

# 淮河蚌埠至临淮关段表层水质分析与评价

李粉茹 段立珍 朱兰保

(安徽技术师范学院 安徽 凤阳 233100)

**摘要** 对 2003 年 12 月~2004 年 7 月淮河蚌埠至临淮关段的 4 个断面水样进行了 13 个项目的分析,用地表水环境质量和内梅罗指数法对各监测断面的表层水质进行评价,用等标污染负荷法分析了各断面的污染负荷和研究河段的主要污染指标。结果表明:不同时期各断面的水质指数不同,水质处于清洁到污染水平;各断面的污染负荷比较接近。研究河段的主要污染指标为  $\text{NH}_3\text{-N}$ ,在不同时期其污染负荷变化在 19.73%~22.91%,其次为  $\text{BOD}_5$ 、 $\text{COD}_{\text{Cr}}$  和 TP,冬、春、夏季其污染负荷比在 10% 以上。

**关键词** 淮河 水质分析 水质评价

中图分类号 :X52 文献标识码 :A 文章编号 :1004-693X(2005)05-0073-04

## Analysis and assessment of surface water quality of Huaihe River ranged from Bengbu to Linhuaiguan

LI Fen-ru , DUAN Li-zhen , ZHU Lan-bao

(Anhui Technical Teachers College , Fengyang 233100 , China )

**Abstract** Thirteen indices of water samples at 4 cross sections of the Huaihe River ranged from Bengbu to Linhuaiguan were analyzed based on the data from December , 2003 to July , 2004. Surface water quality of each cross section was assessed by use of the National Environmental Quality Standard for Surface Water and Nemero index , and the pollution loads and the main pollution indices were analyzed by use of equal standard pollution load method. The results show that water quality indexes of different sections vary with time , and that water quality changes from clean to polluted. The pollution loads of different sections are close to each other , the main pollution index being  $\text{NH}_3\text{-N}$  , whose pollution loads are 19.73%~22.91% , and the secondary main pollution indices being  $\text{BOD}_5$  ,  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  and TP , whose pollution loads are beyond 10% in winter , spring and summer.

**Key words** Huaihe River ; water quality analysis ; water quality assessment

自 20 世纪 80 年代开始,淮河水污染逐步加剧,水污染已成为制约淮河流域经济发展的重要因素之一,加剧了水资源短缺的矛盾。为初步了解淮河蚌埠至临淮关段的表层水质,本文在多次测定的基础上,分别于不同时间取蚌埠闸、淮河公路桥、夹河滩和临淮关 4 个断面垂线下 50cm 处的水样进行分析,并对这一河段的表层水质状况进行初步评价。

蚌埠闸(断面 1)、淮河公路桥(断面 2)、夹河滩(断面 3)和临淮关(断面 4),蚌埠市区处于断面 1~2 间。

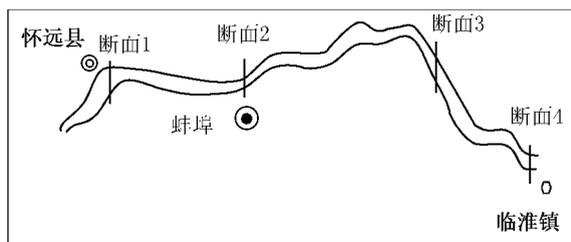


图 1 采样断面示意图

### 1 监测布设与方法

#### 1.1 分析区域与采样断面

本次分析与评价区域为淮河流域蚌埠至临淮关段,共取 4 个采样断面(图 1),从上游至下游分别为

#### 1.2 采样点布设和监测时间

对上述各监测断面设左、中、右 3 条垂线,在每条垂线下的 50cm 处各设一个采样点,分别于 2003

年 12 月、2004 年 3 月和 7 月进行采样测定,每次测定 5 d,每天采样 1 次。

### 1.3 分析项目及方法

pH 值 玻璃电极法<sup>[1]</sup>;DO:碘量法<sup>[1]</sup>;COD<sub>Cr</sub>:重铬酸钾法<sup>[1]</sup>;BOD:20℃ 培养 5 d;总磷:钼蓝比色法<sup>[2]</sup>;总锌:原子吸收分光光度法<sup>[3]</sup>;总铜:原子吸收分光光度法<sup>[3]</sup>;NH<sub>3</sub>-N:酚二磺酸分光光度法<sup>[2]</sup>;氨态氮:比色法;SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>:BaCl<sub>2</sub> 沉淀法<sup>[4]</sup>;F<sup>-</sup>:电极法<sup>[3]</sup>;硫化物:对氨基二甲基苯胺比色法;Cr<sup>6+</sup>:比色法。

### 1.4 评价方法

采用 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》进行水质评价。

一般项目的单项水质参数评价指数<sup>[5]</sup>

$$I_i = (C_i) / (S_i)$$

式中: $I_i$  为某污染因子的单项指数; $C_i$  为  $i$  污染物的质量浓度,mg/L; $S_i$  为水质参数  $i$  的地表水质标准值,mg/L。

DO 的评价指数<sup>[5]</sup>

$$I_{DO} = (\alpha DO_i) - (\alpha DO_j) / (\alpha DO_i) - (\alpha DO_s)$$

式中: $\alpha DO_i = 468 / (31.6 + t)$ ; $I_{DO}$  为溶解氧的单项指数; $\alpha DO_j$  为实测 DO 的质量浓度,mg/L; $\alpha DO_s$  为 DO 的地面水质标准值,mg/L; $t$  为水温,℃。

pH 值的评价指数<sup>[5]</sup>

$$I_{pH} = (7.0 - C_{pH_j}) / (7.0 - C_{pH_{sd}}) \quad (C_{pH_j} \leq 7.0)$$

或

$$I_{pH} = (C_{pH_j} - 7.0) / (C_{pH_{sv}} - 7.0) \quad (C_{pH_j} > 7.0)$$

式中: $I_{pH}$  为 pH 值的单项指数; $C_{pH_j}$  为监测断面的 pH 值; $C_{pH_{sd}}$  为地表水水质标准中规定的 pH 值下限; $C_{pH_{sv}}$  为地表水水质标准中规定的 pH 值上限。

内梅罗指数 (N. L Nemerow 指数)<sup>[5]</sup>

$$I = \sqrt{0.5 (I_{i_{最大}}^2 + I_{i_{平均}}^2)}$$

式中: $I$  为内梅罗综合指数; $I_{i_{最大}}$  为各分指数的最大

值; $I_{i_{平均}}$  为各分指数的平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同时期各断面的水质状况

不同时期各断面的水质状况见表 1。

因为淮河该段为集中式生活饮用水地表水源地,所以本次评价所选用的标准为 GB3838—2002《地表水环境质量标准》中的Ⅲ类水质标准。研究河段各断面垂线下 50 cm 处各监测项目的测定结果见表 1,单项污染指数与各断面的内梅罗指数见表 2。水质污染状况分级标准<sup>[5]</sup>:当内梅罗指数小于 1.0 时,水质处于清洁水平;当内梅罗指数为 1.0~2.0 时,水质处于轻污染水平;当内梅罗指数大于 2.0 时,水质处于污染水平。

可见,监测时间不同,同一断面的各个监测项目的测定值也不同。但同一项目的测定值均以蚌埠闸断面和临淮关断面较低,淮河公路桥断面和夹河滩断面较高(DO 和 pH 值除外)。这主要由于蚌埠闸断面处于蚌埠市上游,没有或很少受到蚌埠市各种污水的影响,而淮河公路桥断面接纳了部分的蚌埠市生活废水和工业污水,夹河滩断面上游有排污口和临淮关断面之前的稀释作用有关。在 13 个监测项目中,接近或超过标准的项目主要为 NH<sub>3</sub>-N、TP、BOD<sub>5</sub> 和 COD<sub>Cr</sub>,其中 NH<sub>3</sub>-N 超标 1.19~2.76 倍,且在 15 次采样中 4 个断面全部超标,总磷、BOD<sub>5</sub> 和 COD<sub>Cr</sub> 超标次数也较多,15 次采样中 4 个断面分别超标 42 次、36 次和 31 次,但超标倍数均小于 1.8。其余各项指标的监测值在多次监测中都低于评价标准。夹河滩断面的 DO 指数较高,这与夹河滩断面上游 100 m 左右处的一个排污口排入的水 DO 过少有关(为了方便采样和了解该排污口对淮河水的影响,采样时仍选用了该断面)。从不同时期的测定结果看,多数断面的各项指标在冬季值较大,夏季值较小,这与不同时期的流量有关。

表 1 不同时期的水质监测结果与评价标准值

监测时间	监测断面	$\alpha(BOD_5)$	$\alpha(COD_{Cr})$	$\alpha(NH_3-N)$	$\alpha(NO_3-N)$	$\alpha(TP)$	$\alpha(Cr^{6+})$	$\alpha(F^-)$	$\alpha(S^{2-})$	$\alpha(SO_4^{2-})$	$\alpha(Zn^{2+})$	$\alpha(Cu^{2+})$	$\alpha(DO)$	pH 值
2003 年 12 月	蚌埠闸	4.9	24.1	1.38	3.03	0.25	0.040	0.380	0.036	69	0.015	—	7.6	6.94
	淮河公路桥	6.1	25.0	2.05	3.43	0.28	0.040	0.276	0.033	71	0.010	—	7.1	7.61
	夹河滩	2.6	24.9	2.18	2.54	0.25	0.043	0.252	0.042	73	0.026	—	4.1	7.49
	临淮关	4.4	26.4	1.21	2.57	0.26	0.039	0.248	0.037	66	0.021	—	6.5	7.67
2004 年 3 月	蚌埠闸	4.2	21.9	1.72	4.49	0.20	0.040	0.389	0.031	73	0.015	—	7.8	6.85
	淮河公路桥	5.3	19.8	2.27	3.68	0.20	0.041	0.398	0.027	65	0.015	—	9.8	6.90
	夹河滩	4.9	27.5	2.76	4.70	0.23	0.052	0.380	0.038	71	0.025	—	4.2	7.11
2004 年 7 月	临淮关	4.1	25.8	1.28	4.43	0.19	0.035	0.380	0.036	75	0.020	—	5.6	7.17
	蚌埠闸	4.3	20.9	1.51	3.55	0.18	0.038	0.371	0.030	71	0.014	—	7.3	6.86
	淮河公路桥	4.8	23.4	2.02	3.5	0.23	0.041	0.392	0.030	69	0.014	—	6.9	7.11
	夹河滩	4.3	26.9	1.96	4.59	0.25	0.047	0.363	0.035	73	0.020	—	4.7	7.34
Ⅲ类水质评价标准值	临淮关	4.0	22.6	1.19	4.11	0.21	0.039	0.357	0.033	71	0.019	—	5.2	7.26
		4.0	20.0	1.00	10.00	0.20	0.050	1.000	0.050	250	1.000	1.0	5.0	6~9

注:表中数据为 5 次测定平均值,Cu<sup>2+</sup> 均未检出,除 pH 值外,其余量的单位均为 mg/L。

表 2 单项指标和内梅罗指数

监测时间	监测断面	$\rho(\text{BOD}_5)$	$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})$	$\rho(\text{NO}_3\text{-N})$	$\rho(\text{TP})$	$\rho(\text{Cr}^{6+})$	$\rho(\text{F}^-)$	$\rho(\text{S}^{2-})$	$\rho(\text{SO}_4^{2-})$	$\rho(\text{Zn}^{2+})$	$\rho(\text{Cu}^{2+})$	pH 值	$\rho(\text{DO})$	内梅罗指数
2003 年 12 月	蚌埠闸	1.225	1.205	1.380	0.303	1.250	0.800	0.380	0.720	0.276	0.015	—	0.090	0.205	1.065
	淮河公路桥	1.525	1.250	2.050	0.343	1.400	0.800	0.276	0.660	0.284	0.010	—	0.305	0.358	1.534
	夹河滩	0.650	1.245	2.180	0.254	1.250	0.860	0.252	0.840	0.292	0.026	—	0.245	1.245	1.623
	临淮关	1.100	1.320	1.210	0.257	1.300	0.780	0.248	0.740	0.264	0.021	—	0.335	0.541	1.020
2004 年 3 月	蚌埠闸	1.050	1.095	1.720	0.449	1.000	0.800	0.389	0.620	0.292	0.015	—	0.150	0.144	1.277
	淮河公路桥	1.325	0.990	2.270	0.368	1.000	0.820	0.398	0.540	0.260	0.015	—	0.100	0.468	1.664
	夹河滩	1.225	1.375	2.760	0.470	1.150	1.040	0.380	0.760	0.284	0.025	—	0.055	1.245	2.027
	临淮关	1.025	1.290	1.280	0.443	0.950	0.700	0.380	0.720	0.300	0.020	—	0.085	0.817	0.990
2004 年 7 月	蚌埠闸	1.075	1.045	1.510	0.355	0.900	0.760	0.371	0.600	0.284	0.014	—	0.020	0.297	1.128
	淮河公路桥	1.200	1.170	2.020	0.350	1.150	0.820	0.392	0.600	0.276	0.014	—	0.055	0.419	1.492
	夹河滩	1.075	1.345	1.960	0.459	1.250	0.940	0.363	0.700	0.292	0.020	—	0.170	1.092	1.451
	临淮关	1.000	1.130	1.190	0.411	1.050	0.780	0.357	0.660	0.284	0.019	—	0.130	0.939	0.893

注： $\rho(\text{Cu}^{2+})$ 均未检出，表中数据除 pH 值、内梅罗指数外，其余量的单位均为 mg/L。

从内梅罗指数和分级标准看，冬季时 4 个断面均为轻污染水平，其中淮河公路桥断面和夹河滩断面的综合指数较高，蚌埠闸断面和临淮关断面接近清洁水平，春季时蚌埠闸断面和淮河公路桥断面为轻污染水平，夹河滩断面为污染水平，临淮关断面为清洁水平，夏季时蚌埠闸断面、淮河公路桥断面和夹河滩断面为轻污染水平，临淮关断面为清洁水平。在 4 个断面中，夹河滩断面和淮河公路桥断面水质较差，临淮关断面水质较好，这是因为淮河公路桥断面接纳了部分的蚌埠市工业污水和生活废水，故污

染稍为严重一些，夹河滩断面因完全接纳蚌埠市内外各种废水并充分混合，且其上游 100 m 左右处有一个排污口，污染更为严重，临淮关断面可以作为削减断面来解释，水体到达该断面以前污染物质经过稀释扩散作用使其浓度显著降低，所以其水质要好于夹河滩断面。与以往的研究结果<sup>[7]</sup>比较，水质有所改善，表明近两年的水环境治理取得了一定成效。

## 2.2 污染负荷和主要污染指标

各断面各污染物质的污染负荷及其负荷比见表 3。

表 3 污染负荷及负荷比

监测时间	采样断面	等标污染负荷 $P_i$ ( $\text{t}\cdot\text{d}^{-1}$ )											某一断面的污染负荷 $P_n$ ( $\text{t}\cdot\text{d}^{-1}$ )	某一断面的污染负荷比 $K_n/\%$
		BOD <sub>5</sub>	COD <sub>Cr</sub>	NH <sub>3</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	TP	Cr <sup>6</sup>	F <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2</sup>		
2003 年 12 月	蚌埠闸	83.30	81.94	93.84	20.60	85.00	54.40	25.84	48.96	18.77	1.02	—	513.67	24.18
	淮河公路桥	103.70	85.00	139.40	23.32	95.20	54.40	18.77	44.88	19.31	0.68	—	584.66	27.52
	夹河滩	44.20	84.66	148.24	17.27	85.00	58.48	17.14	57.12	19.86	1.77	—	533.74	25.12
	临淮关	74.8	89.76	82.28	17.48	88.40	53.04	16.86	50.32	17.95	1.43	—	492.32	23.17
某污染物的污染负荷 $P_m$		306.00	341.36	463.76	78.67	353.60	220.32	78.61	201.28	75.89	4.90	—	2124.39	
某污染物的污染负荷比 $K_m$		14.40	16.07	21.83	3.70	16.64	10.37	3.70	9.47	3.57	0.23	—		
2004 年 3 月	蚌埠闸	73.50	76.65	120.40	31.43	70.00	56.00	27.23	43.40	20.44	1.05	—	518.57	22.90
	淮河公路桥	92.75	69.30	158.90	25.76	70.00	57.40	27.86	37.80	18.20	1.05	—	559.02	24.96
	夹河滩	85.75	96.25	193.20	32.90	80.50	72.80	26.60	53.20	19.88	1.75	—	662.83	29.60
	临淮关	71.75	90.30	89.60	31.01	66.50	49.00	26.60	50.40	21.00	1.40	—	497.56	22.21
某污染物的污染负荷 $P_m$		323.75	332.50	562.10	121.10	287.00	235.20	108.29	184.8	79.52	5.25	—	2239.51	
某污染物的污染负荷比 $K_m$		14.46	14.85	25.10	5.41	12.82	10.51	4.84	8.25	3.55	0.23	—		
2004 年 7 月	蚌埠闸	80.63	78.38	113.25	26.63	67.50	57.00	27.83	45.00	21.30	1.05	—	518.57	22.90
	淮河公路桥	90.00	87.75	151.50	26.25	86.25	61.50	29.40	45.00	20.70	1.05	—	599.40	26.47
	夹河滩	80.63	100.88	147.00	34.43	93.75	70.50	27.23	52.50	21.90	1.50	—	630.32	27.84
	临淮关	75.00	84.75	89.25	30.83	78.75	58.50	26.78	49.50	21.30	1.43	—	516.09	22.79
某污染物的污染负荷 $P_m$		326.26	351.76	501.00	118.14	326.25	247.5	111.24	192.00	85.20	5.03	—	2264.38	
某污染物的污染负荷比 $K_m$		14.41	15.53	22.13	5.22	14.41	10.93	4.91	8.48	3.76	0.22	—		

注：2003 年 12 月、2004 年 3 月和 2004 年 7 月河水流量分别为  $68 \times 10^6 \text{m}^3/\text{d}$ 、 $70 \times 10^6 \text{m}^3/\text{d}$  和  $75 \times 10^6 \text{m}^3/\text{d}$ ，研究河段的总污染负荷(DO 和 pH 值项未参与计算)分别为 2124.39 t/d、2239.51 t/d 和 2264.38 t/d。

(下转第 78 页)

量高,故应在该区找低氟水。如凿深井开采中深层冲湖积或冲积砂层中的水,同时对氟含量高的水层要严格封闭。但有些地区地下水水量贫乏,基岩埋深又在700m以上,而且基岩有可能是火成岩,这就给找水带来一定难度,是采取从远处调水的方式,还是打井,这需要核算调水和打深井的成本,综合考虑。

c. 汾河两岸一级阶地和市区附近,因废水污染而引起地下水中氟离子含量增加。要针对性地加强对废水管理,防止含氟废水入渗,因废水主要污染浅层地下水,为此可开采深层水作为生活饮用水水源,对浅层地下水要严格封闭,对这一区域的深层采样证实,深层水氟离子含量达标。

处理含氟的工业废水,当水量较大时,用石灰中和沉淀处理。水量较小时可以用钙盐-电凝聚和磷

酸钙沉淀法处理,该法是对现有的石灰沉淀法处理设施进行改造,从而提高了除氟率,废水处理后的水中氟离子质量浓度低于10mg/L,砷浓度、悬浮物、pH值等达标。当水量较小时以氟硅酸( $H_2SiF_6$ )形式从废气中回收氟,经加工后可分别制备氟硅酸钠、冰晶石( $NaAlF_6$ )及氟化铝( $AlF_3$ )等氟盐产品,对于大型磷肥厂生产排出的含氟废水(包括含氟尾气被水吸收后的含氟废水),可以采用土壤法处理,实现含氟废水池塘法闭循环,达到既对废水循环处理,又不排放废水的目的。

### 参考文献:

[1] 沈照理. 水文地球化学基础[M]. 北京:地质出版社, 1986. 142. (收稿日期 2004-06-29 编辑 高渭文)

(上接第75页)

废水中某种污染物的等标污染负荷  $P_i$  定为<sup>[6]</sup>

$$P_i = C_i/S_iQ_i \times 10^{-6}$$

即  $P_i = I_iQ_i \times 10^{-6}$

式中: $C_i$ 为*i*污染物的浓度,mg/L; $S_i$ 为水质参数*i*的地表水质标准,mg/L; $Q_i$ 为河水流量, $m^3/d$ 。

由于污染负荷计算时以实测浓度和评价标准的比值为基础,所以污染负荷可表示不同污染物的污染效应,可以进行相加以计算总的污染效应。某一断面的等标污染负荷为该断面各种污染物的等标污染负荷之和,即  $P_n = \sum P_i$ 。全流域的等标污染负荷为各断面的等标污染负荷之和,即  $P = \sum P_n$ 。同样,某污染物的等标污染负荷等于各断面该污染物的等标污染负荷之和,即  $P_m = \sum P_{i种污染物}$ 。据以上公式,可以计算出研究河段内各断面的污染负荷比( $K_n = P_n/P \times 100\%$ )和某污染物的等标污染负荷比( $K_m = P_m/P \times 100\%$ )。

由表3可见,在不同的监测时期,各断面的污染负荷比(不包括DO和pH值)比较接近,均在25%左右,但均以临淮关断面负荷比最小,表明在研究河段内,不同断面的污染负荷变化不大。冬季时,淮河公路桥断面的污染负荷比较大,这可能与蚌埠市大量的工业废水和生活污水直接排入有关,春、夏季时夹河滩断面的污染负荷比较大,这与排污口冬季排污量少、春、夏季排污量多有关。

在研究河段,无论是什么时间测定,均以氨氮的污染负荷和负荷比较大,冬、春、夏季其污染负荷分别为463.76t/d、562.10t/d和501.00t/d,其负荷比分别为21.83%、25.10%和22.13%。其次为BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Cr</sub>和TP,在冬、春、夏季其污染负荷比均在10%以上,其中BOD<sub>5</sub>的污染负荷比在14.40%~14.46%

之间,COD<sub>Cr</sub>的污染负荷比在14.85%~16.07%之间,TP的污染负荷比在12.82%~16.64%之间。表明研究河段受有机污染物和含磷污染物质的影响较为明显,这与该河段接纳了大量的蚌埠市工业废水和生活污水有关。所以在今后的污染防治方面,要控制污染物特别是有机污染物和含磷污染物的排放,以改善该段河流的水质。

### 3 结论

a. 用地表水Ⅲ类水质标准和内梅罗指数评价淮河蚌埠闸到临淮关段的表层水质,不同时期各断面的水质在清洁—污染水平,其中夹河滩断面和淮河公路桥断面水质较差,临淮关断面水质较好。

b. 在研究河段,不同时期各断面的污染负荷比较接近,河段的主要污染指标为NH<sub>3</sub>-N,其污染负荷比在21.83%~25.01%,其次为COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>和TP,冬、春、夏季其污染负荷比均在10%以上。

### 参考文献:

[1] 奚旦立,孙裕生,刘秀英. 环境监测[M]. 北京:高等教育出版社,1995.  
[2] 城乡建设环境保护部环境保护局. 环境监测分析方法[M]. 北京:中国环境科学出版社,1986.  
[3] 张剑荣,戚苓,方惠群. 仪器分析实验[M]. 北京:科学出版社,1999.  
[4] 武汉大学. 分析化学实验(第三版)[M]. 北京:高等教育出版社,1994.  
[5] 丁桑岚. 环境评价概论[M]. 北京:化学工业出版社,2002.  
[6] 程晓如,陈永祥,方正,等. 武汉东湖西南区外源污染源调查与评价[J]. 环境科学与技术,2001,9(4):40~42.  
[7] 程西方,贾利,刘春华. 淮河流域水质及回顾分析[J]. 水资源保护,2001(3):9~11.

(收稿日期 2004-03-20 编辑 高渭文)