

## 4 种混凝剂处理电厂废水的试验研究

宋继琴,杨崇豪,黄德锋,陈伟胜,冯成洪,闫振瑞

(华北水利水电学院 环境工程系,河南 郑州 450045)

**摘要:**对 4 种混凝剂用于电厂废水处理进行了研究.首先确定 pH 值,大区间搜索较好加药量范围;进一步缩小加药量区间,寻找最好加药量;然后改变 pH 条件,寻找最佳加药量及最佳 pH 条件等最佳工艺参数.试验结果表明处理后的电厂废水可以回收利用于循环水补充水.

**关键词:**混凝剂;电厂废水处理

**中图分类号:**X703

**文献标识码:**A

电厂废水包含:灰场排水(冲灰水)、厂区工业废水、化学酸碱中和废水、厂区生活污水等<sup>[1]</sup>,排入受纳水体,将引起受纳水体的污染.现在除少数电厂对生活污水和含油污水采用成套单元设备处理,达标后汇入城市排水管网外,大多数电厂对各类废水混合排放<sup>[2,3]</sup>.电厂废水混排,pH 超标可适当缓解,但是 SS 超标相当严重.河南省电厂基本上均采取废水混排方式,以某电厂为例,混排废水的水质指标见表 1.

表 1 河南某电厂混排废水水质参数

项目	温度 / $^{\circ}\text{C}$	pH	外观	浊度 /Ftu	$\text{COD}_{\text{Cr}}$ / $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$
实测数值	29	7.28	黑色、墨汁状	1 020	2 030
排放标准	6~9		I 级: < 70	I 级: 100 II 级: 150	

由表可见,混排废水的浊度和  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  超标相当严重.目前一般采用投加混凝剂的方法进行澄清处理,达标后排放.于是,混凝剂的选择以及最佳运行工艺参数的选择就显得非常重要.目前电厂只凭经验操作,不仅浪费了大量混凝剂、上扬了废水处理成本,而且处理效果不理想.

笔者对委托单位提供的 4 种混凝剂样品进行了处理电厂混排废水的试验研究,以寻找最佳混凝剂及最佳工艺参数.

电厂废水试验水样为真实水样,取自郑州市某

电厂混合废水排放口,混排废水原始水质参数见表 1.水样的采集、采样容器、采样体积、水样的运输、保存等均符合文献[1]的要求.水样迅速送到实验室后,立即经 60 目涤纶筛网过滤,滤后水分别装入 5L 的聚乙烯塑料桶中,在  $4^{\circ}\text{C}$  冷暗处保存.实验开始前激烈搅摇水样,并恢复到室温.

### 1 实验方法

#### 1.1 加药量的大区间扫描

固定水样的 pH 值,对每一种混凝剂,在较大范围内初选 6 个不同加药量值(点),做混凝杯罐试验:将混凝剂置于 6 个投药管中,试验水样放在 SC296 型搅拌器上,徐徐降下搅拌浆板于水样中,开启搅拌器,转速设定为 300 r/min;搅匀后,同时迅速向烧杯水样中加入设定的混凝剂量值,搅拌 30 s 后,转速调至 120 r/min,搅拌时间为 5 min;然后再把转速调至 80 r/min,搅拌时间为 10 min.停搅拌机,徐徐升起搅拌浆板,各试验烧杯做静沉试验,测沉降速率.当浑液面进入压实区后,取上层清液,测浊度.

#### 1.2 加药量的小区间扫描

经过试验可以看出,某种混凝剂在某 pH 条件下的混凝效果趋势分布.然后对它做缩小加药量区间的扫描,重复混凝杯罐试验,寻找最佳加药量值.

#### 1.3 pH 扫描

经过加药量小区间扫描试验,已经得到了某种混凝剂在某 pH 条件下的最佳加药量值.然后,固定

收稿日期:2001-10-08;修订日期:2001-12-03

作者简介:宋继琴(1978-),女,河南新乡人,华北水利水电学院在读硕士研究生,主要从事污水资源化研究.

最佳加药量.选6个不同的pH值,做pH扫描试验,即重复混凝杯罐试验,寻找最佳pH条件.

试验水样的pH调节,采用10 mol/l的NaOH溶液调pH,以pHS-3C酸度计控制,调至设定值.

#### 1.4 材料与仪器

试验所用的试剂,均为符合国家标准分析纯试剂,去离子水.4种混凝剂品种由委托单位提供,分别为科林1号(固体粉状)、科林3号(液体)、科林5号(固体粉状)、科林7号(液体),均易溶于水.

试验所用的pH计为上海雷磁仪器厂生产pHS-3C精密酸度计(CMC标记,在检定周期内);混凝杯试验搅拌器为SC296.

浊度测定,选用上海第二光学仪器厂生产的WGZ-1数字式浊度仪(CMC标记,在检定周期内).

沉降速率测定方法为

$$\bar{V} = \frac{h_1 - h_2}{t} \quad (1)$$

式中  $\bar{V}$  ——沉降速率平均值, cm/min;

$h_1$  ——混凝搅拌结束,静沉试验开始时刻的浑液面高度, cm;

$h_2$  ——浑液面到达压实区时的高度, cm;

$t$  ——静沉时间, min.

#### 1.5 试验评价指标

评价混凝剂混凝处理效果的指标选择为浊度、 $COD_{Cr}$ 、沉降速度、处理药品成本、操作的方便性.

目前电厂混排废水浊度超标严重,排入受纳水体带来了严重的污染<sup>[2,3]</sup>,本试验所收集的郑州某电厂的真实废水水样,呈黑墨汁状,腥臭味.因此,浊度必然是最重要的处理效果评价指标.混凝处理可以适当去除 $COD_{Cr}$ ,故也选为评价指标.

沉降速度关系到混凝处理后泥浆的沉淀效果,只有当混凝处理后形成了密实的泥浆矾花体,才能有较好的沉降速率,节约处理运行的时间,提高处理设备的利用率.

处理药品的成本,即药品投量,应选择效果好、投药少的品种,可以大幅度降低废水处理成本.

因为本试验研究来源于实际,研究结果可马上应用于生产运行,所以在评价指标中加入了运行操作方便性作为评价指标之一.

## 2 试验结果分析

### 2.1 混凝剂科林1号试验结果分析

科林1号为黑色粉状固体药剂,本身pH为

6.05.科林1号加药量大区间扫描的实验结果,见表2.

表2 科林1号大区间扫描试验结果(pH:10)

试验序号	1	2	3	4	5	6
投药量/ $mg \cdot l^{-1}$	300	400	500	600	700	800
浊度/FTU	47	34	32	64	43	39

浊度随加药量的变化趋势如图1所示.

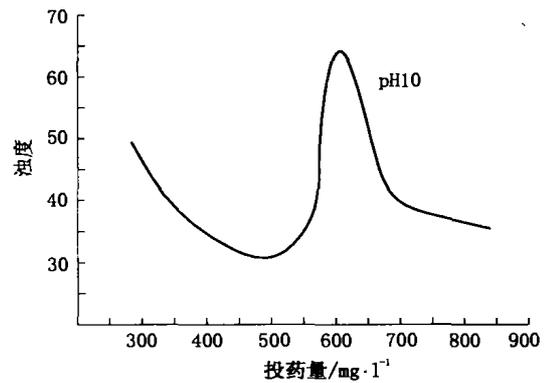


图1 科林1号实验结果(pH10,大区间)

由图1所示结果进一步做加药量小区间扫描,试验结果见表3.

表3 科林1号小区间扫描试验结果(pH:10)

试验序号	1	2	3	4	5	6
投药量/ $mg \cdot l^{-1}$	350	370	390	410	430	450
浊度/FTU	37	38	49	19	23	24

浊度随加药量的变化趋势如图2所示.

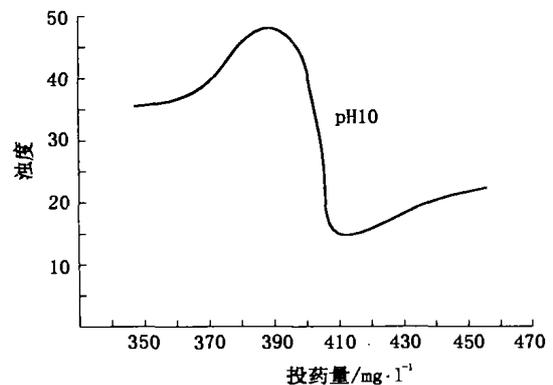


图2 科林1号实验结果(pH10,小区间)

由图2所示结果,可选择pH为10时的最佳加药量为400 mg/l然后做pH扫描,寻找最佳pH值.实验结果见表4.

表 4 科林 1 号 pH 扫描试验结果(400 mg/l)

试验序号	1	2	3	4	5	6
pH	8	8.5	9	9.5	10.5	11
浊度/FTU	82	91	96	49	11	4

浊度随 pH 的变化趋势如图 3 所示。

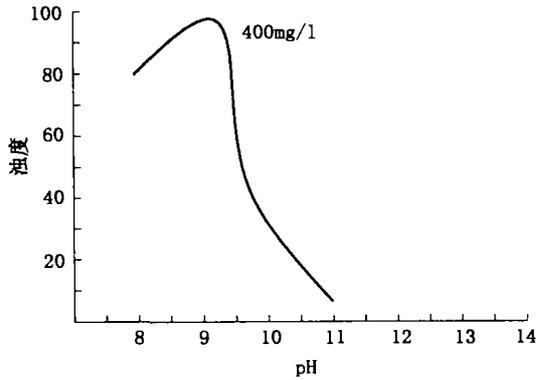


图 3 科林 1 号实验结果/400 mg·l<sup>-1</sup>

尽管 pH>10 时,浊度降低很快,但考虑到处理成本及操作简便,以 pH10 为最佳。

2.2 科林 5 号混凝剂试验结果分析

科林 5 号为白色粉状固体药剂,自身 pH 为 3.6.科林 5 号加药量大区间扫描的实验结果,见表 5.

表 5 科林 5 号大区间扫描试验结果(pH=10)

试验序号	1	2	3	4	5	6
投药量/mg·l <sup>-1</sup>	300	400	500	600	700	800
浊度/FTU	20	20	21	20	15	16

浊度随加药量的变化趋势如图 4 所示。

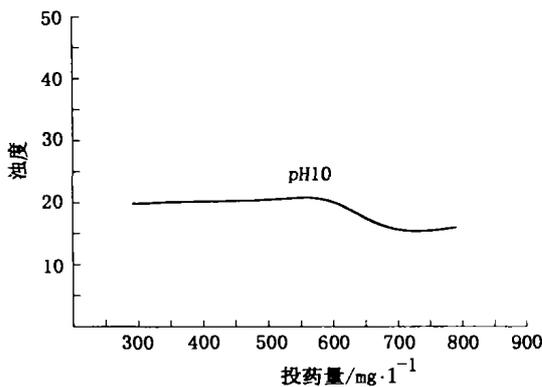


图 4 科林 5 号实验结果(pH10,大区间)

由图 4 所示结果进一步做加药量小区间扫描,试验结果见表 6.

表 6 科林 5 号小区间扫描试验结果(pH=10)

试验序号	1	2	3	4	5	6
投药量/mg·l <sup>-1</sup>	50	100	150	200	250	350
浊度/FTU	29	9	12	9	12	10

浊度随加药量的变化趋势如图 5 所示。

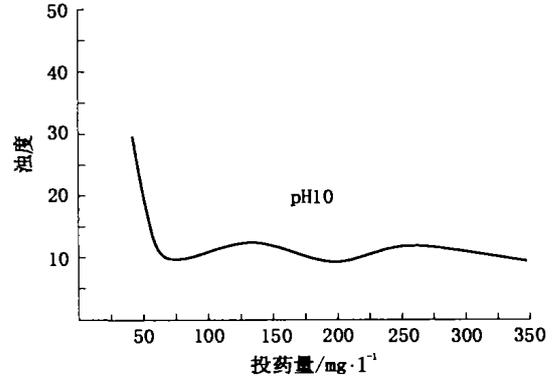


图 5 科林 5 号实验结果(pH10,小区间)

从图 4、5 的变化趋势可知,当水样 pH 调到 10 时,混凝剂投药量对浊度的影响无太大的波动,于是选择低投药量有利于废水处理成本的下降。

考虑到本试验评价指标中的操作简便 1 项,对科林 5 号设计为对原水样不调 pH,在原水样 pH 为 7.28 条件下,进行小区间投药量试验,结果见表 7.

表 7 科林 5 号小区间扫描试验结果(pH=7.28)

试验序号	1	2	3	4	5	6
投药量/mg·l <sup>-1</sup>	70	90	120	140	170	190
浊度/FTU	20	16	23	11	17	26

浊度随加药量的变化趋势如图 6 所示。

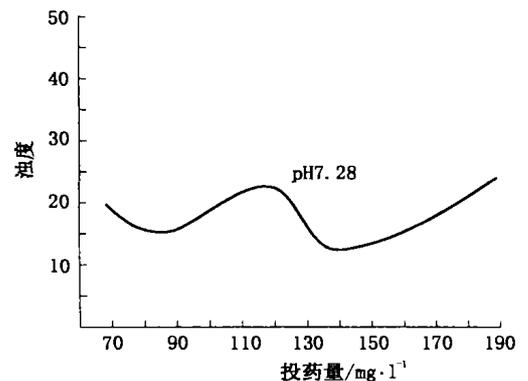


图 6 科林 5 号实验结果(pH7.28)

由图 6 所示结果,可选择在原水 pH=7.28 条件下的最佳投药量为 80 mg/l,然后做 pH 扫描,结果见表 8.

表8 科林5号 pH扫描试验结果(80 mg·l<sup>-1</sup>)

试验序号	1	2	3	4	5	6
投药量/mg·l <sup>-1</sup>	8.0	8.5	9.0	9.5	10.5	11.0
浊度/FTU	22.0	15.0	14.0	18.4	11.0	3.7

浊度随 pH 变化趋势如图 7 所示。

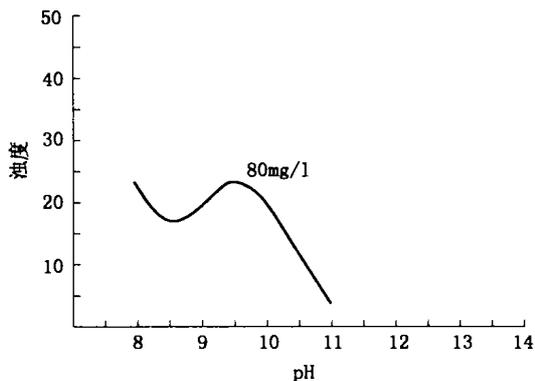


图7 科林5号实验结果(80 mg/l)

比较图 6、7 的结果,可选定在原水 pH=7.28 条件下最佳加药量为 70~90 mg/l。

2.3 科林3号混凝剂试验结果分析

科林3号为绿色液体药剂,自身 pH 为 4.80,科林3号加药量扫描结果见表 9。

表9 科林3号大区间扫描试验结果(pH=10)

试验序号	1	2	3	4	5	6
投药量/mg·l <sup>-1</sup>	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
浊度/FTU	85	51	23	20	14	14

浊度随加药量的变化趋势如图 8 所示。

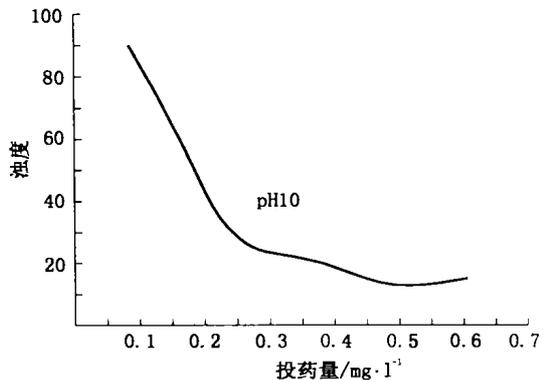


图8 科林3号实验结果(pH10,大区间)

由图 8 所示结果,固定加药量为 0.3 ml/l,做 pH 扫描结果见表 10。

表10 科林3号 pH扫描结果(0.3 ml/l)

试验序号	1	2	3	4	5	6
pH	8.0	8.5	9.0	9.5	10.5	11.0
浊度/FTU	106.0	84.0	61.0	119.0	5.0	5.3

浊度随 pH 变化趋势如图 9 所示。

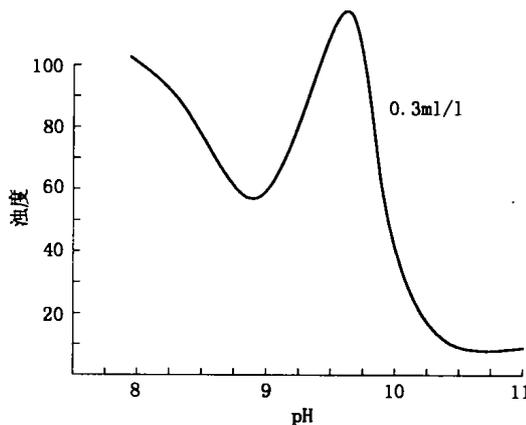


图9 科林3号实验结果(0.03 ml/l)

由图 9 所示,当 pH>10 时,浊度下降很快。

2.4 科林7号混凝剂试验结果分析

科林7号为棕色液体药剂,自身 pH 为 3.17。

科林7号加药量大区间扫描的实验结果见表 11。

表11 科林7号大区间扫描试验结果(pH:10)

试验序号	1	2	3	4	5	6
投药量/mg·l <sup>-1</sup>	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
浊度/FTU	15.0	19.0	24.0	21.0	19.0	17.8

浊度随加药量变化趋势如图 10 所示。

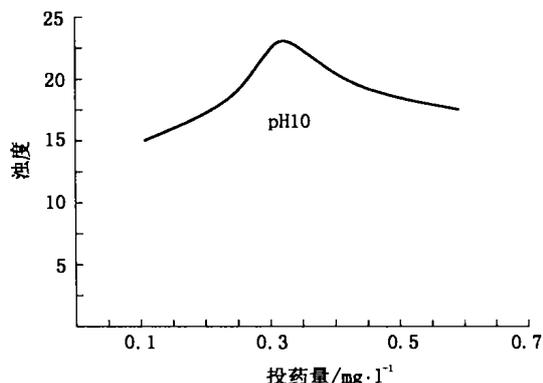


图10 科林7号实验结果(pH10,大区间)

进一步做小区间扫描,试验结果见表 12。

表 12 科林 7 号小区间扫描试验结果(pH:10)

试验序号	1	2	3	4	5	6
投药量/ $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	0.005	0.010	0.020	0.030	0.050	0.070
浊度/FTU	18	62	35	14	22	15

浊度随加药量变化趋势如图 11 所示。

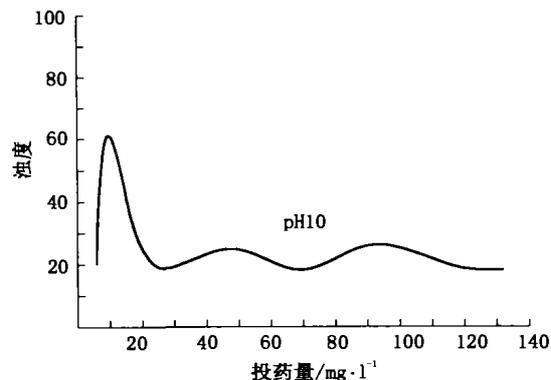


图 11 科林 7 号实验结果(pH10, 小区间)

### 3 结 语

1. 科林 1, 3, 5, 7 号 4 种混凝剂, 当用于处理电厂废水时, 其最佳工艺参数及其相应的处理效果见表 13。

2. 4 种混凝剂与电厂废水作用时, 均形成较大矾花; 沉降速度均很快, 且基本相同, 实测值为 2.3 cm/min; 沉降形成的压实区体积较小, 污泥密实, 有利于减小泥浆体积, 便于污泥处理。

3. 电厂废水经 4 种混凝剂处理后, 浊度可降到 20 FTU 左右, 符合循环水使用的浊度要求。建议不要排放, 应回收利用作循环水使用。若要排放, 一定要注意把水质的 pH 值调整到 6~9, 符合排放标准。

4. 4 种混凝剂对电厂废水  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  的去除效果较好, 其中科林 5, 7 号处理水的  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  已达到 I 级排放标准, 可以直接排入环境。

表 13 在最佳运行工况下 4 种混凝剂对废水的处理效果

	最佳 pH 条件	最佳加药量/ $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	废水初始浊度/FTU	处理后浊度/FTU	浊度去除率/%	处理水 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ / $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	$\text{COD}_{\text{Cr}}$ 去除率/%
科林 1 号	10	400	1 020	20	98.0	110.40	94.56
科林 5 号	7.28	80	1 020	20	98.0	51.52	97.46
科林 3 号	10	0.3	1 020	23	97.7	161.92	92.02
科林 7 号	10	0.005	1 020	18	98.2	29.44	98.55

### 参 考 文 献

- [1] DL 414-91. 火电厂环境监测技术规范[S].  
 [2] 管菊根. 火电厂废水排放现状及其治理技术[J]. 水处理设备技术, 1998, (1): 2-6.

- [3] 朱红, 李宏. 火电厂废水排放处理的工控设计与探讨[J]. 水处理设备技术, 1998, (2): 6-13.  
 [4] 许保玖, 安鼎年. 给水处理理论与设计[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995, 159-166.

### The research on treatment of waste water from power plant with four kinds of coagulants

SONG Ji-qing, YANG Chong-hao, HUANG De-feng, CHEN Wei-sheng,  
 FENG Cheng-hong, YAN Zhen-rui

(North China Institute of Water Conservancy and Hydroelectric Power, Zhengzhou 450045, China)

**Abstract:** Four kinds of coagulants are used to treat waste water from power plant. Firstly, pH value is fixed. Experiments are done on a wide range of coagulant dosages. Then the range is narrowed to find out the best dosages. Secondly, pH value is changed to search for the best dosage and pH value of every coagulant. The result of experiment shows the treated waste water can be used for power plant recycling.

**Key words:** coagulant; waste water from power plant