

# 表面活性剂废水处理工程设计实例

葛 鹏<sup>①</sup> 杨 尧<sup>②</sup>

(南京大学环境规划设计研究院集团股份有限公司, 江苏 南京 210093)

**摘要:** LAS阴离子表面活性剂属于持久性有机物, 会有这种活性剂的废水在自然条件下很难高效自行降解。为避免直接排放造成严重的生态环境污染问题, 需要将该废水集中收集并经处理达标后排放。本文以实际工程为例, 简述阴离子表面活性剂废水通过该工程设计处理后, 出水水质各项指标均达到国家相应的接管标准。

**关键词:** 阴离子表面活性剂废水; 混凝沉淀; 生化; 三效蒸发

**中图分类号:** F426.2 **文献标识码:** A

阴离子表面活性剂目前广泛用于各行各业, 有这种活性剂的废水具有抑制和杀死微生物的作用, 而且还影响对其他有毒物质的降解。表面活性剂在水体中起泡沫从而降低了水中的充氧程度和富氧速率, 降低了水体的自然净化能力, 使水质变坏, 如废水不经有效处理直接排放到外环境, 将对水环境造成严重污染、破坏<sup>[1]</sup>。在我国的环境标准中将其列为第二类污染物。

## 1 工程概况

根据目前洗涤剂中间体的供求现状及良好的发展态势, 企业决定在现有项目产品基础上进行产业链延伸, 对现有项目产品进行深加工处理, 增加其附加值, 补充完善产业链, 增强企业市场竞争力, 因此企业拟建设二期阴离子表面活性剂技改项目, 主要产品为LABSA、AES等。项目选址在现有厂区西南角预留地上, 工程占地面积为33333.5m<sup>2</sup>。生产工艺采用进口模式磺化技术, 生产的全过程采用国际上先进的DCS控制系统, 建成后具有较好的社会效益、环保效益和经济效益。

本项目生产废水最终经本设计的污水处理设施处理后满足国家相应的排放标准。

## 2 工艺设计

### 2.1 废水处理工艺设计依据

该企业废水主要为含盐废水和含汽提废水等其他废水, 废水经设计处理后水质要达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)中的三级排放标准, 具体设计进水水质见下表1。

表1 设计进水水质

类别	水量 (t/d)	pH	COD (mg/L)	SS (mg/L)	盐分 (mg/L)
含盐废水	50	9~13	2000	200	14000
其他废水	100	6~9	900	100	—

盐分主要成分以硫酸钠和亚硫酸钠为主, 根据需要会用于生产。

### 2.2 表面活性剂物理化学处理方法

#### (1) 泡沫分离法

泡沫分离法<sup>[2]</sup>是通过在表面活性剂的废水中充入空气而产生大量的气泡, 使废水中的污染物吸附气泡表面而形成泡沫, 对浮上来的泡沫再进行分离的方法。此方法广泛应用于合成洗涤剂成分的去除。

泡沫分离法操作简单、能耗低, 尤其适用于较低浓度情况下的分离, 但是泡沫分离法对表面活性剂废水的COD的去除率不高, 尤其是对高浓度废水处理效果更低, 因此需要与其他方法联合使用, 如泡沫分离-混凝法、泡沫分离-生物接触氧化法等。

#### (2) 混凝法

洗涤剂废水处理常用的混凝剂有铁盐、铝盐及有机聚合物类。混凝反应不仅能去除废水中胶体颗粒和吸附在胶体表面上的LAS, 还可以与溶解在水箱中的LAS形成难溶性的沉淀。

混凝法<sup>[3]</sup>处理合成洗涤剂废水具有效果理想、成本低、易操作等特点, 但并没有彻底使污染物转化为无害物质, 产生大量的废渣与污泥, 容易造成二次污染。

① 作者简介: 葛鹏, 硕士, 工程师, 研究方向: 水污染防治。

② 杨尧为通信作者。

### (3) 吸附法

常用的吸附剂主要包括活性炭、吸附树脂、硅藻土、高岭土等。常温下对洗涤剂废水用活性炭法处理效果较好。活性炭处理表面活性剂废水时，最大的问题是活性炭再生能耗大，且再生后的活性炭吸附能力已有不同程度的降低，从而限制了其应用<sup>[4]</sup>。

吸附树脂处理的特点是吸附速度快、稳定性好、再生容易，主要缺点是预处理较烦琐，一次性投资大。

### (4) 生物法

洗涤剂废水的可生化指标BOD/COD值一般都较高，有的可达0.4以上，有害无毒，有利于生物处理，同时生物法与物化法、化学法相比，工艺较为成熟，处理效率高，BOD/COD去除率可达90%以上，同时处理成本较低。生物法处理LAS废水的常用工艺有活性污泥法<sup>[5]</sup>、生物膜法、UASB等。可降解LAS的菌种包括邻单细菌素的革兰氏阴性杆菌、黄单胞菌属的革兰氏阴性短杆菌等。

但是LAS在曝气处理时易产生大量的泡沫，影响氧的传递效果。因此在好氧处理前可采用不完全的厌氧进行预处理，此时厌氧反应停留在第一阶段即水解反应阶段，然后再进行好氧处理，水解可同时提高BOD/COD值。

### 2.3 工艺流程

综上，无论是物化处理还是生物处理，单一工艺处理表面活性剂废水的效果有限，只有将多种方法结合起来才能取得理想的效果。本项目结合企业自身特点，阴离子表面活性剂汽提等废水采用“混凝+生化法”工艺处理，含盐废水采用三效蒸发工艺处理。该废水处理工艺流程见图1。

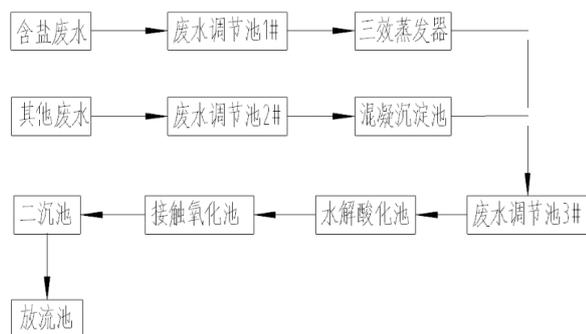


图1 废水处理工艺流程

含盐废水通过明管泵入含盐废水收集池，经三效蒸发处理装置脱盐后的废水，再流入综合调节池与经混凝沉淀预处理装置的其他废水一起混合，经综合调节池混合的废水再依次进入水解酸化池和接触氧化池生化系统处理后，最终经二沉

池进行泥水分离后达标排放。

### 2.4 工艺特点

考虑到本项目生产装置配有余热回收装置，余热产汽量除用于生产装置的保温伴热外，尚有较大的富余量，因此，最终设计采用三效蒸发装置来处理本项目的含盐废水，以达到充分利用富余蒸汽、减少耗电量、降低能源消耗的目的。

三效多级蒸发装置是多级蒸发器，是一种提取浓缩设备，目前在污水处理行业应用过程中，主要是将污水中的有用或者可用物质蒸发浓缩提取出来，将水分蒸发，进行减量化处理或者固化化处理。含盐废水进入三效多级蒸发装置后，可以达到盐分离的目的（废盐主要是亚硫酸钠和硫酸钠），从而降低污水中的盐分含量，提高该废水的可生化性。含盐废水经三效蒸发装置处理后的蒸出冷凝液与经过混凝沉淀预处理的其他不含盐废水混合，进入综合调节池完成均质调节，再进入生化处理单元。

采用分类收集和三效蒸发工艺作为含盐废水的主体预处理方式，实现无机盐的高效率去除，蒸出的冷凝水盐含量可稳定低于2000mg/L，消耗蒸汽电能较少，较其他工艺具明显的优势。

## 3 主要处理单元

本项目废水主要处理单元如下。

### 3.1 废水调节池1#

收集车间含盐废水，用于调节水质、水量，为后处理的正常稳定运行提供保障。调节池内设有高、中、低液位反馈信号，并通过连锁提升泵自动运行。设潜水搅拌机一台、提升泵两台、流量计一套。池体尺寸（m）为 $L \times B \times H = 4.5 \times 6 \times 5$ ，钢筋混凝土结构，内部加强防腐。

### 3.2 三效蒸发器

含盐废水首先调节pH，再通过处理能力为1.5t/h的三效蒸发器进行脱盐处理，整个设备占地尺寸（m）为 $L \times B = 8.0 \times 3.5$ 。

### 3.3 调节池2#

收集汽提冷凝水、设备地面冲洗水、洗桶废水、质检废水等，均衡水质，保障后续物化处理系统进水的稳定性。调节池内设有高、中、低液位反馈信号，设一台潜水搅拌机、两台提升泵、一套流量计。池体尺寸（m）为 $L \times B \times H = 4.0 \times 6.0 \times 4.5$ ，钢筋混凝土结构。

### 3.4 混凝沉淀池

为进一步提高悬浮物、胶体等的去除效果，在工艺前期设置混凝沉淀池预处理，池体尺寸（m）为 $L \times B \times H = 2.0 \times 5.0 \times 4.5$ ，碳钢结构，内衬玻璃钢防腐。设出水堰、PP斜管、桨叶搅拌机两台、排泥泵两台、全自动一体化加药装置等。

### 3.5 废水调节池3#

收集经三效蒸发预处理的含盐废水和经混凝沉淀预处理的其他废水，均衡水质，保障后续生化处理系统进水的稳定性。调节池内设有高、中、低液位反馈信号，设一台潜水搅拌器、两台提升泵、一套流量计。池体尺寸（m）为 $L \times B \times H = 4.0 \times 6.0 \times 4.5$ ，钢筋混凝土结构。

### 3.6 水解酸化池

主要将难生物降解的大分子有机物分解成小分子易生物降解的有机物，提高废水的BOD/COD值。池内设1.5m高半软性填料，ORP计及循环排泥泵等。池体尺寸（m）为 $D \times H = 4.0 \times 9.0$ ，钢制防腐。

### 3.7 接触氧化池

经水解酸化池处理的废水自流进入接触氧化池进行好氧生化处理，采用微孔曝气器作为供氧设施，选用密度略小于水的聚丙烯组合填料，该种填料比普通的生物填料表面积大3倍以上，同时该填料本身就是一个集合的微生物环境，具有外部生长好氧菌，内部生长缺氧菌或兼性菌，通过微生物菌群将废水中的BOD等溶解性污染物进行分解，使出水水质大大改善。该池配有变频罗茨鼓风机两台（一用一备）、溶解氧装置一套等。池体尺寸（m）为 $L \times B \times H = 4.0 \times 6.0 \times 5.0$ ，钢筋混凝土结构。

### 3.8 二沉池

生化处理后的废水利用二沉池沉淀处理使泥水分离，废水中的各类大小颗粒杂物、污泥等被沉淀和去除，降低废水中的悬浮物等物质。本项目采用占地面积小的竖流式沉淀池，表面水力负荷 $q = 0.8 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。池体设有污泥回流泵两台。池体尺寸（m）为 $L \times B \times H = 3.0 \times 3.0 \times 4.5$ ，钢筋混凝土结构。

### 3.9 放流池

放流池配套COD在线监测仪各一套、放流泵两台（一用一备）。池体尺寸（m）为 $L \times B \times H = 4.0 \times 6.0 \times 5.0$ ，钢筋混凝土结构。通过在线检测仪定时对放流池中水体进行检测，并通过检测数值设置预警、启闭放流泵等措施，确保合格水外排，不合格水回流至调节池重新处理。

### 3.10 污泥浓缩池

将二沉池、混凝沉淀池等产生的污泥打入污泥浓缩池进行浓缩，通过重力作用使其中的水与污泥分离。污泥经浓缩后的上清液排到废水调节

池3#中进行处理。浓缩后的污泥通过加入絮凝剂后进入压滤机压滤。压滤后的泥饼外运妥善处置，滤液则回流至废水调节池3#中继续处理。污泥浓缩池配套搅拌装置、一套中心筒、两台污泥泵等设施。

### 3.11 其他

配套污泥脱水用房一间，内设一套压滤机、一套自动加药装置，房间尺寸（m）为 $L \times B \times H = 5 \times 4 \times 5$ ；鼓风机房一间，内设变频罗茨鼓风机两台（一用一备），尺寸（m）为 $L \times B \times H = 5 \times 4 \times 5$ ；污泥堆场一座，尺寸（m）为 $L \times B \times H = 5 \times 4 \times 3$ ；实验室一间等配套用房。

## 4 正常运行效果及结论

经过近两个月的调试运行，各项出水水质指标均达到预期效果，项目废水处理系统各生化处理单元处理效果见表2。

表2 综合废水生化处理效果一览表  
(mg/L, pH无量纲)

指标	进水/出水	pH	COD	SS
废水调节池3#	出水	6~9	753.1	125.3
水解酸化池	出水	6~9	692.7	
接触氧化池	出水	6~9	89.7	
二沉池	出水	6~9	83.4	33.7
结果		6~9	83.4	33.7

阴离子表面活性剂废水经过混凝沉淀预处理后，与经三效蒸发器预处理的含盐废水在废水调节池3#混合，再进入后续生化系统，采用废水调节池3#—水解酸化池—接触氧化池—二沉池—放流池的组合工艺处理，经该工艺处理后的出水COD、悬浮物等各项指标均满足《污水综合排放标准》（GB 8978—1996）中的三级排放标准。

## 参考文献

- [1] 阎敏. 高浓度表面活性剂废水处理系统的工程设计实例[J]. 建设科技, 2016(8): 90-91.
- [2] 刘君, 邱敬贤, 邓刚. 农村生活污水处理技术探讨[J]. 中国环保产业, 2018(10): 48-51.
- [3] 孙向辉, 李力. 水体富营养化及其植物修复技术研究进展[J]. 安徽农业科学, 2014(18): 5902-5905.
- [4] 包木太, 田艳敏, 陈庆国. 海藻酸钠包埋固定化微生物处理含油废水研究[J]. 环境科学与技术, 2012, 35(2): 167-172.
- [5] 夏玉立, 夏训峰, 王丽君, 等. 国外农村生活污水治理经验及对我国的启示[J]. 小城镇建设, 2016(10): 20-24.