

上向流聚苯乙烯滤料直接过滤原水*

I 凝聚剂种类的选择

何少华 秦成生

严煦世

(中南工学院建筑工程系, 衡阳, 421001)

(同济大学, 上海, 200092)

摘要 通过大量的试验,探讨了上向流聚苯乙烯滤料直接过滤原水时凝聚剂种类对过滤效果的影响. 试验结果表明:联合投加硫酸铝和阳离子聚合物(T₃₀₁₀)有利于改善滤出水水质和降低水头损失.

关键词 直接过滤; 上向流; 凝聚剂种类

中图法分类号 TQ314.253; TQ325.2

0 引言

直接过滤的最初步骤就是向水中投加化学药剂,促使水中颗粒脱稳.过去的许多研究者都强调了这一工作的重要性,Kawamura认为^[1],直接过滤中最重要的因素在于选择合理的凝聚剂及过滤助剂,硫酸铝是最有效的凝聚剂,其优点是既经济且去除效果好.McCormick认为^[2],低浊度水很难使用聚合物凝聚,因为首先形成的颗粒将阻碍与其它颗粒进一步架桥凝聚,其结果造成颗粒被聚合物所包裹,而引起重新脱稳,但硫酸铝有着良好的脱稳效果.Brathby在采用直接过滤法处理Santa maria河水的试验研究中^[3],认为阳离子聚合物应用于直接过滤在经济上是不合算的.Logsdon^[4]在用粗无烟煤滤料直接过滤高浊度原水时(60ntu),做过用硫酸铝为凝聚剂、非离子型聚合物为过滤助剂的试验,其结果表明过滤助剂是一个非常关键的因素.Edzwald认为^[5],在直接过滤中如果大量地使用硫酸铝,不可避免地形成Al(OH)₃沉淀物.这些沉淀物将引起水头损失增加速度过快,缩短过滤周期.因此他建议在直接过滤中联合使用硫酸铝及阳离子聚合物,或者使用铝的聚合电解质如聚合氯化铝等.

在直接过滤法中,若仅用硫酸铝作凝聚剂的危害是,当硫酸铝投加量过多时,会导致浊度过早泄漏.Kawamura认为^[1],使用聚合物作为凝聚剂将使污泥体积减少、提高污泥脱水性能、降低过滤出水中残存的化学药剂剂量、避免投加硫酸铝引起的pH值下降.

前人所做的大量工作表明:在直接过滤中,选择合适的凝聚剂关系到过滤效果的好坏.本文试图应用聚苯乙烯滤料,直接过滤原水(>100度),探讨凝聚剂种类对过滤效果的影响,以便进一步探索过滤机理.

本文于1996年4月3日收到

* 国家教委博士学科点基金项目

1 试验设计

试验所用的工艺流程如图1所示。

图1中过滤筒的直径为150 mm, 滤柱上每隔60 mm开孔接测压管及取样龙头, 滤料选用上海塑料七厂产聚苯乙烯滤料. 聚苯乙烯滤料为白色小球状, 无毒、不易老化、压缩性小、耐磨, 最高使用温度可达90~95℃. 在pH为5.5~10的水中, 化学、物理性能稳定.

试验所用原水采用高岭土配制. 投加的硫酸铝为分析纯 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, 投加量以 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ 计; 投加的 T_{3010} 为阳离子聚合物, 投加量以商品投量计.

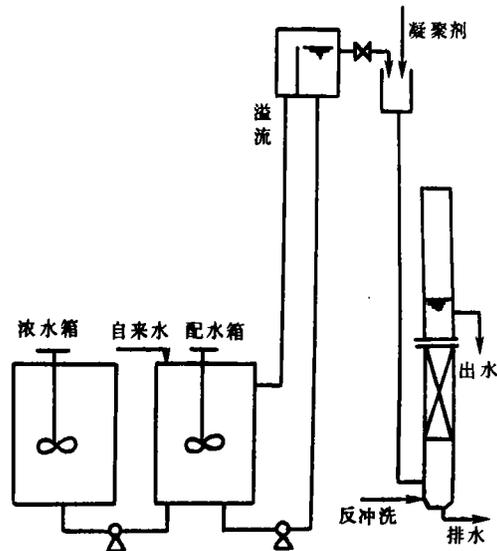


图1 试验系统组成

2 试验结果分析

2.1 单独投加硫酸铝或聚合氯化铝时的试验结果

采用分析纯硫酸铝及怀化紫源化工厂生产的聚合氯化铝作为主凝聚剂, 试验结果如表1所示. 从表1可以得到如下结论:

表1 硫酸铝或聚合氯化铝直接过滤试验结果

序号	凝聚剂种类	投加量 ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	滤层厚度 (mm)	滤料粒径 (mm)	滤速 ($\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$)	过滤周期 (h)	原水浊度 (度)	终点水头 损失 (m)
1	硫酸铝	10	700	1.25~2.5	8	2	150	0.16
2	硫酸铝	10	700	1.25~2.5	8	2.5	100	0.17
3	硫酸铝	5	700	1.25~2.5	8	0.5	100	0.05
4	硫酸铝	20	700	1.25~2.5	8	1.5	200	0.17
5	硫酸铝	10	700	1.25~2.5	8	0.5	200	0.08
6	硫酸铝	20	700	1.25~2.5	12	0	200	0.07
7	聚合氯化铝	10	700	1.25~2.5	8	2.5	100	0.15
8	聚合氯化铝	10	700	1.25~2.5	10	1.5	100	0.21
9	聚合氯化铝	10	700	1.0~1.25	8	2.0	150	0.17
10	聚合氯化铝	10	700	1.0~1.25	10	2.0	100	0.19

1) 采用硫酸铝或聚合氯化铝作为凝聚剂处理高浊度水时, 过滤周期短, 无法应用于实际. 过滤周期短的原因是颗粒与滤料结合力不强、容易剥离, 从而引起杂质颗粒迅速穿透.

2) 采用硫酸铝或聚合氯化铝直接过滤时, 水头损失增加速度较慢.

3) 采用硫酸铝或聚合氯化铝直接过滤时, 出水水质较好, 具体表现为初期泄漏所经历

的时间短,并在大部分运行时间内,出水浊度小于0.4度。

2.2 单独投加 T_{3010} 直接过滤时的试验结果

单独投加 T_{3010} 直接过滤的试验结果如表2所示。采用 T_{3010} 直接过滤具有如下特点:

表2 单独投加 T_{3010} 直接过滤试验条件及结果

序号	原水浊度 (度)	投药量 ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	滤料粒径 (mm)	滤层厚度 (mm)	滤速 ($\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$)	过滤周期 (h)	终点水头 损失 (m)
11	100	0.65	1.0~1.25	700	6.5	5.0	1.840
12	100	0.30	1.0~1.25	700	12	5.5	1.810
13	100	0.30	1.0~1.25	700	8.0	9.0	1.820
14	100	0.20	1.0~1.25	700	10	0	
15	100	0.15	1.0~1.25	700	10	0	
16	100	0.20	1.25~2.5	700	10	0	

注:序号14~16三个周期的测定时间为1.5 h,过滤1.5 h后,其出水浊度仍大于3度,故认为过滤周期为零

1) 单独采用 T_{3010} 直接过滤,滤料成熟时间较长。当 T_{3010} 投加量为 $0.3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 左右时,滤料需经过1 h的运转后,其出水浊度才能小于3度。当 T_{3010} 的投加量小于 $0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,滤料经过1.5 h的运转后,其出水浊度仍大于3度,故认为其过滤周期为零。单独采用 T_{3010} 过滤,其出水水质随着过滤的进行越来越好,如图2所示。

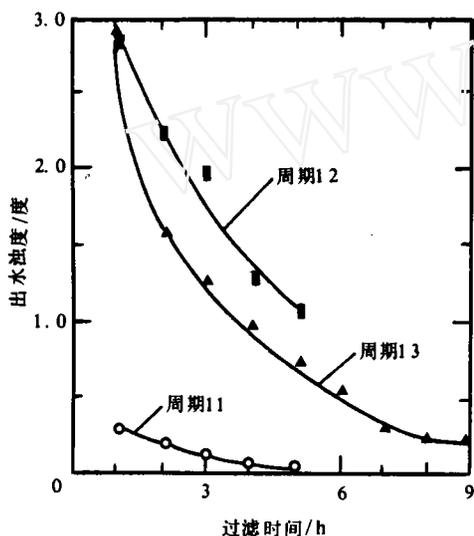


图2 出水浊度随时间变化

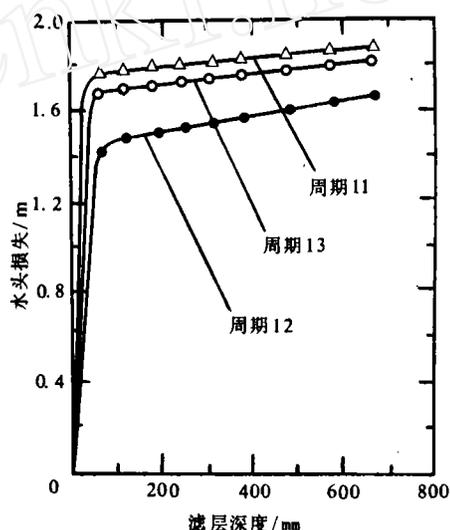


图3 过滤结束时水头损失分布

2) 采用 T_{3010} 直接过滤,在投加量大于 $0.25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,表现为表层过滤,过滤结束时水头损失绝大部分集中于表层12 cm,如图3所示,因而不能充分发挥滤料的截污能力。

3) 采用 T_{3010} 直接过滤时,成熟期长的原因在于 T_{3010} 的主要作用机理为吸附架桥,几乎无或者很少有电性中和作用机理。

4) 单独采用 T_{3010} 直接过滤高浊度原水在实际应用中是不可行的。在投药量小于

0.2 mg·L⁻¹时,成熟期很长,而投药量大于0.25 mg·L⁻¹时则表现为表层过滤,过滤周期较短.

2.3 联合投加硫酸铝及 T₃₀₁₀直接过滤的试验结果

联合投加硫酸铝及 T₃₀₁₀直接过滤 100 度原水时,各周期的试验条件及试验结果如表 3 所示,表中过滤周期后面的 T 表示因出水浊度大于 3 度而终止过滤,表中过滤周期后面的 H 表示因水头损失大于 1.8 m 而终止过滤.

表 3 中各周期的出水浊度随时间变化如表 4 所示.由表 3 和表 4 可以得到如下规律:

1) 联合投加硫酸铝和 T₃₀₁₀直接过滤高浊度原水,既可以避免单独投加硫酸铝时絮体颗粒容易剥离的缺点,还可以避免单独投加 T₃₀₁₀时滤料成熟期过长的缺点.联合投加硫酸铝及 T₃₀₁₀时,出水水质好,过滤周期长.

2) 联合投加硫酸铝和 T₃₀₁₀直接过滤高浊度原水时,确定凝聚剂投加量是运行成功与否的关键. T₃₀₁₀投加量太大时,水头损失增加速度过快,易形成表层过滤而使过滤周期缩短. T₃₀₁₀投加量太小,易使絮体剥离穿透,同样会缩短过滤周期.对于 100 度原水而言,最佳 T₃₀₁₀投加量为 0.12 mg·L⁻¹.

3) 联合投加硫酸铝和 T₃₀₁₀直接过滤时,增大滤料粒径可以延长过滤周期,但出水水质略有下降.

表 3 联合投加硫酸铝和 T₃₀₁₀时试验条件及结果 (原水浊度: 100 度)

序号	硫酸铝投加量 (mg·L ⁻¹)	T ₃₀₁₀ 投加量 (mg·L ⁻¹)	滤料粒径 (mm)	滤层厚度 (mm)	过滤速度 (m·h ⁻¹)	过滤周期 (h)	终点水头损失 (m)
17	5	0.21	1.0~1.25	700	10	5.0 (H)	1.810
18	5	0.15	1.0~1.25	700	10	9.5 (H)	1.825
19	5	0.12	1.0~1.25	700	10	10 (H)	1.850
20	5	0.09	1.0~1.25	700	10	6.5 (H)	0.825
21	10	0.21	1.0~1.25	700	10	4.5 (H)	1.835
22	10	0.15	1.0~1.25	700	10	7.0 (H)	1.810
23	10	0.12	1.0~1.25	700	10	7.5 (H)	1.810
24	10	0.11	1.0~1.25	700	10	7.0 (T)	1.080
25	10	0.09	1.0~1.25	700	10	6.0 (T)	0.885
26	2.5	0.21	1.0~1.25	700	10	4.8 (H)	1.825
27	2.5	0.15	1.0~1.25	700	10	7.2 (H)	1.830
28	2.5	0.12	1.0~1.25	700	10	9.0 (H)	1.820
29	2.5	0.09	1.0~1.25	700	10	10.0 (H)	1.800
30	2.5	0.06	1.0~1.25	700	10	6.0 (T)	0.816
31	5	0.15	1.25~2.5	700	10	11.1 (H)	1.803
32	5	0.12	1.25~2.5	700	10	14.0 (H)	1.825
33	5	0.09	1.25~2.5	700	10	8.0 (T)	0.630
34	5	0.15	1.25~2.5	1000	10	10.0 (H)	1.830
35	5	0.12	1.25~2.5	1000	10	13.0 (H)	1.860
36	5	0.09	1.25~2.5	1000	10	13.0 (T)	1.680

表4 联合投加硫酸铝及 T_{3010} 直接过滤时各周期出水浊度

(单位: 度)

序号	时 间/h													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
17	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1									
18	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.3				
19	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.5	0.8	1.0	1.2				
20	0.25	0.20	0.40	0.80	2.0	2.2	4.1							
21	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1										
22	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1							
23	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1							
24	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	1.2	2.8							
25	<0.1	<0.1	0.2	0.3	1.3	2.8								
26	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1									
27	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1								
28	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4					
29	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.6	1.2				
30	1.2	0.9	1.4	1.2	1.2	2.2	3.0							
31	1.5	1.8	1.2	1.0	0.9	0.8	0.8	0.6	0.5	0.4	0.2			
32	1.4	1.5	1.2	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.6	0.5	0.4	0.25	<0.1	<0.1
33	4.0	2.7	1.8	1.5	2.0	2.2	2.5	2.9						
34	1.4	1.2	1.0	0.9	0.7	0.45	0.30	0.30	0.15	<0.1				
35	1.6	1.3	1.1	1.0	0.8	0.5	0.35	0.35	0.20	0.20	0.20	0.1	<0.1	
36	1.8	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.0	0.90	0.80	1.3	1.5	2.4	2.9	

3 结束语

通过大量的试验研究,可以得到如下结论:

1) 单独投加硫酸铝或聚合氯化铝时,颗粒与滤料之间的粘附力小,絮体颗粒易剥离穿透而使过滤周期很短.

2) 单独投加 T_{3010} 时,滤料成熟期长,初期泄漏所经历的时间长,且投药量大时易形成表面过滤,投药量小时则初期较长一段时间内出水浊度大于 3 度.

3) 联合投加硫酸铝及 T_{3010} 直接过滤时,既可以增大粘附力,又可以降低初期泄漏,其过滤出水水质好,过滤周期长.

4) 联合投加硫酸铝及 T_{3010} 直接过滤时,确定凝聚剂投加量是运行成功与否的关键.

参 考 文 献

- 1 Kawamura S. Design and Operation of High Rate Filters. J AWWA, 1975, 67 (100): 535
- 2 McCormick R C. Factors That Affecting Use of Direct Filtration in Treating Surface Waters. J

- AWWA, 1982, 74 (5): 234
- 3 Bratby J R. Optimizing Direct Filtration in Brasilia. J AWWA, 1986, 78 (8): 106
 - 4 Logsdon G S, et al. Testing Direct Filtration for the Treatment of High-Turbidity Waters. J AWWA, 1993, 85 (12): 39
 - 5 Edzwald J K. Organics, Polymers, and Performance in Direct Filtration. J EED, ASCE, 1987, 113 (1): 67

Testing Direct Filtration of Water Using Upflow Polystyrene Filter I Selection of Coagulant Types

He Shaohua Qin Shusheng

(Department of Architectonic Engineering)

Yan Xushi

(Tongji University)

Abstract Numerous tests were made to determine the influences of coagulant types on the effect of direct filtration of water using an upflow polystyrene filter. The test results showed that dosing both aluminium sulfate and cationic polymer T₃₀₁₀ could improve the quality of the effluent and reduce the headloss as well.

Key words direct filtration; upflow; coagulant types

我院1995年普通高校教学、科研仪器设备和 1994—1995学年度实验室情况统计工作得到省教委通报表扬

湘教通(1996)71号文讯:省教委根据国家教委教备司《关于报送高校教学、科研仪器设备和实验室情况的通报》(1996)64号情况,通报表扬了中南工业大学、湖南大学、长沙铁道学院、长沙交通学院和我院等5所高校。为了能及时、准确、完整地完成任务,教务处实践教学与设备科的全体工作人员在有关部门的大力配合下,本着对学院高度负责的精神,认真采集数据,日夜辛勤工作,历时一个多月,保质保量地提前完成了任务。这两项工作的顺利完成,为上级主管部门和学院领导的正确决策提供了可靠的科学依据。

(教务处 孙越供稿)