

蒸发浓缩-资源回收处理 高盐分高浓度有机废水的研究

俞 晟, 陶冠红

(苏州大学 化学化工学院, 江苏 苏州 215006)

摘 要: 针对某化工废水高盐分高浓度等特点, 提出了一种基于蒸发浓缩-资源回收的新颖处理技术。采用减压蒸发浓缩该有机废水, 对浓缩液中的 NaCl、对甲苯磺酸钠进行回收, 回收后的浓缩液进行焚烧处理; 蒸发冷凝水再经好氧生化处理达标排放。该技术可有效处理高盐分高浓度有机废水, 经济合理, 并可实现资源综合利用。

关键词: 高盐分; 高浓度; 有机废水; 蒸发; 资源回收

中图分类号: X 783

文献标识码: A

文章编号: 1009-8992(2006)01-0038-03

Study on the Treatment of Waste Water with High Salinity and High Organic Contents by Evaporation-Resource Recycling

YU Sheng, TAO Guan-hong

(Department of Chemistry and Chemical Engineering, Suzhou University,
Suzhou, Jiangsu 215006, China)

Abstract: In accordance with the characteristics of high salinity and high organic contents of the waste water from a chemical plant, put forward is a new treatment technique based on evaporation and concentration followed by resource recycling. The organic waste water is concentrated by means of vacuum evaporation, and the sodium chloride and *p*-toluenesulphonate in the concentrate are recovered. The restored concentrate is subject to incineration while the condensed water is treated aerobically to be discharged up to the standard. The technique can both effectively and economically treat the organic waste water with high salinity and high concentration and bring about comprehensive utilization of resources.

Key words: high salinity; high organic contents; organic waste water; evaporation; resource recycling

许多化工、制药等企业在生产过程中会产生大量高盐分、高浓度有机废水, 这些废水化学成份复杂、含盐量高、有机物浓度高, 很难采用生化法直接处理, 采用传统的废水处理技术很难取得满意的结

果。因此, 对这类废水的净化处理是当前环保研究领域的热点之一。

鉴于这类废水 COD 含量高且含有大量盐类, 难以生物降解的特点, 必须采用各种物理、化学的方法对其进行预处理。常见的方法包括絮凝^[1]、电解^[2]、Fe-C 微电解^[3]、化学氧化法^[4,5]、湿式催化氧化技术^[5,6]等。这些方法虽能有效去除有机物, 但均

收稿日期: 2005-12-15

作者简介: 俞 晟 (1981—), 男, 江苏苏州人, 硕士研究生。

存在一定的局限性. 如有的方法条件苛刻、成本高, 且上述方法均无法去除盐分, 给后续的生化处理带来较大的难度. 高温焚烧法虽然可将有机物直接氧化, 但设备投资和运用费用较高, 而且其中的盐分在燃烧过程中对设备腐蚀较为严重.

本文提出了一种针对高盐分高浓度有机废水的处理方法. 以某化工厂含 10%NaCl、COD 含量在 $20 \times 10^4 \sim 30 \times 10^4$ mg/L 的有机废水为例, 采用蒸发浓缩后焚烧残渣, 并从资源回用的角度对其中的 NaCl、对甲苯磺酸钠等进行回收, 意在建立一种经济合理、技术可行的处理高盐分高浓度有机废水的方法.

1 材料与方法

1.1 废水

某化工厂生产废水, 含有丙烯酸、单酯、对甲苯磺酸、氯化钠、少量甲苯等, 其主要水质情况见表 1.

表 1 废水水质情况
Tab. 1 Waste water quality conditions

水量/ $t \cdot d^{-1}$	COD/ $(10^4 \cdot$ $mg \cdot L^{-1})$	pH 值	盐度	色度/倍
5	45 ~55	5.0~6.0	约 10% NaCl	4 000~ 4 500

1.2 主要实验装置

圆底可调温电加热器 1 台(上海浦东新区电理仪器厂)、SZ-30 真空泵一台(江苏海门市新东真空泵厂)、减压蒸馏装置 1 套(自组装).

1.3 工艺流程

将 1.5 L 废水直接装入 2 L 圆底烧瓶中, 开启冷却水、搅拌器和真空泵, 加热进行减压蒸发, 收集冷凝水.

待废水蒸至约 300 mL 时, 停止蒸发. 趁热过滤蒸发浓缩液, 过滤得 NaCl 晶体; 过滤液自然冷却后得到的是对甲苯磺酸钠结晶, 用少量冷水洗涤后得到纯度大于 95% 的对甲苯磺酸钠, 洗涤水套用; 少量结晶母液(约 100 ml)作焚烧处理.

2 结果与讨论

2.1 废水处理工艺流程的选择

由于该废水中含有大量易溶性有机物, 絮凝沉淀无法有效去除 COD. 我们也尝试了其他预处理方法, 如 Fe-C 微电解、Fenton 试剂法等, 它们虽能去除部分 COD, 但试剂消耗大、无法去除盐分; 焚烧法是目前较为常用的处理高浓度有机废水的一种方法, 但是, 由于上述废水含盐量高而且热值并不高,

直接外送危废焚烧中心处置有一定难度, 且处理费用很高. 因此, 我们提出了先浓缩后焚烧的处理方案, 并且对浓缩残渣中的 NaCl 和对甲苯磺酸钠进行了回收.

2.2 pH 值的影响

通过加入 NaOH 对废水的 pH 值进行调节, 我们试验了不同 pH 值条件对蒸发出水水质的影响, 结果见表 2.

如表 2 所示, 随着废水 pH 值的提高, 出水的 COD 逐渐下降, 这是由于废水中含有少量低沸点的有机酸-丙烯酸, 在酸性条件下以酸的形式被蒸发, 而在碱性条件下以其钠盐形式存在, 不易被蒸出. 虽然调高废水的 pH 值有利于降低出水 COD, 但考虑运行成本, 我们将废水 pH 调至 8.0.

表 2 不同 pH 对蒸发出水的影响
Tab. 2 Influences of waste water with defferent pH values on the evaporated water qualities

废水 pH	出 水 水 质			
	COD/ $(10^4 \cdot$ $mg \cdot L^{-1})$	pH 值	盐度	色度
5.0	6 000~8 000	1.5	<0.1%	无色
6.0	4 000~5 000	2.5	<0.1%	无色
7.0	2 000~3 000	4.5	<0.1%	无色
8.0	500~800	5.8	<0.1%	无色
9.0	500~800	6.0	<0.1%	无色

2.3 蒸发操作负压的影响

采用减压蒸发, 可显著降低水样的沸点, 从而减少加热用电量, 降低处理成本. 我们试验了不同真空度下对废水沸点的影响, 结果表明: 在真空度为 -0.04、-0.08 和 -0.10 MPa 下, 沸点分别为 90℃、80℃和 75℃. 可见: 真空度越高, 沸点越低, 但考虑到实际操作中, 真空度越高, 动力消耗也越大, 对真空机组要求更高, 因此, 我们选择真空度为 -0.08 MPa.

另外, 我们的试验结果表明: 操作负压对蒸发出水的 COD 影响不大, 但不应将电加热器的温度调得过高, 以免出现暴沸, 影响出水 COD.

2.4 蒸发残渣的回收利用

蒸发残渣中主要含有 NaCl 和对甲苯磺酸钠, 由于两者在水中的溶解度随温度的变化有较大的不同: 氯化钠在水中的溶解度随温度变化不大, 20℃时为 36.0 g, 80℃时为 38.4 g, 对甲苯磺酸钠在 20℃和 80℃的溶解度分别为 67 g 和 260 g. 利用这一性质, 可很好地将它们分开. 待蒸发浓缩至 300 mL 左右时, 停止蒸发并趁热过滤可得 80 g 左右的 NaCl, 冷却后可获得 150 g 左右的对甲苯磺酸钠针状晶体, 经少量冷却水或乙醇洗涤后, 其纯度可在

95%以上。

2.5 冷凝水和浓缩残液的处理

蒸发冷凝水由于含有少量低沸物,其 COD 值在 500~800 mg/L 之间,无色透明,可采取常规好氧生化处理。经回收 NaCl 和对甲苯磺酸钠后的浓缩液量少但 COD 值极高,可采取焚烧的方法加以处理,与直接焚烧法相比,处理量不到原来的 10%,可节省大量成本。

2.6 经济效益分析

采用蒸发浓缩—残液焚烧方法处理高浓度有机废水的运行费用见表 3。设备及厂房总投资为 90 万元,包括真空泵(10 kW)、蒸发釜(5 t)、冷凝器(30 m²)、离心机(1 m)、板框压滤机(20 m²)、水泵、管道、阀门、污水池、曝气装置等。

表 3 运行成本
Tab. 3 List of operational cost

序号	项目	费用/(元·t ⁻¹)
1	电费	30
2	蒸汽费	45
3	维修费	5
4	人工费	6
5	生化处理费	10
6	焚烧费	80
合计		176

采取委外直接焚烧法,虽然可省去设备投资,但处理成本高达 1 000 元/t 以上。采用本法处理该废水虽然设备投资在 90 万元左右,处理成本为 176 元/t,以每天处理 10 t 废水计算,每天可回收对甲苯磺酸钠 500 kg、氯化钠 800 kg,按目前市场价计算为 2 500 元,因此,每天可获净利 800 元左右,3 年即可收回全部投资。

3 结 论

本文提出了一种新颖的处理高浓度高盐分有机废水的方法——减压蒸发的方法。与其他方法相比,可有效去除有机物和盐分,并将废水中有价值成分加以回收,大大节省了处理成本(甚至可赢利)。因此,从循环经济的角度处理废水将是今后废水处理的发展方向。

在处理废水时,应根据废水特点有针对性地采用本方法。

参考文献:

- [1] 杨东宁,袁东星,李权龙,用于水和废水处理的混凝剂和絮凝剂的研究进展[J]. 环境污染与防治,2000,22(5):26-30.
- [2] CHEN G. "Electrochemical Technologies in Wastewater Treatment" [J]. *Separation and Purification Tech*, 2004, (38):11-41.
- [3] 王 军,罗亚田,叶长青,等. 微电解法预处理高浓度有机化工废水的工程改造与实践[J]. 建设科技,2002, (11):55-57.
- [4] LIN S H,JIANG C D. "Fenton Oxidation and Sequencing Batch Reactor (SBR) Treatments of High-Strength Semiconductor Wastewater" [J]. *Desalination*,2003, (154):107-116.
- [5] 孙玉香,荆建刚,刘京伟,等. 高浓度有机废水深度氧化治理技术进展[J]. 城市环境与城市生态,2004,17(6):27-29.
- [6] LUCK F. "Wet Air Oxidation: Past, Present and Future" [J]. *Catalysis Today*,1999, (53):81-91.