

高效专性微生物在焦化废水处理中的应用

柴阳云

(山西水利职业技术学院, 太原 030027)

摘要: 以高效专性微生物处理焦化废水工程为例, 对采用高效专性微生物和采用常规微生物的 A/O、A²/O、A/O² 工艺处理焦化废水的效果进行比较。高效专性微生物处理焦化废水, 对污染物的去除效率高, 耐冲击性强, 出水 COD_{Cr}、氨氮浓度远低于排放标准。采用高效专性微生物菌种处理复杂工业废水, 特别是焦化废水应该是今后研究的方向。

关键词: 高效专性微生物; 焦化废水; 生物脱氮

中图分类号: X784.031 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-2455(2011)02-0055-03

Application of high-efficient obligate microorganism in coking wastewater treatment

CHAI Yang-yun

(Shanxi Vocational and Technical College of Water Conservancy, Taiyuan 030027, China)

Abstract: High-efficient obligate microorganism was used to treat coking wastewater, a comparison between the treatment effects by it and by the processes with ordinary microorganisms such as A/O, A²/O and A/O² were carried out. The results showed that, for coking wastewater treatment, high-efficient obligate microorganism had characteristics of high pollutants removal efficiency and strong anti-shock loading capability, the mass concentration of COD_{Cr} and ammonia nitrogen was much lower than the discharge standard. Therefore, the application of high-efficient obligate microorganism in treatment of complicated industrial wastewater especially coking wastewater should be the research direction in the future.

Keywords: high-efficient obligate microorganism; coking wastewater; biological denitrification

焦化废水产生于炼焦、制气过程, 废水中除含有大量的挥发酚、COD_{Cr}、氰化物、硫化物外, 还含有高浓度的氨氮及许多难降解的稠环芳烃和杂环化合物, 如吡啶、萘、喹啉等, 是一种成分复杂、污染物浓度高、色度大、毒性大、性质稳定的废水。近几年对于焦化废水的二级处理一般采用多段生物处理工艺, 如 A²/O、A/O² 和 A²/O² 工艺等。由于焦化废水处理难度较大, 传统的生物处理技术对焦化废水处理效果不理想, 而高效专性微生物用于焦化废水处理, 因处理成本低、效率高、易操作、无二次污染等特点, 逐渐被推广使用。

1 高效专性微生物

高效专性微生物是对某种特定的污染物或者特定的废水具有较高的去除效果的细菌、真菌、酵母

菌、藻类等微生物。高效专性微生物可从自然界中筛选或经由基因重组产生。这些菌种在特定的污染环境能够存活, 它们即使不能利用废水中的污染成分做养分来源, 对环境也有一定的耐受能力。

1.1 高效专性微生物的来源

专性微生物菌种通过富集、驯化、培养从被污染的水、土壤或驯化好的污泥中分离得到。李长征等^[1]在处理焦化废水试验中使用的高效专性微生物菌种是从焦化厂曝气池活性污泥和处理工艺出水中筛选而出, 通过富集、驯化和分离纯化得到。北京大学针对焦化废水的特点, 成功研制了高效专性微生物, 并在首钢焦化污水处理厂进行了为期一年的

收稿日期: 2011-02-18

试验, 结果表明直接投加高效专性微生物菌种可以省去驯化过程, 菌种对焦化废水适应能力强, 处理效果好, 且经过一年时间, 菌种没有发生变异。

1.2 高效专性菌的生物强化技术

生物强化技术是为了提高系统对污染物的处理能力, 投加从自然界筛选出的专性菌或通过基因组合技术产生的高效菌种, 以提高系统内生物处理效率的方法。生物强化所利用的微生物来源于原有的生物降解体系或经过驯化、富集、筛选获得, 甚至原有降解体系中不存在的微生物。高效专性微生物对污染物的生物强化作用主要表现为高效专性微生物对污染物的直接降解作用和高效专性微生物间的共同代谢作用以及高效专性微生物对生物降解系统中微生物种群和群落的调节作用。

林则^[2]利用连续流紫外诱变技术直接对活性污泥进行驯化, 将这种污泥与普通驯化污泥进行比较, 发现其具有很高的降解活性和抗毒性能力。黄霞^[3]针对焦化废水中的 3 种难降解有机物(喹啉、异喹啉、吡啶)筛选了具有较高降解能力的专性菌种, 采用无纺布-PVA 复合载体对专性菌种进行包埋固定, 研究了包埋固定化专性菌种对相应有机物的降解特性, 结果表明经专性菌种处理 8 h 后 3 种难降解有机物的降解率大于 90%。刘建荣^[4]利用光合细菌(PSB)活性污泥法处理含酚废水, 投加 PSB 于活性污泥中, 经过苯酚诱导驯化可产生酚氧化酶, 明显地提高了除酚能力。

由于许多有毒、有害、难降解有机废水所含的污染物并不单一, 因而也并不是某单一菌种所能处理的。高效微生物强化技术就是通过投加人工培育的专性菌群并利用其高浓度、高活性以及微生物之间的各类共代谢作用来解除废水的毒性, 并通过打断长链、破坏杂环和官能团等提高废水的可生化性, 进一步进行降解去除。

2 高效专性微生物技术的应用

山西某工业园区污水处理厂污废水主要来源于园区内焦化企业的生产生活污水、蒸氨废水、甲醇废水以及初期雨水等。采用高效专性微生物-A/O 法处理该工业园区废水。

2.1 废水处理工艺

该工业园区废水处理及回用工程采用如图 1 的处理工艺流程, 设计废水处理能力 200 m³/h。各处理单元中除气浮池及加药间外, 其余均以双系列设

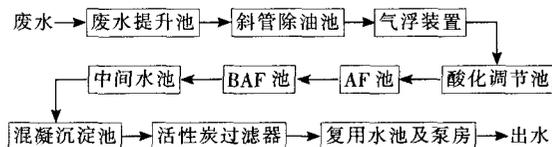


图 1 废水处理及回用工艺流程

Fig. 1 Process flow of wastewater treatment and reuse

置, 单池设计规模为 100 m³/h。其中 AF 池和 BAF 池中装填有高效专性微生物。

2.1.1 AF 池

AF 池为半地下式钢筋混凝土结构, 内装填高效厌氧悬浮专用载体, 池子底部安装曝气器用于曝气搅拌。设计容积负荷 4.5 kg [COD_C]/(m³·d), HRT 为 20 h, 有效接触时间 10 h。投加高效专性微生物 2 000 kg。

经调节后的废水进入 AF 池, 通过厌氧处理对废水中的难降解有机物进行酸化水解和甲烷化, 提高废水的可生化性, 同时通过反硝化作用降低 COD_C 和脱氮, 产生碱度为后端的硝化反应提供有利的条件, 降低废水处理的运行成本。

2.1.2 BAF 池

BAF 池的结构尺寸为: $L \times B \times H = 44 \text{ m} \times 27.2 \text{ m} \times 5.5 \text{ m}$, 有效水深 5 m, 底部安装曝气器用于曝气。设计容积负荷 2.25 kg [COD_C]/(m³·d), HRT 为 40 h, 分 8 组 8 级并联运行, 投加高效专性微生物 4 000 kg。池内投加专用硝化剂, 有效降低氨氮。

BAF 采用一种高效悬浮大孔载体, 载体比表面积为 80 m²/g, 孔隙率为 98%。通过分子设计, 在载体引入大量的活性和强极性基团并通过固定化技术, 将大量变异菌和酶制剂牢牢固定在载体上, 单位体积生物量大, 最高可达 60 g/L。载体平均湿密度为 1.00 g/cm³, 在水中呈悬浮状态。由于采用固定化技术, 微生物不易脱落, 这样既提高了生物浓度, 又避免了堵塞, 可省去二沉池, 大大简化了工艺流程, 使操作管理更加简便和科学, 易于控制。

2.2 废水处理效果

该工业园区废水处理设施运行稳定, 出水全部回用于焦化生产熄焦, 不外排。该污水处理厂的监测数据统计结果见表 1。

3 废水氨氮去除效果的比较

目前对焦化废水脱氮多采用常规微生物脱氮的方法, 如利用一些专性细菌实现氮形式的转化, 最终生成无害的氮气。使用常规微生物进行生物脱氮

表 1 某工业园区废水处理设施进出水水质指标
Tab. 1 Influent and effluent water quality of a wastewater treatment facility in a industrial park

项目	$\rho(\text{COD}_G)/$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{NH}_3\text{-N})/$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)
进水	2 055.5	300
出水	85.75	0.25
去除率/%	95.8	99.9

的技术应用主要集中于 A/O、A²/O、A/O² 等工艺。

3.1 A/O 工艺

A/O 工艺生物脱氮过程中，硝化细菌和反硝化细菌交替处于被抑制状态，不能高效地发挥作用^[5]。针对这一问题并结合焦化废水特点，余兆祥等^[6]开发了 A/O 固定生物膜系统处理焦化废水，且 A 段和 O 段都采用了这一技术，在反应装置中填充填料。结果表明最高氨氮去除率(99.89%)出现在进水碳氮质量比为 5、回流比为 2 的操作条件下。新疆伊犁金志焦化厂采用 A/O 处理工艺的氨氮去除效率仅为 50%，出水氨氮质量浓度小于 100 mg/L，且出水水质变化较大，不能稳定达标^[7]。

3.2 A²/O 工艺

由于焦化废水中所含的有机物在好氧条件下较难被微生物降解，经过厌氧处理可改变其化学结构，为缺氧反应器中的反硝化反应提供高质量的碳源，减弱有毒化合物对好氧反应器中硝化菌的毒害和抑制作用。杨平等^[8]介绍了以厌氧流化床、缺氧流化床作生物反应器，聚合物多孔高分子颗粒作为生物固定化载体，处理焦化废水的中试试验，结果表明，当系统稳定运行时，氨氮进水质量浓度平均为 539.5 mg/L，出水质量浓度平均为 14.3 mg/L，氨氮去除效率达到 97.35%。北营钢铁集团焦化公司使用该工艺处理蒸氨废水，氨氮去除率为 86%，达到二级标准。山西焦化二厂应用该工艺处理焦化废水，氨氮去除率为 92.8%，出水氨氮质量浓度小于 25 mg/L。太原煤气化股份有限公司焦化厂应用该工艺处理焦化废水，进出水氨氮平均质量浓度分别为 133.9、6.09 mg/L，氨氮去除率为 95.45%。

山西某焦化厂采用水解酸化-A/O 组合法处理焦化废水，生物段的进出水氨氮质量浓度分别为 162、14 mg/L，氨氮去除率为 91.36%。

3.3 A/O² 工艺

通过反硝化作用脱氮和降低 COD_G，产生的碱度为后端的硝化反应提供有利的条件。河北钢铁邯郸焦化厂应用 A/O² 工艺处理焦化废水，氨氮去除

率为 90%，出水氨氮质量浓度小于 40 mg/L。贵州华能焦化制气有限公司应用 A/O² 工艺处理焦化废水，氨氮去除率为 92.37%，出水氨氮质量浓度为 20 mg/L。邢台钢铁厂应用 A/O² 工艺处理焦化废水，氨氮去除率为 97.16%，进出水氨氮质量浓度分别为 99.3、2.82 mg/L。

常规微生物的 A/O、A²/O 或 A/O² 废水处理工艺往往难以使焦化废水处理达标排放，而采用高效专性微生物的焦化废水处理工艺可使氨氮去除率达 99.9%，出水氨氮质量浓度为 0.25 mg/L，远小于一级排放标准(15 mg/L)。从实际运行效果来说，采用高效专性微生物进行生物脱氮的效果要好于用常规微生物的 A/O、A²/O 或 A/O² 废水处理工艺。

4 结语

从山西某工业园区废水处理工程运行的效果看，采用高效专性微生物于焦化工业废水处理，污染物的去除率高，出水 COD_G、氨氮浓度远低于排放标准。高效专性微生物菌种无需驯化，试运行时间短，且一旦运行过程出现故障，恢复过程较容易，有利于出水的稳定达标；所用微生物处理负荷高，耐冲击性强，与其它生物处理工艺相比，可节约占地面积。采用高效专性微生物菌种处理复杂工业废水特别是焦化废水应该是今后研究的方向。

参考文献：

- [1] 李长征, 李捍东, 王婉华, 等. 优势菌对焦化废水中几种有机物降解特性的实验研究[J]. 环境科学研究, 2007, (1): 100-103.
- [2] 林则. 紫外光诱变技术在废水生化处理中的应用研究[J]. 中国环境科学, 1993, 13(3): 229-232.
- [3] 黄霞. 固定化优势菌种处理焦化废水中几种难降解有机物的试验研究[J]. 中国环境科学, 1995, 15(1): 1-5.
- [4] 刘建荣. PSB 活性污泥法处理含酚废水[J]. 污染防治技术, 1992, 6(3): 16-19.
- [5] 郭文倩, 宋运学, 杜海生, 等. 常用焦化废水中氨氮去除方法的比较[J]. 工业用水与废水, 2007, 38(1): 64-66.
- [6] 余兆祥, 齐荣, 尹艳君. A/O 固定生物膜系统处理焦化废水的研究[J]. 中国科学 B 辑, 2004, 34(6): 509-516.
- [7] 韩磊. 焦化行业酚氨废水处理工艺现状浅析[J]. 干旱环境监测, 2007, (3): 169-172.
- [8] 杨平, 王彬, 石炎福. 焦化废水生物流化床系统脱氮中试研究[J]. 环境工程, 2002, 20(4): 14-17.

作者简介：柴阳云(1972-), 女, 山西沁水人, 讲师, 环境工程硕士, 研究方向为水污染控制, (电话)0351-6371239(电子信箱)chaiyangyun1972@163.com。