

# 陕西省渭河流域水质时空演化特性

刘 燕<sup>1</sup> 胡安焱<sup>1</sup> 邓亚芝<sup>2</sup>

(1. 长安大学环境科学与工程学院 陕西 西安 710054 ; 2. 西安理工大学水利水电学院 陕西 西安 710048)

**摘要** :研究陕西省渭河流域地表水质时程和流程,对陕西境内上下游 2 个主要控制断面的近 20 年水质指标时程演化特性进行了分析,对渭河干流 13 个控制断面 9 个监测指标的流程变化趋势进行了分析。经过分析表明:从时程上看,渭河流域水质呈严重恶化态势,各分析指标都不同程度随着时间的推移而增加;从流程上看,渭河在进入陕西时水质状况较好,而在咸阳和西安地段污染状况十分严重,众多指标严重超标,水质量极差,受人类活动和流域水文过程的影响,渭河流域地表水污染严重,水质具有明显的时空演化特征,必须采取有效措施来遏制水环境质量的进一步恶化。

**关键词** :水质污染;渭河流域;陕西省

中图分类号:TV213.2 文献标识码:A 文章编号:1004-693X(2007)03-0011-03

## Temporal and spatial evolution characters of water quality in Weihe river basin in Shanxi Province

LIU Yan<sup>1</sup>, HU An-yan<sup>1</sup>, DENG Ya-zhi<sup>2</sup>

(1. College of Environment Science and Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, China; 2. College of Water Resources and Hydroelectric Power, Xi'an University of technology, Xi'an 710048, China)

**Abstract** :On the basis of monitoring data of water quality at main water quality monitoring stations in Shanxi Province in recent 20 years, the temporal and spatial evolution character of water quality was studied, and the variation trends of 9 indicators in 13 control sections in mainstreams of Weihe River were analyzed. Results show that the water quality of Weihe River gets worse as time goes by, but from the angle of flow rate, the water quality is better in the upstream and it is extremely bad and water pollution is severe in the section of Xi'an and Xianyang with many indices inferior to the water quality standard. Under impacts of human activities and hydrological process, water pollution in Weihe River Basin is severe and changes apparently with time and space. Efficient measures should be taken to suppress water quality deterioration.

**Key words** :water quality pollution; Weihe River Basin; Shanxi Province

### 1 研究区基本概况

渭河是黄河第一大支流,发源于甘肃省渭源县乌鼠山北侧,自西向东流经甘肃省的渭源、武山、甘谷、天水后,于凤阁岭进入陕西省,经宝鸡、杨陵、咸阳、西安、渭南等市(区)后,于潼关注入黄河,全长 818 km,流域总面积 13.5 万 km<sup>2</sup>。其中甘肃省 6.0 万 km<sup>2</sup> 陕西省境内 6.7 万 km<sup>2</sup>,宁夏境内 0.8 万 km<sup>2</sup>。本次研究范围主要指陕西省境内渭河流域。

渭河被誉为陕西省的母亲河,灌溉着关中平原约 93 hm<sup>2</sup> 的肥沃良田,全省 1/3 的国土面积聚集着全省

61% 的人口、56% 的耕地和 81% 的国内生产总值。

### 2 水质时空演变研究

水质变化特指在一定的社会经济发展水平下,由于人类某些活动的持续影响产生的大区域或流域范围内所表现出来的具有一定方向性的水质变化过程,文献 [1] 指出,研究大区域或流域的水质变化至少需要 15 年以上的水质监测资料,这样才能从水质正常的自然波动中区分出人类活动的影响。为了全面揭示渭河流域水质时空演化特征,拟从流域水质的时程和流程两个方面入手,对水质指标进行深入分析。

## 2.1 资料来源

为了确保分析资料的可靠性和完整性,引用陕西省水利厅水质监测资料。在时程演化分析中,选取了渭河流入陕西境内的林家村水文站和流出陕西的华县站 1980~2000 年近 20 年的水质监测资料(个别年份缺失),这一时段正是陕西省渭河流域经济社会高速发展的关键时期,以其来分析渭河水质时程演化具有良好的代表性。

在流程演化分析中,选取了渭河干流上 13 个控制断面的水质监测资料,另外还有支流灞河和皂河的 5 个控制断面,几乎全部控制了渭河流域在陕西境内的水质变化情况。

## 2.2 水质沿时程演化趋势<sup>[2]</sup>

水质时程演化分析选用了 4 个指标:总硬度、高锰酸盐指数、挥发酚和氨氮。从陕西省境内渭河上游段林家村水文站的监测数据游程分析可以看出(图 1):总硬度监测值极值比为 2.0,整体增加或减少的趋势性不明显,但在 1994~1998 年间有明显的减小趋势;高锰酸盐指数监测值极值比达 4.23,自 1986 年以来以正游程为主,整体上呈现出较明显的递增趋势;挥发酚监测值变化剧烈,且负游程居多,表明挥发酚除在个别年份污染极为严重外,污染状况不严重;氨氮监测值多以负游程居多,且除个别年份监测值较高外,没有明显的变化趋势。

而处于下游的华县水文站游程变化则表现为(图 2):总硬度缓慢由负游程向正游程方向发展,表明总硬度略有增加的趋势;高锰酸盐指数则表现出显著的增大趋势,截至 1997 年整体进入了正游程阶段;挥发酚质量浓度也呈显著的增加趋势,10 年间

增长了近 4 倍,并连续出现长期的正游程,氨氮质量浓度变化剧烈,监测值极值比达 38.86,1994 年以前均为负游程,此后逐渐转变为以正游程为主的状态,说明氨氮浓度有显著的增长。由此可见,下游的华县站水质污染因子都有不同程度的增多,正游程的频繁出现表明下游水质处于不断恶化的状态。

由图 3 所示,水质污染综合指数由 20 世纪 90 年代初期的 4.1(1992)增长到 9.2(2003),反映出渭河流域近 13 年来水质呈明显的恶化趋势,且恶化程度较高。

## 2.3 水质沿流程演化的趋势<sup>[3-4]</sup>

水质沿流程演化的分析采用干流 13 个主要监测断面( $W_1 \sim W_{13}$ ) 9 个水质年均监测指标为分析基础(DO、 $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 、BOD、FN、总氰化物、 $\text{Cr}^{6+}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、汞和石油类)。

由图 4(a)所示,渭河干流 DO 质量浓度在进入陕西省时较高(9.1 mg/L),之后就呈明显的减少趋势,到了  $W_5$  断面后就基本稳定在 3.0 mg/L,到了断面  $W_{13}$  时,又有了一个较小的回升,监测值达到了 5.2 mg/L,高锰酸盐指数呈明显的倒钟形分布,即在干流中部呈现出高峰,最高监测值在  $W_7$  断面达 60.2 mg/L,为地表水水质 III 级标准的 4 倍,而在干流的上游和下游部分监测值较低,但仍然是下游高于上游监测值;BOD 变化形式比较复杂,呈现出多个波峰波谷涨落过程,整体表现出增长的趋势。

图 4(b)所示,挥发酚和六价铬都呈现为倒钟形变化过程,即在干流中部监测值普遍较大,上游和下游监测值较低;总氰化物则上下波动幅度不大,且整体上表现为缓慢增长的趋势。

图 4(c)所示,氨氮在流入陕西省时,仅为

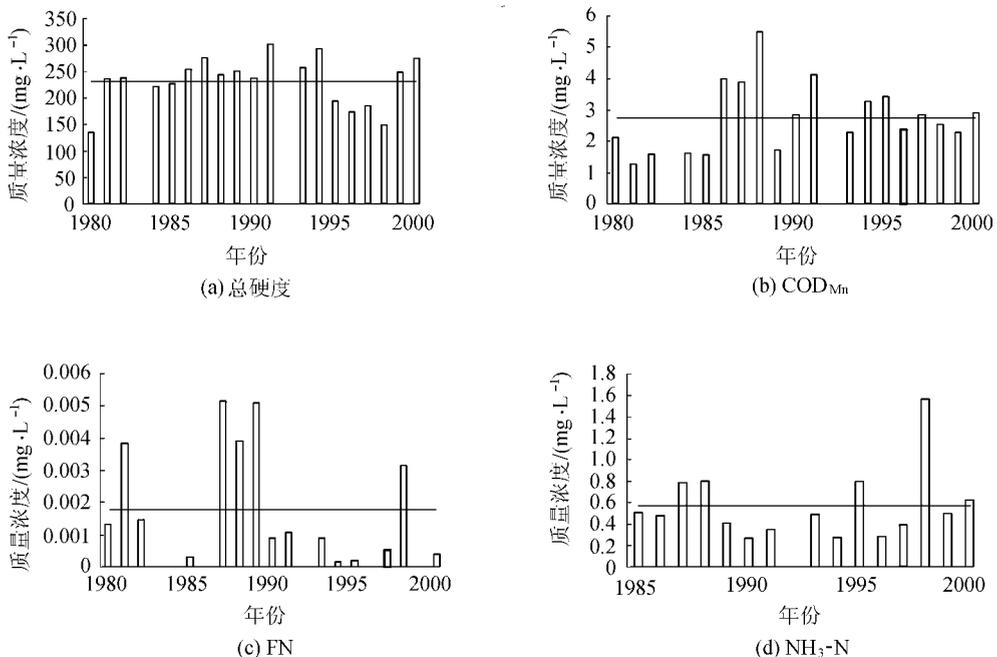


图 1 林家村站历年水质指标

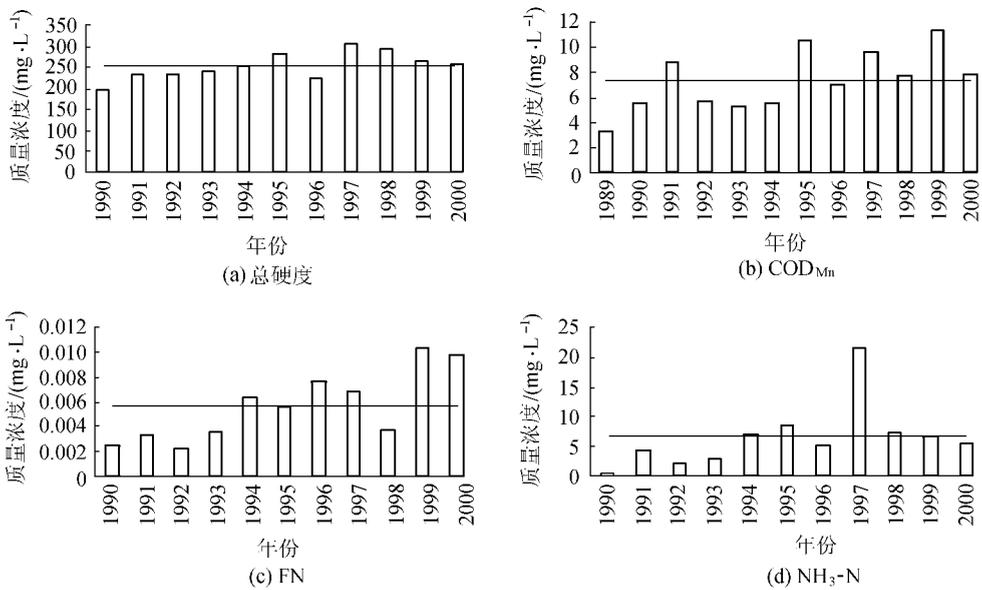


图2 华县站历年水质指标

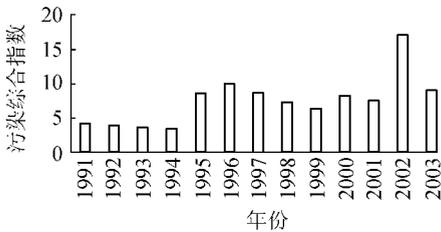


图3 渭河流域13年污染综合指数

1.16 mg/L, 到  $W_2$  和  $W_3$  断面, 监测值分别达 13.4 mg/L 和 11.94 mg/L. 在此之后变化不明显, 大致保持在 8.0 mg/L, 为地表水 V 类水质标准的 4~6 倍, 汞变化幅度较大, 在  $W_1$ 、 $W_2$ 、 $W_4$ 、 $W_5$  和  $W_6$  断面, 汞的质量浓度都很低, 仅为  $0.1 \times 10^{-4}$  mg/L, 而在  $W_3$  断面竟高达  $2.5 \times 10^{-4}$  mg/L, 相差 25 倍; 石油类物质在流入陕西的林家村断面质量浓度仅为 0.05 mg/L, 而后缓慢增加, 流至断面  $W_6$  时, 含量急速上升, 至  $W_8$  断面达最高点, 质量浓度高达 4.06 mg/L, 为林家村站的 81 倍, 在此之后, 质量浓度呈明显的减少趋势, 流至潼关站质量浓度降至 1.18 mg/L。

### 3 水质演化成因分析

流域内的水文过程和人类开发活动影响流域内

的地表水水质, 在流域的不同地域和不同时段, 这两种作用的强度与和谐程度具有一定的差异性, 这是流域水质演化的成因所在。

#### 3.1 水文过程

水文过程是一随机变化过程, 在时间上表现出明显的随机特性。渭河年径流量年际变化剧烈, 最大与最小径流量之比是 6 [145 亿  $m^3$  (1964 年) / 24 亿  $m^3$  (1997 年)] 且年内径流分配也极其不均, 仅 6~10 月份径流量就占全年平均的 70% 左右, 而大部分污染物的排放是相对稳定的, 平时河道内生态水量紧缺, 河流污径比高, 河流的稀释自净能力较低, 极易引起水环境的污染。

#### 3.2 人类开发活动

渭河流域是陕西省社会经济高度发达的地区, 水资源的开发利用强度很高。大规模的生产、生活对水资源的需求量日益增大, 这在一定程度上减少渭河的水环境容量。仅就渭河上游林家村来水和引水情况来看: 1990 年林家村水文站天然径流量 25.82 亿  $m^3$ , 实测径流量 21.63 亿  $m^3$ , 引水量 4.19 亿  $m^3$ , 引水量占天然径流量的 16.23%; 到了 2000 年, 天然径流量仅 8.74 亿  $m^3$ , 实测年径流量 2.55 亿  $m^3$ , 引水量达到了 6.19 亿  $m^3$ , 引水量占到天

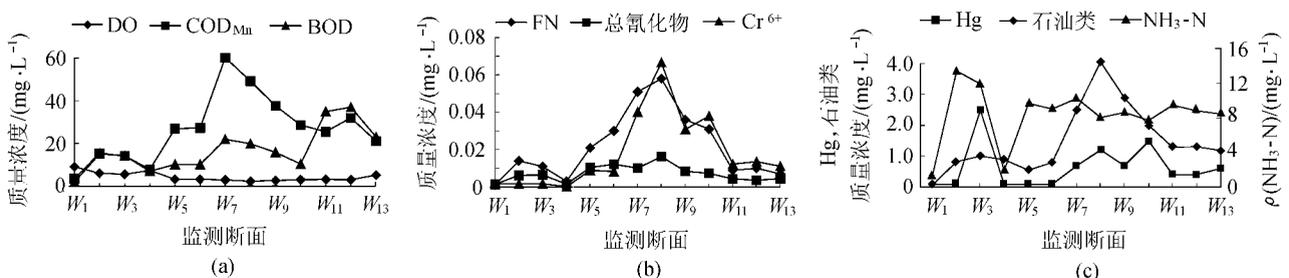


图4 渭河干流水质指标沿流程变化

(下转第 39 页)

废水的研究[J]. 电力环境保护, 1997, 13(1):17-20.

[24] 王春峰, 力尉卿, 崔淑敏. 活化粉煤灰在造纸废水处理中的综合利用[J]. 粉煤灰综合利用, 2004(2):39-40.

[25] 徐革联, 张劲勇. 粉煤灰生物联合处理焦化废水的研究[J]. 粉煤灰综合利用, 1999(4):53-54.

[26] 张昌鸣. 焦化废水净化及回用技术研究[J]. 环境工程, 1999, 17(10):16-19.

[27] 于鑫. 粉煤灰对矿井水中重金属离子的吸附研究[J]. 煤矿环境保护, 1998, 12(4):17-20.

[28] 张胜, 李日强. 利用粉煤灰与沸石处理含铜废水的研究[J]. 山西大学学报:自然科学版, 2004, 27(3):313-315.

[29] 张学洪, 吕炳南. 含氰含铬电镀废水处理技术的研究[J]. 哈尔滨建筑大学学报, 1999, 32(6):27-30.

[30] 高峰, 李凤仙. 以铁屑粉煤灰处理含铬电镀废水的研究[J]. 山东环境, 1999(2):43-44.

[31] 郑礼胜, 王士龙. 用粉煤灰处理含铬废水的试验研究[J]. 粉煤灰综合利用, 1997(2):38-40.

[32] 曾芳. 粉煤灰处理电镀废水最佳条件的选择研究[J]. 粉

煤灰综合利用, 2004(6):41-42.

[33] 佟巍. 用粉煤灰处理含铬废水的研究[J]. 粉煤灰综合利用, 2001(6):34-36.

[34] 林文壮. 粉煤灰陶粒去除水中  $Cr^{6+}$  的实验研究[J]. 煤矿环境保护, 2002, 16(2):32-35.

[35] 张福林, 张艳玲. 粉煤灰处理中药废水初探[J]. 天津纺织工学院学报, 2000, 19(1):61-63.

[36] 李亚峰, 刘国瑞. 高浓度含氟含磷化工废水处理[J]. 沈阳黄金学院学报, 1997, 16(3):231-236.

[37] 马艳然, 樊宝生. 粉煤灰处理含氟废水[J]. 水处理技术, 1993, 19(6):355-359.

[38] 相会强, 张杰. 粉煤灰在废水除磷中的应用与展望[J]. 粉煤灰综合利用, 2004(5):39-40.

[39] 李玉江, 黄英利. 新型复合混凝剂 PAFS 处理炼油工业废水的研究[J]. 环境与开发, 1999, 14(2):23-24.

[40] 陈春超, 许佩瑶. 新型粉煤灰絮凝剂的制备及其性能研究[J]. 粉煤灰综合利用, 2002(3):27-28.

(收稿日期 2005-09-29 编辑 徐 娟)

(上接第 13 页)

表 1 渭河干流陕西段主要城市污染物排放调查结果

t/a

地 区	汞	镉	$Cr^{6+}$	铅	砷	FN	氟化物	石油类	COD	SS	硫化物	合计
西安市	0.01	0.09	0.45	0.92	0.26	5.98	15.08	402.53	56 578.28	17 904.97	25.96	74 934.17
宝鸡市		0.01	0.5	1.17	0.37	2.70	8.30	179.82	18 366.28	26 604.97	46.72	45 210.84
咸阳市	0.00	0.05	2.34	0.29	0.35	171.12	0.37	200.24	56 502.17	18 028.86	71.90	74 977.69
合 计	0.01	0.15	3.29	2.38	0.98	179.80	23.75	782.59	131 446.58	62 538.59	144.60	195 122.70

然径流量的 70.82%, 10 年间, 上游来水减少了近 73%, 而当地引水量却还有增无减, 比 1990 年多引水 2 亿  $m^3$ 。

渭河是关中地区唯一的废污水承纳和排泄通道, 流域 80% 以上的工业废水和生活污水通过渭河排泄。随着流域经济的发展和城镇人口的增加, 工业废水和城市污水排放量逐年增大。由于水污染治理设施建设严重滞后, 大量未经处理或未有效处理的工业废水和城市污水直接排入河道, 渭河干流宝鸡峡以下河段全部为 V 类或超 V 类水质, 基本丧失了水的使用功能, 见表 1。

#### 4 水环境保护对策研究

随着经济社会的发展, 水污染矛盾日益突出, 水事纠纷时有发生, 水体的水质状况引起了全社会的普遍关注。加强流域的水质管理, 促进河流水污染的防治, 是当前水资源统一管理的一项重要内容。水质管理问题, 是一项比较复杂而又庞大的系统工程。因此, 要在搞清楚流域水污染源状况、水环境质量现状及发展趋势, 在水体功能区划分的基础上, 结合流域的社会、经济和自然环境条件, 对需要治理的重点污染源和城市污水, 提出有针对性的防治措施和具体要求。

a. 建立流域与区域相结合的管理体制。流域与区域相结合, 分级负责管理是水资源管理与保护

的重要环节。特别是在省际协调管理, 兼顾流域内三省(甘、宁、陕)的共同利益, 优先保证河道生态需水量, 确保人们在不同水平年都可以获得相对稳定的水量, 同时还不影响河流的正常功能。

b. 实施水污染物总量控制。污染物总量控制的特点就是以水环境承载能力为依据, 控制区域排污总量, 使水污染物的接纳量控制在区域水环境的承载能力以内。对流域的工农业产业结构进行优化、调整, 从源头上对水污染进行约束。具体到各个地区则可以按照污水的“自产自消”原则进行控制, 即本地区产生的污水在本地区内部进行处理, 尽可能不对下游地区造成负担。

c. 加强城镇基础设施的建设工作, 包括扩大污水处理厂规模、加强对城镇生活垃圾处理等, 从根本上提高污染处理能力。

参考文献:

[1] KNUTSSON G. Trends in the acidification of groundwater[J]. Groundwater Quality Management, 1994, 220:107-118.

[2] 张九红, 敖良桂. 汉江中下游水质现状及污染趋势分析[J]. 水资源保护, 2004, 20(3):46-49.

[3] 严登华, 何岩, 邓伟, 等. 东辽河流域地表水水质空间格局演化[J]. 中国环境科学, 2001, 21(6):564-568.

[4] 李怡庭, 翁建华. 黄河干流重点河段水质变化趋势分析及水质管理对策探讨[J]. 水文, 2003, 23(5):16-19.

(收稿日期 2005-11-01 编辑 舒 建)