

运行与管理

# 热电厂除盐水装置的节水降耗技术应用

周付江

(大庆石化公司热电厂, 黑龙江 大庆 163712)

**摘要:** 在离子交换废水再利用工艺研究的基础上,通过在热电厂除盐水装置增建酸碱废水回收和再利用系统,对酸碱废水进行回收和重复利用,每年减少废水外排量为  $20 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,其他经济效益达 200 余万元。该工艺的工业化应用经验,可供同行借鉴。

**关键词:** 除盐水; 酸碱废水; 回收利用; 节水减排

**中图分类号:** TU99 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)08-0120-03

## Application of Water Saving Technology for Desalination Unit in a Thermal Power Plant

ZHOU Fu-jiang

(Cogeneration Power Plant of Daqing Petrochemical Company, Daqing 163712, China)

**Abstract:** Based on the research of ion exchange wastewater reuse process, the acid-alkali wastewater recycling and reuse system was added to the desalination unit of the thermal power plant to recycle and reuse the acid and alkali wastewater. The annual effluent discharge was reduced by  $20 \times 10^4 \text{ m}^3$ , and other economic benefits reached more than 2 million yuan. The industrial application experience of this process could be used for reference.

**Key words:** demineralized water; acid-alkali wastewater; reclaimed water; water saving

某石化公司热电厂除盐水装置共有 3 个制水系列,采用离子交换工艺,设计制水能力  $1\,350 \text{ m}^3/\text{h}$ ,年产除盐水  $750 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。2014 年公司制定了吨油耗水平均由  $0.69 \text{ m}^3/\text{t}$  降为  $0.62 \text{ m}^3/\text{t}$  的目标,组织开展了多轮水平衡测试工作,发现除盐水装置制水比耗(1.25)偏高。为有效降低制水比耗,减少装置废水外排量,在热电厂除盐水装置增建酸碱废水回收和利用系统,对酸碱废水重复利用。该项目投运后,出水水质稳定,制水比耗  $< 1.1$ ,每年减少废水排放超过  $15 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,同时,酸耗下降  $6 \text{ g/mol}$ ,碱耗下降  $5 \text{ g/mol}$ ,产生经济效益  $> 200$  万元/a。

### 1 酸、碱废水重复利用改造

#### 1.1 酸再生废水重复利用的实践依据

根据同位离子性质,将双室双层浮动阳床再生

后期产生的废酸液回收重新利用,用废酸液再生过度饱和失效的阳双室浮动床内树脂层,将过度饱和失效的树脂进行一次不饱和再生<sup>[1]</sup>。然后用低于原酸再生剂的剂量对浮动阳床进行饱和再生,产生的废酸再生液回收后,作为下一个循环再生阳双室浮动床内过度饱和失效的树脂不饱和再生<sup>[2]</sup>。浮动双室阳床下室填装大孔型弱酸性阳离子交换树脂,其特点之一是工作交换容量大,因此可实现废酸液利用,对其进行不完全再生。

图 1 为实际生产测得阳离子交换器再生过程废液中 pH、硬度、酸度、 $\text{Na}^+$  含量随再生时间的变化。再生后期废酸液中硬度、 $\text{Na}^+$  明显呈梯度下降趋势。随 pH 值下降,酸含量成比例上升。废酸液及置换清洗水混合后,进入过度饱和失效的树脂时,二次产

生的废液排水检测不到甲基橙酸度;对树脂进行再生的同时,还提高了排水 pH 值。

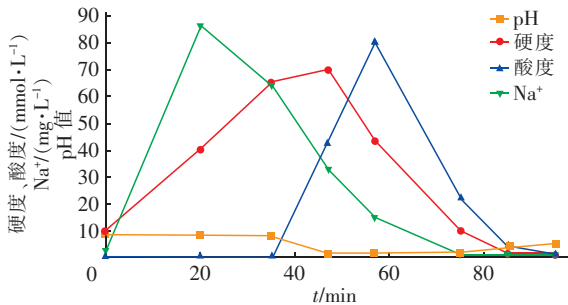


图1 pH、硬度、酸度、Na<sup>+</sup>含量随再生时间变化曲线

Fig. 1 Change of pH, hardness, acidity, Na<sup>+</sup> content with time

## 1.2 碱再生废水重复利用的实践依据

双室双层阴离子交换器强弱两种树脂再生过程研究结果见图2、3。

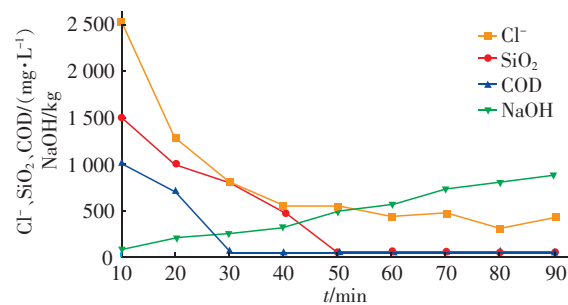


图2 再生液对强阴树脂的交换曲线

Fig. 2 Curve of the exchange of liquid on strong resin with time

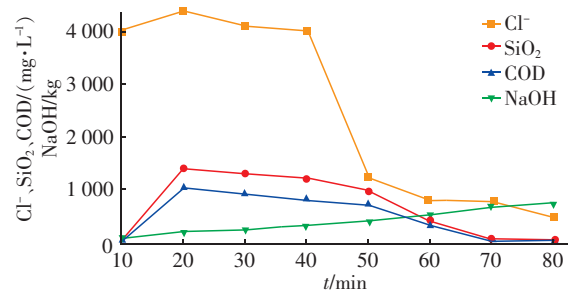


图3 再生液对弱阴树脂的交换曲线

Fig. 3 Curve of the exchange of liquid on weak resin with time

运行后期弱阴树脂已经过饱和和失效,对再生后期废碱液中的 OH<sup>-</sup> 有极强的吸附能力,而对 Cl<sup>-</sup> 吸附却很弱,所以可用后期再生废碱液对其弱阴树脂交换再生,pH 值 > 10 的交换器废水离子含量相对较低,而且对树脂的反作用最小,将废碱液经弱阴树脂

上部进入,这样不仅使弱树脂和再生液的接触时间增加,而且保护层也不会受到破坏。在节约碱量的同时,还可以节约自用水率,减少用以中和废碱的酸液量。

## 1.3 酸、碱废水重复利用

2014 年投资 36 万元增建酸、碱废水重复利用系统(见图4),包括酸碱再生废液收集水箱、再生水泵、pH 表等设备。

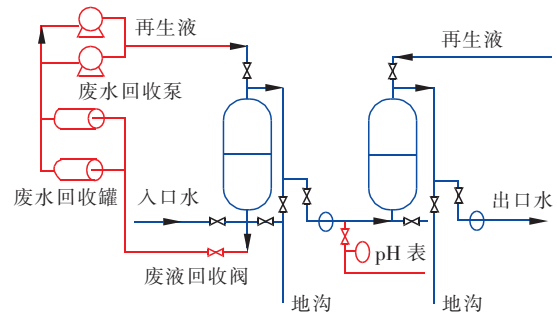


图4 酸、碱废水重复利用系统

Fig. 4 Acid-alkali wastewater reuse system

## 2 废水回收改造

### 2.1 改造前后离子交换器数据对比

为实现降低装置自用水耗,减少废水排放量的目标,经多次试验确定,阳、阴离子交换器和混合离子交换再生后期的清洗水和投用时的顺洗水,均可回收到原水中再次利用<sup>[3]</sup>。试验分析优化确定不同阶段的回收标准、措施,研究开发了一套再生水优化回收利用技术,2015 年初改造投用,节水减排效果明显。

表1 为改造前和试运行 3 个月后阳离子交换器水质数据对比,在保证周期制水量和出水水质的基础上,酸耗下降 6 g/mol,节酸 30 t,节约再生水量为 1 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>。

表1 改造前后阳离子交换器数据对比

Tab. 1 Comparison of cation exchangers indicators before and after reconstruction

项目	平均周期制水量/m <sup>3</sup>	用酸量/t	平均酸耗/(g · mol <sup>-1</sup> )	出水 Na <sup>+</sup> /(μg · L <sup>-1</sup> )
改造前	7 500	1.8	64	15
改造后	8 000	1.5	58	12

表2 为改造前和试运行 3 个月后阴离子交换器水质数据对比,改造后在保证周期制水量和出水水质的基础上,碱耗下降 5 g/mol,节碱 5 t,节约再生水 0.5 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>。中和池用于中和废水的硫酸减少 5 t,烧碱减少 3 t。

表2 改造前后阴离子交换器数据对比

Tab.2 Comprison of anion exchangers indicators before and after reconstruction

项目	平均周期 制水量/ $\text{m}^3$	用碱 量/t	平均碱耗/ ( $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )	出水 $\text{SiO}_2$ / ( $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )
改造前	9 000	0.75	60	20
改造后	9 500	0.60	55	10

## 2.2 离子交换器再生水和顺洗水回用标准的确定

通过再生水优化的分析试验,酸、碱度试验, $\text{Na}^+$ 含量试验, $\text{SiO}_2$ 含量试验,电导率试验,硬度试验等方式,确定阴离子交换器、阳离子交换器和混合离子交换器再生水优化利用的标准。

由于 $\text{Na}^+$ 、硬度和pH值指标在再生水中具有代表性,所以确定其为再生优化利用标准。当pH值 $<3.6$ 、pH值 $>10.5$ 时酸碱性很强,会造成水质波动,因此阴阳床再生水回收确定pH值 $<10.5$ 、pH值 $>3.6$ 。 $\text{Na}^+>5\text{ mg/L}$ 时,其他离子含量增加,也会造成水质波动。因此在保证水质以及系统稳定的情况下,可最大限度地回收这部分水。回用标准和回收水量见表3。

表3 顺洗水和再生水回用标准和水量

Tab.3 Water/recycled water reuse standards and water quantity

项目	次回收 水量/ $\text{m}^3$	年回收 水量/ $\text{m}^3$	指标
阳离子 交换器	20	12 500	pH $>3.6$ , $\text{Na}^+<3\text{ mg/L}$ , 硬度 $<5\text{ mmol/L}$
阴离子 交换器	35	17 500	pH $<10.5$ , $\text{Na}^+<3\text{ mg/L}$
混合离子 交换器	150	10 500	pH $=5\sim7$ , $\text{Na}^+<3\text{ mg/L}$

## 3 节水效果和经济效益

装置改造前后6个月的主要指标见表4。

表4 改造前后6个月的主要指标对比

Tab.4 Comparison of major indicators before and after six months of reconstruction

项目	产除 盐水/ $10^4\text{ m}^3$	耗酸 量/t	耗碱 量/t	酸耗/ ( $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )	碱耗/ ( $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )	自用 水耗/ %	废水 排放量/ $\text{m}^3$
改造前	360	1 075	280	64	60	12.80	46.1
改造后	368	930	255	58	55	9.65	35.5

经过改造和工艺优化后的装置各项指标发生了明显变化,除盐水成本降至 $6.2\text{ 元}/\text{m}^3$ 。装置自用水耗、酸耗、碱耗均有一定降低,在制水总量基本不变的条件下,废水排放量减少 $20 \times 10^4\text{ m}^3/\text{a}$ ,酸减

少 $>200\text{ t/a}$ ,碱减少 $>50\text{ t/a}$ ,直接经济效益 $>200\text{ 万元}/\text{a}$ 。

## 4 结论

通过应用酸碱废水重复利用、废水回收等技术对除盐水装置进行改造和工艺优化,节水减排效果显著,在取得了一定经济效益的同时,环保效益也很明显。将离子交换废水再利用技术工业化应用的经验可供同行借鉴。

## 参考文献:

- [1] 农立忠,谭文兴,蔡碧云,等. 化学与膜滤耦合处理精炼糖厂离子交换再生废液的研究[J]. 甘蔗糖业,2017(3):32-36.  
Nong Lizhong, Tan Wenxing, Cai Biyun, et al. Study of ion exchange regenerated waste liquid in sugar refinery dealed with chemical and membrane filter coupling[J]. Sugarcane and Canesugar, 2017(3): 32-36 (in Chinese).
- [2] 高商牛,夏国平. 离子交换智能再生技术应用研究[J]. 石油化工技术与经济,2014,30(6):36-40.  
Gao Shangniu, Xia Guoping. Study on application of intelligent regeneration technology for ion exchange[J]. Techno-Economics in Petrochemicals, 2014, 30(6): 36-40 (in Chinese).
- [3] 闫俊敏. 纯水制备工艺改造[J]. 氯碱工业,2015,51(6):42-45.  
Yan Junmin. Improvement on production process of pure water[J]. Chlor-Alkali Industry, 2015, 51(6): 42-45 (in Chinese).



作者简介:周付江(1980—),男,黑龙江大庆人,本科,工程师,主要从事热电厂水处理技术研究。

E-mail: zfwjd@163.com

收稿日期:2018-11-08