

纤维束过滤技术在实现污水一级A排放标准中的应用

刘凡清 朱亚平

(同济大学环境科学与工程学院 上海 200092 ,
上海凡清环境工程有限公司 上海 200942)

摘要：纤维束过滤技术是一种简捷、高效、低耗的污水深度处理技术，可显著节省工程投资、节省占地面积、节省运行成本，采用此技术可以用最小的代价对污水处理厂进行升级改造，使其达到污水一级 A 排放标准。

关键词：纤维束过滤；一级 A；污水厂升级

Fiber Bundle Filtering Technology in Achieving an A sewage Discharge Standards in Application

Fanqing Liu Ya-Ping Zhu

(Environmental Collage of Tongji University Shanghai 200092)

Abstract: Fiber bundle filtering technology is a simple, efficient, low consumption sewage treatment process. It can obviously save the investment, the area and the running cost. Using this craft can make the promotion transformation to the sewage treatment plant by using the minimum cost and enable it to achieve the sewage first-level A emission standard.

Key words: fiber filter; First-level A an A; wastewater treatment plant upgrade

过滤是污水深度处理工艺的核心单元，选择过滤技术必须同时考虑处理效果、占地面积、工程造价、运行成本、水质和水量的稳定性等因素。虽然过滤技术多种多样，但能够比较全面的满足上述要求的却寥寥无几。目前很多污水处理厂出水质量急需升级，需要相应的深度处理工艺，但由于原有水处理场地的限制，特别需要一种占地少、改造简单、出水质量高的水处理技术。纤维过滤技术恰恰适应这种情况，成为污水处理厂进行升级改造的理想过滤技术。

纤维束过滤技术（纤维束滤池）可显著节省工程投资、节省占地面积、节省运行成本，用最小的代价对污水处理厂进行升级改造，使其出厂水达到 GB18918-2002 一级 A 排放标准。与均值滤料相比，纤维束滤料过滤具有更高的过滤精度、滤速和

截污能力,可将滤速提高两倍以上,而出水浊度可以降低 70%,效果更为显著^[1],同时纤维束滤池由于采用纤维滤料可大大提高接触面积^[2],可减少近 50%的占地面积^[3],出水水质也更优良。

1 纤维束过滤技术(纤维束滤池)

1.1 基本原理及特点

1.1.1 滤料特点



图 1 纤维束滤料

纤维束过滤使用的是软填料 - 纤维束滤元(见图 1)。纤维束滤元由特制的纤维长丝丙纶纤维丝(聚丙烯)制作而成,属微米级滤料(砂滤料属毫米级),该滤料的特点为:(1)化学稳定性好,过滤过程中不发生任何化学反应;(2)无论反洗强度多大,不会发生破损和流失跑料;(3)单丝直径可达几十微米甚至几微米,具有巨大的比表面积和表面自由能(单丝直径 50 微米纤维滤层比表面积:80000m²/m³;直径为 1 毫米的砂滤层比表面积:6000m²/m³),大大增加了水中杂质颗粒与滤料的接触机会及滤料的吸附能力,可显著提高过滤效率和截污容量;(4)纤维束滤料不掉毛、不流失、不缠绕、不纠缠、易清洗,正因如此,纤维束滤元寿命可达 10 年以上,期间不需补充,大大降低了运行成本,避免经常填补和定期更换滤料的麻烦,减轻了劳动强度,减少了停水检修的时间。

1.1.2 滤层

纤维束过滤滤层是无级变孔隙滤层,这种形式的滤层截污能力强。传统的粒状滤料要实现变孔隙过滤,需采用不同比重、不同粒径的滤料进行级配。而纤维束滤料利用流体力学原理会自动形成滤料密度沿水流动方向由小到大变化的无级变孔隙滤层,这样的滤层结构即能充分发挥滤料的截污容量,又能保证过滤出水的水质。

1.1.3 滤料密度

不同于其它纤维滤料,纤维束滤层的密度可调解、可控制。纤维滤料为软性材料,滤层容易被压缩,可以通过调节滤层密度的方法调节过滤精度,但要防止滤层被无限制地压缩而使过滤水头损失增长过快。纤维束滤元的两端分别悬挂在过滤池

上滤板和下滤板上，滤层密度不仅可调节而且可控制，可保持过滤流量在一个周期内比较稳定（流量衰减较缓慢）。

1.1.4 清洗

不同于其它纤维滤料，纤维束滤元不存在绑扎节点，清洗时处于完全放松状态，更容易清洗。通常采用气-水联合清洗。

1.2 工作原理

图 2 所示是纤维束滤池的工艺系统。该系统主要包括：上滤板、下滤板、滤料、反洗排水槽、反洗水泵、风机、进水阀、出水阀、反洗进水阀、反洗进气阀、反洗排水阀、正洗排水阀、风机排气阀等。

纤维束滤料用联接件固定在上滤板、下滤板上。其中下滤板固定，上滤板上下可调。过滤时，原水通过进水阀进入纤维束滤池，自上而下流过滤料层，纤维束向下推移弯曲，下端压缩堆积在下滤板上，上端被拉伸舒展，滤料层形成沿水流方向密度逐渐增大的理想状态，清水通过出水阀流出纤维束滤池。清洗时，反洗水通过反洗水泵、反洗进水阀进入纤维束滤池，自下而上流过滤料层，纤维束向上伸展放松，反洗出水通过反洗排水阀排出纤维束滤池，空气通过风机、反洗进气阀进入纤维束滤池，自下而上通过滤料层排出，截留的悬浮物被洗脱下来并随反洗出水带走。

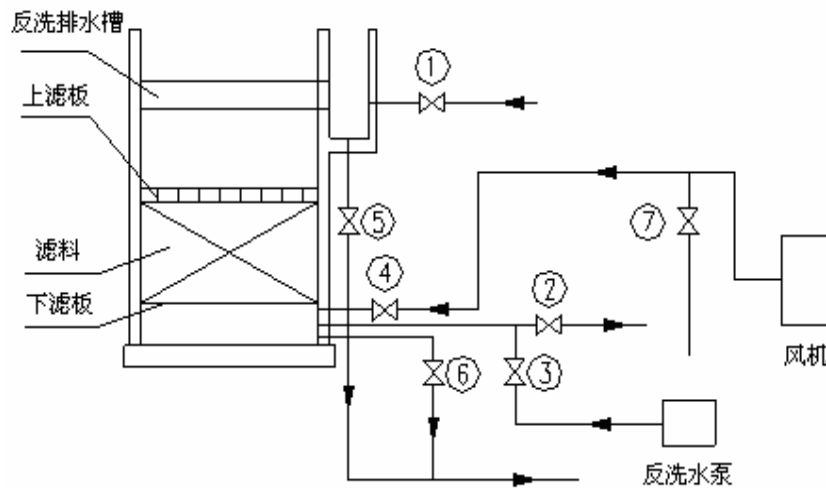


图 2 纤维束滤池工艺系统示意图

1.3 主要经济技术指标

- (1) 处理精度高：SS 去除率大于 80%。
- (2) 占地面积小：过滤流速 18~25m/h，占地面积仅为传统滤池的 1/3。
- (3) 滤层密度可调节、可控制：可通过调节滤层密度调节过滤精度，可通过控制滤

层压缩程度减缓周期内流量衰减。

- (4) 截污容量大：一般为 $10 \sim 20\text{kg}/\text{m}^3$ ，是传统滤池的 3 倍。
- (5) 工程造价低：等于或低于传统砂滤池。
- (6) 滤料使用寿命长：连续使用寿命可达 10 年或更长。
- (7) 自耗水率低：仅为周期制水量的 1~3%。
- (8) 与砂滤池相比的技术优势：纤维束滤池与砂滤池相比有明显优势（见表 1），可以替代砂滤池应用于包含电力、石油、化工、冶金、轻纺、市政等各行业。

表1 纤维束滤池与砂滤池的比较

| 项目 \ 类别 | 纤维束滤池 | V型砂滤池 |
|-----------|--------------|-----------|
| 滤料（寿命） | 纤维束（10年以上） | 石英砂（2~3年） |
| 滤速（m/h） | 18~25 | 7~10 |
| 过滤效率 | 较高 | 较低 |
| 截污容量 | 较高 | 较低 |
| 水头损失 | 中 | 中 |
| 自耗水率 | 低 | 高 |
| 滤层密度可调可控性 | 可调、可控 | 不可调 |
| 清洗方式 | 气—水联合清洗 | 气—水联合清洗 |
| 吨水造价 | 较低 | 较高 |
| 占地面积 | 小 | 大 |
| 主要缺点 | 设备制造，滤料填装较复杂 | 易板结，乱层 |

2 实现污水一级A排放标准的推荐工艺组合

2.1 微絮凝 - 纤维束过滤工艺

对于出厂水达到 GB18918-2002 一级 B 标准的污水处理厂，此时可以采用最简捷的微絮凝 - 纤维束过滤工艺（见图 3）。



图 3 微絮凝 - 纤维过滤技术流程图

工艺说明：

- (1) 纤维束滤池可有效去除悬浮物，同时可明显降低生化需氧量、化学需氧量、总磷、总氮等指标。
- (2) 微絮凝可以提高纤维束滤池对生化需氧量、化学需氧量、总磷、总氮的去除

效果。一般投加聚合氯化铝 5~10 毫克/升。

(3) 消毒可有效杀灭致病菌。一般采用氯气、二氧化氯、紫外线等。

2.2 生物过滤 - 纤维束过滤工艺

对于出厂水氨氮比较高的污水处理厂，宜采用生物过滤 - 纤维束过滤工艺（见图 4）。

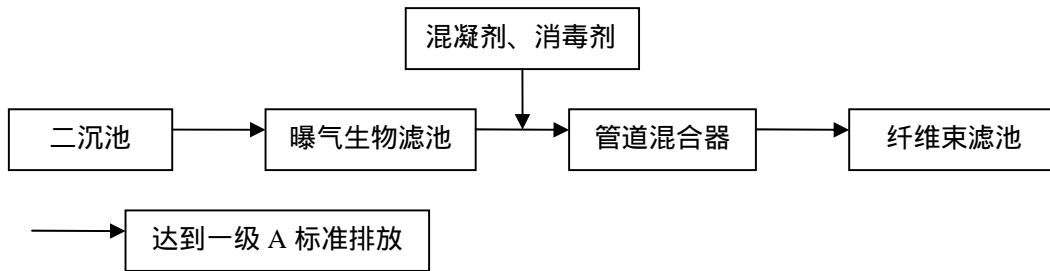


图 4 生物过滤 - 纤维束过滤工艺流程图

工艺说明：

(1) 纤维束滤池可有效去除悬浮物，同时可明显降低生化需氧量、化学需要量、总磷、总氮等指标。

(2) 曝气生物滤池可有效去除氨氮，同时可以降低生化需氧量、化学需要量等指标。一般采用陶瓷滤料、泡沫塑料珠等滤料。

(3) 消毒可有效杀灭致病菌。一般采用氯气、二氧化氯、紫外线等。

2.3 混凝沉淀 - 纤维束过滤工艺

对于出厂水总磷较高（总磷 > 1 毫克/升）的污水处理厂，需要投加较多的混凝剂（混凝剂投加量 > 10 毫克/升），宜采用混凝沉淀 - 纤维束过滤工艺（见图 5）。

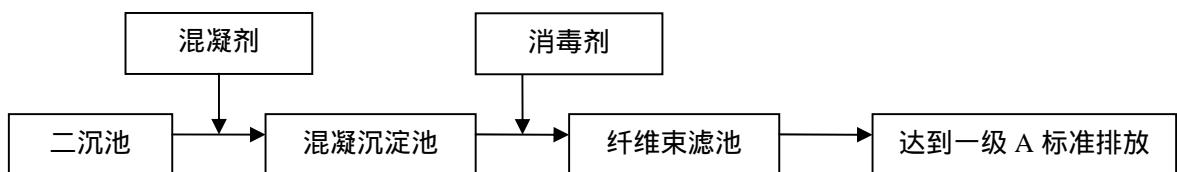


图 5 混凝沉淀 - 纤维束过滤工艺流程图

工艺说明：

(1) 纤维束滤池可有效去除悬浮物，同时可明显降低生化需氧量、化学需要量、总磷、总氮等指标。

(2) 混凝沉淀可有效去除悬浮物，降低滤池的负担。一般投加聚合氯化铝 15~30 毫克/升。

(3) 消毒可有效杀灭致病菌。一般采用氯气、二氧化氯、紫外线等。

3 工程实例

3.1 北方某污水处理厂

3.1.1 工艺描述

污水处理工艺流程如图 6 所示。

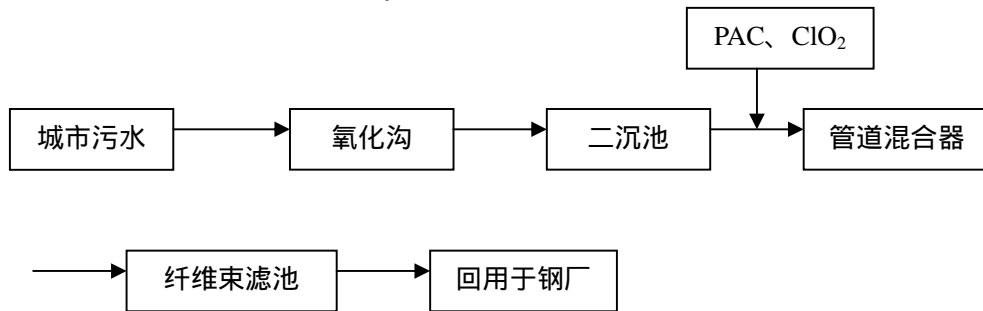


图 6 北方某污水处理厂工艺流程图

纤维过滤处理水量：50000m³/d；单格处理面积：4.8×4.8 m²；格数：5 格；
滤速：过滤时 20 m/h，反洗时 25 m/h；最高过滤水头：2.5m；反冲水强度：8L/m²·s；
反冲气强度：60 L/m²·s。

3.1.2 滤后水质

pH=8；SS < 5mg/L；COD < 30mg/L；BOD < 5mg/L；总磷 < 0.5mg/L；总氮 < 6mg/L；
氨氮 < 1mg/L。达到一级 A 排放标准。

3.2 南方某污水处理厂

3.2.1 工艺描述

污水处理工艺流程如图 7 所示。

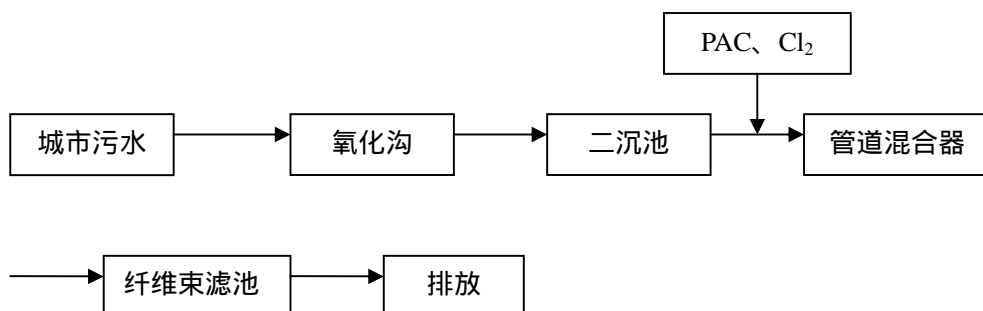


图 7 南方某污水处理厂工艺流程图

纤维过滤处理水量：17000m³/d；4 台重力式 GZKB17 过滤罐；滤速：20～25 m/h；
最高过滤水头：2.5m；反冲水强度：8L/m²·s；反冲气强度：60L/m²·s。

3.1.2 滤后水质

pH = 6 ~ 9 ; SS < 10mg/L ; COD < 50mg/L ; BOD < 10mg/L。达到一级A排放标准。

4 结论

纤维束过滤技术无论从技术指标方面还是从经济指标方面来看，都比较理想的污水深度处理过滤技术。由于纤维束过滤技术占地面积小，许多已经达到国家城镇污水处理厂污染物排放标准 GB18918-2002 二级标准或一级 B 标准的污水处理厂在原厂区采用微絮凝 - 纤维束过滤工艺就可以升级改造达到一级 A 排放标准，此工艺的运行成本一般在每吨水 0.1 元人民币左右。纤维束过滤技术是一种理想的、先进的污水深度处理的技术，采用该技术可显著节省工程投资、节省占地面积、节省运行成本，用最小的代价对污水处理厂进行升级改造，使其达到污水一级 A 排放标准。

参考文献：

- [1]王美秋,信昆仑.纤维束过滤技术与均质滤料过滤技术的对比中试研究.中国资源综合利用.2007,3,Vol25:20-22
- [2]赵晓光,周颖.重力式纤维束滤池在给水中的应用.工业水处理.2007,12,Vol27:74-75.
- [3]陈国锋,刘凡清.纤维束滤料与均质石英砂滤料过滤效果的比较.苏州科技学院学报(工程技术版).2007.6,Vol20:54-56