

# 处理石油化工废水的活性污泥中优势微生物群系 及其降解效能的研究

李玲君 梁崇志 钱存柔

(北京大学生物系)

樊连魁 袁晓华

(燕山石化公司向阳化工厂,北京)

**摘要** 处理石油化工废水的活性污泥中微生物以细菌为主体,霉菌、酵母菌数量较少。分离到 167 株细菌,主要群系为不动细菌属,假单胞菌属,产碱杆菌属,微球菌属、棒状杆菌属、芽孢杆菌属等、其中大部分菌株对苯酚、苯乙烯、丙酮、甲醇具有降解效能,尤其对苯酚、苯乙烯降解能力较强,菌株数量也较多。

**关键词** 石油化工废水;优势细菌群系

工业废水的生物法处理已成为保护环境的重要手段,尤其是活性污泥法是污水处理的主要方法。

为了进一步研究生物法处理废水的原理,提高净化效果。本文分析了燕山石化总公司向阳化工厂污水车间处理石油化工废水的活性污泥,对其中的微生物数量,主要细菌群系及其对苯酚、苯乙烯、丙酮、甲醇等四种有机物的降解效能进行了初步研究。

## 材料与 方法

### (一) 样品来源

活性污泥样品: 用无菌瓶分别取自向阳化工厂污水车间正常运转的 1、2、3 号曝气池的活性污泥混合液。并取 12 号曝气池活性污泥膨胀时的样品作形态对照观察。

细菌分类工作得到中国科学院微生物研究所王大相教授的指导和张鸿翼同志的帮助,特此一并致谢。

实验用污水:取自进曝气池的污水。

## (二) 微生物的分离与计数

取活性污泥混合液 50ml, 放入装有玻璃珠的无菌三角瓶中, 于 200r/min 转速的旋转式摇床振荡 10 分钟。镜检絮体解絮良好, 菌体分散悬浮, 立即用无菌水稀释进行分离与计数。

细菌计数用肉膏蛋白胨培养基, 30℃ 培养 48 小时; 放线菌用高氏 1 号培养基, 28℃ 培养 7 天; 真菌用马丁培养基, 28℃ 培养 5 天。按常规平板稀释法进行计数。

选择 2 号曝气池的活性污泥混合液  $10^{-6}$  稀释度的一个培养 72 小时的平板, 将该平板上所能挑取的菌落和从  $10^{-6}$  稀释度的其余两平板上, 选取形态上不同于第一个平板的个别菌落。经过 2—3 次划线纯化后, 分离得到 167 株细菌, 转接斜面保存。参照文献[1]鉴定到属。

## (三) 分离菌对苯酚、苯乙烯、丙酮、甲醇降解效能的测定

将 167 株细菌用摇瓶培养法, 分别进行降解能力的测定试验。接一环菌于种子瓶中, 28℃ 200r/min 旋转式摇床振荡培养 16 小时, 各取 5ml 分别接种到含有苯酚、苯乙烯、丙酮、甲醇的培养液中, 设有不接菌的对照组, 28℃ 振荡培养 15 小时, 测定其降解率。

苯酚的测定采用 4-氨基安替比林比色法, 苯乙烯、丙酮、甲醇的测定采用气相色谱法(色谱柱: 聚乙二醇 600 12%, 双甘油 4%, 白色担

体 40—60 目)。计算时各菌株的降解力均减去对照组的挥发数。

斜面菌种培养基: 肉膏蛋白胨琼脂培养基。

种子瓶培养基: 肉膏蛋白胨液体培养基, 250ml 三角瓶装 30ml。

降解试验培养基: 将污水灭菌后, 分别加入化学纯浓度为 200mg/l 的苯酚, 苯乙烯、丙酮、甲醇浓度均为 50mg/l, 然后分装于灭菌三角瓶中, 每瓶装 50ml。

## 结果与讨论

### (一) 活性污泥组成状况

正常活性污泥为土黄色。镜检观察, 絮体凝絮性好, 菌胶团较紧密而多见, 丝状菌少见(图 1)。活性污泥膨胀时颜色变为暗黄-黑黄色, 絮体中出现大量丝状菌(图 2)。

### (二) 活性污泥混合液中的微生物数量

向阳化工厂曝气池活性污泥混合液中的微生物以细菌为主体, 用普通细菌培养基测定的数量为  $1.61 \times 10^7$ — $1.46 \times 10^9$  个/ml, 霉菌数量为  $1.58$ — $2.10 \times 10^2$  个/ml, 酵母菌为  $1.05$ — $1.35 \times 10^2$  个/ml。但未分离到放线菌。从试验中看出普通细菌培养基分离到的细菌数量比污水琼脂培养基上的较多(表 1)。

### (三) 活性污泥中的主要细菌群系及其特征

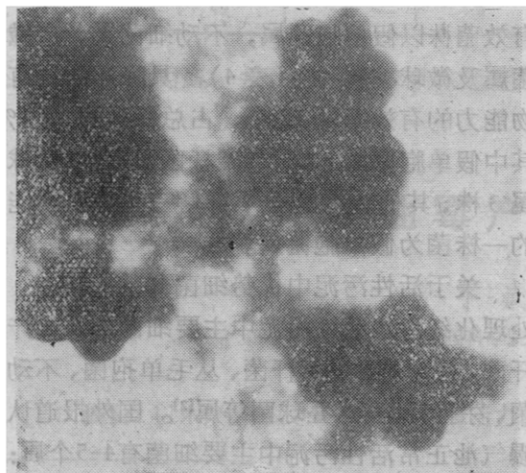


图 1 正常活性污泥中的菌胶团 ( $\times 10000$ )



图 2 活性污泥膨胀时的丝状菌 ( $\times 10000$ )

表 1 活性污泥混合液中微生物数量(个/ml)

曝气池号	第一次取样细菌	第二次取样细菌	第三次取样		
			细 菌	霉 菌	酵 母
1	$2.01 \times 10^8$	$1.61 \times 10^7$ $1.14 \times 10^7$ *			
2			$1.48 \times 10^8$	$2.10 \times 10^2$	$1.35 \times 10^2$
3	$1.46 \times 10^9$	$1.07 \times 10^8$ $7.60 \times 10^7$ *	$3.09 \times 10^7$ $7.20 \times 10^6$ *	$1.58 \times 10^2$	$1.05 \times 10^2$

\* 污水琼脂培养基

表 2 活性污泥混合液中主要细菌群系

革兰氏阴性菌			革兰氏阳性菌		
属 名	株 数	占总株数(%)	属 名	株 数	占总株数(%)
不动细菌属 ( <i>Acinetobacter</i> )	94	56.2	微球菌属 ( <i>Micrococcus</i> )	15	9.0
假单胞菌属 ( <i>Pseudomonas</i> )	18	10.8	棒状杆菌属 ( <i>Corynebacterium</i> )	5	3.0
产碱杆菌属 ( <i>Alcaligenes</i> )	15	9.0	芽孢杆菌属 ( <i>Bacillus</i> )	4	2.4
黄单胞菌属 ( <i>Xanthomonas</i> )	1	0.6	未 定 属	8	4.8
未定属	7	4.2			
合 计	135	80.8	合 计	32	19.2

分离出的 167 株细菌,经鉴定,革兰氏阴性菌株 135 个,占总株数的 80.8%;革兰氏阳性菌株 32 个占总株数的 19.2%。主要群系中以不动细菌属,假单胞菌属,产碱杆菌属,微球菌属为主,其次是棒状杆菌属、芽孢杆菌属等(表 2)。

试验中未分离到动胶菌属,此结果与文献报导相似<sup>[2,3]</sup>。

#### (四) 主要细菌群系的降解效能

根据本厂污水水质测定,苯酚、苯乙烯、丙酮、甲醇等有机物是本污水中的主要污染物,故以此作为主要降解对象。

从 167 株细菌对以上四种有机物的降解率测定试验表明,活性污泥中主要细菌类群中的绝大部分菌株都具有一定的降解效能。尤其是对苯酚、苯乙烯进行生化降解的能力较强,菌株数量也较多。对苯酚具 10% 以上降解率的菌数为 87 株,占总株数的 52.1%;对苯乙烯具 10% 以上降解率的菌株为 78 株,占总株数的

46.7%;对苯酚具 90% 以上降解率的为 37 株,占总株数的 22.2%;对苯乙烯具 90% 以上降解率的为 15 株,占总株数 9%。对丙酮具 10% 以上降解率的 68 株,90% 以上降解率的 2 株。对甲醇的降解能力低,菌株数也少(表 3)。

将降解率在 50% 以上的统计为有效菌株,有效菌株以假单胞菌属,不动细菌属,产碱杆菌属及微球菌属为主(表 4)。具降解两种有机物能力的有效菌株 17 个,占总株数的 10.2%。其中假单胞菌属 8 株,产碱杆菌属 4 株,微球菌属 3 株,其他 2 株。具有降解三种有机物能力的一株菌为假单胞菌属。

关于活性污泥中优势细菌群系的报道,如处理化纤污水活性污泥中主要细菌群系为产碱杆菌、假单胞菌、黄杆菌、丛毛单胞菌、不动细菌、芽孢杆菌、八叠球菌等属<sup>[1]</sup>。国外报道认为曝气池正常活性污泥中主要细菌有 4-5 个属:产碱杆菌属、芽孢杆菌属、黄杆菌属、假单胞菌属,

表3 活性污泥混合液优势菌株的降解效能

降解率(%)	除苯酚菌株 (200mg/l)		除苯乙烯菌株 (50mg/l)		除丙酮菌株 (50mg/l)		除甲醇菌株 (50mg/l)	
	数量	占总株数 (%)	数量	占总株数 (%)	数量	占总株数 (%)	数量	占总株数 (%)
0—10	80	47.9	89	53.3	99	59.3	165	98.8
10.1—20	29	17.3	4	2.4	46	27.5	2	1.2
20.1—30	5	3.0	7	4.2	19	11.4		
30.1—40	3	1.8	10	6.0	1	0.6		
40.1—50	1	0.6	8	4.8				
50.1—60	1	0.6	4	2.4				
60.1—70	5	3.0	9	5.4				
70.1—80	3	1.8	4	2.4				
80.1—90	3	1.8	17	10.1				
90.1—100	37	22.2	15	9.0	2	1.2		
总 计	107	100	167	100	167	100	167	100

表4 活性污泥混合液中有效菌株数(降解率50%以上)

细菌群系	降解苯酚 菌株数	降解苯乙烯 菌株数	降解丙酮 菌株数
不动细菌属	9	12	
假单胞菌属	15	15	2
产碱杆菌属	12	5	
微球菌属	6	9	
棒状杆菌属	2	5	
黄单胞菌属	1	1	
未定属 <sup>a</sup>	4	5	
总 计	49	49	2

还可能有菌胶团属。并认为在含酚废水活性污

泥中占优势的细菌是假单胞菌属,棒状杆菌属,产碱杆菌属等<sup>[4]</sup>。因水质是影响活性污泥微生物组成的一个重要因素。我们从向阳化工厂曝气池活性污泥中分离到的主要细菌群系,不动细菌属占相当的优势。这与其他研究者的报道是不同的,显然与污水的水质成分有关,对此值得进行广泛的调查。

### 参 考 文 献

- [1] 中国科学院微生物研究所细菌分类组:《一般细菌常用鉴定方法》,科学出版社,北京,1978年。
- [2] 中国科学院林业土壤研究所污染生态室:微生物学通报,7(1): 61—64, 1980。
- [3] Ueda, S. and L. E. Richard: *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 18(3): 239—248, 1972。
- [4] 张志杰:《环境保护生物学》,冶金工业出版社, 79—81, 1982。