

# 高效沉淀池 + 精密转筒滤池在污水处理厂提标改造中的应用

叶雨柔

福建省建筑科学研究院 福建 福州 350000

**摘要：**随着我国国民经济持续快速的发展，水环境污染的问题日益严重，为改善周边地表水体及近岸海域水质，我们需要对污水处理厂处理后的尾水水质还没有达到 GB18918-2002 一级 A 标准的污水处理厂进行提标升级改造。本文以福安市某污水处理厂作为研究的对象，分析采用高效沉淀池、精密转筒过滤池作为深度处理工艺的优势。介绍该污水处理厂提标改造工程的工艺流程、各单体设计参数、运行效果，并总结该工程设计的特点。污水厂提标改造采用“高效沉淀池 + 精密转筒过滤池”工艺的处理效率比较高、运行稳定及其成本较低、占地面积小，使该组合工艺在目前众多的物理化学处理工艺中被广为使用，本次提标改造通过采用“高效沉淀池 + 精密转筒过滤池”深度处理工艺，污水处理系统运行稳定，出水水质达 GB18918-2002 一级 A 标准。

**关键词：**污水处理；高效沉淀池；精密过滤池；提标改造

## 1 绪论

随着我国国民经济持续快速的发展，水环境污染的问题日益严重。近年来，国家和地方政府逐年加大对各类水污染问题的治理的力度，改善水环境质量，相继出台了一系列水污染防治政策包括《水污染防治行动计划》、《近岸海域污染防治方案》、《关于加快近岸海域汇水区域生活污水处理厂提标改造工作的通知》等，要求建设在敏感区域的城镇污水处理设施应该尽快全面达到城镇污水处理厂污染物排放指标一级 A 的排放标准要求，新建的城镇污水处理设施污染物排放指标要执行一级 A 的排放标准要求 [1]。

本次提标改造工作，采用高效沉淀池、精密转筒过滤池作为深度处理工艺，可以提高去除悬浮物和总磷的去除率，污水处理系统运行稳定，出水水质达 GB18918-2002 一级 A 标准。本文通过介绍该污水处理厂提标改造工程的工艺流程、各单体设计参数、运行效果，并总结该工程设计的特点，对类似的污水处理厂提标改造工艺的选择具有参考借鉴意义。

## 2 工程概况

### 2.1 项目名称

项目名称：福安市某污水处理厂提标改造工程

### 2.2 项目背景

福安市某污水处理厂于 2014 年 5 月通水调试运行，一期处理规模 2.0 万 m<sup>3</sup>/d，总处理规模，二级处理工艺采用 Carrousel-2000 氧化沟 + 二沉池工艺；消毒工艺采用紫外线消毒，尾水水质排放执行 GB18918-2002 一级 B 排放标准。为进一步削减污染物排入赛江，满足城市发展与居民美好生活的需求，地方政府要求对该污水处理厂进行提标升级改造，增设三级深度处理工艺以确保尾水水质达到 GB18918-2002 一级 A 排放标准，本次提标改造工程采用“高效沉淀池 + 精密转筒过滤池”工艺。

### 2.3 原有污水污泥处理工艺

污水预处理工艺：采用细格栅 + 旋流沉砂池；二级处理工艺：采用 Carrousel-2000 氧化沟 + 辐流式二沉池；消毒工艺：采用紫外消毒；污泥处理工艺：采用重力浓缩 + 带式浓缩脱水机。

### 2.4 建设规模及进出水水质

本工程污水处理厂一期建设规模为 2.0 万 m<sup>3</sup>/d，总建设规模为 4.0 万 m<sup>3</sup>/d。一期污水污水处理厂尾水排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准排放 [2]。本次提标改造后污水处理厂尾水排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准排放 [3]。进水水质：BOD<sub>5</sub>=180mg/L、SS=170mg/L、COD<sub>Cr</sub>=300mg/L、NH<sub>3</sub>-N=35mg/L、TP=3mg/L、TN=45mg/L，出水水质：BOD<sub>5</sub>=10mg/L、SS=10mg/L、COD<sub>Cr</sub>=50mg/L、NH<sub>3</sub>-N=5（8）mg/L、TP=0.5mg/L、TN=15mg/L

### 3.1 污水深度处理工艺选择 [3-5]

污水处理厂三级深度处理主要是为了进一步去除悬浮物（SS）和总磷（TP），同时进一步去除有机物及部分总氮（TN）和氨氮（NH<sub>3</sub>-N）。目前比较成熟的深度处理工艺见下表。

表 1 主要深度处理工艺

| 类型  | 处理工艺                    |
|-----|-------------------------|
| 物理法 | 澄清、过滤、磁分离、气浮、活性炭吸附、膜分离等 |
| 化学法 | 混凝沉淀、高级氧化、臭氧氧化等         |

在实际运行过程中，根据二级处理出水效果、处理目的和追求不同，可为以上工艺的组合。该污水处理厂氮的去除要求不高，我们主要考虑去除 TP 和 SS，而 TP 的去除目前普遍采用加药化学除磷，SS 的去除一般采用滤池过滤，综合考虑投资、处理效果及维护等方面因素，在二级处理的基础上增加混凝沉淀 + 过滤的组合工艺。

### 3.1.1 混凝沉淀比选

混凝沉淀处理工艺在后物化处理中主要有以下作用：

(1) 进一步去除悬浮物、五日生化需氧量和化学需氧量；

(2) 除磷。因为污水中的磷酸盐大部是可溶于水的，一级物理处理去除率比较的低，一般的二级处理去除率也仅仅只能达20% ~ 40%左右，强化二级处理可以较大幅度的提高去除率到60% ~ 75%。然而混凝沉淀能除磷去除率达90% ~ 95%左右，是目前最有效的除磷方法[6]。

目前技术较成熟的混凝沉淀处理工艺有机械搅拌澄清池、高密度沉淀池[7]和磁混凝沉淀池。

从以上三种常用的混凝沉淀工艺的特点比较后可以得出，我们从近远期有效结合、节省占地、处理效果、系统复杂程度、水头损失、一次性投资、运行操作等方面因素综合考虑，推荐选用占地较小，处理效果好，运行维护简单的高效沉淀池工艺。

### 3.1.2 污水深度处理过滤工艺选择

过滤在污水处理系统中的作用是：

(1) 去除化学澄清和二级生化池处理过程中未能沉降的胶状物质和颗粒；(2) 由于去除了悬浮物和其它干扰物质，因而可增进消毒效率，并降低消毒剂用量；(3) 可以增加以下指标的去除效率：悬浮固体、浊度、磷、BOD<sub>5</sub>及COD<sub>Cr</sub>、重金属、细菌、病毒和其它物质。常用的过滤工艺有反硝化滤池、纤维转盘滤池、精密转筒滤池、膜工艺等。

而在这4种滤池工艺，转筒式精密滤池综合总造价和年运营总费用较低，平时运营管理自动化程度高，检修维护简易方便等优点，而且受场地限制，不能选用反硝化滤池，因此，推荐占地省，维护简单的精密转筒滤池作为过滤处理工艺。

综合以上比较，推荐采用高效沉淀池+精密转筒滤池的深度处理工艺。另外，为保证深度处理的效果及保证氨氮、总氮的达标排放，需在前端原氧化沟生化系统进行技改（主要是采取加大曝气量及内回流量措施）以提高去除氨氮、总氮的效果。

二沉池上清液通过集水槽收集后进入中间水池，经潜水泵提升后进入高效沉淀池沉淀池，污水在高效沉淀池里先后进行混凝、絮凝、沉淀等系列物化反应，在该池前端反应池内先后投加PAC、PAM，使其与磷盐进行化学反应生成磷酸铁沉淀，该沉淀物在沉淀池内进行沉淀去除。高效沉淀池上清液通过排水渠道收集后进入精密转筒过滤池。在精密转筒过滤池里进行过滤去除部分SS。经精密转筒滤池过滤后的水进入紫外消毒池，通过紫外线将污水中病原微生物和细菌杀灭，消毒达标后出水经巴氏计量槽计量后自流排入赛江。

### 3.3 主要建设内容

本次工程新建的建、构筑物有：高效沉淀池、精密转筒滤池，其中土建按照4.0万m<sup>3</sup>/d建设，设备按照2.0万m<sup>3</sup>/d的规模配置；

### 3.3.1 高效沉淀池

本工程高效沉淀池土建按4.0万m<sup>3</sup>/d规模建设，设备按2.0万规模配置。

#### a、功能

对二级处理出水中比重比较小的固体悬浮物通过混凝区、沉淀区进行进一步沉淀分离，提高出水质量，确保达标排放。

#### b、设计参数

远期设计流量Q=4.0万m<sup>3</sup>/d；近期设计流量Q=2.0万m<sup>3</sup>/d；数量：1座2组，其中近期一组，远期一组；混合反应区单组停留时间：1.84min；絮凝反应区单组停留时间：8min；污泥循环系数：0.08；沉淀区单组最大表面负荷：15.4m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h；沉淀区单组平均表面负荷：10.9m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h；设一座高效沉淀池，尺寸为15.5×22.1×6.2m，分为两组合建。高效沉淀池共分为四个区，下部采用钢筋混凝土结构，上部框架结构。

#### c、主要工程内容

##### ① 混合区

单组采用机械搅拌混合池1格，单格平面内尺寸3.0×3.0m，有效高度4.0m，混合时间1.84min，单组每格混合池分别设置一个PAC药剂投加点和1台折桨式混合器，共2台，使混凝剂和污水充分混合，混合器桨叶直径 $\varnothing=1200\text{mm}$ ，N=10.5kW，推进式变频调速。

##### ② 絮凝反应区

单组采用絮凝反应池一格，平面内尺寸4.0×4.0m，有效高度6.0m，反应池停留时间为8min，反应池内部安装一个钢制导流筒和一组导流板，在导流筒中投加的PAM药剂与原污水、回流污泥形成絮凝反应，通过絮凝反应器进行搅拌混合后进入后续的沉淀区。单组设置1台絮凝反应器，电机功率3.5kW。

##### ③ 推流反应区

单组采用推流区一格，平面内尺寸9.0×1.0m，有效高度6.0m，反应池停留时间为2.76min，经絮凝反应后的原污水慢速进入推流区，在该区中，形成的矾花继续形成更大、更密实的矾花，为后续的沉淀提供良好的条件。

##### ④ 斜管沉淀区

单组采用斜管沉淀区一格，平面内尺寸9.0×9.0m，有效高度6.7m，单组沉淀区设置中心传动刮吸泥机1台，刮臂直径为9.0m，功率1.1kW。

高效沉淀池污泥系统单组共设4台污泥螺杆泵，2台泵（1用1备）用于污泥回流，污泥循环系数按循环水量8%计算，流量为66.67m<sup>3</sup>/h，选取Q=62m<sup>3</sup>/h，扬程H=0.3MPa，功率N=15kW；2台泵（1用1备）用于剩余污泥排放，Q=50m<sup>3</sup>/h扬程H=12m，功率N=3.0kW。通过污泥界面分析仪反馈的信号，螺杆泵变频控制。

### 3.3.2. 精密转筒滤池

精密转筒滤池共设计 1 座，土建按 4.0 万吨 / 天一次性建设，设备按 2.0 万吨 / 天配置。

#### a、功能：

进一步去除污水中的 BOD、COD、SS 等污染物质。

#### b、设计参数：

单套处理流量  $Q=850\text{m}^3/\text{h}$ ；池数：1 座 3 格

#### c、主要工程内容

平面尺寸：15.7×15.3m，底部水池高度 4.0m，地上高 1.0m，池高共 5.0m。构筑物按 4.0 万  $\text{m}^3/\text{d}$  规模一次性配置三格，放置 2 台精密转筒过滤器，1 用 1 备。远期增加一台，2 用 1 备。

#### ①转筒过滤器：

设备类型：转筒过滤器；设备数量：2 套（1 用 1 备）；滤筒直径：1290mm；滤筒长度：2400mm；过滤孔径：20 $\mu\text{m}$ ；功率：1.5kW；水头损失：0.5m

#### ②反冲洗泵

设备类型：不锈钢管道泵；设备数量：1 台；单台流量：30 $\text{m}^3/\text{h}$ ；扬程：60m；功率：2.2kW；

#### d、运行方式

滤池配备一台压力传感器以便监视滤池运行和控制反洗。

### 4 主要技术经济指标

本提标工程总投资为 2818.99 万元，其中：第一部分工程费为 2378.97 万元，包括建筑安装费和设备购置费。提标工程达到设计生产能力期年耗电量约 218.42 万度，单位电耗为 0.27 $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ ；年平均成本费用为 394.43 万元；年平均经营成本 201.98 万元；每吨污水的总处理成本约 0.54 元；每吨污水的经营成本约 0.29 元。投产经营期间，在提标改造部分收费标准为 0.54 元 / 吨的前提下，产品销售收入总额为 31331.60 万元；税后利润总额为 4561.04 万元。本提标改造工程采用“高效沉淀池 + 精密转筒过滤池”的组合工艺，具有投资较低、用地节省、处理效果好、工艺运行稳定的特点。

#### 参考文献：

[1] 国务院 . 水污染防治行动计划 [M]. 北京 : 人民出版社, 2015.

[2] 国家环境保护总局 . 城镇污水处理厂污染物排放标准 :GB18918—2002 [S] . 北京 : 中国环境出版社, 2003.

[3] 北京市市政工程设计研究总院有限公司 . 给水排水设计手册 第五册 .3 版 . 北京 : 中国建筑工业出版社 ,2017.