

D 型滤池在污水处理厂一级 A 标改造技术中的应用

作者：郭强 徐琦勇 常伟杰 王孟杰

摘要：随着《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）的逐步被修订，对一级 A 标排放水的适用范围也逐渐扩大。如何使水质达到新修订的标准又能最大程度的节能降耗成了水厂厂长关心的热点。本文介绍了一种新型高效的自适应滤池——D 型滤池的理论设计和其在市政污水处理厂深度处理中的应用，证明其在污水处理厂一级 A 标改造技术中是可行并可靠的，具有广阔的应用前景。

关键词：D 型滤池 彗星式纤维滤料 《城镇污水处理厂污染物排放标准》 水处理

The application of D filter in wastewater treatment plant's reconstruction for I -A criteria

Abstract: With the revision of the National Discharge Standard of Pollutants for Mu-nicipal Wastewater Treatment Plant (GB18918-2002), the range of I -A criteria of that standard was enlarged. How can reach the new standard and save energy mostly has been one of the focus. The paper introduced one of the new adaptive filter—D filter, by the explanation of D filter's design and its example of wastewater treatment plant, we convicted that D filter was possible and credible in wastewater treatment plant's reconstruction for I -A criteria specified, and its has the capacious application perspective.

Key Word: D filter; comet fiber filtering media; the national discharge standard of pollutants for mu-nicipal wastewater treatment plant; water treatment;

一、 城镇污水处理厂排放水资源化

污水资源化是环境资源再生行业中的一个大行业。城市污水具有水量大、水质较稳定、来源可靠、开发成本低的优点，是一种潜在的水资源，经过深度处理后，可用于农业灌溉、工业生产、城市景观、市政绿化、生活杂用、地下水回灌和补充地表水等方面，可有效地缓解部分缺水矛盾。可见，污水再生利用是缓解城市水资源短缺，促进水资源良性循环的重要措施，可创造出巨大的经济效益与社会效益。

目前，水资源短缺和水污染严重已经成为制约城市可持续发展的重要因素，污水资源化

不仅是城市基础设施建设的重要部分，而且是水资源综合利用和节水的重要措施。在此情势下，很多地区的水厂就必须全面提高出水水质以满足出水要求，如成都市为实现全市 2008 年前基本实现出境断面达到Ⅲ类水质的目标，全市污水处理厂的排放水标准均有较大提高，获得了显著的环境效益。也正是因为成都市一直以来对城市生活污水治理的重视，环境保护成绩突出，成都市于 2005 年成为中西部地区第一个获得国家环境保护模范城市称号的省会城市。

二、《城镇污水处理厂污染物排放标准》的应用

《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）是目前国家对污水处理厂排放标准中最严格的标准。该标准明确了排入不同水体应执行的标准要求，对加强城镇污水处理厂污染物排放控制和污水资源化利用、保障人体健康、维护良好的生态环境起了重大的作用。其中一级A标是中水回用要求的最低标准，环保总局又于 2006 年 5 月对其做了修订，扩大了一级A标的执行范围，指明“排入国家和省确定的重点流域及湖泊、水库等封闭、半封闭水域时，执行一级A标”^[1]。这样一些污水处理厂就不得不对原有水处理构筑物进行改造，甚至增加后续深度处理以实现达标排放或水资源回用。如何在满足现行甚至是未来的更高水质标准要求的前提下，尽可能的减少投资，节能减排就成了水处理领域关注的热点。

一般来说，污水处理厂二级生化处理出水的氨氮、总磷等指标均已达到一级 A 标的要求，主要是 SS、粪菌群数不能满足要求，因此生化后续深度处理的目标主要是去除 SS、粪菌群数和其它少量未达标的物质，因此，采取经济有效的深度处理技术，因地制宜的建设适和当地特点的污水处理设施，是控制出水水质达标的重要措施。

三、城镇污水处理厂深度处理技术

3.1 深度处理技术选择

深度处理方案选择是根据水质水量，首先考虑工艺的经济性和实用性，选用技术先进、投资省、占地小、运行费用低、节能减排、操作管理方便的成熟处理工艺，应重点考虑以下三个方面：

- （1） 在充分保证出水水质的前提下，宜选择流程简单、占地少、投资省、抗冲击负荷强的工艺，如以高速自适应滤池为主体的处理工艺；
- （2） 在一定工艺条件下，选择能耗低、排污少、管理方便灵活的工艺；
- （3） 在达标出水前提下，选择加药少、运行费用低的工艺；

四、D 型滤池

D型滤池是由清华大学和德安公司共同开发研制的一种重力式高速自适应滤池，它以国家 863 计划的专利产品——彗星式纤维滤料为技术核心^[2]，采用小阻力配水系统、高效的气水反冲洗技术、恒水位或变水位的过滤方式，广泛应用于市政自来水工程、工业给水工程和中水回用工程，取得良好的经济效益和社会效益。

D 型滤池具备传统快滤池的主要优点，且由于运用了 DA863 过滤技术，多方面性能优于传统快滤池，是一种实用、新型、高效的滤池。它具有以下特点：

a、过滤精度高：经 Multisizer 3 颗粒粒度分布和计数仪分析测试，对水中大于 $5\mu\text{m}$ 的悬浮固体颗粒的去除率可达 91% 以上，最高去除率为 97.7%，正常出水浊度在 1 NTU 以下。

b、截污容量大：经混凝处理的水，截污容量在 $10\sim 35\text{ kg/m}^3$ 的范围内。

c、过滤速度快：在工程应用中的设计过滤速度为 $18\sim 23\text{m/h}$ ，它可以减少水厂的占地面积，从而节约建设投资。

d、反洗耗水率低：反冲洗耗水量小于周期滤水量的 $1\sim 2\%$ 。

e、运行费用低：絮凝剂投加量是常规砂滤技术的 $1/2\sim 1/3$ ，且周期产水量的提高使得吨水运行费用也随之减少。

f、使用寿命长：滤料本身耐腐蚀性能好，自然使用寿命在十年以上，维护费用低。

g、检修维护方便：使用多年后对滤池适量补充滤料，不存在纤维束滤池滤料必须整体割除更换的弊病。

h、抗负荷能力强：能经受短时间内高浊度水（如雨季水源）的冲击，而仍然保证出水水质。

与传统砂滤池相比，D 型滤池具有占地省、投资少、运行费用低、节能减排等优点；与传统的纤维束/球滤池相比，具有反洗效果好、安全性能高、使用寿命长的优点。因此，D 型滤池作为一种高效率、低能耗的深度处理核心工艺，是非常适于城镇污水处理厂提高出水水质的处理技术。

五、 D 型滤池在一级 A 标改造技术中的工程实例

5.1 工程概况

成都沙河污水处理厂是成都市水环境综合治理的重要组成部分，该工程的原水是成都市生活污水，二级处理工艺采用的是 A^2/O 法，深度处理采用的是 DA863 过滤技术——D型滤池^[3]。

工程规模：处理水量为 $100000\text{m}^3/\text{d}$ ，总变化系数 $K_z=1.3$ ；

滤池进水 $SS \leq 50\text{mg/L}$ ；过滤水经消毒后排入沙河，出水 $SS \leq 10\text{mg/L}$ 。

5.2 处理工艺流程

二沉池出水直接自流进入 D 型滤池进行过滤，滤池出水经紫外线消毒后排入沙河。处理流程见图 1。



图 1 成都沙河污水处理厂深度处理工艺流程

5.3 处理构筑物及主要设计参数

5.3.1 主要工艺参数

名 称	参 数	名 称	参 数
进水 SS	$\leq 50\text{mg/L}$	出水 SS	$\leq 10\text{mg/L}$
有效过滤面积	28m^2	数量	8 格
滤 速	24.2 m/h	强制滤速	27.6 m/h
水头损失	$0.6 \sim 2.0\text{m}$	过滤周期	$8 \sim 24\text{h}$
反冲洗水洗强度	$6 \text{ L/s} \cdot \text{m}^2$	反冲洗气洗强度	$20 \text{ L/s} \cdot \text{m}^2$
表面扫洗强度	$2.8 \text{ L/s} \cdot \text{m}^2$	滤床厚度	0.8m

5.4 处理效果

四川成都沙河污水处理工程于 2003 年 3 月动工，于 2004 年 9 月 15 日投入运行，下表是 D 型滤池七天的进出水悬浮物数据。

表 2 成都沙河污水处理厂 D 型滤池进出水悬浮物

日 期	SS 值 (mg/L)		日 期	SS 值 (mg/L)	
	进 水	出 水		进 水	出 水
2004. 10. 19	25. 2	9. 60	2004. 10. 20	27. 2	8. 60
2004. 10. 21	27. 4	8. 60	2004. 10. 22	18. 2	6. 40
2004. 10. 25	17. 4	5. 80	2004. 10. 26	19. 4	4. 60

2004. 10. 27	17. 2	4. 40			
--------------	-------	-------	--	--	--

从上表的数据中可以看出，以污水处理厂二级处理出水为原水，D 型滤池出水悬浮物达到 10 mg/L 以下，可满足一级 A 标出水的水质要求。

5.5 技术经济指标

5.5.1 滤池占地面积：710m²；反洗设备房占地面积：180m²；

5.5.2 D 型滤池工程投资：工程总投资约 850 万元（不含消毒工艺），其中土建投资约 200 万元；设备、电气、仪表约 650 万元。

5.5.3 D型滤池运行成本：成都沙河污水处理厂D型滤池工程运行成本约为 0.022 元/m³。

表 3 成都沙河污水处理厂 D 型滤池运行费用

项目	电费	人工费	维修费	折旧费	合 计
费用（元/m ³ ）	0.002	0.004	0.005	0.011	0.022

根据 D 型滤池、砂滤池（V 型滤池）、滤布滤池的设计条件进行估算，得出三种工艺的初步比较如下：

项目	D 型滤池	V 型滤池	滤布滤池
处理效果	优	优	优
技术先进性	先进	一般	先进
维护检修	滤料 10 年一换	滤料 3 年一换	滤布 5 年一换
过滤速度（m/h）	18-25	6-8	5
设备厂商	国产	国产	进口
占地面积（m ² ）	低	高	低
基建投资（万元）	较低	高	低
设备投资（万元）	低	高	很高
运行费用（万元/年）	低	高	低
总费用（万元）	低	高	很高

由表中数据可明显看出，各种滤池处理效果均能达到设计要求，D 型滤池和滤布滤池在技术上都有先进性；在占地面积上，相对于 D 性滤池，滤布滤池有少量优势，V 型滤池占地最大；从运行成本上看，滤布滤池和 D 型滤池相差无几，V 型滤池因为占地面积最大，反冲洗时需消耗电能最多，因此能耗最高；从建设费用上看，因为内部结构简单，滤布滤池土建

费用最低，但因无国产替代产品，其内部设备均为美国进口设备，因此总的建设费用远高于另两种池型；综合比较，在相同处理效果前提下，D 型滤池虽然在占地面积和运行费用上稍高于滤布滤池，但其总投资远远小于滤布滤池。因此，相对于其它两种滤池型式，D 型滤池工艺可为业主节省更多的建设投资和运行管理费用，其在污水处理厂一级 A 标改造技术中的应用是完全可行的。

5.6 D 型滤池部分深度处理工程实例简介

5.6.1 成都天回污水处理工程

成都天回污水处理厂工程规划一期工程规模为 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ，总变化系数 $K_{\text{总}}=1.3$ 。污水经处理达到一级A标后重力排入金华河。

5.6.2 成都龙潭污水处理厂工程

龙潭污水处理厂工程一期工程规模为 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ，总变化系数 $K_{\text{总}}=1.3$ 。污水经处理达到一级A标后通过管道重力排入马鞍山排洪渠。

5.6.3 成都武侯区污水处理厂工程

武侯区污水处理厂工程一期工程规模为 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ，总变化系数 $K_{\text{总}}=1.3$ 。污水经处理达到一级A标后通过管道重力排入黄堰河。

5.6.4 成都江安河污水处理厂工程

江安河污水处理厂工程一期工程规模为 $10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ，总变化系数 $K_{\text{总}}=1.3$ 。污水经处理达到一级A标后通过管道重力排入江安河。

六、结论

(1) 深度处理方案选择是根据水质水量，首先考虑工艺的经济性和实用性，选用技术先进、投资省、占地小、运行费用低、节能减排、操作管理方便的成熟处理工艺；

(2) D 型滤池具有滤速高、占地面积小、耗水耗药量低、运行费用省等特点，多方面性能优于传统砂滤池和纤维滤池；

(3) 由于采用特有的技术核心和结构特点，无论从理论研究还是实际工程实例，D 型滤池在城镇污水处理厂一级 A 标改造技术上的应用是可行并可靠的；

(4) D 型滤池在城镇污水处理厂深度处理中，具有良好的经济效益、环境效益和社会效益。

因此，D 型滤池作为一种新型高效的重力式快滤池，以其高滤速、高精度的特点，在城

镇污水处理厂一级 A 标改造技术中具有广阔的市场前景。

参考文献

[1] 国家环保总局.《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002). 2002.

[2] 李振瑜、王夏. 彗星式纤维过滤材料. 给水排水, 2002, 6: 71-74.

[3] 王砚、王建峰. D 型滤池在成都沙河污水处理厂深度处理中的应用.

[4] 刘沫、王夏等. 彗星式纤维滤料直接过滤原水的试验研究.

作者联系方式: 郭强 德安集团给水所 tel: 0574-87901200 浙江宁波科技园区科技大厦 10 楼 315040