

# 污水处理厂升级改造一级A排放标准新工艺及工程实例

文 / 周金全<sup>1</sup>, 董小龙<sup>2</sup>, 蒋伯忠<sup>2</sup> (1、核工业第二研究设计院, 北京100840;  
2、德国独资海乐分离设备工程(无锡)有限公司, 宜兴214206)

**摘要:** 随着我国对重点流域环境治理的要求, 对城镇污水处理厂进行深度处理及升级改造工作。本文结合江苏省宜兴市清源污水厂升级改造扩建工作, 该污水厂峰值流量50000m<sup>3</sup>/d, 工艺流程为A<sup>2</sup>O法, 生产运行3年多, 出水达到一级标准的B标准, 2007年根据太湖流域环境治理要求, 污水处理厂的出水要求达到一级标准的A标准, 所以对污水厂进行升级改造工作, 增加深度处理内容。升级改造方案采用平流式微絮凝反应池(改建)+三套转盘式微过滤器+消毒, 通过实际生产运行, 可以达到城镇污水处理厂污染物排放标准(GB18918-2002)一级标准的A标准。满足中水回用或出水引入稀释能力较小的河湖作为城镇景观用水。

**关键词:** 深度处理 升级改造 转盘式微过滤器

## 一、概况

随着社会经济的快速发展, 工业化和城市化水平的不断提高, 水体污染问题越来越严重, 致使我国水环境污染和水质富营养化问题更加突出, 水质富营养化会导致水体中藻类大量繁殖, 引起赤潮和水华等问题, 使水体大面积产生蓝藻, 造成水体发臭, 不但会引起严重的生态环境危害, 污染城市和工业给水水源, 直接影响到广大人民饮水的安全, 而且造成十分惨重的经济损失。

在我国很多地区, 水环境污染和水质富营养化已经成为社

会经济可持续发展的重要制约因素。实现工业企业清洁生产, 污水全面治理和各种污染物有效控制, 已经成为当前非常紧迫和艰巨的任务。

多年来, 党中央和国务院领导对污水综合治理十分重视, 将其作为当前和今后一段时间在城市、工业企业基本建设和环境保护领域中重点支持的产业之一, 制定产业技术经济政策, 加大投资力度, 使污水处理领域出现了前所未有的发展, 许多适合我国国情的切实可行高效低耗的污水处理技术、工艺和设备得到开发和应用。

在今后环保工作中必须坚持节约资源, 保护环境, 把推进现代化和建设生态文明有机统一起来, 把建设资源节约型、环境友好型社会放在工业化、现代化发展战略的突出位置。切实加强节能减排和生态环境保护成为国家战略, 成为执政理念, 将有力地促进中国走向全面小康。

为适应水环境保护工程新的要求, 国家对城镇污水处理厂污染物排放标准(GB18918-2002)重点工程实现一级标准的A标准和一级标准的B标准, 详见表1。

表1 最高允许排放浓度 (日均值)

mg/l

序号	基本控制项目		一级标准	
			A标准	B标准
1	化学需氧量 (COD <sub>Cr</sub> )		50	60
2	生化需氧量 (BOD <sub>5</sub> )		10	20
3	悬浮物 (SS)		10	20
4	动植物油		1	3
5	石油类		1	3
6	阴离子表面活性剂		0.5	1
7	总氮 (以 N 计)		15	20
8	氨氮 (以 N 计) ①		5 (8)	8 (15)
9	总磷 (以 P 计)	2005 年 12 月 31 日前建设的	1	1.5
		2006 年 1 月 1 日起建设的	0.5	1
10	色度 (稀释倍数)		30	30
11	pH		6-9	
12	粪大肠菌群数 (个/L)		10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>

备注: ①括号外数值为水温>12℃时的控制指标, 括号内数值为水温≤12℃时的控制指标。

根据城镇污水处理厂污染物排放标准: 一级标准的A标准和一级标准的B标准其适用条件和环境要求如下:

(1) 一级标准的 A 标准是城镇污水处理厂出水作为回用水的基本要求。当污水处理厂出水引入稀释能力较小的河湖作为城镇景观用水和一般回用水等用途时, 执行一级标准的 A 标准。

(2) 城镇污水处理厂出水排入 GB3838 地表水Ⅲ类功能水域 (规定的饮用水水源保护区和游泳区除外) ) GB3097 海水二类功能水域和湖、库等封闭或半封闭水域时, 执行一级标准的 B 标准。

从目前我国城镇市政污水以县级以上的城市污水处理厂一般都按一级标准的B标准作为设计要求。但在我国的三河三湖 (如太湖、巢湖、滇池), 松花

江水系的辽河流域, 南水北调的重点区域, 以及北方缺水地区 (如河北省、山西省、内蒙古自治区) 等地, 应根据国家环保总局的文件《关于严格执行 (城镇污水处理厂污染物排放标准) 的通知》 (环发【2005】110号文件) 中明确阐述 “北方缺水地区应实行中水回用” 城镇生活污水处理厂执行《标准》中一级标准的A标准。其他地区若将城镇污水处理厂出水作为回用水或 “将出水引入稀释能力较小的河湖作为城市景观用水” 也应执行一级标准的A标准。

为解决这些重点地区的污水综合治理、污水回用或城市景观用水的需求: 对于新建的污水处理厂来讲必须在二级处理 (脱氮除磷) 的基础上增加深度处理, 一次建成达到一级标准的A标准。对于城镇市政污水已建的

二级处理的污水厂要求升级改造, 在解决脱氮除磷基础上, 也应增加深度处理, 由一级标准的B标准升级改造达到一级标准的A标准。

目前常规的深度处理工艺流程主要有如下的处理方案:

(1) 混凝、沉淀、过滤处理+消毒

(2) 进行微絮凝反应+过滤处理+消毒 (或管道混合+过滤处理+消毒)

(3) 进行膜处理即微滤+反渗透双膜法处理+消毒

(4) 进行微絮凝反应+转盘式微过滤器处理+消毒

从以上四种处理方案均可达到深度处理要求, 第 (1) (2) 处理方案出水水质好, 运行稳定, 但占地面积大, 投资较高, 需增加一级水泵提升, 运行费用大, 管理较复杂。第 (3) 方案出水水质好, 占地面积小, 但投资较高, 运行费用大, 特别是更换膜材料时, 经常费用大。第 (4) 方案是近几年来国外在深度处理采用的一种新工艺, 该工艺具有投资较省, 污水不需提升, 经常费用低, 占地面积小, 管理简单, 特别适用于目前城镇市政污水的深度处理及升级改造处理方案, 出水均可达到一级标准的A标准。

## 二、转盘式微过滤器

该过滤器由瑞典海爵分离技术有限公司研制, 从1996年开始在工程中应用, 到目前已大批量在世界各国使用, 投入运行的工程已超过600多个项目, 主要用于市政污水、工业废水深度处理和升级改造方案。污水进行精细

过滤, 去除悬浮物SS,  $COD_{Cr}$ 、 $BOD_5$ 和总磷。处理水量单项工程规模为 $1000m^3/d$ - $46.25万m^3/d$ 。通过实际生产运行, 一致公认出水水质好、效果稳定、经常费省、管理简单。

### 1、设备组成和工作原理

HILLER HYDROTECH转盘式微过滤器是以聚酯或不锈钢网丝织物为介质的过滤器。一般箱体和转盘框架为304或316不锈钢材料标准化装配。

其构造和工作原理见图1, 箱体类型分为箱体型和无箱体型二种见图2。

该设备均按转鼓过滤方式进行工作, 是由一系列水平安装并可旋转的过滤盘构成, 转盘安装在中央管轴之上, 最大水浸泡体积可达65%, 每一转盘由各单一不锈钢组件组成, 组件表面为网状结构, 污水从内向外穿流过滤, 然后过滤液体从机械的端部流出。每台设备带一台PLC控制柜和一台立式冲洗泵。

过滤期间, 转盘开始处于静止状态, 重力作用之下固体物质沉积在筛网之上。随着过滤时间延长, 网状织物会被截留的固体物质所覆盖。

这一现象会导致压力差上升, 在到达预先设置的最大压力差时转盘开始慢慢旋转, 冲洗泵开始工作。利用过滤后的水对过滤面上的沉积固体物质进行冲洗, 冲洗水通过组件之下安装的滤渣收集槽将反冲洗水排出箱体, 在清洗过程时, 污水过滤过程不会中断。

### 2、产品优点

(1) 在污水处理工艺流程中因水头损失小, 不需水泵提

升, 可直接利用水位差进行过滤, 运行费用省。

(2) 采用网丝作为机械过滤介质, 可以有效降低悬浮固体SS浓度, 同时加药后也可降低SS,  $COD_{Cr}$ 、 $BOD_5$ 和总磷的浓度。

(3) 有效过滤面积大、通过流量大、占地小、可以全封闭结构。

(4) 过滤后的水直接用于冲洗滤网的悬浮物, 可以连续运行, 反洗过程通过液位进行自动控制。

(5) 可以最优方式安装在混凝土土中或不锈钢箱体内, 构造简单。

### 3、主要技术数据

(1) 每一组转盘式微过滤器, 一般为20片, 最多为24片, 过滤总流量为 $400-480l/s$ 。

(2) 网格精度一般为 $10-20\mu m$ , 应根据SS进出水浓度决定。如作为污水的预处理, 网格精度可放宽至 $20-100\mu m$ 。

(3) 进水

悬浮物SS浓度 $\leq 25mg/l$ , 最大不超过 $30mg/l$ , 出水悬浮物SS浓度为 $5-10mg/l$ 。

(4) 在正常的运行条件下通过过滤介质的水头损失为 $50-200mm$ , 操作允许的水头损失为 $300mm$ 。

(5) 污水中磷的处理可利用活性污泥生化处理系统进行生物除磷, 后通过化学除磷, 投加铁盐(或铝盐)经絮凝反应池或沉淀池再经转盘式微过滤器过滤, 出水总磷可 $<0.5mg/l$ 。

(6) 冲洗水为过滤后的清水, 耗水量为总出水量的1-2%, 利用转盘式微过滤器端头附设的立式冲洗泵, 冲洗水量 $29.9m^3/h$ , 冲洗压力为 $7.5bar$ 。

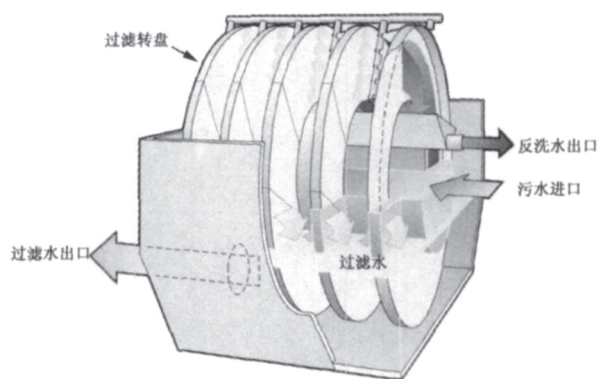


图1 转盘式微过滤器构造和工作原理

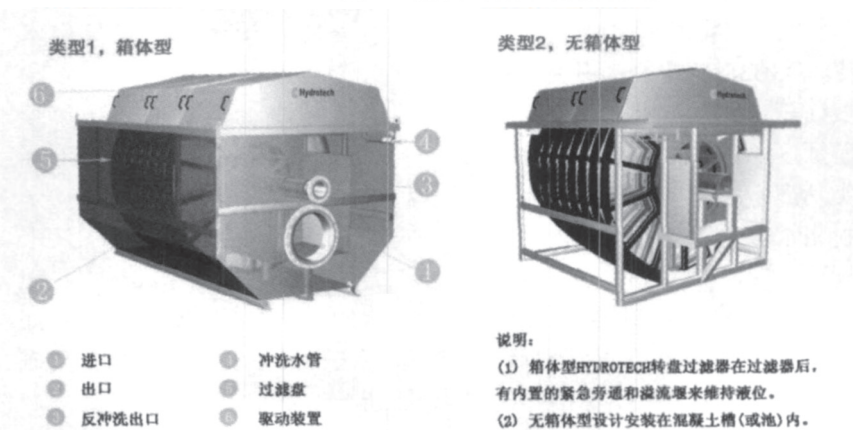


图2 箱体型和无箱体型



### 三、工程实例

转盘式微过滤器在国外投入生产运行已有10余年, 在世界上使用的工程已超过600多个项目。但在国内还仅仅开始, 下面从国外和国内工程应用情况叙述如下:

#### 1、国外工程

丹麦Hilleroed中心污水处理厂, 其工程规模小时流量 $2300\text{m}^3/\text{h}$ , 每天污水处理量 $55200\text{m}^3/\text{d}$ 。

##### (1) 污水处理工艺流程:

主要有格栅、除砂、一沉池、活性污泥曝气池(包括去除氮和磷)、二沉池, 在二沉池加药除磷, 二沉池后面加转盘式微过滤器。1997年安装5台, 2003年又安装1台, 转盘式微过滤器布置见图3。

(2) 转盘式微过滤器规格和网丝精度

①5台HSF2110-3F(DN2200), 过滤面积 $225\text{m}^2$ , 网丝精度 $20\mu\text{m}$  不锈钢材料

②1台HSF2212-3F(DN2200), 过滤面积 $67\text{m}^2$ , 网丝精度 $10\mu\text{m}$  PE聚酯材料

##### (3) 设计数据

①最大进水流量 $2300\text{m}^3/\text{h}$

②进转盘式微过滤器SS浓度 $\leq 25\text{mg/l}$

③出水SS浓度 $\leq 5\text{mg/l}$

##### (4) 处理效果

转盘式微过滤器出水, 根据2000年21个取样点分析达到了预期的效果, 详见表2和图4。

#### 2、国内工程

##### (1) 概况

该项目为江苏省宜兴市建邦环境污水处理厂, 峰值设计规模 $50000\text{m}^3/\text{d}$ , 主要工艺流程A2O法, 出水已达到一级标准的B标

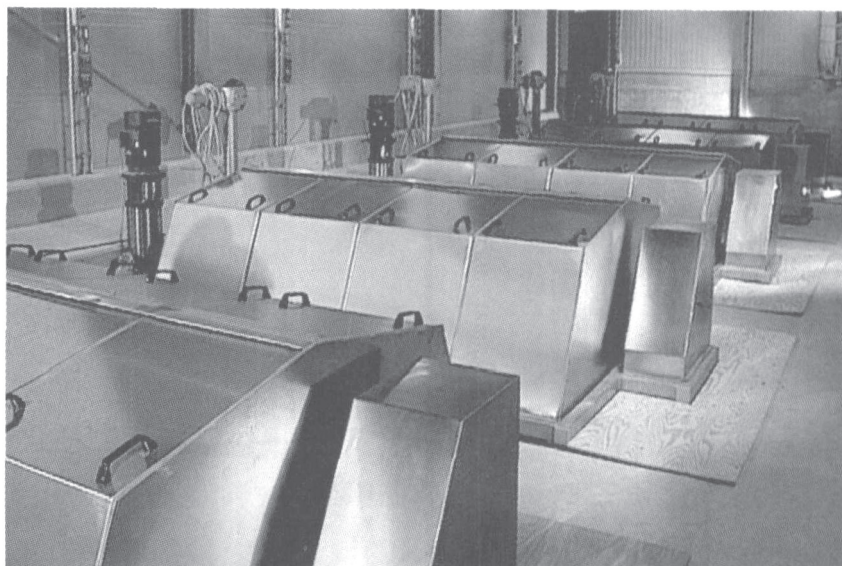


图3 转盘式微过滤器布置图

表2 2000年转盘式微过滤器出水效果表

mg/l

项目	BOD	SS	TP	备注
平均值	1.7	1.6	0.29	
取样点频率95%	3.0	2.7	0.46	

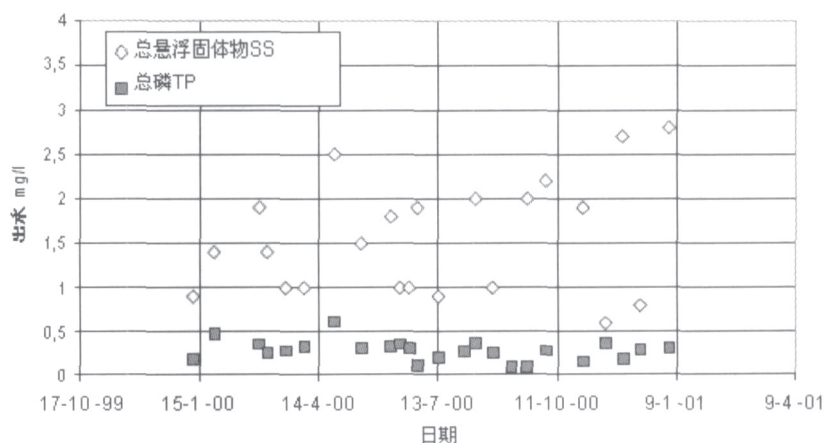


图4 2000年转盘式微过滤器出水效果图

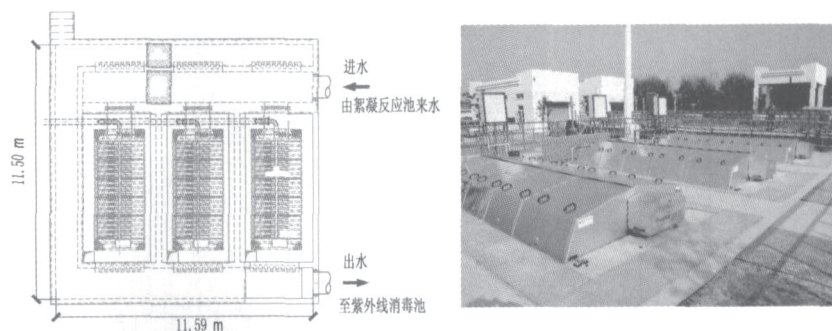


图5 升级改造方案平面图

表3 升级改造方案初步运行效果表 mg/l

项目	原污水厂二沉池出水	转盘式微过滤器出水	备注
PH	7.0-8.1	7-8.5	
COD <sub>Cr</sub>	32-62	25-50	
BOD <sub>5</sub>	7-13	5-7	
SS	6-18	3-6	
TP	0.49-1.02	0.3-0.47	
TN	7-15.34	6.5-15.0	
N-NH3	1.34-6.45	1.25- 4.9	

准。2007年根据太湖流域环境治理要求，污水处理厂的出水要求达到一级标准的A标准，所以必须进行升级改造处理。

(2) 升级改造处理方案

在原有污水处理厂二级处理的基础上进行升级改造处理，加强脱氮除磷设施，增加深度处理方案。根据污水厂现场条件，

由宜兴市建邦环境投资有限公司和德国独资海乐分离设备工程有限公司通过技术经济比较，共同研究确定升级改造方案，峰值流量50000m<sup>3</sup>/d。主要方案为微絮凝反应池（由消毒接触池改建）和新建三组转盘式微过滤器组成，设备型号3台HSF2220-2F（DN2200），网丝精度为

10 μ mPE聚酯材料，升级改造方案见图5。

转盘式微过滤器由德国独资海乐分离设备工程有限公司提供设备、现场安装、调试和初步运行。

污水处理升级改造处理方案，原污水厂二沉池出水首先通过平流式微絮凝反应池投加药剂，再流入三组新建的转盘式微过滤器过滤，初步运行效果见表3。

综合以上初步运行数据分析，采用平流式微絮凝反应池+转盘式微过滤器+消毒，可以达到升级改造方案的如期效果，出水可达到城镇污水处理污染物排放标准（GB18918-2002）一级标准的A标准。

（上接67页）蒲草床对总氮和硝态氮的去除效果好于芦苇床，其表面原因显现为蒲草的种植密度及长势均远好于芦苇，但其内部原因有待于进一步研究。蒲草床的对总氮和硝态氮的平均去除率分别为84.33%和76.32%。

3、人工湿地对COD的去除率比较稳定，去除率在30%~65%之间，不同人工湿地对COD去除效果区别不明显。

4、通过试验研究，针对微污染原水情况可以设计相适应的预处理工艺进行处理，通过表流湿地可以有效解决玉清湖水总氮和COD超标问题，通过曝气等改进处理工艺可以满足大流量微污染原水的

处理需要。

参考文献

[1] Abbas Al-Omari,Manar Fayyad, Treatment of domestic wastewater by subsurface flow constructed wetlands in Jordan[J], Desalination,2003,155:27~39  
[2] Ying-Feng Lin,Shuh-Ren Jing, Tze-Wen Wang,etal , Effects of macrophytes and external carbon sources on nitrate removal from groundwater in constructed wetlands[J] Environmental Pollution,2002,119:413~420  
[3] PELim, TFWong, DVLim, Oxygen demand, nitrogen and copper removal by free-water, surface and subsurface- flow

constructed wetlands under tropical conditions[J], Environment International, 2001, 26: 425~431  
[4] 梁继东, 周启星, 孙铁珩, 人工湿地污水处理系统研究及性能改进分析[J], 生态学杂志,2003,22（2）:492~551  
[5] 吴建强, 黄沈发, 丁玲, 程南宁, 人工湿地中的SND机理以及DO, pH对其的影响[J] 环境污染与防治, 2005 27（6）:476~478  
[6] 赵桂瑜,杨永兴, 杨长明, 人工湿地污水处理系统脱氮机理研究进展 [J]. 四川环境 2005 24（5）, 64~67  
[7] 阮红权, 杨海真 构造人工湿地技术及其应用[J] 江苏环境科技 2004, 17（3）35~37