

# MVR蒸发效体除雾器在线清洗办法研究

王 岱 李宝成 李增涛

陕西延长青山科技工程股份有限公司 陕西西安 710054

**摘要:** 本文针对煤化工废水零排放项目中MVR蒸发效体分离室安装的除雾器出现的污堵情况,分析污堵物质产生的原因,通过工艺运行水质分析及操作控制方面解决问题。根据来水指标变化及工艺系统流程控制,分析污堵物质成分。根据污堵物的定性定量分析,在确保产品盐纯度及蒸发系统连续运行的情况下,制定针对性的清洗配方及方案,从而确保了系统的清洗恢复性,进而达到了长周期稳定运行,增加了水处理运维项目的效益,达到了工业废水零排放的目的。

**关键词:** 零排放; MVR蒸发; 除雾器; 在线清洗

## Study on on-line cleaning method of MVR evaporative effector defogger

Dai Wang, Baocheng Li, Zengtao Li

Shaanxi Yanchang Qingshan Technology Engineering Co., LTD Xi'an, Shaanxi 710054

**Abstract:** In this paper, aiming at the fouling and blocking situation of the mist eliminator installed in the MVR evaporative effect separation chamber in the zero discharge project of coal chemical wastewater, the causes of fouling and blocking substances are analyzed, and the problems are solved through water quality analysis and operation control in process operation. According to the change of incoming water index and the process control of the process system, the composition of pollution and blocking substances is analyzed. According to the fouling of qualitative quantitative analysis, to ensure product purity of salt and evaporation system under the condition of continuous operation, formulate corresponding formula for cleaning and scheme, so as to ensure that the system of restorative cleaning, then reach the long cycle and stable operation, increase the operational efficiency of the project, water treatment to achieve the purpose of the industrial wastewater zero discharge.

**Keywords:** Zero emission; MVR evaporation; mist eliminator; online cleaning

化工废水零排放系统中设计MVR蒸发器是利用高效蒸汽压缩机压缩效体分离室内经过除沫器产生的二次汽,把电能转换成热能,提高二次汽的焓,被提高热能的二次汽经减温为饱和蒸汽后作为热源进入加热室进行加热,以达到循环利用二次汽已有的热能,从而可以不需要或者只需补充少量外部生蒸汽,依靠蒸发器自循环来实现蒸发结晶的目的。伴随着蒸发物料母液老化,有机物富集产生大量泡沫,泡沫被除沫器截留,附着在除沫器上,导致除沫器污堵,分离室压力上升,蒸发量下降,需要定期的对水质或污染物进行化验分析,制定合理的清洗方案,促使蒸发系统连续长周期运行。

### 1. 煤化工废水零排放项目蒸发装置介绍

#### 1.1 零排放项目基本说明

某煤化工废水零排放项目日处理水量2万方,<sup>3</sup>MVR

蒸发结晶工段是煤化工废水零排放工程的末尾工段,TDS为4~8 g/L的化工废水经过混凝沉淀、MMF、UF、钠床NC、螯床AOC、RO1、催化氧化、活性炭、RO2等装置,脱COD、除SS、去二价离子、TDS浓缩单元、纳滤分盐后,<sup>4</sup>分别进入MVR蒸发结晶和固液分离工段,要最终实现水和溶解盐的完全分离,蒸馏出来的冷凝水去回用水箱,产品NaCl和Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>包装外售。

#### 1.2 MVR蒸发单元工作原理

<sup>5</sup>本工艺是根据煤化工废水中所包含盐类硫酸钠和氯化钠的溶解度特性而特别设置的。硫酸钠的溶解度在约40℃以下时随加,却受温度的影响不大。根据进水水质的特点,结合企业的实际生产情况和公用工程条件,采MVR强制蒸发工艺将来自MVR浓缩工段的高盐废水通过控制蒸发终点浓度,保证蒸发终点浓度落着温度的升

高而显著增加,而在此温度以上时随着温度的升高而降低,氯化钠的溶解度虽随温度增加而略有增在硫酸钠的结晶区,只析出硫酸钠晶体,达到Ⅱ类标准。蒸发结晶过程中需外排一部分母液至杂盐干化以保证硫酸钠结晶盐的品质。杂盐干化采用单效强制循环,离心母液一部分回杂盐系统继续蒸发结晶,一部分排至耙式干燥机干燥出杂盐。

## 2. 系统存在的问题及原因分析

### 2.1 运行流程

蒸发系统MVR浓缩工段来的原料液经<sup>6</sup>上料泵,依次进盐蒸发结晶器进行蒸发结晶。通过轴流泵实现效内循环,含固浆液由浆液泵输送至旋流器,上部清液回流至盐结晶罐,<sup>7</sup>下部增浓后的晶浆进入增稠器,再经离心机进行固液分离,得到的硫酸钠结晶盐固体经硫酸钠螺旋出料器输送至流化床干燥机,经过干燥后的硫酸钠结晶盐进入至料仓,经包装后成品盐待售。流化床的工艺气体经旋风除尘器、水膜除尘器由引风机排走,旋风除尘器排出的固体料则进入产品料仓。从蒸发结晶器液面上层采出一部分溶液去杂盐干化系统。

<sup>8</sup>蒸发结晶器产生的二次汽经MVR蒸汽压缩机压缩后经减温为饱和蒸汽作为加热室的热源,经冷凝后进入结晶罐冷凝水桶一部分由结晶罐冷凝水泵送至冷凝水管道混合器与杂盐干化的二次汽冷凝水混合后进入MVR浓缩单元再次利用。另一部分冷凝水用于冲堵管道和冲洗丝网除沫器循环补水。

### 2.2 污染物判定及原因分析

根据对除沫器的外观检测及结垢物质判断,除沫器肯定存在结垢现象,故取除沫器污染物进行元素分析,结果如下:

#### 污染物元素分析

本次垢样分析的相关方法采用或参照的是化学工业部标准中的相关方法,详情见每一分析项目的说明。

#### 2.2.1 预处理

垢样外观为黄色泥状物,无特殊气味,如图1。60℃烘干后呈表面黄色的块状固体,如图2。



图1 样图



图2 60℃预处理后垢样图

#### 2.2.2 灼烧失重

对烘干后的垢样进行灼烧减(增)量的测定,测定

方法采用《工业循环冷却水污垢和腐蚀产物中灼烧失重测定方法》HG/T 3533-2011的相关要求进行。重复灼烧至两次称量的重量之差不大于0.6%。垢样称取0.3028g,550℃灼烧1h,失重率55.591%,试样呈红褐色(如图3所示),灼烧过程中无臭味。根据灼烧过程的情况看,再结合灼烧失重的数据来看,该垢样含有大量有机物。在950℃下灼烧后,其失重率3.687%,试样为黑色(如图4所示)。从550℃到950℃下的灼烧失重的代数之和来看,可能含少量碳酸盐垢。



图3

图4

#### 2.2.3 垢样中酸可溶物、酸不溶物的含量测定

试验方法采用《工业循环冷却水污垢和腐蚀产物中酸不溶物、磷、铁、铝、钙、镁、锌、铜含量测定方法》HG/T 3534-2011中的相关方法进行。称取垢样试样0.2590g,精确至0.2mg,在450℃下灼烧半小时,然后将其进行酸溶解性试验(如图5所示),将酸可溶物的试液进行了收集并定容到250mL容量瓶中。在实验室允许的条件下对其收集的试液进行了磷酸根离子、硫酸根离子、总铁、镁、钙、铝、



图5 垢样酸消解

锰、二氧化硅、铜、钡等离子含量的测定。

对于酸不可溶残渣连同滤纸放在预先已恒重的坩埚中,在电炉上小心灰化至滤纸烧尽,然后将坩埚放入高温炉中,950℃灼烧1小时,冷却后称重,酸不溶物质量为0.06g,酸不溶物的质量分数为24.63%,具体垢样分析成分百分比如表1所示。

表1 各分析项目数据

Analysis of terms (分析项目)	垢样
Water content (水分含量) %	5.959
Loss on ignition at 550℃ (550℃灼烧失重) %	55.591
Loss on ignition at 950℃ (950℃灼烧失重) %	3.687
Acid insoluble matter (酸不溶物) %	24.63
Calcium oxide - CaO %	2.20
Magnesium oxide -MgO %	5.44
Ferric oxide -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	12.91

Analysis of terms (分析项目)	垢样
Manganese oxide -MnO %	0.033
Aluminium oxide -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	1.61
Silica oxide -SiO <sub>2</sub> %	1.23
Copper oxide -CuO %	0.03
Zinc oxide - ZnO %	0.04
Barium oxide-BaO %	0.1
3-Phosphate (PO <sub>4</sub> ) %	1.32
Sulphate radicle (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) %	2.87

#### 2.2.4分析结论

根据以上反应程度、反应现象及分析数据来判断,该垢样主要成分是有机物垢。

#### 3. 解决措施及清洗方案的制定

根据结垢物质化验分析,针对有机物质溶解清除设定选用氧化法清除,其去除反应过程不能引进新物质造

成产品盐纯度下降。固选用工业常规强氧化药剂双氧水或次氯酸钠配置清洗液。根据运营成本分析,氯化钠蒸发器选用价格比较低的0.5%次氯酸钠清洗液,硫酸钠蒸发器选用0.5%双氧水清洗液。

#### 4. 清洗效果

蒸发系统中效体加热室产生的冷凝液通过冷凝水输送泵输送,一部分至回用水箱外送,一部分用于除沫器化学清洗用水。以氯化钠结晶器为例。如图6,用冷凝液做水源,投加次氯酸钠后经过管道混合器使药剂混合均匀,通过浓度计反馈药剂配比浓度,及时调节加药量。次氯酸钠化洗药剂通过喷头均匀喷至除雾器丝网上,与丝网有机结垢物质发生氧化反应,氧化产物为氯化钠、水、氧气,气体通过加热室壳程上、下不凝气管线排放大气。其反应过程只有氯化钠一种盐分产生,不会降低氯化钠纯度。如果不考虑运行成本问题,选用双氧水效果会更好且没有其他盐分产生。

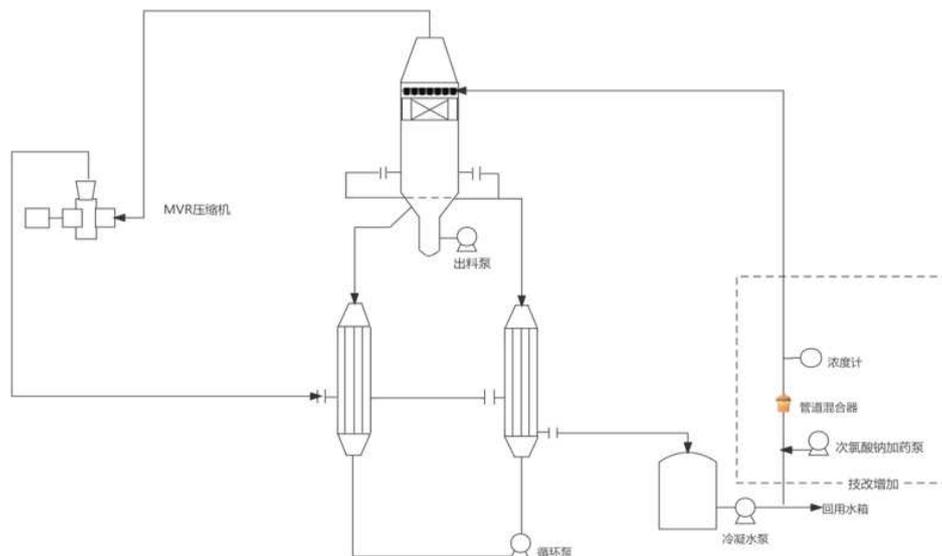


图6 技改清洗结构图

#### 5. 总结

在本次煤化工废水零排放系统MVR蒸发效体除沫器污堵分析过程中,通过分离室压力上升,蒸发量下降,判断除沫器的污堵,根据运行水质分析,污堵物质分析判断污堵过程是运行过程中伴随着蒸发物料母液老化,有机物富集产生大量泡沫,泡沫被除沫器截留,附着在除沫器上,导致除沫器污堵。确定污堵物质后在保障产品盐达标的情况下选用合适的清洗药剂制定合理的在线清洗方案,促使蒸发系统能够连续长周期运行。

#### 参考文献:

- [1]J: 篇名:《提高真空转鼓干燥机稳定运行周期的改进方案》;作者:贺正泽;来源:广东化工;日期:2019  
[2]J: 篇名:《一种脱硫废水零排放处理工艺》;作

- 者:丁曙东;刘华;来源:环境与发展;日期:2013;  
[3]W: 篇名:《煤化工高盐废水综合分盐技术研究》  
来源:网页  
[4]W: 篇名:《煤化工高盐废水综合分盐技术研究》  
来源:网页  
[5]J: 篇名:《浓盐水资源化利用装置运行问题与对策》;作者:吴艳军;来源:大氮肥;日期:2019  
[6]J: 篇名:《煤化工含盐废水零排放工艺选型设计》作者:郭瑞亚;胡晓静;赵贯舟;来源:煤炭与化工;日期:2017  
[7]N: 篇名《蒸发结晶技术在煤化工废水零排放领域的应用》;来源:网页;日期:2019