

黄河高浊度水净化集成技术生产性实验研究

方 晞¹, 聂建校¹, 韩文生¹, 高晓梅¹, 戴之荷²,
顾惠娣², 邓兆华², 张 勇³, 戴 艳³

- (1. 西北建筑工程学院 环境工程系, 陕西 西安 710061;
2. 中国市政工程设计院 科研处, 甘肃 兰州 730000;
3. 济南市自来水公司 黄河水厂, 山东 济南 250032)

[摘要] 介绍了高浊度水净化集成技术与原生产工艺处理黄河高浊度水的生产性比较实验, 结果表明, 高浊度水净化集成技术在降低高浊度水的浊度、COD_{Cr}及致突变活性方面均优于原工艺

[关键词] 高浊度水; 净化集成技术; 致突变活性

[中图分类号] TU 991.2 [文献标识码] A [文章编号] 1001-7569(2000)03-0005-05

Study on the full-scale text integrated technology of purification in Yellow River high-turbid water treatment

FANG Xi¹, NIE Jian-xiao¹, HAN Wen-sheng¹, GAO Xiao-mei¹, DAI Zhi-he²,
GU Hui-di², DENG Zhao-hua², ZHANG Yong³, DAI Yan³

(1. Department of Environmental Engineering, NW Inst. of Arch. Eng.,
Xi'an 710061, China;

2. Northwest Institute of Municipal Engineering Design and Research, Lanzhou 73000, China;

3. Huanghe Water Factory, Jinan Tap water Inc., Jinan 250032, China)

Abstract The integrated technology of purification in Yellow River high-turbid water treatment is introduced and the original treatment process is compared with. The experimental results indicated that the integrated technology of purification in high-turbid water treatment is original to the prime purification process in decreasing turbidity COD_{Cr} and mutagenicity.

Key Words high-turbid water; the integrated technology of purification; mutagenicity

黄河悬浮泥沙具有较大的比表面积, 有极强的吸附能力, 因而富集了大量的无机和有机污染物, 它们具有较强的致突变活性。文献[1]说明, 处理后出水浊度与有机物含量和致突变活性呈明显的正相关性, 即处理后余浊愈小, 致突变活性愈小。

高浊度水的高效混凝清水回流沉淀(澄清)工艺^[2], 将构筑物本身生产的部分清水进行回流, 用来稀释 HPAM (水解聚丙烯酰胺), 使其投加浓度极大降低并与原水混合达到高度分散, 从而发挥高效混凝作用, 增大沉速, 降低出水浊度。无论静水试验还是动水模型试验, 均有较好的效果。

[基金项目] 国家九五攻关项目 (96-909-03-01-07)

[收稿日期] 2000-07-06

[作者简介] 方 晞(1946—), 男, 陕西长安人, 西北建筑工程学院副教授, 从事水质净化处理研究

在原水中投加 PAC (聚合氯化铝), 水中的粘土胶粒在 PAC 作用下脱稳, 生成微小而又密实的初始粒子, 然后引入含有 HPAM 的回流清水与之充分混合, 形成的絮凝体密度大, 速度快, 出水浊度小, 有机物与致突变活性减小^[2,3]。

在文献[2~4]的基础上, 将高浊度水的高效混凝清水回流沉淀(澄清)工艺与结团凝聚原理有机的结合起来, 采用特殊的造粒与固液分离技术, 降低黄河高浊度水中的浑浊度、COD_{cr}与致突变活性, 形成了高浊度水集成技术新工艺, 并在某厂的辐流式沉淀池中与原生生产工艺进行对比性试验, 从而为生产实践中应用高浊度水净化集成技术起到了推动作用

1 试验工艺流程与装置

原生产工艺流程如图 1 所示 高浊度水净化集成技术工艺如图 2 所示



图 1 原生产工艺流程



图 2 高浊度水净化集成技术工艺流程

中心配水室和 1[#], 3[#] 沉淀池为某厂原生产设备, 池直径为 100 m, 面积 7 854 m², 容积 27 800 m³, 设计进水流量为 0.92 m³/s, 停留时间 8 h; 排泥用 8/6E-AH 型渣浆泵, 流量为 120 m³/h, 扬程 22 m, 设计排泥浓度 250 kg/m³, 连续运行。

高效絮凝设备满足高浊度水清水回流工艺和 PAC+HPAM 联合投加的需要。黄河原水中的粘土胶粒在 PAC 的作用下脱稳, 生成微小的初始粒子, 然后通过定量加药泵在回流清水中投加 HPAM 絮凝剂, 形成致密化结构的絮凝体和由此构成的高浓度悬浮层。

回流泵采用 Q S120-10-5 5 型潜水泵, 流量为 120 m³/h, 扬程 10 m; 回流量用 LLH (II) 50JY 型环式流量计, 测定范围为 50~160 m³/h; 沉淀池进出水流量用 L S68 型旋杯式流速仪测定。

HPAM 投药系统用原生产定量投加系统, 根据含沙量配成 1‰和 2‰浓度, 3[#] 试验池的 HPAM 投加量用转子流量计测定。HPAM 有效成分为 93%, 分子量为 450 万。聚合氯化铝的 Al₂O₃ 含量为 30%, 碱化度为 85%, 配制浓度为 8%, PAC 投加系统如图 3 所示。

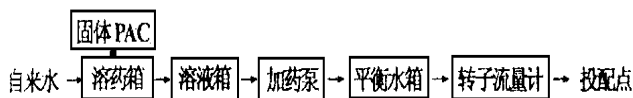


图 3 PAC 投加系统

测定浊度用 STZ 型散射光浊度计, 单位为 NTU; 含沙量用“比重瓶法”测定, 单位 kg/m³。

2 运行和实验结果

试验采用黄河中下游原水。为了考虑高浊度水净化集成技术工艺特点, 用图 1 和图 2 工艺进行对比试验。表 1 和表 2 分别为 1[#] 与 3[#] 沉淀池运行参数及结果, 图 4~5 为 1[#] 与 3[#] 池

进、出水COD_{Cr}对比

表 1 1[#] 与 3[#] 沉淀池试验运行参数 m³/h

序号	试验日期 1999	沉淀 池号	原水含 沙量/ kg·m ⁻³	流量				加药量			
				进水	出水	回流	排泥	PAC		HPAM	
								浓度/%	投量	浓度%	投量
1	8 13	1 [#]	2 36~ 5 87	2 532	2232	0	300			2	0.7
		3 [#]		2 470	2170	214	300	8	0.25	2	0.7
2	8 14	1 [#]	3. 10~ 6 27	2 676	2 376	0	300			2	0.48
		3 [#]		2 588	2 288	202	300	8	0.25	2	0.48
3	8 21	1 [#]	11 52~ 16 62	2 676	2 376	0	300			1	1.2
		3 [#]		2 838	2 538	126	300	8	0.50	1	1.2
4	8 22	1 [#]	17. 46~ 23 94	2 676	2 376	0	300			1	0.86
		3 [#]		2 547	2 247	127	300	8	0.65	1	0.86
5	8 25~ 8 26	1 [#]	7. 96~ 13 68	2 798	2 498	0	300			1	0.5
		3 [#]		2 701	2 401	134	300	8	0.30	1	0.5
6	8 27~ 8 28	1 [#]	7. 99~ 13 62	2 750	2 450	0	300			1	0.5
		3 [#]		2 610	2 310	131	300	8	0.30	1	0.5
7	8 28~ 8 29	1 [#]	9 95~ 15 96	2 700	2 400	0	300			1	0.5
		3 [#]		2 680	2 380	131	300	8	0.30	1	0.5

表 2 黄河高浊度水净化集成技术与原工艺对比

试样 序号	取样 时间	进水含 沙量/ kg·m ⁻³	出水浊度/N TU		浊度降 低倍数	试样 序号	取样 时间	进水含 沙量/ kg·m ⁻³	出水浊度/N TU		浊度降 低倍数
			1 [#] 沉 淀池	3 [#] 沉 淀池					1 [#] 沉 淀池	3 [#] 沉 淀池	
1	10: 00	2 36	32 00	24 82	1.29	4	24: 00	17. 46	49 61	31 20	1.59
	11: 00	2 93	29 20	23 41	1.25		02: 00	18 20	47. 17	31 00	1.52
	14: 00	5 87	31 20	28 80	1.08	5	12: 00		37. 20	32 00	1.16
	15: 30	4 89	32 80	26 80	1.22		16: 00		37. 20	32 00	1.16
	20: 00	5 03	30 80	25 60	1.21		18: 00	13 50	41. 20	35 18	1.17
2	6: 00	3 60	32 10	31 60	1.02		20: 00		53 60	36 00	1.49
	9: 00	3 10	32 43	27 28	1.19		22: 00	11 30	54 92	34 80	1.58
	10: 30	5 16	28 80	25 59	1.13		00: 00	9 90	57. 30	37. 60	1.52
	13: 30	3 12	28 80	24 78	1.16		02: 00	13 45	54 90	35 20	1.56
	15: 30	6 27	29 60	25 20	1.17		05: 00	13 68	55 20	36 40	1.52
	20: 00	3 27	28 00	24 00	1.17		07: 00	7. 96	57. 07	36 00	1.59
3	11: 00	11 52	45 60	43 60	1.05	6	18: 00	13 62	51 60	59 60	
	14: 00	13 27	44 80	40 40	1.11		20: 00	12 99	55 30	48 00	1.15
	15: 00	12 95	43 20	37 28	1.16		22: 00	11 14	67. 30	46 80	1.43
	17: 00	14 18	38 40	31 60	1.22		0: 00		64 48	38 80	1.66
	19: 00	14 92	39 19	28 80	1.36		02: 00	10 80	55 20	37 20	1.48
	22: 00	11 72	38 10	31 66	1.20		04: 00		50 80	35 60	1.43
	24: 00	16 62	35 65	33 20	1.07		06: 00	7. 99	55 71	37 20	1.50
	02: 00	15 95	33 20	32 80	1.01		07: 30		54 40	35 72	1.52
4	10: 00	18 93	35 20	30 40	1.16	7	12: 00	7. 95	52 00	36 80	1.41
	11: 45	20 00	33 20	28 80	1.15		16: 00	15 96	66 80	35 70	1.87
	13: 00	19 95	37 20	24 30	1.53		18: 00	12 25	72 80	35 20	2.07
	15: 00	23 94	41 20	35 20	1.17		21: 00	10 84	70 80	31 20	2.27
	17: 00	22 90	47 20	38 80	1.22		24: 00	8 83	70 50	33 40	2.11
	20: 00	18 98	46 80	39 80	1.18		02: 00	8 80	64 71	33 60	1.93
	22: 00	20 20	47 18	39 60	1.19		05: 30	10 14	68 40	38 40	1.78

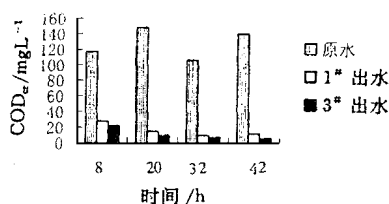


图 4 9月21日~9月22日出水 COD_{cr} 比较
(进水含沙量 $5\sim 17.3\text{ kg/m}^3$)

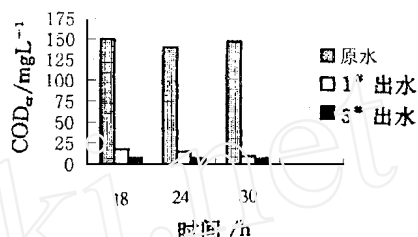


图 5 10月4日~10月5日出水 COD_{cr} 比较
(进水含沙量 $11\sim 22.5\text{ kg/m}^3$)

3 试验结果分析

原水中病菌、病毒以及其它有害物质,往往依附于形成浊度的悬浮物中,因此,降低水的浊度对限制水中病菌、病毒及其它有害物质的含量具有积极意义^[5]。由表 2 可知,高浊度水净化集成技术对降低黄河高浊度的浊度明显优于原工艺。由表 1, 2 可知,试验序号为 1~ 3 的对比效果不显著,这是因为高分子物质 HPAM 投量过多,原水中粘土胶粒的吸附面均被长链状 HPAM 覆盖,两胶粒接近时就受到 HPAM 分子的阻碍而不能聚集,即“胶体保护”作用^[5];当进一步降低 HPAM 至序号 4~ 7 的对应投量时,两工艺的出水浊度差值增大。序号 5~ 7 可看出高浊度水净化集成技术的出水浑浊度降低倍数最大可达 2.27。序号 3 和 7 相比,在进水含沙量接近,出水浑浊度均为 30~ 40 NTU 之间时,高浊度水净化集成技术的 HPAM 的投量可减少至原工艺的 42%,从而降低了出水中单体丙烯酰胺的含量。

图 4~ 5 为原工艺(1# 沉淀池)与高浊度水的净化集成技术(3# 沉淀池)的出水 COD_{cr} 比较,可以看出,后者优于前者。

水中是否含有遗传毒性物质是评价水质的主要卫生指标。在检验化学物质遗传毒性的短期试验中,以沙门氏菌回复突变的 Ames 试验应用最广,常用的 AT₉₈和 AT₁₀₀菌株能测试不同类型的突变(移码型突变和碱基置换型突变)。根据国内外试验结果,水体中直接致突变物多时,加入 S₉ 活化系统其敏感性降低。试验采用不加 S₉ 的方法测定直接致突变物 Ames 试验结果见表 3, MR 为回变率, MN 为各水样剂量下 Ames 试验回变菌落数(rev)。

表 3 两工艺出水 Ames 试验结果对比 (1999-08-28~ 1999-08-29)

水样号		1(原工艺出水)				2(黄河原水)*				3(新工艺出水)			
剂量/(L/皿)		5.00	2.00	1.00	0.50	2.00	1.00	0.50	0.25	5.00	2.00	1.00	0.50
TA ₉₈	MN/rev	55.0	52.3	37.0	25.3	55.0	35.0	24.3	17.0	36.0	32.0	28.5	22.3
	MR	3.24	3.08	2.17	1.49	3.24	2.06	1.43	1.00	2.12	1.88	1.68	1.31
TA ₁₀₀	MN/rev	294	291	276	215	334	296	171	154	178	126	137	130
	MR	2.10	2.06	1.92	1.84	2.37	2.10	1.21	1.09	1.26	0.89	0.97	0.92

注: (1) 剂量: 每皿相当于水样量; (2) * 黄河原水剂量为 5.0 L/皿时抑菌。

采用水样比活性作为评价指标^[6], 水样比活性是指单位体积水样引起的回变菌落数, 常用于表示水样致突变活性的强弱。根据表 3 数据和文献[6]的计算方法, 得出黄河原水及两个工艺出水的水样比活性及相关系数(表 4)。

表 4 剂量~ 回变反应关系相关系数与水样比活性

水样号	1(原工艺出水)	2(黄河原水)	3(新工艺出水)
TA ₉₈	水样比活性/ $\text{rev} \cdot \text{L}^{-1}$	5.65	21.40
	相关系数	0.99	0.82
TA ₁₀₀	水样比活性/ $\text{rev} \cdot \text{L}^{-1}$	12.20	107.65
	相关系数	0.67	0.93

由表 4 可知, 原工艺使 AT₉₈ 和 TA₁₀₀ 菌株的水样比活性分别降低了 74% 和 87%, 新工艺降低了 88% 和 90%, 原水水样高剂量组产生抑菌现象, 说明有细胞毒性

4 结 论

高浊度水净化集成技术与原工艺相比, 在 HPAM 投量相同时可降低出水浊度 1.16~2.27 倍. 在维持同样出水浊度时, 高浊度水净化集成技术可降低 HPAM 投量, 减小出水中单体丙烯酰胺的含量.

高浊度水净化集成技术在降低黄河水中的 COD_{cr} 和致突变活性方面优于原工艺.

[参考文献]

- [1] 邱瑞骥, 高健力, 袁宝珊, 等. 自来水不同处理单元出水有机污染物的致突变性研究[J]. 中国给水排水, 1994, 10(4): 7- 8
- [2] 张有威, 方 晞, 聂建校. 高浊度水的高絮凝沉淀(澄清)工艺及其装置的研究[R]. 西安: 西北建筑工程学院科研处, 1988
- [3] 戴之荷, 方 晞, 聂建校, 等. 黄河高浊度水混凝沉淀试验的研究[J]. 给水排水, 2000, 26(6): 25-26
- [4] 丹保宪仁, 于泮池, 王晓昌. 高浊度水的结团凝聚处理方法[J]. 中国给水排水, 1987, 3(4): 4- 5
- [5] 严煦世, 范瑾初. 给水工程[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995. 228- 256
- [6] 罗晓鸿, 张淑琪, 王占生. Ames 试验致突变物在净水工艺中的去除研究[J]. 给水排水, 1998, 24(5): 30- 32