04-0242-05

# 中国流域水污染现状与控制策略的探讨

孟伟, 苏兵, 郑丙辉

(中国环境科学研究院, 北京 100012)

摘要: 本文简要介绍中国各流域水环境质量现状, 分析当前各流域经济发展与水环境保护的关系, 探讨流域水污染防治与水环境综合管理的主要问题, 提出流域水污染控制的策略与原则。

关键词: 流域水环境质量; 水环境管理; 水污染控制策略

中图分类号: X52

文献标识码: A

## 1 中国流域水污染状况

经近 20 年的改革开放使经济迅猛发展, 同时也带来了诸多环境问题, 尤其是流域水污染十分突出, 严重制约着流域社会经济和环境的可持续发展。

**1.1 中国水环境监测网络** 全国水环境质量监测站网分 4 级控制, 分别为国控测点、省控测点、市控测点站和县级测点, 省控以上地表水监测网络共有: 1 868 条河流、182 个湖泊和 440 个水库, 共设置监测断面 9 000 多个。国家地表水监测网络共有: 由 260 个重点监测站组成, 监测 250 条河流、18 个湖泊和 10 个水库, 监测断面 759 个。目前已初步形成水质自动监测能力, 其中有国家投资建设 82 个, 地方投资建设 79 个, 总数已达 161 个。

**1.2 流域水污染状况<sup>[1]</sup>** 2003 年度 7 大水系 409 个重点监测断面中, 38.1% 的断面满足 I ~ III 类水质要求, 32.2% 的断面属 IV、V 类水质, 29.7% 的断面属劣 V 类水质。其中七大水系干流的 118 个国控断面中, I ~ II 类水质断面占 53.4%, IV、V 类水质断面占 37.3%, 劣 V 类水质断面占 9.3%。各水系干流水质好于支流水质。

**长江水系:** 国控监测断面 103 个, 其中 I ~ III 类水质比例占 71.8%, IV~ V 类占 17.5%, 劣 V 类占 10.7%。长江水系的主要污染指标是石油类、氨氮。

**黄河水系:** 国控监测断面 44 个, 劣 V 类水体占 38.7%。干流 22 个断面中 II ~ III 类水质占 31.8%、IV~ V 类占 54.6%、劣 V 类占 13.6%, 干流水质好于支流。

**珠江水系:** 珠江水系水质总体良好。33 个国控监测断面中, 81.8% 的断面为 I ~ III 类水质, 12.1% 的断面属 IV 类水质, 6.1% 的断面属劣 V 类水质。主要污染指标是挥发酚、氨氮和石油类。

**松花江水系:** 41 个国控监测断面中, III~ 劣 V 类水质比例分别为: 7.7%、64.1%、10.3% 和 17.9%。嫩江和松花江干流以 IV 类水质为主。主要污染指标是石油类、氨氮和高锰酸盐指数。

**淮河水系:** 86 个国控监测断面中, II ~ III 类水质断面占 18.6%, IV、V 类水质断面占 41.9%, 劣 V 类水质断面占 39.5%。淮河干流 14 个断面中, II、III、IV、V 类水质比例分别为 14.3%、21.4%、57.1% 和 7.1%。56.8% 的省界河段水质为劣 V 类。主要污染指标为氨氮、石油类和生化需氧量。

**海河水系:** 65 个国控监测断面中, I ~ III 类水质的断面占 21.5%, IV、V 类水质的断面占 24.6%, 53.9% 的断面为劣 V 类水质。海河水系污染仍严重, 但与去年相比水质有所改善。海河主要

收稿日期: 2004 10 10

作者简介: 孟伟 (1956-), 男, 山东青岛人, 研究员, 从事水环境保护科学研究。

E-mail: Mengwei@caes.org.cn

污染指标为氨氮、生化需氧量和石油类。

辽河水系: 37 个国控监测断面中, 满足 III 类水质要求的断面占 29.7%, IV、V 类水质的断面占 29.7%, 劣 V 类水质断面为 40.6%。辽河水系总体水质属中度污染。主要污染指标为生化需氧量、石油类和挥发酚。

湖泊水库: 2003 年度监测的 28 个重点湖库中, 满足 II 类水质的湖库有 1 个, 占 3.6%; II 类水质湖库有 6 个, 占 21.4%; IV 类水质湖库有 7 个, 占 25.0%; V 类水质湖库有 4 个, 占 14.3%; 劣 V 类水质湖库有 10 个, 占 35.7%。主要污染指标为总氮、总磷。太湖、巢湖处于轻度、中富营养状态, 滇池处于重度富营养状态。

综上所述, 上述 7 大水系中污染较严重的为淮河、海河和辽河水系, 其中主要污染物为氨氮、石油类、BOD 和 COD 等。水污染程度与地区降雨量有关, 在年降雨量为 650mm 以上的地区, 水流域的 I ~ II 类水质百分率较高。

## 2 实施流域经济社会与环境可持续发展策略

2003 年我国 GDP 占全世界份额的 4%, 但物耗却占全球的 7.4% ~ 40.0%。其中, 单位 GDP 能耗为美国的 4.3 倍, 是日本的 11.5 倍。我国主要耗水指标与发达国家对比如表 1 所示<sup>[2]</sup>, 高物耗低产出带来高污染负荷的特征, 造成流域社会经济与水环境可持续发展程度下降, 水污染严重。

在工业生产方面, 以钢铁联合企业为例, 钢铁联合企业的单耗和污染物排放指标比较见表 2<sup>[2]</sup>。单位产品物耗远高于发达国家, 排污量也高于发达国家。因此提高生产技术水平, 降低能耗、物耗, 减少排污将成为流域社会经济与环境可持续发展的根本策略与原则。

在农业生产方面, 1978~1995 年全国化肥用量增长了 97%, 而粮食仅增长了 36%, 即粮食产量每增长 1%, 化肥施用量增长近 3%。以长江流域上游为例, 陕西甘肃片、川东片、滇东和三峡库区片构成长江流域上游水土流失四大重点片区, 水土流失面积为 18.9 万 km<sup>2</sup>, 占四大片土地总面积的 53.9%, 占长江上游总面积的 18.9%, 但年均土壤侵蚀量为 8.8 亿 t, 占长江上游年均土壤侵蚀总量的 58.0%, 占全流域的 1/3 强。“四大片”的坡耕地近 550 万 hm<sup>2</sup> (其中陡坡耕地约占 1/3), 仅占其总面积的 15.6%, 而年均侵蚀量高达 3.8 亿 t, 占“四大片”年均侵蚀量的 43.5%。高水土流失同时带来大量面源污染负荷, 直接影响河流水环境质量。长江流域上游各生态敏感区实行严格的人口政策和粮食补给政策, 是长江流域可持续发展的需要。

城市基础设施建设方面, 目前我国仍有 61% 的城市没有污水处理厂。在污水处理设施得以修建的城市, 能正常运行的也只有 50%; 还有的由于污水收集管网的原因, 污水处理厂处理量不足设计处理能力的 20%。我国的城市污水治理比发达国家晚了 30~40 年, 在管网建设方面甚至晚了 100 多年。正因为污水处理率的低下, 中水回用水平低, 大量城市污染负荷直接进入河流、湖泊, 影响着我国各类水体环境质量。加强城市环境基础设施建设, 提高污水资源化率, 有效削减污染负荷将成为流域水环境保护的核心工作。

总之, 流域社会经济发展模式是 21 世纪中国可持续发展的重点任务, 必须协调好社会经

表 1 中国主要耗水指标与发达国家比较

指标	我国	发达国家
万元 GDP 用水量/t	465	13~91
万元工业增加值用水量/t	95	19~85
工业用水重复利用率 (%)	55	85
农业 GDP 用水效益 (美元/t)	10.7	85.5

表 2 钢铁联合企业单耗和污染物排放指标

指标	国际先进	国内先进	国内一般
可比能耗 (kg 标煤/t)	680	720	780
炼钢原料消耗 (kg/t)	1070	1080	1090
生产取水量 (m <sup>3</sup> 水/t)	6.0	10.0	16.0
废水排放量 (m <sup>3</sup> /t)	2.0	4.0	6.0
COD 排放量 (kg/t)	0.2	0.5	0.9
石油类排放量 (kg/t)	0.015	0.040	0.120
烟、粉尘排放量 (kg/t)	1.0	2.0	4.0
SO <sub>2</sub> 排放量 (kg/t)	1.0	2.0	2.5

济发展与保护环境的关系,建立流域可持续发展生态环境管理综合决策模型,将生态环境保护目标置于人口、经济社会、环境的大系统中,协调流域可持续发展。

### 3 实施海陆统筹,陆海兼顾治理策略

我国近岸海域水质以劣Ⅳ类和Ⅱ类为主;以无机氮、无机磷为代表性的营养盐在我国四个海区均严重超标,特别是在城市集中和工业化发展迅速的近岸海域。总体上,东海污染最重;其次是渤海、南海和黄海。陆源排放氮、磷、有机物引起近岸海域富营养化,是赤潮发生的物质基础。1984年以后赤潮频率加快、次数增多,1998年发生的赤潮频率最高,达22次,赤潮发生的范围扩大,赤潮持续的时间延长。赤潮生物中腹泻性、神经性、麻痹性藻类均存在。

40多年来,我国围海造地、开垦滩涂总面积超过了66万 $\text{hm}^2$ ,红树林从50年代的5万 $\text{hm}^2$ 降为目前的1.5万 $\text{hm}^2$ ,减少70%以上,芦苇、沼泽、泻湖等滨海湿地丧失约50%,由于人为开采、电厂温排水、海上倾废、透明度下降等原因,近十年时间,近岸珊瑚礁80%遭不同程度破坏,水生生物多样性下降,水产品结构劣化,经济价值下降。

海岸带是流域社会经济最为发达的地区,保护海岸带环境成为流域环境保护的重要任务之一。控制流域污染是保护和恢复海岸带环境的根本措施。目前,河流与海洋控制目标不相协调,如何实现河流与海洋统一规划和管理将是流域水污染控制的一个内容。改善海洋环境质量的基本原则是:以海岸带环境质量改善为近、中期任务的核心,以河口与海岸带生物栖息地保护和重建为重点,以法规、标准和管理职责的完善为保障。要积极开展近岸海域的环境容量与生态流量、河口盐度合理化分布途径、河口沉积物对生物栖息地影响的控制措施、降低海岸带自然生态循环过程的干扰和海岸带环境生态健康标准研究。

### 4 实现流域水环境综合管理策略

流域水环境问题涉及面广,在流域水污染防治规划、管理过程中已经遇到许多难以通过一般手段解决的问题,各大流域均不同程度存在有上下游矛盾,如:

淮河流域:河南境内在无天然径流情况下,农业灌溉蓄水靠闸坝完成,但是闸坝调控方式,对下游的用水影响成为争议焦点,尤其是对下游饮用水源地污染更显突出。

海河流域:来自河南、山西两省的卫河、漳河污染,德州、临清污水的排放,对下游城市饮用水源地造成污染,成为海河流域跨界污染矛盾核心。

南水北调东线:因本工程的建设,河南、山西、山东污水出路成为难题,这也是南水北调东线工程治污的难点。

黄河流域:小浪底水库修建后,形成小浪底-三门峡两库区为主的污染敏感区,成为黄河污染最重的支流,山西汾河、陕西渭河以及河南伊河、洛河污染后果的集中体现区域。

长江流域:三峡工程2003年蓄水发电后,三峡库区主要水质指标基本达Ⅱ类。但是,由于长江径流中总磷、总氮超标,导致三峡库区主要支流于2004年3~5月发生富营养化,预计今后每年春季还将继续发生富营养化现象。因此,三峡水库污染防治不仅仅是库区本身,同时流域上游的污染防治尤为重要;三峡水库防治的主要污染物不仅仅是有机物,氮磷污染控制(包括农业面源污染)更为重要。

上述各主要流域水污染防治规划、环境管理和治理工程实施中遇到难以协调的水污染控制焦点问题,也是规划、执法、管理体系难以协调的跨行政区域、跨部门、跨流域问题,必须要成立强有力的高层次协调机构,保证水环境质量得到逐步改善,形成比较完整的水生态系统<sup>[5-7]</sup>。

## 5 从单纯水质管理转向生态管理策略

依照国外经验,水环境功能区划在流域水环境管理中具有极其重要作用。全国水环境功能区划核定工作已经完成,但是我国水环境功能区划还存在许多问题,缺乏统一的河流、湖泊、近岸海域的区划技术体系;目前多以水体现状使用功能为基础进行划分,缺乏水生态系统完整性体系;以行政区为基础划分,缺乏流域上下游、左右岸、河海之间协调的科学基础等,这些都成为实施我国流域水环境管理的难点。

水生态环境分区是根据流域地理、水文气象和生态一致性划分的水环境管理分区。美国是最先制定水生态环境分区,并且形成了水生态环境区划为基础的水环境管理方法与技术体系<sup>[8,9]</sup>。美国流域水生态分区由专家在定量和定性综合分析的基础上划定,并建立了专家系统。美国分区方案于1987年发布,为三级区划体系;北美大陆:一级分区15个和二级分区52个区;美国大陆:三级区划分为84个区。为了加强非点源污染的管理和监测,正在进行第四级区划,目前还只在几个州进行了四级划分。水生态环境分区可代表流域生态系统的类型,也反映出人类活动与水环境的相互影响和作用。流域水生态管理方法成为水环境综合管理的发展趋势,也是流域水环境管理理论基础。

流域水环境管理要从水质向水生态管理的理念转变,要从水、陆并行管理向水陆综合管理转变,水生态环境分区是实施流域水生态管理的空间单元。根据水生态环境区制定我国的河流、湖泊、水库的水生态监控指标,制定各分区不同类型水体水化学标准、富营养化标准、生物监测标准;以水生态环境分区为基础进行污染负荷的计算和管理;以水生态环境分区为基础进行河流、湖泊的生态系统完整性评价;建立土地资源和水资源的关系,预测土地利用变化和污染控制变化的效果。同时,水生态环境分区是水环境功能区划的基础,为水环境功能区划提供生态背景要求,结合人类需求对水环境的利用进行功能区划。上述问题还需要进一步研究,为我国流域水环境管理奠定坚实的理论基础。

## 6 从目标总量控制转向容量总量控制策略

“六五”期间,我国对部分流域的水环境容量进行了研究;“七五”、“八五”期间,对排放水污染物许可证、水环境保护功能区划分和水环境综合整治规划等技术进行了研究;“九五”和“十五”期间,推行污染物排放目标总量控制制度;目前开始进行以容量总量为基础的总量核定工作。我国水污染物总量控制存在的问题有:质量目标与环境监管相脱节;浓度控制与总量控制相脱节;污染控制与水生态保护相脱节;排放达标控制与环境质量达标相脱节;行政区为基础的环境功能区划分与流域水污染调控相脱节等。

国外总量控制的概念和方法是:在特定污染物、特定区域、有限时间范围内进行实施污染物总量控制;强调污染源排放量的严格监控制度和技术体系;日本的“闭合水域总量控制”;美国的流域水质规划理论;部分国家实施了排污权市场交易、排污许可证制度。

实施污染物排放总量控制是保护和恢复我国流域水环境质量的根本措施之一。“十一五”期间,全国水环境管理将从目标总量控制向容量总量控制转变,还需要在总量控制理论与技术方法方面进行规范和完善,建立流域水污染物总量控制指标体系;形成与现行水污染物排放标准和地表水(海水)质量标准相适应的统一的水环境容量核定技术方法,以及流域容量总量分配技术;为建立以水污染物总量监控和管理体系提供技术支持,实现水环境管理理论和方法上的创新与突破;确保污染物总量控制制度在流域水环境管理中的科学实施效果。

## 7 结语

总之,流域水污染控制与水环境质量改善的具体策略应落实到以下几方面:流域水污染防治以

“统一立法、统一规划、统一监管、分工负责、政府责任制”为指导原则；引入国际水污染防治和水环境管理新理念，逐步形成具有中国特色的流域水污染防治体系与策略；建立高层次的协调机制，全面协调各部门、各行政区的关系，调动各方面治污积极性，做好流域水污染防治工作；以流域水生态系统完整性为基础，核定水环境功能区划；结合流域社会经济发展布局，建立水污染控制区、水环境管理单元，将流域控制目标分级分阶段分解；全部污染源必须达标排放是执行国家相关法律法规最基本的要求，超标排放属于违法；对达标排放仍不能实现水质目标的水域实施水污染物总量控制，并发放排污许可证；根据流域污染结构和地带性特征，制定污染物总量控制方案和生态保护方案；提出以污水处理厂为中心的污染集中控制工程；建立以工业结构调整为核心的工业污染防治技术政策体系和管理措施；建立水环境质量-排污总量-污染治理项目-污染治理投资四位一体的指标体系，建立各级政府目标责任制，使环境质量目标切实落实到治理项目和治理投资上。

## 参 考 文 献:

- [ 1 ] 国家环境保护总局. 中国环境质量公报, 1998~ 2003 年.
- [ 2 ] 中国科学院可持续发展战略研究组. 2004 年中国可持续发展战略报告 [M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [ 3 ] 林秋奇, 段舜山, 韩博平. 流域水质管理系统构建的理论、方法和实践 [J]. 生态学杂志, 2001, 20 (4): 46- 51.
- [ 4 ] 方子云, 汪达. 水环境与水资源保护流域化管理的探讨 [J]. 水资源保护, 2001, (4): 4- 7.
- [ 5 ] Edwin D Ongley, WANG Xuejun. Transjurisdictional Water Pollution Management in China: The Legal and Institutional Framework [J]. Water International, 2004, 29 (3): 270- 281.
- [ 6 ] WANG Canfa, Edwin D Ongley. Transjurisdictional Water Pollution Management: The Huai River Example [J]. Water International, 2004, 29 (3): 290- 298.
- [ 7 ] 国家环境保护总局. “三河三湖”水污染防治“十五”计划汇编 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [ 8 ] Omernik J M. Ecoregions of the conterminous United States [J]. Annals of the Association of American Geographers. 1987, 77: 118- 125.
- [ 9 ] Hughes R M, Larsen D P. Ecoregions: an Approach to Surface Water Protection [J]. Journal of the Water Pollution Control Federation, 1988, 60: 486- 493.

## Analysis of current situation of water pollution and its control strategy for Chinese river basins

MENG Wei, SU Yi bin, ZHENG Bing hui

( Chinese Research Academy of Environmental Sciences , Beijing 100012, China)

**Abstract** The paper introduces briefly the current situation of water environment of river basins in China. Analysis on the relation between economic development and water environment protection in the basins is made. Main problems existing in the water pollution prevention and comprehensive water environment management of the basins are discussed. Finally, the strategy and principles for basin water pollution control are put forward.

**Key words:** river basin water quality; water environmental management; water pollution control strategy

(责任编辑: 王成丽)