



高效优势菌在焦化废水处理中的应用

李立敏 黎 刚 (河北工业大学化工学院, 天津 300130)

李 柳 (石家庄焦化集团, 石家庄 050031)

摘 要: 焦化废水是典型的含高浓度有机污染物的难降解废水。为有效处理焦化废水, 针对难降解污染物, 通过筛选培育能降解目标污染物的高效优势菌, 采用菌种固定化技术, 合理组成有机的微生物菌群, 实现了对含有高浓度有机污染物的难降解废水的处理。

关键词: 高效优势菌 焦化废水 固定化 混合菌群

中图分类号: TQ520.9 文献标识码: A 文章编号: 1001-3709(2006)03-0044-03

Application of Highly Efficient Dominant Bacteria in Coking Effluent Disposal

Li Limin Li Gang

(Chemical Engineering College of Hebei University of Technology, Tianjin 300130, China)

Li Liu (Shijiazhuang Coking and Chemical Group, Shijiazhuang 050018, China)

Abstract: Coking effluent is a typical and difficultly degraded effluent that contains high concentration of organic pollutants. In order to dispose coking effluent effectively, aiming at difficultly degraded pollutants, an organic microbial population is formed rationally through the selection and incubation of highly efficient dominant bacteria that can degrade the objective pollutants and by the use of bacteria variety immobilization technology to realize the disposal of difficultly degraded effluent that contains high concentration of organic pollutants.

Key words: Highly efficient dominant bacteria Coking effluent Immobilization Mixed flora

在炼焦、煤气净化和焦化产品回收的过程中, 产生大量以含酚为主的高浓度有机废水(以下简称焦化废水)^[1]。焦化废水水量大, 成分复杂, 水质多变, 除酚及高浓度氨氮外, 还含有多种难降解有毒有害杂环化合物、多环芳烃等, 如: 苯、萘、菲、蒽、吡啶、苯并芘、喹啉、异喹啉、吲哚、联苯、三联苯、吩噻嗪、咔唑、咪唑、吡咯、茈萸、茚等^[2]。国内大多数焦化厂采用普通活性污泥法处理焦化废水, 由于其水质毒性高, 难降解有机物含量大, 处理后水质往往达不到国家规定排放标准(GB8978-88)。提高焦化废水中难降解有机物的降解效率是焦化废水处理的新课题。

1 高效优势菌种的培育与筛选

焦化废水中的难降解有机物本身结构复杂, 并且具有生物陌生性及生物毒性, 很难在短时间内被常规生物系统中的微生物利用而进入物质循环, 有时还会使处理系统出现故障, 微生物受到抑制后数量减少或大量微生物中毒死亡, 致使原处理系统出水水质恶化。因此, 研究改进生化池填料、曝气盘管、生化反应器等只能使现有的微生物发挥其最大效能而提高降解效率, 但是对难降解污染物的降解作用却不明显。在自然界中存在着许多尚未被人类发现的微生物菌种, 即使是人类已知的生物菌种, 其生理功能也未被全部了解, 还有待于进一步探讨



和研究。如果能够发现并充分利用这些生物菌种,根据废水的水质特点,将其驯化成优势菌用于废水处理,将会大大提高废水的处理效果。从微生物的来源、种类、数量入手,是彻底降解难降解污染物的关键。在这种思想指导下,针对目标污染物通过基因工程或者筛选驯化高效优势菌已成为近年来研究焦化废水处理的热点,并且取得了许多可喜的成果。

2 菌种固定化技术

筛选出的高效菌种要成功的应用到工程中需综合考虑水质、水量、投菌量、营养物质、反应器的构造、水力停留时间以及菌种的固定和自我生长等众多因素。其中菌种的投加是工程中应该注意的关键,直接投加菌种简便易行,但菌体易于流失或被其他微生物吞噬。该方法对投加量、水力停留时间以及菌体世代期之间的关系要求非常严格,也较难控制;采用固定化技术,例如用高聚物将其包埋或是固定在载体上能够增强菌体的竞争性及抗毒性,提高生物反应器内的微生物数量等。

固定化微生物的特点是细胞密度高、反应迅速、微生物流失少、产物分离容易,并且耐受高浓度污染物的冲击,可应用于难降解焦化废水的处理。

3 混合菌群的运用

焦化废水中所含的污染物是一个十分复杂的混合体系,用单一的菌种,不仅往往难以达到预期的效果和实际应用的需要,而且单一菌种体系一旦应用于实际废水处理,往往会因为复杂的废水成分、微生物在不同环境下的诱变等而难以保持真正的纯种生长。利用纯菌种来分解难降解有机物,可能会停在某一个中间阶段,如果没有其他菌种继续分解残余的中间产物,废水处理则无法进行到底。而通过合理组合的菌群来分解有机物,其效率比单一的纯菌种更好,固定化的高效菌群可以发挥不同种类微生物的协同代谢优势,实现多种难降解污染物的同时降解。有机物被菌群利用和分解,直至为无害的最终产物,如 CO_2 、 H_2O 和 N_2 等。因此,采用混合菌固定化技术,在反应器中建立混合菌群组成的微生态环境,使各种固定微生物协同发挥其功能,形成一个完整的生物链,才能在焦化废水处理中充分发挥高效优势菌的作用。日本 EM 公司的 EM 微生物原液、长江生命公司的唯特净、美国富

美生物公司的 WT-PG 微生物技术、台湾的金刚酵素以及环控素都已经在废水处理中得到应用,用于焦化废水处理的有美国的 B350 和台湾的专利微生物 H. S. B.。

美国产高效微生物菌群 B350,内含 28 种微生物及纤维酶、淀粉酶、水解酶等。叶正芳^[4]等利用一种专用合成高分子材料作载体,固定高效微生物菌群 B350。此种载体的持水量是其质量的 25 倍,空隙率为 96%,固定化微生物后载体的平均密度为 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$,与水的密度十分接近,不需反冲洗,与常规的生物技术比较,可以获得更多的生物量,且维持了生物的多样性。因此,废水的基质降解速度快,停留时间短。对兰州煤气厂焦化废水进行的中试试验表明,各污染物的去除率分别为 COD 98.3%、挥发酚 99.7%、氨氮 99.9%、SS 54.2%,且工艺稳定。在载体中,微生物量达 $28.00\text{g}/\text{L}(\text{H}_2\text{O})$,硝化菌和反硝化菌处于载体的不同位置,故硝化、反硝化可同时进行,COD、 NH_4-N 、TN 同时下降。在另一项研究中^[5]比较了固定化微生物与游离微生物处理污水的性能,得出了固定化微生物系统去除 COD、挥发酚和氨氮的工艺设计参数。结果表明,固定化微生物在温度为 $10\sim 55^\circ\text{C}$ 、pH 值 $4\sim 11$ 范围内具有较好的活性, $200\text{mg}/\text{L}$ 以上的 NH_3-N 以及 $150\text{mg}/\text{L}$ 以上的 NH_3 对硝化菌及亚硝化菌没有抑制。在有机负荷较高的情况下,仍具有较好的硝化作用。在固定化微生物系统中,生物负载量为 $32\text{mg}/\text{L}$,好氧、兼氧和厌氧菌同时存在,硝化和反硝化同时进行,丝状微生物较为发达。这为高浓度、难降解有机物及高氨氮污水降解奠定了基础。并以相同条件与游离微生物性能进行了比较,表明固定化微生物技术在各个方面所表现出的性能都较后者具有明显的优势。

H. S. B. 微生物是一次性投加的含有 43 种高效微生物的混合菌群。此专利微生物生物技术基于恢复水自身免疫功能的机理进行污染治理,能处理污染物浓度高于常规生化法微生物耐受极限数倍甚至数十倍的废水。高分解力的菌群 H. S. B. 使 $\text{BOD}/\text{COD}<0.3$ 的难生化废水的生物处理成为可能。对高分解力菌群而言,废水的 BOD 数值已超越了传统生化法中 BOD 数值的概念。专利微生物菌群能分解剩余污泥中 90% 以上的有机物、致病菌生物荷尔蒙,使剩余污泥减量至 10% 以下。污



水处理系统 1kgCOD 仅产生 0.04 ~ 0.05kg 剩余污泥，仅为活性污泥法产泥量的 1/10 ~ 1/8。由于污泥排放量很少，不仅减少了二次污染，还可以用活性炭作为载体。而且其中含有高效的硝化菌和反硝化菌，使处理氨氮浓度在 700 mg/L 的废水成为可能，现已成功应用于焦化废水的处理中。COD 在 1 000 ~ 3 000mg/L、NH₃ - N 在 700mg/L 以下的焦化废水已经可以达标排放，效果明显优于普通自生菌的焦化废水处理系统。

随着人们对环保的重视及水处理观念的改变，稀释、混凝等不能减少污染物总量的方法将会越来越少，而典型的难降解的焦化废水将随着生物技术

的不断发展及广泛应用而可以达标排放。

参考文献

- [1] 赵建夫. 我国焦化废水处理进展[J]. 化工环保, 1992, 12(3): 141
- [2] 何苗, 张晓健, 顾夏声等. 杂环化合物好氧生物降解性能的研究[J]. 中国环境科学, 1997, 17(6): 481
- [3] 沈耀良, 黄勇, 赵丹等编著. 固定化微生物污水处理技术. 北京: 化学工业出版社, 2002
- [4] 叶正芳, 李彦峰, 李贤真等. 曝气生物流化床(ABFB)处理煤气化废水的研究[J]. 中国环境科学, 2002, 22(1): 32
- [5] 叶正芳, 倪晋仁. 污水处理的固定化微生物与游离微生物性能的比较[J]. 应用基础与工程科学学报, 2002, 10(4): 325