

# 三峡库区水污染防治的关键在源头控制与削减

魏复盛, 张建辉, 何立环, 王鑫, 吴国平, 丁中元

(中国环境监测总站, 北京 100012)

**[摘要]** 分析了三峡库区水污染的主要原因, 提出三峡水库水污染防治的关键是从源头严格控制和减少污染物产生量和排放量, 指出水污染防治的根本途径是真正落实科学发展观, 实现三大战略转变。对已受到污染的库湾和支流(水华)应采取源头控制、末端治理与生态修复相结合的措施。

**[关键词]** 三峡库区; 水污染防治; 源头控制; 战略转变

**[中图分类号]** X524 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2009)02-0004-06

## 1 前言

长江三峡工程即将顺利完工, 实现了中国人的百年梦想, 其防洪、发电、通航三大效益显著, 但与此同时也存在移民问题、泥沙问题、环境与生态问题三大隐患, 尤其是环境与生态问题逐渐显现, 引起国内外的广泛关注。我国政府对此十分重视, 已经并正在采取一系列积极有效的政策措施防治环境污染和生态可能受到的不利影响。笔者在综合分析了三峡地区的经济、社会和环境的现状及发展趋势后认为, 三峡库区的水文条件突变, 河流变湖库后的环境容量、自净能力大幅下降, 虽然目前三峡库区长江水质基本保持稳定, 但库湾和支流已多次出现水华, 水环境的隐患是客观存在的。如何防患兴利, 预防为主, 保护好三峡这盆清水对长江沿线及东西线南水北调沿线数亿人民的生产、生活、饮水安全具有重要的战略意义, 也是我们共同的历史责任。

水环境污染防治的关键在于控制污染的源头, 有效削减污染物产生量和排放量。源在哪里? 有哪些源? 如何控制与削减才能保护好三峡这盆清水是一个庞大复杂的系统工程, 需要中央和地方政府各部门、上中下游各省市、各个行业、各个企业、工业、农业和城镇以及千家万户的民众齐心协力, 同防同治, 才能取得成功。在此将重点讨论三峡地区经济、社会发展与水环境保护的几个主要问题。

## 2 经济增长方式的战略转变

三峡地区涉及的五省市(重庆、湖北、四川、贵州、云南)<sup>[1]</sup>, 近年经济发展提速, 单位 GDP 的能耗、水耗高, 排污强度大, 是很明显的粗放型经济发展方式。因此, 实施经济发展模式的战略转型已迫在眉睫。

### 2.1 经济发展提速

近年来, 五省市均以超常速度发展经济, GDP 年均增长速度达 11.0%~15.6%, 高于全国的平均水平(见表 1)<sup>[2~4]</sup>。由于历史原因, 这五省市的经济发展滞后于东部地区, 当地党政领导和群众追赶东部发展的意愿是强烈的和必然的。经济快速发展是好事, 值得庆贺, 但如果发展以规模扩大、消耗资源和污染环境为代价, 这就必须深入研究和解决如何科学发展的问题了。

表 1 三峡地区五省市与全国经济发展速度 (GDP 年增速度) 比较

Table 1 Annual GDP growth comparison in five provinces of the Three Gorges region and our country %

地区	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
全国	10.1	10.4	10.7	11.4
重庆	12.2	11.5	12.2	15.6
四川	12.7	12.6	13.3	14.2
湖北	11.2	11.4	13.2	14.5
贵州	11.4	11.5	11.6	13.7
云南	11.3	9.0	11.9	12.3

**[收稿日期]** 2008-10-30; **[修回日期]** 2008-11-10

**[作者简介]** 魏复盛(1938-), 男, 四川简阳市人, 中国工程院院士, 主要研究领域为环境化学、环境污染与健康及环境监测分析技术与方法; E-mail: weifs@public3.net.cn

## 2.2 经济发展的物耗高、排污强度大

图1显示了我国各地区单位GDP的能耗、水耗和单位工业增加值COD和SO<sub>2</sub>的排放强度,说明我国西部地区经济发展能耗、水耗高,排污强度大,经济

发展方式相当粗放。这种发展所付出的资源和环境代价过大,是实现可持续发展的主要障碍,也是保护环境的重要瓶颈。另一方面,与东部地区相比,三峡地区节能降耗、减排污染物的潜力还很大。

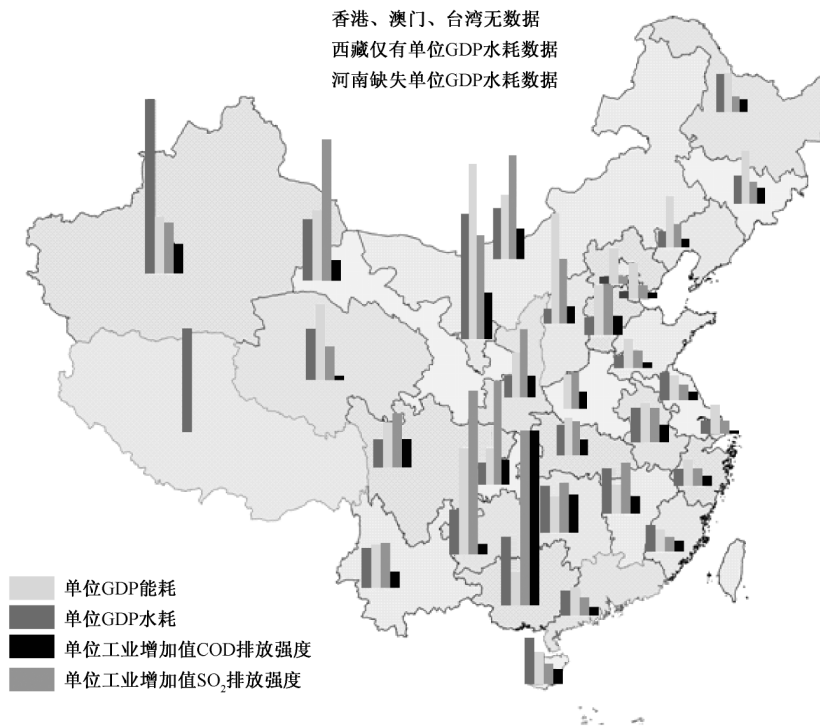


图1 我国各地区单位工业产值能耗与污染物排放量对比 单位:吨/万元

Fig.1 Energy consumption and pollutant discharge for unit industrial production value in China

注:引自国家环保总局2005年厅局长会议材料(内部)

## 2.3 重点污染行业的排污强度

三峡地区的造纸、化工、纺织、农副产品加工和饮料制造是位居前五位的重污染行业,其万元产值的废水、COD和NH<sub>3</sub>-N的排放量明显高于东部地区同行业的水平,是东部地区的1~5倍(见图2)。这五个行业COD排放量累计占该地区工业COD排放量的57.0%,而经济贡献率只占24.0%。

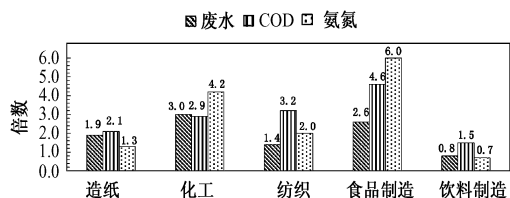


图2 2007年三峡地区与东部地区部分行业污染物排放强度比值

Fig.2 Ratios of pollutant discharge intensity for some industries of the Three Gorges region to the east region in 2007

## 2.4 大中小型企业耗水量与排污强度

表2显示了三峡地区大中小型企业万元产值新鲜水用量、废水、COD和NH<sub>3</sub>-N排放强度以及中小企业与大型企业耗水、排污强度的比值。很显然,中小企业特别是小型企业万元产值的耗水量和排污量要比大型企业高1.5~6.0倍。三峡地区小型企业COD排放量占工业总排放量的50.0%,而对工业总产值的贡献率仅占21.2%;大型企业COD排放量占工业总排放量的20.9%,对工业总产值贡献率达到49.9%。因此,关小扶大扶强,淘汰落后产能,整合改造提升现有产业的工艺技术水平,既可大幅度节约资源,保护环境,又可以提高企业在市场上的竞争力。

## 3 城镇生活污染负荷已超过工业污染

20世纪80年代中期,水污染负荷主要来自工业废水排放,其污染负荷约占工业和城镇生活污染总负荷的70%~80%。经过20世纪90年代后经

表 2 2007 年三峡地区不同规模企业万元产值排污强度

Table 2 Pollutant discharge intensity for different scale industries in the Three Gorges region in 2007

企业规模	新鲜水		废水		COD		NH <sub>3</sub> -N	
	用量/t	K 值	排放量/t	K 值	排放量/kg	K 值	排放量/kg	K 值
大型	17.4	1.00	10.9	1.00	1.8	1.00	0.1	1.00
中型	23.9	1.37	18.6	1.71	3.7	2.05	0.3	3.00
小型	44.2	2.54	35.0	3.21	10.0	5.56	0.7	7.00

注:K 值为中小型排放(用)量/大型企业排放(用)量

济的快速发展,而且工业污染治理取得了重要进展,相对于城镇污水和生活垃圾污染,工业污染负荷所占比例明显下降。三峡地区五省市过去城镇化率低于全国平均水平,更低于东部发达地区,但近几年来城镇化率增长速率明显高于全国平均水平(14.86%),2002—2007 年重庆、四川、云南城镇化增长速率分别为 21.05%,26.24%和 21.54%(见表 3)<sup>[2~5]</sup>。

表 3 三峡地区五省市与全国城镇化率比较

Table 3 Urbanization rates for five provinces concerning the Three Gorges region and our country %

地区	2002 年	2005 年	2007 年	2007 年比
				2002 年增长
全国	39.09	42.9	44.9	14.86
重庆	39.9	45.2	48.3	21.05
四川	28.2	43.0	35.6	26.24
湖北	41.7	43.2	44.3	6.23
贵州	25.0	26.9	28.2	12.80
云南	26.0	29.5	31.6	21.54

随着城镇人口增加和生活水平的提高,垃圾的产生与排放,用水量和污水排放量(如由原农村的旱厕改用城镇冲水厕所)均随之大量增加。但生活垃圾的收集与处理、城镇生活污水的收集与有效处理等基础设施和运行机制严重滞后于城镇化发展速度。三峡地区城镇生活污染已超过工业废水及主要污染物 COD 和 NH<sub>3</sub>-N 的排放量,成为重要的污染源(见图 3)。必须要加速城镇生活垃圾和污水收集、处理系统的基础设施建设,并要着力解决长期有

效运行机制,削减污染物排放量。

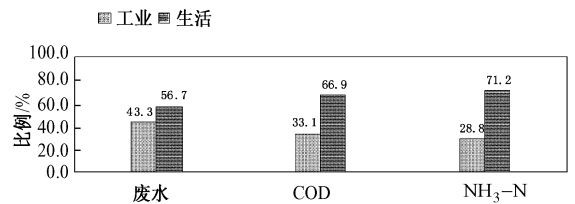


图 3 2007 年三峡地区工业和城镇生活废水污染物排放对比  
Fig.3 Comparison on wastewater pollutants discharge from industrial source and urban domestic source in the Three Gorges region in 2007

#### 4 库区、影响区和上游区的污染

三峡地区包括库区、影响区和上游区,涉及重庆、四川、湖北、贵州、云南五省市的 319 个区县市,总面积  $79 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,总人口 1.6 亿多。三峡水库年均汇集的水量包括库区的  $643 \times 10^8 \text{ m}^3$  来水,以及影响区和上游区的  $3941 \times 10^8 \text{ m}^3$  来水(宜宾至重庆的长江干流和金沙江、岷江、沱江、嘉陵江、乌江、赤水河等),后者在三峡大坝  $4543 \times 10^8 \text{ m}^3$  来水总量中所占比重高达 86%。

影响区和上游区人口众多,大中小城市林立,工农商各业齐全发达,是库区的最重要污染源,其 COD, NH<sub>3</sub>-N 排放量已占三峡地区排放总量的 77%~89%(见图 4)。如果只注重库区周边污染而轻视了影响区和上游区的污染贡献量是无法保护

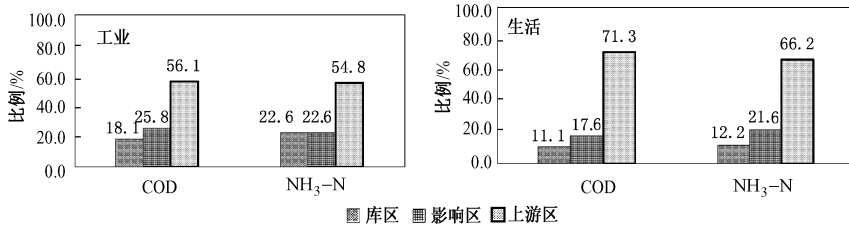


图 4 2007 年三峡地区三区工业和城镇生活废水污染物排放对比  
Fig.4 Comparison on wastewater pollutants discharge from industrial and urban domestic sources in the three different regions of the Three Gorges region in 2007

好三峡这盆清水的。因此,国务院在“十五”期间就将三峡库区水污染防治范围扩展到影响区和上游区<sup>[1]</sup>。从“十五”到“十一五”,国家和地方逐步加大对三峡地区水污染防治的力度,这是很正确的。

## 5 更多关注农村面源污染问题

农村面源污染主要来自化肥、农药、畜禽养殖、水产养殖和水土流失等。农村面源污染物中总氮、总磷和 COD 对水体污染贡献率大,又非常分散,治理难度大。现在既缺乏农村面源管理法规、条例(无法管),又没有管理农村面源的主要责任单位(无人管),防治资金又严重不足(无钱管)。因此,各级政府和环境保护研究人员应更多关注此问题,积极开拓农村面源污染防治与控制工作。

### 5.1 化肥和农药污染

2005 年全国耕地面积占全球总量的 9%,而化肥施用总量为  $4\,766.2 \times 10^4 \text{ t}$ <sup>[1]</sup>,占全球总量的 30%<sup>[7]</sup>,施用强度是世界平均水平  $116 \text{ kg/hm}^2$  的 3.3 倍。全国农药使用总量  $145.99 \times 10^4 \text{ t}$ ,施用强度是世界平均水平的 3 倍<sup>[7]</sup>。2005 年三峡库区化肥用量  $548.6 \text{ kg/hm}^2$ <sup>[6]</sup>,是世界平均水平的 4.7 倍,也高于全国平均水平。化肥中的氮、磷施用过高,除作物吸收之外,很多随地表径流进入水体。2005 年三峡库区农药使用量  $3.5 \text{ kg/hm}^2$ ,其中有机磷农药约占半数,其余为有机氮和菊酯类农药<sup>[6]</sup>。农药残余量对库区水质造成较大污染。

### 5.2 畜禽养殖污染

据中国农科院有关专家分析<sup>[8]</sup>,我国水环境中来自农田和畜禽养殖粪便等的总氮、总磷比重已分别达到 43%和 53%。三峡地区的四川、重庆,由于畜禽养殖业发达,且以散养居多,虽然近几年推广沼气工程取得显著进展,但由于目前农村青壮年劳动力多外出打工,肥料还田的壮劳力缺乏,使相当数量的粪便仍直接随雨水排入河库之中,造成总氮、总磷和粪大肠菌普遍超标。解决畜禽养殖粪便污染的有效途径是大力推广沼气化。

### 5.3 水产养殖污染

库区干流(含库湾)和一、二级支流水中总氮、总磷含量已达到水体富营养化的临界条件,只要水体呈静态并有一定的透明度、温度和光照等条件,就可能发生水华。但目前一些库区支流仍存在网箱养鱼、投饵养鱼的情况,未利用的饵料(约大于 50%)和鱼类的排泄物使本已污染的水体雪上加霜。如此

发展下去,在一些支流就可能存在重蹈“三湖”严重污染后难于治理的覆辙。因此,应禁止网箱养鱼,同时充分利用三峡库区得天独厚的天然饵料资源,由国家 and 地方政府主导增殖放流,投放鱼苗,天然养殖,适度捕捞,大力发展科学养殖和生态养殖。

### 5.4 农村生活污染

重庆和四川每年产生生活垃圾分别为  $600 \times 10^4 \text{ t}$ 和  $1\,697 \times 10^4 \text{ t}$ ,大部分未经处理,一些地方呈现出垃圾“围村、塞河、堵门”之势。重庆和四川农村生活污水分别超过 10 亿多吨,大多未经任何处理,直接排入江河湖库,既是农村环境脏乱差的主要原因,也是农村小溪小河水塘水库受到严重污染的重要原因之一。

据金鉴明等的测算,农业面源(主要指非点源)污染物 COD、总氮、总磷来自化肥、畜禽养殖、水产养殖和农村生活污水的比例如表 4 所示。由表 4 可以看出,化肥与畜禽养殖占有很大比重,水产养殖和农村生活污水也占有一定比例。特别是水产养殖对养殖水域的污染与破坏是严重的,绝不可掉以轻心。三峡水库污染负荷中来自农村面源的 COD 和  $\text{NH}_3\text{-N}$ 约占总污染负荷的 50%,总氮总磷占 70%以上。由此可见,农村面源污染防治在水库水质保护中,特别是在防治库湾和支流发生水华方面具有特别重要的作用。

表 4 三峡地区各种农村面源污染所占比例

Table 4 Percentage of pollutant discharge from different non-point pollution sources of rural area in the

Three Gorges region				%
污染来源	COD	总氮	总磷	
化肥	—	34.9	45.0	
畜禽养殖	65.2	36.3	35.3	
水产养殖	16.0	15.0	11.8	
农村生活污水	18.8	4.8	7.9	

## 6 船舶流动源污染

三峡大坝蓄水后航运条件大为改善,据统计 2006 年三峡地区注册船舶 9 186 艘(含危险品运输船舶 218 艘)。2007 年过坝的货运量达到  $6\,057 \times 10^4 \text{ t}$ 。比蓄水前年最高货运量  $1\,800 \times 10^4 \text{ t}$  高出 2 倍多。船舶油污水产生量  $50.93 \times 10^4 \text{ t}$ ,达标排放占 84.3%,尚有  $10 \times 10^4 \text{ t}$  剩余的油污水未处理达标或未处理直接排入库中。船舶污水产生量  $858 \times 10^4 \text{ t}$ ,船舶垃圾产生  $3.6 \times 10^4 \text{ t}$ (仅 20% 被收集),油轮、化

学品、洗舱水(处理率不及6%),大多排入库中,虽然污染物数量相对较小,但是直接污染水体,影响甚大。此外,库区多次发生沉船、翻船事故,造成石油类、硫酸、苯、氯仿、四氯化碳和甲胺磷等化学品泄露,对水质安全,特别是饮水安全构成较大威胁。

## 7 结语

笔者认为三峡库区水环境保护成功的关键是要落实以下三个重要转变。

### 7.1 真正落实经济发展模式的战略转变

由大量消耗资源、污染环境的粗放型经济增长方式转变为质量型和效益型的增长方式。由又快又好的增长方式转变为又好又快的增长方式。创建科技生态工业园区,通过循环经济、清洁生产,从源头,即在生产、生活过程中节约资源,同时减少污染物的产生量和排放量,其潜力很大,这是第一位的,也是最根本的。

### 7.2 真正落实环保工作的历史性转变

环境与经济发展由一轻一重转变为二者并重,由一后一先转变为二者同步,由单一行政手段转变为综合应用法律、经济、技术和必要的行政办法解决环保问题。环境保护不能就环保论环保,必须与经济、社会的各个方面各个环节协调发展,才能建成资源节约型、环境友好型和谐社会。也只有如此,才能建成生态文明,环境友好的新三峡,使三峡这盆清水为数亿人的生存发展持续服务。

### 7.3 真正落实污染控制与治理方式的根本转变

1) 污染要从末端治理向生产生活过程的源头控制与削减转变。要坚决分期分批淘汰落后产能,改造提升现有生产工艺技术水平,既可大幅度减少污染物产生量,又节约了资源,还能提高企业在国内

外市场上的竞争力。在全民中提倡节约资源,节约用水,落实绿色消费,人人参与环境保护。

2) 工农业生产、船舶运输和居民生活难于做到零排放,零污染,这就需要通过基础设施建设,对垃圾、废水、污水进行有效处理,来减少污染物排入水库。

3) 对已经受到较重污染的水体(如发生水华的一、二级支流),应采取源头控制、强化末端治理和生态修复相结合的措施。

致谢:文章写作过程中,参考了中国工程院重大战略咨询项目(三峡库区及其上游水污染防治战略咨询)第一至第八课题组的研究报告和中国环境监测总站统计室、生态室提供的有关资料,在此一并表示感谢。

## 参考文献

- [1] 国家环境保护总局.三峡库区及其上游水污染防治规划(2001—2010年)[R].北京,2001
- [2] 国家统计局.中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2005—2007
- [3] 国家统计局.国民经济和社会发展统计公报[R].北京,2007—2008
- [4] 三峡地区各省市统计局.国民经济和社会发展统计公报[R].2003—2008
- [5] 米清奎.近年来重庆市城镇化发展情况对比分析[EB/OL]. [2008-04-02]. <http://www.cqtj.gov.cn/tjfx/3178.html>
- [6] 中国环境监测总站,重庆市统计局,湖北省农业生态环境保护站,等.长江三峡工程生态与环境监测公报[R].北京:国家环境保护总局,2006—2008
- [7] 张文君.农药使用量过高耕地污染不容忽视[EB/OL]. [2007-04-27]. <http://scitech.peolpe.com.cn/GB/25509/56813/101443/101585/6216309.html>
- [8] 国务院发展研究中心课题组.我国农业污染的现状分析及应对建议[J].国际技术经济研究,2006,(04):17—21

# The key to prevent water pollution of the Three Gorges Reservoir Area is source control and abatement

Wei Fusheng, Zhang Jianhui, He Lihuan, Wang Xin,  
Wu Guoping, Ding Zhongyuan

(*China National Environmental Monitoring Center, Beijing 100012, China*)

[**Abstract**] The main causes for water pollution in the Three Gorges Reservoir Area were discussed. The key to water pollution prevention in the Three Gorges Reservoir Area is to control and abate the production and discharge of pollutants from sources. The basic way to prevent water pollution is to fulfill scientific development view and complete three strategic transformations. In the reservoir bay and reaches that has been polluted (for example: water bloom), the pollution treatment should include measures of source control, end treatment and ecological restoration.

[**Key words**] Three Gorges Reservoir Area; water pollution prevention; source control; strategic transformation