

漂染污水生化处理小结

无锡漂染厂 南京大学生物系

我厂在市委、纺织系统党的核心小组的领导下,在批林批孔运动中,狠批了反革命修正主义办企业路线,认识到“三废”治理、保护和改善环境也是办好社会主义企业的方向。我们组织了专业队伍在各兄弟单位的支持帮助下,针对我厂排放的废水首先进行综合利用,从工业废水中回收淡碱近2万吨,制成次氯酸钠300吨,部分染料也浓缩回收利用了五吨多,并回收了花衣毛50多吨。

废水经过上述物质的回收以后, pH、色度和有机物的浓度已大为降低,也有利于进一步生化处理。我厂从1972年下半年开始和南京大学生物系、无锡市纺织研究所等单位,组成三结合小组,进行小模型加速曝气池的试验。摸索无粪培菌及净化印染污水的操作方法。后又请上海纺织设计院设计了大型的表面加速曝气池,从1973年起建造了调节池,污泥池及加速曝气池于1973年年底投产试运转,运行五个月来,废水经处理以后 pH 下降到7左右,色度去除率约70%,出水耗氧量大多在80毫克/升以下,去除率约70%以上,生化耗氧量(BOD)多数在30毫克/升以下,去除率在90%以上。均达到和低于排放标准。

漂染废水的水质情况

我厂废水的性质,曾粗略的测定,和其他同类型厂的废水性质大致相同。从退浆和煮炼工序中排出的浆

水和果胶等,生化耗氧量极高,退浆废水据一般的估计,约占全工序生化耗氧量的45%。煮炼主要用烧碱(NaOH)水溶液作为洗涤剂。这一工序的生化耗氧量约占全工序的10—13%, pH 达7—13,而且还含有油脂、蜡脂和果胶等物质,所以混浊度大,排水量也比较多。

漂白工序废水中的生化耗氧量,只占全工序生化耗氧量的3%,主要由废水中含有纤维等夹杂物和界面活性剂产生。

染色工序,由于使用各种各样的染料、药品和助剂等,所以废水的性状相当复杂,而且经常有变化。

总之,漂染工业废水,随工种的不同而性状各异,而且经常有变化,所以处理时应当考虑到各工序废水的性状,以区分排水道,分别处理比较经济。凡是 pH、悬浮物、生化耗氧量、色度、铬、酚等有害的物质,都要进行处理。

曝气池的结构和设计问题讨论

我厂采用的是表面加速曝气池,该池原设计水量按80米³/时计。

1. 计算曝气池混合液所需容积:

$$V_1 = \frac{0.15 \times 80 \times 24 \times 0.9}{0.2 \times 4.6 \times 0.75} = 375 \text{ 米}^3$$

2. 澄清区所需容积(澄清区停留时间为1.8小

时):

$V_2 = 80 \times 1.8 = 144 \text{ 米}^3$

3. 曝气池所需容积:

$V = V_1 + V_2 = 375 + 144 = 519 \text{ 米}^3$

4. 结构所占容积按2%计算,则结构所占容积为:

$519 \times 2\% = 10.38 \text{ 米}^3$

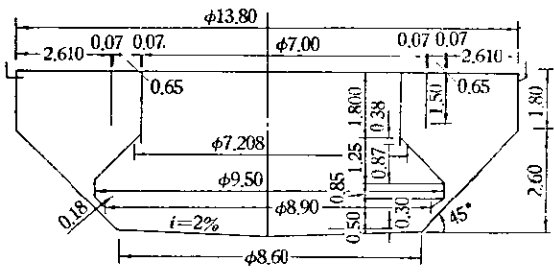
5. 曝气池总容积:

$519 + 10.38 = 529.38 \text{ 米}^3$

根据上述计算要求作图试算(尺寸见图示)

在作图时注意到池形各部分比例关系及控制主要参数如下:

- (1) 澄清时间控制在 1.5—2.0 小时,实际按 1.8 小时计算。(2) 澄清区上升流速控制在 0.2—0.3 毫米/秒,实际为 0.23 毫米/秒。(3) 回流比按 9 倍计算



- (加进水量本身为 10 倍)。(4) 导流区下降流速,有资料介绍不超过 15 毫米/秒,实际为 15.44 毫米/秒(基本上符合)。(5) 导流窗口浸没水深在 50—100 毫米。实际为 100 毫米。(6) 导流窗口总长度为导流区内侧周边总长度的 35—50%,实际为 40%。

最后计算结果见汇总表 1。

表 1 加速曝气池计算图计算成果汇总表

高 度 (米)				宽 度 (米)			备 注				
直壁部分 1.8	斜壁部分 2.6	保 护 高 1	总 高 5.4	直 径 13.80	导 流 区 0.65	曝 气 区 7	出水槽宽设计 0.25 米 回流缝设计 0.18 米				
	容 积 (米³)										
设 计 要 求	澄清区 144	沉淀区	导流区	曝气区	有效容积 519	结 构 所 占 容 积 10.38	总 容 积 529.38	澄清区 97.6	导流区 14.4	曝气区 34.6	总面积 149.6
		375									
实 际	146.4	139.14	21.6	212.56	519.7	10.38	530.08				
		373.3									

通过一段时间运转后,因我厂水质5天生化耗氧量(BOD₅)比原设计为高,且经常达不到设计水量,有时也开到 80 米³/时,但运转时间不长,我们是按水质情况调整进水量,以达到负荷稳定的,按下表关系运转,比较正常。因运转时间较短,是否符合上述规律需进一步摸索。

表 2 进水水量与进水 BOD₅

进 水 流 量 (米 ³ /时)	BOD ₅ (毫克/升)	进 水 流 量 (米 ³ /时)	BOD ₅ (毫克/升)
30	460	55	220
35	340	60	200
40	300	70	170
45	267	80	150
50	240		

活性污泥的培养和驯化

我厂废水处理,于 1973 年 12 月 20 日开始运转,培养活性污泥在 520 吨容量的曝气池中进行,培养液的配比如下:河水 400 吨,工业废水 112 吨,生活污水

(稀粪水) 7 吨,干的活性污泥 1 吨(干的活性污泥从上海织袜四厂取来,含水量达 75%)。

当天测得培养液中氨氮为 15.2 毫克/升,耗氧量为 10.5 毫克/升,pH 为 8,气温为 -5℃,水温为 8℃,溶解氧为 1.8 毫克/升,由于氨氮太低,于 21 日投加尿素 40 公斤,氨氮随即增高至 42 毫克/升。闷曝 40 小时后,混合液中出现钟虫,当时污泥体积为 2%,闷曝 3 天后,于 23 日下午开始进工业废水,进水量为 10 吨/时,于 28 日污泥体积已上升到 10%,到 1 月 11 日,在不到一个月时间内,污泥体积上升到 40%,污泥干重已接近 4000 毫克/升,工业废水的进水量,从 1 月 5 日开始已增加到 37 吨/时,每天并开始排泥 7.5 吨。从 1 月 7 日—13 日这 7 天内,进水量达 60 吨/时以上。处理效果为:色度去除率从 1 月 3 日—14 日都在 60% 左右(用光电比色法测定,如用纳氏比色法测定,色度去除率达 80% 以上),最高达到 77%,耗氧量的去除率也在 80% 左右,最高达 97%(1 月 3 日、4 日),污泥指数,从 1 月 5 日起开始计算,到 14 日这几天中,都在 100 左右。

在这次活性污泥的培养过程中,开始时由于水温太低,不适宜污泥的增长,因此闷曝 3 天就开始进工业

废水,这对于增高曝气池的水温是有利的,进水3天以后,水温就上升到18℃,此后水温一直保持在18—20℃范围内,这对于污泥的增长是比较适合的。

但漂染废水中仅含有少量的氮素,所以必须补充适量的氮素,以增高废水中的营养分,否则污泥的长势较差,结构也比较疏松,甚至会影响处理的效果。

表面加速曝气池的运转管理

从车间来的废水,通过排水管流入调节池,在调节池充分混和。因从各道工序排放的废水,水量时多时少,水质也常有变化,水质的变化通常随织物的品种、染料种类、水质的pH、温度和产品的数量而异,因此必须在调节池混合以后,才能控制一定的流量,放入曝气池,而且废水中有一些悬浮物和不溶性物质,也可在调节池内沉淀除去,以降低后处理的负荷。

废水流入曝气池以后,便和活性污泥混合在一起,这称为“混合液”,混合液由于翼轮的搅动,表面形成水跃,不断充氧,并使活性污泥和废水充分接触。废水和活性污泥接触时,由于活性污泥中微生物的作用,大部分有机物质便吸附到活性污泥上,使废水中的有机物得到净化。

工业废水处理的目的是,在于减少河流的污染度,但废水处理前后的水质变化必须通过检验来判定,现将一些主要的检验项目列述如下:

(1) 物理的性质:如温度,溶解氧,色度,臭味。
(2) 化学的性质:如化学需氧量(COD),pH,氨氮等,在特殊情况下,还需要测定酚类,氰化物,甲醛界面活性剂和农药等。
(3) 生物学的性质:如生化耗氧量(BOD)。

工业废水的种类繁多,测定的指标也各异,但经常测定的指标是COD和BOD。

1. 化学需氧量(COD) 是指在一定严格的条件下,水中各种还原性物质(有机物)和强氧化剂(如碘酸钾、重铬酸钾和高锰酸钾等)作用时所消耗的氧化剂的量,分析的结果以氧化剂的毫克/升数来表示。测定化学需氧量的方法很多,但用高锰酸钾来测定,方法简单,缺点是不能把水中所含有的有机物全部氧化(例如饱和烃就不被氧化)。但通常在测定天然水或含有容易被氧化的物质的废水时,根据化学需氧量的数据,可以得出含有多少有机物的概念。水中的有机物,特别是含碳的有机物,容易被氧化,而含氮的有机物不容易被氧化,所以用高锰酸钾法,可以指示废水中含碳物质的数量。用高锰酸钾法测定的化学需氧量,通常也可称为耗氧量(OC)。

2. 生物耗氧量(BOD) 水中的有机物质,在有氧条件下被微生物分解,而在这过程中所消耗氧的毫克/升数,称为生物耗氧量。这一生化过程进行很慢,

如在20℃培养时,若完全完成这个过程需100多天,因此除长期的研究工作外,没有实际的应用价值,一般标准是20℃培养五天(BOD₅)测定。

如果水样中含有苛性碱或酸,应当用稀碳酸钠中和。如果要测定氯消毒过的废水,用硫代硫酸钠除去全氯。此外,如果工业废水中含有酚和氰这类有毒物质时,因为一般的细菌不能分解这类有毒物质,必须接种人能够分解这类物质的细菌。

BOD高的水,表示含有大量能被微生物分解的有机物,若这类废水流入江河,江河水体中的溶解氧被大量消耗,水生动、植物的生存就要受到危害。

用活性污泥法处理废水,除了用BOD和COD来检查水质的污染度以外,还需要定量的测定活性污泥的状态。现把其中几种比较重要的方法说明如下。

3. 污泥体积 取曝气池混合液100毫升水样,放入量筒中沉降30分钟后,所占体积的百分数。

4. 污泥干重(MLSS) 将以上沉降30分钟的污泥,用真空泵抽滤,烘干,称得的污泥净重,即为污泥干重。

5. 污泥指数 单纯根据污泥体积或污泥干重,不能满足管理上的要求,但把两者结合起来,就可以作为管理上的指标,这两者的结合称污泥指数(SVI),或Mohlman指数。

SVI可用下式表示:

$$\text{污泥指数 (SVI)} = \frac{\text{30分钟沉淀后的污泥体积 (毫升数/升)}}{\text{污泥干重 (MLSS) (克/升)}}$$

沉降性能良好的污泥,污泥指数在50—100之间,指数在200以上,则表明污泥的沉降性质较差。如果MLSS减低,则污泥指数上升,这就表示有膨胀的趋势。

6. 污泥负荷 通常所称的“污泥固体”,或者指混合液悬浮固体,简称污泥干重(MLSS),或者指混合液挥发性悬浮物质(MLVSS),是MLSS的挥发性部分,通常 $MLVSS = 0.75 - 0.8 MLSS$ 。大多数研究者认为MLVSS更能代表活性污泥中微生物的干重,迄今已有大量的证据,证明活性污泥的效能和它的操作管理,应当根据每天进入的BOD和MLVSS之比来确定,这就是通常所谓的污泥负荷,可用下列公式来表示:

公斤BOD/公斤MLVSS/天

例如:已知3月1日的进水BOD为252毫克/升,出水BOD为19毫克/升,污泥干重(MLSS)为4.8克/升,进水流量为44吨/时。那么按上式求得污泥负荷为0.18。

$$\begin{aligned} MLVSS &= 4.8 \times 0.75 = 3.6 \text{ 克/升} \\ \frac{(0.252 - 0.019) \times 44 \times 24}{374 (\text{混合液体积}) \times 3.6} &= \frac{0.233 \times 44 \times 24}{1346} \\ &= 0.18 \end{aligned}$$

7. 根据污泥负荷求曝气池的进水量 根据历次

BOD₅的测定,估计本厂曝气池的污泥负荷在0.2左右。这样,根据BOD₅和MLVSS,按下式就可以求出进水量:

$$\frac{BOD_5 \times Q}{V \times MLVSS} = 0.2$$

上式Q为每天的流量,V为曝气池混合液的容积。

$$\frac{(0.252-0.019) \times Q}{374 \times 3.6} = 0.2$$

$$Q = \frac{374 \times 3.6 \times 0.2}{0.233} = \frac{269.28}{0.233} = 1155 \text{ 吨。}$$

每小时的流量为1155÷24=48吨

当然,组成BOD物质的性质,也可影响到处理效果。上面已谈到过,通常漂染废水,由于使用的染料、药品和助剂等种类经常更换,所以水质不很稳定,例如本厂的废水中据测定有时保险粉(低亚硫酸钠)的含量达0.1克/升。因保险粉是一种强还原剂,无疑会影响到处理效果。

此外,由于废水中界面活性剂的存在,曝气时很容易产生大量泡沫,这也是处理上的一个障碍。

8. 泥龄和排泥量 泥龄这一名词,是指活性污泥(悬浮固体)停留在曝气池中的时间,可用下式计算:

$$\text{泥龄} = \frac{1}{1/2 \text{ 负荷}} = \frac{2}{\text{负荷}}$$

今已知本厂曝气池的污泥负荷为0.2,则泥龄为2/0.2=10天。

从泥龄的天数也可以求出每天的排泥量应为374÷10=37.4吨。

表面加速曝气池的运转管理,就是根据上述这些指标来控制的。检查并比较进水和出水的色度、pH、COD和BOD就可以知道处理的效果。测定废水中的氨氮,就可以知道水中的含氮量。测定混合液的溶解氧,可以了解充氧情况,也可以间接地推测进水的有机物浓度。根据污泥干重和污泥指数可了解活性污泥的性质,还可以根据污泥负荷求得进水量,也可以从污泥负荷求得泥龄,并推算出排泥量等等。这些都是运转管理上必不可少的指标。有关这些项目的测定方法,可查阅参考书。

本厂废水的处理效果部份资料如表3。

表3 污 水 处 理 分 析

项 目 日 期	气 温 (℃)	水 温 (℃)	pH 值		溶解氧 (毫克/升)		耗氧量 (毫克/升)		BOD ₅			氨 氮 (毫克/升)		色 度 去除率 (%)	活性污泥性质		
			进	出	曝	出	进	出	进	出	%	进	出		体 积 (%)	干 重	指 数
1	10—13	22	10—10.5	8	2.2	1.8	145	60				9.76	8.02	55	65	4.5	144
2	16—3	22—25	10	8	1.4	1.2	126	41.7				17	8.3	52	54	4.2	128
3	19—9	24—25	9.5—10.5	7.5—8.5	1.17	0.9	160	38.8						35	51	4.6	110
4	25—12	22	9.5	7.5	2.5	2	98.3	25.5	128	72		7.69	11.69	73.9	65	5.3	123
5	21—15	21—27	9.5—10.5	7.5—8.5	0.85	0.66	143	53				7.74	6.3	50	57	4.7	121
6	21—11	25—27	10—10.5	7.5—8	1	0.47	178	50				10.88	7	60	61	5	122
7	19—11	23—26	9.5—10	7.5—8.5	2.2	1.35	165	47.6				8.4	7	50	63	5.7	111
8	15—11	23—24	9.5—10.5	7—8	1	0.43	233	63.8				4.96	5.7	59	68	5.5	124
9	19—8	23—25	9.5—11	7.5—8.5	0.83	0.3	249	74.1				18.6	3.45	88	72	5.1	141
10	21—9	18—25	9—9.5	7—7.5	1.1	0.74	201	62.5							74	5.72	129
11	24—12	22—25	9—9.5	7	1.06	0.57	194	54.6				9.5	16	75	77	4.2	183
12	19—13	22—23	8.5—9	7	0.67	0.4	140	65				5.97	13.8	65	77	4.2	183
13	21—12	24—26	7.5—9	6.5—7	2	1.1	98	43	112	4.7	95.2	2.8	3.16	80	76	4.1	185
14	16—10	25—26	9.5—10	7—8	1.08	0.64	145	35.6				3.73	4.4	56	78	4.3	180
15	21—12	24—26	9.5—10	8—9	1.34	0.6	146	46.6	232	3.8	98	4.6	3.87	71	78	4.6	166
16	25—12	24—26	10—11	8.5—9	1.4	0.46	163	50				4.2	7.8	43	66	4.5	146
17	28.5—14	24—27	9.5—10.5	8—8.5	1.6	0.9	168	54.3						66	67	4.3	156
18	19—11	20—22	9.5—10	7—8	2.26	1.46	127	44				3.15	7.56	61.3	67	4.6	145

讨 论

一、营养

要提高有机性废水的生物学的氧化效率,废水中

必须含有最低量的氮和磷,还需要微量的钾、钙、镁、钠、硫、氯以及痕迹的铁、锰、钴、铜、锌、钼和铅等元素,以利于活性污泥的生长。

大多数的废水,从营养的角度来看,往往不能满足上述的营养要求,在这种情况下,必须把废水中不足的东西补足。通常工业废水中氮、磷相当缺乏。氮、磷不

是要影响到污泥的增长,从而不能得到好的处理效果。通常废水中 BOD 和氮、磷合适的比例是 $BOD:N:P = 100:5:1$,最低要求是: $BOD:N:P = 100:2:0.5$ 。在培养活性污泥的阶段,营养要求可能要高。

根据我们模型试验的培菌经验,耗氧量:氨氮 = 10:1 以上时,活性污泥的增长比较正常。如果耗氧量和氨氮之比失调,废水中的氨氮过低时,会影响到污泥的质量,甚至会引起膨胀。

废水中不同性质的有机物转化成活性污泥的能力也各不相同,所以污泥的增长和废水中有机物的组成也有密切关系。

总之,在活性污泥法中,处理的某些工业废水,是活性污泥(微生物)的培养基,同时废水中的有机物被微生物分解而得以净化,所以生物处理法比化学处理法更为经济。

二、温度

通常认为 20°C — 30°C 废水的处理效果最好,在 10°C 以下或 35°C 以上,好气性细菌的活性便降低。在夏季,当水温达到 30°C 以上时,活性污泥中的丝状菌大量滋生,所以最容易引起丝状菌膨胀, 10°C 以下,必须提高 MLSS,因为只有这样,才能保持足够的微生物来氧化废水中的有机物。

我们这次在 12 月底进行活性污泥培养,因为气温太低(一般低于 5°C),所以对培养活性污泥是很不利的,但由于我们培菌开始以后的第四天,曝气池就引进工业废水,以至水温便上升到 18°C 左右,才克服了这个困难。

三、氢离子浓度 (pH)

进入曝气池的废水,最适 pH 为 6—9, pH 不低于 5.5,不高于 10。本厂处理的废水, pH 通常在 10 左右,出水的 pH 在 7 左右。偶然进水和出水的 pH 有超过这一界限的,但通常水质的情况比较稳定。

曝气池混合液的 pH,可影响污泥中微生物的种类,也会影响污泥指数。混合液的 pH 在 6.5 和 7.5 时,污泥指数最低, pH 7 时次之。混合液的 pH 如呈酸性,活性污泥便分散,失去沉降性。而且酸性环境有利于丝状菌的增长,可使污泥指数增高,这些都是引起膨胀的原因。

四、溶解氧

因为活性污泥法是好气性生物学处理方法,所以废水中必须供给充分的氧,才能够把其中的有机物氧化。如供氧不足,处理的效果便下降。

氧化有机物时所消耗氧的量,取决于处理时 BOD 的去除率。通常活性污泥法可去除 BOD 达 90—95% 以上。

一般认为曝气池混合液中的溶解氧在 1.5—3 毫克/升时为最适宜,我们在运转管理上控制溶解氧在 1—2 毫克/升这一范围内。当进水中有机物的浓度大时,混合液中的溶解氧和有机物起氧化作用而被消耗,于是溶解氧下降,如发生这种情况,就应当增加翼轮转速以提高充氧能力。如果这样尚不足以补充被消耗的氧时,就得减少进水的流量。相反,当溶解氧突然上升,说明进水中有机物的浓度太低。在这种情况下,可减低翼轮转速,或增加进水的流量。

漂染废水中经常含有象保险粉(低亚硫酸钠)和硫化钠等还原性物质。这类物质进入曝气池后,迅速消耗混合液中的氧,于是使混合液处于缺氧状态,也会影响到 BOD 的去除率。

五、负荷量

废水的处理量,随废水的种类和处理条件的不同而异。作处理规划时,应当按照废水的水质在一定的条件下,来决定最适的负荷量。负荷量,通常以容积负荷、污泥负荷和水量负荷来表示。

容积负荷以下式表示:公斤 BOD/米³/日。污泥负荷以下式表示:公斤 BOD/公斤 MLSS (或 MLVSS)/日。

本厂的表面加速曝气池,根据 1974 年 1、2 月的数据估计,混合液在 18°C ,污泥挥发性悬浮固体 (MLVSS) 在 3.6 克/升的情况下,污泥负荷以 0.2 为最合适。

在活性污泥法的处理过程中,如受到废水浓度、组成或流量上的突然变化(称为冲击负荷)可引起污泥膨胀。

六、污泥浓度

废水中有机物的去除率和活性污泥的量成正比,即混合液的污泥浓度愈大,净化速度也愈快。

可是污泥浓度过高,污泥体积便随之增高,这样污泥便不容易和净化了的水分离,致使出水的 BOD 增高,而且混浊,以致达不到净化的效果。此外污泥浓度过高,也会影响翼轮的提升能力。

由于曝气池中的污泥在不断的生长,所以要经常排泥以控制适当的污泥浓度,改善翼轮的提升能力,使污泥回流畅通,同时还可以排出微生物的代谢产物,免于细菌自身中毒。

七、污泥膨胀

当活性污泥沉降性能差的时候,污泥体积膨胀(解体),比重变轻,不能沉淀下来,于是随出水一起流出,使出水的 BOD 增高,这种现象称污泥膨胀。解释污泥膨胀的原因已有不少的看法,但由于引起污泥膨胀的因素复杂,至今没有一个看法可以把这种现象解释得十分圆满。

正常的活性污泥在量筒中沉淀得很快,上清液略带一点混浊,但透明度仍比较高;当混合水刚倒入量筒时,污泥象均匀的悬浮物,但沉淀后它们便聚集成块。污泥指数在 50—200 这一范围内。显微镜观察正常的活性污泥,是由直径为 50—500 微米大小不等的颗粒组成的。这种颗粒是由细菌包埋在胶状物中而成的。所以叫做菌胶团式污泥片。污泥片的表面附着各种原生动物。有自由游泳的纤毛虫类和有柄的纤毛虫类。有时还可以看到线虫和轮虫,上清液中有少数分散的细菌、丝状菌和鞭毛虫类,还有一些悬浮的颗粒。

有时由于曝气池中含有硝酸盐,如果硝酸盐发生反硝化作用则产生氮。氮在活性污泥中累积成小的气泡,而使污泥的密度低于水,于是上浮。

活性污泥如在曝气池底压积时间过长,便形成嫌气条件。嫌气作用所产生的 CH_4 和 CO_2 也可使污泥上浮。

上述这两种污泥上浮现象,并不涉及活性污泥质量的问题,只是因为污泥中产生了气泡,使密度低于水,所以污泥上浮不应当和污泥膨胀混为一谈。

真正膨胀的污泥可以分成两类:(1)污泥指数高,和沉降率低的“菌胶团膨胀”,(2)沉降率低的“丝状菌膨胀”。

菌胶团膨胀的污泥片中含有大量的结合水。正常的活性污泥含有 90% 的结合水。但 $\text{SVI}=400$ 的污泥,含有 380/400% 的结合水,显微镜观察这种污泥,可见污泥片疏松,表面积增大。丝状菌膨胀的污泥,在量筒中沉淀得很慢, SVI 大于 100 有时甚至大到 2000 以上,上清液很清洁,膨胀的污泥,有时发出甜香或水果香。

丝状菌膨胀的污泥粒和正常的污泥相似,只不过从污泥团块中伸出更多更长的丝状菌,有时污泥几乎全部由丝状菌组成。丝的直径约 1 微米,不分枝。这种丝状菌大多数属球衣细菌(*Sphaerotilus natans*)。球衣细菌可在各种简单的、可溶的底物中生长繁殖。而在复杂的碳水化合物、脂肪和蛋白质中却生长很慢。它们可利用氨或硝酸盐作为氮源,但需要维生素 B_{12} ,或给它蛋氨酸的营养。

球衣细菌是否可以在嫌气条件下生长,常属疑问。但有人发现它们可以在溶解氧低于 0.1 毫克/升的条件下生长。它们生长的最适 pH 为 5.3—8.1。最适温度为 30℃。在 15℃ 以下则不能生长。因此它不是活性污泥低温解体的原因。

已有报道证明球衣细菌可氧化硫化氢,而在细胞内沉积硫。它可以产生大量的细胞外多糖类,还能在纯培养中形成污泥片。

据报道引起丝状菌膨胀的细菌,除了球衣细菌外,还有蕈状芽孢杆菌(*B. mycoides*)、贝氏硫细菌(*Beggiatoa*)、白地霉(*Geotrichum candidum*)和丝状酵母等

种类。

从上述这些资料中,至少可以知道有两种因素可引起丝状菌解体。可溶性的有机化合物,它们易于被微生物同化,所以有利于丝状菌的生长。而复杂的不溶性化合物,它们必须在水解以后才能被同化的,这些化合物有利于活性污泥微生物的生长,而且,不论是哪一种底物,如果负荷太高,都可引起丝状菌膨胀。

组成废水的各种成分,由于比例失调如碳氮比过高也可引起污泥膨胀。

其他如废水中含有大量的腐败物质,含有大量的有机物或石油,以及含有大量的碳水化合物,都可引起污泥膨胀。在曝气池中过多或过少地充氧,或搅动不充分,短路混合液中固体的含量过低或过高,都可引起膨胀。

当活性污泥膨胀时,管理人员往往在曝气池中投加惰性固体以增加污泥的重量,或加凝聚剂,使污泥粒子凝聚起来。所用的增重剂有粘土、活性碳、硝石灰、消化污泥等。用以减低 SVI 的凝聚剂有明矾、铁盐、合成的高分子电解质和石灰等等。凝聚剂可能除了石灰以外,其他的化学药品,对活性污泥中的微生物类群,不会引起多大的改变,但可以改善解体污泥的沉淀性质。

八、活性污泥中的微生物

活性污泥是胶质的团块,其中有单细胞菌或丝状菌。原生动物大多附着在菌胶团的表面。菌胶团是活性污泥的主要组成成份。但不是所有的细菌都能形成菌胶团。菌胶团有各种不同的形状,有球形的椭圆形的,也有垂丝状的,但大多数呈分枝状。菌胶团能吸附废水中的有机物,并把它们分解利用。活性污泥中含有的优势菌的种类,取决于废水中有机物的性质,例如,在含有碳氢化合物和碳水化合物的废水中优势菌为极毛杆菌属(*Pseudomonas*)、含蛋白质的废水中优势菌如产碱杆菌属(*Alcaligenes*)、芽孢杆菌属(*Bacillus*)和黄杆菌属(*Flavobacterium*)。

藻类在曝气池中很难增殖,因为藻类需要光,而曝气池中尽是污泥,光无从透入。

真菌在生物滤池中极为常见,它们是生物膜的一种组成成份,近来用于脱氮的镰刀霉,也属于真菌。

曝气池中经常可以看到原生动物,但原生动物对于废水中有毒物质的去除,并无显著的作用。因原生动物减少时,酚、硫的去除率仍很高,原生动物虽然也有吞噬细菌和废水中悬浮物质的作用,但主要只能作为指示生物,通常曝气池中有钟虫或等枝虫出现,反映处理效果良好,这种条件适于活性污泥的增长,曝气池中常见的原生动物如下:滴虫属(*Monas*)、波多虫属(*Bodo*)、腹滴虫属(*Pleuromonas*)、气球滴虫属(*Oikomonas*)

(下转第 9 页)

(上接第 25 页)

as)。以上四属鞭毛虫统称为动鞭毛虫,在培养活性污泥的开始阶段,数量极多。

等枝虫属(*Epistylis*),盖纤虫属(*Opercularia*),小口钟虫属(*Vorticella microstoma*),沟钟虫属(*Vorticella convallaria*),以上四属均属纤毛虫纲中的旋毛目。

有肋楯纤虫(*Aspidisca costata*),游仆虫属(*Euplo-*

tes),属纤毛虫纲的腹毛目。

其他尚有四鞭毛虫属(*Tetramitus*),瞬目虫属(*Glaucoma*),漫游虫属(*Lionotus*),扭头虫属(*Metopus*),康氏纤虫属(*Cohnilembus*),大草履虫属(*Paramecium caudatum*),变形虫属(*Amoeba*),足吸管虫属(*Podophrya*),槌吸管虫属(*Tokophrya*)和壳吸管虫属(*Acineta*)等,都可在曝气池中见到。