

# 河流汛期污染与源解析

陈炎 焦飞 赵颖 徐冷

(河南省环境监测中心站, 郑州 450004)

X5 B

**摘要** 对河流汛期污染的特点、产生原因与产生条件进行深入分析并进行产生源定量解析。结果表明汛期污染引起河流断面增加的COD通量估水年份约占全年COD通量的35%~68%,丰水年可达91%~96%。在汛期COD增加量中,河流本底准于1<sup>号</sup>断面约占64%,洪河2<sup>号</sup>和沙颍河3<sup>号</sup>断面约占25%~38%;三断面水土流失引起增加量约占29%~41%,其他因素增加量准于6%,另两断面为26%~41%。

**关键词** 汛期 污染 源解析

**River pollution in flood season and resource analysis** Chen Yan, Jiao Fei, Zhao Ying, et al. Henan Province Environmental Monitoring Center, Zhengzhou 450004

**Abstract:** The character, reason and resource of Huai river pollution in flood season were analysed. The results showed that the percents of COD load arised in flood season were 35%~68% of total load in a dry year, and 91%~96% in a flood year.

**Keywords:** Flood season Pollution Resource analysis

淮河流域实行排污总量控制以来,我们在掌握工业、生活点源排污动态的同时,初步发现一些面源污染入河特点,最突出的是在汛期强降雨过程中,一些河流污染负荷骤然增大,COD通量有时是平时的十至几十倍。我们将河流在这种特殊时期的污染现象称为“河流汛期污染效应”。本文就河流汛期污染的特点、产生原因与产生条件进行深入分析并对产生源进行定量解析。

## 1 河流汛期污染效应

### 1.1 典型实例与结果分析

图1给出了1998~1999年间汛期污染效应表现突出的三个河流控制断面COD通量与河水流量变化曲线,对监测结果分析后得出<sup>[1]</sup>:(1)汇水面积较大的河流,COD通量与河水流量具有非常显著正相关,相关系数为0.903~0.997,这时河水流量是造成COD通量迅速增加的关键因素;(2)在以点源排污为主的非汛期,河流断面COD通量变化较为稳定,变异系数一般在30%~60%。在较强的汛期污染效应发生期间,COD通量变化较为剧烈,变异系数可达100%~200%;(3)枯水期基本无自然径流的河流控制断面COD通量与断面上游点源COD入河排污量(衰减后值)比较接近,汛期汇水面积较大的河流下游控制断面COD通量远大于点源排污

量,1998年约为其9~22倍。汛期污染的显著特点是污染负荷大。接纳污水为主、无自然径流的城市河流控制断面汛期污染效应较弱。

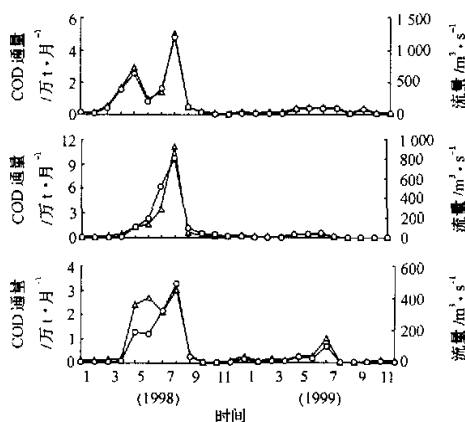


图1 河流断面COD通量变化曲线

△ COD通量 --○-- 流量

### 1.2 河流汛期污染效应产生原因

一些河流在强降雨过程中,COD污染物通量远高于点源正常排污情况产生原因是多方面的,初步分析有如下几点:(1)汛期降雨增加,河流汇水面积增大,河水暴涨,水土流失加重,土壤中的农药、化肥、有机腐殖质被冲刷入河;(2)在干旱季节不入河

第一作者:陈炎,女,1959年出生,高级工程师,理学硕士。

的污染物被冲入河中,如堆肥、家禽粪便、垃圾等;(3)河床中积存的底泥被湍流冲起,闸坝内储存的污水下泄以及旱季在流动过程中经蒸发、下渗、灌溉等消耗殆尽的污染物在洪水期也进入河流;(4)河流污染物本底。第1、2种原因可归为面源影响;第4种可归为自然原因;第3种原因可归为点源污染影响的继续,因点源排污在河道输送中,经历了自然降解、絮凝沉降、蒸发等衰减过程,其絮凝沉积的底泥留在河道中,一旦有大水冲刷,将悬浮于水中,使水质下降。

### 1.3 河流汛期污染效应产生条件

河流汛期污染效应产生的条件是有污染产生源存在,同时必须有强降雨过程。据统计,1998年省辖淮河流域水量充沛,河水流量比多年平均值增加51.3%,1999年属枯水年份,流量比多年平均值减少66.7%。图1曲线表明典型的丰水年和枯水年份COD通量变化情况。同一条河流1999年汛期水量较小,汛期污染效应很弱,1998年水量较大,汛期污染效应就很强。这两年污染产生量没有很大差别,差别就在于水情。估计河流汛期污染大小,不但要统计点源、面源污染物产生量,还要考虑当年水情。

### 1.4 面源污染入河形式特征

由图1看出面源污染的人河形式与点源有明显的不同。点源排污特点是排放持续不断,污染物总量相对稳定,变异系数一般在30%~60%;而大量面源污染入河是阶段性的,以突然的形式出现,随着水量的复原而消失。它与降雨或其他原因引起的水量增加直接有关。

## 2 河流汛期污染来源解析

### 2.1 汛期效应污染源解析思路

对汛期污染来源进行量化解析是减轻汛期污染负荷的前提。必须知道污染产生的原因,才能采取有效控制措施。从1.2汛期污染效应原因分析中可知,从大的方面讲有3种原因引起断面污染物通量增加,即点源、面源与河流本底。通过近年对淮河流域工业、生活点源排污总量控制的推行,目前对点源污染总量已基本有所掌握,但对农村面源污染量还缺乏了解。为了解面源污染量可通过两条途径:从微观具体入手,逐一调查农药、化肥使用量与流失量、畜禽养殖产污量与入河量、水土流失量及土壤中有机质含量、农村人口生活污染等有关信息,再进行综合;另一途径是从宏观入手,从河流中监测污染物通量,然后从通量中根据已有条件逐一分解各种因素

影响量。两种途径获得结果相互印证并相互补充。这里采取第二条途径。根据目前已掌握和可收集到的信息,将汛期COD污染分为(1)河流本底,(2)通常(枯水期)通量,(3)水土流失量,(4)底泥、闸坝下泄、农村面源污染(简称其他)4部分。各分量的获取方法下面分别叙述。

2.1.1 河流本底 清洁水中也有COD污染水平,当流量小时,这部分量可忽略;当流量很大,在计算污染负荷时必须考虑。河流COD浓度本底水平根据受人类活动影响较小的上游河流水质情况,取10 mg/L。

2.1.2 通常COD通量 为了能将引起汛期COD通量增加的原因分解出,必须在全年通量中将通常通量扣除。由于非汛期以点源排污为主的COD通量相对比较稳定。将非汛期COD月通量平均值乘12得到这部分量。

2.1.3 水土流失量 土壤中的有机质及化肥、农药通过汛期水土流失进入河流。汛期河水中泥沙量较平时增高,据报道<sup>[2]</sup>,河南省辖淮河流域淮干及其南侧支流汛期含沙量约在0.433~0.607 kg/m<sup>3</sup>,北侧支流约在2.0 kg/m<sup>3</sup>。淮干大别山、桐柏山区年土壤侵蚀模数在500 t/km<sup>2</sup>,沙颍河、洪河区域约1000~2000 t/km<sup>2</sup>。由于淮干南侧支流地区植被较好,水土流失现象明显好于北侧支流。

为估计水土流失增加河水中COD的负荷,我们进行了汛期河流泥沙COD含量模拟试验。试验样品为两种土壤,一种为省内常见的黄土,一种为肥沃农田的褐土。试验结果表明黄土1 g增加COD 13.3 mg,1 g褐土增加COD 116 mg。如果按黄土试验结果计算汛期河水中泥沙的COD浓度增加量,淮干约为6.6 mg/L,洪河、沙颍河约为13.3~26.6 mg/L。

为进一步确定汛期水土流失使河水中COD浓度的增加量,我们对典型丰水年份1998年水质监测结果进一步分析:汛期河水中COD浓度应是“2.1”分解的四种原因产生量的合成,如将汛期水质COD浓度扣除(1)、(2)原因产生的量后,将剩下(3)、(4)原因产生的量。将三个断面汛期COD浓度扣除(1)、(2)部分后的值作汛期COD浓度处理曲线。可以看出,沙颍河、洪河在汛期初期COD浓度较高,在水量高峰过后渐趋稳定。趋于稳定的平均值约为15 mg/L。上述现象可解释为第(4)种原因产生的影响主要表现在汛情前期,而水土流失是一种持续影响。汛期COD浓度稳定后的值应该是水土流失产生的量。由曲线还可看出,淮干汛期初期COD浓度

略高,水量高峰过后,COD浓度也有下降,均值约为5mg/L。淮干及南侧支流特点是常年有水,径污比约9:1,污染物综合衰减作用较北侧河流弱,底泥沉积较少,因此曲线峰值不明显。由此分析水土流失原因增加汛期河流COD浓度淮干为5mg/L,洪河、沙颍河为15mg/L,与模拟试验结果较为一致。

2.1.4 其他 农村面源、底泥沉积、闸坝蓄存下泄等是很重要的一部分量,但限于目前信息有限,无法分清其中各部分,故列为其他,从COD通量中减去(1)、(2)、(3)分量,即为(4)原因增加的分量。

2.2 源解析结果

对淮干1<sup>#</sup>、洪河2<sup>#</sup>、沙颍河3<sup>#</sup>断面1998、1999

年各年COD通量按“2.1”所述方法进行了污染源解析,结果见表1。全年COD通量减去通常通量后为汛期污染效应引起增加的COD通量。由表1结果看出汛期污染效应引起增加的COD通量淮干1<sup>#</sup>断面枯水年份为 $1.57 \times 10^4$  t/a,丰水年达到 $12.5 \times 10^4$  t/a;洪河2<sup>#</sup>断面分别为 $1.21 \times 10^4$  t/a和 $19.2 \times 10^4$  t/a;沙颍河3<sup>#</sup>断面分别为 $1.80 \times 10^4$  t/a和 $10.4 \times 10^4$  t/a。

对表1源解析结果进行了汛期污染COD通量增加量各部分所占比例计算,结果列于表2。

由表2看出三个断面汛期污染COD通量增加

表1 河流COD通量源解析

10<sup>4</sup> t/a

河流 断面	COD全年通量		通常通量	河流本底		水土流失		其 他		汛期污染增加量	
	1998	1999		1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999
淮干1 <sup>#</sup>	13.8	2.85	1.31	7.88	1	3.85	0.47	0.76	0.09	12.5	1.57
洪河2 <sup>#</sup>	19.9	1.89	0.68	4.89	0.41	6.48	0.35	7.85	0.45	19.2	1.21
沙颍河3 <sup>#</sup>	11.3	2.63	0.83	3.31	0.68	4.35	0.65	2.78	0.47	10.5	1.8

表2 汛期污染COD通量比例关系

%

河流 断面	汛期污染/全年通量		河流本底/汛期污染		水土流失/汛期污染		其他/汛期污染	
	丰水年	枯水年	丰水年	枯水年	丰水年	枯水年	丰水年	枯水年
淮干1 <sup>#</sup>	91	55	64	63	31	30	6	6
洪河2 <sup>#</sup>	96	64	25	34	34	29	41	37
沙颍河3 <sup>#</sup>	93	68	32	38	11	36	26	26

部分占全年COD通量的比例枯水年为55%~68%;丰水年可达91%~96%。在汛期污染COD通量增加量中,淮干1<sup>#</sup>断面河流本底约占64%,水土流失因素约占30%~31%,其他约占6%;洪河2<sup>#</sup>和沙颍河3<sup>#</sup>断面河流本底约占25%~38%,水土流失因素约占29%~41%,其他原因约占26%~41%。在汛期污染负荷中,相对而言淮干受河流本底影响份量较重,其他部分影响较轻;洪河和沙颍河受水土流失、河流本底及其他影响三者份量大致相当。枯水年与丰水年汛期污染负荷中各部分所占比例变化不大。

3 结 论

(1) 由汛期水土流失作用引起河水中COD浓度的增加量淮干及南侧支流约为5mg/L,洪河沙颍河约为15mg/L。

(2) 汛期污染引起河流断面增加的COD通量枯水年份约占全年COD通量的55%~68%,丰水

年可达91%~96%。在汛期污染COD通量增加量中,河流本底淮干1<sup>#</sup>断面约占64%,洪河2<sup>#</sup>和沙颍河3<sup>#</sup>断面约占25%~38%;三断面水土流失引起增加量约占29%~41%,其他因素增加量淮干为6%,另两断面为26%~41%。

(3) 决定河流汛期污染效应强弱的重要因素是可进入河流的污染物产生量和当年降雨量情况。为减少汛期污染应采取针对性措施,如增加土壤植被、防止水土流失,加强农村面源污染管理、适当调控河流水量、及时清除河流沉积底泥。

参考文献

1 陈 炎、孟西林、胡孟辰等. 排物总量控制监测技术基础探讨. 中国环境监测, 2000, 特刊(16): 38~41  
2 孔照英. 河南环境与可持续发展. 北京: 中国环境科学出版社, 2000

责任编辑: 胡佩芳 (收到修改稿日期: 2002-03-21)