

# 服装废水处理工艺研究对保护生态环境的意义

杨建设, 唐丽红, 刘志华, 杨 方  
(茂名学院环境工程系, 广东 茂名 525000)

摘要: 采用“预处理+ 高效快速曝气+ 特效生物接触氧化+ 物化分离”综合工艺处理牛仔服装染整废水。检测结果表明, 该工艺出水指标达国家一级排放标准, 且实现了 80% 水量回用。该工艺处理效果好, 工艺组合合理, 处理费用低, 是一种较好的处理牛仔服装染整废水的工艺。

关键词: 牛仔服装染整废水; 活性污泥快速曝气; 生物接触氧化

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)02-0302-02

## Significance of Treatment Process of Clothing Dyeing Wastewater to Eco-environment Protection

YANG Jian-she, TANG Li-hong, LIU Zhi-hua, YANG Fang

(Environmental Engineering Department of Maoming University, Maoming, Guangdong 525000, China)

Abstract: The cowboy clothing dyeing wastewater was processed by synthesis of treatment craft, such as “pretreatment, the high effective fast aeration, special biology effect on catalytic oxidation and transformation separation”. The examination results indicated that the export water discharged by this craft has been reached a national level of discharging standard, also has realized 80% water volume reused further. This craft has a good processing effect on wastewater of cowboy clothing dyeing effluents, craft combination is reasonable and a low processing expense gained.

Key words: dyeing wastewater of cowboy clothing; activated sludge fast-aeration; biological contact oxidation process

据统计,我国每天生产牛仔系列服饰 400 多万件,每年产值近 60 亿元人民币,2 000 多个牛仔服饰品牌远销世界各地,是我国重要的出口纺织品之一<sup>[1]</sup>。然而,伴随着牛仔服饰产品大量生产而产生的环境问题日益突出,特别是牛仔服装染整废水由于着色重、产废水量大,处理难度大。因此,我们结合广东省佛山市兴隆棉整厂的运行情况,调查了其牛仔服装废水处理工艺流程。对指导同类企业实现废水达标排放和废水回用等,具有重要的现实意义和环保价值。

### 1 牛仔布染整废水来源及特点<sup>[2]</sup>

该废水来源有四个部分:一是退浆废水,呈碱性的有机废水,淡黄色。含有各种浆料分解物、纤维屑、酸和酶等污染物,占总废水量的 15% 左右。二是煮炼废水,为强碱性呈深褐色,含碱浓度约为 0.3%,BOD 和 COD 均高达每升数千毫克。三是染色、水洗工艺的废水,主要来源于染料(还原性靛蓝染料)和助剂(烧碱、保险粉、渗透剂等)。染色工艺的废水特点是水质变化大,色度深。因染料上色率的高低、浓度的差异,染色设备和规模不同,废水的水质会有很大变化。四是后整理工艺废水。在后整理过程中,用到了整理剂(如柔软剂、硬挺剂、增白剂等)对织物进行整理,但其水量较小,对整个染整厂废水的水质影响不大。

### 2 污水处理工艺选择及运行

#### 2.1 进出水的水质

兴隆棉整厂是一家从事牛仔布染整处理的私营企业,其染整处理的污水排放量为 1 000 m<sup>3</sup>/d。排放的污水呈蓝黑色,污水中含有洗涤剂、软化剂和还原剂,还含有相当的棉纤

维、浮石渣及染料(靛蓝染色染料)等,可生化性能差。该污水处理工程的进水性指标及排放标准见表 1。

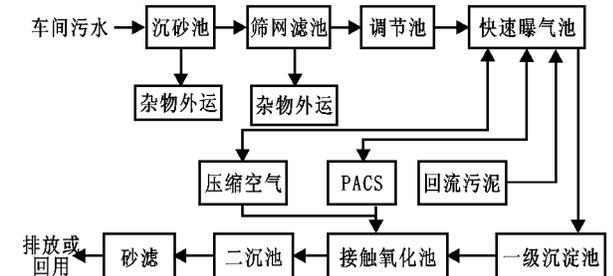
表 1 进水及排放标准

项目	pH	色度倍	COD <sub>cr</sub> mg/L	BOD <sub>5</sub> mg/L	BOD <sub>5</sub> mg/L
进 水	8~ 9	300	600	300	300
排 放 (GB4287-92)	6~ 9	50	100	30	70

#### 2.2 污水处理方法

该工厂采用成熟的“预处理- 高效快速曝气- 特效生物接触氧化- 物化分离”的综合处理工艺<sup>[3]</sup>,处理效果比较理想,达到国家规定的排放标准。

#### 2.3 污水处理流程



从车间排出的污水,经沉砂池,筛网滤池除去沙石和细小纤维杂物,然后流入调节池,以降低水温及均匀 pH,接着自流到活性污泥快速曝气池,添加少量 PACS(聚铝氯化铝),再流入一级沉淀池进行沉淀分离。经过这一处理后,色度去除率大于 90%,COD<sub>cr</sub> 去除率为 30%~ 60%,BOD<sub>5</sub> 去

\* 收稿日期: 2005-04-26

作者简介: 杨建设(1957-),男,山西永济人,博士,教授,发表科技论文多篇,主要从事环境工程教学与科研。

除率为 30% 左右, SS 去除率在 50% 以上。一级沉淀池出水泵入生物接触氧化池, 在曝气条件下利用高效复合菌除去水体中所含的有机物, 能够去除 70% 的  $COD_{cr}$ , 30% 的  $BOD_5$ , 并完全脱色, 再经二级沉淀池分离, 最后经砂滤池过滤, 清水回用或排放。

#### 2.4 污水处理工艺的运行

根据多位学者在相似水质的研究成果和本工艺水质特性<sup>[4,5]</sup>, 该污水处理采用“沉砂- 高效曝气- 特效菌生物接触氧化- 物化分离处理工艺”。现将各工艺的设计特点和运行结果简述如下:

##### 2.4.1 快速曝气及运行结果

该工程的一大特点是采用活性污泥吸附生物氧化快速曝气池。由曝气池和沉淀池组成。曝气池有效容积  $25 m^3$ , 用一台约  $30 m^3/h$  空气压缩机采用穿管曝气, 沉淀池容量约  $40 m^3$ , 其中安装  $12 m^3$  翼片斜板, 通过污泥泵回流污泥, 回流量为 30%。快速曝气池采用自推全混合进水方式, 水力停留时间约 0.5 h, 活性污泥负荷率高 ( $5 \sim 6 kg/kg \cdot d$ ), 泥龄短(约 12 h)。起始污泥为车间流入的细小砂泥沉淀物和聚铝絮凝物, 污泥量为  $3 \sim 5 g/L$ 。同时滴加分子量为  $10 \times 10$  左右的 PACS 和少量石灰, 气体搅拌均匀后流入带翼片斜板沉淀池, 污泥由污泥泵通过时间继电器控制污泥回流到快速曝气池。运行结果见表 2。

##### 2.4.2 生物接触氧化池的调试及运行

生物接触氧化池, 设计成 4 段, 水流从上至下, 从下至上, 自推前进。每段有效水体积  $55 m^3$ , 池中间均匀布满半

软性填料, 高 30 cm, 水力停留时间大于 3 h。工程调试时往接触氧化池投加城市污水处理厂的污泥和经优化对印染废水脱色有特殊效果的菌种进行接种, 生物接触氧化池含废水 20%, 隔天投加营养料 0.5 kg, 采用微孔曝气器, 其气水比大于 18, 7 d 后开始挂膜, 同时开始进水, 进水量逐渐增加, 30 d 后填料已挂膜完全, 出水开始达标, 调试结束。填料安装时为无色, 调试开始后, 填料外观发生变化, 逐渐由灰黄色- 褐色- 灰褐色转变, 膜逐渐增多, 由点到面均匀分布, 慢慢变厚。生物接触氧化池内主要有: 假单胞菌属、腊状杆菌属、邻单胞菌属、副球菌属、欧文氏菌属、芽孢杆菌属、噬纤维菌属、生孢噬纤维菌属、红螺菌等复合菌种, 其运行结果见表 2。

表 2 挂膜正常后至验收前各处理单元的水质

项目	pH	$COD_{cr}/mg/L$	$BOD_5/mg/L$	$SS/mg/L$
调节池	6.32	263	174	157
曝气池出水口	6.75	188	117	58
生化池出水口	7.0	61	18.0	27
排放水口	7.0	59.3	17.3	-

##### 2.4.3 平流翼片斜板沉淀池分离效率

本工程另一特点是采用翼片斜板沉淀池, 悬浮絮凝体在翼片斜板造成的环流作用下加速沉淀, 该沉淀池的沉淀效果优于平流沉淀池、斜板沉淀池<sup>[6]</sup>。在本工艺中两处使用了翼片斜板, 首先在快速曝气池后的一级沉淀池, 用了  $12 m^3$  翼片斜板, 等水流量达到  $100 m^3$ , 沉淀效果都不受影响, 其次在接触氧化池出口二级沉淀池, 用了  $70 m^3$  翼片斜板, 其分离效果不受池面风力等因素的影响。处理前后的水质情况见表 3。

表 3 兴隆棉整厂污水处理站进出水监测数据表

单位:  $mg/L$  (pH、色度除外)

项 目 日 期	废 水 进 口 各 污 染 物 指 标					处 理 后 出 水 指 标				
	$COD_{cr}$ $mg/L$	$BOD_5$ $mg/L$	SS $mg/L$	pH	色度	$COD_{cr}$ $mg/L$	$BOD_5$ $mg/L$	SS $mg/L$	pH	色度
2005-03-16	345.22	230.12	768.67	7.67	240	39.4	14.2	42.13	6.97	5
2005-03-17	374.28	333.67	778.12	6.91	280	39.66	17.0	43.78	6.76	5
2005-03-18	400.18	245.84	799.14	7.13	320	36.54	15.4	45.11	6.70	5
2005-03-19	336.78	276.48	742.23	7.66	300	40.30	15.23	47.21	7.03	5
2005-03-20	322.36	320.9	708.79	7.91	260	37.13	17.05	40.13	6.66	3
2005-04-01	296.88	312.63	752.23	7.03	320	41.76	15.73	50.11	6.92	6
2005-04-02	334.78	230.56	721.11	7.19	300	42.16	14.27	45.13	6.08	6
2005-04-03	287.88	373.56	682.43	7.02	320	41.20	16.3	48.31	7.03	6
2005-04-04	284.74	196.05	753.78	7.41	480	39.82	15.27	46.21	6.68	8
2005-04-05	310.28	257.48	680.98	6.94	540	41.34	15.79	49.74	6.77	8
2005-04-13	409.27	273.62	734.74	7.43	490	49.60	15.67	47.31	6.69	8
2005-04-14	433.25	317.84	765.32	7.22	430	43.28	17.01	48.71	6.98	8
2005-04-15	367.84	351.22	702.21	7.05	580	41.15	17.23	43.28	6.78	7
2005-04-16	445.95	289.45	697.84	7.06	420	49.74	17.11	52.13	6.62	5
2005-04-17	413.78	225.06	712.11	6.95	520	47.72	16.97	46.78	6.71	8

从表 3 可看出, 出水指标均满足 GB4287-92《纺织染整工业水污染物排放标准》中的一级标准。同时有 80% 以上的水得到回用, 节约了资源。

### 3 有关因素的控制

#### 3.1 牛仔布经纱染色的工艺处方

牛仔布经纱染色的配方合理与否, 对纱线染色后色泽的均匀一致、色牢度及色纱质量有决定性的作用, 同时对染料化的用量、染色成本及污染程度都有很大程度的影响。靛蓝染色污水主要是后处理水洗产生的, 如果工艺处方不合理, 造成染色过程染液的大量溢出, 使得染液的组成浓度远远高于后处理水洗的浓度, 则不仅会增加污水量, 还会造成较严重的污染。根据工厂的生产统计, 1 t 经纱染色, 需要用水  $35 \sim 40 t$ 。染浆联合机的每天污水量在  $200 \sim 250 t$ ; 而球经染

色机的日排放量则在  $250 \sim 600 t$  之间(随设备运转率, 染色经纱条数多少而变化)。

#### 3.2 预处理

该厂采用自行设计的筛网滤池<sup>[7]</sup>去除布毛等杂物, 防止悬浮物破坏生化系统运行。设调节池均化水质水量, 防止纤维屑、浆料等沉淀于池底, 池内采用机械搅拌设备进行搅拌, 水力停留时间一般为 8 h 左右。

#### 3.3 生化处理阶段

影响生化处理的因素较多, 主要有进水水质、pH 值、温度、溶解氧、营养物、微生物的种类及数量等因素。

##### 3.3.1 进水方式

采用自推全混合进水方式及接触氧化都具有耐负荷能力, 为使生化处理效果稳定, 生化进水的 pH 值一般控制在  $7 \sim 9$ , 生化进水  $COD_{cr}$  值的波动对处理效果影响较小。

(下转第 305 页)

主要原因有以下特点:

(1) U 型渠道衬砌裂缝主要由衬砌体下土体冻胀引起的。众所周知,土是多孔多相的松散介质,其组成物如矿物颗粒、有机质、孔隙水和气在孔间上排列与组合一般是无序的,即具有随机性。冻结作用对土体施加外力使土体冻胀,原因是水的密度为  $1 \text{ t/m}^3$ ,冰的密度为  $0.9 \text{ t/m}^3$ ,当土体中所含水一旦冻成冰,体积就要膨胀 9%,从而产生冻胀力排开土颗粒。土体冻结过程中,孔隙中自由水先冻结,把土体中土颗粒先抬起,随后小孔隙中水的冻结将土颗粒持续向上抬升,造成冻结过程中土颗粒垂直向上位移现象。宝鸡峡灌区冬季灌溉用水一般在 11 月至次年元月份,历时近两个月往往在最寒冷时节,停水后土体处于高含水状态。长期的低温是砌体表面与深层冷暖温差越来越大,结冰后,冰体使土体体积膨胀增大,受到衬砌体约束产生膨胀力。当衬砌体变薄、强度小、整体性差时,难以抵抗过大的冻胀力,使产生剥蚀样片和裂缝现象。

(2) 土基质量差,使砌体下容易存水,导致渠堤破损,引起砌体损坏。

(3) 混凝土振捣不实,留下麻面和蜂窝,表面粗糙,易渗水。

(4) 伸缩缝处理不合理,使砌体由于热胀冷缩变形而破坏。

(5) 渠道运行维护措施跟不上,致使渠内杂物阻塞,为水进入土体创造条件。

参考文献:

- [1] 水利电力部水利司. 水工建筑物养护工作手册[M]. 北京: 水利电力出版社, 1984.  
 [2] 中华人民共和国水利部. 渠系工程抗冻胀设计规范 SL-91[S]. 北京: 水利电力出版社, 1991.  
 [3] 郭慧滨, 李振海, 等. 渠系防渗工程节水灌溉[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1999.

(上接第 303 页)

### 3.3.2 接触氧化池

接触氧化池分成四段,充分发挥不同微生物群的降解污染物不同功效,对污染物进行有针对性降解。采用采用翼片斜板沉淀池,悬浮絮凝体在翼片斜板造成的环流作用下加速沉淀,沉淀效果好。

## 4 讨论与结论

由于靛蓝隐色体极易氧化,重新析出靛蓝染料。因此,可用化学沉淀处理法或超滤技术进行回收。一般靛蓝染色污水中染料含量可达到  $0.02 \text{ g/L}$  左右,如以日处理  $500 \text{ t}$  污水计算,则每天可回收靛蓝  $10 \text{ kg}$  左右。例如对于本工厂,可在调节池后设置超滤,从而降低有机物浓度<sup>[8]</sup>。

### 4.1 经济技术分析

污水站的土建面积为  $490 \text{ m}^2$ ,其中设备和材料费用为  $154.36$  万元。污水处理站人员 3 人,人均工资  $1000$  元/月,

参考文献:

- [1] 印染生产工艺及其废水的特性. 印染废水处理技术专辑[C]. 中华环保互联网.  
 [2] 姜金生, 王宇. 水污染治理新工艺与设计[J]. 北京: 海洋出版社, 2002. 142.  
 [3] 刘溉, 刘其华. 牛仔裤洗水生化处理工程实例分析[J]. 广州环境科学, 2004, 19(1): 11-13.  
 [4] 耿安朝, 张洪林. 废水生物处理发展与实践[C]. 沈阳: 东北大学出版社, 1997. 149-160.  
 [5] 罗国维, 林世光, 彭金海. 工业废水处理技术研究及应用[C]. 广州: 华南理工大学出版, 1992.  
 [6] 刘灿生, 沈志恒. 翼片斜板沉淀半生产性质. 李圭白院士七十寿辰学术论文集[C]. 2001.  
 [7] 牛仔服装漂洗废水处理典型工艺介绍[EB/OL]. 中华环保互联网- 废水处理.  
 [8] 张伯仑. 超滤+ 延时曝气+ 气浮工艺处理牛仔布废水[A]. 污水处理工艺及工程方案设计[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000. 191-194.

## 4 防止 U 型衬砌渠道裂缝产生措施

提高工程质量和加强工程管护,是预防 U 型衬砌渠道裂缝的根本之策,根据在中低产田工程 U 型衬砌渠道近  $80 \text{ km}$  的施工过程中,结合多年灌溉运行管理经验,在不断摸索总结下,认为防止 U 型渠道砌体裂缝应在以下两方面狠下功夫。

(1) 严格施工程序,努力提高施工质量。

应切实夯实土基,保证渠堤稳定,杜绝渗漏侵蚀。

弄懂 U 型衬砌机的构造、性能和工作原理,熟练掌握其操作要领,确保衬砌振捣密实,表面光滑。

精选材料,严格按照配合比配料,最大限度的减少混凝土体内存水空间。

严把砼浇筑关,确保衬砌质量。

合理设置伸缩缝,即每间隔  $3\sim 4 \text{ m}$  设伸缩缝一条,使裂缝按规范产生。

(2) 加强渠道日常运行管理和经常性维修保养。

严格按渠道行水标准行水,严禁超载带病运行。

建立经常性的渠道检查维修保养制度,防患于未然。

## 5 结 语

U 型渠道是一种新型的渠道断面衬砌形式,不论在水流特性、占地面积、防渗等方面优点明显,但存在的裂缝问题,在主观上加以努力,可相应的克服,使 U 型衬砌渠道不失为节水型农业用水的一条有效途径。

设备折旧  $20 \text{ a}$ , 电费  $0.58 \text{ 元}/(\text{kw} \cdot \text{h})$ , 工业用水  $0.8 \text{ 元}/\text{m}^3$ , 维修费按设备折旧  $15\%$  计算,回用处理水量的  $80\%$ , 计算的运行费用见表 4。

表 4 污水处理运行费用

项目	费用/(元·m <sup>-3</sup> )	项目	费用/(元·m <sup>-3</sup> )
人工费	0.10	药剂费	0.10
设备折旧费	0.16	维修费	0.02
电 费	0.36	合计	0.74

### 4.2 结 论

(1) 采用翼片斜板沉淀池进行沉淀分离处理具有沉淀效果好的特点。

(2) 采用高浓度活性污泥快速曝气和生物接触氧化结合工艺处理牛仔服装后整理废水,具有投资少,运行费用低,处理效率高,出水水质好,易操作管理,污泥量少等优点,且处理后出水可回用于生产,具有明显的环境效益和经济效益。