

制衣废水处理工程的工艺设计及调试

阳立平¹, 蒋德华², 胡文勇³

(1. 厦门理工学院 环境工程系 福建厦门 361024;

2. 湖南农业大学 资源环境学院, 湖南长沙 410128;

3. 吉首大学 生物资源与环境科学学院, 湖南吉首 416000)

摘要: 采用混凝沉淀-水解酸化-二级接触氧化工艺处理东莞某制衣公司废水。运行结果表明, 在 pH 调节为 7~7.5, 某混凝剂投加量为 20 mg/L, 水解酸化停留时间为 6 h, 有机负荷为 1.5 kg BOD₅/(m³·d) 时, COD、BOD₅ 和色度的平均去除率分别为 86%、92% 和 90%, 出水水质达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 二级标准。给出了混凝加药单元及接触氧化池单元的调试方法, 并对可能出现的问题提出了解决的措施。

关键词: 制衣废水; 混凝沉淀; 水解酸化; 接触氧化

中图分类号: X703

文献标识码: B

文章编号: 1006-8759(2011)03-0036-06

DESIGN AND ADJUSTMENT OF THE WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGY FOR A GARMENT FACTORY

YANG Li-ping¹, JIANG De-hua², HU Wen-yong³

(1. Department of Environmental Engineering, Xiamen University of Technology, Xiamen 361024, China; 2. College of Resource and Environment, Agricultural University Of Hunan, Changsha 410128, China; 3. College of Biology and Environmental Science, Jishou University, Hunan Jishou 416000, China)

Abstract: The integrated process of the coagulating sedimentation, acidification hydrolyzation and secondary bio-contact oxidation was adapted to treat the wastewater of a garment factory in Dongguan. The results indicated that the removal ratio of COD, BOD₅ and chroma reached 86%, 92% and 90% respectively under the as following conditions. The pH value is at the range of 7~7.5; the concentration of the coagulating agent is 20 mg/L; the residence time of acidification hydrolyzation is 6 h, and the organic load is 1.5kg BOD₅/(m³·d). After the treatment, the quantity of effluent can satisfy the demand of the Secondary Standard of Integrated Wastewater Discharge Standard (GB8978-1996) in China. The adjustment operation of the coagulating and bio-contact oxidation was introduced, and the solutions for the potential problems in this treatment process were supplied also.

Keywords: Garment factory wastewater; Coagulating sedimentation; Acidification hydrolyzation; Bio-contact oxidation

0 前言

东莞某制衣公司是一家专营制衣的民营企业, 产品有牛仔服、西装、各式工作服等, 产品远销美国等地。该厂在生产过程中产生洗衣废水、冲洗地面水及生活污水, 日产污水约 400 m³/d, 这些污

收稿日期: 2011-01-08

基金项目: 厦门理工学院人才引进科研资助项目(YKJ10031R)

第一作者简介: 阳立平(1975-), 男, 湖南隆回人, 博士, 研究方向为水污染控制。

水如直接排放,将严重污染环境。另外,在东莞还有众多这样的制衣行业,均没有建设污水处理设施,因此当地环保局要求该公司建设污水处理站,并结合当地的实际情况,提出了要采用先进成熟的处理工艺,最低的工程投资及运行费用,易于操作管理等多项要求。该污水处理工程于2006年下半年动工,2007年3月份竣工,2007年6月验收监测。水质监测结果表明:处理后出水达到GB8978-1996中二级标准。目前,该污水处理站正常运行,出水水质达标排放,已成为当地制衣行业或相关行业的示范工程,具有显著的环境效益及社会效益。

1 工艺设计

1.1 设计水量

设计处理水量:400 m³/d

1.2 设计进水水质

COD_{Cr}:1 000 mg/L; BOD₅:300 mg/L; SS:800 mg/L; 色度:800 倍; P:4.5 mg/L

1.3 设计出水水质

符合《污水综合排放标准》GB8978-1996中的二级排放标准,主要指标如下:

COD_{Cr}≤150mg/L; BOD₅≤30 mg/L; SS≤150 mg/L; 色度≤80 倍; P≤1.0 mg/L; pH:6-9

1.4 处理工艺流程及说明

1.4.1 原水水质特点及分析

(1)水质波动范围较大:根据该厂产品品种较多,而且随着季节的变化制作的服装类型也随之变化。因而导致水质有较大的波动。为此要求处理工艺有较强的适应性。

(2)污水中色度及含磷量较高,工艺流程中应设计去除色度及磷的有效措施。

(3)有机污染物浓度较高,COD达1 000 mg/l。生物处理是去除有机污染物的高效经济的处理方法,为此生物处理应成为处理工艺中的核心单元。

(4)从原水水质数据可以看出,BOD₅/COD=0.3,污水的可生化性较差,为此需在生物处理单元之前增设水解酸化处理单元,以提高污水的可生化性。

1.4.2 处理工艺流程

根据原水色度及含磷量较高,有机污染较严重,可生化性较差的特点,经过工艺选择,确定采

用如图的处理工艺:

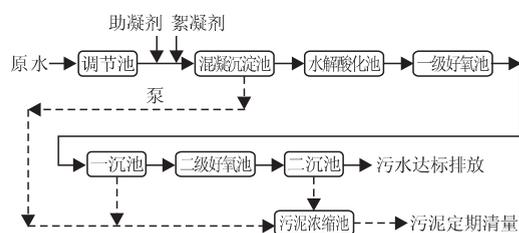


图1 处理工艺

1.4.3 工艺流程说明

污水经汇集管道汇集后,经格栅去除飘浮物、悬浮物等杂质后自流入调节池。调节池设一级潜污提升泵两台,将污水提升入混凝沉淀池,废水在该池内经过与药剂混合反应,然后沉淀,上清液出水进入水解酸化池,通过厌氧和兼氧微生物的作用,将大分子的污染物转化或降解成小分子的物质,难生物降解的有机物转化为易生物降解的有机物,以提高废水的可生化性能。水解酸化池的出水自流入生物接触池,通过好氧微生物的作用,将废水中的污染物分解、转化为H₂O、CO₂、NH₃等物质,大幅度去除废水中COD、BOD₅。接触氧化池出水进入沉淀池进行泥水分离,二沉池出水各项污染指标达到规定的排放标准。

1.4.4 重点技术应用介绍

生物接触氧化是一种好氧生物膜法工艺,池内设有填料,部分微生物以生物膜的形式固着生长在填料表面,部分则是絮状悬浮生长于水中。该工艺兼有活性污泥法与生物膜法二者的特点,其优点有:

(1)处理能力大(与活性污泥法比较),因而可以节省用地;

(2)对冲击负荷有较强的适应性;

(3)污泥成量少,不产生污泥膨胀的危害,能够保证出水水质;

(4)无需污泥回流,易于维护管理,不产生滤池灰蝇。

(5)该工艺成熟稳定,占地面积省,设备国产化,在运行管理上更具优势,在废水处理工程中得到了广泛的应用。

由于填料比表面积大,接触氧化池内生物固体量多,水流实现完全混合,因此可提高生物接触氧化池对水质水量的骤变的适应能力。

通过对池型结构的改变,完全可以克服诸如

短流,水和填料接触不佳等缺点,从而达到了相应的处理效果。

总结起来,这种布置有以下几个方面的优势:

(1)避免了单级单段式的短流现象,保证了水和填料的充分混合。

(2)每级渐次有一个 COD 浓度梯度,最大限度地保证了有机物向微生物细胞的传递,从动力学角度保证了去除效果。

(3)每级生物均不相同,从而最大程度保证了各自不同的生存环境在一个最佳的位置上。

1.5 沿程去除率预测

表 1 去除率预测

指标 构筑物	COD _{Cr} /(mg·L ⁻¹)			BOD ₅ /(mg·L ⁻¹)			色度/(mg·L ⁻¹)		
	进水	出水	去除率/%	进水	出水	去除率/%	进水	出水	去除率/%
调节池	1 000	1 000	0	300	300	0	800	800	0
絮凝沉淀池	1 000	600	40	300	150	20	800	320	60
两级好氧池	600	90	85	150	18	88	320	80	75
二沉池	90	90	0	18	18	0	80	60	25
出水标准		150			30			80	

1.6 主要处理设施

(1)主要构筑物及参数,见表 2。

表 2 主要构筑物及参数

名称	型号规格	单位	数量	备注
调节池	10×8×4m	座	1	有效容积 240m ³
絮凝沉淀池	4.5×4.5×5.5m	座	1	内设旋流反应筒
水解酸化池	7.5×3×5m	座	1	池内设少量弹性立体填料
一级接触氧化池	7.5×4.5×5m	座	1	填料负荷为 1.5kgBOD ₅ /m ³ 填料·d
一沉池	5×3.6×5m	座	1	表面负荷 1.11m ³ /m ² ·h
二级接触氧化池	7.5×4.5×5m	座	1	容积负荷为 1.5kgBOD ₅ /m ³ 填料·d
二沉池	5×3.6×5m	座	1	表面负荷 1.11m ³ /m ² ·h
污泥浓缩池	2.5×2.5×2.8m	座	1	

(2)主要设备材料及规格,见表 2。

表 3 主要设备材料及规格

名称	型号规格	单位	数量
机械格栅	栅隙距 5mm,有效栅宽 300mm,N=0.18kW	台	1
一级提升泵	Q=20m ³ /h,Q=15m,N=1.5kW	台	2
旋流反应中心筒	φ1 000mm	个	1
水解酸化池布水器	DN50	套	1
罗茨鼓风机	Q=2.33m ³ /min,H=6m,N=5.5kW	台	2
立体弹性填料	间距 200mm	方	226
中微孔曝气器	φ178mm	套	168
加药装置	φ580mm×930mm	套	2

1.7 工艺设计特点

1.7.1 工艺成熟可靠,出水水质达标有保证

(1)对总体水质特点及主要污染物特性进行分析,有针对性地提出相应的处理方法,工艺路线合理,工艺流程顺畅。

(2)设计参数的选取参考类似工程的实际经验,能经受得住实践的考验。

(3)重视预处理并对核心单元进行精心设计,处理效果好。重视预处理,如污水在进入生物处理系统之前考虑到尽可能将 SS、色度及 COD 较大幅度地去除;核心单元的设计精益求精,如接触氧化池考虑到曝气头及填料分布的均匀性,接触氧化池采用两级考虑到避免水力短流及生物相丰富多样等。

1.7.2 操作简单方便,易于维护

污水处理系统设计自动化程度高,机泵设备的运行实现自动启停,故障时设备报警及备泵自投,操作简单方便,大大地降低人操作工人的劳动程度;另外,选用的产品均是成熟可靠的产品,性能稳定,且易于维护。

1.7.3 投资省

构筑物设计合理,采用半地下的经济结构,且多设计成共壁的形式,建筑物采用一层的砖混结构,易于施工且节省了投资;核心设备采用进口产品或中外合资产品,辅助设备采用国内成熟产品,既可保证系统长期稳定运行,又可将投资控制在合理的范围之内。据核算,设备部分投资为 25 万元,土建部分 15 万元,工程总投资仅 40 万元。

2.7.4 运行费用低

如减少污水提升的次数,尽量采取重力自流的方式,以减少机泵功率;投加药剂选用可靠高效的品种,降低药剂消耗等。通过以上多种方式,较大程度地降低了污水处理系统的运行费用。运行费用计算如表 4:

表 4 运行费用

设备名称	装机功率 /kW	计算功率 /kW	每日运行时间/h	用电量 /(kW·d ⁻¹)
机械格栅	0.18	0.18	4	0.72
一级提升泵数量:2(1用1备)	1.5×2	1.5	24	36
加药装置(2套)	0.30×2	0.60	24	14.4
鼓风机 数量:2台(1用1备)	5.5×2	5.5	24	132
合计	18.83	10.68		183.12

(1)电费

电价:0.60 元/kW

每天实际用电量:183.12 kWh/d 电费为:110元/d

(2) 药剂费用 PAM:20 000 元/t 优尼克:2 000 元/t PAM 用量:加量 2 mg/L, 0.8 kg/d, 折算费用为 16 元/d 优尼克用量:加量 20 mg/L, 8 kg/d, 折算费用为 16 元/d, 则加药总费用:32 元/d

(3) 人员工资:污水处理站设兼职人员 1 名, 每月工资 500 元, 人员工资为:17 元/d。

(4) 直接运行费用为:110+32+17=159 元/d, 折算吨水直接运行费用:0.39 元/t。

2 工艺调试

调试的过程亦是摸索运行参数及规律的过程, 根据实际的情况进行调整, 为以后的正常运行提供正确的操作方法、运行参数、维护及预防措施。

2.1 调试前的准备

2.1.1 调试前期主要工作

(1) 清水试车已经完成。

(2) 各构筑物及设备已开始正常使用, 有一定量的污水产生, 能够维持污水处理工序的基本运行。

(3) 有良好的接种污泥的来源。

2.1.2 接种污泥的来源

污泥接种可以大大缩短污泥培养驯化的时间。以下污泥可作为接种污泥且按此顺序确定优先级:① 同类污水厂的剩余污泥或脱水污泥;② 城市污水厂的剩余污泥或脱水污泥;③ 其它不同类污水站的剩余污泥或脱水污泥;④ 河流或湖泊底部污泥;⑤ 粪便污泥上清液 本次调试采用接种污泥取自市政污水厂脱水后的污泥。

2.1.3 接种污泥的数量

接种量视污泥种类的不同而不同, 一般接种量为 3~5 g/L 干污泥。本次调试向一级接触氧化池和二级接触氧化池分别投入约 3 t 含水率 80% 的泥饼, 投加方式为多点投加。

2.2 接触氧化池单元的调试

2.2.1 污泥的培养

污泥的培养有连续培养法和间歇培养法。针对本工程的特点, 污泥培养可采用连续培养的方法。

(1) 向调节池内注入生活污水, 并投入一定的营养源。

(2) 当调节池内液位达到中液位以上时, 开启污水提升泵, 将污水打入水絮凝沉淀池, 絮凝沉淀池水满之后流入水解酸化池, 水解酸化池水满之后流入接触氧化池。

(3) 当一、二级接触氧化池内液位均达到设计液位时, 开启鼓风机, 同时停止调节池内的提升泵, 闷曝 1~2 d。

(4) 之后启动一级沉淀池中的污泥回流泵, 将污泥回流至水解酸化池, 同时开启二级沉淀池中的污泥回流泵, 将污泥回流至一级接触氧化池, 继续闷曝 2~3 d, 投入适量的养料。闷曝一周后, 开启调节池提升泵, 将生活污水提升至后续处理单元, 水量逐渐增大, 通过调节提升泵出水阀门及回流阀进行水量控制。

(5) 依上述流程连续运行, 观察填料上污泥的生长状况。

(6) 当填料上的生物膜达到 1~2 mm 厚时, 且沉淀池的出水较清澈, 氧化池进出水去除率 > 60% 时, 可认为生物膜的培养基本结束。此时可关闭沉淀池中的污泥回流泵, 不再将污泥回流至接触氧化池。当水质恶化时, 可适时开启污泥回流泵, 以增强处理效果。

2.2.2 污泥驯化

当污泥培养成功之后, 即可进行污泥驯化阶段。本工程调试采用方法属异步驯化。

(1) 调节池内进入厂区排放废水。

(2) 开启污水提升泵将污水提升至水解酸化池, 水解酸化池污水自流入一级接触氧化池, 控制提升泵出水水量约为设计水量的 1/4, 即提升水量为每天 100 t。

(3) 持续运行一段时间之后, 观察出水水质情况, 当沉淀池的出水较清澈, 加大提升泵出水水量, 每次增加 10%~20% (以设计流量为基准), 重复以上步骤, 直至达到满负荷, 当处理水量达到满负荷, 水质亦能达标时, 驯化阶段结束。进入试运行及稳定运行阶段。

2.2.3 注意事项

(1) 接种污泥在投加入反应器前, 应以小于 0.5 mm 的沙网滤过, 以去除其中尺寸较大的颗粒, 防止生物膜通道堵塞。同时应边曝气边投加。

(2) 加接种污泥时应注意在反应池中先充入一定量的污水, 其体积要保证剩余空间可以容纳

接种污泥。

(3) 泥驯化时负荷应由小至大,待运行稳定后逐步增大污水水量,提高污泥有机负荷直至满负荷运转。

(4) 曝气池水面的漂浮物要定期捞除。

定期观察设备运行和处理出水,发现异常情况应即时处理。

2.3 混凝剂投加单元的调试

(1) 药品选择:絮凝剂采用优尼克,它是一种以天矿物原料与聚合氯化铝和有机高分子絮凝剂制成的净水剂,是一种复合型的新产品,外观为灰色粉末。本工程所采用的优尼克要求产品中氧化铝的含量不小于 28%。

(2) 液浓度:在药桶内将优尼克调配成浓度为 5%~10% 溶液。

(3) 配药周期:药箱有效容积 200 L,约 4~6 d 配一桶药液,具体以实际调试结果为准。

(4) 配药过程:先打开进水阀,加水至水箱高度的 1/2 处停,按下面板上的搅拌电机按钮,开动搅拌机,边搅拌边将称好的药剂缓慢投入,继续搅拌 10 min 左右关闭搅拌机,再加水至桶的指定液位,再搅拌 10 min,溶药完毕。将手动开关扳至自动状态。

(5) 注意事项:配药时要戴防护手套,口罩,不要穿高跟鞋,倒药剂时要缓慢谨慎,以保证不溅出伤人。

2.4 系统监测

(1) 通过镜检,观察原生动物数量、种类和活跃情况判断微生物挂膜及处理效果。

(2) 检测污水中溶解氧的含量,一般不低于 2 mg/L。

(3) 观察污水的颜色变化。

(4) 常用水质及测定方法^③,见下表 5:

表 5 常用水质测定方法

监测项目	测定方法	主要分析仪表、仪器
COD	重铬酸钾法	COD 测定仪
SS	重量法	分光光度计
色度	铂钴标准比色法	分光光度计
pH	在线检测及比色法	在线 pH 计及试纸

从 5 月份开始调试,对污水进出水水质进行多次监测,数据如下:

2.4.1 水质监测数据

(1) 第一次水质监测数据,见表 6。

表 6 第一次水质监测数据

序号	监测项目	进水水质	出水水质	排放标准
1	COD	168	41	150
2	SS	70	30	150
3	色度	540	70	80
4	pH	7.4	8.1	6~9

注:上表中单位除 pH,色度外为 mg/L。

(2) 第二次水质监测数据,见表 7

表 7 第二次水质监测数据

序号	监测项目	进水水质	出水水质	排放标准
1	COD	575	77	150
2	SS	245	48	150
3	色度	1 450	215	80
4	pH	7.0	7.5	6~9

注:上表中色度超标是因为原水色度严重超标,是原水设计值 800 的 1.81 倍。

(3) 第三次水质监测数据,见表 8。

表 8 第三次水质监测数据

序号	监测项目	进水水质	出水水质	排放标准
1	COD	620	33	150
2	BOD ₅	175	13	30
3	SS	1 430	58	150
4	色度	135	6	80
5	pH	6.0	7.9	6~9
6	总 P	4.5	0.90	1

注:上表中单位除 pH,色度外为 mg/L。

2.4.2 水质监测结论

水质监测数据表明,主要出水水质指标满足设计要求,出水水质达到或优于《污水综合排放标准》GB8978-1996。

2.5 污水处理系统调试过程中可能出现的异常情况及其排除方案(见表 9)

3 结论与建议

(1) 制衣废水具有水量水质波动范围较大,有机污染较严重,色度及含磷较高,可生化性较差等特点,工艺选择上宜采用物化与生化相结合工艺。

(2) 工艺设计时 pH 调节至 7~7.5,混凝剂投加量为 20 mg/L,水解酸化池水力停留时间为 6 h,有机负荷为 1.5kg BOD₅/(m³·d) 时,该工艺对 COD、BOD₅、色度有较好的去除效果。

(3) 核心处理单元接触氧化池设计成两级,可

表9 污水处理系统可能出现的异常情况及其排除方案

序号	可能出现的异常情况	引起异常现象可能的原因	解决方案
1	水泵抽不上水或出水量极少	① 水泵电机接线有误 ② 水泵被异物缠绕 ③ 水泵电机损坏	① 更换电机三相接线 ② 清除水泵泵腔内的异物 ③ 更换水泵
2	出水色度不达标	① 原水色度超标 ② 加药量不足 ③ 药剂效果不理想	① 控制原水色度在设计值范围之内 ② 适当加大药剂投加量 ③ 选择效果更好的药剂
3	出水COD不达标	① 微生物营养不够 ② 曝气量不足 ③ pH值及水温不正常	① 向池中按比例投加N、P等营养物质 ② 增加曝气量 ③ 调整pH及水温
4	池中有成团气泡上升	曝气管道堵塞	应立即清洗或更换。
5	液面翻腾不均匀	曝气有死角	检查池底四角有无积泥,应即时清淤。
6	出现大量白色泡沫	① 水中含有大量洗涤剂或发泡物质。 ② 进水水质有变化。	① 应在调节池内投加消泡剂,以去除表面活性剂的影响。或定期用水枪对池内泡沫进行喷洒。 ② 测量进水水质情况,对进水浓度进行调整。
7	泡沫呈茶色、灰色	泥龄太长或污泥被打碎而被吸附在气泡上所致。	增加排泥量。
8	气泡较粘,不易破碎	负荷较高,有机物分解不完全。	减小进水浓度。

有效避免水力短流,同时具有丰富的生物相及渐次COD浓度梯度,保证了处理效果。

(4) 工艺调试时混凝剂的筛选及投加量的控制十分重要,最好通过现场试验确定。

(5) 生物接触氧化池单元调试时采用接种污泥进行培养及驯化,可大大缩短污泥培养及驯化的时间,调试过程中应预测可能出现的问题并准备解决问题的方案。

(6) 本工程所采用的处理工艺设计参数及调试过程中积累的经验,对制衣行业及相关行业的废水处理工程的设计与调试具有一定的参考价值或借鉴意义。

参考文献

- [1] 顾夏声,黄铭荣,王占生,等.水处理工程[M].1990年4月.
- [2] 邹家庆.工业废水处理技术[M].2003年8月.
- [3] 建筑工程常用数据系列手册编写组.给排水常用数据手册(第二版)[M].2002年4月.

(上接第19页)

- [5] 庞艳,勾怀亮,冀强等.EM在SBR反应器处理医院污水中的应用[J].辽宁城乡环境科技,2006,26(1):42-45.
- [6] 宋昆衡.EM生物技术处理污水[J].给水排水,1995,(3):17-18.
- [7] [日]比嘉照夫.EM技术污水处理活用方法[z].EM产品资料,1997;4.
- [8] 肖瑾,成水平,吴振斌等.植物修复技术及其在污水处理中的应用[J].淡水渔业,2006,36(5):59-62.
- [9] 王正兴,沈耀良.受污水体水生植物修复技术的应用及其发展[J].四川环境,2006,25(3):77-80.
- [10] 刘士哲,林东教,何嘉文等.猪场污水漂浮栽培植物修复系统的组成及净化效果研究[J].华南农业大学学报,2005,26(1):46-49.
- [11] 刘士哲,林东教,唐淑军等.利用漂浮植物修复系统栽培风车草、彩叶草和茉莉净化富营养化污水的研究[J].应用生态学报,2004,15(7):1261-1265.

- [12] 王世昌.海水淡化及其对经济持续发展的作用[J].化工与工程,2010,27(2):95-102.
- [13] K Paulsen, F Hensel. Introduction of a new Energy recovery system optimized for the combination with renewable energy [J].Desalination, 2005,184:211-215.
- [14] T Goto. Operating experience gained with nucleardesalination plants by Japanese electric power companies: proceedings series: Nuclear Desalination of Seawater, Taejon, 26-30 May 1997[C].Vienna: International Atomic Energy Agency,1997: 367-378.
- [15] 刘娜.中水回用现状及其推广可行性分析[J].湖南理工学院学报,2010,23(2):92-94.
- [16] 文屹,张啸楚.关于工业中水回用的几个问题[J].西南给排水,2006,28(2):29-31.
- [17] 李静波.中水回用浅析[J].内蒙古石油化工,2010,(17):49-51.