

提高硅藻土过滤效能的方法

高乃云 范瑾初 谢燕菊 孟建平

(同济大学)

摘 要

介绍了提高硅藻土过滤效能的两种方法——滤饼重复使用和投加化学药剂可达到延长过滤周期、节省硅藻土用量的显著效果。

关键词 硅藻土过滤; 滤饼; 预涂剂

硅藻土过滤技术中,在预定期终水头损失(一般为13~15m)和滤速(一般为2.0~3.0m/h)下,延长过滤周期,节省硅藻土用量,直接影响过滤的经济效果,亦即制水成本。根据实验室试验和生产性试验表明,滤饼重复使用和预涂剂及附加剂中投加适量化学药剂(混凝剂)可大大延长硅藻土过滤周期,节省硅藻土用量,而且使操作也得以简化。有关硅藻土及硅藻土过滤工艺参见文献[3、4、5]。

1 滤饼重复使用

硅藻土过滤操作分预涂、过滤、反冲洗,这三步为一个工作周期。一般,当过滤水头损失达到预定允许值时,停止过滤、进行反冲洗,滤饼(含有硅藻土和杂质的混合物)随反冲洗水流排出,然后再进入下一工作周期。被排出的滤饼中主要成分还是硅藻土,杂质含量所占比例很少。为了充分利用硅藻土,当一个过滤周期结束时,而将滤饼重复使用。其操作方法:一是将本欲排除的滤饼借助过滤器内的压力,回流入预涂桶(见图1中箭头所示),作为第一次重复使用的预涂剂,按预涂方法经过10~15min循环,形成新的预涂层,然后开始新的过滤周期;第二种方法是,当一个过滤周期结束后,先将进、出水阀门关上,过滤停止,此时滤饼会自动落下,然后再启动水泵按预涂方法循环10~15min形成新的预涂层,当循环水变清时再开始新的过滤周期。第二种方法操作更简单,在以自来水作

为原水的高纯水预处理中即采用第二种重复使用方法。若滤饼具有粘性而不易自动脱落时,宜采用第一种重复使用方法。滤饼重复使用次数与原水水质和附加剂量有关,低浊度原水滤饼重复使用次数可达6~7次。由图2知,每次重复使用时过滤起始水头损失均有提高,而且一次比一次高,这是因为每次重复使用滤饼厚度均有增加(在过滤过程中不断投加附加剂)。如果在重复使用时起点水头损失过高,就不能再继续重复使用。然而一般情况滤饼厚度的增加反使水头损失增加速度减慢,即 $h \sim t$ 曲线坡度往往会有所减小(见图2),这是因为厚的滤饼孔隙总容量较大,不易被杂质堵塞之故。

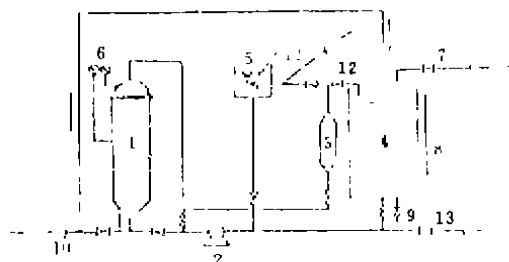


图1 硅藻土过滤系统

1. 过滤器 2. 水泵 3. 转子流量计 4. 预涂水箱
5. 附加剂箱 6. 压力表 7. 自来水 8. 溢流管
9. 放空管 10. 排水管 11. 滤后水出水管
12. 预涂循环管 13. 原水进水管

滤饼的重复使用,节省了第一次预涂的硅藻土量,虽起始水头损失有所提高但增加速度

减缓,延长了过滤周期,从而也节省了硅藻土耗量。此外,还使操作简化。起始水头损失之所以比重复使用前过滤周期结束时的水头损失大大降低,是因为滤饼中硅藻土和杂质颗粒重新排列,滤饼结构改变,堵塞的孔隙得以疏通。如前述滤饼中硅藻土量大大超过被拦截的杂质质量,一旦滤饼脱落后重新形成预涂层,将仍然保持较大的孔隙。如果附加剂采用较粗的硅藻土,由前一周滤饼所形成预涂层的孔隙更大,这就是滤饼重复使用的机理。试验证明,滤饼重复使用对滤后水质毫无影响。因此,只要起始水头损失不至过高,就可采用多次滤饼重复使用。

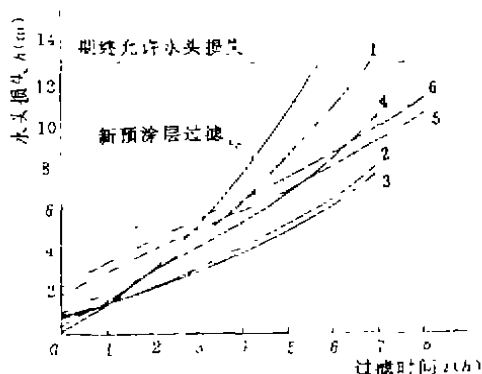


图2 滤饼重复使用
1~6——重复使用次数

2 投加化学药剂的作用

硅藻土过滤过程中,水头损失 h 、滤速 v 、过滤周期 T 、附加剂量 a 及原水水质 c 是影响过滤效果的几个主要因素,且相互联系。对于特定的原水,在保证水质的前提下,滤速高、过滤周期长是硅藻土过滤技术研究的关键。实际上,以上参数以及预涂剂的规格和用量等的相关性是错综复杂的。根据试验,投加化学药剂特别是阳离子高分子聚合物,会更有效地去除浊度、细

菌、色度胶体等,且可减缓水头损失的增长速度。

按传统的硅藻土过滤,一般只在原水中投加附加剂。虽然也提到过在预涂层中可投加适量混凝剂,但缺乏详细技术资料报导,更缺乏投加化学药剂的经济效果报导。我们作了以下三种过滤试验:

2.1 在预涂层中投加 $Al_2(SO_4)_3$

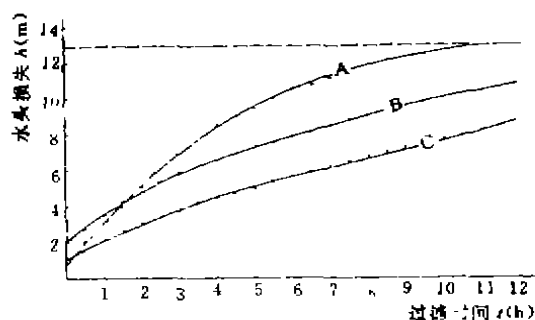


图3 预涂层中投加 $Al_2(SO_4)_3$ 的过滤水头损失变化

表1即在预涂浆液中投加 $Al_2(SO_4)_3$,其效果见图3。由曲线A、B、C相比较而知,投加 $Al_2(SO_4)_3$ 后的 $h-t$ 曲线明显平缓,即水头损失增长速度明显减小,但投加量要控制适当。例如,投药比(混凝剂与预涂剂重量之比)为1:27.5时,效果优于1:13.75;而投药比为零时(即不加硫酸铝),水头损失增长最快。 $Al_2(SO_4)_3$ 投加过多效果反而较差的原因,也许是因为 $Al_2(SO_4)_3$ 水解形成过多的 $Al(OH)_3$ 胶体受到压缩而使预涂层透水性减小所致。从图中可以看出,在过滤初期2h以内,曲线(B)坡度大于(C);2h以后,(B)和(C)曲线坡度基本相近。说明在2h以内过多的 $Al(OH)_3$ 胶体受到压缩;2h以后附加剂层厚度增加,预涂层对过滤的影响很小。

表1 预涂层中投加 $Al_2(SO_4)_3$

曲线	预涂剂(g/m ²)		附加剂(mg/L)		投药比 (重量比) (硫酸铝:硅藻土)	初始 滤速 (m/h)	原水	滤后 水浊度 (NTU)	试验 编号
	原土	DE ₄₀₁	品种	剂量					
A	240.4	288.5	DE ₄₀₁	45	0	2.4	滤后水 +45 mg/L 高岭土	0	91-88
B	240.4	288.5	DE ₄₀₁	45	1:13.8	2.4		0	91-114
C	240.4	288.5	DE ₄₀₁	45	1:27.5	2.4		0	91-107

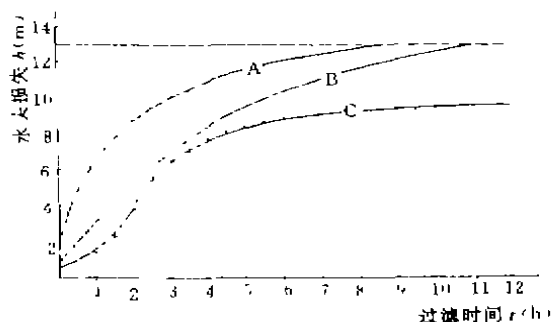


图4 预涂剂中投加PAM的过滤水头损失变化

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 最佳投加量决定于原水水质,一般需通过试验决定。根据图3试验曲线, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 投量极少即取得明显效果。投药比为1:27.5与不投加 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 相比,在一个过滤周期内每吨水可节省硅藻土14g,而按一个过

滤周期内所滤过的总水量计 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 耗量仅0.44mg/L,使制水成本大大降低。

2.2 在预涂剂中投加聚丙烯酰胺(PAM)

在预涂浆液中投加PAM试验,见表2,该表对应的曲线如图4。由图可知,PAM的投药比(PAM:硅藻土)为1:6000时, $h-t$ 曲线坡度显著减小,过滤周期大大增长。表明PAM虽然投加量极微,但效果非常显著,比投加 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 效果显然更好。曲线(B)和(C)相比,后者单位水量可节省硅藻土约51%。当PAM投药比增至1:250时, $h-t$ 曲线(A)起始段坡度增大而后又几乎与曲线(C)平行,说明过滤开始1h内较多的高分子絮凝剂PAM受到压缩。

表2 预涂剂中投加PAM

曲线	预涂剂(g/m ²)		附加剂(mg/L)		投药比 (重量比) (PAM:硅藻土)	初始 滤速 (m/h)	原 水	试验 编号
	原土	加工土	品种	数量				
A	180.8	240.4 (DE ₁₀₁)	DE ₁₀₁	45	1:250	2.4	自来水(0.3~0.9°)	91-119
B	240.4	288.5 (DE ₄₀₁)	DE ₄₀₁	45	0	2.4	滤后水+45mg/L高岭土	91-88
C	240.4	480.8 (DE ₄₀₁)	DE ₁₀₁	45	1:6000	2.4	滤后水+22.3mg/L高岭土	91-126

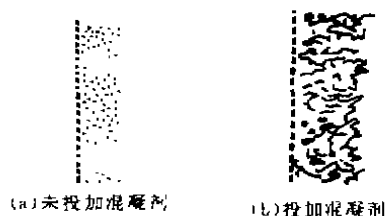


图5 预涂层结构示意图

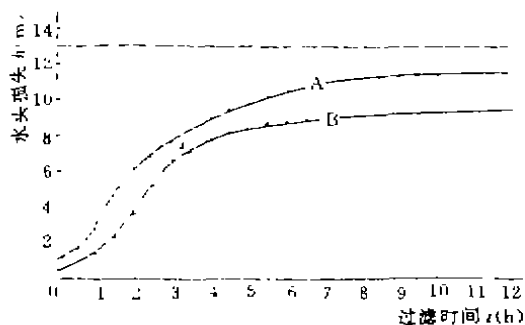


图6 PAM投加在附加剂和预涂剂中的效果比较

在预涂剂中投加 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 还是PAM之所以具有延长过滤周期的作用,初步分析是 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体物或PAM有机高分子絮凝剂与硅

藻土共同形成网状结构的预涂层,从而增加预涂层空隙容积。同时,由于混凝剂具有与水中杂质粘附效果,故出水水质仍然很好。图5表示不加和投加混凝剂的预涂层结构示意图。

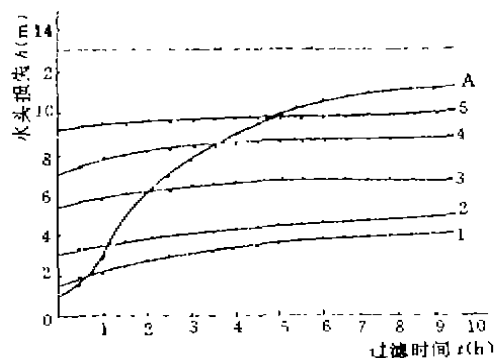


图7 投加PAM后的硅藻土滤饼重复利用效果

2.3 在附加剂中投加PAM

PAM投加在附加剂中的效果与投加在预涂剂中相近。图6表示单位水量所耗PAM数量相同时,PAM投加在附加剂中(见曲线A)