

# CAST工艺在矿区污水治理中的应用

张爱青

(大同煤矿集团公司 环境保护处, 山西 大同 037003)

**摘要:** 为了进一步改善矿区地表水环境质量, 针对污水排放特点, 研究确定耐冲击负荷强的污水处理技术, 提出了采用 CAST工艺处理以煤矿生活污水为主, 同时收集处理达标排放的工业废水, 并采取在主反应区投加组合填料等方式强化处理效果。结果表明: CAST工艺对于小型污水处理厂建设, 投资和运转费用低, 对原水水质水量的变化有较强的适应能力, 出水水质好, 污泥量少且易于处置, 处理后的水可做杂用水和工业用水, 提高了污水综合利用率。

**关键词:** CAST工艺; 生活污水; 矿区

中图分类号: X75

文献标识码: B

文章编号: 1006-6772(2011)02-0068-03

流经大同矿区的河流主要有口泉河与十里河 2 条河流, 沿河两岸建设有煤炭开采矿井和居民生活区, 多年来大量生产和生活污水未经处理直接排入河道, 严重污染了河流水。大同矿区地处晋北黄土高原, 长年干旱, 降水量少, 属严重缺水地区。口泉和云岗峪内的居民, 日供水时间不足 1 h 有时 2 3 d 才供一次水。针对实际问题, 重点研究了间歇排水的小型水厂处理技术工艺。

## 1 CAST工艺简介

CAST(Cyclic Activated Sludge Technology)即循环活性污泥法工艺较适合于小型生活污水处理厂。与其他二级生化处理工艺相比, CAST工艺具有投资少、运行费用低、管理方便等特点<sup>[1]</sup>。针对矿区实际情况, 将改良的 CAST工艺用于口泉峪白洞污水处理厂, 处理规模 1500 m<sup>3</sup>/d 纳水范围为周边矿区排放生活污水和处理达标后排放的工业废水。水厂占地 0.5 hm<sup>2</sup>, 工程总投资 733.6 万元, 包括了主体工程费 501 万元和外围管网配套工程 232.6 万元, 污水处理单位成本 0.6 元/m<sup>3</sup>。污水处理厂于 2008 年 9 月开工建设, 2009 年 6 月试运转, 出水水质指标优于《城镇污水处理厂污染物排放标准》一

级 B 排放标准, 并回用于工业生产和生活杂用水, 有效缓解了居民用水困难。

## 2 污水处理厂主要构筑物工艺参数

### 2.1 机械处理

进水井: 2.0 m × 2.0 m × 5.7 m

格栅井: 6.2 m × 0.8 m × 4.6 m 过栅流速 0.5 m/s; 栅前水深 0.35 m; 回转式格栅 1 台, B=0.7 m; 栅条间隙 16 mm; 旋转式格栅 1 台, B=0.7 m; 栅条间隙 6 mm。

调节池: 容积 282 m<sup>3</sup>, 调节时间 4.5 h 平面尺寸 φ10 m 有效水深 3.6 m。潜污泵 2 台, 单泵 Q=62.5 m<sup>3</sup>/h H=24 m N=7.5 kW; 潜水搅拌机 2 台, 单台功率 P=5.5 kW。

除砂间: 10.2 m × 6.0 m × 5 m

旋流除砂器 1 套, 直径 D=1.8 m N=1.1 kW; 砂水分离器 1 台, 处理量 Q=8 L/s N=0.37 kW。

### 2.2 生物处理

CAST池分 6 个周期, 每周期 4 h 其中曝气 2 h 沉淀 1 h 排水 1 h 有效容积 1692 m<sup>3</sup>, 分 2 格, 设计污泥负荷为 0.054 kgBOD<sub>5</sub>/(kgMLSS·d), 有效水深 4.5 m。

收稿日期: 2010-11-03

作者简介: 张爱青(1969-)女, 河北抚宁人, 高级工程师, 1991年毕业于中国矿业大学环境工程专业, 现在山西省大同煤矿集团公司环境保护处工作。

生物选择区:单格有效容积 25.2 m<sup>3</sup>,平面尺寸 2.8 m×2 m;停留时间 40 min;1.1 kW潜水搅拌机 1台。

预反应区:单格有效容积 93.9 m<sup>3</sup>,平面尺寸 8 m×3.5 m;2.2 kW潜水搅拌机 1台。

主反应区:单格有效容积 720 m<sup>3</sup>,平面尺寸 17 m×8 m;标准需氧量 560 kg/d;空气需要量 12.6 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>;膜片式微孔曝气器 590只;污泥回流泵 Q=12.5 m<sup>3</sup>/h H=6 m;剩余污泥泵 Q=12 m<sup>3</sup>/h H=12 m;旋转式滗水器 1台,滗水能力 300 m<sup>3</sup>/h;污泥龄 20 d;污泥回流比 20%,剩余污泥量 250 kg/d

### 2.3 消毒处理

消毒池:采用隔板式消毒池,平面尺寸 9.96 m×5 m;停留 30 min;有效水深 2.4 m;分 9 格,每格宽度 1.0 m

Cl<sub>2</sub>发生器 2台,每台发生量 500 g/h

### 2.4 污泥处理

污泥池:有效容积 48 m<sup>3</sup>,平面尺寸 4 m×4 m;有效水深 3 m;带式浓缩脱水一体机 1台,带宽 500 mm(配套冲洗水泵、全自动加药装置、空压机、混合器等)。

## 3 矿区生活污水 CAST处理工艺技术

### 3.1 进水水质指标

根据同煤集团环境保护处监测站常年对峪生活污水处理数据资料,类比其它煤矿生活污水的水质指标,并结合矿区发展实际特点,确定进水水质为:COD<sub>Cr</sub>为 400 mg/L;BOD<sub>5</sub>为 180 mg/L;NH<sub>3</sub>-N为 25 mg/L;SS为 250 mg/L;总 N为 40 mg/L;总 P为 3 mg/L

### 3.2 出水水质指标

污水处理出水水质要求达到 GB 18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》中的一级 B标准,主要出水水质指标确定为:COD<sub>Cr</sub>不大于 60 mg/L;BOD<sub>5</sub>不大于 20 mg/L;NH<sub>3</sub>-N不大于 8(15) mg/L;SS不大于 20 mg/L;总 N不大于 20 mg/L;总 P不大于 1.0 mg/L

### 3.3 处理工艺流程

#### 3.3.1 工艺流程的选择

针对白洞水厂收集污水水质特点,把 COD、BOD<sub>5</sub>、N和 P列为主要控制指标。污水中 φ(BOD<sub>5</sub>)/φ(COD<sub>Cr</sub>)=0.45 可生化性较强,适宜采

用运行成本较低的好氧生物法工艺。活性污泥法中的 CAST工艺用来处理小规模生活污水具有优势,因其耐冲击负荷性能好,同时兼有脱氮除磷功能,结合建设工程特点,水源成分复杂性和受纳水体的脆弱性,最终选择了 CAST工艺<sup>[2]</sup>。

#### 3.3.2 工艺流程

图 1为矿区白洞水厂 CAST工艺流程。

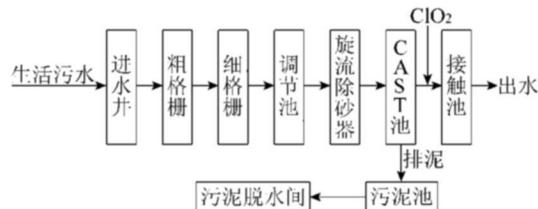


图 1 白洞水厂 CAST处理工艺流程

由图 1可以看出,污水处理工艺流程为:来水进入进水井,井内设有溢流管、闸门,当格栅检修时可关闭闸门。进水经过粗、细 2道格栅,去除较大漂浮物以防止后续阀门或水泵堵塞,再进入调节池调节水质和水量。调节池出水进入旋流除砂器,去除水中粒径大于 0.2 mm、相对密度大于 2.65 的砂粒和煤尘,再汇入 CAST池进行生化反应,出水经旋转式滗水器进入隔板式接触消毒池,通过复合 Cl<sub>2</sub>发生器消毒后出水回用于生产和生活杂用水。CAST池排泥一部分回流入 CAST池生物选择区,剩余污泥排入污泥池,脱水后泥饼进行卫生填埋。

#### 3.4 CAST工艺组成

图 2为 CAST工艺组成。CAST是在间歇式活性污泥法(SBR法)的基础上演变而来的改进工艺<sup>[3]</sup>,CAST池分生物选择区、厌氧区和主反应区。各区由隔墙分隔,污水连续进入生物选择区,其中的大部分可溶性有机物被活性污泥吸附,通过池壁上上部洞口一起进入厌氧区放磷,再通过隔墙下部的孔口以低速进入主反应区,进水流态稳定,不易形成水流死角<sup>[4]</sup>。

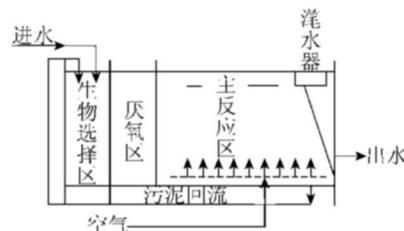


图 2 CAST工艺组成

整个工艺过程遵循生物的“积累—再生”原理,

微生物先在生物选择区内经历高负荷反应阶段,然后在主反应区进行低负荷反应,生物选择区产生的高负荷污泥絮体,可以快速地吸附和吸收废水中的易降解有机物,进行底物的积累,然后在污泥絮体负荷较低的主反应区完成底物的降解,从而实现了活性污泥的再生。再生污泥以一定比例回流至生物选择区,进行机制的再次积累。

#### 3.4.1 CASI池生物选择区

生物选择区设置在池子首端,按照活性污泥种群组成动力学的有关规律,区内选择出絮凝性细菌。

生物选择区设置潜水搅拌机,将进水与主反应区的回流污泥混合均匀,较高的污泥絮体负荷有助于絮凝性细菌的生长和繁殖,提高污泥活性,抑制丝状菌的生长和繁殖,避免了污泥的膨胀。选择区处于缺氧环境时,回流污泥存在的少量硝酸盐(质量浓度为 $2\text{ mg/L}$ )可得到反硝化。

#### 3.4.2 CASI池厌氧区

厌氧区设置潜水搅拌机进行水力缓冲,防止污泥产生,处于厌氧环境时,聚磷物通过水解释放出正磷酸盐,产生能量吸收水中的溶解性有机底物,在体内合成碳能源存贮物 PHB 为生物除磷作准备<sup>[5]</sup>。

#### 3.4.3 CASI池主反应区

主反应区是好氧区,主要去除污水中大量有机物,运行时通过控制溶解氧质量浓度使其从 $0\text{ mg/L}$ 缓慢上升到 $2\text{ mg/L}$ 来保证硝化、反硝化以及磷吸收的同步进行。

进水—曝气阶段:边进水边曝气,并将污泥回流至生物选择区。活性污泥在好氧环境下进行硝化作用,由于氧在污泥絮体内的传递受到限制,而较高浓度的硝态氮则能较好地渗透到污泥内部,可有效进行反硝化。好氧阶段吸磷量要远远大于厌氧阶段的释磷量,通过剩余污泥排放达到除磷的目的<sup>[5-6]</sup>。

沉淀阶段:停止曝气后,微生物继续利用水中剩余的溶解氧进行氧化分解,好氧状态逐渐向缺氧转化,并发生一定的反硝化。由于沉淀初期,前一阶段曝气所产生的搅拌作用使污泥发生絮凝作用,随后以区域沉降的形式沉降,整个反应区沉淀效果良好。

滗水阶段:关闭进水,置于反应池末端的滗水器自上而下逐渐排出上清液,对底部污泥干扰小,可有效控制水面漂浮物随出水排出。

## 4 结 语

应用 CAST工艺建设矿区小型污水厂,特点如下:

(1)建设投资费用低,不设初沉池、二沉池,设备种类和数量少,工艺先进,技术可靠,可用电脑操作实现自动化控制,易于管理,运行可靠。

(2)工艺流程短,布局紧凑,占地面积小,由于间歇曝气,各区氧的浓度梯度大,传递效率高,节能效果显著,运转费用省。

(3)主反应区同步硝化、反硝化,使 CAST具有良好的脱氮和除磷功能。产泥量少且稳定,不易发生污泥膨胀,固体废物易于处置。

(4)通过延长反应时间或调节溶解氧(DO)来控制处理能力和稳定性,通过在主反应区投加组合填料,利用其大的比表面积为微生物提供极好的生长环境,改善微生物种类及数量,抵抗水质水量波动带来的影响。

(5)处理后的水全部回用于工业和生活杂用,提高了水的循环利用率,减轻了水环境污染危害,使经济效益和社会环境效益有机结合。污水处理厂建成后可节约新鲜水 $46\text{万 m}^3/\text{a}$ ,节约购水费 $100\text{多万元}/\text{a}$ ,实现 $\text{COD}_\text{Cr}$ 减排 $88\text{ t/a}$ 。

#### 参考文献:

- [1] 张忠祥. 废水生物处理新技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004: 130—134.
- [2] 周鑫根. 小城镇污水处理工程规划与设计[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 329—337.
- [3] 张自杰. 废水处理理论与设计[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002: 470—474.
- [4] 邱慎初. 循环式活性污泥法(CAST)[M]. 北京: 国家城市给排水工程技术研究中心, 2001: 20—30.
- [5] 张丙印. 城市水环境工程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005: 205—210.
- [6] 唐受印. 水处理工程师手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001: 63—75.

(下转第 77 页)

-367.

- [15] 陈嫣, 李广贺, 张旭, 等. 石油污染土壤植物根际微生物环境与降解效应[J]. 清华大学学报, 2005, 45(6): 784-787.
- [16] 周恢, 左永, 赵怀颖, 等. MBR中污泥脱氢酶活性测定方法的改进[J]. 中国环保产业, 2006(12): 31-33
- [17] 戴冬娟. 载体强化油污土壤生物修复效应与机制研究[D]. 北京: 清华大学, 2005.

## Determination and optimization of FDA activity on coal mining area soils

SONG Jihua, LIANG Qili

(ShenHua(Beijing) Remote Sensing & Geo-Engineering Co., Ltd., Beijing 100085 China)

**Abstract:** The key steps parameters of microbial fluorescein d acetate (FDA) activity measurement method is discussed and optimized according to the low microbial activity unitary population structure and the stress due to the contamination by metal and organic matter in coal mining area. The microbial cultivation and analysis indicate that the absorbency is directly related to the cultivation time and 30 min is determined combined the liner discipline and pentose reaction. The volume of chloroform and methanol ratio is 2:1 mixing stopping agent (5 mL) is selected to terminate the reaction rapidly effectively and economically. The following centrifugal experiment of stopped reaction system show that the maximum absorbency is obtained after centrifuged for 10 min. At last the FDA activity is determined as the concentration of fluoresceine converted by specification curve which could provide convenient microbial activity comparing way and reference to soil samples in different coal mining areas as well as the remediation of polluted soil layer. The analyzing results show that FDA activity in coal mining area is just only 5% ~ 10% of the high activity ones, so the coal mine should strength regulate and control.

**Key words:** coal mining area soils, FDA activity, contamination control, determination and optimization

(上接第 70 页)

## Application of CAST for coal mine sewage treatment

ZHANG Aiqing

(Department of Environmental Protection, Datong Coal Mine Group Co., Ltd., Datong 037003 China)

**Abstract:** In order to improve the environment of mining area, provide CAST based on sewage discharge features. Industrial wastewater which is up to standard and most coal mine sewage are disposed by CAST process. Adding combined reagent in main reaction area is the best way to satisfy the disposal requirement. The results indicate that this process can reduce the consumption of small scale sewage treatment plant, have a better adaptive ability to change of effluent quality and quantity. The effluent contains little sludge with good water quality which can be used in industry and the benefits are obvious.

**Key words:** CAST, coal mine sewage, mine area