

# 渭河陕西段水环境污染历时分析研究

刘秀花<sup>1</sup>, 黄兴国<sup>2</sup>, 周春华<sup>1</sup>

(1. 长安大学环境工程学院, 陕西 西安 710054 2. 陕西省水利厅, 陕西 西安 710004)

**摘要** :为了解渭河陕西段主要污染因子的污染历时现状,对渭河陕西段的年径流量与水质污染程度的关系以及在不同水期水环境的质量进行了分析,利用 1990~2000 年系列水质监测料,采用频率曲线法分析研究了渭河陕西段水质的动态变化规律。结果表明,渭河水进入陕西段后不仅在空间上被严重污染,而且水中主要污染因子持续的时间长。

**关键词** :水质评价;污染历时;频率曲线;渭河

中图分类号 :X824 文献标识码 :A 文章编号 :1004-693X(2005)05-0070-03

## Research on pollution duration of water environment in Shaanxi section of Weihe River

LIU Xiu-hua<sup>1</sup>, HUANG Xing-guo<sup>2</sup>, ZHOU Chun-hua<sup>1</sup>

(1. College of Environmental Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, China; 2. Department of Water Resources in Shaanxi Province, Xi'an 710004, China)

**Abstract** :To investigate the present situation of the pollution duration of main factors in Shaanxi section of the Weihe River, an analysis was made of the correlation between annual runoff and pollution intensity and water quality in different periods. Based on the field data of the Weihe River from 1990 to 2000, the dynamic change of water quality was studied by use of the method of frequency curve. The result shows that water in Shaanxi section of the Weihe River is not only seriously contaminated, but also the duration of main pollution indices is longer.

**Key words** :water quality assessment; duration of pollution; frequency curve; Weihe River

渭河是黄河的最大支流,全长 818.0 km,流域面积 134 766 km<sup>2</sup>,多年平均径流量为 75.7 亿 m<sup>3</sup>。渭河在陕西境内河流长 502.2 km,流域面积 33 784 km<sup>2</sup>,多年平均径流量为 53.8 亿 m<sup>3</sup>①。

渭河是关中诸水汇流和排泄之通道。在流域面积上虽然只有全省国土面积的 27%,却集中了陕西省 59% 的人口,65% 的农业,75% 的灌溉面积,85% 的工业。如今,渭河流域的缺水、水污染以及由泥沙引发的洪涝灾害问题已经发展到十分严重的程度,对渭河流域进行综合整治十分必要,势在必行。

河流污染的研究是一种非常复杂的综合工作,通常包括以下几个内容<sup>[1]</sup>:①河流污染强度,即河水

中污染物的浓度及其影响效应;②污染范围,即水中各种污染强度所影响的空间大小;③污染历时,即水中各种污染强度所持续的时间,用各种污染强度的出现几率来表示时间因素,如某种强度出现机会多,则表示在时间上它经常出现。目前水质污染中涉及前两种内容的方法研究的较多,它们反映了水质的污染强度。而河流中污染历时可以通过分析河流中污染物在一定含量范围(即水质标准)内出现的频率来加以衡量,这方面的研究很少,对于渭河还未见报道。其主要原因有两个方面:一是由于技术手段落后,水质监测不能持续进行;二是对水质污染强度随时间变化的这种现象认识不够。

基金项目:国家科技攻关项目(2002BA901A43)

作者简介:刘秀花(1968—)女,陕西绥德人,博士研究生,研究方向为水环境保护与水污染处理技术研究工作, E-mail:zhliuxh2003@163.com

① 陕西省环境保护局. 水污染防治规划, 2002.

# 1 渭河水环境现状评价分析

据 2002 年水质监测资料,渭河干流陕西段 13 个监测断面,除对照断面外,均为 V 或劣 V 类水(GHZB1—1999《地表水环境质量标准基本项目》标准值),其中 78% 的断面超 V 类标准;主要污染因子有 BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Mn</sub>、NH<sub>3</sub>-N、石油类、COD 等,污染程度极为严重。对渭河林家村断面 1990~2000 年的 BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Mn</sub>、NH<sub>3</sub>-N、COD 因子进行综合污染指数评价,见图 1 表明渭河水质污染呈恶化趋势,其他断面的结果也类似。同期林家村站年径流量变化见图 2,表明年径流量呈下降趋势。同时,对 1999 年的陕西段不同断面、不同水期的主要污染因子 NH<sub>3</sub>-N、BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Mn</sub>、石油类、COD 进行模糊综合评价,见表 1。

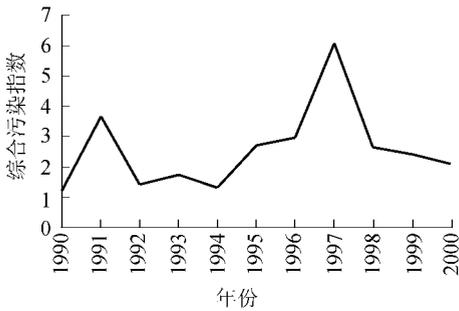


图 1 林家村污染物综合指数变化

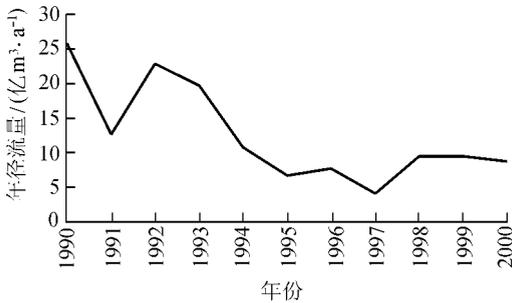


图 2 林家村站年径流量变化

表 1 各断面枯、丰、平水期水质模糊综合评价

断面	水期	水质模糊综合评价				
		I	II	III	IV	V
沙王渡	枯水	0	0	0.02	0.14	0.98
	丰水	0	0	0.10	0.07	0.83
	平水	0	0	0	0.02	0.84
树园	枯水	0	0	0	0	1.00
	丰水	0	0	0	0.13	0.87
	平水	0	0	0	0.03	0.97
潼关吊桥	枯水	0	0	0	0	1.00
	丰水	0	0	0	0.18	0.82
	平水	0	0	0.02	0.07	0.91

通过上面的计算结果表明,渭河陕西段的水质污染程度与来水量相关程度高,相关系数达 0.7。同时,不同水期的污染程度也不同,枯水期的水质劣于平水期,平水期劣于丰水期,这说明了在排污量变

化不大时,渭河的来水量对水质的好坏起控制作用。

# 2 渭河污染历时分析

污染历时研究是从时间角度出发进行不同时期水质状况的动态研究,其主要目的是动态把握水质污染的发展变化规律,确定较为合理的治理措施。水文计算中常用频率曲线法对各类水文现象(水量、水位等)进行数理统计,预测其变化。而水质因子的含量不仅与水体中的相应环境背景值、人为污染状况等因素有关,还与各类水文现象如流量、水位、含沙量等因素有着密切的相关关系,同时,通过统计分析各水质参数的频率分布关系曲线,发现其具有皮尔逊-III 型曲线的特点,所以本文应用研究各类水文现象历时变化的方法——皮尔逊-III 型曲线,对渭河水环境质量的污染历时进行研究,来推求某种出现几率的污染强度有多大,以便在水污染防治过程中,在不同的水期,采用不同的方法,合理有效地治理渭河污染,使两岸经济得到进一步发展。

## 2.1 皮尔逊-III 型曲线的基本原理

皮尔逊-III 型分布的密度函数<sup>[2]</sup>为

$$y = f(x) = \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} (x - \alpha_0)^{\alpha-1} e^{-\beta(x - \alpha_0)} \quad (1)$$

式中:  $\alpha, \beta, \alpha_0$  经适当换算,可以用 3 个统计参数  $\bar{x}, C_v, C_s$  表示

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= 4/C_s^2 \\ \beta &= 2/C_v C_s \bar{x} \\ \alpha_0 &= \bar{x}(1 - 2C_v/C_s) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

式中:  $\bar{x}$  为均值;  $C_v$  为离差系数;  $C_s$  为偏差系数。

频率分析需要的是频率曲线,也就是要知道相应于指定频率  $P$  的数值  $x_p$ ,如图 1 所示。但数学方程式较为复杂,为了简化计算,通常用简化公式

$$x_p = (\Phi C_v + 1)\bar{x} = K_p \bar{x} \quad (3)$$

式中:  $x_p$  为频率  $P$  的随机变量;  $\Phi$  为离均系数,随  $P$  和  $C_s$  而变,可根据不同的  $P$  和  $C_s$  查  $\Phi$  值表得出;

$K_p$  为模比系数,  $K_p = \frac{x_p}{\bar{x}}$ ,可根据不同的  $\frac{C_s}{C_v}$  比值查  $K_p$  值表得出,见图 3。

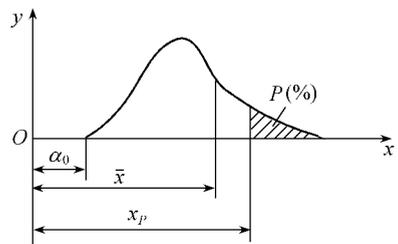


图 3 皮尔逊-III 分布曲线

河流污染强度因受水文流量系列及污染物排放因素的影响较大,存在随机性,数值可充满某一区间

(从零或环境背景值到可能最大值之间)根据水质评价特性,可以认为其为一无穷母体。在实际工作中,通过求算超过临界值(即某类标准)或达到临界值时的频率,来分析污染历时状况<sup>[3]</sup>。

假设  $C_1, C_2$  为某评价因子区间  $(a, b)$  的数值,且  $C_1 > C_2$ ,  $P(C > C_1)$ ,  $P(C_2 < C < C_1)$  表示评价因子含量  $C$  在区间  $(C_1, b)$  ( $C_2, C_1$ ) 内的概率,则根据加法定理,可以推断

$$P(C > C_1) = 1 - P(C < C_1) \quad (4)$$

$P(C_2 < C < C_1) = P(C > C_2) - P(C > C_1)$  (5) 应用式(4)(5)由概率公式求算频率的前提是:根据大数定律,当水质资料属无穷母体时,则频率可接近于概率。

运用皮尔逊-III型曲线对评价因子的累积频率点距进行统计分析,对渭河水质污染历时进行分析。本方法要求所选评价因子间具有相互独立性,且所选择的评价因子中只要有一项劣于评价标准,即评价结果为不符合评价标准。

## 2.2 计算方法

采用适线法来绘制频率曲线和确定统计参数<sup>[4]</sup>。从频率曲线上,根据各评价参数的相应标准,查出所对应的频率,运用式(4)求出各断面水质在相应评价参数下达到各标准的出现频率,运用式(5)推算出相应评价参数各水质类别的出现频率。

### 2.2.1 水体水质达标频率的推求

根据概率乘法定理,求水体水质达标频率:

$$P_D = \prod_{i=1}^n P_{Di} = P_{D1} P_{D2} \dots P_{Dn} \quad (6)$$

式中:  $P_D$  为水体水质达到评价标准的频率;  $P_{Di}$  为某评价因子达到评价标准的频率。

### 2.2.2 水体水质超标频率的推求

根据概率论中摩尔根定律及独立性原理,求水体水质超标频率:

$$P_C = 1 - P_{D1} P_{D2} \dots P_{Dn} = 1 - P_D \quad (7)$$

当水体水质优于某类标准时,从该水体的功能来看已经符合水体处于某类标准下的要求,所以水体处于某类水质标准下的频率从广义上讲等于水体水质的达标频率。

## 2.3 计算结果分析

本文选择渭河陕西段入陕上游、中游以及出陕下游具有代表性的3个不同断面林家村、咸阳铁桥、华县为计算断面,1990~2000年的11年水质监测资料作为计算时间段,目的是分析渭河水质在陕西段随时间的变化特点。根据污染因子超标累积频率百分比的大小并通过各因子间独立性的  $\chi^2$  检验<sup>[5]</sup> ( $\alpha = 0.05$ ), 检验结果见表2,遴选出  $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{FN}$ 、 $\text{BOD}_5$  4个污染因子为评价参数。以GHZB1—

1999《地表水环境质量标准基本项目标准值》为评价标准,运用上述方法进行计算,结果见表3。

表2 污染因子间  $\chi^2$  检验统计量

污染因子	$\text{COD}_{\text{Mn}}$	$\text{NH}_3\text{-N}$	FN	$\text{BOD}_5$
$\text{COD}_{\text{Mn}}$		48.67	30.34	36.42
$\text{NH}_3\text{-N}$			41.98	39.46
FN				32.26
$\chi^2_{100}(\alpha = 0.05)$		124.34		

表3 各断面水质评价结果

断面	评价结果	水质标准				
		I	II	III	IV	V
林家村	达标	0	3.41	4.60	64.72	81.87
	超标	100	96.59	95.40	35.28	18.13
咸阳铁桥	达标	$8.2 \times 10^{-8}$	$1.44 \times 10^{-7}$	$4.05 \times 10^{-7}$	0.002	0.108
	超标	100	100	100	99.998	99.892
华县	达标	$1.65 \times 10^{-7}$	$6.6 \times 10^{-7}$	$4.05 \times 10^{-5}$	0.19	4.45
	超标	100	100	100	99.81	95.55

由表3可知,林家村断面水质,在评价时间内水质较好,大部分时间为II、III类水,超标频率分别为96.59%和95.40%,劣V类水的频率只为18.13%;而咸阳铁桥断面和华县断面综合结果在评价期内污染程度几乎全是为劣V类,频率达99.89%和95.55%,污染历时很长,污染程度严重。

上述结果表明渭河水进入陕西段时,水质较好,污染频率低,而到陕西中部咸阳桥和出陕西段的华县断面污染严重,这说明渭河在陕西段的排污量在各个水期均大大超过河流本身的纳污能力。

## 3 结语

a. 通过以上研究可以看出,应用皮尔逊-III型曲线方法,对渭河水环境质量的污染历时进行研究,动态把握水质污染的发展变化规律,方法是可行的。

b. 如能在渭河加强水质持续监测,同时结合不同的枯、平、丰水期,将各系列资料分别进行频率计算,可以避免季节、水情等因素对水质评价结果的影响,从而有针对性地制定防治措施。

## 参考文献:

- [1] 辛江. 试用概率方法进行大辽河水质评价[J]. 东北水利水电, 2001, 19(8): 44~46.
- [2] 金光炎. 水文统计原理与方法[M]. 北京: 中国工业出版社, 1964. 203~204.
- [3] 姚允龙. 频率曲线法及皮尔逊III型曲线在水质评价中的应用探讨[J]. 水文, 2001, 21(1): 42~43.
- [4] 李慧珑, 郑濯清. 水文预报与计算[M]. 北京: 水利电力出版社, 1982. 186~190.
- [5] 陈幼松, 杨位钦. 实用数理统计方法及应用题详解[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 1988. 165~167.

(收稿日期: 2004-11-16 编辑: 高渭文)