

电厂水处理中的反渗透技术研究

马庆强

聊城信源集团有限公司 山东 聊城 252100

[摘要]在电厂运行的过程中,会排放大量废水,由于电厂用水途径不同,所以数量、水质的差距也比较明显。根据使用途径进行分类,电厂用水包括冷却水、生活用水、锅炉补给水等多种类型。不同类型用水的水质有很大差异,所以水处理技术应该具有针对性和差异性,确保水处理的效果。本文主要对反渗透技术的应用进行分析。

[关键词] 电厂; 水处理; 反渗透技术

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.09.2139

现如今,我国电厂数量在不断增多,电厂运行需要使用大量水资源,同时也会排放大量废水。为了减少环境污染问题,同时促进资源的回收利用,要采取有效的水处理措施。反渗透技术具有一定的处理效果,在电厂中建设反渗透系统,可以提升水资源回收率和脱盐率。随着技术的不断完善和发展,反渗透系统不断优化,通过调节给水PH值的方式来提升系统回收率,不仅可以确保系统稳定、安全地运行,也可以有效节约水资源,减少电厂运行成本,促进我国电厂生产效益不断提升,实现可持续发展的目标。

一、反渗透技术原理和反渗透膜的性能指标

(一) 技术原理

从目前的水处理脱盐技术的使用情况来看,反渗透技术的应用比较广泛和常见,具有一定的使用效果。该技术的基本原理就是逆向渗透的过程,也就是浓溶液通过半透膜向稀溶液流动的过程。半透膜只有水可以通过,将溶解固形物阻止在另一侧。溶液在水流入的过程中不断被稀释,半透膜两端液面高度差距逐渐增加,受到液面差的影响,压力也会不断变大,在水流停止之后,渗透会保持平衡,液面差会带来渗透压^[1]。在平衡状态下,从任意一侧通过半透膜流入另一侧的数量相等,也就是保持动态平衡。在浓溶液上有外加压力的情况下,同时该压力比渗透压大,则浓溶液中的水会透过半透膜向稀溶液流动,增加浓溶液的浓度,也就是实现渗透的反过程运作,即反渗透。简单来说,反渗透技术原理就是给进水侧施加压力,从而自然渗透压被克服,在自然渗透压低于操作压的情况下,则可以逆转水分子的自然渗透流动方向,进水水分子部分则可以通过膜被净化。反渗透设施的质量会直接影响纯水的生产效果,通常半透膜和压力的影响比较明显。反渗透膜上有很多与水分子大小接近的孔,细菌等有机污染物和水合离子都大于水分子,所以无法透过反渗透半透膜,可以达到分离、过滤的效果。在各类杂质中,溶解性盐类的清除难度较大,所以会根据脱盐率高低判断反渗透技术的应用效果。

(二) 性能指标

为了使反渗透技术可以充分发挥作用,必须要掌握该技

术的各项指标。分渗透膜的使用性能指标包括透水率、脱盐率和通量衰减系数三个方面。透水率就是在单位时间和膜面积内,水体及的通量,通常采用 F_w 来表示。反渗透膜的透水率受到各项因素的影响,包括材料、结构和操作条件^[2]。具体公式为: $F_w=A(\Delta P-\Delta \Pi)$ 。其中: A 为水渗透系数; ΔP 为两侧压力; $\Delta \Pi$ 为渗透压差。随着温度的升高,透水率也会不断升高,压力增加的状态下,会成比例上升。进水盐量增加则透水率下降,回收率增加透水率也会下降。

脱盐率就是盐透过膜的速率,采用 F_s 表示,计算公式为: $F_s=B(C_2-C_3)$ 。其中: B 为膜材料有关系数; C_2 和 C_3 分别为高压侧和低压侧界面水溶液溶质浓度。在实际应用的过程中,反渗透膜分离性能通常会采用脱盐率作为指标判断优劣,脱盐率采用 SR 来表示,其含义和投研率相反,就是反渗透膜对水溶液离子的脱除能力。在早期,采用醋酸纤维素膜,脱盐率可以达到95%。后期采用芳香聚酰胺复合膜,脱盐率明显提升,超过了99%。目前,一级反渗透系统可以达到95%以上的脱盐率,计算公式为: $SR=(C_f-C_p)/C_f \times 100\%$ 。其中: C_f 为给水溶质浓度; C_p 为产品水溶质浓度。

有机高分子膜在使用的过程中,受到高压的影响密度会不断增加,透水率会因此下降。受到压密因素的影响造成的透水率下降问题无法逆转,膜的压密系数采用 m 表示,具体计算公式为: $\lg(F_{w_t}/F_{w_1})=-m \lg t$ 。其中, F_{w_t} 和 F_{w_1} 分别为运行1小时和 t 小时的透水率; t 为操作时间; m 为压密系数。

二、电厂水处理中的反渗透技术应用试验

(一) 工艺流程

为了充分了解反渗透技术的使用情况,需要通过试验进行分析。在试验的过程中,首先将循环水系统排放出的污水送入预处理系统中,然后在水箱中加药并进入保安过滤器,过滤之后进入反渗透系统,最后流入产品水箱。该处理系统的核心设备包括预处理装置、保安过滤系统、高压泵、清洗系统、控制仪表等等。在实际应用的过程中,反渗透装置的使用参数为 $1.5\text{m}^3/\text{h}$;选择BW30-4040反渗透膜;采用 $5\text{L}/\text{h}$ 的阻垢剂加药装置和还原剂加药装置;保安过滤器的技术参数为 $5\mu\text{m}$ 。发渗透膜可以采用TFC复合膜,属于聚酰胺类膜化

学材料,分离层选择全芳香高交联度聚酰胺^[3]。该复合膜具有抗磨损、抗压密等应用优势,有比较宽的PH值耐受范围,可以采用普通酸碱清洗,能够确保清洗效果,所以膜系统可以长时间使用,有助于运行成本的管控。复合膜采用无纺布构成,具有坚固、表面光滑的特点。在反渗透系统中应用,可以确保水流道宽度,保障水均匀流动,发生污染的概率较小,同时方便清洗,具有较高的使用效益。

(二) 试验用水

在试验的过程中,采用某发电厂的循环冷却水系统中的排污水,水中含有 Na^+ 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 等元素。冷却水量为 $8 \times 10^4 \text{t/h}$,排污量达到每小时200t。在新机组使用的过程中,为了满足用水需求,应该增加反渗透除盐系统,处理能力应该得到110-130万t/年,有效处理排污水,经过处理后可以用于锅炉补给水,提升水资源的使用效率,控制生产成本。在循环冷却水应用时,会与构筑物产生传热、传质交换反应,从而达到冷却的效果。在运行过程中,受到空气污染物的影响,排水污染较为明显。该系统中的排水通常含有大量悬浮物,且悬浮物的颗粒较为细小,浊度不高;敞开式循环冷却水系统采用蒸发散热的原理,在浓缩倍数提升的情况下,含盐量、成垢离子也会不断增加;系统中的影响成分浓缩会导致大量菌类、藻类的滋生与繁殖,生物粘泥比较多。

三、电厂水处理中的反渗透技术应用策略

(一) 稳定性分析

根据上述试验内容进行分析,通过试验了解设备运行特性,确定试验装置从启动到稳定的转变时间。给水压力保持在0.8MPa,流量控制为 $1.2 \text{m}^3/\text{h}$,温度约为 25°C ,对反渗透系统各组件工作情况观测。在开机之后,组件膜通量运行不够稳定,呈现出逐渐减小的趋势,在运行150min之后,膜通量趋于稳定。膜通量在反渗透系统回收率加大的情况下会不断减小,因为系统回收率不断增加,反渗透膜浓水侧离子浓度随之增加,所以渗透压也因此加大。在系统回收率增加的情况下,反渗透系统出水电导率也会不断增加,如果操作系数保持稳定,则出水电导率也会比较稳定,不会因为运行时间的变化而发生变化。

(二) PH值的影响

单支反渗透膜的给水压力为0.8MPa,流量为 $1.2 \text{m}^3/\text{h}$ 的情况下,回收率约为15%。在给水温度不同的情况下,PH值会影响膜通量。试验表明,PH值在6.0-8.5区间的条件下,膜通量会受到PH值的影响,随PH值的增加而增加,因为PH值升高会使荷电基团的静电排斥效应增加,膜因此更加输送,渗透阻力随之降低,造成膜通量产生变化。如果PH值在6.5-7.0的区间内,则影响十分明显;如果在7.0-7.5的区间内,则PH值增

幅逐渐放缓,数值超过7.5之后,膜通量水平基本达到最高状态。膜通量会受到温度变化的影响,升温后会加大膜通量,因为温度升高会造成孔隙率变大,溶液黏度也会因此减小,所以温度下降可以提升膜通量。此外,温度下降也会导致PH值的影响增加。如果PH值在8.0以下,则数字化提升,离子脱盐率会不断增加,如果在8.0-9.0之间,则脱盐率达到最高峰, K^+ 脱盐率为96.8%,是最低数值; SO_4^{2-} 的脱盐率为99.0%,是最高数值。

(三) 渗透膜防腐蚀处理

为了确保渗透膜可以保持良好的性能,必须要采取有效的防腐蚀、防结垢处理措施。要对进水水质进行严格的控制,温度把控在 $23-27^\circ\text{C}$ 之间,水压在1.05MPa以上,PH值控制在4.0-11.0之间。在进入反渗透系统之前,要先进性澄清和过滤,采用盘式过滤、超滤的方式降低浊度,使浊度低于0.5NTU,余氯不超过0.1ppm。水源中含有的微生物并不多,不需要采取杀菌措施,但在停运阶段应该使用阻垢剂对元件进行冲洗,同时也要根据使用情况定期采用甲醛溶液杀菌。浓水侧容易出现结晶,进而析出碳酸盐和硫酸盐水垢,会破坏膜的性能,造成脱盐率受到影响。所以应该适当添加阻垢剂来控制PH值,减少水垢。反渗透膜也可以采用醋酸纤维素膜,这种膜成本低廉,脱盐率约为90%。在预处理阶段,需要加酸、加氯和阻垢剂,减少水垢、污渍等问题。膜元件的运行会受到PH值的影响,所以要对PH值进行严格控制。各个设备、管道要做好防腐处理,制水之后应该冲洗膜元件,避免滋生微生物,防止污染问题,保障膜元件的使用寿命。

结语

综上所述,在电厂水处理的过程中,可以采用反渗透技术,该技术具有较高的脱盐率,可以提升水资源的回收利用率,从而有效降低电厂运行成本。为了促进电厂可持续发展,要加强反渗透技术的应用。根据电厂各类排水的水质选择不同的反渗透系统处理方式,确保反渗透技术的应用效果。在实际应用的过程中,主要对PH值进行有效控制,同时做好防腐处理,确保渗透膜的使用效果,提升水资源利用率。

参考文献

- [1]姜思洋.电厂化学水处理中反渗透膜技术的运用研究[J].清洗世界,2021,37(07):1-2.
- [2]陈建花.关于电厂化学水处理中反渗透膜技术的应用探讨[J].当代化工研究,2021(14):119-120.
- [3]王伟伟.反渗透技术在电厂水处理的应用分析[J].化工管理,2020(23):52-53.