

研究报告

化学絮凝法处理PVC生产废水

顾毓刚 吕 敏 陆 柱*

(华东理工大学, 上海 200237)

摘要 用9种无机絮凝剂(包括无机高分子)对PVC生产废水的絮凝效果进行了比较和选择; 选用聚合硫酸铝(PAS)为絮凝剂, 用以取代进口药剂对PVC废水的絮凝沉淀处理, 进行了实验室工艺条件试验, 确定其使用的最佳工艺条件。结果表明, 当废水进水pH值为6.0~7.0时, PAS的投加量最少(约190mg/L), 而COD_{Cr}去除率>90%, 这表明用国产PAS取代进口药剂处理PVC废水是完全可行的。

关键词 絮凝剂 絮凝处理 废水处理

1 前言

在PVC生产中, 反应后的冲洗水及洗锅水, 含较多固体和可以回收利用的PVC粒子, 由于其粒径大小、浓度、含量随机性大, 无法控制, 故先用混凝沉降方法, 使其固体粒子沉降, 与水初步分离, 以达到回收利用之目的。原处理工艺中, 所用的进口高分子絮凝剂, 来源不能保证, 故以国产的无机絮凝剂及无机高分子絮

凝剂进行试验、比较, 并对其中效果较显著, 对沉淀性能影响较小的无机高分子絮凝剂 PAS, 进行PVC废水处理的实验室工艺条件试验。

2 废水水质及工艺流程

2.1 废水水质

厂方提供的废水水量平均为12t/h, 处理量约为288t/d。原水水质情况经多次取样实测, 结果见表1。

表 1 废水水质

pH	COD _{Cr} /mg·L ⁻¹	颜色	浊度/万度	含固量/g·L ⁻¹
7.4~9.5	1850~9800	乳白色乳液	13~20	5~13

由于该废水经车间初步处理后不直接排放, 而进入厂部总废水处理装置, 沉淀物需加以回收利用。因此选用的药剂, 不能破坏沉淀的原有性状, 对废水经沉降处理后的水质指标要求如下: pH=6~9, COD_{Cr}<400mg/L, 含固量<90mg/L

2.2 工艺流程

废水由车间工段直接排入地面明沟, 通过明沟时, 部分大颗粒PVC粒子沉淀, 积累到一定量后, 用人工挖出回收。小颗粒的PVC随废水通过加药搅拌池前的格栅后, 流入加药池。边搅拌边加药, 然后进入pH调节池。调节到沉降所需的pH值后, 再进入沉清池进行混凝沉淀。

上清液直接进入厂部总废水处理工段, 沉降絮体经离心机固液分离, 固体回收利用, 液体进入厂部废水处理工段。流程图如下:

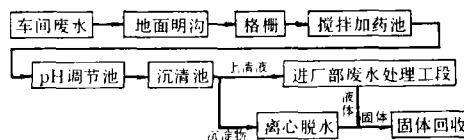


图 1 流程示意图

3 试验部分

3.1 实验方法

*贾能铤、吴关平同志亦参加部分工作。

絮凝沉淀试验,是在装有电动搅拌器的六联搅拌器 (DBJ-621型), 及 1000ml 烧杯中进行。废水中加入絮凝剂后,先以 400r/min 搅拌 1min, 使絮凝剂和废水充分混合, 并形成较小的初级絮体; 接着以 40~60r/min 慢速搅拌 10min, 然后进行沉清 1h; 经固液分离得清液和固体渣两部分, 最后对所得清液进行水质分析。

3.2 絮凝剂

选择 $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、 FeCl_3 、聚合硫酸铁(PAF)、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ (硫酸铝AS)、 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (硫酸铝铵)、碱式氯化铝(PAC)、聚合硫酸铝(PAS)和 PACF (酸浸液自制)等 9 种不同的絮凝剂,

对原水水质进行试验,以选择效果较好的品种。据资料报导^[1],铁系药剂使用的 pH 范围为 4~11,铝系药剂使用的 pH 范围为 6~8。根据该厂水质情况,可以直接投加在原水中进行。

4 结果与讨论

4.1 絮凝剂选择

用 9 种絮凝剂,以同样投加量,按上述实验方法,对 PVC 生产废水进行絮凝沉降试验。观察其生成絮凝体量,沉淀颜色,沉降速度,以及处理后水的清浊程度,测定出水的 COD_{Cr} 值,试验结果见表 2。

表 2 9 种无机絮凝剂的絮凝效果比较

絮 凝 剂	絮 体		达到沉清时间 /min	上清液 清浊程度	出水 COD_{Cr} /mgL ⁻¹	COD_{Cr} 去除率 /%
	数量	颜色				
铁系	硫酸亚铁 ⁽¹⁾	多 蓝色	10	清	160	93.3
	三氯化铁 ⁽¹⁾	多 深棕	15	稍浊	342	85.6
	硫酸铁 ⁽¹⁾	中 黄棕	10	稍浊	330	86.1
	聚合硫酸铁 ⁽²⁾	多 米黄	10	清	171	92.8
铝系	硫酸铝 ⁽¹⁾	中 白色	240	清	201	91.6
	硫酸铝铵 ⁽¹⁾	中 白色	360	清	233	90.2
	碱式氯化铝 ⁽²⁾	大 淡黄	30	清	209	91.2
	聚合硫酸铝 ⁽³⁾	大 白色	130	清	198	91.7
	酸浸出液 ⁽⁴⁾	大 微黄	25	清	131	94.5

注: 原水 $\text{COD}_{\text{Cr}}=2382\text{mg/L}$ pH=8.1; 悬浮物 2000mg/L ; 絮凝剂投加量 220mg/L 。(1)固体配 10% 含量; (2)乡镇企业产品; (3)上海云岭化工厂产品; (4)自制。

从表2可以看出,这9种无机絮凝剂对 PVC 生产废水的絮凝, 都有较好的效果。虽不在最佳条件下进行试验, 但 COD_{Cr} 的去除率均在 85%以上。从沉清速度及价格上来说, 应选用铁系药剂; 但从沉淀回收利用来看, 由于铁离

子的存在,使沉淀颜色从原来乳白色变成深色, 直接影响了沉淀的回收价值, 故不宜采用。对于铝系絮凝剂来说, 除硫酸铝铵的效果因沉清需时间较长外, 其它如 AS、PAC、PAS 和 PACF(酸浸液)都各有特色, 必须进一步比较。

表 3 铝系絮凝剂对 PVC 生产废水的絮凝效果比较

絮 凝 剂	絮体情况		沉清时间 /min	出水浊度	出水 COD_{Cr} /mg·L ⁻¹	COD_{Cr} 去除率 /%	达到澄清 投加量 /mg·L ⁻¹	出水 pH
	数量	颜色						
硫酸铝AS	中	白色	30	40°	331	96.6	800	5.9
碱式氯化铝PAC	大	淡黄	30	20°	262	97.3	585	5.3
聚合硫酸铝PAS	大	白色	30	25°	209	97.9	495	7.9
酸浸液PACF	大	淡黄	30	55°	330	96.6	700	4.1

试验用废水水质为：原水 $\text{COD}_{\text{Cr}} = 9789 \text{ mg/L}$, $\text{pH} = 8.7$, 悬浮物为 10 g/L 。取 1000 ml 废水，各加入AS、PAS、PAC和PACF，加入量直到出现明显分层为止，其结果见表3。

从表3可以看出，4种絮凝剂中效果相对较好的是聚合硫酸铝，其投加量少，出水 pH 达标，对沉淀物影响较小。因此，选择PAS来作最佳工艺条件试验。

4.2 投加PAS的PVC生产废水处理工艺条件试验

由于各类絮凝剂使用条件的不同，在最佳

使用条件下，才能发挥其最大的作用。对于铝系絮凝剂PAC、PAS、AS等，一般当废水 pH 值为 $6.0 \sim 8.0$ 时，为最佳值^[21]，在此 pH 值范围内，所需的投加量最小，而达到的絮凝效果为最大。

4.2.1 PAS投加量

取原水各 1000 ml , $\text{pH} = 8.7$, $\text{COD}_{\text{Cr}} = 9787 \text{ mg/L}$, 含固量 $= 10 \text{ g/L}$ 。分别加入一定量PAS, 经快速搅拌 1 min 后，慢速搅拌 10 min , 澄清 1 h 后, 取上层清液测定其出水 pH 值和 COD_{Cr} 值，结果见表4。

表 4 聚合硫酸铝PAS投加量试验

PAS投加量		絮 体	沉清时间 /h	出水 COD_{Cr} / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	COD_{Cr} 去除率 /%	出水 pH
/ml	/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$					
2	110	基本不沉	1	5962	39.1	8.0
4	220	基本不沉	1	5373	45.1	7.7
6	330	大颗粒沉淀 小颗粒不沉	1	2323	76.3	6.9
8	440	有沉淀分层快	1	189	98.1	5.8
10	550	分层快、絮体大	1	155	98.4	5.6
12	660	分层快、絮体大	1	167	98.3	5.5

注：PAS由上海云岭化工厂提供，浓度(含 Al_2O_3)为 5.5% 。

由表4可以看出，当原废水 $\text{pH} = 8.7$ 时，废水中PAS投加量为 8 ml/L (折合 Al_2O_3 量为 440 mg/L) 时，出水 COD_{Cr} 去除率已达到 98% ，出水 pH 值为 5.8 左右，基本符合车间排水要求，若继续增加投药量， COD_{Cr} 去除率仍在 98% 左右，而药剂费用却要增加。

4.2.2 原水 pH 值对PAS投加量的影响

原水 $\text{COD}_{\text{Cr}} = 1952 \text{ mg/L}$, $\text{SS} = 2 \text{ g/L}$, 原水 pH 用 NaOH 或 H_2SO_4 调节到不同 pH 值，观察不同 pH 对PAS投加量的影响，试验结果见表5。

由表5可以看出，随着原水 pH 值的变化，

表 5 不同 pH 条件下PAS投加量的变化

进水 pH	PAS投加量		出水 COD_{Cr} / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	COD_{Cr} 去除率 /%	出水 pH
	/ml	/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$			
5.0	3.5	192.5	112.0	94.3	
5.5	3.0	165.0	48.8	97.5	4.3
6.0	2.0	110.0	72.7	96.1	5.6
6.5	3.5	192.5	51.2	97.4	5.6
7.0	3.5	192.5	121.0	93.8	6.7
8.0	3.5	192.5	180.8	90.3	7.9

出水 COD_{Cr} 去除率及所需投加的PAS的量亦随之变化，当进水 pH 值在 $5.5 \sim 6.5$ 范围内时，所需投加的PAS量较小，而得到的 COD_{Cr} 去除率却较高；随着 pH 值的提高，出水 COD_{Cr} 去

除率下降，要维持一定的去除率，就必须增加PAS的投加量，因此进水 pH 值控制在 $6.0 \sim 7.0$ 之间，PAS的用量为最小。

4.2.3 沉清时间的比较

PVC生产废水的水质情况经常发生变化,在取样试验过程中,投加药剂的量相对固定不下来,而沉清时间随着药剂的不同以及投药量

的不同而有所不同。这里仅把PAS和厂方原用的硫酸铝(在不加任何有机高分子絮凝剂的情况下)进行了沉清时间的比较,其结果见表6、表7

表 6 硫酸铝及聚合硫酸铝对沉清时间的影响

药 剂	投加量 /mg·L ⁻¹	沉清所需时间 /min	出水COD _{Cr} /mg·L ⁻¹	COD _{Cr} 去除率 /‰	出水pH值
硫酸铝	220	240	201	91.6	6.2
聚合硫酸铝	220	130	198	91.7	7.9

注: 原水pH=8.1 COD_{Cr}=2382mg·L⁻¹ 悬浮物2000mg·L⁻¹

表 7 最佳投加条件下硫酸铝及聚合硫酸铝所需沉清时间的比较

药 剂	投加量 /mg·L ⁻¹	沉清所需时间 /min	出水COD _{Cr} /mg·L ⁻¹	COD _{Cr} 去除率 /‰	出水pH值
硫酸铝	800	30	331	96.6	5.9
聚合硫酸铝	440	10	189	98.1	5.8

注: 原水pH=8.7 COD_{Cr}=9789mg·L⁻¹ 含固量10000mg·L⁻¹

由表6、表7可以看出, PAS在投加量和沉清时间上均比硫酸铝占有优势。通常情况下,在投加量相同时, PAS所需沉清时间比硫酸铝快;在最佳状态下, PAS不仅沉清时间快,而且所需的投加量比硫酸铝少,这就降低了日常操作费用。

5 经济效益

小试结果表明,使用PAS代替原来的硫酸铝和进口高分子复配物混凝剂,不仅在技术上可行,而且在经济上亦可减少日常操作费用。目前,厂方所用的硫酸铝(含Al₂O₃8%~10%),每吨价约为1600元,另外还需加进口高分子絮凝剂,而国产PAS(含Al₂O₃8%~10%),每吨价约为1200元。因此,使用国产PAS,不仅价格便宜,而且在获得相同效果时,所投加PAS量大大小于硫酸铝;在操作上不需另加有机高分子絮凝剂,节约了进口药剂的费用,变二次加药为一次加药,简化了操作步骤,实现了药剂的国产化。

6 结论

6.1 国产的9种无机絮凝剂对PVC生产废水均有较好的絮凝效果,但由于沉淀产物需回收利用,使用铁系絮凝剂会使沉淀物变色,故不宜采用。

6.2 PAS对PVC生产废水的絮凝效果比原用的硫酸铝好,其特点是不必再加有机高分子助凝剂,直接使用就能达到显著效果。

6.3 PAS使用时,当废水pH值为5.5~6.5时,絮凝效果最好,投加量也最小。

7 参考文献

- 1 何伟光等. 一种高效水处理剂——PACS-3. 水处理技术, 1989, 15(4): 228
- 2 日本专利 公开特许 昭58-30219
- 3 李润生. 水处理新药剂——碱式氯化铝. 北京: 中国建筑工业出版社, 1981

(收到修改稿日期: 1994年5月6日)

On Impact of Environmental Technology Development on International Trade

Wan Qiushan

(The National Environmental College, Hebei 066000)

Impact of environmental technology development on international trade was analyzed, and several cases have been picked out to support the author's idea. The author believes that the framework of international trade will be changed quickly because of severe environmental problems. It was suggested that the national government should conduct a series of measures including making a new development policy, trade standards, technological standards etc. to confront the challenge.

Key words Environmental technology Development International trade Impact

New Problems on Controlling Industrial Pollution in Coastal Areas

Tang Yongluan Guan Dongsheng Chen Yujuan

(Zhongshan University, Guangzhou 510000)

Since the coastal areas have been opened to abroad for 15 years, ratios of foreign capital, co-capital, collective and individual enterprises have increased in industrial structure for building export economic system and attracting foreign investment. These enterprises require good investment environment and social help for development. While, the new industries are mostly concentrated near the cities, most of the factories are located in sensitive areas, such as in the vicinity of natural protection areas and water sources, where the environment should be protected. Under this condition, it is suggested that fee of resources and pollutant discharge should be paid; environment planning should be stressed; environmental management system should be established and construction and investment of environment should be enhanced in order to control industrial pollution sources and recover damaged environment.

Key words Industrial pollution Environmental planning Socialist market economy Environmental administrative system Environmental investment

Denitrification for Removing Nitrogen in Wastewater

Xu Yatong

(East China Normal University, Shanghai 200062)

Denitrification was defined as that NO_3^- was reduced to N_2 through NO_2^- , NO and N_2O under the action of denitrifying bacteria. Denitrification referred to a zero order dynamic reaction. The paper also introduced biochemical reaction of biological denitrification, denitrifying bacteria and effect of organic substrates, temperature, dissolved oxygen, pH on denitrification.

Key words Biological denitrification Nitrogen removal Biochemical reaction Denitrifying bacteria Dynamics

Study on PVC Wastewater Treatment by Chemical Coagulation

Gu Yugang Lu Ming Lu Zhu

(East China University of Science and Technology, Shanghai 200237)

Compared with the coagulating effects of nine kinds of inorganic and inorganic polymer coagulants on wastewater from PVC manufacture process was presented. Experiments of coagulation sedimentation of polyaluminum sulfate (PAS) for displacing imported reagents in PVC wastewater were conducted in laboratory to select the optimum process conditions. The results showed that the dosage of PAS was the least (about 190mg/l) and treatment effect was best (COD_{Cr} removal efficiency was more than 90%) when pH of wastewater was between 6.0 and 7.0. It proved that by using domestic PAS instead of imported reagents for treating PVC wastewater is completely feasible.

Key words Domestic coagulant Coagulation sedimentation Wastewater treatment

Indoor Air Pollution Caused by Decorative Materials

Gu Dajuan Jin Huezhi

(Shanghai Hygiene and Anti-Epidemic Station, Shanghai 200335)

Detection of formaldehyde content in the indoor air from several different rooms, such as kitchen, bedroom, classroom etc. have been done, and obtained the formaldehyde concentration of $0.0007 \sim 0.0125 \text{mg}/\text{m}^3$. For detecting the concentrations of formaldehyde, total hydrocarbons, benzene and toluene in the air of 15 common families after decoration, and obtained 0.02, 0.50, 0.75 and $1.25 \text{mg}/\text{m}^3$ respectively, in which the average concentration of formaldehyde was $0.02 \text{mg}/\text{m}^3$, exceeding 20-fold of the background value ($0.0011 \text{mg}/\text{m}^3$), and higher than 1.6-fold of daily average concentra-