

试验研究

# 印染废水在日常运行中好氧微生物种群变化的研究

何强斌<sup>1</sup>, 张文武<sup>2</sup>, 陈东东<sup>1</sup>

(1.浙江省东阳市横店污水处理厂, 浙江 金华 322118;

2.北控水务集团有限公司, 北京 100080)

**摘要:** 本项目废水采用"絮凝沉淀+水解酸化+接触氧化"处理工艺,通过水质监测和调试过程中环境的变化对好氧生化池中生物相的变化进行了分析和研究,重点介绍了原生动物和后生动物的生活环境和形态以及在不同环境条件下所起的指示作用。微观生物相指导宏观生产,宏观生产密切联系微观世界,微观与宏观相结合,为工程调试和日常运行提供帮助,使污水处理有序、稳定、高效、科学地进行生产。

**关键词:** 印染废水;接触氧化;微生物相

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2015)06-0014-04

## STUDY ON CHANGES OF DYEING WASTEWATER BY MICRO ITCHY MICROBIAL POPULATIONS IN DAILY OPERATION

HE Jiang-bin<sup>1</sup>, ZHANG Wen-wu<sup>2</sup>, CHEN Dong-dong<sup>1</sup>

(1.Hengdian Dongyang Sewage Treatment Plant, Zhejiang Jinhua, 322118, China;

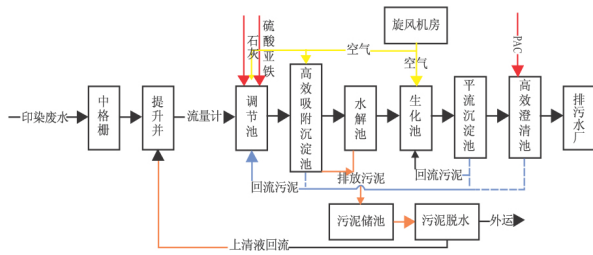
2. Beijing Enterprises Water Group Co., Ltd, Beijing, 100080, China)

**Abstract:** The procedure of flocculation + hydrolysis acidification + contact oxidation is used to treat wastewater in a printing and dyeing factory. By using water quality monitoring and analysis of the change of bacterial community in aerobic biochemical system, we research the relation between the living environment and the form of Protozoa and Metazoan and their indicative function in different environment. Bacterial community can be used to help process adjusting and operation, so as to make the process more stable and efficient.

**Key words:** printing and dyeing wastewater; contact oxidation; bacterial community

印染行业是工业废水排放大户,据不完全统计,全国印染废水每天排放量为 $3 \times 10^6 \sim 4 \times 10^6 \text{m}^3$ 。印染废水具有水量大、有机污染物含量高、色度深、水质变化大、可生化性差等特点,属难处理的工业废水。目前,国内的印染废水处理手段以生化法为主,有的还将化学法与之串联。生物接触氧化法是一种介于活性污泥法与生物滤池之间的生物膜法工艺,其特点是在池内设置填料,池底曝气对

污水进行充氧,并使池体内污水处于流动状态,以保证污水同浸没在污水中的填料充分接触,避免生物接触氧化池中存在污水与填料接触不均的缺陷。生物接触氧化法中微生物所需的氧常通过鼓风机曝气供给,生物膜生长至一定厚度后,近填料壁的微生物由于缺氧而进行厌氧代谢,产生的气体及曝气形成的冲刷作用会造成生物膜的脱落,并促进新生物膜的生长,形成生物膜的新陈代谢,脱落的生物膜将随出水流出池外。工艺流程如下:



## 1 废水微生物概述

### 1.1 主要微生物

在好氧生物处理系统(接触氧化池)中的微生物主要是细菌(包括真菌),其它还有藻类、原生动物等微型动物。在废水好氧生物处理过程中,去除含碳有机物起主要作用的是异养菌,数量最多的也是异养菌。真菌为多细胞异养微生物,严格好氧,喜欢酸性环境(最佳 pH 约 5.6),需氧量低。单细胞原生生物如原生动物和多细胞后生动物如微型动物轮虫在废水处理过程中也起主要的作用。这些微生物以小的胶体有机颗粒和分散的细菌细胞为食料,可减少生物处理系统出水的浊度。原生动物和后生动物的种类多少、生长情况和数量被用来评价生物系统是否正常。当原生动物种类多、生长好、数量多并出现后生动物时,一般认为废水处理系统处理情况良好,运行正常的象征。必须指出,新生的微生物细菌,是一种不稳定的有机物,呈悬浮固体状,易于分离。好氧生物处理的实质是废水中的溶解性有机物转化成不溶性可沉的微生物固体和一部分无机物,从而使废水得到净化。固液分离后的微生物固体是不稳定的,一般尚需进一步处理或处置。

### 1.2 影响好氧生物处理的因素

影响好氧生物处理的因素主要是温度、pH、营养物质、供氧、毒物和有机物性质等。

**温度:**根据生长的最适宜温度范围,细菌可分为嗜冷、嗜温和嗜热(或可分为低温、中温和高温)三大类。嗜冷菌的最佳生长温度为 4~10℃,嗜热菌为 50~55℃,嗜温菌为 20~40℃,废水好氧生物处理一般在 15~35℃内运行,温度低于 10℃或高于 40℃,去除 BOD 的效率大大降低。20~30℃效果最佳。一般在 5~35℃内,温度每增加 10~15℃,微生物活动能力可增加一倍。印染废水的温度一般在 38℃以上,夏季可高达 42℃,对微生物的生长和繁殖有很大影响。

**pH:**废水氢离子浓度对微生物的生长有直接影响。好氧生物处理系统在中性环境中运行最好,一般在 pH6.5~8.5 范围内。当 pH>9 或 pH<6.5 时,微生物生长受到抑制。低于 6.5 时,真菌和丝状菌在争夺食料中比细菌占优势,微生物形成的固体沉降性能不好,同时对管道和曝气设备有一定的腐蚀作用。

**供氧:**好氧生物处理过程中提供足够的溶解氧是至关重要的,供氧不足会出现厌氧状态,妨碍好氧微生物正常的代谢过程,并滋长丝状细菌。为了使微生物正常代谢和沉淀分离性能良好,一般要求曝气池出口溶解氧维持在 2 mg/L 左右。DO 也不能太大,太大会将附着在生物膜上的微生物打散,并且会出现大量后生动物使污泥老化导致污泥解絮,同时会增加能耗影响成本费用。

**营养物质:**微生物的代谢需要一定比例的营养物质。除需要以 BOD 表示的碳源外,还需要氮、磷和其它微量元素。生活污水含有微生物所需要的各种元素;有些工业废水则缺乏某些关键的元素,如氮、磷等,这时就需要添加适量的氮、磷等或生活污水。好氧生物处理对氮、磷的需要量可根据下式估计:  $BOD_5:TN:TP=100:5:1$ 。本项目的印染废水主要包括煮炼废水、漂白废水、丝光废水、染色废水和印花废水。氮、磷含量相对较少。

**有毒物质:**对生物处理有毒害的物质很多,其中包括重金属、 $H_2S$  等无机物质和某些有机毒物。毒物的毒害作用与 pH 值、水温、溶解氧、有无其它毒物及微生物的数量和是否驯化等有很大关系。本项目的印染废水硫化物较多,经常会引起硫化物中毒。

## 2 工程调试进程与微生物生长的关系

### 2.1 工程调试初期

生化池内接种污水处理厂的活性污泥。水中的微生物恢复活性后,镜检观察好氧池中主要的微生物仍为原城市污水处理中的优势菌体。主要有菌类、原生动物和浮游甲壳动物等。

### 2.2 调试过程中生物相变化

调试过程中随着印染废水量的不断增加和各种外界条件的变化,好氧生物池中的微生物种类和数量也随之发生着变化。通过观测水中微生物的这些变化就可以判断出工程调试的效果,也可以根据观测结果来对工程调试给出指导。

第一阶段 细菌、简单原生动物随着进水量的不断增加,初期的微生物中的原生动物和后生动物基本观测不到,主要微生物为各种菌类和少量的纤毛虫类。

此阶段进水量为设计进水量的30%左右,进水COD值在350 mg/L左右,pH在7.0左右,微生物种类比较单一。此时水中污泥SV30%值为8~10%,水中的营养物质比较丰富,每天按比例投加面粉、氮和磷做为营养物质。水中温度(中午)为28℃,适宜微生物生长。二沉池出水COD值为50 mg/L左右。

第二阶段 原生动物随着水量的不断增加和微生物菌群对废水水质的不断适应,好氧池中开始出现大量原生动物。此时仍有细菌存在,随着原生动物量的增加,细菌数量有所减少。此时主要的原生动物为各种变形虫、纤毛虫、钟虫和吸管虫。此阶段工程进水量达到70%左右,进水和出水水质稳定。此时污泥SV30%值为25%左右,进水COD在300 mg/L左右,出水COD在80 mg/L左右,较第一阶段有所上升。进水pH值在6.8~7.0左右,偏酸性。适当较第一阶段增加营养物质的投加量。微生物较活跃,生物量较稳定,有大量纤毛虫出现,如树状聚缩虫等。池中污泥量较第一阶段增长3倍以上。

第三阶段 微型后生动物出现,这个阶段进水量达到设计水量的80~90%,工程调试进入结束阶段,此阶段的生物相也有很大的变化。主要原生动物为细长扭头虫和大、小口钟虫等,大量的微型后生动物开始出现。主要有轮虫类,有猪吻轮虫、无甲腔轮虫、小粗颈轮虫和旋轮虫等。在一般的淡水水体中可以发现旋轮虫属、轮虫属微生物。轮虫是水体寡污带和活性污泥成熟、污水生物处理效果好的指示生物。

此阶段好氧处理进入稳定阶段,COD出水保持在50 mg/L左右,SV30基本稳定在30%左右。后生微生物大量出现,同时第二阶段的纤毛虫类数量减少。

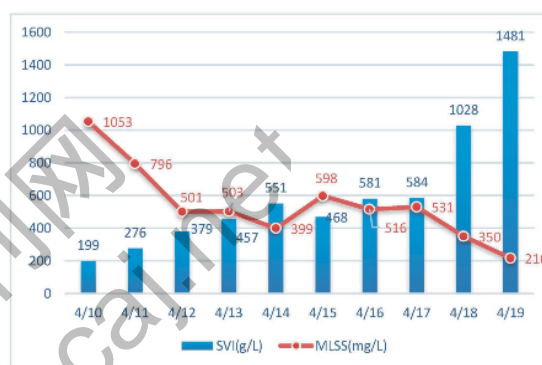
## 2.3 微生物在日常运行中不同时期种群的变化

### 2.3.1 污泥膨胀

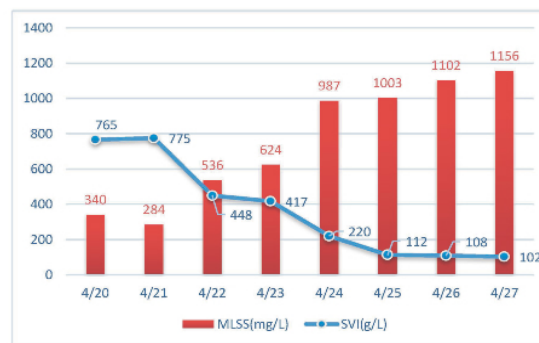
由于公司从经济成本考虑,减少石灰和硫酸亚铁的加药量,致使前端物化处理硫化物去除不足,生化处理过程硫化物有毒物质累积增多,丝硫

菌大量增殖;同时由于脱泥设备脱泥量太少,使得大量厌氧污泥和溶解性有机物回流到进水口给好氧微生物带来了很大的危害。SVI值过高污泥难于沉淀分离,并使回流污泥浓度降低,产生污泥膨胀,造成污泥的流失和活性污泥严重恶化等后果。这期间,原生动物急剧减少,仅有少量个体较大的钟虫和藻类出现,其他微生物都因丝状菌大量膨胀而占据各自的生存空间和资源争夺而很快消失。

污泥膨胀期间MLSS和SVI变化趋势之间的对照如下图:



在4月20日,公司开始采取临时措施解决污泥膨胀问题,在接触氧化池里投加石灰、硫酸亚铁、PAC和PAM,停止进水进行闷曝,污泥膨胀得到有效遏制。采取临时措施期间MLSS和SVI变化趋势之间的对照如下图:

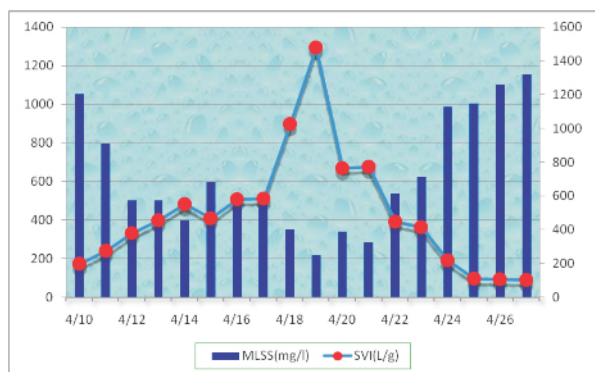


由于丝状菌的生存能力比菌胶团要强得多,竞争资源能力很强,丝状菌未得到彻底根除,数量比以前大为减少,原生动物开始出现。如漫游虫、楯纤虫和草履虫,随后还会出现栉毛虫(以草履虫为食)。草履虫先是开始增多,增长到一定程度后栉毛虫开始增多,栉毛虫会大量捕食草履虫,草履虫数量急剧减少,减少到一定程度栉毛虫会因没有食物而进行种群内部斗争使栉毛虫数量开始下降。总体来说,微生物界种群数量始终保持在一



个动态平衡,无时无刻都在遵循达尔文的生物进化论——物竞天择,适者生存。

污泥膨胀期间和采取控制措施期间 SVI 和 MLSS 对照表如下:



### 2.3.2 污泥解絮

污泥老化的结果会导致污泥解絮,此时原生动物较少,仅有少量鞭毛类和大量细菌出现。在污泥解絮前,对于印染废水的接触氧化处理工艺将会出现大量轮虫和线虫,而且此时出水特别干净,因为大量轮虫将会大量吞食细菌、死泥和原生动物,但过后由于食物链被破坏,轮虫会被饿死,原生动物和细菌开始进入下一个世代期重新生长。这一现象将作为污泥解絮前的征兆。

针对污泥解絮这一现象,在生产运行中应加大排泥操作同时减少回流,将老龄化污泥尽量排出,使其尽快产生新生微生物。

### 2.3.3 污泥腐化

污泥腐化是由于 DO 不足或曝气区域留有死角造成的,到现场可闻到臭味,污泥颜色发黑,出水 SS 和 PH、COD、BOD、TN、TP 都会随之升高,水

质变差。此时会突然出现扭头虫且异常活跃,变形虫、太阳虫和游离细菌会突然增多,个体较大,腐化严重时会出现草履虫。随着 DO 调整到正常水平,水质指标将恢复正常,上述原生动物将会逐渐减少直至消失。

### 2.3.4 污泥脱水

剩余污泥将被排放到污泥浓缩池,浓缩后污泥需要加聚丙烯酰胺絮凝剂,通过板框压滤机进行污泥压榨脱水,含水率能达到 60% 以下。脱水污泥中的微生物会因缺氧暂时处于休眠状态,存放几天后微生物会因缺水而死亡,污泥含水率能降至 50% 以下。

## 3 结论

随着微生物技术的不断发展,微生物废水处理技术在废水处理技术中占据了举足轻重的位置。而微生物作为一种有生命活动的生物物种来说也有其运行不稳定,受外界环境影响较大的缺点。如果能及时根据生物相的敏感变化来了解进水水质变化对废水处理效果的影响,宏观指数与微观生物相结合,进行科学的生产管理,势必会以最经济的运营成本达到印染废水生物处理稳定达标的效果。

## 参考文献

1. 夏昕,生物接触氧化法在印染废水处理中的应用,环保产业网站,2004。
2. 张统,总装备工程设计研究院环保中心,《给水排水》,2000(10)。
3. 黄铭荣等主编,《水污染治理工程》,高等教育出版社,2001。
4. 中国水网《水处理微生物学》

(上接第 39 页)

## 4 结语

将矿井水和生活污水进行综合利用,形成以矿井水和生活污水水源为主,灰岩水水源为辅,多

种水源共享的水资源利用模式,项目实施后每年可减少灰岩水开采量 663 752.5 m<sup>3</sup>,减少向水库的排放量 612 944.5 m<sup>3</sup>,减少 COD 排放量 36 776.7 kg,每年可取得净利润 229.78 万元,对类似煤矿水资源利用具有一定的借鉴意义。