

洗浴废水处理工艺中混凝预处理的作用与效果研究

崔福义 杨海燕

(哈尔滨工业大学市政环境工程学院, 哈尔滨 150090)

摘要 采用混凝沉淀—过滤—固定化生物活性炭—膜滤—UV 消毒工艺处理洗浴废水, 整体试验结果比较理想, 在物化处理过程中混凝环节至关重要。为此研究了混凝对浊度、LAS、COD_{Cr}、洗浴浴香的处理效果。研究表明: 当投药量大于 25 mg/L 时, 混凝沉淀可以把平均浊度为 65 NTU 的原水降低到 15 NTU 以下, 对 LAS、COD_{Cr} 的去除率可达 62% 和 50% 以上, 因此混凝是去除洗浴废水中悬浮物质、LAS 和有机污染物有效的物化处理单元; 但是混凝不能有效地去除洗浴废水中的浴香。

关键词 洗浴废水 混凝沉淀 LAS 洗浴浴香 处理效果

Study on coagulation pretreatment of bathing wastewater

Cui Fu-yi, Yang Hai-yan

(School of Municipal and Environmental Engineering,
Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China)

Abstract: Bathing wastewater was treated by coagulation sedimentation (CS), filtration, immobile biological activated carbon (IBAC), membrane filtration and UV disinfection process. The process is working well for the bathing wastewater treatment, especially the CS process is critical to remove turbidity, LAS, COD_{Cr} and the fragrance from the bathing wastewater. As shown by the experimental results, when the dosage of coagulant was above 25 mg/L, the turbidity decreased from 65 NTU to 15 NTU, even below 15 NTU, and the removal rates of LAS and COD_{Cr} were above 62% and 50% respectively. Therefore, the CS is an efficient operation for removing suspended solids, LAS and organic substances. However, the CS imposed only slightly on the fragrance, and was hardly able to eliminate it.

Keywords: Bathing wastewater; Coagulation sedimentation; LAS; Bathing fragrance

我国属于世界上最缺水的 13 个国家之一, 很多水域受到不同程度的污染, 水资源时空分布也很不平衡, 水资源短缺已成为制约我国社会经济可持续发展的重要因素。我国目前的 600 多个城市中, 400 多个是缺水城市。缺水迫使我们高效和重复地利用水资源, 实现污水的资源化是有效解决水危机的重要措施。

黑龙江省重点科技攻关项目 (GB02C202-01), 国家十五科技攻关项目 (2002BA806B04)。

洗浴废水是生活污水的主要来源之一, 洗浴水多数被一次性使用后直接排放。从水量方面来说, 洗浴废水的水量较大, 占城市生活污水量的 30%。洗浴废水优先作为一种再利用的水源, 必将在缓解城市缺水发挥重要作用。

从水质方面来说, 人们日常使用的洗浴水主要是经过加热的自来水, 成分不固定。洗浴废水中的污染物主要为人体皮肤的分泌物、毛发、污垢、合成洗涤剂和香料等物质。

近年来, 有大量科研工作者研究处理洗浴废水,

虽然采用的处理方法不同,但是其净化后的水大都作为杂用水^[1~5]。本研究将洗浴废水处理成为浴池可以直接回用的补给水,由于处理后的水质标准高,对处理工艺的要求更为苛刻。为此,针对洗浴废水水质特点,提出物化法与生化法相结合的工艺,流程为:原水→混凝→沉淀→过滤→固定化生物活性炭→膜滤→UV 消毒→出水。

在整个工艺处理试验中发现,物化处理过程中混凝这一环节至关重要。只有在这一预处理单元的作用充分发挥的情况下,才能减轻后续处理单元的负荷,降低运行成本。从水处理系统优化运行的角度出发,详细研究混凝过程对洗浴废水中大量的颗粒物、LAS 乳化的胶体杂质、部分有机物和浴嗅的去除作用,才能保证整个系统在较为合理的条件下运行。本文主要就混凝过程中混凝剂的选择展开试验研究。

1 试验部分

1.1 仪器与药品

ZR4-6 混凝试验搅拌机, WTW Turb55 型浊度测试仪, CTL-12 型化学需氧速测仪, spectrumlab 22pc 可见光光度计。

聚合氯化铝(PAC),盐基度为 50%~80%;聚合硫酸铁(PFS);聚丙烯酰胺(PAM);氯化铁,分析纯, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的含量为 99%。

1.2 试验用水水质

试验用水取自哈尔滨工业大学二校区浴池排水。一般洗浴废水的水温为 30~35℃,经过对原水水质的长期监测,所得的分析结果见表 1。

表 1 洗浴废水中部分污染组分的浓度

项目	浊度/NTU	COD_{Cr} /mg/L	LAS/mg/L	pH
浓度范围	29~95	92~180	0.79~4.11	7.4~7.9
浓度平均值	65	115	3.17	7.6

1.3 试验方法

往 6 只混凝试验用的烧杯中各加入 1 L 原水水样,投加混凝剂后立即快速搅拌(200 r/min)1 min,然后慢速搅拌(40 r/min)8 min,最后静止沉淀 20 min,用虹吸法取液面下 2~3 cm 处水样测定其浊度、 COD_{Cr} 、LAS 和 pH。

2 结果与讨论

2.1 混凝剂的选择

2.1.1 单一无机混凝剂除浊试验

所用原水的浊度为 46 NTU,进行混凝效果试验。从单一的无机混凝剂的混凝试验中可以看出(见图 1),这 3 种混凝剂对洗浴废水的混凝效果均成规律变化。在混合过程中均在慢速搅拌初期出现了矾花,当投药量在 5 mg/L 以上时慢速搅拌后期,各种烧杯中均有较大的矾花出现。同时可以观察到投铁盐混凝剂后水的颜色是黄色的,这是由于混凝剂中含铁所引起的。沉淀时,三者均具有较快的沉淀速度。就混凝效果而言, PAC 好于 FeCl_3 好于 PFS。当混凝剂投量达到 25 mg/L 时,三种混凝剂均有明显的混凝效果, PAC、 FeCl_3 和 PFS 对洗浴水浊度的去除率分别可以达到 77%, 68% 和 22%, 其中 PAC 的效果最好,余浊为 9 NTU。之后,随着投药量的增大,浊度的变化并不是很大,但仍然是下降的趋势。

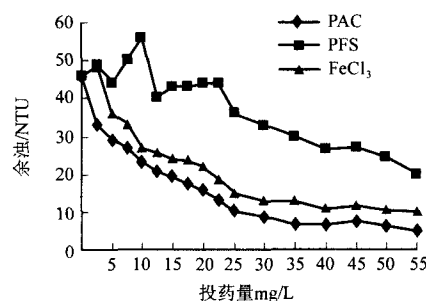


图 1 不同混凝剂的除浊效果

2.1.2 单一有机高分子混凝剂除浊试验

为了考察有机高分子混凝剂 PAM 对洗浴水的处理效果,对其也进行了试验研究。洗浴废水原水浊度为 68 NTU,混凝试验结果见图 2。

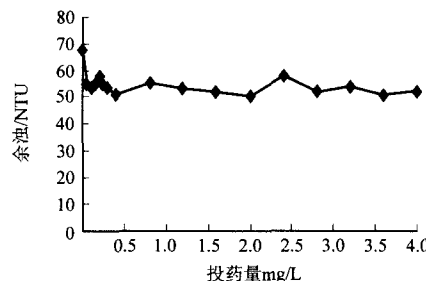


图 2 PAM 对洗浴废水除浊效果

从较低的投药量 0.05 mg/L 到较高的投药量 4.0 mg/L,沉淀之后水的浊度为 50~58 NTU,表明 PAM 对洗浴废水絮凝作用有限。这是因为试验中

所使用的 PAM 是阴离子型的聚合物,其混凝作用的发挥是通过线性分子对固体表面强烈的吸附作用,在胶粒之间形成桥联。而洗浴废水中的胶体颗粒带有一定量的负电荷,PAM 水解后部分酰胺基也带负电荷,混凝剂和胶体颗粒间的静电斥力阻碍了絮凝。因此 PAM 不适合作为单一使用的混凝剂来处理洗浴废水。

2.1.3 无机混凝剂与有机混凝剂联合使用

进行了无机混凝剂与有机混凝剂复配使用的试验,首先投加无机混凝剂,发挥其吸附电中和的作用,使得原水中的悬浮颗粒、乳化的胶体粒子相互接近而凝聚;然后在快速搅拌后期投加 PAM,这种具有高聚合度的线形高分子在溶液中保持伸展的形状,可以发挥吸附架桥作用把更多的细小颗粒吸附粘结在一起,易于下沉。洗浴废水原水浊度为 58.9 NTU,试验结果见图 3。

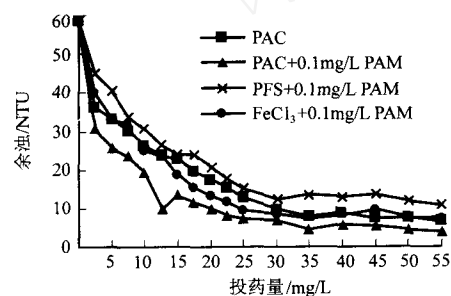


图3 复合使用混凝剂对洗浴废水的除浊效果

经过无机混凝剂与有机混凝剂联合使用处理以后浊度所表现出的规律与图 1 相近,随着投药量的增加,混凝沉淀后的浊度逐渐减小。三者之间进行比较,可以看出它们混凝效果之间的差距在减小,表现出相一致的规律,与有机高分子混凝剂 PAM 联用后仍然为 PAC 好于 FeCl₃ 好于 PFS。含有铁盐的混凝剂混凝时所形成的矾花不像单一无机混凝剂时的那么细小,溶液的颜色仍然带有黄色,而且随着投药量的增加,沉淀后水的透明度增加,但是也颜色加重了。

从前面的研究中可知,用 PFS 处理洗浴废水的效果相对较差。分析其原因 PFS 通常适用于处理低温低浊水,本研究中的洗浴废水是一种高温高浊的水,使用 PFS 处理以后,所形成的矾花虽然较大,但是矾花并不密实,不易下沉,混凝效果并不理想,

这与某些净水厂在饮用水处理中所得到的结论相似^[6]。

同时,由图 3 中还可以看到单一的无机混凝剂 PAC 的处理效果与 FeCl₃ 复合后的相近,要好于 PFS 复合后的情况。因此,在后续的试验中,选用单一投加 PAC 或联合投加 PAC 和 PAM 作为处理洗浴废水的混凝剂。

2.2 对污染物的去除效果

混凝对浊度的去除效果在图 1 和图 3 中已经论述,这里不再重复。

2.2.1 对 LAS 的去除效果研究

取用浊度为 65 NTU, LAS 含量为 3.73 mg/L 的洗浴废水进行混凝试验。混凝剂在不同投量下对 LAS 的去除效果见图 4。由图可知,无机混凝剂与有机混凝剂联合使用对 LAS 的去除效果要比单一无机混凝剂 PAC 的效果好。但是二者的差别并不是很大,就试验中混凝剂的投量范围来看,复合混凝剂的平均去除率比单一混凝剂高 13%。当混凝剂 PAC 的投量大于 25 mg/L 以后,混凝过程对 LAS 的去除作用就基本稳定,虽然 LAS 含量仍然减少,但是变化幅度不是很大。混凝去除 LAS 的主要原因为混凝过程中所形成的絮体去除了洗浴废水中胶体的同时也去除了吸附在胶体颗粒表面的 LAS,所以混凝水去除洗浴废悬浮物的同时也去除了部分 LAS。可以得出结论:混凝可以有效地去除洗浴废水中大部分的 LAS,但是不能全部去除。

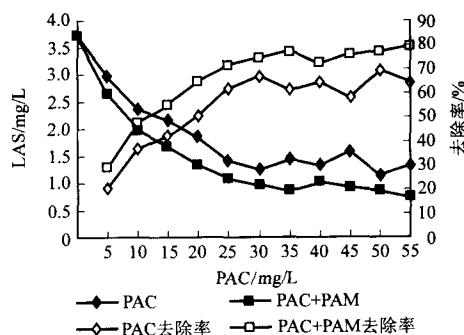


图4 混凝对洗浴废水中 LAS 的去除效果

2.2.2 对 COD_{Cr} 的去除效果研究

洗浴废水中 COD_{Cr} 的含量并不是很高,试验中所取用的洗浴废水浊度为 73.8 NTU, COD_{Cr} 为 115 mg/L,试验结果如图 5 所示。由图可知,当投药量

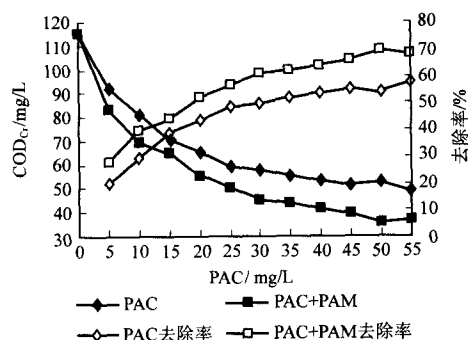


图5 混凝对洗浴废水中 COD_{Cr} 的去除效果

大于25 mg/L以上时无论单一的无机混凝剂,还是无机与有机混凝剂的复合使用,对 COD_{Cr} 的去除率均大于50%。在整个试验投药量的范围,无机与有机混凝剂的复合使用要比单一的无机混凝剂效果稍好,二者的去除率平均差值约为10%。

2.2.3 对嗅味的去除效果研究

洗浴过程中人们会使用各种不同功效的洗涤剂,这些洗涤剂中含有一定数量的香精香料,而且各种香料的香型不同,因而洗浴废水含有浓厚的洗浴浴香,为此研究了混凝对洗浴浴香的去除。

从表2中可以看出无机混凝剂或无机与有机混凝剂的复合使用对浴香的去除效果没有明显的区别。随着投药量的增加,经过混凝处理之后的洗浴废水中的浴香有一定的变化,但即使在较高的投药量60 mg/L时,混凝沉淀后水中的浴香仍然十分明显。由此可见洗涤剂中的香精香料是以溶解状态存在于洗浴废水中,混凝沉淀对于溶解性污染物的去除效果很差,所以混凝只能部分降低洗浴废水中的浴香,很难有效地去除浴香。有必要在后续的工艺中将这种溶解状态的物质去除。

表2 混凝对洗浴废水中浴香的处理效果

投药量/mg/L 混凝剂种类	浴香等级		浴香强度	
	PAC	PAC+PAM	PAC	PAC+PAM
0	5	5	很强	很强
10	5	5	很强	很强
20	5	5	很强	很强
30	4	4	强	强
40	4	4	强	强
50	3	3	明显	明显
60	3	3	明显	明显

注:PAM投加量均为0.1 mg/L。

3 结论

本研究认为在洗浴废水处理中,混凝是预处理的有效手段,混凝沉淀可以有效地去除洗浴废水中的污染物,显著地减少污染物负荷,为后续处理创造良好条件。

(1)混凝预处理可以有效地去除洗浴废水中的浊度。在混凝过程中首先发挥混凝剂的电中和的作用,而后才是吸桥架桥的作用。

(2)通过对几种混凝剂的比较认为无机混凝剂PAC单独使用或PAC和PAM复合使用对洗浴废水均有较好的混凝效果。

(3)混凝预处理可以有效地去除洗浴废水中部分LAS和 COD_{Cr} ,单独使用PAC二者去除率可以分别达到62%和50%。

(4)混凝预处理对嗅味有一定的去除作用,但是处理效果不明显。

(5)无机混凝剂与有机混凝剂联合使用可以提高对污染物的去除率,当PAM的投加量为0.1 mg/L时,其对浊度、LAS和 COD_{Cr} 的去除率分别提高了10%、13%和10%。

参考文献

- 1 张洪国,赵洪宾,薛罡,等.气浮—纤维过滤法和微絮凝纤维过滤—膜滤法处理洗浴废水的研究.中国给水排水.1998,14(2):10~13
- 2 姚明宽,张策.生物接触氧化法处理洗浴废水的研究.煤矿环境保护,1994,8(4):7~9
- 3 张金炳,汤鸣皋,陈鸿汉,等.人工快速渗滤系统处理洗浴废水的试验研究.岩石矿物学,2001,20(4):539~543
- 4 刘锐,黄霞,陈吕军,等.一体式膜—生物反应器处理洗浴废水.中国给水排水,2001,17(1):5~8
- 5 A Brenner, S Shandalov, R Messalem, et al. Wastewater reclamation for agricultural reuse in Israel: trends and experimental results. Water Air and Soil Pollution, 2000, 123(1~4): 167~182
- 6 王志忠,夏季春.净水厂聚铁的合成应用及与硫酸铝的使用比较.净水技术,1997,(4):32~33

◎通讯处:150090 哈尔滨工业大学二校区 2309 信箱

电话:(0451)86283805

E-mail: haiyanyang_hw@sina.com

收稿日期:2004-03-09