表 3 放大试验结果

试验柱	流过体积	出口浓度	去除率		
	(L)	(µg·ml ⁻¹)	(7)		
第	4.0	未检出	100		
一	6.0	0.042	99.9		
柱	9.0	0.18	99.5		
两柱串联	9.0	未检出	100		
	15.0	0.13	99.6		
	20.0	0.18	99.4		
	27.0	0.22	99.4		

三、玉米麸质铁吸附Cr(VI) 的机理探讨

玉米麸质含有丰富的蛋白质,其含量在50%左右。该麸质蛋白在通常的水溶液中带有负电荷。它的多种氨基酸残基,如羧基,巯基,酚羟基等能强烈地结合正离子。所以它对重金属阳离子 Hg(II) 有很好的吸附作用^{EII}。当玉米麸质结合上铁以后,它的负电性被中和,使得蛋白质上,在一定条件下带正电的氨基酸残基,如氨基、咪唑基等含氮基团显示作

用. 另一方面,大量铁 Fe(III) 吸附和沉积会 使蛋白质胶体的 ζ 电位变号,由带负电的胶体变为带正电的胶体。所以笔者认为,玉米 麸质铁对 Cr(VI) 的吸附,既有静电吸附,也有胶体吸附,而且胶体吸附可能占有重要地位。有关玉米麸质铁对 Cr(VI) 的吸附机理是比较复杂的,有待进一步研究。

四、结束语

用玉米麸质铁处理含 Cr(VI) 废水具有成本低,是活性炭价格的三分之一到五分之一,投资少,处理方法简单,且吸附效果好等特点.为小规模含铬废水的治理提出了一新的方法。

参考文献

- [1] 刘满英等,环境科学,9(5),52(1988)。
- [2] 刘满英等,离子交换与吸附,5(6),458(1989).

(收稿日期1990年9月12日)

河流横向混合系数的室内试验

慕 金 波

侯克复

(山东省环境保护设计院)

(华东工学院环境科学与工程系)

擒要 本文在实验室矩形平直明渠内,对横向混合系数的公式结构进行了探讨。在室内模型内做大量的示踪 试验,获得 63 组实验数据,在此基础上确定了关于横向混合系数的准数关系式,并对该式作了分析。由室内模型 所归纳的公式和结论,可为天然顺直河流横向混合系数的确定提供参考。

关键调 矩形平直明渠;横向混合系数;示踪试验;准数关系式。

研究污染物在河流中横向混合过程的关键,是如何确定横向混合系数,而到目前为止,横向混合系数的研究还很不成熟.人们在估算河流横向混合系数时,至今仍采用下式¹¹

$$E_* = a_* h u^* \tag{1}$$

式中, E, 为横向混合系数 (m^2/s) ; h 为平均

水深(m); u^* 为摩阻流 速 (m/s); α_s 为 无 量纲横向混合系数,通常为一常数。

人们认为上面的估算公式在结构上不够完善。有的研究者认为[x],在高紊时,横向混合系数不仅与水深h和摩阻流速 u^* 有关,还可能与河宽B和平均流速 \overline{u} 有关,即

 $E_u/hu^* = \phi(u^*/\bar{u}, B/h)$

虽然已有研究者在室内模型内开展了试验工作,但是由于他们的实验规模小、所获得的有效数据量少,因而难以归纳出关于 E_* 的 具体表达式。另外,许多理论上的分析,也依赖于 E_* 与诸影响因素的关系式的建立。

为了克服目前关于河流横向混合系数研究中存在的困难和问题,且考虑到在天然河流中直接进行示踪试验的局限性,本文提出在实验室矩形明渠内进行示踪试验,研究横向混合系数与诸影响因素 \bar{u} 、 u^* 、B和h的关系,建立关于 E_* 的准数关系式,从而为天然顺直河流中污染物横向混合系数的确定提供参考。

一、实验部分

(一) 室内模型试验的设施

1. 供水设备

包括一容积较大的贮水池和两台出水管 路并联的水泵。

2. 高位槽和稳流装置

自来水经泵打入高位槽。在高位槽的上部有溢流管,以保证槽内水位恒定,下部有出水阀门调节水量。通常从阀门出来的水波动较大,这对后面的矩形明渠内流动是否均匀稳定有较大影响。为此,在阀门的出口处装一挡板,用它挡住刚出阀门的急速水流,让水流改向从挡板下方流出;再让水通过三角堰,使水溢流进入明渠,这样就得到了较好的水流稳定状态。为了观察污染带的稳定状况,在示踪剂氯化钠溶液中加入少许高锰酸钾。

3. 示踪剂投放装置

示踪剂的释放方式是恒定连续排放,排 放口设在明渠中心.每次实验的示踪剂投放 量视水流量而定,用螺旋开关调节.

4. 矩形阴渠主体

矩形明渠全长约 20m, 宽 0.96m, 高 0.5 m, 由三角钢嵌玻璃筑成。 底部为基本水平的水磨石地面。尾部有一闸门,以调节水流 的流速和水深。

5. 计算机浓度采集和处理系统

在一定温度下,示踪剂的浓度与其电导值成线性关系,电导率仪的输出又与电导值成正比,因而用计算机采集电导率仪的输出 信号能反映出示踪剂浓度大小的。 在工作时,电导率仪的输出(实际上是电压信号)通过屏蔽线送人模数转换器,将电压信号转换为数字信号,送人计算机内存储。当截值号转换为数字信号,送人计算机内存储。当截值上某一点的数据采集完毕后,计算机控制模数转换器内的继电器接通讯响器,使之鸣笛一次提示;当截面上所有测点的数据均采集完毕后,讯响器连续鸣笛二次提示。 当所有截插,订印出所需要的结果。

(二) 各物理量的测定和计算

1. 平均水深和平均流速的测定

在横向混合段,取几点测定水深和流速, 然后取平均值作为平均水深和平均流速。

2. 摩阻流速的计算

摩阻流速是反映流体流动状况的综合参数,计算公式为

$$u^* = \sqrt{gIR} \tag{2}$$

式中,8 为重力加速度;I 为水力坡度;R 为水力半径(m)。其中,R 由下式求出

$$R = \frac{hB}{2h + B} \tag{3}$$

3. 横向混合系数的计算

对于矩形平直明渠,可以导出

$$E_z = \frac{1}{2} \bar{u} \frac{d\sigma_z^2}{dx} \tag{4}$$

其中, $d\sigma_{z}^{2}/dz$ 表示矩形明渠内示踪剂横向浓度分布方差 σ_{z}^{2} 沿纵向的变化率,而方差又可表示为

$$\sigma_x^2 = \frac{\int_0^B z^2 c d_x}{\int_0^B c d_x} \tag{5}$$

式中,6为示踪剂浓度,2表示横向坐标。

本实验共取6个截面,在每一截面上均 分取17个点,测定其浓度值,以体现其浓度 分布状况。将(5)式离散化,并注意到计算机 的采样值与浓度成正比,则有

$$\sigma_z^2 = \frac{\sum_{i=1}^{17} S_i z_i^2 \Delta z_i}{\sum_{i=1}^{17} S_i \Delta z_i}$$
 (6)

式中, S_i 为计算机在截面上第i个测定所采集的数据; Δz_i 为相邻测点间距。

通过实验发现,同一次实验中各截面上的方差与各截面的纵向距离之间 成线性关系,其相关系数在 0.98 以上,即

$$\sigma_z^2 = a_0 + a_1 x$$

或

$$\frac{d\sigma_z^2}{dr} = a_1 \tag{7}$$

把(7)式代人(4)式,得

$$E_s = \frac{1}{2} \, \overline{u} a_1 \tag{8}$$

式中, a_1 表示每次试验得各截面 a_2 对 a_3 一元回归的直线斜率。 本文就是用(8)式来计算 a_4 的。

二、结果与分析

(一) 实验数据

通过调节出水阀门和尾部闸门的 开 度, 改变水流的流动状态,做了不同水力学条件 下的 63 组有效实验,实验数据从略.

(二) 准数关系式的获得

设对矩形平直明渠有

$$E_s = f(B, h, \bar{u}, u^*)$$

把五个物理量之间的关系假设为幂函数形式,即

$$E_{\bullet} = k \bar{u}^{a} u^{*b} h^{c} B^{d}$$

由因次分析法,得出关于E,的准数关系为

$$\frac{E_s}{hu^*} = k \left(\frac{u^*}{\overline{u}}\right)^{-2} \left(\frac{B}{h}\right)^{d} \tag{9}$$

矩形平直明渠内的横向混合包括两个部分,一是横向扩散,它又包括湍流扩散和分子扩散,通常分子扩散与湍流扩散相比小到可

以忽略不计,因此这一部分以横向湍流扩散为主。二是横向离散,它主要是受第二类二次流的影响。式(9)中,由于摩阻系数 f—8(u*/ū)²,因而可用 f 来代替 u*/ū,而 f 指示了壁面切应力产生的湍流强度,所以 u*/证这一项体现了湍流扩散对横向混合的 影响。根据有关实验证实[2],宽深比 B/h 与第二类二次流有着密切的关系,因此 B/h 反映了第二类二次流对横向混合的影响。

对(9)式两边取对数,并令

$$y = \ln(E_x/hu^*), x_1 = \ln(u^*/\bar{u}),$$

 $x_2 = \ln(B/h),$

$$\beta_0 = \ln k$$
, $\beta_1 = -a$, $\beta_2 = d$

则(9)式化为线性模型

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \tag{10}$$

这样,把求解式(9)中待定常数 k、a 和 d 的问题变为线性模型(10)中系数 β_0 、 β_1 和 β_2 的估值问题。

由实验数据可知 (y_i, x_{ii}, x_{2i}) , i = 1, 2, ···, 63、式(10)二元回归得

$$\hat{\beta}_0 = -4.7, \ \hat{\beta}_1 = -0.85, \ \hat{\beta}_2 = 0.22$$

通过对回归方程和回归系数的显著性检验得知,线性回归方程成立,从而有准数关系式

$$\frac{E_z}{hu^*} = 0.0091 \left(\frac{u^*}{\bar{u}}\right)^{-0.85} \left(\frac{B}{h}\right)^{0.22} \tag{11}$$

成立。

(三) 准数关系式合理性的旁证:

为了检验式(11)的合理性,将国外某些作者与本文实验条件相似的室内试验数据进行了归纳,将他们关于 E_* 的实测结果 与采用(11)式的计算结果相比较,列于表 1.

由表 1 可见, E, 的估算值与实测值比较接近, 平均相对误差只有 10.54%。因而, 通过对国外某些实验者的室内资料分析, 认为准数关系式(11)具有一定的合理性。

(四) 准数关系式的可应用性

式(11)是由室内矩形平直明渠内归纳出来的,这是一种较为理想的情况。为了检验式(11)对天然顺直河流的适用性,将国外某

表 1 室内试验明渠的 E. 实测值与计算值的比较

作者	明渠宽B (m)	平均水深 h (m)	平均流速 ū (m/s)	摩阻流速 ** (m/s)	横向混合系数 E _z 实测值 (m²/s) × 10 ⁻⁴	横向混合系数 E _x 计算值 (m²/s) × 10-4	相对误身 (%)
Elder	0.36	0.012	0.216	0.0158	0.31	0.34	9.68
Engmann 1.22 1.22 1.22 1.22	0.0396	0.264	0.0215	1.24	1.40	12.90	
	1.22	0.0405	0.2289	0.0181	1.32	1.23	6.82
	1.22	0.0472	0.1231	0.0113	0.86	0.76	11.63
	1.22	0.0649	0.1966	0.0157	1.55	1.53	1.29
Holley	1.2	0.097	0.112	0.006	0.924	1.11	20.13
Sullivan	0.6	0.0415	0.337	0.0196	1.40	1.49	6.45
	0.6	0.039	0.308	0.0182	1.14	1.30	13.45
	0.6	0.042	0.179	0.011	0.74	0.80	8.67
	0.6	0.0485	0.155	0.00932	0.91	0.78	14.55
	0.6	0.0496	0.302	0.0172	1.41	1.53	8.50
Lau	0.6	0.0415	0.3373	0.0196	1.40	1.50	7.22
	0.6	0.039	0.3077	0.0182	1.15	1.31	14.59
	0.6	0.042	0.179	0.01096	0.74	0.81	9.73
	0.6	0.0485	0.1546	0.0093	0.91	0.78	13.78
	0.6	0.0496	0.3024	0.0172	1.41	1.54	9.22

表 2 天然顺直河流现场试验 E 实测值与计算值的比较

试验者	河 流 名 称	河宽B (m)	平均水深 h(m)	平均流速 ū (m/s)	摩阻流速 #*(m/s)	E . 实测 值(m²/s)	E. 计算 值(m²/s)	相对误差 (%)
Glover	Clumnbia River	305	3.05	1.35	0.088	0.186	0.070	62.36
Yotsukura	Sorth River	18.3	0.4	0.18	0.04	0.0046	0.00121	73.65
	Aristo Feeder Cannal	18.3	0.67	0.67	0.062	0.0093	0.00595	36.06
	Bernado Conveyance Channel	20.1	0.7	1.25	0.061	0.013	0.0107	18.07
Beltaos	North Saskatchewan below Edmonton	213	1.56	0.58	0.08	0.031	0.0183	41.18
	Athabasca below Fort McMurray	373	2.19	0.95	0.056	0.092	0.039	57.66
Fisher	Irrigation Cannal	18.3	0.673	0.645	0.062	0.0102	0.0058	43.14

些实验者在天然顺直河流的现场试验数据进行归纳,将他们关于E,的实测结果与采用(11)式的计算结果相比较,列于表 2.

由表 2 可见,用式(11)基本上能对天然 顺直河流横向混合系数的取值范围作出估计,因而式(11)具有一定的参考意义。

同时从表 2 还可以看出, E, 的估算值均小于实测值, 这是因为把上面几条河流均看成是矩形平直明渠. 然而天然河流要复杂得多,比如水深沿纵向和横向的变化, 横向流速的存在等, 这些因素也将影响 E, 的大小. 如何参考由实验室矩形平直明渠导出的关于横向混合系数的准数关系, 结合大量的天然河

流的实测资料,对式(11)加以修正,使之更好地适用于天然顺直河流的横向混合系数的估算,这正是今后继续研究的课题。

参考文献

- [1] Elder, J. W., Journal of Fluid Mechanics, 5(4), 544 (1959).
- [2] Lau, Y. L. et al., ASCE, 103 (HY10), 1173 (1977).
- [3] Webel, G. et al., Wasserwirtschaft, (5), 137 (1983).
- [4] 方子云,水资源保护工作手册,第472页,河海大学出版社,南京,1988年.
- [5] 李平林等,中国环境科学,9(5),361(1989).

(收稿日期: 1990年 10 月 28 日)

Chinese Journal of Environmental Science

on Natural Sediments; Effect of Solid Concentration on Adsorption Partition Coefficients. Zhao Yuanhui (Dept. of Environmental Science, Nanjing University), Lang Peizhen (Dept. of Environmental Science, Northeast Normal University): Chin. J. Environ. Sci., 12(5), 1991, pp. 23—27

Adsorption behavior of organic pollutants in Shong-hua River was studied. The solid effect can be attributed to transfer of dissolved solid phase to liquid phase during the course of adsorption partitioning. Based on the results of our experiments, a mathematical model was developed for calculating adsorption partition coefficients (K). Thus, the K values for eleven compounds at different solid concentrations were obtained.

Key Words: adsorption. solid concentration, adsorption partition coefficient.

An Experimental Study on Treatment of Chromic Slag with the Way of Burning for Making Portland Cement. Xi Yaozhong (Research Institute of Cement, Chinese Academy of Building Materials, Beijing): Chin. J. Environ. Sci., 12 (3), 1991, pp. 27—31

Chrome slag discharged from dichromate plants contains 0.1-0.3% water-soluble Cr8+ and 0.2-0.8% acidsoluble Cr6+, which is a nasty pollutant. This paper presents a new method for treatment of chrome slag containing Cr6+ by means of adding a small amount of it to raw meal for making Portland cement. In the experiments, Cr6+ removal rate of chrome-slag cement burned in a laboratory furnace or a small shaft kiln were obtained, the dissolved amounts of water-soluble Cr6+ from hardened cement cubes or from those mortar were analyzed, and the stability of reduced chrome in cement under weathering was obserbed. The results demonstrate that the removal rate of Cr6+ by burning is over 90%. If total Cr2Os in cement is below 1%, the dissolved Cr6+ concentration from the cement will not exceed 0.5 mg/L for sewage. If total Cr2Os is below 0.4%, the Cre+ concentration will noe exceed 0.05 mg/L for drinking water. The reduced chrome in hardened cement is stable under a long-term weathering, so the method is feasible for treating chrome slag.

Key Words: chrome slag, cement, treatment.

Removal of Cr(VI) from Wastewater with Femodified Corn Gluten. Liu Manying, Zhang Deqing, Kang Weijun (Hebei Medical College): Chin. J. Environ. Sci. 12(5), 1991, pp. 32-34

This paper introduces a new method for the removal of Cr(VI) form wastewater by using Fe-modified corn gluten. The experimental results show that the rate of removal can reach 99.9% at pH 2—10 and flow rate of 5—28 ml/min. and the saturated capacity was determined to be 27 mg/g (measured by Cr(VI)). The results of

enlarged test of true wastewater are satisfactory. The adsorbed Cr(VI) can be eluated by NH₃·H₂O(0.3M) and then the material can be reused. In view of the properties of the material, the method has the prospect of becoming a cheep and effective one for the treatment of Cr (VI)-containing wastewater.

Key Words: corn gluten, chromium, wastewater treatment,

Laboratory Study on Transverse Mixing Coefficient of Rivers. Mu Jinbo, Hou Kefu (Department of Environmental Science & Engineering, East China Institute of Technology): Chin. J. Environ. Sci., 12(5), 1991, pp. 34-37

The formulary structure about transverse mixing coefficient of rivers has been studied at the laboratory model of straight rectangular open channel. In the model, a lot of trace experiments were performed so that 63 groups of data were obtained. On the basis of the experiments, the relation for transverse mixing coefficient was offered and analyzed. The empirical formulation and some conclusions induced by the model will provide reference for ascertainment of the transverse mixing coefficient in natural streams.

Key Words: transverse mixing coefficient, empirical formulation, rectangular straight channel, stream.

A Research on the Natural Resource Catalysts Used in Diesel Engine Emmision Purification. Xu Kaili, Wang Bingquan (Northeast University of Technology): Chin. J. Environ. Sci., 12 (5), 1991, pp. 38-41

Several types of natural resource catalysts were prepared by using two kinds of minerals containing both of rare-earth and transition metal element or the transition metal element only. Selection and activity assessment was carried out on a diesel engine platform. Experimental results show that ZC-I catalyst and ZC-4 catalyst have good characteristics of temperature. space vilocity, thermostability and resistance to carbon concentration, and ZC-I is better. ZC-I contains oxides of race-earth metal and transition metal. and ZC-4 contains oxides of transition metal and co-catalyst. Primary investigation on the life time of ZC-I catalyst showed that, for 700 hours, there was no activity decrease observed.

Key Words: engine emmision, catalystic purification, nature resource catalyst.

Study on the Production of Activated Carbon from Straw Pulp and Paper Black Liquor. YangRunchang, Zhou Shutian (Dept. of Chemical Engineering, Xiangtan University): Chim. J.