

反渗透非氧化杀菌剂加药对进水 SDI 的影响

蒋凯¹,朱孟奇¹,龙旭伟²,陆佳丽¹

(1. 杭州华电江东热电有限公司,杭州 311200; 2. 南京理工大学,南京 210000)

摘 要:某电厂因运行工况、环境条件等,导致反渗透进水水质不合格(反渗透膜污染指数偏高),需经常对超滤水池进行冲洗,造成了工作量的增加、水资源的浪费以及运行成本的增加。通过优化反渗透非氧化杀菌剂的加药位置和加药策略,大幅度地降低了反渗透进水水质不合格的次数并显著地控制了水资源的浪费和运行成本,提高了反渗透设备运行的经济性和反渗透设备的可靠性,为同类工程的应用提供借鉴和参考。

关键词:反渗透;反渗透膜;污染密度指数(SDI);非氧化杀菌剂;微生物;经济性

中图分类号:TU 991 **文献标志码:**B **文章编号:**1674-1951(2018)12-0072-02

0 引言

反渗透技术是一种高效、节能、易操作的液体分离技术。它以压力差为推动力,使溶剂(水)逆自然渗透方向作反向渗透,而溶质(无机盐、胶体大分子等)被截留,从而在膜的低压侧得到透过的溶剂,而在高压侧得到浓缩的溶液。该过程无相变发生,且具有脱盐率高、自控程度强等优点,在海水淡化、苦咸水脱盐、纯水制备等方面得到了广泛的应用。作为高效的水处理设备,反渗透设备的高效、稳定运行对于电厂除盐水制备工作有积极意义^[1]。

除盐水在火力发电厂中的主要作用是吸收化石燃料释放的化学能,将化学能转化为除盐水的内能(高温高压蒸汽),高温高压蒸汽推动汽轮机带动发电机,最终转化为电能^[1]。发电厂除盐水主要用于锅炉汽水系统、闭式循环水系统和部分系统冲洗等。高参数机组对除盐水质度的要求更高^[1-2]。

反渗透过程对进水水质要求较高,若进水反渗透膜污染密度指数(SDI)不合格(SDI>4),则不允许进入反渗透系统。进水水质差不仅造成水资源的浪费,还严重影响系统运行的稳定性。

1 情况简介

某燃气-蒸汽联合循环热电厂因供热用户较少,制水系统非连续运行。其化学补给水水源来自钱塘江支流,河水经混凝杀菌处理后,经过滤器和超滤装置后进入反渗透系统,如图 1 所示。由于该河流量较小、水质稳定性差、水中的有机物含量较高,反渗透进水需通过适当杀菌,控制水中微生物,才能保证水质稳定和 SDI 不超标^[3-5]。

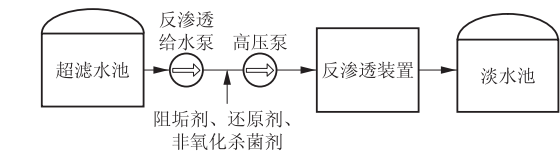


图 1 反渗透系统工艺流程

2 反渗透进水 SDI 不合格原因分析

该厂超滤产水浊度较低(0.01~0.03 NTU),设备运行稳定,且超滤水池中剩余水均为前一天系统正常运行时使用的反渗透进水(SDI<4)。使用 SDI 测定仪检测超滤水池中剩余水水质,取出测定仪膜纸后发现其表面黏滑。清洗超滤水池后,反渗透入口 SDI 可以维持合格约半个月。

该厂针对反渗透入口 SDI 不合格的问题,整理、分析了在不同水温下系统运行的数据,见表 1、表 2。

表 1 平均水温约为 10℃时连续 5 天反渗透入口 SDI

时间	超滤产水浊度/NTU	设备运行时长/h	SDI
第 1 天	0.03	4	2.64
第 2 天	0.02	4.5	2.85
第 3 天	0.01	3.5	2.01
第 4 天	0.03	3.8	2.59
第 5 天	0.02	5	2.47

表 2 平均水温约为 20℃时连续 5 天反渗透入口 SDI

时间	超滤产水浊度/NTU	设备运行时长/h	SDI
第 1 天	0.02	4.9	5.12
第 2 天	0.03	4.5	4.18
第 3 天	0.02	3.9	3.76
第 4 天	0.01	4	4.35
第 5 天	0.02	4	4.82

对比数据发现,超滤产水的浊度与设备运行时

长保持稳定时,不同温度下的 SDI 差别较大:表 1 中 5 天的 SDI 均小于 4,处于合格范围;表 2 中 5 天的 SDI 仅有 1 天未超标。因此,水温很有可能是导致 SDI 不合格的关键因素。水温稳定于 20℃ 以上时,反渗透进水 SDI 经常不合格,设备运行过程中必须将超滤水池中剩余的不合格水排尽,且用超滤产水对超滤水池进行反复冲洗(一般需要冲洗 1~2 次)才使反渗透入口的 SDI 降至 4 以内。

3 采取的措施

控制超滤水池中微生物的滋生是控制反渗透 SDI 超标的关键,可通过改变非氧化杀菌剂的加药点以及调整非氧化杀菌剂的加药规律来控制微生物的滋生。

3.1 设备改造措施

结合本厂实际情况,将原有的反渗透非氧化杀菌剂的加药点(反渗透给水泵后)调整至超滤水池中,如图 2 所示。将杀菌范围扩大至超滤水池并定期对超滤水池及其以后的设备杀菌,可有效地抑制水池内微生物滋生,控制反渗透进水水质。

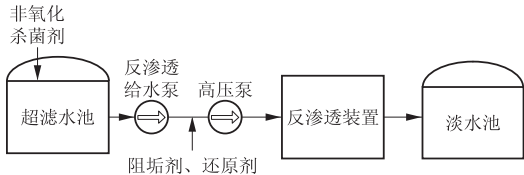


图 2 调整后非氧化杀菌剂的加药位置

3.2 运行控制加药规律

根据生产需要,该厂反渗透设备为一用一备。为保证设备安全可靠运行,需对比两种加药模式对设备的杀菌效果:模式 1 为每周四、周五对反渗透设备进行加药;模式 2 为每周一、周五对反渗透设备进行加药。两种加药模式加药量相同。

4 效果对比分析

4.1 加药点调整前超滤产水与超滤水池中存水水质

为对比加药点调整前反渗透入口 SDI 的变化,选取调整前连续 10 天平均水温超过 20℃ 的水样进行数据对比。检测对象为水处理设备保持正常运行时,超滤产水与超滤水池中隔夜水的 SDI 值,如图 3 所示,图中横坐标 1,2,⋯,10 分别表示第 1 天,第 2 天,⋯,第 10 天。

从图 3 可知,超滤设备在正常运行时,产水水质完全符合反渗透进水控制标准,SDI 保持在 1.72~3.12。但是当这些合格的水在超滤水池中存放至第 2 天时,SDI 有 5 天大于 4。这说明 SDI 与水在水池中存放的时间长短有关,具体关系有待于进一步研究。

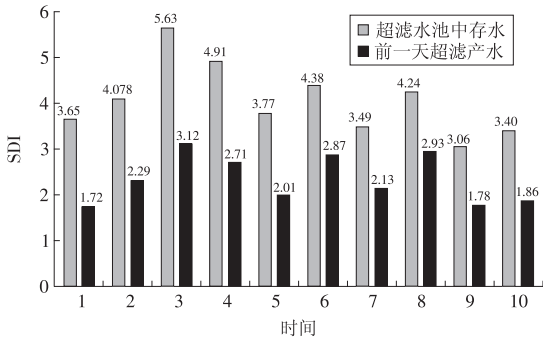


图 3 加药点未调整前超滤产水与超滤水池中存水的 SDI 的对比

4.2 加药点更改后两种加药模式的效果对比

针对以上存在的问题,将非氧化杀菌剂加药位置移至超滤水池(如图 2 所示),定期定量地投加非氧化杀菌剂以达到控制系统中微生物生长、降低反渗透入口 SDI 的效果。

图 4 为非氧化杀菌剂两种不同加药模式下对 SDI 的影响,图中横坐标 1,2,⋯,10 分别表示第 1 天,第 2 天,⋯,第 10 天。两种模式的取水设备运行时长均为每天 3~5 h,加药频率约为每半小时 12 kg,对比两种模式连续 10 天的运行情况。

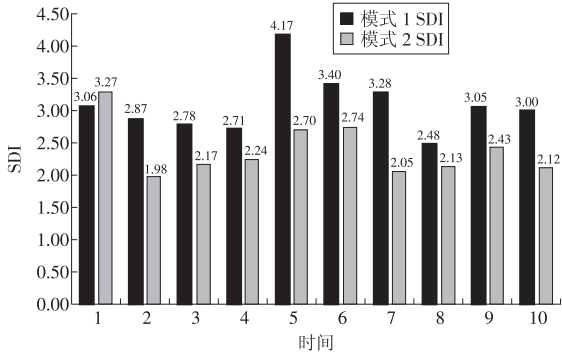


图 4 超滤水池加非氧化杀菌剂两种加药模式下 SDI 的对比

由图 4 数据可知:采用模式 1 加药,10 天中仅有 1 天 SDI 超标(SDI=4.17),SDI 范围为 2.48~4.17,平均值为 3.08;采用模式 2 加药,10 天中 SDI 均合格,SDI 范围 1.98~3.27,平均值为 2.38。在同样的周期、同样加药量的情况下,模式 2 要比模式 1 控制反渗透水质的效果更好。

通过理论分析与试验验证,确定了导致反渗透进水 SDI 不合格的主要原因,通过调整非氧化杀菌剂的加药位置以及加药规律,有效地控制了反渗透进水 SDI 的不合格次数,自 2017 年修改至今,SDI 仅有少数不合格情况(通过提高加药频率已合格),并且反渗透设备运行可靠,产水各项指标稳定。

5 节能效果分析

该厂因更改了非氧化杀菌剂的(下转第 76 页)

(3)烟气余热回收的自动化控制系统复杂。影响烟气余热回收效率效果的因素有很多,如换热塔的设计、喷淋设备的选型、工艺设计、自动化控制及监测水平等,其中自动化控制及监测水平在系统中起着神经网络的作用。第一,锅炉排烟温度和压力的精确控制;第二,冷水喷淋量与排烟温度与排烟流量直接的精确调节控制;第三,供给吸收式热泵的高温热水或蒸汽的热量的精确控制;第四,换热塔加药装置、烟气、循环水 pH 值的自动调节控制等。因此,要加强系统的智能化自动化控制,进一步保障余热回收的效率和稳定性。

5 结论

本文针对燃气电厂余热利用情况,对电厂的余热锅炉和汽轮机乏汽的深度余热利用进行分析,将锅炉的烟气余热利用系统与汽轮机乏汽余热利用系统进行整合优化,提高引入加热部分排气冷凝与烟气换热的低温喷淋水温度,同时将烟气中的水蒸气温度降低到露点以下,提高余热的整体利用效率,从而达到节能减排的效果。

(上接第 73 页)加药点并合理控制加药频率,使反渗透进水水质不合格次数大大降低,减少了不合格水的排放量,节省了水、药剂、用电等费用,并且大大降低运行人员的工作强度,见表 3。

表 3 加药点优化前后 SDI 不合格次数以及费用

项目	改造前(2016 年)	改造后(2017 年)
单次不合格水排放量/t	75	75
年不合格/次	122	4
冲洗次数/次	2	2
成本/(元·t ⁻¹)	3.1	3.1
排放量/t	27 450	900
年度费用/元	85 095	2 790

6 结束语

- (1)导致该厂反渗透进水 SDI 长期不合格的原因主要是水温较高时超滤水池中的微生物大量滋生。
- (2)通过优化非氧化杀菌剂加药点并且合理控制加药模式,可以控制反渗透进水 SDI 不超标,提高了反渗透设备运行的经济性。
- (3)因运行工况、环境条件的改变,加药模式需要根据实际情况做出相应的调整,以保证反渗透进水水质合格,提高反渗透设备运行的可靠性。

参考文献:

[1]林汝谋,金江光,蔡睿览. 燃气轮机总能系统及其能的梯级利用原理[J]. 燃气轮机技术,2008,21(1):1-12.

[2]王彦琳,陈振. 燃气电厂喷淋冷凝式余热深度回收利用系统的应用分析[J]. 河南科技,2017(11):81-84.

[3]王军. 吸收式热泵在燃气热电厂余热回收中的应用[J]. 节能与环保,2018(5):66-67.

[4]吕林昌,刘晶,苏强,等. 一种烟气余热深度回收型吸收式热泵[J]. 机电信息,2014(22):88-90.

[5]谢晓云,江亿,朱超逸. 一种喷淋吸收式燃气烟气余热回收的方法及装置:103759466A[P]. 2014-04-30[2018-09-15].

[6]唐保金,宗成璋,薛永明,等. 吸收式热泵技术在电厂烟气余热回收中的应用探讨[J]. 节能,2016,35(10):65-67.

[7]张赞,朱斌帅. 电厂集中供热领域中吸收式热泵与压缩式热泵的经济性比较[J]. 节能技术,2016,34(05):440-443.

(本文责编:齐琳)

作者简介:

王欣(1900—),男,江苏扬州人,工程师,从事电厂检修管理,基本建设管理等方面的工作(E-mail:14002213236@qq.com)。

参考文献:

[1]徐春玲,梁景轩. 电厂除盐水处理中反渗透技术的应用[J]. 山东工业技术,2005(8),14.

[2]何小华,吴华强. 前湾电厂除盐水系统的设计[J]. 电力建设,2001(7),24-25,28.

[3]顾明,王成立. 贾汪电厂反渗透进水 SDI 调试的几点启示[J]. 安徽电力,2005(2),28-31.

[4]刘天涯,高建成,袁选民. 浅谈 SDI 的测试影响因素及预防措施[J]. 清洗世界,2018(1),45-48.

[5]王旭亮,潘献辉,张艳萍. 超滤膜出水污染指数检测技术研究进展[C]//北京国际海水淡化高层论坛论文集. 中国膜工业协会,2012:232-235,239.

(本文责编:陆华)

作者简介:

蒋凯(1975—),男,浙江杭州人,助理经济师,从事电厂经营管理、项目建设与节能降耗工作。

朱孟奇(1987—),男,陕西渭南人,工程师,从事电厂化学水处理、环保工作(E-mail:263308964@qq.com)

龙旭伟(1986—),男,江西抚州人,副教授,从事微生物发酵、废水处理等环保工作。

陆佳丽(1990—),女,浙江杭州人,助理政工师,从事工会团青管理工作。