



某染料废水处理改造初探

王陆珠

(安徽省化工设计院,安徽 合肥 230009)

摘要:应用纳滤技术, A/O 法改造, 混凝沉淀法去除某染料废水色度等污染物, 取得理想预期效果。

关键词:染料废水; 纳滤; A/O 法; MSBR 法

中图分类号: X703 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-553X(2006)06-0048-04

1 引言

某公司染料生产属于少批量, 多品种。由于市场变化导致其产品结构变化, 因此废水水质变化较大。根据现厂区废水处理站运行表明, 其进水 $COD_{Cr}=10000\sim 15000\text{mg/L}$ (极端时高达 20000mg/L), 色度 $=10000\sim 20000$ 倍, $BOD_5=3000\sim 4000\text{mg/L}$, $pH=6\sim 8$ 。废水组成如下: 过滤母液 $50\text{m}^3/\text{d}$, 冲洗废水量为 $300\text{m}^3/\text{d}$, 生活污水 $100\text{m}^3/\text{d}$, 其它废水量为 $50\text{m}^3/\text{d}$, 共计废水量为 $500\text{m}^3/\text{d}$ 。考虑废水中含盐量对生化处理的影响, 改造工程的设计规模为 $700\text{m}^3/\text{d}$ 。随着产品结构调整, 清洁生产项目的实施, 废水的水质有所变化, 浓度逐渐下降。废水处理站处理出水水质执行《污水综合排放标准》GB8978-96 规定的二级标准。废水改造工程设计水质见表 1。

表 1 改造工程设计水质表

项目	进水水质	出水水质
$COD_{Cr}(\text{mg/L})$	8000	150
色度(倍)	7000~10000	50
pH	6~8	6~9
$BOD_5(\text{mg/L})$	2000~3000	70
$SS(\text{mg/L})$	800	100

该公司虽然对现有的废水处理进行过多次技术改进, 采用物化加生化的处理工艺, 具有一定的针对性和适应性, 但在运行中存在不少问题。首先, 废水处理设施的布局不够合理, 处理装置分散, 几乎所有的构筑物都需要依靠泵提升来完成, 造成能耗浪费, 运行管理不便; 其次, 铁炭微电解容易堵塞, 物化处理部分的加药和 pH 值控制存在着一定的随意性, 没有在线仪表的控制反馈, 容易对生化处理产生不利影响; 第三, 厌氧水解(UASB)和好氧生化(MSBR)不完善, 造成各池的负荷不

均匀; 第四, 整个废水处理设施没有必要的联动控制, 操作强度大, 管理水平低下。

废水处理工艺改造坚持实用、合理、先进的原则, 主要从以下几个方面进行考虑:

(1) 处理程度。能否达到处理目标, 做到达标排放, 是废水处理最为重要的。

(2) 技术可靠性。工业废水需要有针对性的试验验证, 才使废水处理工艺方案具有坚实基础。小试的验证只能说明处理工艺可靠, 但能否在大规模生产装置上应用, 还要考虑运行操作等各方面的因素。

(3) 技术适应性。各种处理工艺都有优缺点, 主要看其能否最大程度适应现场条件。本工程结合工厂现有的废水处理装置, 尽量利用构筑物进行补充完善, 使之达到优化的目的。

(4) 二次污染的影响。通常伴随水处理过程的进行, 会产生噪声、臭气等污染因子, 因此要重视二次污染的防治。

2 纳滤技术的应用

纳滤技术是近年来发展起来的膜过滤新技术, 已被国内外多家染料生产厂用于废水处理。膜分离技术特点: ①在分离过程中不发生相变化, 也不发生相变化的化学反应; ②在膜分离过程中, 不需要从外界物质加进其它物质; ③膜分离可在常温下进行, 因此它对热敏性和对热不稳定的物质比较适合; ④需要定期进行维护, 膜易被堵塞, 膜的积留物需要另行处置, 运行成本高。

物化——生化处理出水再经纳滤膜过滤处理后, 废水排放可低于国家标准。根据试验情况, 最终排放的废水 COD 可控制在 150mg/L 以下, 色度可控制在 30 倍以下。



3 废水处理工艺的方案比较

3.1 采用混凝沉淀方法去除废水的色度和部分难降解物质

催化氧化和混凝沉淀这二种技术在染化行业都有应用,催化氧化技术的去除效率高于混凝沉淀,经过催化氧化处理后废水可生化性较高;催化氧化也存在一些明显缺陷,如对废水的 pH 值控制严格,设备的耐腐蚀要求高,催化剂的专一性不利于产品调整且容易失效。从本质上来说,催化氧化是利用氧化剂来氧化废水中的有机物,因此废水处理运行费用高。

混凝沉淀技术去除效率不及催化氧化,需要后续处理工艺来进一步处理,但混凝沉淀技术的适应性较好,运行费用也较低,设备的运行管理方便。由于本工程是改造项目,现有的污水处理装置内已有混凝沉淀设备,因此采用混凝沉淀技术作为预处理手段,可以满足本工程的改造需要。

根据厂方目前的药剂使用情况,经过常规水处理药剂进行筛选,在甄别出较好的脱色混凝剂的基础上加以改进,自行开发出新型脱色剂,集电中和凝聚、絮凝网捕、物理与化学吸附、氧化还原于一体。该新型脱色剂在碱性环境下水解后,电解质能使废水中的发色基团还原,胶体微粒脱稳而相互聚结,并可产生强烈的吸附作用,使颗粒逐渐结大,形成絮凝体。絮凝体在沉降过程中能集卷、网捕废水中的胶体等微粒,使脱色更彻底。新型脱色剂具有广泛的脱色性能,脱色力极大,对色素、杂质具有极强的吸附力及净化力。在有效脱除废水色度的同时又有较高的 COD 去除效果。对色度的去除率稳定,平均去除率在 94%,最大去除率为 96%,最小去除率为 91%。物化处理对 COD 的去除率与进水水质关系较大,平均去除率在 36%,最大去除率为 57%,最小去除率为 17%。物化处理手段对去除色度效果非常好,可以很好地弥补生化处理的不足。由于进水水质波动造成物化处理对 COD_G 去除率的波动,对后续处理产生影响。因此,物化处理出水不直接进入生化反应池,而是先进入缓冲池,在缓冲池内与生活污水混合。缓冲池的停留时间为 10 小时,可有效缓解物化出水的波动。

3.2 兼氧处理工艺

废水经预处理后,色度得到了极大的去除,而且废水的可生化性有了提高。由于本工程处理的对象为难降解的化工废水,其表现为分子结构复杂,在降解过程中又会释放出一些影响因子,如溶解氧等,容易造成活性污泥的膨胀。因此在好氧生化处理前采用兼氧酸化作为生化预处理工艺。许多研究表明,在通常的生物处理前

加一级兼氧酸化预处理可以明显提高其对污染物的去除效果。其目的有二:第一,降解大分子物质;第二,提高微生物的活性,抵抗有毒有害物质侵害,防止污泥膨胀和微生物的流失。

在兼氧酸化工艺中,首先是大量微生物将进水中颗粒物质和胶体物质截留和吸附,这是一个物理过程的快速反应,截留下来的物质吸附在污泥表面,慢慢地被分解代谢,其在系统内的污泥停留时间要大于水力停留时间。在大量水解细菌的作用下将不溶性有机物水解为溶解性有机物,同时在产酸菌的协同下将大分子物质、难于生物降解物质转化为易于生物降解的小分子物质。由于酸化过程的控制不可能十分严格,仍有一定量的甲烷化过程发生。因此,兼氧酸化反应器是集沉淀、吸附、生物絮凝、生物降解功能于一体的多功能反应器。本工程改造后兼氧酸化停留时间增加了两倍以上,可以满足处理要求。

3.3 好氧处理工艺

废水经过兼氧处理后,废水中的 COD_G 还是较高,需要进一步好氧处理以进一步降低污染物。现在好氧处理采用 MSBR 工艺,是经改进的序批式活性污泥法。

典型的 MSBR 反应器为一矩形水池,用隔墙分成若干个区域,一般分缺氧区(有脱氮要求)、主曝区、序批区(两个)、污泥浓缩区等。污水连续进入缺氧区、主曝区,然后进入序批区,两个序批区交替充当沉淀池周期运行。假定序批区 A 沉淀出水,则序批区 B 按缺、好氧和静止沉淀等过程进行序批反应。序批区 B 在进行缺、好氧反应的同时,回流混合液到缺氧区;静沉阶段,停止混合液回流。回流混合液进入浓缩区,该区的上清液进入主曝区,浓缩污泥进入厌氧区与原污水混合使聚磷菌进行释磷,在好氧区有硝化液回流以供脱氮。另外在序批区池内缺氧搅拌也有脱氮功能。半个周期结束后,序批区 A 和序批区 B 的功能交换,剩余污泥在序批区沉淀出水的后期排放,见图 1。

在本工程中,由于废水缺少氮磷,不需要脱氮除磷,故 MSBR 简化为好氧池、序批池的三池方案。主要特点有以下几方面:①进水期可以相当于一个完全混合式反应器,具有强大的稀释功能,因而具有较强的耐冲击负荷和耐毒物能力;②沉淀期属于静止沉淀,沉淀条件好且不需要污泥回流,反应器内可以积累较高的污泥浓度,大量的优质污泥使 SBR 能够较好地抵抗并降解有毒有害废水;③这种工艺可以达到理想效果,但是存在着控制较为复杂,间歇进出水,水头浪费以及给后续工艺带来压力的缺陷。

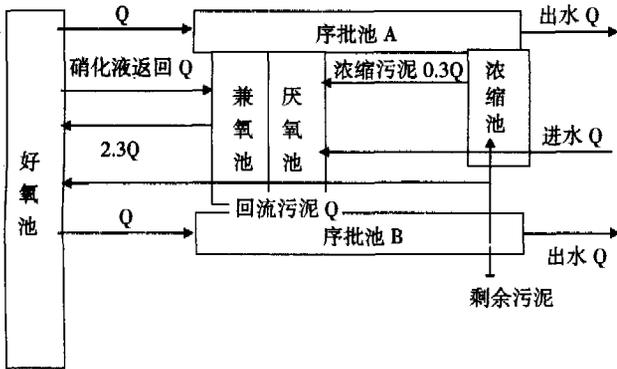


图1 MSBR法工艺流程框图

由于本次改造处理出水要求达到一级排放标准L，好氧处理出水指标达到 $COD_{Cr}=100mg/L$ 还有较大差距，因此必须增加后续处理。而MSBR处理的间歇进出水给后续工艺带来压力。因此，本次改造将好氧处理改为带生物选择器的A/O工艺。

3.4 后处理工艺

原废水经物化——生化处理后， COD_{Cr} 约为350mg/L，色度100倍，和常规生化处理工艺相比，已达到很高的去除率。但为了确保出水达标，在A/O出水中再采用投加絮凝剂的方法可以进一步去除 COD_{Cr} 和色度，并且后续纳滤处理装置。

3.5 污泥处理

本工程在废水处理过程中将会产生物化污泥、生化污泥和栅渣。物化污泥来自于混凝沉淀，生化污泥来自于生化反应，栅渣来自于格栅，三部分产物的物理化学特性有所不同。

在污泥的处理与处置过程中，污泥含有的水分对其处理方法的选择有较大的影响。无论采用何种处置方式，首先污泥必须进行脱水处理。污泥的脱水方式有三大类：厢式压滤、带式压滤和离心机。小型污泥脱水中应用最为广泛的厢式压滤，它具有脱水泥饼含水率低的优点，而且设备国产化程度高，造价低。相对而言，带式压滤机具有产泥率高，机械化程度高的优点。考虑到投资以及脱水后泥饼的含水率，厢式压滤机比较有利，因此本次改造污泥脱水工艺不做变动。

污泥经过脱水后还需进一步处置，一般化工污泥有填埋和焚烧二种，其中污泥焚烧能较大幅度地减少有害物质的量和缩小废物体积，并使污泥彻底无害化。本项目的污泥处理处置暂时采用原来的填埋方案。

3.6 改造后处理工艺流程(图2)

3.7 预期处理效果(表2)

3.8 废水处理改造主要构筑物(表3)

3.9 废水处理改造新增主要设备(表4)

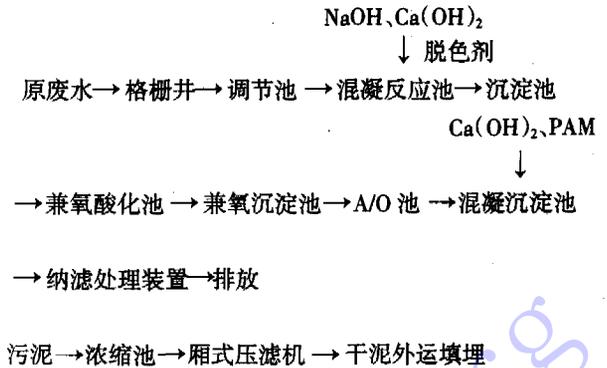


图2 改造工艺流程图

表2 预期处理效果表

项目	pH	$COD_{Cr}(mg/L)$	$BOD_5(mg/L)$	色度(倍)
调节池	6~8	10000	4000	10000
混凝沉淀池	6~8	6000	3200	600
兼氧池	6~7	3600	2000	420
A/O二沉池	7~8	350	20	100
混凝沉淀池	6~7	245	18	50
纳滤装置	6~8	100	10	30

表3 主要构筑物表

序号	名称	尺寸(m)	数量	备注
1	调节池	25×28×4.5	1	原池利用,结构基本不变
2	混凝反应池	2×3×4	1	原池利用,结构基本不变
3	沉淀池	Φ12	1	原池利用,结构基本不变
4	兼氧酸化池	12×20×5	1	原池利用,结构基本不变
5	兼氧沉淀池	12×3×5	1	原池利用,结构调整
6	A/O池	20×30×5	1	利用MSBR池改造
7	二沉池	Φ12		新建
8	混凝反应池	2×3×4	1	新建
9	沉淀池	Φ12		新建
10	中间水池	8×10×4	1	新建
11	标准排放口		1	新建
12	污泥浓缩池	Φ12	2	新建
13	膜处理房	8×16	1	新建
14	脱水机房	8×16	1	翻新
15	控制与分析室	100m ²	1	翻新

4 二次污染防治

4.1 噪声的防治

对本工程而言，噪声来源于机械设备的运行，本工程中采用的机械设备有鼓风机、搅拌机、污泥脱水机、水泵，除鼓风机以外马达功率都小，故噪声极低。

本工程中噪声最大的来源为二台鼓风机，为了降低鼓风机噪声，采用三叶罗茨鼓风机，鼓风机带有一体化的隔音罩和消声器，底部带有防震支座，空气管道出口带柔性接口，可以消除通过管道传出的噪声。通过以上这些措施使鼓风机的噪声降至85dB(A)分贝。



表 4 新增主要设备表

序号	构筑物	设备名称	设备参数	数量	单位	备注
1	格栅井	自动格栅		1	台	
2		穿孔曝气管	DN150, DN100	200	米	UPVC
3	调节池	pH 仪		1	套	
4		鼓风机	11.18m ³ /min, 49.0kPa, 15kW	2	台	
5		超声波液位计		1	套	
6		搅拌机		3	套	
7	兼氧池	pH 仪		1	套	
8		磷酸盐储槽	1m ³	1	套	
9	兼氧沉淀池	刮泥机		1		
10		污泥提升泵		2	台	
11	A/O 池	微孔曝气器	KBB215	1200	个	
12		刮泥机	Φ 12	1	台	
13	二沉池	进出水堰		1	套	
14		污泥提升泵		2	台	
15	混凝反应池	pH 仪	Φ 12	1	套	
16		刮泥机		1	台	
17	混凝沉淀池	进出水堰		1	套	
18		污泥提升泵		1	台	
19	纳滤处理	纳滤装置	400m ³	2	套	
20		残液浓缩釜	10000L	4		
21	污泥脱水间	厢式压滤机	100m ³	4	台	
22		污泥泵		4	台	
23	标准排放口	超声波流量计	DN150	1	只	

4.2 恶臭的防治

本工程处理的废水成份复杂,在生化处理过程中由于曝气作用和微生物的代谢作用,废水中的一些挥发性气体进入大气环境,对人体有影响的主要为 H₂S、NH₃ 和一些有机气体,因此在高效复合菌中添加一些硫杆菌属的脱氮硫杆菌(*Thiobacillus denitrifican*)、排硫硫杆菌(*Thiooxidans*)等;其次在恶臭较为聚集的污泥脱水机房等位置增加换气量,以保护操作人员的健康。

4.3 污泥的处置

污水产生的污泥属危险固体废弃物,在厂区设暂存处,集中送至附近城市的危废处理中心委托处理。

5 结语

综上所述,国内外染料行业污水处理工程所用的方法无一例外都是多种技术手段的综合优化,简而言之就是采用“物化+生化”工艺,对原有装置进行改造,使之达到稳定达标排放的目标。

参考文献

- [1] 张自杰.环境工程师(水污染防治卷),高等教育出版社,1996.
- [2] 汪大翠,雷乐成.水处理新技术及工程设计,化学工业出版社,2001.
- [3] 张希横.水污染控制工程,冶金出版社,1993.
- [4] 刘茉娥,等.膜分离技术,化学工业出版社,2001.□

Exploration of Wastewater Treatment Transforming in One Kind of Dye

WANG Lu-zhu

(Anhui Design Institute of Chemical Industry, Hefei 230009, China)

Abstract: Using filtering technology, transforming way of A/O, and the way of coagulating sedimentation for dislogging the pullutants such as dye wastewater colonrity. It achieved the desired results.

Key words: dye wastewater; filtering; A/O methods; MSBR methods