

TNT 废水氧化塘微生物类群和降解力的初步研究

周大石 邵岱宇 胡经纬

(辽宁大学生物系) (东北机器制造厂)

TNT (2, 4, 6-三硝基甲苯) 是军工厂生产废水中的主要污染物质, 其毒性主要危害造血系统, 可引起肝脏病变, 障碍性贫血、白内障等疾病^[1]。水中含有 2mg/l TNT、对水生生物有毒、鱼类 24h LD₅₀ 为 2—3mg/l, 而且还会抑制水中微生物的生命活动、影响

水体的自净过程。因此, TNT 废水对环境的污染已引起国内外有关方面的重视。

东北机器制造厂, 利用天然条件建成多级串联氧化塘处理 TNT 废水, 几年来运行一直正常, 处理效果较好。TNT 去除率可达 95% 以上, COD_{Cr} 也达到排放标准(表 1)。

表 1 TNT 多级氧化塘处理效果

测定次数	项目塘名	TNT(mg/l)					TNT 总去除率 (%)	COD _{Cr} (mg/l)					COD _{Cr} 总去除率 (%)		
		隔油塘	一塘	二塘	三塘	四塘		五塘	隔油塘	一塘	二塘	三塘		四塘	五塘
1		10	4.84	1	—	0.6	0.37	96	172	77	76.8	70.2	69.1	53.6	68
2		11	4.5	0.95	0.25	0.25	0.25	97							
3		10	4.45	2.75	2.37	—	0.25	97	93	—	56	—	48.5	45.6	51
4		11	6	0.38	0.25	—	0.25	97	86	—	—	32.1	—	28.8	66

处理设施是由六个串联的氧化塘组成, 分为隔油塘、一塘、二塘、三塘、四塘、五塘。废水由车间排出先经沉淀池, 主要去除固形物和机油, 然后进入隔油塘, 去除废水中含有的少量残油。再依次进入各塘, 最后排放。各塘水深为 1—2m, 水总容量为 8—10 万 m³, 废水在各塘中共停留六十天左右。我们对隔油塘、一塘、二塘取水样, 进行了微生物种群分离及其降解 TNT 能力测定。实验结果如下:

一、材料和方法

1. 取样 用无菌采样瓶, 分别自隔油塘、

一塘、二塘取水样。每塘取样点五处, 分布在各塘四角和中间, 各点取样处水深 0.3—0.5m。分别将各塘取的不同点水样, 在无菌条件下混匀, 再用无菌水稀释不同倍数, 分离菌株。

2. 菌种分离 用牛肉膏蛋白胨琼脂培养基, 平板稀释接种分离, 32℃ 培养 24h, 经反复分离纯化, 共分出 53 株细菌。

3. 计数 采用平板稀释计数法, 分别测定了隔油塘、一塘、二塘的细菌数目。

4. 菌种鉴定 依据个体形态、群体形态、染色反应、生理生化反应等鉴定到属^[2-4]。

5. 细菌耐 TNT 能力考察 在含有不同

浓度 TNT 的牛肉膏蛋白胨琼脂培养基上接菌后, 32°C 培养 24h, 考察各属细菌菌株对 TNT 的忍耐力。

6. 细菌 TNT 降解率的测定 测定细菌 TNT 降解率, 采用液体摇瓶法。其培养基成分为: 葡萄糖 0.1%; 牛肉膏 0.1%; 酵母膏 0.05%; K₂HPO₄ 0.05%; TNT 65mg/l 或 118mg/l。 (TNT 在 79°C 热水中溶解度最高, 100°C 沸水中溶解缓慢。)

在 100ml 培养液中、接种 0.5ml 细菌悬液。用 McFarLand 标准比浊法测定菌悬液细胞浓度为 10⁹/ml, 32°C 摇床培养 24h, 摇床培养液经离心, 用 CPC 比色法^[5], 测定 TNT 浓度、求出降解率。

二、结果与讨论

1. 细菌数量:

用牛肉膏蛋白胨琼脂培养基平板稀释计数法, 经三次取样测定, 每次测定做三个重复, 取细菌数目的平均数, 测得各塘细菌数 (见表 2)。

表 2 各塘细菌数量(单位: 菌数个/ml)

塘名	计数次数		
	一	二	三
细菌数量	(4月13日水温 12°C)	(4月24日水温 16°C)	(5月16日水温 22°C)
隔油塘	1.7 × 10 ⁸	4.4 × 10 ⁷	1.9 × 10 ⁶
一塘	3.4 × 10 ⁴	6.3 × 10 ⁴	3.9 × 10 ⁵
二塘	9.6 × 10 ³	2.2 × 10 ⁴	8.6 × 10 ⁴

从表 2 中可以看出, 隔油塘细菌数最多, 一塘、二塘细菌数依次减少。分布规律和废水中污染物浓度相关。各塘细菌数也随水温升高而增加。

2. 微生物种群鉴定和分布

从隔油塘、一塘、二塘中共分离出 53 株细菌、经鉴定它们分别属于 7 个科 10 个属。即: 假单胞菌属 *Pseudomonas*, 动胶菌属 *Zoogloea*,

柠檬酸杆菌属 *Citrobacter*, 微球菌属 *Micrococcus*, 芽胞杆菌属 *Bacillus*, 短杆菌属 *Brevibacterium*, 无色杆菌属 *Achromobacter*, 产碱杆菌属 *Alcaligenes*, 不动细菌属 *Acinetobacter*, 微杆菌属 *Microbacterium*。

它们在各塘中的分布见表 3。

表 3 细菌在各塘中的分布

细菌属名	隔油塘		一塘		二塘	
	菌株数 20	占总菌株数 (%)	菌株数 18	占总菌株数 (%)	菌株数 15	占总菌株数 (%)
假单胞菌属 (<i>Pseudomonas</i>)	9	45	5	28	4	27
动胶菌属 (<i>Zoogloea</i>)	2	10	2	11	0	0
微球菌属 (<i>Micrococcus</i>)	2	10	0	0	0	0
芽胞杆菌属 (<i>Bacillus</i>)	3	15	8	44	6	40
柠檬酸杆菌属 (<i>Citrobacter</i>)	1	5	0	0	0	0
短杆菌属 (<i>Brevibacterium</i>)	1	5	0	0	2	13
产碱杆菌属 (<i>Alcaligenes</i>)	1	5	1	6	1	7
无色杆菌属 (<i>Achromobacter</i>)	1	5	1	6	1	7
不动细菌属 (<i>Acinetobacter</i>)	0	0	1	6	0	0
微杆菌属 (<i>Microbacterium</i>)	0	0	0	0	1	7
总菌株数	20		18		15	

从表 3 中可以看出, 隔油塘分离出 20 株细菌, 一塘分离出 18 株、二塘分离出 15 株。隔油塘细菌种类和数量最多, 一塘、二塘细菌种类和数量依次减少。从细菌种群分布看, 在隔油塘细菌种群中, 假单胞杆菌属表现出优势, 占总菌群的 45%; 其次为芽胞杆菌属, 占总菌群的 15%; 在一塘和二塘的细菌种群中, 则以芽胞杆菌属表现出优势, 分别占一塘、二塘总菌群的 44% 和 40%; 其次为假单胞菌属, 分别占一塘和二塘总菌群的 28% 和 27%。从以上分布情况可以看出, 随着污水

表 5 各菌对 TNT 的降解率

塘名	菌株号	培养前 TNT 浓度 (ppm)	培养后 TNT 浓度 (ppm)	TNT 降解率 (%)	培养前 TNT 浓度 (ppm)	培养后 TNT 浓度 (ppm)	TNT 降解率 (%)	细 菌 属 名
隔 油 塘	A ₁	65	18.5	72	118	57.5	51	假单胞杆菌属
	A ₃		17.4	73		47.5	60	
	A ₁₀		19.6	70		78.5	33	
	A ₁₁		33.8	48		47	60	
	A ₁₇		17.9	73		44	63	
	A ₂₀		25.9	60		57.5	51	
	A ₂₂		10.1	84.5		35.5	69.5	动胶杆菌属
	A ₂		21.3	67		53.5	54.8	
	A ₁₆		9.0	86.1		13.5	88.5	
	A ₁₃		11.4	83		23.3	80	
一 塘	A ₁₄	19.5	70	25.2	78.5	无色杆菌属		
	A ₉	18.6	72	45.5	61.4	短杆菌属		
	B ₂₃	65	11.3	83	118	35	70	芽胞杆菌属
	B ₁₄		20.1	69		41.5	64.8	产碱杆菌属
	B ₁₁		16.5	75		30	75.6	假单胞杆菌属
	B ₁₆		23.6	64		27	75.3	动胶杆菌属
B ₁₃	26.4		59	51.7		56		
B ₇	31.5		52	44		62.7	不动细菌属	
二 塘	C ₁₂	65	15.4	76	118	52.5	59.3	假单胞杆菌属
	C ₂₀		11.3	83		32	72.8	
	C ₂₁		37	43		78	32.3	

在氧化塘中的净化,污染物浓度逐渐减少,假单胞杆菌属菌株的数量有逐步减少的趋势,而芽胞杆菌属菌株的数量有增加的趋势。

3. 细菌忍耐 TNT 能力观察

我们对分离出的 53 株细菌,在分别含有 TNT 浓度为 20mg/l、50mg/l、80mg/l、100mg/l 的牛肉膏蛋白胨固体培养基上划线接种,32℃培养 24h,结果见表 4。

表 4 结果表明,隔油塘中的动胶杆菌属,柠檬酸杆菌属,短杆菌属、无色杆菌属对 TNT 忍耐力最强,在 TNT 100mg/l 的培

养基上全部生长。其次为假单胞杆菌属,在 TNT 100mg/l 的培养基上生长率为 77.8%。芽胞杆菌属菌株虽然在各塘中数量表现出优势,但对 TNT 的忍耐力较差,当 TNT 浓度增大,大部分菌株不能生长,在隔油塘和二塘 TNT 浓度为 100mg/l 时,芽胞杆菌属各菌株全部被抑制。

表 4 结果还表明,在不同 TNT 浓度下,隔油塘各属的菌株生长率最高,一塘次之,二塘生长率最差。这说明了隔油塘细菌对 TNT 的忍耐力最强,一塘次之,二塘忍耐力最差。

这和隔油塘、一塘、二塘 TNT 浓度依次减少呈现出相关性。一塘、二塘的 TNT 浓度是由于细菌的氧化降解作用依次减少,细菌对 TNT 的忍耐力也依次减弱。

4. 细菌对 TNT 的降解率

对含有 TNT 100mg/l 培养基上生长的各菌株,测定对 TNT 的降解能力。在葡萄糖、酵母膏液体培养基中,加 TNT 浓度分别为 65mg/l、118mg/l,经 32°C 摇床培养 24h 后,测定 TNT 降解率,结果见表 5。

从表 5 结果说明,隔油塘中动胶菌属菌株、柠檬酸杆菌属菌株对 TNT 降解能力较强,当培养液中 TNT 浓度为 118mg/l,降解率分别为 88.5%、80%;无色杆菌属的菌株降解率为 78.5%。一塘、二塘中假单胞杆菌属菌株对 TNT 降解能力较强,当 TNT 浓度为 118mg/l,最高降解率分别为 75.3% 和

72.8%。在 TNT 多级串联氧化塘中,动胶菌属、柠檬酸杆菌属、无色杆菌属和假单胞杆菌属的菌株,对 TNT 氧化降解起主要作用。

参 考 文 献

- [1] 杨彦希等,应用微生物学,1,44(1980).
- [2] 中国科学院微生物研究所细菌分类组编,一般细菌常用鉴定方法,195—198 页,科学出版社,1978 年.
- [3] 王大相编著,细菌分类学基础,39—106 页,科学出版社,1977 年.
- [4] Buchanan, R. E. et al., *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, pp. 217—237, 297—298, 531—549, Eighth edition, the Williams & Wilkins Company, Baltimore, 1974.
- [5] 污染源统一监测分析方法编写组,污染源统一监测分析方法(废水部分),133 页,技术标准出版社,1983 年.

活 性 炭 再 生 质 量 的 检 测

刘 运 祺

(航天工业部兰州物理研究所)

工业上常采用高温烧蚀的办法使处理废水后失效的活性炭得到再生,但再生过程中的质量检测却不易掌握。我们利用扫描俄歇电子能谱(Scanning Auger Microprobe 简称 SAM)和二次离子质谱(Secondary Ion Mass Spectrometry 简称 SIMS)做为活性炭再生质量的检测手段,取得了很好的效果。这种方法具有取样简单,测试迅速,数据可靠等优点,在目前是一种较先进的检测手段。

一、检测原理

SAM 是近年来迅速发展的一种研究固

体表面化学成份的分析技术。扫描俄歇电子能谱仪综合了扫描电子显微镜和俄歇电子能谱的特性,可以用细聚焦电子束激发靶,从而给出二维表面的元素分析。俄歇电子能谱则是利用入射电子束使原子内层能级电离,产生无辐射俄歇跃迁,俄歇电子逃逸到真空中,用电子能谱仪在真空中对它们进行探测^[1]。

SIMS 是利用一种低能或中能离子打到被分析物表面,被轰击物表面顶层的物质,有一部分以离子的状态发射出来称二次发射离子,将这些离子引入到质谱仪中进行分析,就可得到由二次离子产生的谱图。这种分析方