

新水源和改良水质有更可靠的科学依据。国外有人借助于 $F:10^4/\Sigma n$ 系数 (Σn 系盐渍离子总量) 来评价地下水富氟程度, 提到: 重碳酸钠 (钙-钠) 水具有该系数的最高平均值 (16.4), 硫酸钙 (镁-钙) 的和硫酸钠 (钙-钠) 水相应为 8.0 和 7.3, 重碳酸钙 (镁-钙) 的和氯化钠水中该系数较低, 为 4.2 和 2.4。氟在氯化钙-钠的和钠-钙水中积聚程度最低, 系数平均值为 0.88^[6]。这一特征是否在我国北方地区也存在, 是值得研究的。

综上所述可归结为:

1. 病区的形成与其流行特点, 与区域土壤地球化学——土壤碱化过程有着直接关系。在碱化区形成氟病区。

2. 由于土壤地球化学的演化, 形成环境中氟从西北向东南水平降低的梯度趋势和黄

土区的垂直梯度。

3. 土壤和地下水之间, 互相作用密不可分, 在地球化学特征上有其相似性。它们在人类的生活环境中是必不可少的。因此, 开展对土壤和地下水各方面的研究工作是很急需的。

参 考 文 献

- [1] 刘东生、陈庆沐等, 地球化学, 1, 13—21, (1980).
- [2] Н. А. 施罗德, 痕量元素与人, 科学出版社, 1979 年.
- [3] Моршина Т. Н. и др, Почвоведение, 8, 69—72, (1980).
- [4] Ермоленко, Н. Ф., Микроэлементы и Коллоиды почв, Минск.
- [5] 山县 登著, 微量元素——环境科学特论, 30, 1977.
- [6] Попов, В. Т., Геохимия, 6, 927—933, (1980).

试用概率方法进行水质评价

关 伯 仁

(北京大学地理系)

水质评价是一种非常复杂的综合工作。一个水域的水质污染状况, 应从三个方面来评定: 第一是污染的强度, 即水中污染物的浓度和它们的影响效应; 第二是污染的范围, 即在水域中各种污染强度所影响空间的大小; 第三是污染历时, 即在水域中各种污染强度所持续的时间。但是, 目前看来, 各家所提出的水质评价指数仍都具有一定的局限性, 仅在一定程度上反映了水质的污染强度。

在水质评价中, 对于水域污染历时方面的研究目前看来做得很不够。其原因一方面是由于技术手段落后使得水质监测不能连续进行; 另一方面, 我们对水质的污染强度是随时间变化这种现象还认识得不够, 所以在监

测上不重视在时间上增多次数, 忽略了污染历时这个要素。我们希望通过水文现象具有时间性和空间性特点的加深认识来解决。

目前我国各水域监测数据大都很少, 在这样情况下, 要想从时序上说明水质污染历时情况是困难的。例如有些水域, 一年中只在丰、枯水期各做一次监测, 而每次又都是取瞬时的样品, 若以这两次所得的污染强度值来代表丰、枯水期的污染情况, 则是值得商榷的。因此, 我们在实际工作中, 不按时序来考虑其污染历时情况, 而把每一个检测值都看成一个随机变量, 当我们取得一定数量的检测值时 (例如在 30—40 个以上), 便可用概率的统计方法处理, 以推求某种出现机率的

污染强度是多大,即用各种污染强度的出现机遇来表示时间因素,如某种强度出现机会多,则表示在时间上它经常出现,亦即其污染历时较长。我们认为这是在目前以取瞬时样品进行水质监测条件下,能够表征各种污染强度出现历时或机会的唯一可行方法。这样,我们试将这种概率统计方法引用到水质评价中去。

另一方面,在一个测站上,对某些污染物经过若干次检测之后,用什么样的值来代表它们的浓度,目前有几种不同的看法,有人认为可用均值来代表,按一个变量系列的特点,它可以作为系列的代表值;也有人认为检测系列的均值小于最大值,它不能反映出最大的污染情况,或者说它可能掩盖了水质污染的真实情况,因此不能用它或不能只用它来作为系列的代表值,这样就有人提出应用或引用最大值进行表征的方法。还有人认为可用数学期望值和方差两个值来表示。其意思是用均值表示是可以的,但要用其方差值表示系列值变动之大小,而系列值变动之大小常是由极值造成的,这样也就顾及最大值了。总之,将一个随机变量系列具体到水域中污染物的检测系列上来,应考虑其特殊性,而选用适合于能表征水污染具体情况的价值。所以以上这些看法均各有利弊。例如选用最大值为代表,则它是一次瞬时值,必然具有很大的偶然性,因之其可信的程度就要降低,代表性就差。其次在不同的测次情况下,两个最大值难以相比。如在 50 次检测中出现的最大值和在 100 次检测中出现的最大值虽然数值可相等,但如果考虑到它们出现机会的不同,则也不能把它们合并为一个等级。均值虽然可以避免偶然性的缺点,但也确有大值被小值拉平现象。欲想敏锐的反映出污染状况上存在着缺欠,用数学期望值加方差的方法,也未能从本质上改变了上述缺点。这样,我们认为对水中污染物检测值的随机系列,不能只用均值、最大值来代表或对比,而应采用各

种机率的强度值或各种强度的机率来表示或比较,则能更切合实际一些。例如在水域中,对某种污染物经过多次检测后,求出了其平均值和各种机率的浓度值,则既可表示其一般水质状况,也可以表示出在各种出现机遇情况下的水质污染情况,还可以包括某种极端值的出现机遇情况,这些也是我们采用概率方法做水质评价的一个理由。

笔者曾对我国一些河段上的 DO、BOD 和酚、氰、砷、汞、铬、镉、铅、铜、氟、氨氮等污染物的检测系列用下面的经验频率公式:

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

式中, P 为累积频率, n 为总检测次数, m 为从大到小的累积频数。

计算它们大于等于某浓度的累积频率(P),并做出它们的经验频率曲线图(见图1)。从这些图上可以看出,河流中各种污染物的浓度检测值系列的频率分布都是偏态的。曲线的形态基本呈 L 型。再对这些系列计算了它们的变差系数(C_v)和偏差系数(C_s)值,得知除 DO 外, COD 等其他污染物全属正偏分布。即它们在随机系列中,均值大于中值、众值;大于均值的浓度出现机会少于小于均值者,换句话说,即出现小于均值的历时(数次)比大于均值者长(多)。这就证明了有人认为污染物浓度检测系列用均值代表是偏少的说法是不全面的。DO 检测浓度的累积频率系列是正偏、负偏均有,但其 C_s 值均很小,并在多数情况下大于均值的浓度出现机会少于小于均值者。但从它对水质的影响上看, DO 和其他污染物相反,它是浓度大时水质好,浓度小时水质坏。这样,在表示水的污染程度上它的变化趋势是和其他污染物一致的。所以用 DO 的均值表征水质的污染状况也不偏高。

从我们选用的若干河段上的检测资料,做出的经验累积频率曲线图上可以看

表 1 黄河兰州段各种累积频率的浓度值 (mg/l)

浓度 \ 机率		P=10%	P=20%	P=30%	P=40%	P=50%	P=60%	P=70%	P=80%	P=90%	均值
项 目											
X 断 面	DO	11.1	9.9	9.2	8.6	8.1	7.7	7.3	6.9	6.3	8.42
	COD	3.6	2.8	2.3	2.0	1.6	1.5	1.3	1.1	0.8	1.99
	酚	0.0080	0.0037	0.0021	0.0012	0.0007	0.0003	0	0	0	0.0024
	氰	0.0046	0.0026	0.0015	0.0004	0	0	0	0	0	0.0014
	砷	0.0261	0.0165	0.0120	0.0098	0.0070	0.0050	0.0028	0.0008	0	0.0098
	汞	0.0016	0.0008	0.0004	0.0002	0.0001	0	0	0	0	0.0006
Z 断 面	DO	10.4	9.8	9.6	9.0	8.7	8.4	8.0	7.4	6.7	8.72
	COD	3.2	2.7	2.4	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	2.31
	酚	0.0121	0.0095	0.0055	0.0035	0.0020	0.0010	0.0005	0	0	0.0075
	氰	0.0100	0.0072	0.0047	0.0030	0.0018	0.0010	0	0	0	0.0035
	砷	0.0300	0.0190	0.0120	0.0080	0.0050	0.0030	0.0020	0	0	0.0116
	汞	0.0015	0.0006	0.0004	0.002	0	0	0	0	0	0.0007
B 断 面	DO	8.90	8.40	8.00	7.70	7.35	7.05	6.75	6.30	5.70	7.27
	COD	5.24	4.05	3.30	2.90	2.60	2.25	1.95	1.70	1.45	2.99
	酚	0.0232	0.0122	0.0092	0.0072	0.0056	0.0044	0.0032	0.0024	0.0012	0.0091
	氰	0.0095	0.0040	0.0030	0.0028	0.0022	0.0018	0.0015	0.0010	0	0.0060
	砷	0.0255	0.0150	0.0090	0.0045	0.0027	0.0010	0	0	0	0.0111
	汞	0.0016	0.0006	0.0001	0	0	0	0	0	0	0.0007
S ₁ 断 面	DO	8.45	7.95	7.55	7.20	6.90	6.65	6.35	5.80	4.7	6.79
	COD	4.1	3.4	2.9	2.6	2.4	2.2	2.1	1.9	1.7	2.7
	酚	0.0056	0.0042	0.0034	0.0029	0.0024	0.0019	0.0014	0.0009	0.0004	0.0030
	氰	0.0073	0.0052	0.0037	0.0026	0.0020	0.0014	0.0011	0.0006	0.0002	0.0034
	砷	0.0210	0.0125	0.0080	0.0050	0.0020	0	0	0	0	0.0083
	汞	0.0019	0.0003	0	0	0	0	0	0	0	0.0008

出*,点群的分布较集中,这样在实际计算中,为了方便,可以直接由图上查出各种污染物在各种概率下的浓度值,例如表 1. 从这样的表上,便可简便的看出各种频率下的水质状况,或者大于某种浓度的出现机率. 而这些全可表征不同污染强度的污染历时情况. 如在 B 断面处,从图上可以看出,浓度超过地面水标准时,酚的出现机会为 26%; COD 为 12%; 砷为 6%. 又知在 80% 的机会中, B 断面的酚不会大于 0.0120 毫克/升; COD 不大于 4.0 毫克/升; 砷不大于 0.015 毫克/升,等等. 这样就可以给水质评价方法中增加了可以反映污染历时或机遇的表示方法.

目前我国对水质进行评价的方法,大都采用污染物相对污染程度迭加型指数. 这种

方法的优点是计算简单,制定上有一定的理论依据,适于做水污染评价之用. 但它也有一些缺欠之处,如这类指数无论用那一类综合方法,最后求得的值都是抽象的数值,如 1.8、2.6、3.9…… 等等. 这些数值如果不把它们分成等级,仍不能很简明的概括水质污染状况. 但要进行分级,则又难找综合的划分等级的数值. 因之现在各家所划分的清洁、污染、重污染等级别,大都采用不同的指数值. 这样不但在概念上易形成混乱,而且也不宜互相比较. 因此我们认为在我国亦应发展按污染物浓度进行分级型的指数. 这类指数在国外的水质评价上大都用它,它在进行

* 关伯仁: 河水中污染物检测值分布规律的探讨(手稿)

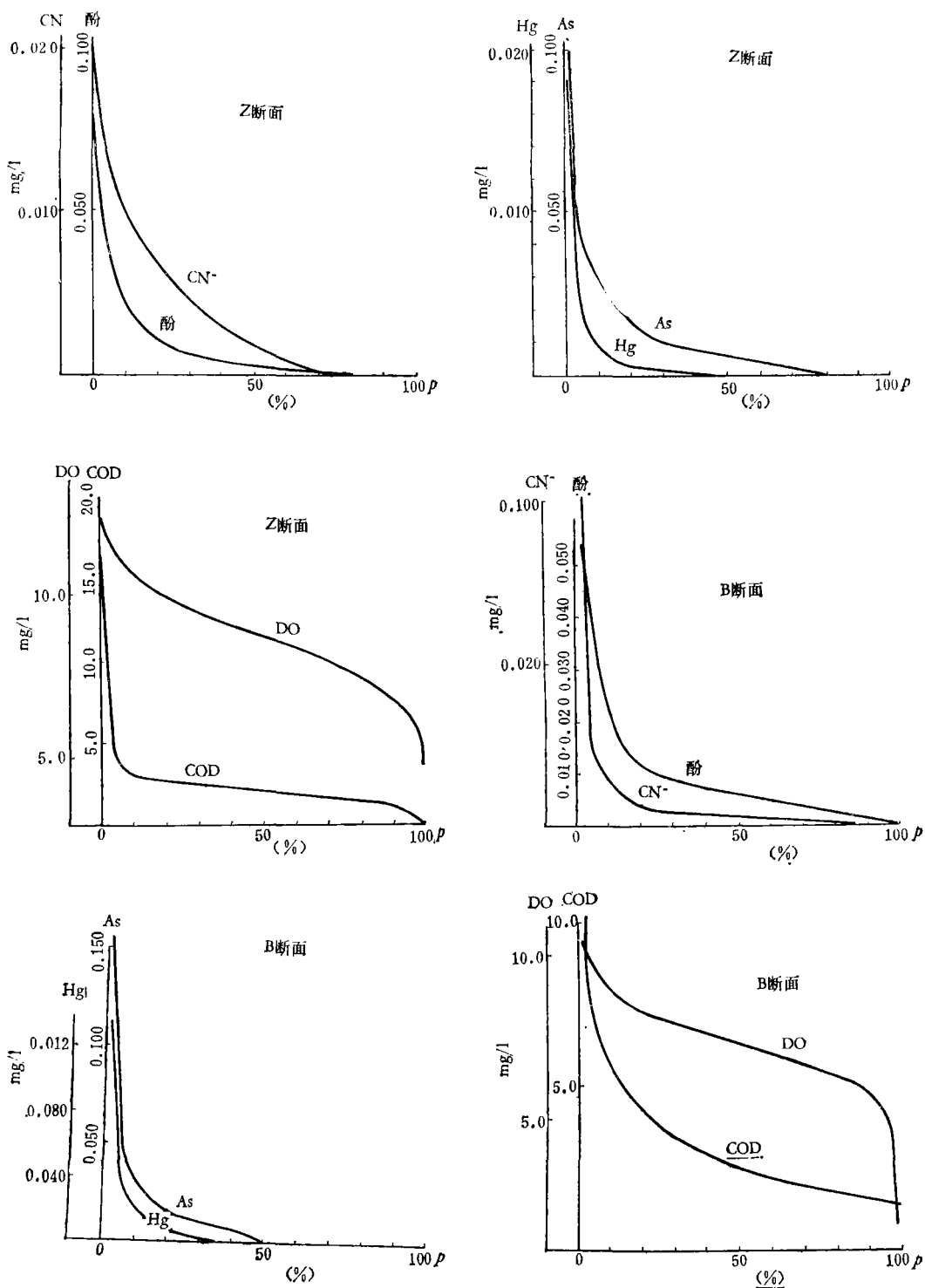


图 1 黄河兰州段 Z、B 断面,各种评价参数监测值经验频率曲线

表 2 水质分级标准

水质等级	I	II	III	IV	V
水质状况	清 洁	一 般	轻 污 染	污 染	重 污 染
用途及使用、保护上的要求	不需要处理,或只要简单过滤即可饮用及适用于其他各类用途。	简单处理或常规处理后,可做饮用水及其他各类用途。	水质通过自净作用可以改善或恢复。饮用水或要求较高的用水要求进行处理。养鱼要注意水质改善。其他一般工农业用水无影响。	对进入河道的污水要求处理,不能只靠河流自净作用改善或恢复水质。一般情况下不适做饮用水及养鱼用水。但还可供工业、农业上的用水。	对排入河道的污水要求从水量上进行控制,不能只靠处理来改善水质。除农灌、冷却水等用途外,不适于其他用途。水质可影响下游较大范围。

表 3 在黄河兰州段试定的水质等级参数标准

水质等级		I	II	III	IV	V
参考标准 (mg/l)	DO	>8.0	8.0—6.0	6.0—4.0	4.0—2.0	<2.0
	COD	<1.0	1.0—3.0	3.0—5.0	5.0—8.0	>8.0
	酚	<0.002	0.002—0.005	0.005—0.01	0.01—0.1	>0.1
	氰	<0.001	0.001—0.02	0.02—0.05	0.05—0.1	>0.1
	砷	<0.01	0.01—0.02	0.02—0.04	0.04—0.1	>0.1
	汞	<0.0005	0.0005—0.001	0.001—0.002	0.002—0.005	>0.005

分级上具有方便之处。为了使水质评价分级具有具体的实际意义,我们认为在天然河流上应当按其功能和防治情况为标准进行分级,而不宜只用抽象的什么清洁、污染、轻污染……去分级。这样可以减少任意性,有统一的认识标准,可以进行对比。据此我们试提出以具体用途和防治方式为划分水质等级的标准如下表 2。

用这样的分级标准为根据,结合各地区河流的流量大小,再定出各种评价参数(污染物)的具体浓度标准。这些水质污染物的具体标准,各河段可以略有差异,因为各河段的水量不同,自净能力不同,所以要求也就不同。象这样在制定分级根据时有原则性,在定参数的浓度标准数值上又有灵活性,则便于与地区性的标准结合起来。我们在黄河兰州段试定的水质等级参数标准如表 3。

根据这样的分级标准,我们可以进行各评价参数的单项评价分级,它可以对比各污染物的污染程度,列表 4。亦可以进行综合评价分级。在进行综合评价时,如果所选用的

表 4 黄河兰州段水质评价(用均值计算)

项目	断面			
	X断面	Z断面	B断面	S ₁ 断面
DO	I	I	II	II
COD	II	II	II	II
酚	II	III	III	II
氰	II	II	II	II
砷	I	II	II	II
汞	II	II	II	II
综 和	II ₄	III ₁	III ₁	II ₅

评价参数项目不多,这些评价参数对水质污染影响的效应相差不太悬殊,则可以不用考虑引进权系数然后进行分级评分的方法。可以使用各评价参数中的最高等级者做为综合评价的等级。这种做法从表面上看似乎偏严些,但却有合理的地方。因为无论在用水上或是在水质污染的防治上都是要一项参数一项参数地考虑问题和解决问题,并都要按最不利的项目,即污染最重的物质去处理。因之在进行水质综合评价时,选用评价参数中污染最重的等级作为评价等级是便于实用

表 5 黄河兰州段各种累积频率的水质综合评价

级别 \ 断面	X 断面	Z 断面	B 断面	S ₂ 断面
机率				
$P=10\%$	III ₄	III ₃	IV ₂	III ₅
$P=20\%$	II ₆	III ₁	IV ₁	III ₂
$P=30\%$	II ₅	III ₁	III ₂	II ₄
$P=50\%$	II ₁	II ₃	III ₁	II ₄

的。其次,为了区别每一等级的综合评价价值是由几项参数造成的,则可以再用二级分类法表示,即在综合水质等级下用脚注法表示。如 III₃ 即表示由三项评价参数达到三级水质而造成的三级水(轻污染)。这样可以区别出同级水质中的内部差别。

再结合前述各种评价参数的各种概率下的具体数值,按上述标准。就可进一步评价出可表示污染历时的水质等级来。如下表就是用累积频率为 10%, 20%, 30% 和 50% 做

的评价计算,它反映出黄河兰州段不同出现机会的水质情况,或者说是某种水质等级的保证情况。例如当累积频率为 50%,即有一半的出现机会时,各断面的水质都好于均值所代表的情况(再参见表 4),此时除 B 断面外,都属 II 级水质。换句话说,除 B 断面外,其他各断面有 50% 的机会不受污染,而 B 断面出现污染水质(III 级)的机会在 50% 以上,是本段污染历时最长的断面。又如 B 断面和 Z 断面,用均值进行综合评价都是轻污染的三级水(III₁) 应属同类。但是用概率方法统计评价,就可以看出他们的差别了, B 断面有 50% 的机会是受污染,而 Z 断面只有 30% 的机会是污染水质。二者的水质差别明显地看出来了。致于在水质的管理和控制上,有时水质污染历时的资料比污染强度的资料更重要,所以用概率方法进行评价将会给控制水质上提供有用的参考依据。

关于印染工业废水 BOD₅ 二元线性方程计算的方法论

谢 上 达

(湖南邵阳地区环境保护办公室)

自七十年代末期以来,国外力求寻找各种类型工业废水的 BOD 与 COD 等之间的线性关系,企图从概率统计方程中快速求得 BOD₅ 值的最佳数学期望,因此,促进了预测预报 BOD₅ 的发展。对于印染厂废水中的 COD、TOD、TOC 与 BOD₅ 的相关关系^[1,2]已有报道。

本文通过实例,论证了印染工业废水 BOD₅ 与 COD_{Cr}、OD (耗氧量) 有密切的相关性,并建立了 BOD₅ 二元回归统计方程。

一、印染废水中 COD、OD 与 BOD₅ 的相关性

原始数据来自“生物曝气塔法”处理印染废水运转数据,见表 1。为了计算它们的相关程度,将表 1 的该三项原始数据经最小二乘法数学处理按求解线性统计方程系数及常数项的要求,设 BOD₅ = Y, COD = X₁, OD = X₂。(表 2)经计算后求各项总和得: N = 32。