

汉江中下游水质现状及污染趋势分析

张九红 敖良桂

(长江流域水资源保护局 湖北 武汉 430019)

摘要 通过对 1992、1998、2000、2003 年汉江 4 次暴发严重“水华”事件的成因分析,表明汉江中下游频发“水华”的最根本、最直接原因是水体中 N、P 等营养物含量偏高,是水质恶化与水流、气象等因素共同作用的结果。在对近 20 年汉江中下游水质监测资料的统计分析基础上,研究了汉江中下游水质污染的现状、特点及变化发展趋势,并对南水北调中线工程实施调水后可能对汉江中下游水环境的影响进行了预测,提出了保护汉江中下游水环境、促进水资源可持续利用的对策措施。

关键词 水环境保护;可持续利用;汉江中下游;“水华”暴发

中图分类号:X522 文献标识码:A 文章编号:1004-693X(2004)03-0046-03

1 自然与社会环境概况

汉江是长江最大的支流,发源于秦岭南麓,干流流经陕西、湖北两省,于武汉汇入长江,全长 1570 km,流域面积 15.9 万 km²。汉江干流丹江口以上为上游,丹江口至碾盘山为中游,碾盘山至武汉汉江河口为下游。

汉江中下游人口密集、经济发达。武汉、十堰汽车工业走廊沿江分布,配套形成了汽车、电子、化工、机械、纺织等产业基地。流域内矿产资源丰富,江汉平原已形成石油、盐化工产业及以钟祥磷矿为代表的矿、肥相匹配的工矿企业。

丹江口水库建成后,洪峰流量大大削减,中下游流量过程变得较为均匀平缓,变差减小,枯季流量增大,中水期延长。襄樊以上流量少,水位变化幅度小。由于水库清水下泄,引起河床冲刷,坝下游附近河段河床降低幅度较大,使同流量下的水位也相应降低。襄樊以下江段受到地区性降雨及支流来水影响,流量年变幅较襄樊以上江段大,水位涨落与流量增减一致。仙桃至河口段水位受长江顶托的影响较大,尤其是枯水季节影响更为显著,其河段范围内水位变幅减小。

2 水环境概况

2.1 排污状况

随着经济发展和沿江城镇化规模的扩大,排入汉江的废水总量逐年递增,这些废水基本上不经处

理就直接排江,导致汉江中下游水质近年来明显呈现恶化趋势。根据统计资料^①,2000 年汉江流域废水排放量达 53 900 万 t/a,其中工业废水排放量为 26 000 万 t/a,生活污水排放量为 27 800 万 t/a;COD 排放量达 14.7 万 t/a,废水与 COD 排放量均以襄樊市最高。

2.2 水质状况

2.2.1 水质现状

据 1989~1998 年汉江水质监测断面 19 个监测因子(不包括 TP)的年平均统计值,以监测合格率大于 75%视为达到相应水质类别的方法进行计算,近 10 年汉江水质总体情况基本良好,其中 81%的监测断面符合 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》Ⅱ类水质标准,7%的监测断面达到Ⅲ类水标准,12%的断面为Ⅳ~Ⅴ类水标准。支流水质状况普遍较干流差。

2.2.2 水质污染特征

根据 1981~2000 年的监测结果分析,汉江中下游水质污染特点是:

a. 汉江水质总体良好,中下游水质污染比上游严重,尤以下游污染最重。最近两年监测指标反映(见图 1)^②,TP、NH₃-N、COD_{Mn}质量浓度自上而下呈递增趋势,城市江段有机污染显著,其表征与汉江下游的工业发达、人口密集、相应排污量大有关。

b. 生活污水逐渐成为水质污染的主要来源。从 1997 年及 2000 年汉江流域废水排放统计资料分析,2000 年废水排放总量较 1997 年增加了 2.2%,其中工业废水排放量减少了 4.4%,而生活污水排放

作者简介 张九红(1969—),女,湖北武汉人,工程师,从事水资源保护规划管理、环境保护设计、水利工程环境影响评价研究。

① 南水北调中线工程对汉江中下游“水华”影响初步研究报告,长江水资源保护科研所,2001。

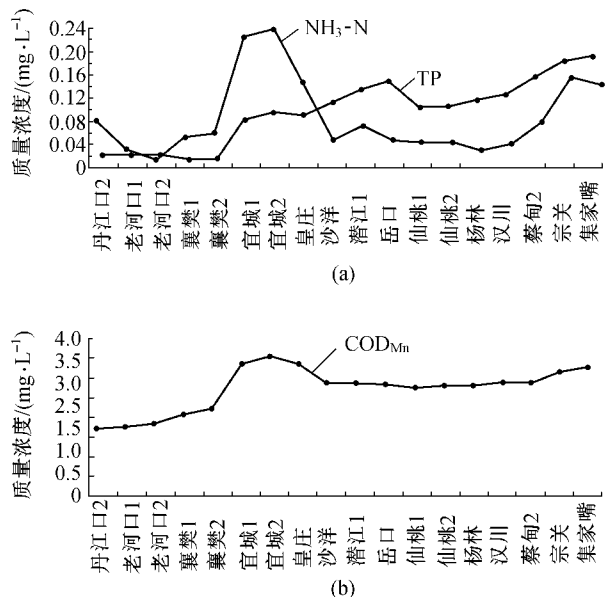


图1 2001年枯水期汉江中下游
 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP、 COD_{Mn} 变化趋势

总量增加了8.5%。由此表明,随着人民生活水平的提高和城镇化进程的不断加快,生活污水排放量逐年攀升,逐渐成为汉江水污染的主要来源。

c. 水污染逐年加剧, N、P 污染严重。20 世纪 80 年代汉江干流水质良好, 除个别年份因 Cu 含量略有检出而使水质综合评价为 II 类标准外, 其余年份水质综合评价为 I 类。然而从 1989~1998 年监测数据分析, 有 30%~40% 断面的年平均值超过 III 类水质标准, 其中 1998 年的年平均值已达近 10 年的最高值。汉江中下游的主要超标项目是: COD_{Mn} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、DO、COD 和 TP, 表明汉江水质已呈富营养化和有机污染特征。

d. 面源污染逐渐显露。汉江中下游的江汉平原是湖北省的主要粮棉生产基地。通常, 工业点污染源和生活污水的排放量在年内不会随丰枯水期的变化而变化, 因此枯水期水体的污染浓度最高。然而从 1998、2000 年汉江仙桃、集家嘴断面 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的年内浓度曲线(图 2)看, 污染指标的质量浓度在降雨和径流较大的丰水期出现年内第 2 次峰值。这表明污染指标随地表径流进入水体, 农业面源污染成为汉江中下游水体污染的又一主要来源。

3 4 次“水华”事件分析

20 世纪 90 年代以来, 汉江中下游“水华”事件时有发生, 比较严重的有 1992、1998、2000、2002 年 4 次。通过对汉江“水华”事件分析发现, 前 3 次“水华”均发生在 2 月下旬到 4 月上旬这一时段, 2002 年

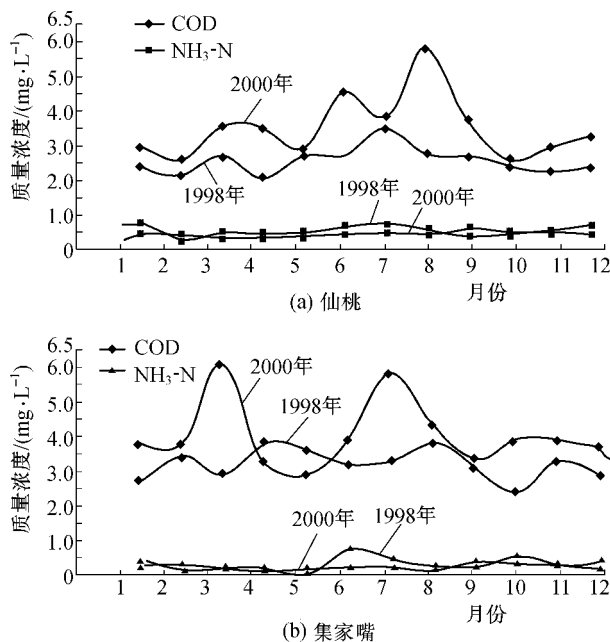


图2 1998、2000年汉江某断面
COD和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度曲线

略有提前, 发生在 1 月底到 2 月初, 较严重的区域仍为仙桃—汉口河段, 长约 400 m, 影响范围较 1992 年、2000 年广, 与 1998 年相似; “水华”发生时的主要藻类种类为硅藻和蓝绿藻, 其密度比未发生“水华”年份同期的藻类高 2 个数量级。

已有研究表明^[1], “水华”发生是多种因素共同作用的结果。这些因素包括: ①水体中 N、P 营养物、BOD 及其他微量元素含量过高; ②缓慢的水流; ③适宜的温度和光照等。由于湖泊、水库水体生态系统相对容易满足上述条件(特别是水流条件), 因此湖、库水体发生“水华”现象远多于河流。对于汉江这种大型河流, 大面积发生“水华”的现象比较罕见。

水体中 N、P 等营养物水平高是富营养化发生的必要条件, 是“水华”发生的内因。经调查, 入江主要污染指标为 COD_{Mn} 、SS、 BOD_5 、TP、TN 和挥发性酚。1989~2001 年 2 月份枯水期汉江下游水质调查数据(见表 1)表明^[2], 汉江水体中 TP、TN 等营养物含量水平已远远超过湖泊富营养化标准。另外, 水中 C、N、P 以及 Fe、Mn、Zn 等多种微量元素是富营养性浮游植物藻类生长所必需的营养盐类, 水体中 N、P 的含量与补给量常成为影响藻类繁殖的主要限制性因子。由于硅藻对 $\text{Si}(\text{OH})_4$ 有特殊需要, 引起这 4 次“水华”的优势和常见种群均为硅藻类, 其群落结构特征明显地表现了汉江干流水质中性偏碱、含氧量高、含盐量低、含硅丰富的基本水环境特征, 并已具备藻类生长和增殖的基本条件。

表 1 汉江下游水质调查

年份	水温 (℃)	pH 值	DO (mg·L ⁻¹)	TP (mg·L ⁻¹)	NH ₃ -N (mg·L ⁻¹)	TN (mg·L ⁻¹)	COD _{Mn} (mg·L ⁻¹)	BOD ₅ (mg·L ⁻¹)
1989	7.0	8.2	11.0	0.179			2.63	
1990	8.2	8.0	10.9	0.190			2.72	1.6~2.0
1991	7.5	8.2	11.4	0.087			3.12	
1992	10.5	8.4~9.0	12.0~13.6	0.093~0.131		1.96	2.47	2.42
1993~1997	6.8~8.6	7.6~8.1	10.2~11.1	0.098~0.184		0.20~1.42	2.68~3.84	1.97~2.44
1998				0.193	0.760		4.36	
2000 ^②	12.82	7.9~8.4	11.3 ^①	0.075	0.340 ^①	2.47 ^①	3.39	
2001 ^③	10.6	8.0	9.8	0.179	0.162	1.82	3.02	1.57
2003 ^④	10.1	8.0	9.7	0.170		2.30		

注 表中数据为宗关断面 2 月份均值 ①为集家嘴断面 3 月 8 日~14 日的均值 ②为宗关断面 2 月 27 日~3 月 20 日的均值 ③为宗关断面 2 月 22 日~3 月 1 日的均值 ④为汉口断面水华期间均值。

汉江已发生的 4 次严重“水华”事件都发生在汉江流量较小年份的枯水期,中下游流量仅为多年同期平均流量的 40%~55%,流速较缓,同时长江水位偏高,受长江水位顶托的影响,此时水流速度符合富营养发生所需要的动力学条件。此外,“水华”发生时光照充足,光强又比夏季弱,适合藻类的生长繁殖。由此可见,这 4 次“水华”的发生是内外因素同时满足富营养化生成条件的必然结果,而水体中 N、P 等营养物含量偏高是“水华”事件发生最根本、最直接的原因。

4 水质变化趋势分析与对策措施

4.1 水质变化趋势分析

汉江多年来水质较好,是长江支流中水质最好的河流之一,但近年污染呈发展趋势。若按通常年增长率 3% 计,在未来 10 年内,废水排放总量将增长 34%。这些废水和日益严重的非点源污染对汉江水质的威胁是不容忽视的。

为了研究南水北调中线工程对汉江中下游生态环境的影响,多年来长江流域水资源保护局做了大量的监测、研究工作。研究结果表明^① 近期无引江济汉方案实施后,由于枯水年及平水年枯水期(12 月和 1~3 月)水库下泄汉江中下游流量较目前有不同程度的增加,枯水期对水质的改善作用比较明显,如襄樊江段及仙桃—武汉江段 TN、TP 浓度的下降幅度约为 5%~20%,少数年份水质将从现状的Ⅳ类变为Ⅲ类。近年在此期间易发的“水华”事件,也将随着下泄流量的增大、水质的改善而有所减少;平水期及丰水期因水库下泄流量的减少,水体中的污染指标质量浓度将有所升高,但幅度不大,不会引起大部分河段水质类别的变化;引江济汉工程对改善沙洋—武汉江段水质作用明显,有利于目前春季“水华”的防治。近期调水方案均不会对目前汉江中下游水功能区划所确定的用水功能产生不利影响。

4.2 对策与措施

a. 尽快实施汉江中下游城市污染治理规划。在对现状城市污水处理设施调查研究的基础上,增建城市污水处理厂,加快城市污水集中处理设施与配套的城市排水管网建设的步伐;建议城市污水处理采用除磷脱氮工艺,大幅度削减 N、P 的含量,以减轻汉江水质的富营养化程度和有机污染。

b. 加大工业污染治理力度、推行清洁生产是保护汉江中下游水质、防治汉江中下游“水华”现象发生的根本途径。由于工业结构的不合理和传统的发展模式,目前,工业污染源仍是影响汉江水质的主要因素。大力推行以清洁生产为代表的污染预防战略,淘汰能耗大、技术落后的产品和工艺,削减污染排放量,提高水资源利用率,抓好源头治理是实现经济可持续发展、水资源可持续利用的根本办法。

c. 建设以提高用水效率为主的节水生态农业,抓好汉江中下游地区的生态环境建设。目前,农业用水仍是流域用水大户。面源污染的控制应与节水生态农业的建设相结合,通过合理使用农药、化肥,大力推广和发展生态农业,减少农药、化肥等流失量,限制含磷洗涤剂的使用量,进而达到减少面源污染的目的。

d. 加强对汉江中下游重要城市、重点水域的监测,提高对突发污染事故的监测和处理能力,保证供水安全。

e. 建立和健全汉江水环境的流域化管理体制和机构,完善并执行汉江流域水功能区划和水资源保护规划,按水功能区划要求对水资源进行开发利用和治理保护。

参考文献:

[1] 中国水利百科全书环境水利分册[M].北京:水利水电出版社,2004.69.
[2] 尹魁浩,袁弘任,廖奇志,等.南水北调中线工程对汉江中下游“水华”影响[J].人民长江,2001,(11):31~36.

(收稿日期 2002-09-29 编辑 高渭文)