

新型混凝剂在洗煤废水中的应用

齐庚申 张海丰 季 民 王世文
(天津大学环境科学与工程学院中心实验室 300072)

摘 要:针对热电厂冲洗地面煤灰废水的特点,利用天津大学自行开发的 TD-1 和 TD-2 型混凝剂对该废水进行处理。通过对其它常用混凝剂的试验比较得出:新开发的两种混凝剂配合使用,对原水处理有显著的效果,可以满足该厂回用水的要求。通过单因素试验

关键词:冲煤废水;混凝剂;悬浮物;浊度

我国的火力发电厂主要以燃煤为主,燃煤电厂的地面冲洗废水是水与细煤粉的混合物,其主要特点是浊度高,固体物粒度细,固体颗粒表面多带负电荷,同性电荷的斥力使这些微粒在水中保持分散状态,同时受重力和布朗运动的双重影响。由于洗煤废水中固体颗粒界面之间的相互作用,如吸附、溶解、化合等,使洗煤废水的性质相当复杂,不仅具有悬浮液的性质,还具有胶体的性质^[1]。由于上述原因,洗煤废水很难自然澄清,而且这类废水经沉淀后,上清液仍含有大量煤泥等悬浮物的黑色液体,其中还含有选煤加工过程中的各种添加剂和重金属等有害物质。大量洗煤废水未经处理的排放,不仅造成水体污染,而且浪费了水资源。对洗煤废水处理后再次进行回用,对于节约水资源有重大的现实意义^[2]。

目前对于洗煤废水处理而言,大多采用混凝法。该方法利用投加混凝剂和助凝剂,在一定的水力条件下,对洗煤废水进行沉淀。这种方法在很大程度上运用了混凝技术,而混凝技术的关键问题是混凝剂的选择,良好的混凝剂不仅可以很好地发挥混凝技术的优势,而且可以改善沉降絮体的性质,有利于提高絮体的脱水性^[3]。

天津大学环境科学与工程学院中心实验室针对天津市某电厂地面冲煤废水的特点,自行开发了高分子混凝剂(TD-1)及无机混凝剂(TD-2),两种混凝剂配合使用,在一定的水力条件下,废水经处理后达到了理想的出水效果。TD-1 型高分子混凝剂外层具有大量的官能团,水溶性好,有很强的絮凝和螯合作用。由于该混凝剂具有独特的结构和特殊的性质,可以对一些悬浮物浓度和化学需氧量较高,而且难于沉降的废水起到很好的混凝作用。本试验应用上述两种混凝剂,对天津市某电厂

地面冲煤废水进行了混凝沉降试验。比较了该混凝剂与其它混凝剂的混凝效果,研究了新开发的两种混凝剂在不同条件下处理洗煤废水的效果,找出了最佳的混凝条件。试验结果表明:我院自行开发的两种混凝剂配合使用,适用于该厂地面冲煤废水的处理,处理后废水完全可以达到再次回用的目的。

1 试验设备与方法

1.1. 试验设备

设备名称	型号
六联搅拌器	PHIPPS-BIRD 7790-402
光电式浑浊度仪	GDS-3B
电热鼓风干燥箱	GDD-101-01
电子天平	赛多利斯, 万分之一
旋转粘度计	NDJ-1
酸度计	PHS-3C

1.2. 试验水质

天津市某电厂地面冲洗煤灰废水的水质见表 1。

表 1 某电厂冲煤废水水质特点

SS (mg/L)	pH	粘度 (mPa·s)	水温 (°C)
6237±210	7.8~8.4	15~23	24±2

1.3. 试验方法

在 PHIPPS-BIRD 型六联搅拌器进行混凝沉淀试验,用 1000 mL 标准烧杯每次取原水样 1000 mL,定量加入混凝剂后,快速搅拌(300r/min) 1min;慢速搅拌(100r/min)过程中定量加入絮凝剂,搅拌 5 min;然后静止沉淀,在不同的时间用注射针管取样,测定浊度、SS 等指标。

2. 混凝效果的比较

2.1. 药剂选取

对比混凝药剂取聚合硫酸铁(PFS)、聚合氯化铝(PAC),其质量分数均为 10%,分别与助凝剂配合使用。

分别取原水 1000 mL,加入无机混凝剂 3 mL,快速搅拌 1 min,再加入聚丙烯酰胺(PAM)1 mL,慢速搅拌 5 min,静置 15 min,取上清液 100 mL 测定。

新开发混凝剂 TD-1 及 TD-2 分别取 3 mL、1 mL,同时加入烧杯中,快速搅拌 1 min 后慢速搅拌 5 min,静置 15 min,取上清液 500 mL 测定。

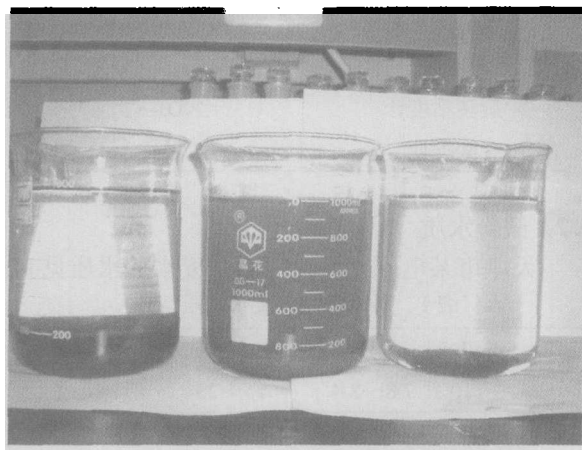
2.2. 混凝效果

三种药剂处理后水样的悬浮物含量见表 2。

表 2 处理后水样 SS(mg/L)

水样编号	原水	PFS	PAC	TD-1+TD-2
1	6323	102.5	121.7	5
2	6217	99.6	104.5	3
3	6341	112.7	143.2	未检出

从试验过程和试验结果看,自制 TD-1 与 TD-2 型混凝剂配合使用,处理效果远远好于其它两种混凝剂,而且混凝效果快,形成矾花絮体大,聚集能力强;其中沉淀絮体体积比较:自制混凝剂 < 聚铁 < 聚铝。沉淀 15min 后效果图见图 1。



聚铝 聚铁 TD-1 + TD-2

图 1 三种混凝剂混凝沉淀效果

3. 自制混凝剂最佳混凝条件的确定

3.1 pH 值对混凝效果的影响

对试验水样进行 pH 值的测定,发现试验水样 pH 值波动较小,在 7.8~8.4 范围内。试验中将水

样调节不同的 pH 值,按 2.1 所述的试验条件操作,试验结果见图 2。

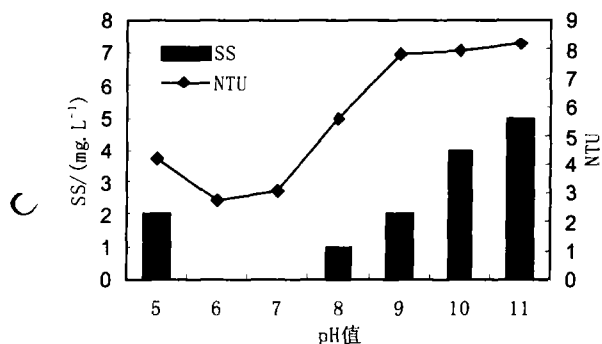


图 2 pH 值对混凝效果的影响

从图 2 可见,自制混凝剂在较宽的 pH 值范围内具有良好的混凝效果,其中 pH 值在 5~8 范围内,混凝效果较佳;原水在偏酸性时处理效果要好于碱性条件下的混凝效果。考虑到该厂原水 pH 值在 7.8~8.4 范围内,而且较稳定,由图 2 的试验结果可见,在此范围内 SS 与浊度的去处效果较佳,完全可满足该厂回用水要求,因而建议在实际应用自制混凝剂处理该厂废水时,可不对原水进行 pH 值调节,以减少操作费用,简化操作步骤。

3.2. 混凝剂的加入量对混凝效果的影响

①TD-1 投加量的确定

取原水 1000mL,未对 pH 值进行调节,分别加入 TD-1 混凝剂 1mL、1.5mL、2mL、2.5mL、3mL、3.5mL、4mL、4.5mL、5mL,分别加入 TD-2 混凝剂 1mL,搅拌强度为:快速 1min (300r/min);慢速 5min(100r/min),静置 15min 后,取上清液 500mL,测定其悬浮物含量及浊度,试验结果见图 3。

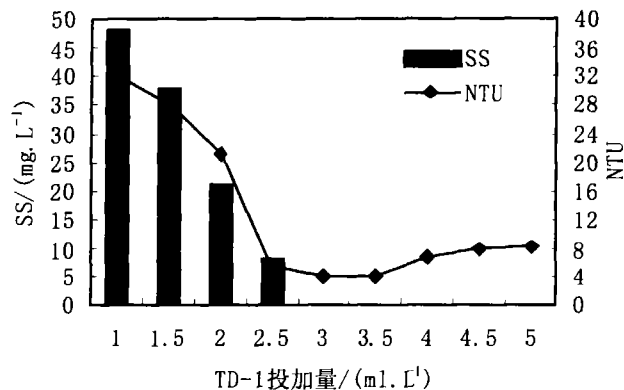


图 3 TD-1 加入量对混凝效果的影响

试验结果表明,当 TD-1 投加量较少时,混凝

反应不充分,废水中的胶态未被破坏,矾花没有充分形成,随着 TD-1 投加量的增加,悬浮物去除效率显著提高,当 TD-1 投加量大于 2.5 mL/L 时,悬浮物去除率接近 100%。从图 3 可见,从处理效果与节约药剂综合考虑,TD-1 混凝剂的最佳投加量为 3 mL/L。

②TD-2 投加量的确定

按①所述试验条件,确定 TD-1 混凝剂的投加量为 3 mL/L 前提下,分别加入 TD-2 混凝剂 0.3、0.5、0.8、1.0、1.2、1.5 mL/L,静止 15 min 后,取 500 mL 测定悬浮物含量及浊度,试验结果见图 4。

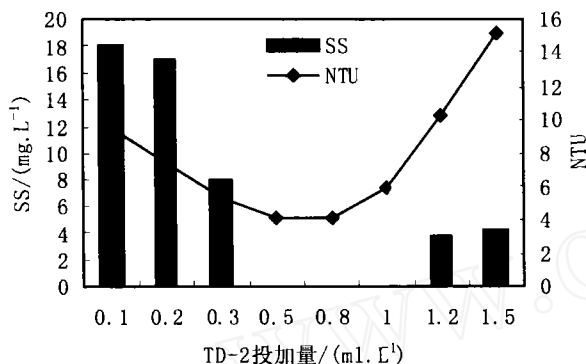


图 4 TD-2 加入量对混凝效果的影响

由图 4 可见,当 TD-2 投加量较少时,原水混凝反应不充分,废水中仍存在较多悬浮胶体,反应过程中观察到矾花细小,絮体沉降性能较差,混凝反应结束后,水体中仍然有细小的可见物悬浮于溶液中;随着 TD-1 投加量的增加,悬浮物去除效率显著提高,当 TD-2 投加量在 0.5 ~ 1.0 mL/L 时,悬浮物去除率接近 100%,浊度在 4.1 ~ 5.9 NTU 波动。随着 TD-2 投加量的加大,混凝过程中逐渐形成新的胶体,静沉后上清液悬浮物与浊度都增加;综合考虑,TD-2 型混凝剂的最佳投加量确定为 0.5 mL/L。在两种混凝剂最佳投加量的前提下,原水悬浮物未检出,浊度为 3 ~ 5 NTU。

3.3. 沉淀时间对混凝效果的影响

向原水中投入最佳量的 TD-1 及 TD-2 混凝剂,在 300 r/min 条件下,剧烈搅拌混合 1 min,然后在 100 r/min 下慢速搅拌 5 min,沉淀不同时间,取上清液测定悬浮物及浊度,试验结果见图 5。

结果表明,随着沉淀时间的增长,悬浮物含量逐渐降低并趋于零,浊度随着沉淀时间的下降,超过 15 min 后,浊度趋向稳定值。综上试验结果并考虑实际应用,沉淀时间取 15 min 为宜。

3.4. 搅拌强度及搅拌时间对混凝效果的影响

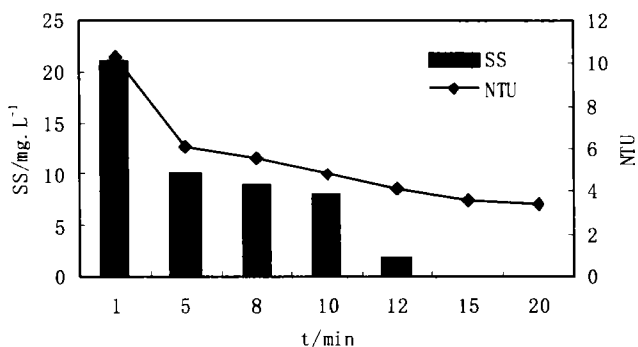


图 5 沉淀时间对混凝效果的影响

取原水样 1000 mL,在最佳投药量下加入两种自制混凝剂,每次加药后剧烈搅拌 1 min,然后采用不同的搅拌强度下运行 5 min,静止 15 min 后,取上清液 500 mL,测定其悬浮物及浊度,见图 6;待确定适宜的搅拌强度后,采用不同的搅拌时间,其余条件不变的条件下,测定其悬浮物浓度,试验结果见图 7。

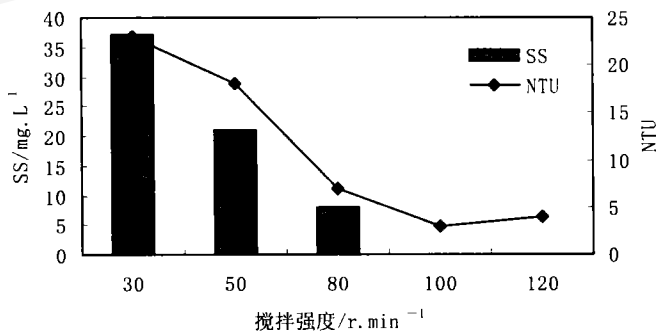


图 6 搅拌强度对混凝效果的影响

由图 6 可见,搅拌强度对混凝反应过程影响较大,选择合理的搅拌强度,将促进微粒间的接触碰撞,提高混凝效果,有利于矾花的充分生成及絮体的沉降。从上图可以看出,在搅拌强度为 100 r/min 下,出水水质较佳;因而对于本试验而言,搅拌强度选择 100 r/min 为宜。

由图 7 可见,搅拌时间对于混凝反应的充分程度有直接的影响,搅拌时间过短,混凝反应不充分,絮体间的碰撞几率小,因而产生的矾花细小且松散;过长的搅拌时间可能会破坏已形成或沉降的絮体结构,还增加了搅拌能耗,综上试验结果,搅拌时间取 3 min 为宜。

4. 最佳运行条件下混凝效果

综上所述,该水样最佳反应条件是:混凝剂加入量 TD-1 为 3 mL/L,TD-2 投加量为 0.5 mL/L;

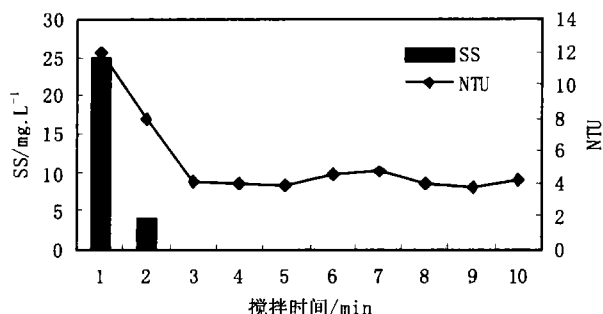


图 7 搅拌时间对混凝效果的影响

最佳搅拌条件为剧烈搅拌 1min (300r/min), 慢速搅拌 3min (100r/min); 沉淀时间为 15min。在最佳混凝反应条件下对原水样进行混凝试验, 试验结果见表 3。

表 3 最佳混凝条件下的混凝试验结果

水样编号	原水悬浮物	处理后水样	
	SS(mg.L ⁻¹)	SS(mg.L ⁻¹)	NTU
1	6440	未检出	3.2
2	6267	未检出	4.1
3	6325	未检出	3.8

从试验过程和试验结果可以看出, 采用自制的两种混凝剂处理电厂冲煤灰废水, 处理该废水效果非常明显, 试验重现性好; 两种自制混凝剂具有混凝速度快, 形成絮体大, 聚集能力强等特点, 同时两种混凝剂的配合使用, 破坏了胶体的稳定性, 形成了较粗大、结构紧密的絮团, 从而改善了絮凝体的沉降性能。图 8 为处理后水样上清液与自来水两个视图的对比。

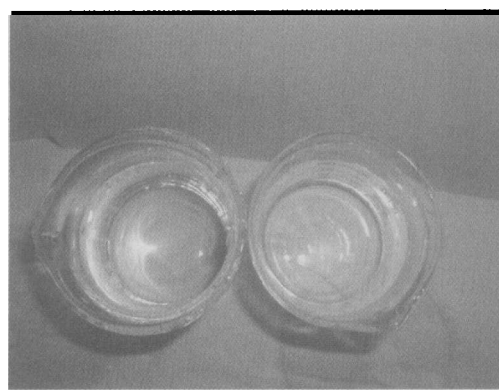
5. 结论

(1) 采用新型混凝剂 TD-1 及 TD-2 处理热电厂冲洗地面煤灰废水, 具有投加量小、沉降快、絮体聚集能力强等优点; 另外新型混凝剂对 pH 值适应范围宽, 在实际应用中, 可不调整原水 pH 值的情况下, 获得理想的处理效果, 因而有很强的实际应用意义;

(2) 对于该厂原水样, 最佳混凝反应条件是: 最佳混凝剂加入量 TD-1 为 3ml/L, TD-2 投加量为 0.5ml/L; 最佳搅拌条件为剧烈搅拌 1min (300r/min), 慢速搅拌 3min (100r/min); 沉淀时间为 15min。

6. 展望

在试验过程中发现沉淀后水样有少量黑色漂浮物, 其形成可能由于搅拌过程中, 搅拌浆形成的



自来水 处理后水样(俯视图)



自来水 处理后水样(正视图)

图 8 处理后水样与自来水比较

中心漩涡有关; 在混凝过程中与搅拌中心距离越远, 颗粒获得的线速度越大, 相应的搅拌强度越大; 由于中心处搅拌强度较小, 结合该废水水质的特点, 因而可能造成颗粒漂浮现象。

对静沉 15min 后的水样漂浮物用玻璃棒搅拌后, 大部分悬浮物可沉入杯底, 说明实际应用中, 可对反应池及沉淀池做些改进, 可有效地控制颗粒漂浮现象。

(收稿日期: 2006, 05, 22)

参考文献:

- [1] 吴成妍. 煤泥水的特性与絮凝药剂的使用[J]. 煤矿技术, 1995, (8): 12-15.
- [2] 李梅. 洗煤废水结团凝聚处理实验研究[D]. 西安建筑科技大学硕士论文, 1998.
- [3] 张崇森 张大伦 罗运军. 聚酰胺胺(PAMAM)树形分子在洗煤废水处理中的应用研究[J]. 能源环境保护, 2003, 17, (4): 20-24.

第一作者简介: 齐庚申 (1954-), 男, 天津市人, 大专, 工程师。