

编 号: 0085

内 部

科学技术成果报告

完全混合活性污泥法处理漂染废水

科学技术文献出版社

科学技术成果报告

完全混合活性污泥法处理漂染废水

内部发行

编辑者：中国科学技术情报研究所

出版者：科学技术文献出版社

印刷者：中国科学技术情报研究所印刷厂

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

开本 $787 \times 1092 \cdot \frac{1}{16}$ 2.25 印张 90 千字

插表10·插图2

统一书号：17176·52 定价：0.35元

1976年1月出版

144(0085)

毛主席语录

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

人的正确思想,只能从社会实践中来,只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

人们为着要在自然界里得到自由,就要用自然科学来了解自然,克服自然和改造自然,从自然里得到自由。

目 录

前言.....	(1)
一、漂染废水的性质.....	(1)
二、活性污泥法处理漂染废水半生产性试验.....	(2)
三、废水处理中的微生物.....	(13)
四、剩余活性污泥的农业利用.....	(18)
五、结语.....	(23)
附录 I 完全混合活性污泥法处理漂染废水处理工艺参数推算.....	(24)
附录 II 活性污泥中常见生物.....	(29)
参考资料.....	(32)
微生物图说明.....	(32)

完全混合活性污泥法处理漂染废水

江苏省常州东方红染厂
中国科学院土壤研究所
江苏省化工研究所
上海市政工程设计院

前 言

漂染废水生化处理试验，是江苏省轻工业局，江苏省科技局1972—1973年度重点科研项目之一。在常州东方红染厂主办下，有中国科学院土壤研究所，江苏省化工研究所和上海市政工程设计院参加，成立了以工人为主体的三结合科研小组，在该厂党委的统一领导下，以马列主义和毛泽东思想为武器，狠批林彪一伙散布的唯心主义先验论，反动的唯生产力论，以及孔孟之道等谬论。积极开展了漂染废水生化处理的试验研究工作。

两年来，我们在漂染废水生化处理方面，作了上百次试验，取得了上万个数据。并着重对漂染废水生化处理工艺条件，微生物活动规律和剩余污泥农业利用方面进行了科学实验。在生化处理的基础上，我们还进行了三级处理试验，采用了混凝，沉淀和过滤方法，经过小型试验，出水水质得到很大改善，硬度从13度(德国度)降低到6度，水基本不含颜色，基本上可满足漂染工艺工业用水的需要。(见1973年10月专题报告《聚合氯化铝在漂染废水中应用》)

由于我们工作还刚开始，认识还很不全面，对试验报告中的缺点和错误，欢迎大家批评指正。

一、漂染废水的性质

本厂是专门生产杂色卡其的染整厂。漂染工艺可分三大部份，即漂炼，染色和成品。废水主要来源是漂炼和染色这两部份。

漂炼废水中含浆料、碱、酸、果胶质、纤维素、木质素和棉子壳等。在平幅煮炼过程中，含有洗涤剂，废水污染程度高。废水基本上是不均匀排出，按照本厂设备及操作运转情况，

废水量的时变化系数约在 5 左右。染色废水性质与使用染料的品种直接有关, 本厂目前主要用的染料有士林染料、纳夫妥染料、硫化染料和活性染料, 染料品种更换, 无一定规律, 更换剧烈时, 每班可达四、五次之多, 因此废水性质变化较大。染色废水主要含染料、浆料、肥皂, 采用不同品种染料时, 还含有不同助剂, 士林染料废水中含有保险粉、纳夫妥染料废水中含有拉开粉和硫酸锌, 硫化染料废水中含有硫化碱等。废水量的排放比较均匀, 时变化系数约为 1.2 左右。

经过实测, 本厂废水总量在 4500—6000 米³/天, 最大时与平均时流量之比在 1.6—1.65 之间。在一天中, 废水的 pH 值, 耗氧量和色度, 变化很大, 并无一定规律。

经过两年来的摸索, 漂染废水的 COD_{Cr} 在 500—1100 毫克/升之间变动, 常在 600—700 毫克/升之间; BOD₅ 在 100—500 毫克/升之间变动, 常在 250—350 毫克/升之间, $\frac{BOD_5}{COD_{Cr}}$ 之比在 0.2—0.6 之间变动, 常在 0.4—0.6 之间; (见图 1), 悬浮物在 100—500 毫克/升之间变动, 常在 200—300 毫克/升之间; pH 值在 3—12 之间变动, 常在 8—10 之间; 水温在 17—34℃ 之间变动, 常在 25—30℃ 之间。

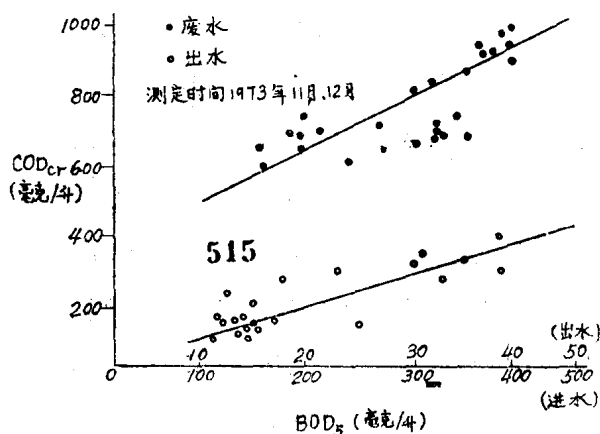


图 1 废水和处理后水 COD_{Cr} 和 BOD₅ 关系

色度变化甚大, 本厂以深色为主。

综上所述, 漂染废水的特点是, 水量大, 浓度高, 颜色深, 变化多。

废水中含少量挥发酚, 在 0.1 毫克/升以下, 一般硫化染料不用时, 无硫化物, 如以 $S_2O_3^{--}$ 表示 (包括其他还原物) 有 14—46 毫克/升, SO_3^{--} (包括 S_2O_4) 有 13—46 毫克/升。硼含量在 0.2—0.36 毫克/升变动, 锌含量在 2.45—4.5 毫克/升变动, 此外, 未检出其他特殊有毒物质。废水的

二、活性污泥法处理漂染废水半生产性试验

1. 废水处理流程和主要设备 本厂漂染废水, 经过半分流制下水道汇集后进蓄水池, 用进水泵提升后至高位池, 废水逗留约 4—6 小时, 在高位池中投加人粪尿, 并用水泵不断

搅拌。废水经高位水池自流入曝气池，用泵轴型曝气叶轮充氧，废水经曝气后进入二次沉淀池，经泥水分离后，活性污泥回到曝气池，剩余污泥排到湿污泥池，供农肥利用，处理水排入河道。废水处理流程见图2。

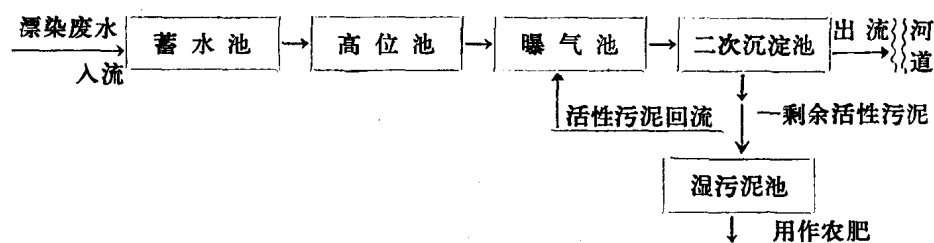


图2 废水处理流程图

本厂废水处理主要设备如下：

蓄水池：长8米，宽6米，深3.7米，容积178米³

高位池：直径5.1米，高6米，容积120米³

曝气池：上圆直径5.55米，下圆直径3.07米，上圆直壁高3米，圆锥高1.4米，有效水深3.7米，干弦0.7米，有效容积75米³。

二次沉淀池：平流式，长4.4米，宽2.95米，深3.98—1.4米，有效容积约16.5米³。

水泵及机械传动主要规格有：

进水泵：相当于4BA—18离心泵，流量65—110米³/时，扬程17.1—23米，功率10瓩。

进水泵：相当于3BA—9离心泵，流量30—55米³/时，(兼作搅拌用)扬程28.8—33.5米，功率7.5瓩。

表1 曝气叶轮线速与充氧关系 *

v 米/秒	Qs 公斤氧/时
3.81	8.5—9.5
4.01	9—11
4.25	10—12
4.37	11—14
4.65	13—16

* 本表根据1970年安徽棉纺总厂和1972年安纺及云南省勘察设计院实测资料汇总。

常用线速为3.85—4.65米/秒。

曝气叶轮清水充氧量与叶轮线速关系大致如表1。

污泥回流泵：相当于3BA—9离心泵，

流量30—55米³/时，扬程28.8—33.5米，功率7.5瓩。

粪泵：齿轮泵，4.5瓩。

曝气叶轮传动方式：JZS变速电机→减速机→伞齿轮→叶轮，JZS变速电机规格15/5瓩，1410—470转/分。

曝气叶轮直径φ750泵轴(E)型，叶轮

本站试验运转过程中,进水流量及回流污泥量均用三角捻计量,用闸门调节,人粪尿投加量用转子流量计计量。曝气池污泥回流量为进水量的100%—150%。

2. 废水处理试验期进水水质组成 本厂下水道系半分流制系统,漂炼废水与雨水道联通,染色废水有专用下水道进污水处理站。在1973年1月至6月上旬和9月至12月,本厂全部污水进处理站处理,从6月中旬至8月下旬,由于雨季影响,漂炼废水只有部分进处理站处理。在1973年5月以前,进水采用连续进水,6月开始,采用每8小时进水4小时。废水由于经蓄水池和高位池的调节,进曝气池水质要比原始水质淡。

3. 废水处理取样分析情况 本污水站在试验阶段,一天三班运转管理,每班测定 pH,水温,污泥体积,溶解氧,流量及回流污泥量各两次,污泥浓度和污泥有机物量每班测定一次,剩余活性污泥有机物量每班测定一次,剩余活性污泥每班排除1—2次,进出水每2小时取样一次,采用一天混合水样,分析COD和BOD₅,人粪尿每班投加一次,并测定氨氮一次。曝气叶轮转速,每班均作观察记录,但不经常调整线速。微生物相观察,上午及下午各观察一次。当班成员,同时还观察记录漂染车间开车情况。

试验中有关水分析方法,参照常規水分析方法进行,1973年3月—12月废水处理水质分析见表13(见32页后附表)。

4. 废水处理工艺参数推算 利用活性污泥处理废水方法有很多种,本站选用完全混合活性污泥法,其优点在于:(1)曝气池中混合液近乎均匀,水质到处相同,微生物群性质和数量也到处相同(2)由于池中原有液体的稀释,进水水质和水量变化,对生物氧化系统的影响将降到最低,可最大限度地承受工业废水的变化;(3)生物生长中能释放出的营养物,在完全混合系统中,营养物的释放和再利用,发生在同一地点,可以减少营养物的投加量。在我们试验中证明,采用完全混合活性污泥法处理漂染废水,可以缩短曝气时间,节约基建投资,上马快,占地少,处理后的废水,可以达到国家排放标准。

在完全混合活性污泥系统中,BOD的去除,污泥的增长和氧的需要等工艺参数,本站参照W.W.Eckenfelder等提出两阶段理论进行推算。在推算过程中,对1973年废水处理资料进行了具体分析研究,由于进行各种条件试验,每一阶段资料,只能说明一个方面问题,原则上是选用某一正常期的一批资料,然后推算参数,再以计算值与实测值相对照。因为我站在运转、管理过程及水分析方法等方面,还存在某些缺陷,故对个别明显不符合规律的数据,舍去不用。具体选用资料如下,BOD去除常数推算,考虑到与水温有关,选用11月逐日平均资料,污泥增长和氧的需要,选用各旬平均资料,清水与废水氧转移系数 KLa 之比 α 值,选用短期内实测曝气池混合液需氧率资料,BOD—污泥负荷与污泥沉降性能关系,经过详细分

析,发现污泥膨胀与水温关系不大,故选用各月逐日BOD——污泥负荷平均值与对应的污泥指数平均值进行点绘。污泥膨胀期数据不列入。

(1) BOD去除常数 按照W.W.Eckenfelder等提出的生物处理两阶段反应理论,当进水BOD浓度低的情况下,BOD去除率和污泥的增长呈现为一级反应,BOD去除关系式为:

$$\frac{-dL}{dt} = K_2 \cdot L \quad (1)$$

考虑到污泥的影响

$$\frac{-dL}{dt} = K_2 \cdot S_a \cdot L \quad (2)$$

经进一步演算,BOD去除率为

$$E = 1 - e^{-k \cdot S_a \cdot t} \quad (3)$$

式中: E BOD去除率(%)

S_a 污泥浓度(P.P.M)

t 曝气时间(小时)

k BOD去除常数 $\left(\frac{1}{P.P.M \text{时}}\right)$

在完全混合活性污泥系统中,根据系统内物质平衡,BOD去除率可用下式表示:

$$\frac{L_a - L_e}{S_a \cdot t} = K \cdot L_e \quad (4)$$

公式(4)可变化为:

$$\frac{S_a \cdot t}{\frac{L_r}{L_a}} = S_a \cdot t + \frac{1}{K} \quad (5)$$

式中: L_r 去除BOD(P.P.M) $L_r = L_a - L_e$

L_a 进水BOD(P.P.M)

L_e 出水BOD(P.P.M)

其他符号同前

若求某一生化系统内BOD去除常数K值,可测定该系统内 S_a , t , L_a 和 L_e 值,进行归纳计

算后,按照公式(5)以 $S_a t$ 为横坐标, $\frac{S_a t}{L_r}$ 为纵坐标点绘,得到该直线纵轴截距,即可求得K值。

本站试验期BOD去除常数K值见图3。

BOD去除常数K值与水温有关,常用下式表示:

$$K_T = K_{20} \cdot M^{T-20} \quad (6)$$

式中 K_T 水温为 $T^\circ\text{C}$ 时BOD去除常数

K_{20} 水温为 20°C 时BOD去除常数

M 系数一般1.047—1.065,本站用1.047计算

经计算漂染废水BOD去除常数 20°C 时为 0.524×10^{-3} ,用上述K值计算试验期BOD去除率并同相应时期内实测BOD去除率相比较(见表2),结果是相接近的。

(2) BOD的去除与污泥增长 根据生长动力学和物质平衡原理,BOD的去除导致了污泥的生长,文献一般介绍,所去除BOD中,有25—50%是被氧化了,其余的则生成为新鲜污泥。按照微生物生长曲线的不同阶段来考虑,由生成作用和氧化作用聚集的净产生污泥可用下式表示:

$$\Delta VSS = a \cdot L_r - b \cdot S_a \quad (7)$$

式中 ΔVSS 净增污泥挥发固体 (公斤/天)

L_r 去除 BOD_5 (公斤/天)

S_a 混合液挥发固体 (公斤)

a 污泥产生系数 (一)

b 污泥自身氧化率 (1/天)

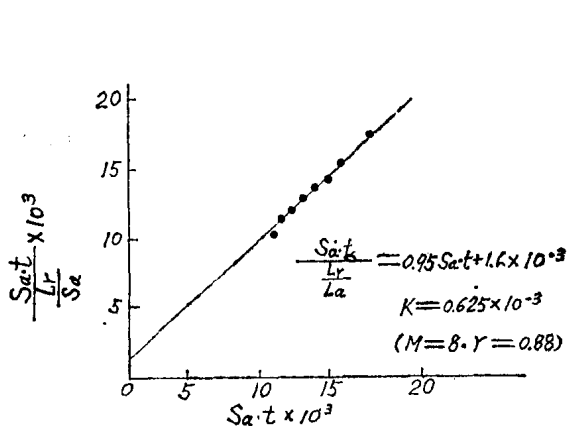


图3 BOD去除常数K值

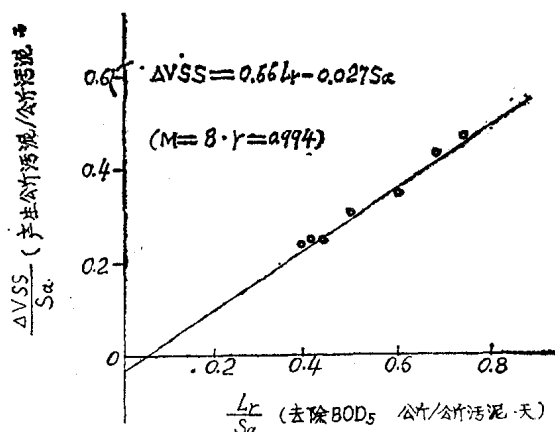


图4 BOD去除和污泥增长

表2 BOD去除率计算值与实测值比较

日 期	水 温 (°C)	S _a (克/升)	(t) (时)	$K \times 10^{-3}$ $(\frac{1}{P.P.M时})$	BOD 去除率 计算值%	BOD 去除率 实测值%
3月 1—18	20.8	3.5	5.5	0.55	92	94
4月 8—15	25.8	2.3	6.4	0.69	92	91
26—30	27.0	2.4	8.3	0.73	94	92
5月 上 旬	26.0	2.0	9.5	0.69	93	96
中 旬	25.5	2.36	8.7	0.68	93	96
下 旬	28	2.22	6.7	0.76	92	95
6月 4—20	28.1	4.04	6.1	0.76	95	96
22—30	29.6	3.66	6.1	0.81	95	94
8月 5—10	31.5	2.13	5.1	0.89	91	91
16—30	30	2.0	4.95	0.83	89	91
9月 2—14	27	2.86	4.95	0.73	91	90
16—29	27	2.7	4.95	0.73	91	92
11月 上 旬	25	2.73	5.5	0.66	91	94
中 旬	22.5	1.98	5.5	0.58	87	91
下 旬	23	2.42	5.5	0.60	89	94

为了求得公式(7)中 a 值和 b 值,需要测定系统内剩余污泥挥发固体量, BOD去除量以及混合液挥发固体量。本站在试验期资料,按照公式(7)计算,推算结果漂染废水 a 值为0.66, b 值为0.027 1/天。

从实践中知道,当系统中氨氮增加和曝气时间缩短, a 值上升,反之则下降。

(3) BOD去除与氧的需要 利用好气微生物处理废水过程中,氧的存在是最根本的要素。为了达到预期的处理效果,氧的需要量和供应量,必须达到平衡。

在活性污泥处理废水系统中,氧的需要量表现为两个方面,一方面是有机物的生物氧化以合成新的生物体,并供给生成所需的能量;另一方面,生物体的自身氧化,前者常称为合成用氧,后者常称为氧化用氧。生物氧化系统内需氧量可用下式表示

$$O_2 = a' \cdot L_r + b' \cdot S_a \quad (8)$$

式中: O_2 活性污泥需氧量 (公斤氧/天)

L_r BOD去除量 (公斤BOD/天)

S_a 混合液挥发固体 (公斤)

a' 去除BOD的一部分,用来提供生长所需的能量, (一)

b' 内源呼吸率 (1/天)

为了求得系统内 a' 值和 b' 值,需要测定需氧量, BOD去除量和混合液挥发固体量。

在推算系统内需氧量过程中, 需确定氧总转移系数 K_{La} 值, 废水与清水 K_{La} 之比 α 值和废水与清水的饱和溶解氧之比。

在有活性污泥曝气池中, 氧的转移与平衡可用下式表示:

$$\frac{dc_L}{dt} = K_{La} (C_s - C_L) - r_r \quad (9)$$

$$K_{La} (C_s - C_L) = r_r + \frac{dc_L}{dt} \quad (10)$$

式中: K_{La} 混合液氧总转移系数 ($\frac{1}{\text{时}}$)

C_s 混合液饱和溶解氧 (P、P、M)

C_L 混合液溶解氧 (P、P、M)

r_r 混合液需氧速率 (氧P、P、M/时)

K_{La} 值是表示供氧曝气器性能的指标, 如果供氧曝气器性能好, K_{La} 值大, 反之则小。

当系统内BOD—污泥负荷保持一定, 则混合液需氧速率不会随时间而改变, 就存在稳定状态, 曝气池在这种条件下, 可称为有氧消耗稳定状态, 则单位时间内氧转移率为一常数,

$$\frac{dC_L}{dt} = 0, \text{ 公式 (10) 变为:}$$

$$K_{La} (C_s - C_L) = r_r \quad (11)$$

分析公式 (11), 为求某一系统中供氧曝气器, 在曝气混合液中氧转移系数 K_{La} 值, 可在稳定条件下, 测定 r_r , C_s 和 C_L 。

在我们试验中, 当曝气池BOD—污泥负荷保持不变, 曝气池充氧叶轮线速为4.25米/秒, 测定 r_r , C_s 和 C_L 值, 参照公式 (11) 计算, 得到曝气混合液氧总转移系数 K_{La} 值在20°C为5.14—6.4之间, 平均5.85。

在同一曝气池和同一充氧叶轮, 相同线速下, 清水充氧量20°C时10—12公斤氧/时, 在计算中用11公斤氧/时, 求得清水充氧20°C时 K_{La} 值为15.8, 按照上述测定结果, 废水和清水 K_{La} 之比 α 值在0.33—0.41间, 平均0.37。

公式 (11), 可进一步演变为:

$$C_L = C_s - \frac{r_r}{K_{La}} \quad (12)$$

在我们试验中, 测定曝气池混合液的 r_r 和 C_s 值, 用 $\alpha = 0.4—0.3$ 推算废水 K_{La} 值, 代入公式 (12), 计算 C_L 值, 并与实测 C_L 值相比较, 见表 (3), 结果两者是较接近的。

表3 曝气池中混合液溶解氧计算值与实测值比较

日 期	水 温 (℃)	r_r (毫克/升/时)	K_{La} (1/时)	C_{sw} (毫克/升)	C_t (毫克/升) 计算值	C_t (毫克/升) 实测值
7月1日	33	24	7.56	6.2	3.02	2.5
7月2日	32	24	7.4	6.29	3.05	3.0
	32	21	7.4	6.29	3.4	3.0
7月8日	33	28	7.56	6.20	1.2	1.6
7月18日	33	30	7.56	6.20	2.3	2.0
7月25日	33	36	7.56	6.20	1.4	1.5
8月27日	30	27.5	7.05	6.51	2.6	1.9
	30	28.2	7.05	6.51	2.5	2.0
	30	30	7.05	6.51	2.1	1.5
	31	30	7.24	6.38	2.1	1.8
	31	40	7.24	6.38	0.88	0.8
	31	33	7.05	6.38	1.6	1.5
	30.5	35	7.00	6.45	1.45	1.5

说明:

[1] 7月份叶轮线速4.25米/秒, 废水 $\alpha=0.37$, 清水 $K_{La(20)}=15.8 \frac{1}{\text{时}}$

[2] 8月份叶轮线速4.65米/秒, 清水 $K_{La(20)}=19.4 \frac{1}{\text{时}}$, $\alpha=0.3$, 废水 $K_{La(20)}=5.82 \frac{1}{\text{时}}$

根据多次实测, 废水和清水饱和溶解氧之比, 在0.85—0.9之间, 本报告中采用0.85计算。

综上所述, 曝气池混合液氧的转移可用下式表示:

$$O_2 = N \cdot \frac{(C_{sw} - C_L)}{9.17} \cdot \alpha \cdot 1.02^{T-20} \quad (13)$$

式中: O_2 水温为 $t^\circ\text{C}$ 时转移入
曝气池混合液中氧量(公斤氧/时)

N 水温为 20°C 时转移入曝气
池清水中氧量(公斤氧/时)

C_{sw} 水温为 $t^\circ\text{C}$ 时曝气池混合
液饱和溶解氧(P、P、M)

C_L 水温为 $t^\circ\text{C}$ 时曝气池混合
液溶解氧(P、P、M)

α 废水与清水 K_{La} 之比。

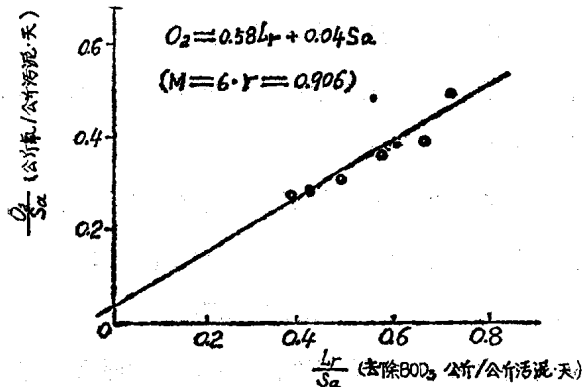


图5 BOD的去除和氧的需要

在我们试验中, 实测 N_1 , C_{sw} , C_L 和 α , 用公式 (13) 计算出转移入曝气池混合液中氧

量,另外,计算同一时期内 L_r 和 S_a 值,代入公式(8),推算 a' 和 b' 值,见图5,计算结果,漂染废水 a' 在0.5—0.6范围, b' 值为0.04。

从试验中观察到,生物氧化系统中需氧率变化是较大的。由于需氧率随着水温,BOD—污泥负荷,污泥浓度和曝气时间等变化而变化,一年中,冬季和夏季需氧率不同,甚至在一天中也有变化,我们实测需氧率变化见表4。

为了维持活性污泥系统中有一定数量溶解氧,供氧速率,要大于需氧速率,考虑到不利因素的影响,最大供氧速率要大于平均供氧速率的1.5—2.5倍。

表4 曝气池混合液需氧率之变化

时 间 1973年8月27日	水 温 °C	C_l 毫克/升	r_r 毫克/升/时	S_a 克/升	K_r 毫克/克/时
6:00	30	1.9	27.6	2.16	12.8
8:00	30	2.1	28.2	2.16	13.7
10:00	30	1.5	30	2.26	13.3
12:00	31	1.8	30	2.08	14.4
14:00	31	0.8	40	2.12	18.8
16:00	31	1.5	33	2.05	16.1
18:00	30.5	1.5	35	2.21	15.8

说明:

[1] BOD—污泥负荷 0.28公斤/公斤·天

[2] 进水氨态氮 10毫克/升

[3] 曝气叶轮供氧速率不变。

[4] K_r 表示每克污泥每小时耗氧数 $K_r = \frac{r_r}{S_a}$

(4) BOD—污泥负荷与污泥沉降性能关系: 在活性污泥处理废水系统中,废水中有机污染物,经生物降解作用后,部分被氧化了,部分被吸附在活性污泥颗粒上,如果污泥沉降性能较差,泥水分离不好,出水中将挟带有微细的污泥绒体,处理效率将下降,如果情况进一步恶化,出水中将挟带大量污泥,使曝气池中很难维持一定的污泥浓度。给操作管理带来很大麻烦,最后,导致整个生化系统失去平衡,处理效率将显著下降。所以污泥沉降性能,同处理效率有密切关系。

污泥沉降性能,常以污泥体积指数(SVI)来表示,沉降性能差,指数高,沉降性能好,指数低。每一个活性污泥处理厂,对污泥指数都有它自己的经验数值,一般认为,指数小于250为正常期,指数大于250为膨胀期。

从实践中知道,污泥指数与BOD—污泥负荷有关,随着BOD—污泥负荷的变化而变化。当BOD—污泥负荷在某一范围内,污泥指数常常大于250,所谓进入污泥膨胀带。当BOD—污泥负荷小于或大于这一范围,污泥都不产生膨胀,很多废水处理实践资料,都认为有这样

一个共同的特点。从我们试验期资料来分析，BOD—污泥负荷无疑是引起污泥膨胀的重要因素，另外，曝气池长期缺氧，进水碳氮比失调，均会引起污泥膨胀。在我们试验期内，BOD—污泥负荷与污泥指数关系见表5和图6，从上述资料分析，漂染废水当BOD—污泥负荷超过0.6，污泥指数大于250，污泥要发生膨胀。为此，选择适当BOD—污泥负荷，避免污泥发生膨胀，是设计废水生物处理的重要环节。

表5 BOD污泥负荷与SVI关系

日 期	SVI	L_a/S_a	日 期	SVI	L_a/S_a
5月29—31	99	0.11	9月22—30	100	0.52
6月4—15	83	0.13	10月14—16	90	0.28
16—19	100	0.2	22—29	101	0.37
22—29	64	0.14	11月1—7	120	0.49
8月3—10	67	0.16	8—13	225	0.51
17—22	60	0.10	14—15	277	0.73
9月8—13	120	0.37	16—19	250	0.57
18—21	115	0.42	20	325	1.01
			21—30	240	0.61

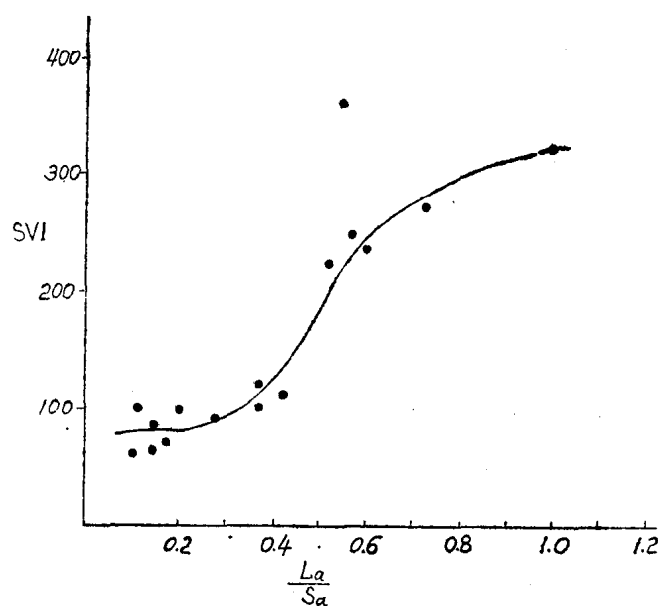


图6 BOD—污泥负荷与SVI关系

(5) 养料的需要 为了使生物氧化系统能正常运转，微生物新陈代谢作用能得到平衡，需要保持一定数量的氮和磷；此外还需要一些微量的其他元素，如钾、钙等，这些微量元素，在废水中均含有一定数量，可以满足细菌代谢的需要。在工业废水生化处理过程中，

氮和磷常常是不足的。为了取得最好的处理效果，要供给一定量的养料。

氮在生物处理过程中，是作为生成微生物细胞之用，在内源呼吸阶段，氮又重新进入溶液中，其中的一部分将重新恢复和供生成细胞之用。氮在废水生物处理系统中的循环，见图 7。

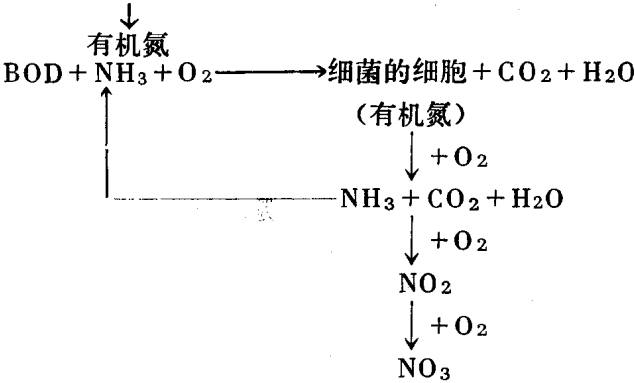


图 7 废水生物处理中氮的循环

氮在水中存在形式有氨态氮，有机氮，亚硝酸氮，硝酸氮等。各种形式的氮，并不是都可被微生物所利用，微生物通常容易利用的氮为氨态氮，所以，常常供给生化系统的养料以氨态氮形式投加，磷常常投加可溶性磷酸盐。氮磷的投加量，用去除BOD量的大小来控制，一般每去除100公斤BOD，投氮 5 公斤，投磷 1 公斤，即去除BOD:N:P=100:5:1。

在漂染废水成分中，是缺少氮和磷，我们在进行生物处理过程中，以人粪尿作为氮源和磷源，投加在进水中。

不同氨态氮投量与BOD去除关系见表 6

表 6 氨氮投加量与BOD₅去除关系

月 份	氨氮投加量 (毫克/升)	出水BOD ₅ (毫克/升)	BOD ₅ 去除 %
3	34.8	17.4	94.7
4	14.3	27.3	91
5	19.3	13.3	96
6	15.4	10.8	95.3
7	18.7	8.5	94
8	15.8	8.6	95.4
9	5.6	9.3	91.7
10	8.8	10.3	95.6
11	11.8	27.7	92
12	9.4	13	93.2

从表6可以看出, 氨氮投加量高的为34.8毫克/升, 低的为5.6毫克/升, 而BOD₅去除率均在90%以上, 出水亦符合排放标准, 因此我们认为在一般的情况下, 维持5—15毫克/升的氨氮对漂染废水的正常生化处理是适量的。当然如果有条件, 多些则更好。

5. 废水处理主要工艺参数 综合上述各点, 采用完全混合活性污泥法处理漂染废水, 其工艺参数如下:

(1) BOD—污泥负荷要小于0.6公斤/公斤/天, 常用0.2—0.5公斤/公斤/天, BOD去除常数在20℃时为 $0.524 \times 10^{-3} \frac{1}{P, P, M \text{ 时}}$ 。

(2) 曝气池污泥浓度(挥发固体)1.5—3.5克/升, 污泥体积指数, 正常期在100—200之间。

(3) 废水在曝气池停留时间5—6小时, 泥水分离时间1—1.5小时。

(4) 污泥产生量, 每去除1公斤BOD, 产生新污泥挥发固体0.6—0.7公斤。

(5) 供氧量, 维持曝气池混合液溶解氧1—2毫克/升, 每去除1公斤BOD需氧0.6—0.8公斤。废水与清水氧转移系数 K_{La} 之比0.3—0.4, 废水与清水饱和溶解氧之比0.85—0.9。

(6) 当进水BOD在250—350毫克/升, 氨态氮要保持5—15毫克/升。

按照上述各点进行操作和管理, 出水BOD可小于20毫克/升, 悬浮物小于30毫克/升, pH在7左右, 色度去除70—80%, 处理水能达到国家排放标准。

三、废水处理中的微生物

利用微生物处理工业废水大致可以分为两种: 一种是好气性处理; 另一种是嫌气性处理。一般BOD在1000毫克/升以下者可用好气性处理, 而易于腐败的, BOD在1000毫克/升以上者可用嫌气性处理。

活性污泥法是好气性生化处理污水的一种主要方法, 废水通过活性污泥的作用, 使有害物质被吸附和氧化, 从而使废水得到净化, 活性污泥是由大量的低等生物, 各种杂质和纤维等物所组成。这些低等生物包括原生动物, 细菌, 真菌, 藻类和后生动物等等, 其中细菌是大量的。

两年来, 我们对用活性污泥法处理漂染废水的效果与微生物的关系进行了初步的观察, 现分述如下:

1. 活性污泥的培养

活性污泥法处理工业废水, 其活性污泥的来源大致有几种: