

纯水系统中阻垢剂与软化树脂对于反渗透膜污染抑制效果的比较

沈其钢

(苏州尚若节能环保咨询有限公司,江苏 苏州 215104)

摘要:在某半导体工厂的两期纯水工程中,一期工程中采用了向反渗透(RO)进水中添加阻垢剂来抑制无机盐在RO膜表面的沉积,二期工程中选择使用软化树脂替代阻垢剂,经对比,软化树脂抑制RO系统运行压力上升的效果与阻垢剂相比基本一致。说明软化树脂能够有效抑制RO膜的无机污染,减少或是避免在RO系统中的使用。

关键词:纯水;RO膜污染;阻垢剂;软化树脂

【DOI】10.12231/j.issn.1000-8772.2020.35.319

1 引言

反渗透技术为目前主要的脱盐技术,其原理为在反渗透膜(RO)的浓水侧施加一个比渗透压更大的压力,水分子则会在压力的作用下通过反渗透膜进入清水侧,使得大部分的无机盐离子被截留在浓水侧,这个过程与渗透过程正好相反,这也是反渗透一词的由来。从二十世纪60年代开始,反渗透技术逐渐从实验室走入了商业应用中,从醋酸纤维膜到非对称复合膜,膜的材质、结构都有了很大的改变,脱盐率也从最开始90%左右提高到了98%以上。

但膜系统,包括超滤(UF)微滤(MF)纳滤(NF)以及反渗透(RO)系统都有一个固有的问题,那就是随着膜污染的累积,过膜压差(TMP)会逐渐增高,增大了系统的能耗,同时也会造成产水水质的下降。RO膜的膜污染主要有生物污染,无机污染和有机污染。生物污染主要通过向RO进水中添加杀菌剂和减少系统死水区来抑制其产生。有机污染可以通过活性炭过滤来抑制。对于无机污染目前大多数系统采用向RO进水中添加阻垢剂来抑制无机盐在RO膜上的沉积。但是阻垢剂也存在一些问题。例如质量上良莠不齐,使用效果不稳定;增加了系统的运行费用;向进水中投加药剂使得进水电导率升高,甚至于在一些项目中出现了因为阻垢剂的氧化性较强导致膜损伤的情况。

所以在一些纯水项目中采用了软化树脂来降低RO进水中易结垢的无机盐离子浓度,从而减轻RO膜的无机污染。在本项目中,RO进水的预处理系统为同一套系统,由于产水量需要增加,在一期的基础上增加了另一套RO系统,其中一期的RO系统使用了阻垢剂加药系统,二期经业主要求使用了软化树脂来代替阻垢剂。在本文中,我们比较了两个RO系统的运行情况,根据一期二期两套RO系统的压力增长情况对阻垢剂及软化树脂的使用效果进行比较。

2 工艺原理

2.1 原水及产水水质指标

原水为业主厂区排出的含铜废水,经DF膜过滤及化学沉淀处理,水质指标如表1所示。

表1 原水水质指标

Ca ²⁺ 质量 浓度 mg/L ¹	Mg ²⁺ 质量 浓度 mg/L ¹	Cu ²⁺ 质量 浓度 mg/L ¹	pH	电导率 μs/cm
67.2	42.3	117.1	7.5-8.5	2371

系统产水水质如表2所示。

表2 产水水质指标

Ca ²⁺ 质量 浓度 mg/L ¹	Mg ²⁺ 质量 浓度 mg/L ¹	Cu ²⁺ 质量 浓度 mg/L ¹	pH	电阻率 MΩ
≤1.5	≤1	≤2.5	6-7	16

2.2 工艺流程

原水按顺序经过多介质过滤器,活性炭过滤器处理后进入二期二期反渗透系统。其中一期反渗透系统按照10ppm的浓度向RO进水中投加了阻垢剂,二期工程中取消了阻垢剂的投加,增加了纳型软化树

脂。而后经过过滤精度为5μm的保安过滤器处理,处理水经高压泵加压进入两级RO系统,RO产水经EDI进水泵加压进入EDI(电除盐)处理系统深度处理。

2.3 关键设备指标

(1)树脂软化器指标。树脂软化器设计处理量为30m³/h,每隔15d进行一次再生。再生时使用75kg/m³的NaCl溶液浸泡3h,而后使用软化产水进行冲洗。软化器所使用的树脂指标如表3所示:

表3

序号	指标名称	指标
1	含水量%	48-55
2	全交换容量 mmol/g(干) ≥	4.7
3	湿真密度(20℃) g/ml	1.25-1.28
4	湿视密度 g/ml	0.78-0.88
5	粒度范围 mm	0.33-1.25
6	粒度% ≥	96
7	磨后圆球率% ≥	96
8	体积全交换量 ≥	1.9

(2)反渗透系统指标。一期工程反渗透系统为一套两级RO系统。使用八寸6芯膜壳,总计16根膜壳,一级分两段,一二段膜壳比例为6:4;二级也分两段,一二段膜壳比例为4:2。二期工程反渗透系统总计8根6芯膜壳,一级分两段,一二段膜壳比例为3:2;二级也分两段,一二段膜壳比例为2:1。本工程使用的RO膜为海德能公司的CPA3-LD抗污染膜。

3 结果与分析

在90天的持续运行中,一期反渗透系统的进水压力由0.92MPa增长至1.18MPa,压力增幅为28.3%,二期反渗透系统的进水压力由0.89MPa增长至1.13MPa,压力增幅为27.0%。

脱盐率方面,一期二期两级RO系统脱盐率始终保持在1.5μs/cm以下,其中二期产水比一期产水电导率稍低。

从进水压力以及反渗透产水电导率的数据来看,在使用软化树脂后替代添加阻垢剂后,RO膜的污染小幅度的降低,同时产水指标上升。说明软化树脂能够有效地去除容易导致RO膜污染的无机盐离子,从而抑制RO膜污染的积累。二期相比一期产水电导率的降低说明了不向进水中投加药剂后,产水水质得到了提升。结合进水电导率数据,可以看出这是由于药剂本身就提高进水的电导率,在停止使用药剂后,RO进水电导率降低也引发了产水电导率的降低。

4 结束语

在本工程中,软化树脂的使用效果不但达到了投加阻垢剂的效果并且还还对RO膜污染的抑制以及产水水质的提高起到了更好的作用。证明了软化树脂在纯水工程的RO系统中的技术优势。基于其使用效果,软化树脂应该被更广泛的应用于纯水工程中。