

# Quality Analysis and Advances in Treatment and Reuse of Hydraulic Loom Wastewater

Ying Su<sup>1</sup>, Zheng Sun<sup>2</sup>, Gongfa Chang<sup>1\*</sup>, Yingzhi Lv<sup>2</sup>, Wei Hong<sup>1</sup>, Yong Chang<sup>2</sup>, Bo Liu<sup>1</sup>, Qishuo Sun<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Shandong Academy of Environmental Science, Jinan Shandong

<sup>2</sup>Bashan Group Co., Ltd., Zibo Shandong

Email: \*changgongfa@126.com

Received: Jun. 1<sup>st</sup>, 2016; accepted: Jul. 1<sup>st</sup>, 2016; published: Jul. 4<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

Hydraulic loom consumes a lot of high quality water, which makes it necessary to treat and reuse the wastewater for the purpose of mollifying regional water resources contradiction and saving water cost. The sources and the composition of the hydraulic wastewater were analyzed in this paper and it was found that the sum of suspending solids and colloidal substances accounted for 79.4% of the total organics. Then the differences between water and wastewater indexes value indicate that the main pollution factors are SS, COD and ionic substances. After that, the available hydraulic wastewater treatment technologies were classified, compared and reviewed according to their functions and problems. Finally, the probable research directions were forecasted.

## Keywords

Hydraulic Loom Wastewater, Wastewater Treatment, Water Quality Characteristic, Technology Advances

---

# 喷水织机废水水质分析及回用技术研究进展

苏颖<sup>1</sup>, 孙正<sup>2</sup>, 常功法<sup>1\*</sup>, 吕迎智<sup>2</sup>, 洪卫<sup>1</sup>, 常勇<sup>2</sup>, 刘勃<sup>1</sup>, 孙启硕<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山东省环境保护科学研究设计院, 山东 济南

<sup>2</sup>岜山集团有限公司, 山东 淄博

\*通讯作者。

Email: \*changgongfa@126.com

收稿日期: 2016年6月1日; 录用日期: 2016年7月1日; 发布日期: 2016年7月4日

## 摘要

喷水织机用水量大, 对水质要求高, 对废水进行处理后回用有助于缓解区域水资源矛盾, 降低织机用水成本。本文分析了喷水织机废水的来源、解析了水质组成特征, 发现废水中79.4%的有机污染物以悬浮态和胶体态存在; 通过对比废水和用水关键水质指标差异, 明确了处理回用的主要目标是SS、COD和离子物质; 针对不同的目标污染因子分类总结了的现有处理技术的应用情况及存在的问题; 对喷水织机废水处理回用技术的研究方向提出了展望。

## 关键词

喷水织机废水, 废水处理, 水质特性, 技术进展

## 1. 引言

喷水织机引纬速度快、效率高, 尤其适用于合成纤维织物的织造, 在国内应用十分广泛[1]。但其用水量, 水质要求高且产生废水, 经济性和环境问题成为制约其发展的主要问题之一[2]。对喷水织机外排废水进行收集、处理后回用, 是解决这一问题的理想方法。本文从喷水织机废水来源、水质特点和处理回用技术三个角度综述行业现状, 希望对相关工程设计和研究有所启发。

## 2. 喷水织机废水来源

喷水织机利用喷射水柱引纬, 每台喷水织机日耗水量约 2.5 m<sup>3</sup> 左右, 大约 8%~10%的水被织物带走, 3%~5%蒸发到空气中增加了车间的湿度, 其余约 85%~87%的废水通过地沟流入排放井[3]。水流经加压后冲击纱线的过程中, 携带部分废纱头、化学浆料和润滑油, 构成喷水织机废水的主要污染物。各纺织厂所用化学浆料不同, 会导致喷水织机废水成分的差异。喷水织机现在广泛使用的是丙烯酸类浆料, 该浆料含有较多难降解有机物, 造成喷水织机废水可生化性较低。

## 3. 喷水织机废水水质解析

### 3.1. 废水来源及指标分析方法

试验废水取自山东某喷水织机织造厂废水处理站的格栅渠。COD 浓度高于 50 mg/L 的样品, 采用《水和废水分析监测方法》[4]所述的重铬酸钾法测定。COD 浓度低于 50 mg/L 的样品, 采用 HACH 标准试剂测定。pH 采用 PHS-3C 型 pH 仪测定。电导率用 DDS-11A 型电导率仪测定, 总硬度、SS 和石油类分别用《水和废水分析监测方法》所述的 EDTA 滴定法、重量法测定和红外分光光度法测定。

### 3.2. 喷水织机用水与废水水质对比

对比喷水织机用水与废水相关指标(表 1)可以发现, 欲将喷水织机废水处理达到回用标准, 需要去除的主要目标污染因子为 SS、石油类、COD 和电导率。SS 和大部分石油类可以通过常规的混凝沉淀或气浮方法去除, 降低电导率的方法主要由离子交换或反渗透、电渗析等膜法工艺。去除 COD 的工艺较多, 生物法和各种物化方法均多有应用, 可据水质特点选择适当的方法。

**Table 1.** Water qualities of hydraulic loom influent and wastewater  
**表 1.** 喷水织机用水与废水水质指标

| 指标     | pH      | COD<br>(mg/L) | SS<br>(mg/L) | 电导率<br>us/cm | 石油类<br>(mg/L) |
|--------|---------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| 喷水织机用水 | 6.5~7.4 | <38           | <10          | <200         | <5            |
| 喷水织机废水 | 6.6~7.1 | 180.1~230.4   | 105.4        | 613.6~638.2  | 10.7~15.9     |

### 3.3. 喷水织机废水水质解析

取 50 mL 废水样品，先后经中速滤纸和 0.45  $\mu\text{m}$  微滤膜过滤，去除废水中悬浮物，取 20 mL 滤液为样品 1。另取经混凝沉淀处理的废水，经 0.45  $\mu\text{m}$  微滤膜过滤，取 20 mL 滤液为样品 2。另取原水 20 mL 为样品 3。样品 1、2、3 COD 浓度分别代表总 COD-悬浮态 COD、溶解态 COD 和总 COD，结果如图 1 所示。

水质分析所用水样总 COD 为 214.3 mg/L，其中 66.55 mg/L 以悬浮态存在，98.46 mg/L 以胶体态存在，其余以溶解态存在。各种状态 COD 占比如图 1 所示，悬浮态和胶体态 COD 之和占总 COD 的比例高达 79.4%。

常规的混凝 - 沉淀工艺对悬浮物和胶体物质去除率较高[5]-[9]，而溶解态 COD 通常采用生物法去除。对 COD 浓度较低的废水，生物法的具体工艺通常选用生物膜法[10]-[12]。

## 4. 喷水织机废水处理回用技术现状

总结现有喷水织机废水处理工艺，多数工艺流程较长，按照去除的目标污染物不同，可分为三个阶段，分别是去除 SS 为主的预处理段、去除 COD 为主的强化处理段和去除离子为主的深度处理段。

### 4.1. 预处理段

预处理段主要去除喷水织机废水中的较大悬浮物和石油类，传统的格栅、隔油池均有一定效果[13][14]，但不足以达到回用标准，通常还需使用混凝沉淀或气浮等手段。由于对胶体物质去除效率较高，采用混凝沉淀或气浮的情况下，COD 去除效率也往往较高。

倪露等人[14]采用破乳调节 - 气浮 - 过滤工艺处理喷水织机废水，发现 PAC 对乳化油的破乳效果好；破乳之后形成的矾花较轻，可通过气浮装置有效去除；气浮出水先后经煤、砂双层滤料和活性炭滤料过滤后出水 SS 和石油类两项指标分别降至 5 和 3.5 mg/L，达到喷水织机回用标准。徐国夫等人[13]发明一种隔油 - 煤渣吸附 - 混凝沉淀 - 气浮 - 机械过滤的工艺，将喷水织机废水进入格栅井、隔油装置、排式煤渣吸油装置，出水用氢氧化钠、PAC 和 PAM 混凝沉淀后进行气浮，可使 COD 和 SS 分别降至 60 和 30 mg/L 以下。周雪峰[15]等人采用格栅-混凝-气浮工艺对喷水织机废水进行预处理时发现，经气浮处理后废水 SS 和 COD 浓度分别从 200 和 300 mg/L 左右降至 15 和 70 mg/L 以下，效果显著。但是由于使用混凝剂，气浮出水的电导率大幅增加，从 150 us/cm 上升到了 1500 us/cm 左右。

在预处理段经混凝 - 沉淀/气浮处理后的喷水织机废水 COD 和 SS 大幅降低，但往往无法直接达到回用标准，需采取强化处理措施。由于使用混凝剂造成的电导率增加，则需在后序的深度处理段降低。

### 4.2. 强化处理段

强化处理段的作用在于进一步去除预处理段出水所含的残余 COD 物质。

生物法广泛用于去除废水中有机物，在喷水织机废水处理领域也有较多相关研究。周雪峰等[7]用活性污泥法处理经混凝 - 气浮处理的喷水织机废水，可将 COD 浓度从 70 mg/L 左右降到 48 mg/L 以下。庞浩然等[16][17]采用 BAF 工艺处理纺织工业园区的喷水织机废水，对比研究了火山岩和陶土两种填料的

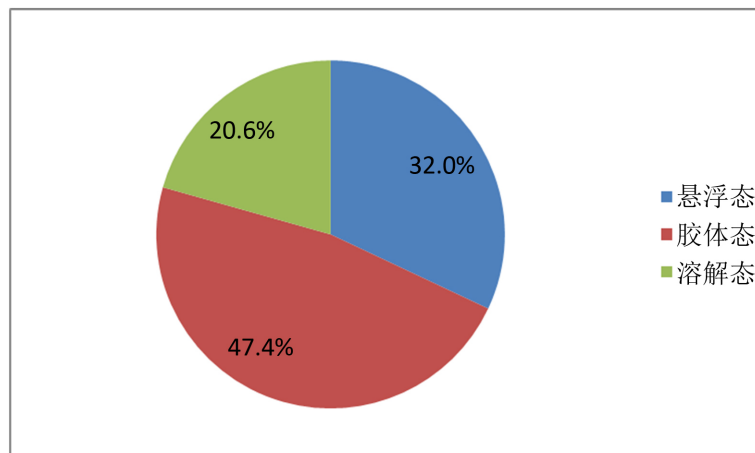


Figure 1. Proportions of the three kinds of COD in hydraulic loom wastewater  
图 1. 喷水织机废水中三态 COD 比例关系

处理效果, 其研究表明采用火山岩填料的 BAF 滤池可使喷水织机废水 BOD<sub>5</sub> 浓度降低到 30 mg/L 以下, 达到《城镇污水厂污染物排放标准》(GB18918-2002)规定的二级标准, 但无法达到喷水织机的回用标准。梁海燕等[18]对比研究了混凝沉淀、普通生物滤池和曝气生物滤池对喷水织机废水的处理效果, 发现火山岩 BAF 滤池比普通生物滤池对氨氮的去除效率高, 但出水水质仍不能达到喷水织机的回用标准。

对于 COD 浓度较低的废水, 生物膜法比活性污泥法更为适用。张速新等人[19]的研究表明, BAF 滤池工艺可以将经活性污泥法处理过的生活污水进一步净化, 达到生活杂用水水质标准。庞浩然和梁海燕等人没有研究 BAF 滤池处理经混凝沉淀后的喷水织机废水, BAF 能否在混凝沉淀的基础上进一步改善水质以达到喷水织机回用水标准, 有待进一步研究。

投加氧化剂也可进一步降低废水中的 COD 浓度, 臭氧不仅可以强化混凝效果[20], 应用于气浮时还可通过直接氧化作用强化 COD 去除[21] [22]。金鹏康等人[22]的研究表明多级臭氧气浮工艺对城市污水处理厂二级出水的色度和有机物浓度去除效率较高。截至目前, 将臭氧应用于喷水织机废水处理中的相关研究还未见报道。

### 4.3. 深度处理段

深度处理段的作用在于去除废水中的阴阳离子物质以降低电导率, 目前应用较多的工艺是离子交换树脂和电渗析。

陈云根等[3]采用气浮 - 快滤 - 阴阳离子交换 - 精密过滤工艺处理喷水织机废水, 控制了回用水的悬浮物、色度、电导率及表面张力, 使回用水 COD < 20 mg/L, SS < 20 mg/L, 石油类 < 2 mg/L, 稳定满足喷水织机的用水要求。周雪峰[7]等将经活性污泥法处理的喷水织机废水经沉淀、过滤后引入钠离子交换床, 使电导率从 1200  $\mu\text{m}/\text{cm}$  降至 800  $\mu\text{m}/\text{cm}$  以下。樊和平[23]等用电渗析工艺, 通过离子交换膜的选择性透过作用, 降低水中阴阳离子浓度, 出水水质可满足喷水织机用水要求。

离子交换树脂使用一段时间后需用大量酸、碱进行再生, 易造成二次污染。电渗析工艺应用过程亦会产生大量浓水, 如何处理或回用这部分浓水有待进一步研究。樊和平等将电渗析浓水导入全厂空调用水和卫生用水系统, 避免水资源的做废值的借鉴。

## 5. 结论及展望

喷水织机废水来自水流喷射引纬过程, 处理后回用需去除的主要目标污染物是 SS、COD 和电导率,

其中 COD 组成中悬浮态和胶体态物质占到 79.4%。预处理段混凝 - 沉淀/气浮工艺对 SS 和悬浮物去除率较高, 但足以达到回用标准; 强化处理段, 生物法和投加氧化剂在其他废水处理领域应用效果较好但在喷水织机废水处理领域研究不够深入; 深度处理段, 经过滤、离子交换/电渗析工艺处理后, 废水通常可以达到喷水织机废水使用要求。未来喷水织机废水处理回用领域的相关研究建议从以下 3 方面入手:

1) 深入研究生物膜法对混凝 - 沉淀/气浮处理出水的处理效果、各种生物膜载体性能及生物膜反应器运行参数, 以期提高强化处理段对 COD 的去除效率, 降低对后序离子交换树脂或电渗析反应器的污染。

2) 开展投加氧化剂方式强化去除喷水织机废水 COD 的技术研究, 重点是臭氧氧化技术, 以期在不增加废水电导率的情况下提高强化处理段出水水质。

3) 设法处理后回用或复用深度处理段电渗析产生的浓水, 避免水资源浪费。

## 参考文献 (References)

- [1] 洪海沧. 近期国产无梭织机的技术进步与展望——第十六届上海国际纺织工业展览会有感[J]. 棉纺织技术, 2014(2): 26-31.
- [2] 马薇. 浙江嘉善开展喷水织机专项整治[J]. 纺织机械, 2014(6): 21.
- [3] 陈云根, 周可英. 进口喷水织机废水循环回用技术[J]. 能源环境保护, 2005(1): 49-50.
- [4] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
- [5] 吴克明, 王海玥, 黄娜, 等. 混凝 - 气浮与混凝 - 沉淀法处理含油乳化废水的比较[J]. 武汉科技大学学报, 2008(4): 432-434.
- [6] 曹福. 混凝 - 气浮处理含油乳化液废水的试验研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 武汉科技大学, 2004.
- [7] 毕东苏, 姜安玺, 张宝杰, 等. 混凝气浮处理含乳化液废水的试验研究[J]. 环境保护科学, 2002(1): 9-11.
- [8] 吕媛. 混凝气浮/生物接触氧化法处理发动机废水研究[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 南昌大学, 2015.
- [9] 沈耀良, 孙立柱, 王德兴, 等. 混凝沉淀工艺深度处理污水厂二级出水的混凝剂优化[J]. 中国给水排水, 2007(23): 56-58.
- [10] 李璐, 潘名宾, 杨小俊, 等. 序批式生物膜法处理低浓度城市污水的研究[J]. 安徽农业科学, 2011(29): 18087-18089.
- [11] 魏臻. 生物陶粒悬浮填料移动床处理低浓度污水的应用基础研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2010.
- [12] 周质彬. 生物膜法处理低浓度石油化工 VOCs 试验研究[J]. 广州环境科学, 2009(4): 22-24.
- [13] 徐国夫. 一种喷水织机废水处理回用方法[P]. 中国专利, 104045178A, 2014-07-26.
- [14] 倪露. 喷水织机废水循环回用工程设计[J]. 广东化工, 2013(9): 135-136.
- [15] 周雪峰. 一种喷水织机废水处理回用方法[P]. 中国专利, 101265001, 2008-04-07.
- [16] 庞浩然. 曝气生物滤池处理喷水织机废水的研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海交通大学, 2009.
- [17] 庞浩然, 等. 曝气生物滤池对喷水织机废水 BOD<sub>5</sub> 去除效果的研究[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2009(5): 516-519.
- [18] 梁海燕. 喷水织机废水处理工艺研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海交通大学, 2008.
- [19] 张速新. 曝气生物滤池在污水回用中的应用研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京工业大学, 2003.
- [20] 张勇. 臭氧预氧化强化混凝微污染水源水试验研究[J]. 供水技术, 2011(2): 5-7.
- [21] 代琳琳. 臭氧强化混凝在酵母废水深度处理中的应用研究[J]. 工业水处理, 2014(8): 62-64.
- [22] 金鹏康. 多级臭氧气浮一体化装置对污水厂出水的处理效果[J]. 中国给水排水, 2015(15): 12-15.
- [23] 樊和平. 喷水织机配套水处理设备工艺探讨[J]. 北京纺织, 2000(1): 34-36.

**再次投稿您将享受以下服务：**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>