

渭河干流陕西段水体中 COD_{Mn} , $\text{NH}_3\text{-N}$ 的时空变化特征

陈亚萍¹, 康永祥²

(1. 杨凌职业技术学院 水利系, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 渭河是陕西省的第一大河, 然而近年来渭河水体污染严重, 阻碍了区域经济的发展。依据 1991) 2002 年渭河水质监测资料, 对渭河干流陕西段水质主要污染指标 COD_{Mn} , $\text{NH}_3\text{-N}$ 的时空变化特征及其产生的原因进行了分析研究。(1) 渭河陕西段污染严重, 其中咸阳铁路桥为 COD_{Mn} 污染最严重的断面; 卧龙寺桥、虢镇桥、兴平是 $\text{NH}_3\text{-N}$ 污染较严重的断面。(2) 从 90 年代以来该流域的污染呈加重的趋势。1996 年 $\text{NH}_3\text{-N}$ 污染最为严重, 1995 年 COD_{Mn} 最高。(3) 造纸企业排放的污水是造成渭河流域 COD_{Mn} 污染的主要污染源; 农田大量化肥的施用以及化肥工业废水的排放是造成渭河 $\text{NH}_3\text{-N}$ 污染的主要原因。

关键词: 渭河流域; 污染因子; 时空变化

文献标识码: A

文章编号: 1000) 288X(2006)04) 0048) 04

中图分类号: X824

Temporal and Spatial Characteristics of Variation in COD_{Mn} and $\text{NH}_3\text{-N}$ in Weihe River of Shaanxi Province

CHEN Ya2ping¹, KANG Yong2xiang²

(1. Department of Water Conservancy, Yangling Vocational and Technical College, Yangling, Shaanxi 712100, China;
2. Forestry College, Northwest University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The Weihe River is the greatest river in Shaanxi Province. Its water pollution becomes very serious in recent years and has restricted the development of local economy. The temporal and spatial characteristics of variation in the pollution indexes of COD_{Mn} and $\text{NH}_3\text{-N}$, and the reasons for the variation were analyzed based on the data of water quality observed from 1991 to 2002. Results show that the Weihe River has been polluted seriously, in which the most serious COD_{Mn} pollution was observed at the Xianyang Railway Bridge, and the serious $\text{NH}_3\text{-N}$ pollution was also observed at the Wolongsi Bridge, the Guozhen Bridge and Xingping City. Pollution of the river has become more and more serious since 1990. s, with the highest value of $\text{NH}_3\text{-N}$ observed in 1996 and the highest value of COD_{Mn} , in 1995. The polluted water from paper mills is the main source of COD_{Mn} pollution, and chemicals applied on farmland and the discharge of waste water by fertilizer industries is the main reason for $\text{NH}_3\text{-N}$ pollution.

Keywords: Weihe River; pollution factor; temporal and spatial variation

渭河发源于甘肃省渭源县的鸟鼠山, 流经甘肃省、宁夏回族自治区、陕西省共计 26 个县市, 至潼关入黄河, 全长为 818 km, 总流域面积为 $6.25 \times 10^4 \text{ km}^2$, 陕西省境内河长共计 502 km, 流域面积为 $3.38 \times 10^4 \text{ km}^2$, 分别占渭河全长和总流域面积的 61.37% 和 53.79%^[1]。

渭河是陕西省的“母亲河”/“生命河”。该流域不仅是陕西省政治、文化的中心区域, 而且是陕西省经济最为活跃的地区, 其工业产值占全省 90%, 农业产值占 50%^[2]。它的存在是陕西省关中地区传统农业灌溉的基础, 也是沿岸大中城市如西安、宝鸡、咸阳、渭南等现代文明的保障。然而, 现在的渭河接纳了陕

收稿日期: 2005204220

资助项目: 杨凌职业技术学院院内科研基金(A12005001)

作者简介: 陈亚萍(1963), 女(汉族), 陕西省凤翔县人, 副教授, 硕士, 主要从事水质监测与评价及水土保持的教学研究工作。E-mail: cyp2297@163.com。

通讯作者: 康永祥(1963), 男(汉族), 陕西省乾县人, 副教授, 硕士生导师, 主要从事生态学和森林植物学的教学研究工作。E-mail: kangchenj@yahoo.com.cn。

西省 78% 的工业污水和 86% 的生活污水^[3], 使渭河水质极度恶化, 各项指标严重超标, 水资源供需矛盾日趋紧张, 已成为制约陕西省经济发展的主要因素之一。尽管国家和省政府及地方政府都在致力于渭河的水污染治理, 并作了大量的监测治理工作, 采取了包括修建城镇污水处理厂, 关停小造纸企业等一系列措施, 但由于种种原因, 渭河污染状况依然严重。

本文根据陕西省环保局 1991) 2002 年渭河水质监测的断面资料, 对造成渭河水污染严重的 COD_{Mn}, NH₃-N 污染指标的时空变化特征进行了分析和研究, 寻根溯源并探讨解决问题的途径, 以利于为渭河治理的决策部门提供更为可靠的参考依据。

1 评价断面选择与评价标准

1.1 评价断面选择

为了全面反映渭河的水环境污染状况, 选择了渭河干流陕西段的 13 个监测断面(林家村、卧龙寺桥、虢镇桥、常兴桥、兴平、南营、咸阳铁桥、天江人渡、耿镇桥、新丰镇桥、沙王渡、树园、潼关吊桥)作为评价断面, 评价断面的控制河长 493 km。这些断面充分考虑了渭河流域的水系分布、主要污染源位置和河流功能区划, 能够准确代表渭河干流的水质状况。

1.2 评价指标、评价标准、评价方法

(1) 评价指标和标准。根据渭河污染源的特点(以工业污染源、生活污染源、农业污染为主), 本文选取污染较为严重的两个指标 COD_{Mn}, NH₃-N, 对渭河污染的时空变化进行分析和评价。评价标准(见表 1)依据 2002 年国家公布的地面水环境质量标准 GB3838) 2002。

表 1 地面水环境质量标准 GB3838) 2002 mg/L

项目	I	II	III	IV	V
COD _{Mn}	2	4	6	10	15
NH ₃ -N	0.15	0.50	1.00	1.50	2.00

(2) 评价方法。渭河水体污染采用指数法和分级评价法进行评价^[4]。

(3) 污染指数。单一指数 $I_i = C_i / S_i$

综合污染指数(均值型指数)

$$I = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{S_i}$$

式中: C_i) 监测值; S_i) 标准值(采用国标 GB3838) 2002 中的 3 级标准)

当 $I_i < 1.0$, 清洁; $I_i > 1.0$, 已污染; $I_i = 1.0$, 临界值。

2 渭河流域 COD_{Mn}, NH₃-N 污染因子的时空变化特征

2.1 渭河流域 COD_{Mn}, NH₃-N 污染因子空间变化特征

2.1.1 水质级别空间变化 根据 1991) 2002 年各断面水质连续监测资料, 统计分析计算出 12 a 各断面的平均值, 按照水环境质量标准, 划分水质级别(见表 2)。从表 2 可以看出, 除入陕林家村断面外, COD_{Mn}, NH₃-N 污染因子的综合污染类别在渭河干流均为劣 0 类水质, 其中 COD_{Mn} 达到劣 0 类的比例占评价断面总长的 67.1%, NH₃-N 达到劣 0 类的比例占评价断面总长的 78%, 综合污染类别达到劣 0 类的比例也占评价断面总长的 78%, 说明渭河已受到严重污染。

表 2 1991) 2002 年 12 a COD_{Mn}, NH₃-N 均值

断面	COD _{Mn}		NH ₃ -N		综合类别
	12 a 检测均值/(mg#L ⁻¹)	水质级别	12 a 检测均值/(mg#L ⁻¹)	水质级别	
林家村	5.14	0	0.79	0	0
卧龙寺桥	17.64	劣0	9.75	劣0	劣0
虢镇	15.02	劣0	8.67	劣0	劣0
常兴桥	7.44	0	2.14	劣0	劣0
兴平	20.48	劣0	9.79	劣0	劣0
南营	19.80	劣0	8.28	劣0	劣0
咸阳铁桥	45.8	劣0	7.94	劣0	劣0
天江人渡	36.6	劣0	6.19	劣0	劣0
耿镇桥	27.41	劣0	6.44	劣0	劣0
新丰镇桥	19.03	劣0	5.59	劣0	劣0
沙王渡	15.51	劣0	6.60	劣0	劣0
树园	24.78	劣0	6.06	劣0	劣0
潼关吊桥	15.36	劣0	5.82	劣0	劣0

2.1.2 COD_{Mn}, NH₃-N 污染因子的空间变化 通过各断面 COD_{Mn}, NH₃-N 的污染指数值的计算, 对其沿程的空间变化进行了分析(见图 1)。从图 1 中看出, 13 个监测断面中, NH₃-N 污染比 COD_{Mn} 污染更为严重, 且变幅较大。

NH₃-N 污染在卧龙寺桥、虢镇桥和兴平污染较为严重。COD_{Mn} 污染指数在咸阳铁路桥断面为最高, 处于峰值分界点, 是污染最严重的断面, 这是因为咸阳集中了多家工业企业, 而咸阳造纸厂、兴平造纸厂是造成咸阳断面 COD_{Mn} 污染的 2 个最大污染源^[5]。

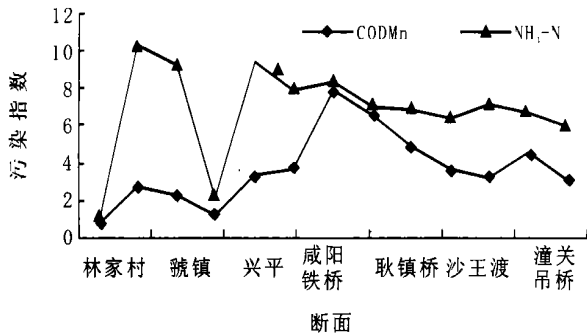


图 1 渭河 1991) 2002 年 COD_{Mn} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 污染指数变化情况

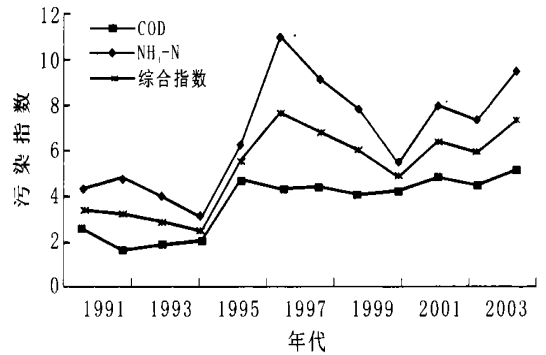


图 2 渭河 1991) 2002 年 COD_{Mn} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 污染指数变化情况

2.2 渭河流域 COD_{Mn} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的时间变化特征

2.2.1 水质级别时间变化 通过 13 个断面各年度的平均值, 按照水环境质量标准, 划分水质级别(见表 3)。从表 3 中看出: 1992) 1994 年的 COD_{Mn} 是 Ⅲ 类, 1995) 2002 年水污染持续加强, 达到劣 Ⅴ 类; $\text{NH}_3\text{-N}$ 污染从 1991) 2002 年一直处于劣 Ⅴ 类。由此可以看出: 渭河流域的 COD_{Mn} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 污染从 90 年代以来一直很严重, 且呈加重的趋势。

表 3 1991) 2002 年各断面均值 COD_{Mn} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 显示各年度水质级别

年份	COD_{Mn}		$\text{NH}_3\text{-N}$		综合类别
	检测平均/ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	水质级别	检测平均/ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	水质级别	
1991	15.44	劣 Ⅴ	4.27	劣 Ⅴ	劣 Ⅴ
1992	11.6	Ⅲ	4.84	劣 Ⅴ	劣 Ⅴ
1993	11.12	Ⅲ	3.96	劣 Ⅴ	劣 Ⅴ
1994	12.33	Ⅲ	3.06	劣 Ⅴ	劣 Ⅴ
1995	28.67	劣 Ⅴ	6.23	劣 Ⅴ	劣 Ⅴ
1996	28.08	劣 Ⅴ	11.04	劣 Ⅴ	劣 Ⅴ
1997	26.52	劣 Ⅴ	9.22	劣 Ⅴ	劣 Ⅴ
1998	24.22	劣 Ⅴ	7.87	劣 Ⅴ	劣 Ⅴ
1999	25.14	劣 Ⅴ	5.44	劣 Ⅴ	劣 Ⅴ
2000	28.78	劣 Ⅴ	7.97	劣 Ⅴ	劣 Ⅴ
2001	27.02	劣 Ⅴ	7.37	劣 Ⅴ	劣 Ⅴ
2002	31.0	劣 Ⅴ	9.53	劣 Ⅴ	劣 Ⅴ

2.2.2 COD_{Mn} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 污染因子时间变化特征

根据资料, 统计分析计算出 1991) 2002 年 13 个断面各年度的 COD_{Mn} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 污染指数值, 对其时间的变化特征进行了分析(见图 2)。

从图中可以看出, 氨氮变化以 1996 年为峰值分界点, 其指数值为 11.0, 在此之前, 水质污染相对较轻, 氨氮指数在 3.06~ 6.23 之间; 在此之后, 氨氮指数变幅较大(5.4~ 9.2), 污染也较严重。

高锰酸盐指数以 1995 年为最高。在此之前, 指数变化在 1.6~ 2.6 之间, 污染相对较轻, 在此之后, 尽管高锰酸盐指数变化幅度不大(4.0~ 5.2), 但一直呈居高不下的态势。从而说明自 1995 年渭河流域 COD_{Mn} 污染加重以来, 没有得到有效的治理, 工业废水依然没有达标排放。

从综合指数来看, 1995 年之后, 渭河水质受到严重污染, 其中以 1995) 1997 年最为严重, 2000 年后又有回升的趋势。

3 渭河流域 COD_{Mn} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 污染源分析

3.1 $\text{NH}_3\text{-N}$ 污染源

据资料报道, 宝鸡市土壤养分失衡的问题一直比较突出, 有机肥施用量偏低, 而超高量使用氮磷肥料, 使土壤结构遭到破坏, 土壤板结、耕层变浅、保水保肥性能差等现象日趋严重; 且由于大量使用廉价低质的氮肥和农药, 以及氮、磷、钾肥施用不成比例, 因而使氮肥溶解而被冲入水体中造成污染。这可能是宝鸡市区附近的卧龙寺桥、虢镇桥断面水体污染的主要原因之一。

另一方面, 卧龙寺桥断面、虢镇桥断面, 位于宝鸡市区附近, 是市区工业废水、生活污水和生活垃圾的排泄口, 特别是由于河流接受了设备老化、工艺落后、污染物经常不能达标排放的宝鸡氮肥厂^[6]的化肥工业废水, 导致其监测断面 $\text{NH}_3\text{-N}$ 污染加重。兴平断面氨氮指数较高的主要原因是由于兴平化肥厂、咸阳氮肥厂等化肥工业的污水排放所致。

3.2 COD_{Mn} 污染源

根据资料, 关中地区工业排放 COD 量占全省的 85% 以上, 其中造纸企业排放 COD 量占工业排放 COD 量的 85% 以上^[7]。1995 年全省共有造纸企业 885 家(见表 4), 其中 97% 集中于关中地区(计 855

家)^[8]。在这些造纸企业中,乡镇企业 667 家,占 78%,平均规模为 400 t/a^[8]。可见 1995 年 COD_{Mn} 污染指数较高的原因之一是造纸企业所引起的。

表 4 关中地区渭河流域造纸企业分布情况

年份	宝鸡	咸阳	西安	渭南	合计
1995 年	214	146	320	175	855
1998 年	96	107	112	85	400

另外,1995 年陕西省气候严重干旱,河水流量大大减少,而且 1995 年宝鸡峡引渭提水工程年引水量占年径流量的比例达到 65.77%^[9],致使水体中的污染物浓度得不到稀释和降解,造成该年度 COD_{Mn} 严重超标。

4 结 语

根据 1991) 2002 年渭河水质连续监测资料,分析和研究了渭河流域 13 个断面的高锰酸盐指数、氨氮 NH₃-N 指数空间变化和时间变化特征。

(1) 从高锰酸盐指数、氨氮 NH₃-N 指数空间变化特征可以看出,除入陕林家村断面外, COD_{Mn}, NH₃-N 污染因子的综合污染类别在渭河干流均为劣 Ⅴ 类水质,占评价断面总长的 78%,说明渭河已受到严重污染。其中咸阳铁路桥是 COD_{Mn} 污染最严重的断面;卧龙寺桥、魏镇桥、兴平是 NH₃-N 污染较严重的断面。

(2) 从 1991) 2002 年的高锰酸盐指数、氨氮 NH₃-N 污染指数时间变化特征可见,渭河流域的 COD_{Mn}, NH₃-N 污染从 90 年代以来一直呈加重的

趋势,氨氮变化以 1996 年为峰值分界点,高锰酸盐指数以 1995 年为最高。从综合指数来看,1995 年之后,渭河水质受到严重污染,高锰酸盐指数、氨氮 NH₃-N 污染指数都达到劣 Ⅴ 类,其中 1995, 1996, 1997 年最为严重。

(3) 造纸企业排放的 COD_{Mn} 是造成渭河流域污染的主要污染源;农田因大量施用低质化肥以及化肥工业废水的排放而产生的氨氮是造成渭河氨氮污染的主要原因。

[参 考 文 献]

- [1] 张玉清. 渭河流域水污染成因的探析及防治对策[J]. 西安联合大学学报(自然科学版), 2000, 3(2): 78) 82.
- [2] 葛芬莉. 关中地区渭河流域水资源与水环境综合治理研究[J]. 西北水力发电, 2004. 20(增刊 1): 160) 162.
- [3] 蔡明. 渭河水体污染状况及污染防治对策研究[J]. 陕西水力发电, 2001, 17(1): 38) 40.
- [4] 李党生. 水质监测与评价[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1999. 104) 105.
- [5] 刘秀华. 渭河咸阳段水污染协同控制应用研究[J]. 水文, 2004, 24(6): 10) 13.
- [6] 宝鸡市环境保护监测站. 宝鸡市环境质量报告书(1996) 2000 年[Z]. 宝鸡: 中宝印务文青印刷, 2001.
- [7] 司全印, 冉新权, 周孝德. 区域水污染控制与生态环境保护研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2000. 104) 107.
- [8] 陈亚萍. 陕西关中段渭河水质评价及污染控制对策[J]. 杨凌职业技术学院学报, 2005, 4(2): 14) 16.
- [9] 邢大伟. 陕西渭河流域水文干旱分析[J]. 西北水资源与水工程, 1996, 7(1): 1) 9.

(上接第 43 页)

同时,在土壤侵蚀严重指数定义中,选择了各级强度侵蚀模数的中值作为权重,同时对微度和剧烈两极侵蚀强度的权重进行了微调,这主要是考虑权重的侵蚀学意义。实际上,确定权重的方法有很多种,如层次分析法、专家评分法等,在这方面也需要进一步分析。

(3) 根据土壤侵蚀严重指数的实际分布,按其数值分为不严重、较严重、严重和极严重 4 个等级,并将土壤侵蚀严重指数 I \ 1(即严重以上)的县定义为土壤侵蚀严重县。这种分级仍需要进一步分析和深入研究。

致谢:在本研究过程中,刘秉正教授、曹炜工程师和梁音副研究员给予了很大的帮助,谨在此表示最衷心的感谢!

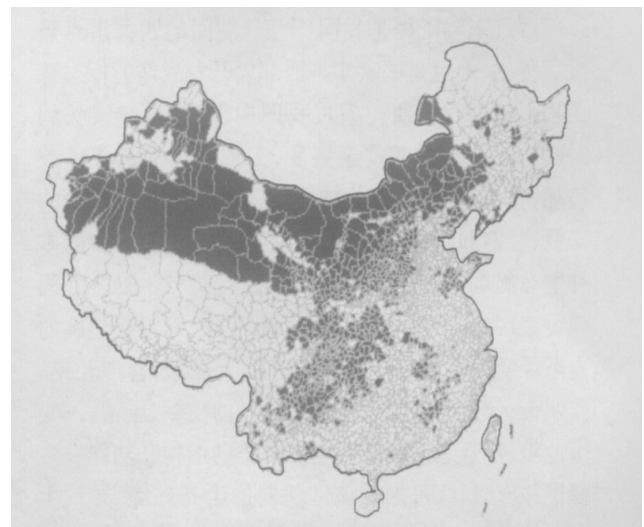


图 1 全国土壤侵蚀严重县分布

(参考文献略)