

黄河兰州段悬浮物油吸附规律研究

刘玉林, 关 健, 达玉英

(黄河上游水环境监测中心, 甘肃 兰州 730000)

摘 要:根据黄河多泥沙特点及黄河兰州段水污染特性, 探讨和研究黄河泥沙对油类污染物的吸附规律, 研究有机污染物在水环境中的迁移转化和消失的过程, 指出合理利用自然净化能力是改善环境的有效措施。

关键词:黄河; 兰州段; 油吸附规律; 迁移转化; 吸附净化; 环境; 改善

中图分类号: X52

文献标识码: A

文章编号: 1008-486X(2001)04-0013-03

Research on Suspended Matter Absorbing Oil in Lanzhou Reach of Yellow River

LIU Yu-lin, GUAN Jian, DA Yu-ying

(the Observation Center of Water Environment of Upper Reaches of Yellow River, Lanzhou 730000, Gansu, China)

Abstract Based on the much-silt feature of Yellow River and the feature of water pollution of Lanzhou reach, the article discusses the law of silt absorbing oil pollutant. It is an effective measure of improving environment to utilize rationally the natural purification ability by researching on the migration, transformation and disappearance process of organic pollutant in water environment.

Key words Yellow River; Lanzhou reach; oil absorption; migration and transformation; absorption and purification; environment; improvement

1 引言

黄河兰州段西起永靖县刘家峡坝下, 北至甘肃、宁夏两省区交界的五佛寺, 全长 358.6km, 流域面积 8.5 万 km², 流域人口约 290 万。

兰州是石油化工城, 随着化学、石油、印染等工业的迅速发展, 排入黄河的有机污染物也大量增加, 而大多数的有机污染物对人体健康和水环境有着直接危害, 易引起各种疾病。水中的油极易被微生物氧化分解, 消耗水中溶解氧, 使水体恶化。因此, 研究有机污染物在水环境中迁移转化和消失的过程, 合理地利用自然净化能力, 是改善环境的有效措施。

研究方法主要通过断面采样分析和模拟实验, 力图说明或找到悬浮物对油的吸附规律, 并找出油在泥沙与水之间的分配系数, 以及该分配系数与泥沙有机质含量的相关系数。

2 实验部分

2.1 采样断面及沙样制备

(1) 采样断面: 黄河东西方向横贯兰州市区(见图 1), 各断面不同程度地接纳了工业废水和生活污水, 本次研究从三个断面采集泥沙样品。

(2) 沙样制备: 为了清除泥沙中原来含的油, 用石油醚将采集泥沙多次清洗除油, 然后风干, 再按多级过筛的方法将泥沙分级备用。

2.2 油标准的制备

将由包兰桥断面附近采集的水样, 用重量法制取油标准, 然后配制成 1mg/ml 储备液, 再稀释为 10 μ g/ml 标准使用液, 作为本次实验用的油标准。经兰州大学测试中心测定, 此油标准最大吸收量对应的波长为 212.5nm 见图 2。

2.3 实验仪器、方法

本实验所用仪器为 751-GW 分光光度计, 实验

收稿日期: 2001-02-26

作者简介: 刘玉林(1959-), 男, 北京市人, 工程师, 主要从事水资源管理和水环境监测技术管理工作。

方法为:环境监测标准分析方法中所规定的紫外线比色法。泥沙有机质含量测定方法为:重铬酸钾氧化法。

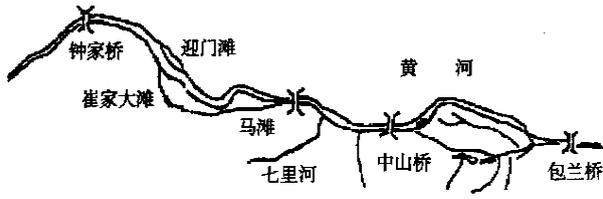


图1 黄河横贯兰州市区位置图

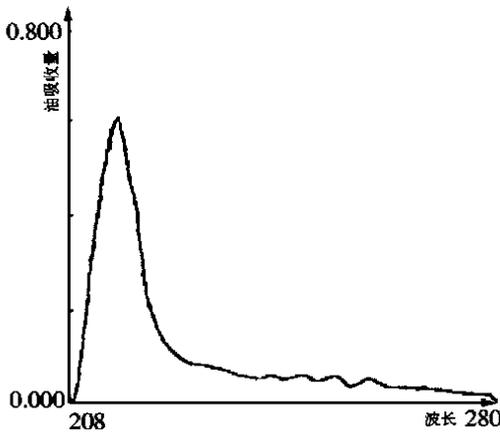


图2 油吸收扫描图 (800nm/min 扫描速度)

2.4 标准曲线的绘制

油标准 $10\mu\text{g}/\text{ml}$, 用石油醚定溶至 10ml , 然后测定结果见表1。

表1 油标准曲线测定表

MI 数	0.0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
吸光度	0.000	0.030	0.072	0.152	0.240	0.331	0.425

相关系数(r) 0.999 A: -0.011 B: 0.0856 方程: $Y=A-BX$

2.5 模拟实验与实验采样分析

2.5.1 萃取液的确定:

采用《环境监测标准分析方法》中的紫外分光光度法, 用 25ml 石油醚作为萃取液的体积进行萃取。

2.5.2 泥沙粒径的选择:

固液相分离用高速离心机, 离心时间为 3min 。其测定结果见表2。

由表2可知, 粒径 $<0.05\text{mm}$ 的泥沙吸附量最大 ($15.62\text{mg}/\text{g}$), 根据黄河兰州段泥沙的特点, 粒径 $<0.05\text{mm}$ 的泥沙占 80% 以上。选择粒径 $<0.05\text{mm}$ 级的泥沙做模拟实验用的沙样。吸附量计算式为:

$$\text{吸附量}(\mu\text{g}/\text{g}) = \frac{(c - c_1) \times V}{m}$$

式中: c —吸附前溶液浓度; c_1 —吸附平衡时溶液浓度; m —泥沙重量; V —吸附实验溶液的体积。

表2 不同粒径泥沙对油吸附量测定表

粒 径	mm	>0.2	$0.2\sim 0.1$	$0.1\sim 0.05$	<0.05
加标	ml	1	1	2	2
加沙	g	1	1	1	1
H ₂ O	ml	200	200	200	200
萃取液	ml	25	25	25	25
萃取时间	分	30	30	30	30
吸光度		0.018	0.009	0.020	0.004
平衡浓度	$\mu\text{g}/\text{ml}$	0.0423	0.0292	0.0453	0.0219
吸附量	$\mu\text{g}/\text{g}$	1.54	4.16	10.94	15.62

2.5.3 吸附速率曲线

为了搞清泥沙吸附达到平衡时的时间, 进行了吸附速率的实验。在 200ml 不含油的水中, 加油标准 3ml , 模拟黄河兰州段含沙量, 加沙 1g (粒径 $<0.05\text{mm}$), 在不同时间进行测定实验。其结果见图3。

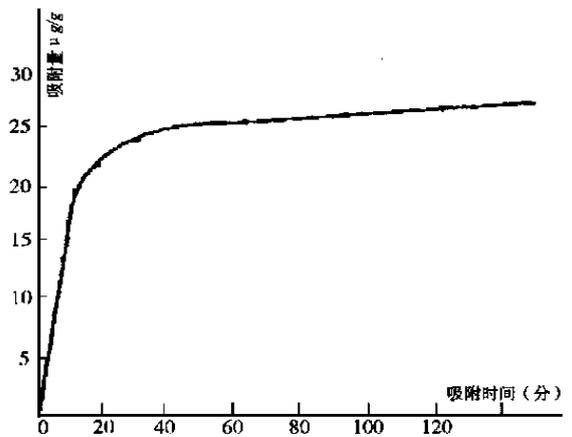


图3 吸附速率曲线

由此图可得出, 当吸附达到平衡时最大吸附时间、吸附量为原始浓度的 85% 以上即可。由此, 最大吸附时间定为 $60\sim 90\text{min}$ 为宜。

2.5.4 不同含沙量的吸附实验

当模拟水样体积 200ml 一定时, 加入油标准 3ml , 以不同含沙量为变量, 使其达到振荡平衡的吸附结果见图4。

由图4可以看出: 当含沙量较低时, 吸附量也低; 而当含沙量增大时, 吸附量也随之增大; 当含沙量增大到一定程度时, 吸附量增大的趋势则变得缓慢。由此可以看出, 当水样中含沙量较大时, 泥沙对油的吸附平衡时间就短一些, 而当水样中含沙量较低或很低

时, 泥沙对油的吸附平衡时间就长。

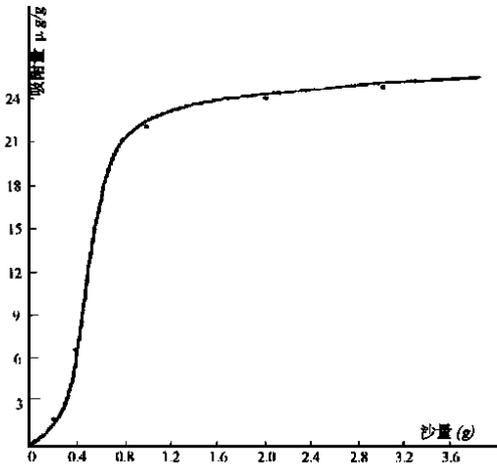


图 4 不同含沙量相对油的吸附曲线

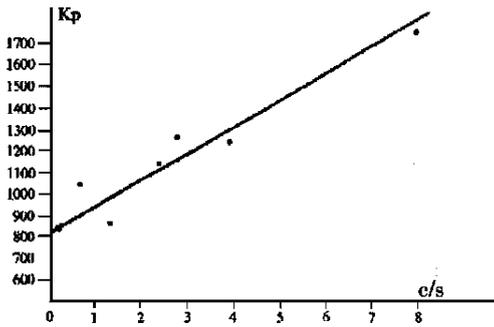


图 5 油的 K_p 值与 c/s 的关系图

2.5.5 油的吸附等温线

即用粒径 $<0.05\text{mm}$, 不含油的泥沙 1g 做吸附实验平衡后, 测得的对泥沙的吸附等温线见表 3。

从测得的数据来看: 在实验平衡浓度从 $0 \sim 0.1577\mu\text{g/ml}$ 范围内, 油的吸附等温线呈线性关系, 吸附随着平衡浓度的增加而增加。其表达方式为:

$$Y = A + K_p X$$

式中: X —为吸附平衡时水中油的浓度; Y —为油被泥沙吸附的量; K_p —为油在泥沙水溶液中的分配

系数 ($K_p = 610.6431$); A —为截距 ($A = -0.1294$); r —为相关系数 ($r = 0.994$)。当 K_p 值越大, 则被泥沙吸附的油越多。 K_p 值很大时, 说明有大量的油被泥沙吸附并随之迁移, 对水环境有吸附净化作用。

2.5.6 实验水样分析

现场实验是在不同时期的三个断面采集水样分析。黄河中石油醚萃取物 (油) 在悬浮泥沙和河水中的浓度存在一个较大的分配系数 K_p 。该分配系数随河水泥沙含量 (以 s 表示) 和泥沙中有机质含量 (以 c 表示) 而变化^[2]。现场实验结果与实验室所做油的吸附等温线是一致的见图 5。

当黄河中含沙量一定时, 吸附在泥沙上油的量随泥沙中有机质含量增加而增加。 C/S 的比值越小, 说明有机质含量越小, 或者河水含沙量越高; 反之含沙量越小, 有机质作用越大。由此说明, 有机物在泥沙上的吸附不是单纯的物理吸附, 而是有机物的分配过程。

3 结论

(1) 根据黄河兰州段泥沙的特点 ($<0.05\text{mm}$ 粒径的泥沙占 80% 以上), 经测定得出: 粒径 $<0.05\text{mm}$ 泥沙的吸附量最大 ($15.62\mu\text{g/g}$)。说明油在河水泥沙上的吸附与其泥沙粒径有关, 粒径越小, 泥沙对油的吸附能力就越强。

(2) 由吸附速率曲线可知, 此曲线呈幂指数关系。当吸附达到平衡时, 确定最大吸附时间为 90min 。

(3) 在一定浓度范围内, 油的吸附等温线呈线性关系。吸附量随着平衡浓度的增加而增加。

(4) 泥沙对油的吸附与含沙量有一定的关系, 这一关系符合图 4 曲线的规律。

(5) 泥沙对油的吸附除了与以上因素有关外, 同时与泥沙中有机质含量也有关, 即有机质在泥沙上的吸附 (K_p) 与泥沙有机质含量呈线性关系。当黄河中含沙量一定时, 吸附在泥沙上油的量随泥沙中所含有机质含量的增加而增加。

表 3 吸附等温表

吸光度	0	0.008	0.020	0.028	0.041	0.050	0.063	0.075	0.086	0.097
平衡浓度 $\mu\text{g/ml}$	0	0.0277	0.0453	0.0570	0.0760	0.0891	0.1081	0.1256	0.1416	0.1577
吸附量 $\mu\text{g/g}$	0	19.46	20.94	33.60	45.80	57.18	68.38	74.80	81.68	98.46

参考文献:

[1] C. T. Chio et al, Science, 206(4420)813(1979).
 [2] S. W. Karicnoff, Water Pes, 13(3), 241(1979).