

纤维束滤料直接过滤工业水的应用研究

谢世全 梁 威 王德英 刘凡清

(应用化学系)

摘要 探讨纤维束滤料直接过滤的可能性。试验结果表明,纤维束滤层孔隙率沿床层深度方向逐渐减小,在最佳加药量范围内,过滤水头损失较小,比阻较小,可获得良好的出水。

关键词 直接过滤 纤维束 最佳加药量 水头损失。

中图法分类号 TQ 085.4

0 引言

直接过滤为滤前不进行沉淀的处理工艺,包括滤前经预处理和不经预处理两种过滤方式。经预处理的直接过滤包括有无混合和絮凝的工艺流程。该技术是在50年代初由美国的 Pitman 和 Conloy 俩人创造,是美国 Neptune Microfloc Inc 公司的专利。

70年代以来,由于双层、多层滤料池的出现和高分子絮凝剂的应用,直接过滤得到迅速发展,直接过滤已成为国内外过滤技术发展趋势之一。

直接过滤的主要特点^[1~3]:

- 1) 不要求形成沉淀性良好的矾花,而只是使悬浊质具有良好的过滤性;
- 2) 絮凝剂的用量较少,可省去沉淀池,节约投资;
- 3) 滤床易堵塞,过滤周期相对缩短。

由于直接过滤中原水的胶体和悬浮物等的去除直接在床层内进行,滤床易堵塞,因此截污能量大的滤料则成为过滤进行的关键。纤维束过滤器具有高孔隙率,比表面积大,截污容量大等优点,因此使其用于直接过滤成为可能。

1 试验

1.1 试验条件

纤维束过滤试验在直径 $D = 130\text{ mm}$, 高 $H = 1\,000\text{ mm}$ 的有机玻璃柱中进行,其工艺流程如图1。滤床段有7个取样口,以作取样用,对称处有测压口,连测压管,可显示不同高度处的水头损失。

过滤采用恒速过滤,调节入口阀门保持流量恒定;

原水由粘土经烘干、研磨、筛分，
用自来水配制而成；

浊度采用分光光度计测量；

研究项目为不同高度处的浊度、
水头损失、比阻的变化。

水头损失采用测压管，精度较高，
可精确到毫米级。

床层反洗采用空气 水联合反冲
洗。

1.2 混凝剂最佳投药量的确定

直接过滤的关键是确定最佳投药
量(微絮凝的絮粒粒径一般在 10～ 50
μm)，本试验采用“混凝过滤直接定量
法”即“过滤性”作为最佳投量的评价

指标。“过滤性”就是在水样中投加不同量的混凝剂聚合铝，在模拟 GT 值的情况下，在 DBJ 621 型搅拌机上进行搅拌，然后取相同的体积(本试验取 100 ml)用定性滤纸过滤，过滤时间最短为最佳。最佳投量的试验结果如表 1 所示。

由表 1 可知：原水浊度 20-40 mg/L 时，最佳加药量为 15-20 ppm

表 1 最佳加药量的试验结果

原水浊度 20(mg/l)	加药量	3.75	7.5	15	25	50
	过滤时间(m in)	56.5	25	21.83	24.17	45.33
原水浊度 30(mg/l)	加药量(ppm)	3.75	7.5	15	30	50
	过滤时间(m in)	21.5	14.5	10.5	13.75	12.17
原水景度 40(mg/l)	加药量(ppm)	5	10	20	37.5	75
	过滤时间(m in)	10.83	28.5	10.58	12	25.33

2 试验结果及分析

2.1 试验结果

试验结果如表 2 所示。

表 2 试验结果

原水浊度	18	25	35	17	25	35
过滤过度(m/h)	22.3	22.3	22.3	30	30	30
聚合铝投量(ppm)	15	15	20	15	15	20
滤出水 1mg/l 以下时间(h)	5	3	3	2	1	1
滤出水 5mg/l 以下时间(h)	7	5	5	4	2	2
停止时水头损失(cmHg)	35.8	36.3	34.8	37.0	32.2	33.6

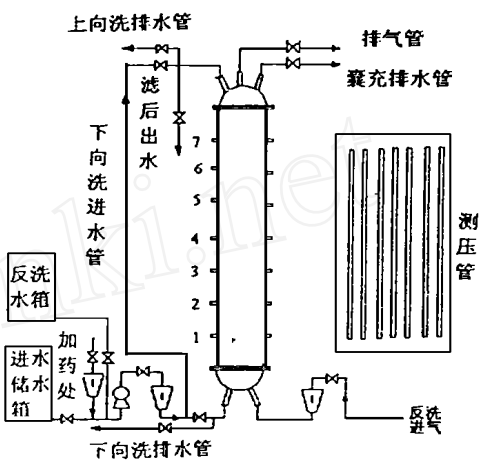


图 1 过滤试验流程

2 2 结果分析

2 2 1 水头损失沿滤床高度的分布

由水头损失 $\frac{dp}{dl} = f(\epsilon, \sigma, \mu, \nu)$ 知, 水头损失是床层结构、积泥量、滤速及流体性质的函数。图 2、图 3 可知, 随过滤的进行, 纤维束上的积泥不断增加, 积泥不断上移, 床层孔隙率沿滤床深度方向逐渐减小, 水头损失逐渐增加, 工作区向下移动, 大部分滤床都发挥了截污作用, 而不同于传统的砂滤床的表层过滤。但从 1 到 4 取样口处, 水头损失较少, 而在 4 处以上水头损失增加较大, 主要原因是囊充水, 压缩纤维束孔隙率减小, 所以水头损失增加较大。

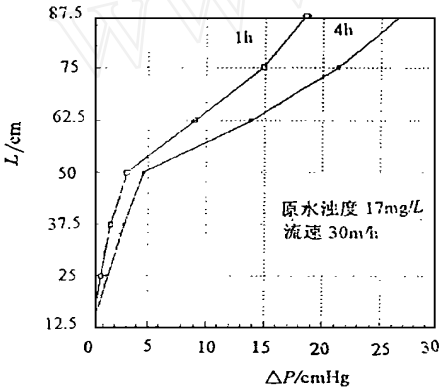


图 2 水头损失沿滤层高度的变化

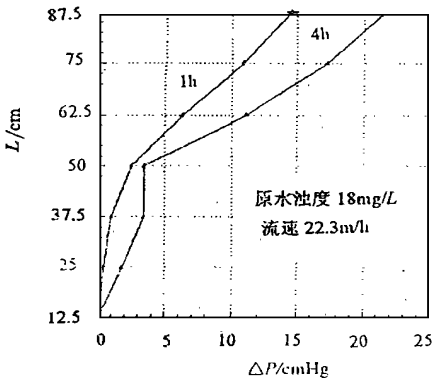


图 3 水头损失沿滤层高度的变化

2 2 2 不同时间比阻 $\Delta P / \Delta L$ 沿滤层高度分布

比阻即水头损失梯度, 由图 4、图 5 可知, 比阻沿滤层有峰值, 峰值的位置变化不大。

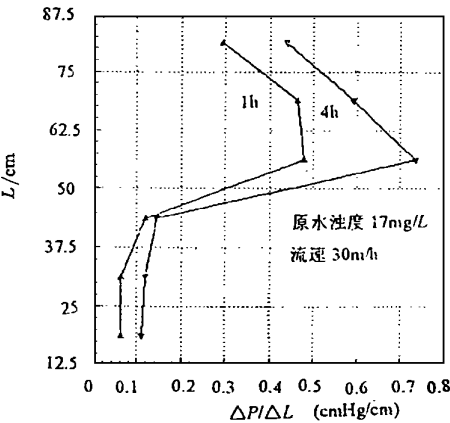


图 4 不同时间 $\Delta P / \Delta L$ 沿滤层高度分布

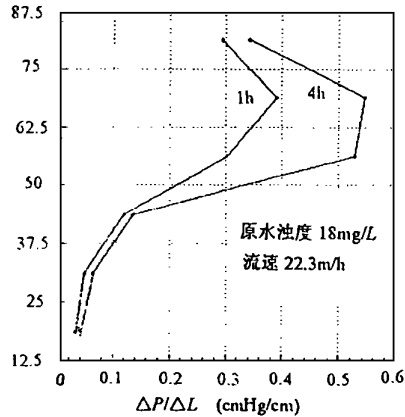


图 5 不同时间 $\Delta P / \Delta L$ 沿滤层高度分布

对于孔隙率分布不同的床层, 同样的积泥量在床层不同的位置, 反映到水头损失上的变化不一样。传统的砂滤床由于反洗时水力筛分作用, 沿水流方向的砂子的粒径上小下大, 孔隙尺寸也是从上到下逐渐变大, 过滤主要在表层进行, 少量的积泥水头损失就较大; 而纤维束滤床孔隙率沿水流方向由大变小, 滤层结构是“逆粒度”的合理分布状态, 发挥了深层床过滤的作用, 积泥较为均匀分布在床层内部, 由于相同的积泥, 孔隙率小处, 比阻较大。

2 2 3 不同时间浊度 C/C_0 沿滤层高度的分布

传质效率方程 $\frac{dC}{dL} = -\lambda C$, λ 为过滤系数, λ 是由悬浮液中颗粒及滤料性质

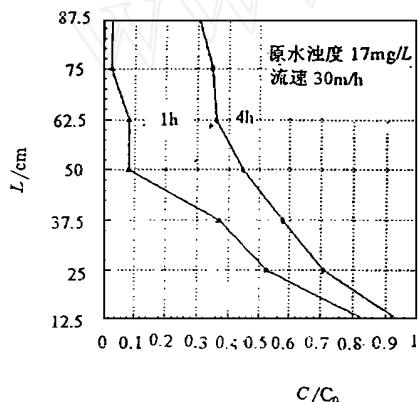


图 6 不同时间浊度 C/C_0 沿滤层高度的分布

决定, 是比积泥量的函数。由图 6、图 7 知同一周期内, 在不同深度, C/C_0 随时间的延缓而增加, 表明每单位滤层厚度截留杂质质量随过滤的进行越来越多, 最后直到饱和。从 1 到 4 取样口处, 孔隙率较大, 易穿透, 主要的积泥在 4 处以上, 流速增大, 水流剪切力增大, 杂质易穿透。

2 2 4 不同流速下 $\Delta P - L$, $\Delta P/\Delta L - L$, $C/C_0 - L$ 的关系

由图 2 图 7 知流速愈大, 水头损失增大, 比阻增大, 滤层易穿透, 过滤周期缩短。

2 2 5 出水水质随时间的变化

由图 8 知纤维束直接过滤出水较好。

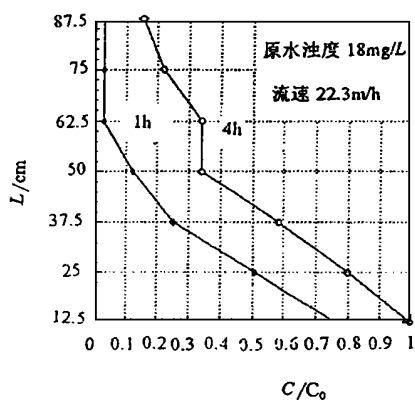


图 7 不同时间浊度 C/C_0 沿滤层高度的分布

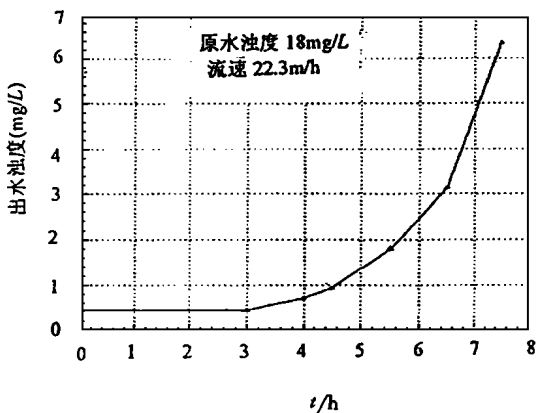


图 8 出水水质随时间的变化

3 结 论

- 1) 采用“混凝过滤直接定量法”确定最佳加药量简单可行;
- 2) 从试验可看出, 纤维束过滤整个滤层都发挥了作用, 不同于传统的表层过滤, 属于深层床过滤;
- 3) 从试验知纤维束直接过滤水头损失小, 比阻小, 是可行的, 但理论上应建立数学模型 — 传质动力学和水头损失的公式, 这一步工作正在进行之中。

参 考 文 献

- [1] 李镜明 直接过滤的理论和应用 中国给水排水, 1986, (2)
- [2] Hlutcheson W et al J. AWWA, 1974, 66(2), 79
- [3] Cuenp. RL. J. AWWA, 1997, 69(7), 375

Application Study on Industrial Water Direct- Filtration With Fibre Bundle

Xie Shiquan Liang Wei Wang Deying Liu Fanqing

(Department of Applied chemistry)

Abstract

Investigations have been made by authors to examine the possibility of industrial water direct- filtration with fibre bundle. Experimental results indicate that the porosity distribution of fibre bundle bed decreases gradually along the bed depth, less head loss, less gradient of head loss and qualified effluent can be obtained with optimal doses.

key words: direct- filtration, fibre bundle, optimal dose, head loss