

三峡工程蓄水前后库区水质变化及对策分析*

冯 静,何太蓉,韦 杰

(重庆师范大学 地理与旅游学院,重庆 400047)

摘要 据国家环保部长江三峡工程生态与环境监测公报(简称三峡公报)发布的1996—2008年三峡库区的水质监测实测数据进行分析整理。以2003年和2006年作为标志性节点,分析其水质变化趋势。结果表明:三峡库区沿程干流及远坝支流乌江除2006年及嘉陵江除2004、2006年外,其余年份水质均达到或优于Ⅲ类水质断面,受蓄水影响不大,近坝支流澎溪河(小江)、大宁河则受大坝壅水影响,与蓄水前相比,支流口流速减缓,甚至呈静流状态,其断面水质由1999年的Ⅱ类降为2005年开始的Ⅳ类,局部水环境趋复杂化,并且库区内“水华”现象近年有所加重。分析水质变化的原因主要有成库后库区江段流速迅速减小,二期蓄水后库区全江段断面平均流速下降为0.17 m/s,仅为天然河道平均流速的1/4,天然河道断面平均流速的1/5,以及库区各种污染物质排放等。最后从加强产业结构调整 and 库区坡耕地整治以及完善水环境监测体系和法律法规等4个方面提出保护水质的措施和建议。

关键词 蓄水;三峡库区;水质变化;原因;对策

中图分类号:X824;X832

文献标识码:A

文章编号:1672-6693(2011)02-0023-05

三峡工程的兴建对附近区域的各种影响历来是社会各界人士关注和探讨的焦点。其中水库形成之后库区干流江段以及库区各支流的水质变化是最为敏感的话题之一。三峡工程于2003年6月1日正式蓄水至135 m水位。平稳运行3年后,于2006年9月开始二期蓄水,正式蓄至156m水位^[1]。天然河道因蓄水演变成为狭长的河道型水库,其水位大幅抬升,库容大幅增加,流速急剧降低,各项水文要素均发生了很大变化^[2],而这些水文要素的变化相应地会带来水环境要素的改变,从而影响库区水质。本文基于中华人民共和国环境保护部长江三峡工程生态与环境监测公报(简称三峡公报)1996年至2008年实测库区干流断面以及重要支流断面常规资料^[3],以2003年和2006年作为标志性节点,分析了三峡工程蓄水前后库区干支流水质变化状况,在此基础上分析了水质变化的原因并提出了相应的对策建议。

1 水质评价标准、项目和方法

本文采用的数据来自三峡公报1996年至2008年实测常规资料。其评价标准均使用《地表水环境质量标准》(GB3838系列,包括1983年版、1988年

版、1999年版和2002年版)。在三峡库区水质监测中,水质达到或优于Ⅲ类,便认为水质状况良好。标准中规定,Ⅲ类水:主要适用于集中式生活饮用水水源地二级保护区、一般鱼类保护区及游泳区。12年的监测过程中,库区水质评价项目有变动,包含pH、溶解氧、高锰酸盐指数、生化需氧量、氨氮、石油类、总磷、汞、镉、砷、铜、铅、铬(六价)等13项。从2004年开始对三峡库区进行了“水华”预警监测。

2 库区干支流水质变化分析

2.1 干流水质变化分析

本文选取重庆朱沱、寸滩、涪陵清溪场、万州沱口、巴东官渡口等5个长江干流断面1996年至2008年的实测水质类别进行比较分析。由于河流水情特征的变化直接影响到污染物的含量及分布状况,从而对水质状况产生不同影响^[4],本文分别从枯水期(2月份)、平水期(5月份)、丰水期(8月份)和年度平均值作比较(图1)。

从整体数据而言,枯水期水质优于平水期水质,平水期水质优于丰水期水质。可见夏季洪水季节库区来水量较大时,大量泥沙和污染物入库,导致水质变差。

* 收稿日期 2010-12-15 修回日期 2011-01-21

资助项目:国家科技支撑计划重点项目专题(No. 2008BAD98B04),重庆市教委科技项目(No. KJ080803)

作者简介:冯静,女,硕士研究生,研究方向为生态灾害与环境保护;通讯作者:何太蓉,E-mail:he_torong@263.net

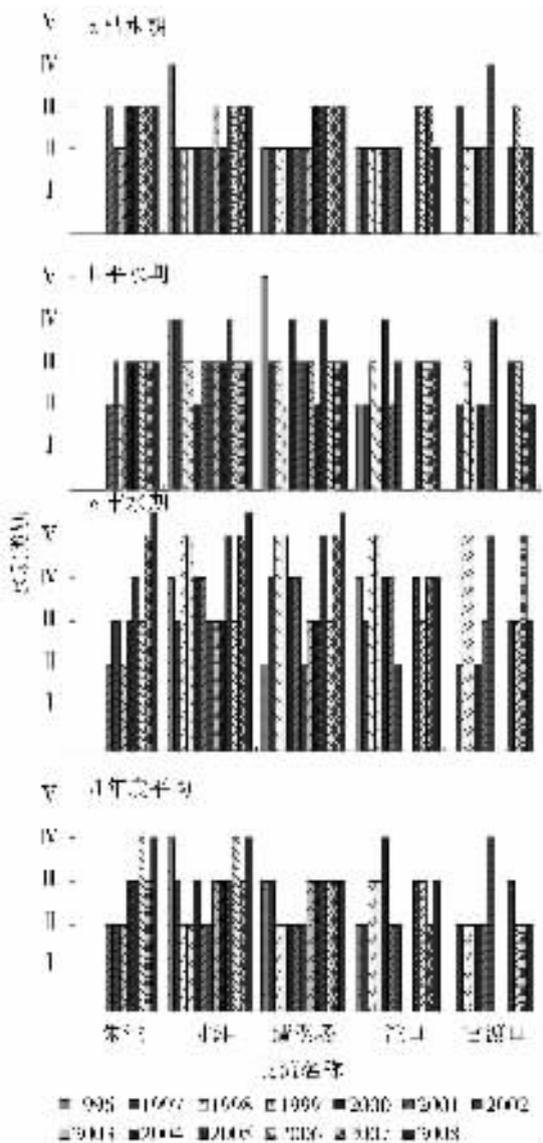


图 1 干流主要断面各期水质年际变化

Fig.1 Interannual variability of water quality in main river section.

注 1. 官渡口为 1997 年新增断面,朱沱为 2001 年新增观测断面。2. 2003 年及 2004 年未公布沱口及官渡口实测数据。

由图 1 可以看出,2003 年蓄水前,库区水质呈现起伏变化。寸滩断面(重庆江北区)的水质数据显示:1996 年到 2003 年水质逐渐好转;与 2002 年相比,2003 年三峡库区正式蓄水后该断面水质年际监测数据由 II 类转为 III 类,并无较大变化。所有断面的 2003 年监测数据显示无 I 类水质断面,各断面均达到或优于 III 类标准,II、III 类水质断面数分别占监测断面总数的 22.2% 和 77.8%^[5]。其结果表明,2003 年蓄水时三峡库区总体水质良好。而 2003—2007 年(蓄水后),较蓄水前库区水质总体有所下

降,但单看蓄水后几年来的水质,其变化相对较小。2006 年二期蓄水之后,与上年相比,干流水质总体有所下降,其中朱沱、寸滩断面水质类别由上年的 III 类转为 IV 类,官渡口断面水质由 III 类转为 II 类,其余 2 个断面水质类别保持不变。

总体而言,三峡库区 135 m 蓄水及 156 m 蓄水后,与库区水文要素的巨大变化比较而言,水质指标无重大明显变化。具体表现在库区各断面水质类别没有明显下降^[6]。

2.2 支流水质变化分析

本文选取了嘉陵江、乌江、彭溪河(小江)及大宁河 4 个一级支流 1996 年到 2008 年实测监控数据进行分析比较(图 2)。

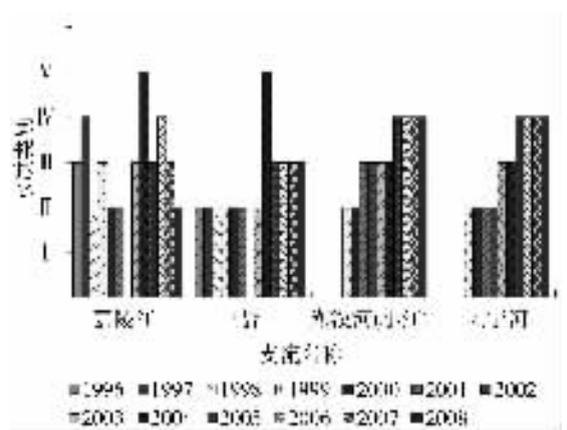


图 2 支流主要断面水质年度变化

Fig.2 Interannual variability of mean water quality in four tributary sections

注 1. 彭溪河、大宁河为 1999 年新增断面。2. 2002 年未公布嘉陵江、乌江监测断面数据。

由图 2 可见,从 1996 年到 2001 年,嘉陵江和乌江两江水水质相对较好,其中乌江水水质优于嘉陵江水水质。2002 年未公布关于长江入库支流的数据,不作分析。又因为 2002 年还未正式蓄水,所以水体质量应该变化不大。2003 年及 2004 年嘉陵江、乌江水水质类别较前几年降低。从 2005 年开始,监测以及数据公布规范化,也可以看出各支流水水质较前几年变差。位于近坝段的支流彭溪河、大宁河与蓄水前相比,支流口流速减缓,甚至呈静流状态,通过监测数据可以明显看出其水质变差,其他文献也有类似发现^[7]。近坝支流断面的水质由 1999 年的 II 类降为 2005 年开始的 IV 类,可见三峡工程蓄水对库区内支流尤其是近坝支流水水质影响较大。

总体而言,长江上游支流乌江、嘉陵江水水质受蓄

水影响不大,下游支流澎溪河、大宁河则因为受大坝壅水影响,局部水环境趋于复杂化。

2.3 “水华”监测结果分析

从2003年开始,环保部对三峡库区部分一级支流开始进行“水华”爆发敏感期预警监测。监测结果表明自2003年6月三峡水库实施135m蓄水后,澎溪河、大宁河等库区支流局部水域开始爆发“水华”。近两年库区内“水华”现象持续呈现加重、加大的趋势^[8]。2008年3~10月82个水华监测断面监测结果表明,库区长江主要支流水体处于富营养状态的断面比例范围为14.6%~28.1%,月平均值为20.1%,比上年增加了4.2个百分点。受蓄水影响,库区支流回水区水体的富营养化程度明显重于非回水区,主要是由于蓄水时库区长期保持较高水位,并且流速较小,因此水体的滞留时间被大幅度延长^[9]。蒙万轮等认为库区支流回水段的营养盐浓度并不是很高,藻类的大量繁殖是由于水文条件改变等因素的综合影响而导致的^[10]。

3 库区干支流水质变化的原因分析

3.1 水流流态变化的影响

蓄水之后,库区水位抬高,库区江段流速迅速减小。据三峡水库整体一维水流水质数学模型模拟^[2]结果,枯水期天然河道全江段平均断面流速为0.85 m/s,而二期蓄水后库区全江段断面平均流速下降为0.17 m/s,仅为天然河道平均流速的1/4,为天然河道断面平均流速1/5。尤其是在坝前深水区,水库建成以后断面平均流速下降为0.04 m/s左右^[2]。随着水流速度迅速减缓,库区有机污染物单位时间内的自净降解速率和大气复氧速率均比建库前明显减弱^[2],水质状况明显变差。但同时,由于污染物在库区滞留时间成倍延长,有机污染物在库区自净降解总量将比建库前增大,因而蓄水后断面平均有机污染物浓度与建库前相比呈下降趋势。

3.2 污染物排放的影响

3.2.1 固体废弃物的排放及其影响

库区固体废弃物通过两种途径对库区水质产生影响,即水流挟带和雨水淋滤。岸边和山沟堆积的固体废弃物,雨季被洪水挟带直接进入水体,企业排放的污水也经常挟带着固体悬浮物流入江河。另外由于固体废弃物露天堆放,雨水淋滤固体废弃物后,使固体废弃物中有害物质被淋出。淋滤液中一部分有害物质随地表

径流进入江河水体。另一部分随雨水渗入地下,影响地下水水质。枯水季节地下径流补给河流,这些污染物又随地下径流流入库区水体^[11]。

3.2.2 工业废水排放及其影响

本文选取了1998年到2008年长寿、涪陵、万州等3地污水排放数据进行分析(图3)。由图3可以看出,水库2003年正式蓄水后,工业废水排放量先增加后降低,排放总量高于蓄水前。重庆市的排污量占80%,上游的390个排污口中有300个分布在重庆市,且布局不合理^[12]。这说明三峡库区工业的发展对水质的影响越来越大,而政府对工业污水的治理力度不够,使得水质恶化严重。

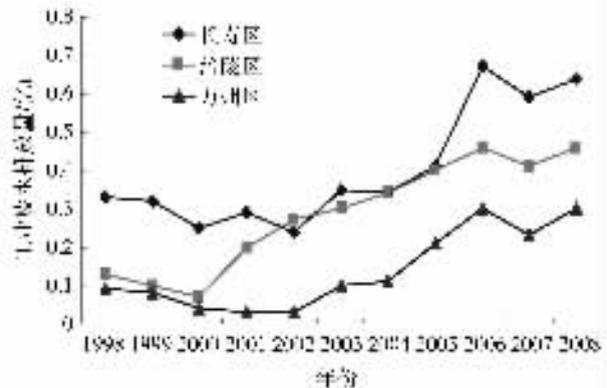


图3 三峡库区主要城区1998—2008年工业废水排放量

Fig. 3 The amount of industrial waste water discharge in major urban areas of the Three Gorges reservoir area from 1998 to 2008

3.2.3 农业生产对水质的影响

三峡库区农业生产中大量使用高毒、高残留农药和除草剂,且长期以来的化肥结构不合理,重化肥轻有机肥、重氮磷轻钾,利用率多在30%左右^[13-14]。据统计,自1996年到2008年库区单位耕地农药使用量呈下降趋势,但有机磷、有机氮和菊酯类等高毒农药的使用仍很普遍。近10多年来,三峡库区单位耕地化肥使用量呈上升趋势,尤其在2007年达到高点(图4)。大量的化肥和农药流失进入库区干、支流,影响库区水质并造成更大的生态风险。

3.2.4 船舶污染物排放的影响

船舶污染具有流动、面广、线长、分散的特点,是江河污染的一个重要污染源^[15]。三峡水库蓄水之后,航道得以改善,至2010年9月库区形成了约500 km长的“水上高速通道”。目前库区干支流通航里程和航行船舶数量成倍增加。在船舶运输过程中,产生的船舶含油

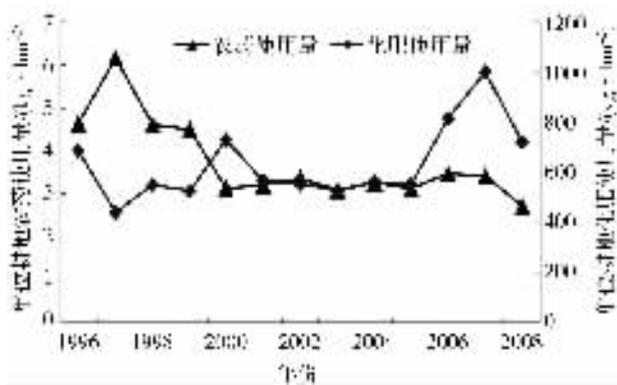


图4 三峡库区1996—2008年单位耕地农药和化肥使用量

Fig. 4 The amount of pesticide and fertilizer usage unit field area in Three Gorges reservoir area from 1996 to 2008

污水、生活污水、船舶垃圾、船舶噪声、船舶尾气等大多直排库区,直接影响库区水质。

3.2.5 水土流失的影响 三峡工程施工以及库区移民搬迁建设,大量土石方开挖使原有地表植被破坏,造成水土流失加剧。近年库区坡地人为活动的增加导致大量泥沙和各种养分流入库区干、支流^[16],引起泥沙淤积和水质恶化。

4 水环境保护对策建议

4.1 调整产业结构,切实减少污染源的排放

加强库区及上游地区污染源的监控治理是三峡库区水环境保护工作的关键。为此,应加大调整库区产业结构力度。关、停、并、转“十五小”及污染严重的企业,同时加快库区城镇污水处理设施和垃圾处理场的建设^[6]。进一步加强库区支流特别是大宁河、澎溪河等重点支流水污染的防治,重点控制氮、磷等营养物质的输入,从根本上控制发生“水华”的可能^[17]。

4.2 加强陡坡耕地整治,切实减少进入水库泥沙

三峡库区陡坡耕地面积广,地形落差大,人口密度高,从而人地矛盾历来十分尖锐。针对该特点,重点放在陡坡耕地微地形改造、坡地农业基础设施配套和坡地作物高产高效等关键技术的开发与集成。具体技术有“坡式梯田+地埂经济植物篱”技术、坡地农业机械化的田间道路和微水工程技术和库岸立体高效生态农业技术等。目前,该类研究已经立项并积极进行,以期尽快总结和推广。

4.3 建立并完善水环境监测体系,加强水功能区水环境监测

为了全面了解和掌握三峡水库蓄后水库区干、

支流水环境状况,应以水功能区为单元,整合各方面的监测力量,建立三峡库区水功能区水质监测系统。特别是要把重庆市主城区、涪陵、万州等城市江段以及可能出现富营养化的主要支流(如澎溪河、大宁河等)库湾的监测纳入三峡工程生态与环境监测系统^[17]。

4.4 完善法律法规,强化执行力度

流域统一立法是三峡库区水环境保护的根本性有效措施^[19]。在长江流域统一立法的框架下,针对三峡库区及其上游专门立法,实施专门的制度和程序,严格水环境保护法律责任,加大处罚力度。同时由于三峡库区跨湖北、重庆两省市,为保护三峡库区生态平衡,应该建立跨省市的环境保护执法监督机构,以便为库区水质监测及保护提供更有利的条件。

参考文献:

- [1] 王渺林,傅华,吕平毓. 三峡库区河段水质同步观测与联合评价[J]. 重庆交通学院学报, 2004, 25(4): 18-20.
- [2] 李锦秀,廖文根,黄真理. 三峡工程对库区水流水质影响预测[J]. 水利水电技术, 2002, 33(10): 22-25.
- [3] 中华人民共和国环境保护部. 长江三峡工程生态与环境监测公报[N/OL]. 1997-2008[2010-11-13]. <http://www.tgenviron.org/monbulletin/monjournal.html>.
- [4] 戴润泉,臧小平,邱光胜. 三峡水库蓄水前库区水质状况研究[J]. 长江流域资源与环境, 2004, 13(2): 124-127.
- [5] 兰峰. 三峡工程蓄水前后库区河流水质变化分析[J]. 人民长江, 2008, 39(1): 7-8.
- [6] 傅道林,刘学斌. 三峡库区巫山段三期蓄水前后水质状况及其变化趋势研究[J]. 环境科学与管理, 2009, 34(1): 171-173.
- [7] 王彻华,刘辉,余明星,等. 三峡水库蓄水至135m库区水质变化分析与保护建议[J]. 水利水电快报, 2006, 27(7): 24-27.
- [8] 邱光胜,涂敏,叶丹,等. 三峡库区支流富营养化状况普查[J]. 人民长江, 2008, 39(13): 1-4.
- [9] 曾辉,宋立荣,于志刚,等. 三峡水库“水华”成因初探[J]. 长江流域资源与环境, 2007, 16(3): 336-339.
- [10] 蒙万轮,钟成华,王德蕊. 三峡库区蓄水后支流回水段富营养化研究[J]. 广州环境科学, 2005, 20(2): 38-41.
- [11] 秦玉珍,敖良桂,雷少平. 三峡库区固体废弃物对水质影响的调查与研究[J]. 人民长江, 2005, 12(1): 44-46.
- [12] 黄秀山. 三峡库区水污染及其治理对策[J]. 重庆大学学报:自然科学版, 2002, 25(6): 155-158.
- [13] 胡晓镭,陈秀珠,曾广恩. 温州市水库型水源地水质安

- 全问题及保护对策 J]. 浙江水利水电专科学校学报, 2009, 21(3): 48-55.
- [14] 段亮, 段增强, 夏四清. 农田氮磷向水体迁移原因及对策 J]. 中国土壤与肥料, 2007(4): 6-11.
- [15] 吴飏. 三峡库区船舶污染及综合防治对策研究 J]. 长江流域资源与环境, 2000, 9(4): 487-490.
- [16] 何太蓉, 姜洪涛, 杨达源, 等. 长江三峡库区现代坡地剥蚀速率研究 J]. 地理科学, 2004, 24(1): 89-93.
- [17] 马利民, 唐燕萍, 滕衍, 等. 三峡库区消落区土壤磷释放的环境影响因子 J]. 地学前缘, 2008, 15(5): 235-241.
- [18] 刘俊, 汪洋. 三峡库区重庆段二期蓄水前后生活饮用水水质变化 J]. 遵义医学院学报, 2008, 31(2): 113-115.
- [19] 张彦春, 王孟钧, 戴若林. 三峡库区水环境安全分析与战略对策 J]. 长江流域资源与环境, 2007, 16(6): 801-804.

Resources , Environment and Ecology in Three Gorges Area

Analysis of Water Quality Variation and Countermeasures in Three Gorges Project Reservoir Area Before and After Impoundment

FENG Jing , HE Tai-rong , WEI Jie

(College of Geography and Tourism , Chongqing Normal University , Chongqing 400047)

Abstract : Based on the real-test water quality data from 1996 to 2008 , which is from the Three Gorges Bulletin published by Ministry of Environment Protection of the People 's Republic of China , this paper discusses the tendency of water quality variation of some sections on the main stream and some tributaries rivers before and after impoundment. And then the paper analyzes the reasons and puts forward some countermeasures. The main conclusions are following. The impoundment little affects water quality of the main stream and some tributaries such as Wujiang River and Jialing River. But some tributaries at downstream like Pengxi River(Xiaojiang River) and Daling River are influenced by the impoundment greatly. Under the influence of impoundment , local water environment becomes complicated , which aggravates the phenomenon of " algal bloom ". The main reasons are the change of the river current and the pollutant discharge in the reservoir area. Finally , the paper puts forward four countermeasures on protecting the water quality. It mainly focuses in two strengthening and two improvements. Namely , there are to strengthen the adjustment of industrial structure , to reinforce remediation of reservoir slope farmland , to improve the water environment remediation monitoring system and to perfect corresponding laws and regulations.

Key words : impoundment ; Three Gorges reservoir area ; water quality variation ; reason ; countermeasures

(责任编辑 黄 颖)