

AEC 循环水处理新技术的工业应用

陈文道

(兰州石化合成橡胶厂)

摘 要 兰州石化合成橡胶厂 75# 循环水场采用 AEC 非有机磷系循环水处理新技术以后,使循环水的浓缩倍数由 2.9 上升到 6.18 左右,系统补水从原来的 29t/h 下降到 24t/h,在循环水系统的腐蚀和结垢情况均得到控制前提下,每年节约用水约 4 万立方米,较少了排污量,有效地利用了水资源。今年采用了国产化的 AEC 系列水处理剂后,每年药剂费用降低约 12 万元左右,从而进一步降低了循环水处理成本,随着水资源的日益紧缺,使得该新技术的可推广性更强。

关键词 AEC 浓缩倍数 循环水 缓蚀 阻垢

2003 年 7 月份以前,兰州石化合成橡胶厂 75[#] 循环水场用的药剂是原兰化公司水质中心研究的 LH304ZS-2 号有机磷系水处理配方,以 HEDP、AEDP、七水硫酸锌作为缓蚀除垢剂,优氯净、灭菌灵作为杀菌灭藻剂。由于其配方的局限性,一些顽固菌类在一定的条件下,仍然有快速繁殖的机会,从而造成粘泥增加,浊度偏高。另外,因兰州地区水厂来的补充新鲜水属于易结垢性水质,其硬度较高。为了防止用户装置系统结垢,不宜提高浓缩倍数。由于大量排污,造成补充水量偏高,运行费用增加,即浪费了水资源,又不利于环保。自从 2004 年 7 月使用 AEC 配方,经过一年多的运行,浓缩倍数已经平均达到 6.18,其余各项指标均达到了贝迪公司的指标。

一、AEC 技术简介

AEC 水处理新技术是一个集缓蚀、阻垢和微生物控制为一体的、综合的、全面的水处理新技术,包含有高效的产品、先进的控制系统和资深现场工程师定期服务三方面的内容。

在 AEC 水处理新技术中采用了以不含磷的专利 AEC 和 HPS-I 产品来控制结垢和沉积,并最大限度地不以重金属进行腐蚀防护而以物美价廉的正磷酸盐来防止设备的腐蚀。

在 AEC 处理方案中,所选用的主要产品成分(如 AEC、HPS-I 等)均具有卓越的溶解性和稳定性。这些特性,决定了 AEC 优秀的抗水解性和抗卤素氧化分解性,使得其在水中的停留时间理论上没有限制,同时,其与卤素良好的配伍性,可让低价高效的卤素杀生剂充分发挥作用。需要特别强调的是,由于抗水解和抗氧化性能的不同所导致的水中停留时间不同,传统的有机膦酸盐方案是根据补充水水量加药,而 AEC 处理方案是根据排污量加药,使药剂用量大大降低。

传统的以有机膦酸盐为代表的水处理配方,其所能控制的朗格利尔饱和指数仅为 2.0,最高不超过 2.2;而 AEC 水处理新技术在朗格利尔饱和指数高达 2.85 时,仍能提供理想的缓蚀、阻垢和微生物控制。75[#] 水场使用 AEC 技术,经过一年多的运行,水场水质及浓缩倍数一直是兰州地区最好的水场之一,投运达到要求指标,浓缩倍数稳定在 6 以上。由于现行 AEC 方案具有优良的控制结垢和沉积能力,因此在循环水浊度小于 40mg/L 的情况下,确保了装置的安、稳、长、满、优运行。

二、AEC 水处理新技术的使用效果

(一) 使用 AEC 技术前的情况

浓缩倍数: 2.5~3.5 之间;加药方式: 人工冲击投加,劳动强度大;腐蚀结垢现象控制良好,

腐蚀速率控制在 0.075mm/a 以下；微生物情况控制不够稳定。

(二) AEC 技术使用后的情况

AEC 配方的剂量及加药方式(见表 1)，使用 AEC 配方后，由药剂设定值去控制主药剂泵的启停，由氧化还原电位(ORP)去控制杀菌剂的加入量，由 PH 值去控制硫酸泵的启停；使用该方案后水场运行情况：腐蚀结垢现象得到有效控制，腐蚀速率平均值稳定在 0.02~0.03mm/a，浓缩倍数在 2003 年 8 月以后达到了方案设计要求，此后基本控制在 6 以上，超过了方案设计要求。

表1 AEC配方的剂量及加药方式

配 方	剂 量	加药方式
AEC3107	70ppm	连续
POT6101	25ppm	连续
NB2001	30ppm	每月一次冲击投加
BD1501	20ppm	每月一次冲击投加
93-98%硫酸	控制 pH 在 8.0~8.6	连续
优氯净	余氯在 0.1~0.2ppm	间断冲击投加

三、应用结果

(一) 控制系统运行情况

控制系统的在线监测仪表运行可靠，北京金应利公司的专用控制软件运行正常，可以有效地控制加药系统全自动地平稳运行，为获得良好的处理效果提供了可靠保证。

(二) 浓缩倍数比较

浓缩倍数是指经过浓缩过程的循环水的含盐量和新鲜水的含盐量的比值。

浓缩倍数= $S_{\text{循}}/S_{\text{补}}$

含盐量表示为水中各种阳离子量和阴离子量的总和。但含盐量的计算很麻烦，考虑到水溶液中溶解盐类都是以离子态存在，因此具有导电能力，所以电导率可以间接表示出溶解盐类的含量(含盐量)。因此，浓缩倍数= $S_{\text{循}}/S_{\text{补}} \approx \text{Cond}_{\text{循}}/\text{Cond}_{\text{补}}$ 。为了说明采用 AEC 技术前后浓缩倍数的变化，在表 2、图 1 中采用以二氧化硅计算循环水系统的浓缩倍数数据。

表2 浓缩倍数的变化

时间	02.09	02.10	02.11	02.12	03.01	03.02	03.03	03.04
浓缩倍数	3.46	3.48	3.63	3.45	3.23	3.34	3.53	2.67
时间	03.09	03.10	03.11	03.12	04.01	04.02	04.03	04.04
浓缩倍数	6.35	6.63	6.45	6.51	6.78	6.81	6.44	6.54

通过同期比较可以看出，使用贝迪技术后，浓缩倍数由使用前的 3.3 左右提高到 6.5 左右，这使得补水量及排污量大幅度减少，同时二者所需费用也大幅度降低，经济效益显著。

(三) 系统的腐蚀状况得到了良好的控制

通过对水池中的监测挂片分析可知，系统腐蚀状况得到了良好的控制，平均腐蚀速率为 0.0314mm/a，是贝迪技术承诺标准 0.075mm/a 的五分之二，说明所使用的贝迪技术在高浓缩倍数下，能够非常优秀地控制腐蚀结垢现象，满足了装置安、稳、长、满、优运行的要求。

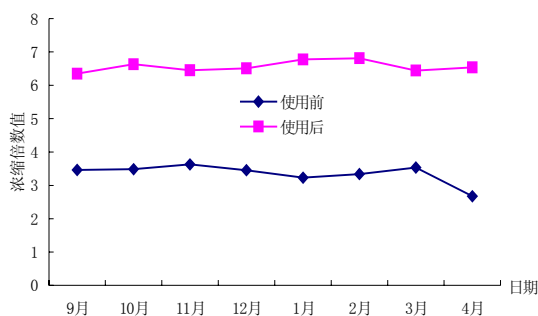


图1 75* 水场浓缩倍数对比

同样从图中可以看出，使用原配方的腐蚀速率不大稳定，平均腐蚀速率在 0.04mm/a 左右，而使用贝迪技术后，平均腐蚀速率不仅低于原配方的不说，而且基本上稳定在 0.03mm/a 左右，说明目前所用的 AEC 方案非常好地满足了水处理的要求，取得了好的效果。

(四) 微生物的控制水平良好

传统药剂应用的是杀生灭藻理论，即通过采样分析确定微生物大量繁殖时进行间歇投加杀菌剂，杀死各种细菌及微生物。它带来的最大的弊病就是产生大量的微生物尸体及微生物新陈代谢产物，从而导致大量粘泥产生，影响换热效果。而且冲击投加卤素杀生剂，在投加初始时，系统的余氯较高，对铜及不锈钢的腐蚀较大。而 AEC 利用的是连续的微生物控制，并使循环水保持较低的余氯量，时刻保证微生物在最低水平，对设备又不造成腐蚀。这是 AEC 技术可以非常优秀地控制微生物的原因。

四、综合分析

(一) 提高浓缩倍数后的节水效果

在使用 AEC 技术之前，浓缩倍数在 3.3 左右时，其平均补水量为 29.02m³/h，应用 AEC 技术后，当浓缩倍数稳定在 6.5 左右时，其平均补水量为 24.25 m³/h。因此，应用 AEC 技术后，其月节水量和年节水量分别为：

$$\text{月节水量} = (29.02 - 24.25) \times 24 \times 30 = 3434.4 (\text{m}^3); \text{年节水量} = 3434.4 \times 12 = 41212.8 (\text{m}^3)$$

(二) 应用 AEC 技术后的节水费用

补水单价以 1.0 元/吨计，排污处理费以 1.5 元/吨计，通过计算知，应用 AEC 技术后，由于减少新鲜水补水量每年可节省费用 41212.8 元，相应地减少排污费用为 61819.2 元。

(三) 其它间接效益

1. 优良的水质减少了结垢，提高了换热效率。
2. 有效抑制腐蚀，降低了设备更新和维修费用。

(四) 采用国产化的 AEC 系列水处理剂后的效益

通过采用国产化的 AEC 系列水处理剂，在加强系统缓蚀、微生物及粘泥控制的前提下，并最大程度地降低循环水处理成本，确保生产装置使用优质循环水，延长换热设备运行寿命，提高了综合生产效益。使用国产化的 AEC 系列水处理剂前后的效益对比，见表 4、表 5、表 6。

75#循环水系统运行参数：系统体积(V)：1500 m³，实际循环量(R)：3000 m³/h。当浓缩倍数(K)为 6，温差(Δt)为 6℃时，年平均蒸发系数(E_f)取 0.85，则系统蒸发量(E)为：

$$\begin{aligned} E &= R \times \Delta t \times E_f / 556 \\ &= 3000 \times 6 \times 0.85 / 556 \approx 28 (\text{m}^3/\text{h}) \end{aligned}$$

当系统无渗漏，且不计风吹损失时，排污量(B)为：

$$B = E \div (K - 1) = 28 \div (6 - 1) = 5.6 (\text{m}^3/\text{h})$$

根据系统体积和排污量, 计算年用药量, 最后计算出药剂费用。

从表 4~表 6 可以说明, 由于调整方案后不再使用优氯净和高效灭菌灵, 循环水处理药剂节约费用约 7 万元, 清洗预膜费用节约 5 万元, 总计节约费用约 12 万元。

五、结论

(一) 在较高的浓缩倍数下, 防腐蚀、防垢、微生物控制良好

由于 AEC 技术中药剂不水解、不分解、不降解, 理论上停留时间无限长, 因此可在较高的浓缩倍数及较长的停留时间下发挥药效, 防腐蚀、阻垢及微生物控制效果良好。

表4 75[#]循环水系统方案调整前运行费用(每年)

化学药剂	加药量	用量:kg/年	单价: 元/kg	药剂费用: 元
AEC3107	70ppm	3433.92	81.19	278800
POT6101	25ppm	1226.4	33.03	40508
NB2001	30ppm	540	48.00	25920
BD1501	20ppm	360	36.00	12960
优氯净	约 76kg/周	约 4000	17.44	69760
高效灭菌灵	约 38kg/周	约 2000	16.69	33380
93~98%硫酸	约 3 吨/月	约 36000	0.40	14400

表5 75[#]循环水系统方案调整后运行费用(每年)

化学药剂	加药量	用量:kg/年	单价: 元/kg	药剂费用: 元
OT6400	55ppm	2698	85	229330
MP6200	14ppm	687	42	28854
NB2101	30ppm	540	45	24300
OB3012	约 8kg/天	约 2920	38.2	111544
93~98%硫酸	约 3 吨/月	约 36000	0.40	14400

表6 方案调整前后直接经济效益对比

名 称	时间 价格	调整前	调整后
AEC 药剂		475728 元	408428 元
清洗预膜		81476 元	34249 元

(二) 达到节水、节能及环保的目的

浓缩倍数自动控制, 能长时间稳定地高浓缩倍数下运行, 不仅节约了大量的补充水, 而且减少了排污量, 从而实现了节水、节能和利于环保的目的。

(三) 自动化程度提高

具有自动在线分析、监测、自动加药、故障报警、历史趋势查寻、远程监测、远程控制等功能, 减少了操作人员的劳动强度, 并且可减少分析频次, 适应新形势需要。

(四) 提高换热效率

应用 AEC 技术后, 由于其有较好的微生物粘泥剥离、抑制效果和阻垢能力, 换热效果明显好转, 消除了生产中负荷增加而循环能力不足的瓶颈问题。

(五) 循环水系统管理更专业化

由工程师定期的技术服务,给出水质分析报告,解决现场问题,使循环水系统管理更专业化。

(六) 间接效益明显及管理水平进一步提高

由于水系统的腐蚀、结垢及微生物粘泥得到有效控制,所以能大大减少设备抢修、检维修工作量,也能减少由此导致的非计划停工次数,不仅保证了工艺的平稳运行,而且使设备长周期运转,间接效益明显,同时由于使用了先进的软硬件技术,也使水质管理水平又上了个新台阶。

(七) AEC 技术的可推广性更强

随着对目前水处理方案进行优化调整,随着 AEC 配方国产化的逐步实施,在保证系统缓蚀、微生物及粘泥控制的前提下,并最大程度地降低循环水系统处理成本,使得该技术的可推广性更强。

参考文献

- [1] 唐受印,戴友芝.工业循环冷却水处理.北京:化学工业出版社
- [2] 祈鲁梁,李本高.冷却水处理新技术问答.北京:中国石化出版社