

用丙烯腈氧化菌处理腈纶废水*

上海第二化学纤维厂
中国科学院微生物研究所污水组

生化处理废水时,一般接入活性污泥作为菌种来源。为了提高有毒废水的处理效果,扩大生化法处理废水的种类和缩短生物膜培养时间,我们在塔式滤池中比较了接种活性污泥、活性污泥与人工筛选菌种混合物(按体积 1:1)、不接种(不加菌直接用废水培养)和接入人工筛选菌种 4 种方法的处理效果,从实践中认识到,用人工筛选的菌种或菌种与活性污泥混合接种的效果比单独使用活性污泥或自然接种好。我们在塔式滤池中采用人工筛选的有效菌种处理腈纶废水,经过小试、中试和生产性运转,效果稳定。

菌种的分离筛选

筛选处理腈纶(以下简称 AN)废水的菌种,最好采用以 AN 作为唯一碳源的培养基,其组份是:AN 300 毫克/升,硝酸钾 0.5 克,硫酸镁 0.1 克,磷酸二氢钾 0.5 克,琼脂 20 克,自来水 1 升。从上海化纤二厂 AN 废水沟的污泥、AN 生化处理的生物膜、活性污泥以及含氰含酚废水的活性污泥和其它生活污水处理厂的污泥等 9 个样品中,分离筛选到能用 AN 作为碳源的菌种 25 株,其中 17 株来源于化纤二厂塔式一级生物膜和排水沟污泥的样品,而生活污水厂的污泥没有发现这类菌种。

对分离到的 AN 氧化菌还必须测定其在 AN 废水中的生长情况和分解能力,为此将分离得到的 25 株菌和依据资料索取到的 5 株菌直接用 AN 废水培养。结果从此 30 株菌中筛选出在废水中生长良好、分解 AN 能力强的菌种两株,即 2 号菌和 11 号菌。11 号菌株是从化纤二厂排水沟中分离的,该菌呈桔红色,培养过程中生成的物膜易于识别。因此决定塔式中型试验和生产性大塔使用 11 号菌。

11 号菌株经鉴定属诺卡氏菌(*Nocardia* sp.),革兰氏阳性。菌落边缘波状,表面崎岖,有皱褶突起,菌落中央凹下,干燥无光泽,其颜色随菌龄的增长加深到朱红色。气生菌丝呈纤细的树根状,培养 15—24 小时能见到丝状体增长,形成很多横隔膜,开始断裂,72 小时全部断裂为近似球状的杆状体。该菌在 pH 6.5—9.6 均能生长,以 pH 7.5—9 对 AN 氧化能力最强。生长温度 16—37℃,在 20—37℃ 内均有对 AN 氧化活性。

对 AN 的适应浓度是 50—1800 毫克/升,但在 600 毫克/升以下时氧化能力最强。

设备和流程

1. 中型试验

中试用两只直径 0.2 米、塔高 6 米的塑料塔,内装孔径为 19 毫米的酚醛树脂纸蜂窝滤料体积各为 0.145 米³,用转子流量计控制流量。I 号塔与 II 号塔在水质、水量和条件相同的情况下分别接种 11 号菌种与活性污泥,比较其处理效果,流程见图 1。

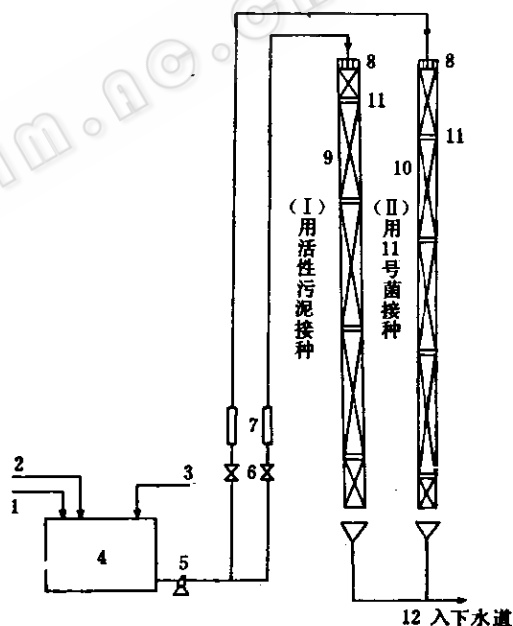


图 1 中型试验设备流程

1. 脱泡水 2. 二效水 3. 自来水 4. 配水箱 5. 水泵
6. 阀门 7. 转子流量计 8. 固定布水器 9. I 塔
10. II 塔 11. 观察孔 12. 处理后出水

2. 生产性大塔

在中试基础上用 11 号菌种进行了生产性考察,塔高 15.6 米,直径 2.4 米,内装 45 米³酚醛树脂纸质蜂

* 本工作是上海腈纶废水处理试验工作一部分。

窝滤料(孔径19毫米),6米³玻璃钢滤料(孔径25毫米),滤料有效高度11.8米,体积50米³,分6层,每层有隔栅。用水力旋转布水器分三级进水。水力负荷在10—15米³/天·米³(滤料)。有机负荷1.84—4.3千克/米³(滤料),采用顺抽风供氧。流程见图2。

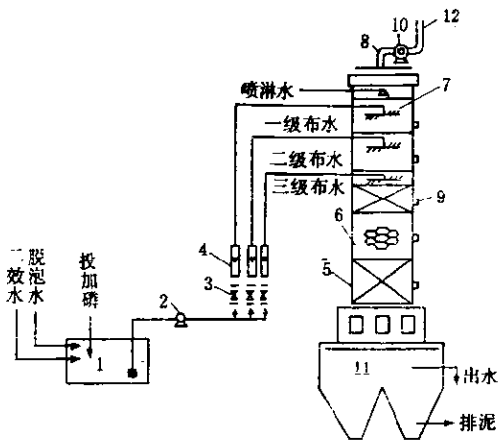


图2 生产性大塔结构示意图

1.调节池 2.水泵 3.阀门 4.流量计 5.塔体 6.蜂窝滤料 7.旋转布水器 8.风管 9.观察取样口 10.风机 11.沉淀池 12.排气口

菌种的扩大和生物膜培养

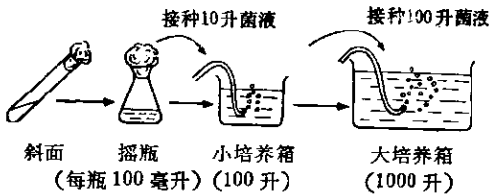
1. 菌种的扩大培养

斜面培养：用上述合成培养基，30℃培养2天。

一级摇瓶培养：合成培养液10升。分装三角瓶，于26℃，摇床培养2天。

二级小塑料箱敞开培养：100升废水加入葡萄糖20克，蛋白胨10克，磷酸二氢钾5克，AN 200—250毫克/升。20—24℃培养1天半。

三级大塑料箱敞开培养：1000升废水含葡萄糖100克，蛋白胨50克，磷酸二氢钾25克，AN 200—300毫克/升。20—24℃培养1天。



2. 生物膜培养

将菌液通过布水器均匀洒在滤料上。在中型试验方面，11号菌液用量为60升/米³(滤料)相当于3克干菌体/米³(滤料)，活性污泥为60升/米³(滤料)相当于222克干污泥/米³(滤料)。在生产性大塔接种时，菌液用量为20升/米³(滤料)，菌液或活性污泥在塔内经过三次循环被放掉，直接用废水运转。用11号菌挂膜的塔，水温在20—25℃的情况下，第一天进水量为4米³/米³·天，第三天为6米³/米³·天，第四天AN已有95%处理效果，第五天水量增至10米³/米³·天，开始正式投入生产。用活性污泥挂膜的塔需要7—12天才能正式运转。

结 果

1. 中型试验塔对比试验结果

1973年5月至6月，曾先后用四种不同来源的菌种挂膜，已明显看出用人工筛选菌种、菌种与污泥混合挂膜的优越性。生产性大塔用菌种挂膜也获得较好的结果。1975年5月中旬至6月下旬，又用塔I、塔II比较了驯化三天的污泥挂膜，和11号菌种挂膜处理腈纶废水的效果，经过34天运转，结果见表1。

表1 中型塔对比试验平均结果

水力负荷 (米 ³ /米 ³ ·天)	进水 AN	出水 AN*				进水 OC	出水 OC**				进水 BOD ₅	出水 BOD ₅ **			
		I	下降 (%)	II	下降 (%)		I	下降 (%)	II	下降 (%)		I	下降 (%)	II	下降 (%)
11.4	268.2	19.76	92.43	9.5	94.46	355	142.5	59.9	121.1	65	456.1	258.1	43.4	218.8	52

* 表内所列数据单位为毫克/升，除注明外，以下均同。

** OC 表示耗氧量，BOD₅ 表示5天生物耗氧量。

用菌种挂膜对AN的氧化均比污泥挂膜效果好，从去除率看只增加4%。但是11号菌挂膜者，平均出水的AN含量为9.5毫克/升，活性污泥挂膜者为19.76毫克/升。

OC和BOD₅的处理也是11号菌挂膜比污泥挂膜

效果好。

2. 生产性大塔的运转效果

生产性大塔从1974年6月份投产已一年半，由于篇幅的关系，这里只列举较有代表性的一段时间的数

表 2 生产性大塔运转结果

日期	有机负荷 (公斤/米 ³ ·天)	水力负荷 (米 ³ /米 ³ ·天)	AN			OC			COD			BOD ₅		
			进	出	下降 (%)	进	出	下降 (%)	进	出	下降 (%)	进	出	下降 (%)
1975年5月上旬	1.97	9.7	179.5	0.86	99	198.6	15.6	92	411.1	151.1	63	208	28.7	89
中旬	2.80	10.5	163.5	0.74	99	251.6	27.7	89	452.5	139.8	69	261.8	25.1	90
下旬	2.23	10.4	164.1	0.99	99	227.2	25.3	88	450	108.6	73	216.4	41.2	85

据,从表 2 可以看出, AN 处理效果达 99%,出水含量均小于 1 毫克/升, BOD₅ 效果在 85—90% 之间。出水 BOD₅ 小于 60 毫克/升,达到国家排放标准。

注 意 事 项

3. 生产性大塔内 11 号菌种的存在情况

用 AN 氧化菌(11号菌种)培养生物膜处理腈纶废水具有较好的效果,但是经过长期运转这种菌种是否存在?为此于第一次接种后一年半(在接种后 7 个月补接种一次)对各级生物膜进行分离计数,结果表明在塔的上部分 11 号菌种分别占总菌数的 65.1—71%,见表 3。

表 3 塔内各级生物膜分离结果
(1975. 12. 3 分离*)

占总数 %	菌种 类别	I**	II	III	IV
一级生物膜 (0—2.3 米)		71	19.6	7.2	2.2
二级生物膜 (2.5—4.6 米)		65.1	23.2	7.0	4.7
三级生物膜 (4.6—7.07 米)		68.4	15.8	5.3	10.5
四级生物膜 (7.07—10.07 米)		65.4	13.1	10.0	11.5

* 共进行四次分离,其它三次在第一级生物膜中 I 型菌种占 48.06—89.5%。

** I 型: 桔红色菌落,边缘波状,表面干燥,将其接到马铃薯培养基,高氏培养基,麦芽汁培养基,牛肉膏-蛋白胨培养基与 11 号菌种作对照, I 型菌株与 11 号菌种形态相同。

用人工分离的特效菌种处理特定的有毒废水,是近年来处理有毒废水提出的新问题,对其适合的水质范围和所需控制条件尚在研究当中。我们通过处理腈纶废水的试验,有如下体会:

1. 废水毒物和浓度的影响

毒性大的废水,大部分微生物不能生长或生长受到抑制,只有少数微生物能适应。这种废水采用人工分离的菌种处理比较能显示其作用。同一废水,在一定范围内,高浓度比低浓度要好,如用塔滤处理 AN 废水,AN 含量在 120—250 毫克/升,塔上部生物膜为桔红色,其中含 11 号菌数量多,处理效果好,当 AN 长期低于 100 毫克/升时,塔上部生物膜变为灰白色,丝状球衣细菌也有相当的数量。因此要获得稳定的处理效果,保持 11 号菌的优势,进水 AN 最好控制在 120 毫克/升以上。

2. 处理方式的影响

我们曾在小型试验时采用表面加速曝气池、生物转盘和塔式生物滤池等三种装置作过接菌处理试验,其中以塔式滤池处理效果最好,生物转盘次之。表面加速曝气池 15 天后污泥的外观、菌种的组成和对 AN 的处理效果与活性污泥相同。

塔式滤池和生物转盘采用菌种代替活性污泥比较能保持其菌种优势,处理效果也比较明显;活性污泥法难于显示其作用。由于塔式滤池和生物转盘是靠进水一端生物膜接触的废水浓度大,氧化能力最强,因此无论接种还是日常管理,均应特别注意这一段生物相的变化。