

淮河中游水质时空变异研究

刘玉年^{1,2}

(1. 河海大学环境科学与工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 水利部淮河水利委员会, 安徽 蚌埠 233001)

摘要 :依据淮河中游 1998 ~ 2007 年的水质监测数据,研究淮河中游水质近 10 a 的时空变异,并采用有机污染综合指数对水质污染状况及趋势进行评价分析,结果表明:淮河中游水质呈逐渐改善的趋势,说明全流域水污染治理已经取得了一定成效,但是,年内水质季节性差异较大,枯水期水质污染依然严重,多数处于中等污染或是严重污染状态,水体最主要的污染物为氨氮,淮河中游的上段水质要好于下段,淮南大涧沟段和吴家渡段为淮河中游的重点污染区域和主要污染物输入区域。

关键词 :淮河中游;水质;时空变异;有机污染综合指数

中图分类号 :X824 文献标识码 :A 文章编号 :1004-693X(2009)04-0001-04

Study on spatial and temporal variation of water quality in middle reaches of Huaihe River

LIU Yu-nian^{1,2}

(1. College of Environmental Science and Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China; 2. Huaihe River Commission, Ministry of Water Resources, Bengbu 233001, China)

Abstract :Based on monitoring data from 1998 to 2007, the spatial and temporal variation of water quality in the middle reaches of the Huaihe River over the past ten years were investigated and the water pollution status and trend were assessed using an integrated index of organic pollution. The water quality of the Huaihe River showed a tendency of gradual improvement, and this indicates that significant effects of water pollution control have been obtained throughout the whole watershed. However, significant variations of water quality existed in different seasons, and the water was still seriously polluted in the low flow period. The dominant pollutant was ammonium. The water quality in the upper part of the middle reach of the Huaihe River was much better than that in the lower part. The Huainan Dajiangou section and the Wujiadu section were the most seriously polluted areas in the middle reach of the Huaihe River.

Key words :middle reach of Huaihe River; water quality; spatial and temporal variation; integrated index of organic pollution

淮河流域地跨河南、安徽、江苏、山东 4 省,是我国重要的农业和能源基地。自 20 世纪 80 年代以来,流域水质呈逐年恶化趋势^[1]。淮河干流水质断面污染物年通量值相差悬殊^[2],淮河流域天然水化学特征不同区域之间差异大且受人类活动和水污染影响,近期发生较大变化^[3]。自 1995 年开展大规模水污染防治工作以来,淮河流域水质得到了一定的改善^[4]。笔者根据淮河中游 1998 ~ 2007 年典型水质监测断面的水质监测资料,从时间和空间两个层面探讨淮河中游水环境的近期演变情况,旨在对近

年来淮河水污染治理的成效进行客观评价,也为今后水污染的全面治理和决策提供科学依据。

1 研究区域及资料来源

研究的范围为淮河中游河段。选取的淮河干流典型监测断面由上游到下游依次为淮滨、王家坝、鲁台子、淮南大涧沟、蚌埠闸、吴家渡和临淮关 7 个站点,水质数据为淮河流域水资源保护局 1998 ~ 2007 年的原始水质监测数据。水质评价依据 GB 3838—

2002《地表水环境质量标准》中的相关标准限值。为了系统探讨淮河中游河段水质变化趋势,本文分别从水质的年内变化、年际变化以及沿程变化等几个方面进行分析,重点讨论淮河流域的典型污染物:有机物(以高锰酸盐指数表示, COD_{Mn})和氨氮($\text{NH}_4^+ - \text{N}$)。

2 淮河中游水质的时间序列变化

2.1 氨氮($\text{NH}_4^+ - \text{N}$)的年内变化

按照淮河中游监测站点的沿程分布以及资料获取的时间分布,分别选取鲁台子、蚌埠闸和临淮关3个监测断面2000年和2006年的水质监测资料来分析水体中主要污染物质($\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 和 COD_{Mn})的年内变化情况。图1给出了 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 质量浓度年内变化趋势。

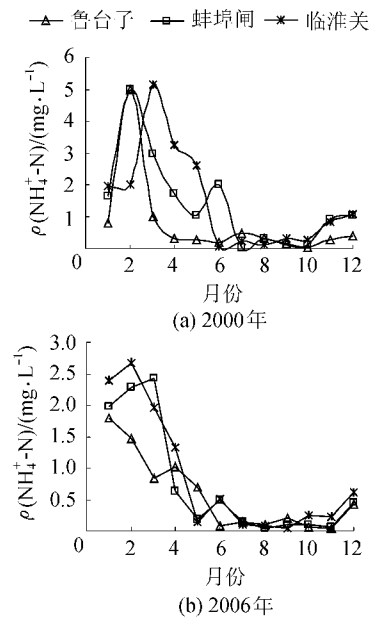


图1 淮河干流3个典型监测断面 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 质量浓度年内变化

由图1可以看出,3个监测断面2006年的 $\rho(\text{NH}_4^+ - \text{N})$ 较2000年的 $\rho(\text{NH}_4^+ - \text{N})$ 虽然有一定差异,但是却表现出了非常相似年内逐月变化规律,而且 $\rho(\text{NH}_4^+ - \text{N})$ 年内变化也表现出相似的变化趋势。在枯水期1、2、3月份的 $\rho(\text{NH}_4^+ - \text{N})$ 较高;自3月份之后, $\rho(\text{NH}_4^+ - \text{N})$ 开始迅速降低,在丰水期的6~10月份之间达到年内最低值;在11月份之后, $\rho(\text{NH}_4^+ - \text{N})$ 又开始逐渐升高。淮河流域水体每年4~10月份水温都超过了15℃,适宜于水中微生物繁殖和代谢,有利于排放到河水中的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 生物降解。

2.2 有机物(COD_{Mn})的年内变化

淮河中游有机污染物的年内变化趋势如图2所示。由图2可以看出3个断面2006年的 $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 较2000年有明显降低,但是 $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 的年内逐月变化在不同监测断面和不同年度之间也表现出了非常相似的变化趋势,最大值均出现在每年的2月份,

其他月份的 $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 并没有太明显的差异,夏季 $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 要低于冬季。

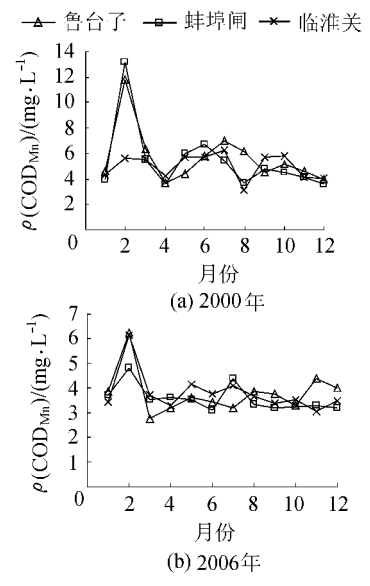


图2 淮河干流3个典型监测断面 $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 的年内变化

2.3 污染物的年际变化趋势

淮河中游3个典型监测断面的 COD_{Mn} 和 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 质量浓度的年际时间序列(1998~2007年)分析如图3所示。

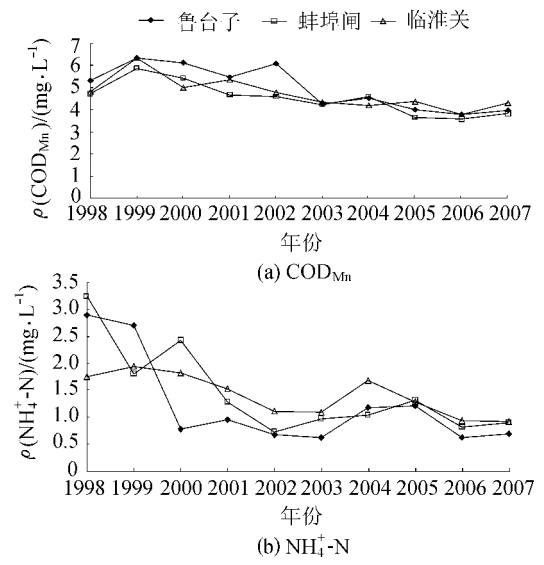


图3 典型断面 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 和 COD_{Mn} 的质量浓度年际变化

由图3可以看出,淮河中游河段水体中 $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 1998~1999年呈现升高的趋势,自2000年后直到2003年逐渐降低,2004年又有所升高,之后再次逐渐降低。 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的质量浓度年际变化与 COD_{Mn} 相似,但是其在2004年的浓度升高幅度要远高于 COD_{Mn} 的变化幅度。总体上从时间序列来看,淮河中游河段的2种主要污染物质浓度(COD_{Mn} 和 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$)呈现逐渐降低的趋势,即水质有所改善。

3 淮河中游河段水质的空间序列变化

根据2000年、2003年和2006年淮河中游河段的水质

监测资料 对水体中的主要污染物 COD_{Mn} 和 NH_4^+-N 的质量浓度沿程变化情况进行分析 结果如图 4 所示。

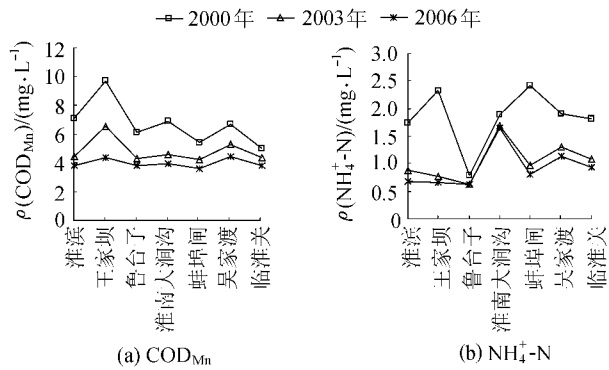


图 4 $\rho(\text{COD}_{\text{Mn}})$ 和 $\rho(\text{NH}_4^+-\text{N})$ 在淮河中游的沿程变化

由图 4 可以看出 水体中 COD_{Mn} 的质量浓度分布 在各分析年度中表现出相似的变化规律。王家坝与 淮河上游的淮滨断面相比 污染物浓度明显升高 说明 洪汝河的水质对淮河干流水质具有重要的影响。经过 王家坝之后 淮河干流的有机物污染有所改善 但是 由于接纳了沿途的淮南市和蚌埠市工业污水及生活 废水 淮南大涧沟和吴家渡断面的 COD_{Mn} 质量浓度 又有所升高。 NH_4^+-N 质量浓度沿程变化与有机物 污染有所区别 洪汝河的水质对淮河干流的氨氮浓度 影响要小一些 而经过淮南大涧沟和吴家渡之后氨氮 浓度均有一个明显的上升趋势 这可能是由于这 2 个 断面分别接纳了淮南市和蚌埠市的城市污水而导致水 质变差 由于蚌埠闸蓄水作用 使集水面积增大 水质 净化作用增强 水质又得到较大的改善 经过蚌埠市后 由于接纳了蚌埠市城市污水而导致水质再次变差。

此外 由图 4 还可以看出 2000 年淮河干流的 COD_{Mn} 达到地表水环境质量标准中的 IV 类水质标准 (除王家坝外) 而 NH_4^+-N (除了鲁台子之外) 均超过了 IV 类水质标准 王家坝和蚌埠站断面的氨氮甚至 超过劣 V 类水质标准。2003 年之后 除了王家坝断面 外 其他断面 COD_{Mn} 的浓度均达到了 III 类水质标准 除了淮南大涧沟断面外 其他断面 NH_4^+-N 浓度 均达到了 IV 类水质标准。这表明淮河中游水污染逐 渐转变为氨氮型污染。

4 淮河中游水质演变趋势综合评价

4.1 评价方法

采用综合污染指数评价法——A 值法^[5]分析淮 河中游河段水质的演变趋势。

有机污染综合指数计算公式为

$$A = \frac{L_{\text{BOD}_5}}{C_{\text{BOD}_5}} + \frac{L_{\text{COD}_{\text{Mn}}}}{C_{\text{COD}_{\text{Mn}}}} + \frac{L_{\text{NH}_4^+-\text{N}}}{C_{\text{NH}_4^+-\text{N}}} + \frac{8 - L_{\text{DO}}}{8 - C_{\text{DO}}} \quad (1)$$

式中: L 为水质指标监测值, mg/L ; C 为水质指标评

价标准值, mg/L 鉴于淮河流域地表水质状况及治 理目标 本文按照 GB 3838—2002《地表水环境质量 标准》选用 III 类水质标准计算 A 值。A 值法评价 分级标准为: $A = 0 \sim 1$, 为水质良好; $A = 1 \sim 2$, 为水 质一般; $A = 2 \sim 3$, 为水质开始污染; $A = 3 \sim 4$, 为水 质中等污染; $A > 4$, 为水质严重污染。

4.2 水质有机污染综合指数的空间序列变化

根据淮河中游河段 1998 ~ 2007 年典型监测断 面的监测数据 经过计算可得淮河中游河段 A 值的 沿程变化趋势 见图 5。

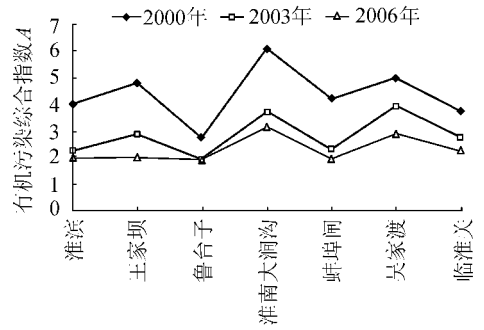


图 5 淮河中游 A 值的沿程变化

由图 5 可以看出 淮河中游沿程不同监测断面 的水污染状况呈随着时间逐渐减小的趋势。2000 年的水质 A 值评价结果表明 除了鲁台子段和临淮 关段水质分别处于轻污染和中度污染之外 淮河中 游其他河段的水质均处于严重污染状态 其中污染 最严重的是淮南大涧沟段。与 2000 年相比 2003 年 淮河中游的水体污染明显减轻 尤其是淮南大涧沟 上游水质得到明显改善 均处于轻微污染状况 淮南 大涧沟和吴家渡段依然处于中度污染状态。2006 年后 淮河中游的水体得到进一步改善 只有淮南大 涧沟和吴家渡段处于轻度污染状态。纵观 3 个分析 年度淮河中游的水质沿程变化情况 可以看出 淮河 中游的上游段水质要明显好于下游段水质。

4.3 水质有机污染综合指数的时间序列变化

图 6 为 1998 ~ 2007 年淮河中游河段 A 值年际 变化趋势 可见淮河中游水质呈逐渐改善的趋势。 自 1998 年之后 各监测断面的 A 值逐年减小 这说

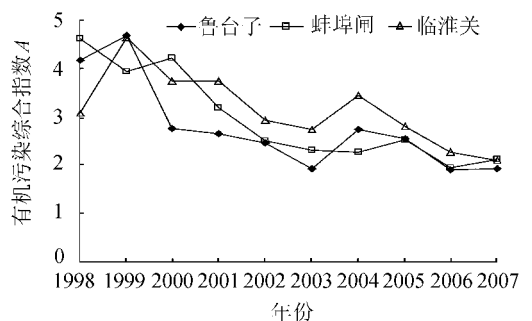


图 6 淮河中游 A 值的年际变化

明淮河流域 1997 年底的“零点行动”和 2000 年“淮河水变清”行动在改善淮河水质方面发挥了巨大作用,入河污染物大量减少。2004 年,由于淮河再次出现了大范围的污染,导致各监测断面的 A 值出现了升高现象,但是随之又开始降低,即淮河流域水质又呈逐渐改善的趋势。

淮河中游水质年际变化的分析结果表明,淮河中游水质近年来得到了较大的改善,但是由于淮河流域的降水和径流季节性变化显著,因此其水质也具有明显的季节性变化,这点可以从 2005~2007 年淮河中游水质总平均 A 值的逐月变化情况看出,如图 7 所示。

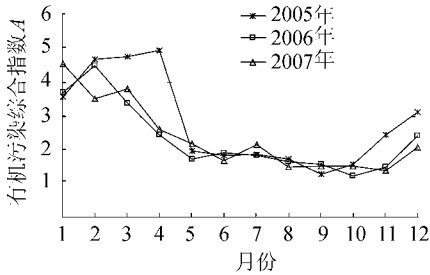


图 7 2005~2007 年淮河中游有机污染综合指数

由图 7 可以看出,丰水期淮河中游水质较好,多数处于水质“一般”状态;每年的 12 月至次年的 3 月,水质明显较差,多数处于中等污染或是严重污染状态;每年的 2~5 月,淮河中游径流量并无明显差异,即水体对污染物的稀释作用不会有明显的差异,但是 A 值迅速降低。每年 2~5 月,随着气温回暖,水温也不断升高,水生植物种群密度和生物量不断增加,水生植物的光合作用促使植物体不断地从水体及沉积物中吸收生命活动所需的大量营养盐,水生植物净化水质,改善水环境的生态功能;同样,进入 12 月之后,随着水温逐步降低,水生植物生长停滞,进入越冬休眠期,不能越冬的种群植株则死亡、腐败分解,加大向水体中转移有机碎屑和营养盐类的强度,导致水质逐渐变差^[6-7]。在进行防洪等水利设施建设时,应当充分考虑到水生生物生存的空间和环境,有效利用水生生物净化水质的作用,从而使水环境得到有效改善。

4.4 水质有机污染综合指数的组成结构分析

表 1 给出了淮河中游河段 4 个污染物指标对 A 值的贡献率情况,由表 1 可以看出,淮河中游水体中超标最严重的污染物是氨氮。

表 1 淮河中游河段污染物对 A 值的贡献率

污染物指标	NH ₄ ⁺ -N	COD	BOD ₅	DO
A 值贡献率/%	40	28	26	6

业在沿淮 4 省的产业结构中仍占有较大比重,农业用水占全部用水的 70% 以上。在美国,60% 的水环境污染是由非点源污染造成的,其中农业非点源污染占 75% 左右。在我国,农业非点源污染已成为影响水体环境质量的一个重要因素,如太湖流域的化肥使用量已从 20 世纪 80 年代中期的 400 kg/hm² 增加到 90 年代末的 800 kg/hm²,而氮肥的利用率只有 25%~35%,当季使用过量的氮肥将随降雨径流和渗漏排入沟渠河流,造成河流水体氨氮污染问题加剧^[8]。由此表明,对于淮河流域水体污染而言,随着工业和城镇点源污染治理的深入,农业非点源污染将对淮河流域水污染的贡献率逐渐增大。

5 结论

a. 淮河中游 COD_{Mn} 和 NH₄⁺-N 浓度的年际变化分析结果表明,淮河中游河段的 2 种主要污染物质 (COD_{Mn} 和 NH₄⁺-N) 浓度呈现逐渐降低趋势,即水质得到有效改善,这表明从 1995 年开始的全流域水污染治理工作已经取得了显著成效。但是,丰水期(6~9 月)与枯水期(11~4 月)水质差异明显,枯水期水污染严重,多数河段水质为中等污染或是严重污染。

b. 淮河中游水体水质的沿程变化分析以及有机污染综合指数评价结果表明,淮河流域整体水质有所改善,上游水质要好于下游,淮南大涧沟段和吴家渡段为淮河中游的重点污染区域和主要污染物输入区域。

c. 淮河流域水体污染将逐渐转变为氨氮型污染。

参考文献:

- [1] 谭炳卿,吴培任,宋国君.论淮河流域水污染及其防治[J].水资源保护,2005,21(6):4-10.
- [2] 王晖.淮河干流水质断面污染物年通量估算[J].水资源保护,2004,20(6):37-39.
- [3] 程绪水,贾利,程西方.淮河流域及山东半岛天然水化学特征分析[J].水资源保护,2005,21(3):15-18.
- [4] 葛继志,陈巨华,万一.淮河水污染及其治理的现状和展望[J].安徽大学学报:自然科学版,2000,24(2):103-106.
- [5] 张勇,王云,叶文虎.上海市地表水水质近 20 年的变化[J].环境科学学报,2002,22(2):247-251.
- [6] 毛剑英,朱建平.近年来淮河干流氮污染状况与变化趋势[J].中国环境监测,2003,19(5):41.
- [7] 程西方,贾利,刘华春.淮河流域水质及回顾分析[J].水资源保护,2001,17(3):19-22.
- [8] 姜翠玲,崔广柏,范晓秋,等.沟渠湿地对农业非点源污染物的净化能力研究[J].环境科学,2004,25(2):125-128.

(收稿日期 2008-12-21 编辑 张志琴)