

# SBR 废水处理的研究进展

徐怡珊<sup>1</sup>, 张 森<sup>2</sup>

(1. 中国石化北京化工研究院 环保所, 北京 100013; 2. 特种工程设计研究院, 北京 100028)

**摘要:** 分析了 SBR 废水的水质特性, 介绍了适用于 SBR 废水处理方法即混凝沉降、混凝气浮、生物降解和反渗透, 并对其优缺点进行了评述。SBR 废水中共发现 22 种有机物, 其中苯乙烯的质量分数最大, 乙苯第 2。几种处理方法各有优缺点, 应根据实际废水的组成和浓度、处理难度等选择投资少、收效大的处理方法。

**关键词:** SBR; 废水; 处理方法

中图分类号: T Q333. 1; X 703; X 783. 2 文献标识码: B 文章编号: 1000-890X(2001)07-0424-04

SBR 具有耐热、耐磨、耐氧化、耐光、耐老化等优越性能, 且杂质含量少, 质量比较稳定, 主要用于汽车轮胎, 在胶鞋、胶管、胶带、胶板、电缆和医疗用具等方面应用也很普遍。而且, 随着国内橡胶工业的发展, 对 SBR 的需求量不断增大。

近年来, 随着全球环保意识的增强, 对 SBR 废水的排放要求越来越严格。SBR 废水排放量大, 而且成分复杂, 有机物含量高, 处理难度大, 因此, 对 SBR 废水处理技术的研究成为橡胶行业的重要课题。本课题分析了橡胶废水的来源及水质特性, 对当前采用的混凝沉降、混凝气浮、活性污泥、厌氧水解、接触生物氧化和反渗透等处理方法进行了评述。

## 1 SBR 生产废水的来源及水质特性

SBR 废水主要来自: (1) 净化原料、中间产品和产品的洗涤水; (2) 反应中的生成水; (3) 设备与地面的清洗水; (4) 泵和压缩机的密封水。各种废水因其水质的不同, 需先分别进行分离、捞油和中和等初步处理, 然后汇集成为 SBR 废水。其水质指标为: 化学需氧量(COD) 800~1 200 mg·L<sup>-1</sup>; 五日生化需氧量(BOD<sub>5</sub>) 240~360 mg·L<sup>-1</sup>; 悬浮物 30~50 mg·L<sup>-1</sup>; pH

值 5.8~8.6; 水温 50~55 °C; BOD<sub>5</sub>/COD < 0.3。SBR 废水中 BOD<sub>5</sub> 较大, 而 BOD<sub>5</sub>/COD 却较小, 属于可生化性较低的有机工业废水。

尤作亮等<sup>[1]</sup>采用 HP5890 15970 型气相色谱/色质联用仪(GC/MS)(美国惠普公司产品)分析 SBR 废水中的有机成分, 测得其中的有机成分的质量浓度(mg·L<sup>-1</sup>)为: 二甲基甲酰胺 < 0.01; 甲苯 1.96; 乙烯基环乙烷 2.48; 乙苯 13.61; 苯乙炔 < 0.01; 苯乙烯 110.60; 环辛二烯 < 0.01; 苯甲醛 3.57; 乙烯基环己烯 < 0.01; 二乙基胺 1.47; 乙基环己烯基酮 0.22; 苯乙酮 1.33; 甲基苯乙酮 0.78; 甲基苯酚 1.79; 苯戊烯 0.71; 二甲基萘 1.77。此外, 还含有甲醛十一碳烯、苯并噻、硝基乙苯、苯丁酸、丁酮和喹啉。分析测试结果表明, 在 SBR 废水中共发现 22 种有机物, 其中苯乙烯的质量分数最大, 为已定量有机物的 0.788; 乙苯的质量分数第 2, 为 0.097。苯系物因含有环状结构, 属于不易降解的有机物, 因此, 处理难度很大。

## 2 SBR 废水的处理方法

目前, 用于 SBR 废水的处理方法主要有混凝沉降法、混凝气浮法、生物法和反渗透法。

### 2.1 混凝沉降法

SBR 废水中含有很多胶体物质, 它们因带有一定的电荷而相互排斥, 从而稳定地分散在

作者简介: 徐怡珊(1970-)女, 黑龙江齐齐哈尔人, 中国石化北京化工研究院环保所工程师, 硕士, 主要从事环保信息工作。

废水中。当加入带有相反电荷的混凝剂后,胶体物质上的电荷被中和产生凝聚,然后通过大分子助凝剂的架桥作用,将小胶粒聚集成大絮团,通过外力去除。中国石油兰州化学工业公司化工研究院环保所<sup>[2]</sup>采用混凝沉降法处理中国石油兰州化学工业公司橡胶厂的生产废水,以硫酸铝为混凝剂,以聚丙烯酰胺为絮凝剂,控制最佳的混凝剂用量、pH 值、温度及搅拌器类型,使 COD 去除率达到约 37%。

## 2.2 絮凝气浮法

絮凝气浮法是在废水中投加复合铝盐和聚丙烯酰胺类药剂,然后进行助凝和絮凝强化处理。再用泵将其打入气浮机,用水射器将溶于压缩空气的回流水注入容气集放器,减压集放后,水中的空气又从水中释放出来,形成微小气泡。由于絮凝剂的絮凝作用,使水中原来很微细的物质聚成较大颗粒,形成悬浮物。这些悬浮颗粒附在气泡上浮出水面,用气浮机的刮渣装置将浮渣刮入排渣槽排出。刘珉筠等<sup>[2]</sup>采用絮凝气浮工艺(其工艺流程示意图见图 1),处理 SBR 和 NBR 及乳胶生产废水,在正常生产条件和最佳絮凝气浮条件下, COD 去除率一般均大于 50%。北京肇麟环境技术开发公司<sup>[3]</sup>采用两级气浮法,即废水经一级气浮处理后,进入串联的二级气浮装置,其中一级采用大气泡集放器,将较大颗粒的絮凝体浮上水面;二级采用微小气泡集放器,将微小颗粒絮凝体浮上水面。

由于延长了废水在气浮器中停留的时间,使絮凝作用更加充分,相对减少了药物投放量,而且废水 COD 去除率为 40%~45%,悬浮物的去除率为 95%~98%。

## 2.3 生物处理法

生物处理法根据需氧与否主要分为厌氧生物法和好氧生物法,而用于 SBR 废水处理的方法主要有活性污泥法、水解酸化法和生物接触氧化法等。

### 2.3.1 活性污泥法

活性污泥法是以活性污泥为主体的废水处理法。该方法利用活性污泥中具有很强吸附和氧化分解有机物能力的各种微生物进行处理。

尚宪富<sup>[4]</sup>利用传统活性污泥法处理 SBR 废水的试验表明,进水中 COD 的平均质量浓度为  $801 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,经鼓曝处理后,二沉池出水中 COD 的平均质量浓度为  $327 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,COD 去除率为 59.2%。延长停留时间后,效果并不明显。

### 2.3.2 水解酸化法

水解酸化法主要用于处理含有难以降解的有机物、可生化性不高的工业废水。该方法利用有机物厌氧分解过程中酸性发酵阶段的特点,将某些难降解的大分子有机物转化为已被微生物降解的小分子有机物,从而改善废水的可生化性。表 1<sup>[5]</sup>示出了水解酸化对橡胶废水可生化性的影响。

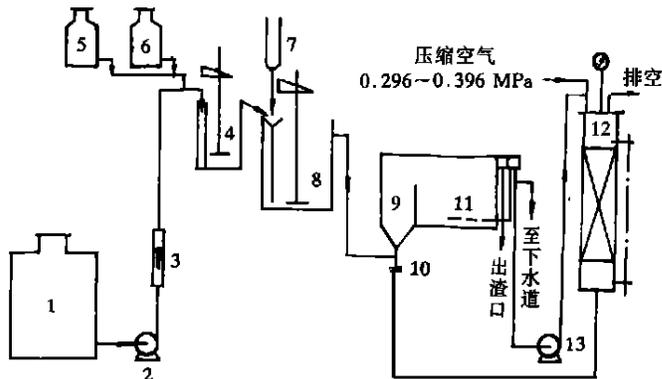


图 1 混凝气浮工艺流程示意

1—废水槽; 2—泵; 3—流量计; 4—凝絮槽; 5—碱计量槽; 6—混凝剂计量槽; 7—絮凝剂计量槽; 8—絮凝槽;  
9—捕集室; 10—释放器; 11—气浮槽; 12—容气罐

表1 水解酸化对橡胶废水可生化性的影响

项目	水解酸化池进水	水解酸化池出水
COD/( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	656	504
BOD <sub>5</sub> /( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	286	281
BOD <sub>5</sub> /COD	0.44	0.56

由表1可见,所用橡胶废水经水解酸化处理后, BOD<sub>5</sub>/COD 由处理前的 0.44 提高到处理后的 0.56, 提高了废水的可生化性。

SBR 废水中主要含有苯系物, 这是一种环状结构的不易降解的有机物。陈新宇等<sup>[5]</sup> 曾对水解酸化池出水中苯乙烯的含量进行检测, 结果是未检出。这说明, 难降解有机物经过水



图2 水解酸化-生物接触氧化试验流程

动使其混合, 并投加一定量的氮、磷化合物以满足生物代谢的需要, 再依次流到水解酸化池、生物接触氧化池, 最后由沉淀池完成泥水分离。上海建筑设计院浦东分院<sup>[9]</sup> 对水解酸化-生物接触氧化法处理橡胶废水进行了试验研究, 试验结果表明, 在进水 COD 平均值为  $650 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的情况下, 水解酸化池对 COD 的平均去除率达 23.2%, 生物接触氧化法对 COD 的平均去除率达 83.7%。

## 2.4 反渗透法

工业废水中含有大量无机盐类, 不宜直接回用, 而反渗透法具有低能耗和高效率的特点, 因此, 成为分离水中溶解性物质方面的一项很有前途的实用性技术。清华大学的尤作亮等<sup>[10-11]</sup> 以中国石化齐鲁石化公司橡胶厂的外排废水为研究对象, 为了达到反渗透装置的进水标准, 在反渗透处理前增加了预处理。反渗透处理试验流程见图3, 其反渗透装置分别采用 TRFO 低压中空醋酸纤维反渗透膜和

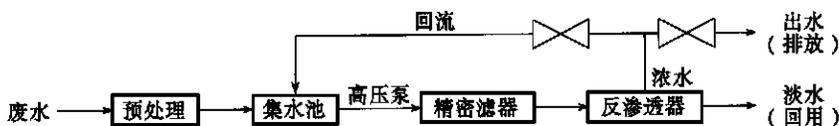


图3 反渗透处理试验流程

解酸化后, 有机物的形态发生了变化, 可降解成易生化的小分子物质。水解酸化法已成功地应用于处理含有难以降解的有机物的化工废水<sup>[6]</sup>、染整废水等<sup>[7,8]</sup>, 其目的在于改善难降解有机物的可生化性, 而不强调有机物的去除率, 故主要作为一种处理橡胶废水的预处理手段。

## 2.3.3 生物接触氧化法

在 SBR 废水处理技术中, 生物接触氧化法因其负荷高、有机物去除效果好而成为水解酸化工艺的后续好氧处理工艺。其试验流程见图2。

SBR 废水进入调节池, 由于少量空气的搅

FSJ42—1.22 型聚砜酰胺卷式反渗透膜。试验结果表明, 反渗透装置对钙离子、镁离子和有机物等具有较高的去除率, 一般大于 90%, 对无机盐的去除率一般稳定在 85% 左右, 而对可溶性二氧化硅和碳酸氢根的去除率较低, 一般在 70% 以下。

橡胶废水经反渗透等深度处理后, 可作为锅炉补给水或工艺用水的水源。

SBR 废水的各种处理方法比较见表2。

## 3 结语

SBR 废水含难降解有机物组分多, 是目前橡胶行业公认的一种处理难度很大的废水。由于经济等方面的原因, 采用单一的处理方法往往不能达到处理要求。在生产中, 应根据实际废水的组成和浓度、处理难度等选择投资少、收效大的处理方法。同时, 很有必要进一步探讨橡胶废水在深度处理方面的研究方法, 使之可再生回用。

表 2 各种处理方法比较

方 法	主要优点	主要缺点
混凝沉降法	技术成熟, 操作简单, 易管理	处理后排出的污泥含水率高、体积大
混凝气浮法	能有效去除废水中的悬浮物和油; 排出的污泥含水率较低	操作管理要求较严, 去除悬浮物的费用较高
活性污泥法	工艺简单, 易于管理, 基建费用较低	进水要求严, 对多组分、高浓度的 SBR 废水去除效果不明显
厌氧水解法	操作简单, 处理费用低; 能将废水中的大分子降解为小分子, 提高废水的可生化性	COD 去除率低
生物接触氧化法	技术成熟, 操作简单, 处理成本低; 能有效去除废水中的 COD 和 BOD <sub>5</sub> ; 对冲击负荷有较强的适应性; 剩余污泥少。	对可生化性差的废水处理效果不明显
反渗透法	出水水质好, 设备简单	需加强水质预处理, 膜面易污染

## 参考文献:

- [1] 尤作亮, 蒋红花, 李新运. 橡胶废水的有机成分及其去除特点研究[J]. 上海环境科学, 1996, 15(4): 25-27, 30.
- [2] 刘珉筠, 梅教宗. 生产丁苯、丁腈橡胶及乳胶的废水处理[J]. 合成橡胶工业, 1988, 10(3): 185-188.
- [3] 田金质. 合成橡胶生产污水处理新工艺[J]. 环境保护, 1995, 36(12): 15-17, 36.
- [4] 尚富富. SBR 污水生化处理中型试验技术总结[J]. 兵工环保, 1995(3): 14-18.
- [5] 陈新宇, 陈翼孙, 李长兴. 水解酸化-生物接触氧化工艺处理合成橡胶废水[J]. 化工环保, 1997, 17(4): 221-225.
- [6] 张林弟, 朱 慧, 肖志成. 厌氧水解改善三乙二醇醚废水可生化性的研究[J]. 石油化工环境保护, 1995(2): 8-10.
- [7] 韩小清. 厌氧-好氧-生物碳-纤维球过滤处理印染废水试验研究[J]. 中国给水排水, 1994, 10(4): 29-31.
- [8] 白端超, 阳运河. 水解-好氧-氯氧化工艺处理染整废水的探讨[J]. 环境工程, 1992, 12(1): 7-11.
- [9] 陈新宇, 陈翼孙, 李长兴. 水解酸化-生物接触氧化处理难降解 SBR 废水的研究[J]. 给水排水, 1997, 23(2): 32-35.
- [10] 尤作亮. 反渗透处理橡胶工业废水的研究[J]. 水处理技术, 1996, 22(5): 290-293.
- [11] 尤作亮, 蒋展鹏, 祝万鹏. 橡胶工业废水深度处理回用的研究[J]. 环境科学, 1998, 19(2): 47-50.

收稿日期: 2001-01-02

## 日本 Valqua 将在中国制造密封制品

中图分类号: TQ336.4<sup>+</sup>2 文献标识码: D

英国《欧洲橡胶杂志》2000 年 182 卷 12 期 4 页报道:

日本最大的密封制品公司——日本 Valqua 工业公司将投资 1 270 万美元在中国制造和供应工业用密封制品。

Valqua 计划于 2001 年第 3 季度在中国上海建立一个子公司, 并于 2002 年年初开始生产。

该公司的预期目标是在华工厂第一财政年度的销售额为 10.5 亿日元, 次年将达到 11 亿日元。

在中国工厂生产的密封产品为“接头片 (Joint Sheet)”, 其橡胶质量分数为 0.10 ~ 0.25。该产品主要用于石油化工厂、炼油厂和一般工业领域。

(涂学忠摘译)

## 卡博特推出 Spheron 系列炭黑

中图分类号: TQ330.38<sup>+</sup>1 文献标识码: D

美国《橡胶与塑料新闻》2000 年 11 月 6 日 5 页报道:

卡博特公司推出了 3 种 Spheron 系列炭黑, 以提高橡胶制品质量稳定性。

•Spheron 5000: 一种非常规品级, 是为满足挤出汽车配件而开发的。汽车工业要求零缺陷, 老产品已不能满足这一要求。

•Spheron 4000: 主要用于需要高强度和抗屈挠的注压制品。这种炭黑使胶料易注压、摩擦小、流动性好, 不污染模具。

•Spheron 6000: 可以加快分散, 缩短混炼时间, 减少混炼胶通过辊筒的次数, 从而降低炼胶和加工费用。该产品耐电化学降解, 因此特别适用于制造汽车散热器胶管、低粘度挤出制品、胶带和其它制品。

(涂学忠摘译)