

印染废水处理技术探讨

杨 俊, 周志斌

(江西省环境保护科学研究院广东分院, 广东 广州 510110)

摘 要: 阐述了物理化学法和生物法在印染废水处理中的应用。通过实例介绍了厌氧水解 + 射流曝气 + 气浮回流 + 混凝气浮工艺, 运行结果表明: 在平均进水水质 $\text{COD}_{\text{Cr}} 560\text{mg/L}$, $\text{BOD}_5 216\text{mg/L}$, $\text{SS} 178\text{mg/L}$, 色度 200 倍 的条件下, 其去除率分别为 86.5%、93.0%、81.0% 和 90.0%, 出水水质可达到《广东省地方标准水污染物排放限值》(DB44/26—2001) 中的一级标准。

关键词: 印染废水; 废水处理; 厌氧水解; 射流曝气; 气浮; 广东省

中图分类号: X703 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006 - 947X (2006) 增刊 - 0145 - 03

印染废水是一种有机物含量高、色度高、难生化降解的废水, 是废水处理难题之一。近年来, 随着化学纤维织物的发展、仿真技术的兴起和印染后整理技术的进步, PVA 浆料、人造丝碱解物、新型助剂等难生化降解的有机物大量进入印染废水, 其 COD 浓度达到 2000 ~ 3000mg/L, 使原有的生物处理系统去除率从 70% 下降到 50% 左右, 甚至更低。因此, 研究经济有效的印染废水处理技术已成为当今环保重要的课题和必要^[1-3]。

1 印染废水处理方法综述

印染废水处理方法主要有物理化学法和生物法。

物理化学方法中, 常用的有吸附法, 它是利用多孔性的固体物质使废水中的一种或多种物质被吸附在固体表面而去除的方法。工业上常用的吸附剂有活性炭等, 对去除水中溶解性有机物非常有效, 但不能去除水中的胶体疏水性染料^[4]。混凝沉淀法可降低印染废水的色度, 去除呈胶体状态的染料。常用的混凝剂分无机盐类 (如硫酸铝、明矾、三氯化铁等) 和高分子混凝剂 (如碱式氯化铝、聚丙烯酰胺 PAM) 两种; 气浮法针对印染废水中含有机的胶体颗粒、呈乳浊状的各种油脂类杂质、细小纤维和疏水性合成纤维的纤毛等, 预先使用混凝剂进行混凝, 则分离效果更佳; 电解法以往多用于处理含氰、含铬电镀废水, 近年来开始用于处理

印染废水, 该法的脱色效果显著, 产泥量少, 处理时间短, 但电耗和电极材料消耗较大, 宜用于小水量废水处理; 氧化脱色法可用于经生物法、混凝法处理后仍有较深颜色的出水的进一步脱色处理, 主要有氯氧化法、臭氧化法和光氧化法。

生物处理法中, 厌氧法的优点是应有范围广, 能耗低, 剩余污泥少, 耐冲击负荷能力强, 缺点是设备的启动时间长, 出水水质无法达标, 需进一步处理。活性污泥法是好氧生物处理的一种主要方法, 利用好活性污泥的吸附和氧化作用, 去除废水中的有机污染物质。生物膜法是与活性污泥法并列的另一种好氧生物处理法, 该法通过生长在填料, 如滤料、盘面等表面的生物膜来处理废水, 主要有生物接触氧化法、生物转盘和生物炭法等^[5]。

2 工程实例

2.1 水质和水量

珠江三角洲某印染厂印染废水, 处理规模: 3.6 万 m^3/d 。设计进水水质和出水见表 1, 出水要求达到《广东省地方标准水污染物排放限值》(DB44/26 - 2001) 中第二时段的一级标准。

表 1 进水和出水水质设计表

项目	pH	水温	COD_{Cr}	BOD_5	色度	SS	硫化物
进水水质	9 - 12	平均 40	600mg/L	180mg/L	300倍	300mg/L	20mg/L
出水水质	6 - 9	-	100mg/L	20mg/L	40倍	60mg/L	0.5mg/L

2.2 工艺流程

印染废水的常规处理方法一般分为生化 + 物化和物化 + 生化两大类处理工艺, 但由于缺少水解酸化单元, 实际运行中存在好氧生化单元反应不够彻底, 导致后续物化处理费用偏高的问题。在传统的好氧生物处理装置前增加水解酸化处理的“水解 + 好氧”串连工艺, 可以使印染废水中难以降解

收稿日期: 2006 - 03 - 01

作者简介: 杨俊 (1975 -), 男, 汉, 江西广丰人, 大学本科, 工程师, 江西省环境保护科学研究院广东分院副院长, 主持过 10 余项国家、省级项目的环境影响评价工作。

的有机物进行水解，生成为较易生物降解的物质，改善废水的可生物降解性，从而提高传统流程的 COD 去除率。目前国内许多新建的印染废水处理装置（包括生活污水和印染废水集中处理）均采

用由这一工艺开发的“水解—好氧”生物处理工艺，已取得了明显的环境效益和经济效益。

根据上述分析，并结合实际情况，提出综合污水处理工艺流程见图 1。

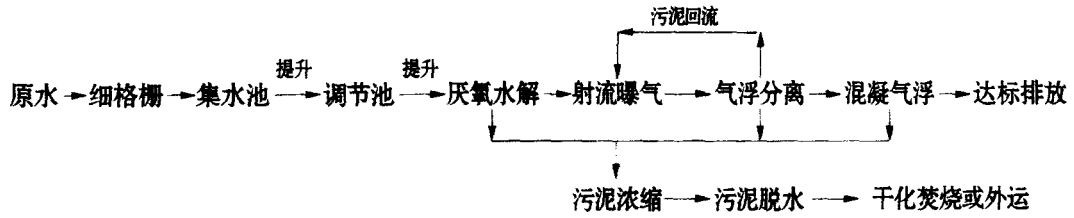


图 1 污水处理工艺

2.2.1 厌氧水解

染料是一种难降解的合成有机物，其分子结构中主要含有难以生物降解的吸引电子基团——偶氮基等。如果能够脱除分子结构上的吸引电子取代基，使电子双链等断开，则后续的生物降解会很容易，且染料分子也失去了发色基团。水解酸化降解染料有机物和脱色的机理在于：利用水解酸化微生物的酶促作用打断偶氮基的电子双链。这种生物降解过程需要多种酶的共同参与。水解过程中，水解污泥中生长的假单胞菌属、气单胞菌属、红螺菌属的细菌具有较好的脱色能力。混合菌群的脱色能力高于各单株菌，混合菌群依靠协同作用，使染料的降解更完全、脱色更彻底。

采用水解酸化处理，可以缓冲、降低原污水的 pH 值，增加污水中可溶性 COD 的比重，从而提高后续好氧处理的 COD 去除率，同时还可以缓冲、调节可能发生的冲击负荷影响，预防和克服后续活性污泥法处理过程中可能出现的污泥膨胀或丝状菌过量生长，增强处理系统运行稳定性和可靠性。

2.2.2 射流曝气

好氧生化系统的关键设备为充氧系统，射流曝气克服了传统射流曝气器能耗高、动力效率低的缺点，极大地提高了充氧能力，同时降低了动力消耗；避免了高压鼓风机所造成的噪声污染；消除了污水中表面活性物质对传氧速率的影响，传氧速率大大提高；向下喷射的行程范围可达 10m 以上，故水池深度最大可达 10~14m，不仅节省了占地面积，而且可使水泵和风机所提供的能量得到充分的利用；调整灵活方便。

2.2.3 气浮分离

气浮净水技术是水处理领域内一种快速、高效的固液分离新方法。它是依靠在水中介入众多的微气泡，去粘附水中的杂质，造成其总体比重小于水

而上浮至水面，从而实现同液分离的。

压力溶气气浮是使空气在一定压力的作用下，溶解于水中并达到过饱和的状态，然后再突然使水减到常压，这时溶解在水中的空气，便以微小气泡的形式从水中逸出，以完成气浮过程的方法。溶气气浮形成的气泡，粒度很小，其初粒度约在 1~10μm 左右。气泡与水的接触时间，可根据需要加以控制。因此，溶气浮的净化效率较高。

2.2.4 混凝气浮

印染废水可生化性较差，仅仅依靠生化处理一般难以达到排放要求。为确保最终出水稳定达标排放，同时为了防止生化系统意外情况的发生，在生化系统之后增加一段物化工艺。通过投加混凝剂或脱色剂，去除废水中残留的色度，另外还可将胶体物质转化为悬浮物，并连同废水中残余的较小和较轻的悬浮物一道从水中分离除去，此外还可去除部分菌体的代谢产物，保证最佳的处理效果。

加药混凝之后的分离有沉淀和气浮两种，其中加压溶气气浮法对染色废水的处理有较好的脱色效果。此外，因气浮分离能力约为沉淀分离能力的 4~5 倍，可大大减小分离区的面积，节省大量投资，且分离效果稳定，不受外界环境的影响，故选择加压溶气气浮法做为物化处理的措施。

2.3 主要构筑物

主要构筑物见表 2。

厌氧水解反应器可分为 3 类：厌氧活性污泥法、厌氧生物膜法、综合法。由于水量较大，采用厌氧生物膜法需大量填料，使投资费用大大增加；因水质浓度不高，单单采用厌氧活性污泥法使调试时间很长，同时也无法避免突然翻泥等现象，综合考虑上述因素，采用结合厌氧活性污泥法和厌氧生物膜法的复合床（UBF）反应器，可发挥厌氧滤池（AF）和厌氧污泥床（UASB）的优点，改善运行

效果。水力停留时间控制在 10h 以内为宜。

表 2 主要构筑物一览表

名称	尺寸 (m)	容积 (m ³)	数量
集水池	24.0 ×6.0 ×4.5	600	1
调节池	22.6 ×12.0	3140	1
曝气生化池	37.4 ×11.0	10100	2
污泥气浮池	36.0 ×7.0 ×4.5	512	1
混凝气浮池	36.0 ×7.0 ×4.5	512	1
污泥池	8.0 ×7.0 ×5.5	280	2

好氧反应器为两个 37.4 ×11.0m 的曝气生化池，水深 10.5m，总有效容积 20000m³，按照日处理 3.6万 m³ 的要求，水力停留时间为 13h，能够满足处理要求。

气浮分为活性污泥气浮回流和混凝气浮两个单元，前者的运行效果决定了曝气池的污泥浓度，后者的运行效果决定了最终出水的水质。目前加压溶气气浮是国内外最常用的气浮方法。压力溶气气浮法工艺主要由压力溶气系统、溶气释放系统和气浮分离系统三部分组成。

压力溶气系统包括水泵、空压机、压力溶气罐和其它附属设备。其中压力溶气罐是影响溶气效果的关键设备。目前应用最广泛是采用空压机供气。气浮法所需空气量较少，可选用功率小的空压机，并采取间歇运行方式。此外空压机供气还可以保证水泵的压力不致有大的损失。一般水泵至溶气罐的压力约 0.5MPa，因此可以节省能耗。为提高溶气效率，大都采用喷淋填料压力溶气罐。

溶气释放系统一般是由释放器（或穿孔管、减压阀）和溶气水管路所组成。溶气释放器的功能是将压力溶气水通过消能、减压，使溶入水中的气体以微气泡的形式释放出来，并能迅速而均匀地与水中杂质相粘附。

溶气释放器的主要工艺参数为：释放器前管道流速：1m/s 以下，释放器的出口流速以 0.4 ~ 0.5m/s 为宜；冲洗时狭窄缝隙的张开度为 5mm；每个释放器的作用范围 30 ~ 100cm。

气浮分离系统。一般可分为平流式、竖流式和综合式。其功能是确保一定的容积与池的表面积，使微气泡群与水中絮凝体充分混合、接触、粘附，以保证带气絮凝体与清水分离。

2.4 运行技术要求和结果

运行 3 个月时水质监测结果见表 3（平均值）。

从监测结果可知，出水水质优于《广东省地方标准水污染物排放限值》（DB44/26—2001）中第二时段的一级标准。

表 3 印染废水处理后的水质监测结果

项目	pH	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	色度
集水池进水	8.7	560mg/L	216mg/L	178mg/L	200倍
外排口水	7.8	75.6mg/L	15.2mg/L	33.7mg/L	20倍
平均去除率	-	86.5%	93%	81%	90%

3 结论和建议

(1) 实践证明，厌氧水解 + 射流曝气 + 气浮回流 + 混凝气浮工艺对印染废水的治理有较好的效果。

(2) 温度是影响废水可生化性的重要因素，经过对废水水温变化的分析，进调池平均水温为 40，该温度仍会影响生化系统的处理效果，因此，废水需降至 38 才可进入水解酸化池。

(3) 印染废水由于某些染料的难生物降解性，致使其 B/C 比不是很高，一般为 0.3 左右，在厌氧水解池中使废水进行水解酸化反应，该类废水 B/C 比可提高到 0.35 左右。

(4) 在印染废水中，硫化物浓度、硫酸根浓度会影响废水可生化性，当硫化物浓度低于 20mg/L 时，将不会对酸化菌和好氧菌的生化反应产生抑制作用。硫酸根对生化系统的影响主要在于其在厌氧菌的作用下会还原为抑制性的硫化氢，但其浓度在 1g/L 以内均不会对生化系统造成很大影响，另外，水解酸化池的停留时间应较短，则厌氧菌将不会成为主导性微生物，才能保证硫酸根浓度将不会对生化系统造成影响。

参考文献：

[1] 侯文俊，余发健．印染废水处理工艺进展 [J]．工业用水与废水，2004，35 (2)．
 [2] 陈银生，张新胜，袁渭康．印染废水处理技术 [J]．化工进展，2001 (5)．
 [3] 阮新潮，曾庆福，黎谦．纺织印染废水处理技术进展 [J]．武汉科技学院学报，2001，14 (2)．
 [4] 瓮亮，吴赞敏，李洪霞．印染废水的处理方法与进展 [J]．印染助剂，2005，22 (11)．
 [5] 杨书铭，黄长盾．纺织印染工业废水处理技术 [M]．北京：化学工业出版社，2002．

(下转第 161 页)

3.3 焚烧残渣的处理和利用

焚烧过程产生的炉渣,一般为无机物质,它们是金属的氧化物、氢氧化物和碳酸盐、磷酸盐以及硅酸盐。大量的炉渣特别是其中含有重金属化合物的炉渣对环境存在潜在危害。许多国家对焚烧残渣都进行填埋或固化填埋处理。由于土地有限,且残渣中含有可利用的物质,焚烧残渣也可为资源在建筑材料业开发利用。据统计,焚烧残渣可作为生产空心砖、实心砖(残渣砖)、残渣砌砖、混凝土骨料、沥青混凝土骨料等建筑材料。

4 小结

随着大理城市化进程的加快,城市规模的扩大,城市人口的不断增加,使大理市生活垃圾产生量不断增加,以10%递增速度计算,到2015年,大理市年产生垃圾量将达到36.5万t。若以低位热值800Kcal/kg计算,折合热值为7000Kcal/kg的标

准煤4.17万t。如全部用以发电并按20%的发电率计算,可安装发电设备9MW。

垃圾焚烧处理是一条比较可行的无害化、资源化的减容手段。只要各项治理技术措施落实到位,垃圾焚烧不仅可解决目前垃圾处置过程中的二次污染,而且节约土地资源,还可以回收热能热源。

参考文献:

- [1] 李建政,江群慧.废物资源化与生物能源[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [2] 邹惟前,邹青.利用固体废物生产新型建筑材料——配方、生产技术、应用[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [3] 赵云霞.城市垃圾污染防治对策研究[J].云南环境科学,2004,23(增刊1).
- [4] 徐蕾.固体废物污染控制[M].武汉:武汉工业大学出版社,1998.
- [5] 张益,陶华.垃圾处理处置技术及工程实例[M].北京:化学工业出版社,2002.

Study on Domestic Refuse Disposal by Incineration in Dali

YANG Jiang - hong¹, BAO Yun²

(1. Dali Team of Environmental Supervision, Dali Yunnan 671000, China)

Abstract: High temperature incineration process could be used to treat domestic refuse, which will produce thermal energy to generate electric power. The pollutants from incineration process will be treated harmlessly and circularly.

Key words: domestic refuse; power generation by incineration process; pollution control; incineration technology; Dali

(上接第147页)

Study on Treatment Technology of Dyeing Wastewater

YANG Jun, ZHOU Zhi - bin

(Guangdong Sub - institute of Jiangxi Institute of Environmental Science, Guangzhou Guangdong 510110, China)

Abstract: Application of physical and chemical process and biological process on treating dyeing wastewater is presented. A case adopting a composite process involving anaerobic hydrolysis and jet aeration and air flotation reflux and coagulant air flotation is taken. The running result shows that the removal rates of COD_{Cr}, BOD₅, SS and degree of turbidity are 86.5%, 93.0%, 81.0% and 90.0% respectively when the concentrations of them are 560mg/l, 216mg/l, 178mg/l and 200 times respectively. The outflow water quality can reach the first class standard of Guangdong local standard (DB44/26 - 2001).

Key words: dyeing wastewater; wastewater treatment; anaerobic hydrolysis; jet aeration; air flotation; Guangdong