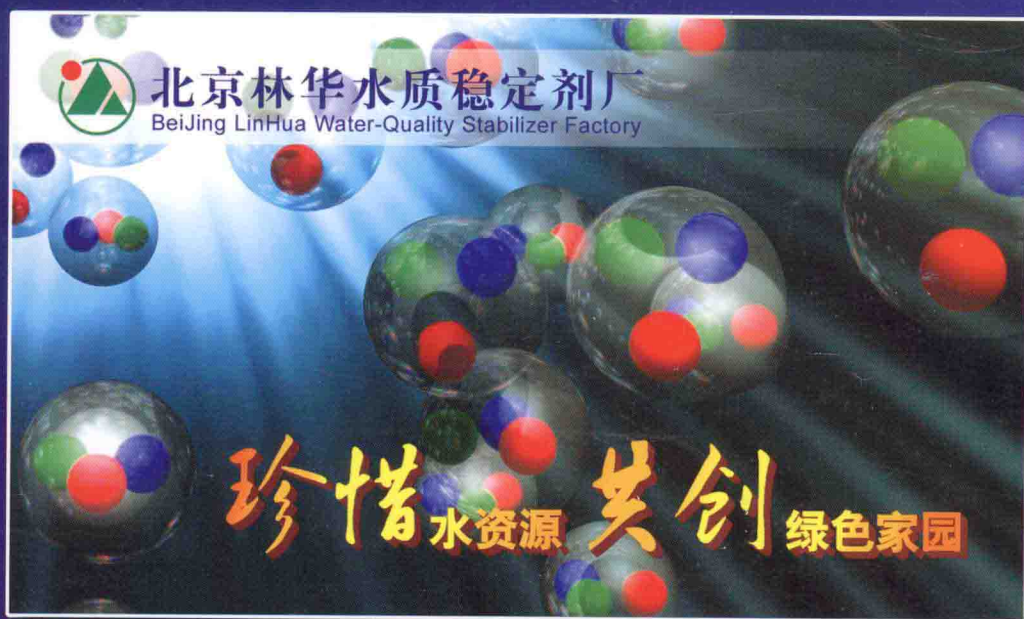


工业水处理技术

(第十五册)

李本高 王建军 傅晓萍 主编



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

要 點 客 內

工业水处理技术

(第十五册)

李本高 王建军 傅晓萍 主编

中国石化出版社

中国石化出版社

中国石化出版社

中国石化出版社

中国石化出版社

内 容 提 要

本书为《工业水处理技术》第十五册,集中介绍水处理技术有关内容,是众多从事水处理技术和管理人员近几年来研发成果和经验的总结。主要内容包括:循环水处理技术,污水处理回用技术,化学水处理技术,污水污泥处理技术,水处理药剂,水处理设备等。本书可供从事水处理工作的技术管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工业水处理技术. 第15册/李本高,王建军,傅晓萍
主编. —北京:中国石化出版社,2014.10
ISBN 978-7-5114-3067-0

I. ①工… II. ①李… ②王… ③傅… III. ①工业用水-
水处理 IV. ①TQ085

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 230547 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。



中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京柏力行彩印有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 25.25 印张 634 千字

2014 年 10 月第 1 版 2014 年 10 月第 1 次印刷

定价:80.00 元

前言

水是自然界分布很广的物质，是一切生命的源泉。水是基础性的自然资源 and 战略性的经济资源，水资源的可持续利用，是经济和社会可持续发展极为重要的保证。因此，世界各国都十分重视水的问题，都在强化水资源管理，积极倡导节约用水工作。

全球水总储量的 96.5% 为海水，淡水储量约占水总储量的 2.53%，其中 88% 为固态，其余 12% 大部分为地下水，实际上可供人类生活和生产取用的淡水储量仅为水总储量的 0.014%。随着世界人口快速增加、工业迅猛发展、水体污染日趋严重以及世界水资源在时空上分布不均等因素影响，近些年来世界不同地区频繁出现“水荒”、“水危机”、“水贫困”、“水难民”，甚至“水战争”。水资源短缺已经成为 21 世纪全球面临的最大挑战之一。

我国平均水资源总量约占全球的 5.8%，居世界第 6 位，但人均年水资源占有量仅为 2300m^3 ，居世界第 109 位，曾被联合国列为世界上 13 个贫水国之一。可见，我国的水资源并不丰富。事实上，近些年来水危机已经严重地制约了我国一些地区的经济发展。因此，必须坚持“开源与节流并重、节流优先、治污为本、科学开源和综合利用”的原则，做好城市供水、工业用水、节水和水污染防治工作。以此为主旨，自 2000 年以来，中国石油化工集团公司加大了对节水减排工作的支持和管理力度，开展了卓有成效的工作。

为进一步加强水处理技术信息交流，自 1995 年以来中国石油化工集团公司水处理技术服务中心先后组织编写，并由中国石化出版社出版发行了《石化工业水处理技术进展》《水处理药剂及材料实用手册》《水处理工艺与运行管理实用手册》《现代工业水处理技术与应用》《石油石化工业用水节水实用技术》《冷却水处理技术和管理问答》《工业用水与节水管理知识问答》等丛书和《工业水处理技术》(第一册到第十四册)等。

本书为《工业水处理技术》第十五册，系中国石化第十三届水处理技术研讨会论文集。本次研讨会共征集科技论文 79 篇。主要内容如下：

(1) 循环水处理技术：高浓缩倍数运行技术、加酸运行技术、环保型配方、新型杀生剂、黏泥剥离清洗剂、自动控制和在线监测技术、泄漏物料检测及处理技术、水质分析方法与仪器、提高循环水处理效果的技术和经验等；

(2) 污水处理回用技术：清污分流分治技术、适度处理回用技术、深度处理回用技术、膜分离应用技术、分质回用技术、提高污水处理效果和降低处理

成本的技术和经验等；

(3) 凝结水回收利用技术：回收技术与器具、除油除铁技术与设备、热能回收技术、提高凝结水回收利用率的技术和经验等；

(4) 节水减排技术：热联合技术、串级利用技术、空气冷却技术；

(5) 节能降耗技术：循环水减量技术、水泵节能技术、风机节能技术等；

(6) 水处理设施；

(7) 工业水管理经验及分析测试。

本书论文内容丰富、信息广泛、技术新颖、实用性较强，这是众多从事水处理技术和管理人员近几年来研发成果和经验的总结，会对广大水处理工作者和管理人员具有较好的参考价值。在此，向本书积极投稿的论文作者们表示谢意！

限于水平和经验以及时间仓促，书中疏漏和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

循环水处理

- 确定循环水场合理清洗预膜周期和关键监控点 闫 萍(1)
- 电解水处理技术在循环水系统中的应用 吴志文 张雪琴 温志刚 王 幸 朱伯明(8)
- “三法净水”技术在炼油厂循环冷却水系统应用进展 陈长顺(16)
- 循环水系统整体优化运行实践 司占帅(21)
- 循环水场运行异常的判断与处理 李 清(27)
- 硫黄溶剂贫液泄漏对循环水的影响分析 季淑娟(32)
- 循环水有机物料泄漏处理措施浅析 杨根山 熊其林(36)
- 循环水总磷降低原因分析及处理 张光林 王旭津(39)
- 循环水系统泄漏的判断与处理 梁 芬 王 爽(42)
- 浅谈循环冷却水水质处理技术及其发展方向 张海东(46)
- 烷基化装置循环水管网腐蚀浅析 张 庆(52)
- 循环冷却水温差对节能的影响 韩 序(54)
- 炼化企业循环水换热器泄漏判断与处理对策 迟 婷(58)

污水处理

- 混凝气浮—臭氧/活性炭组合工艺深度处理炼化外排污水技术研究 牛进龙 刘发强 丁雪红(62)
- 用于石化污水处理的载体流态化生物膜反应器 桑军强 张 超 高 峰 马 欣 赵 锐(68)
- 浅析丁苯橡胶废水技术改造的必要性及工艺路线 刘 伟 高 勇(75)
- 乳化液膜技术处理含锌废水的实验研究 赵 锐(80)
- 炼油厂含油污水处理系统结垢原因分析 王 湘 晏小平 周付建 张朝晖(84)
- 臭氧催化氧化技术在 RO 浓水处理中的应用 宋 尧(87)
- EM—BAF 组合工艺在处理乙二醇装置高浓度酸性废水中的应用 陈 蓉(93)
- 两种氧化法处理硝基氯苯废水对比研究 陈云峰 杨根山(98)
- 膜生物反应器工艺膜污染机理研究 闻 富(105)
- 利用生物除臭技术净化污水处理装置的空气 王春路 张 涛 陈 亮(109)
- 化工污水生化处理装置关键设备选型实例 唐 纬(113)
- 污水处理厂夏季运行问题及对策 张雪红 曹 红(119)
- 浅析丁苯橡胶污水对企业清洁生产的影响 崔 建 刘兴玮(124)

炼油污水处理场提标改造及恶臭气体治理	陈代露 李 滢 周 生(127)
污水一期整合改造探讨	李 佳(132)
污水一、二期整合的合理性	李天水(140)
炼化企业停检期间高浓度污水受控处理达标排放	韩 政(142)
污水 pH 值对生化系统碱度、氨氮去除率影响的研究	朱宇硕(148)
浅谈活性污泥中的微生物	陈宏健(152)
热电厂边坡 D 接点地下水油含量超标及调查	刘兴玮 崔 建 丁 炜(156)
化工污水处理系统优化措施及效果	赵小亮(161)
节水减排 污水回用	
天津石化“近零新鲜水”目标分析及措施综述	李晨光(165)
汽提净化水回用循环水系统的可行性分析	傅晓萍 李本高 余正齐(173)
假定净水回用至循环水的应用研究	宋爽英(178)
双膜法污水处理回用实验研究	付世杰(184)
两种污水回用方案的运行效果对比	宋宇辉 张治军 魏银桥 马镇江(191)
烯烃急冷水旁路除油循环利用技术研究	王建娜 张方银 潘咸峰 李茂双(199)
反渗透浓水回用处理工艺	刘云峰 司艳霞 丛玉清 高登山 李 峰(205)
生活污水处理后在循环水系统中的应用	李全国(209)
无磷配方水质控制方案在中水回用循环水系统中应用探讨	马镇江 李 军 朱志浩 王玉跃(213)
开展水平衡测试促进厂节水工作的开展	刘 伟(219)
凝结水回收利用	
炼油高温凝结水处理后直接回用于锅炉补水系统可行性研究	李韶东(225)
高温凝结水处理装置出水异常原因分析及整改措施	姜之宇(233)
化学水处理	
催化裂化装置外取热器炉水 pH 值异常因素分析	王晓昕(239)
影响反渗透装置生产运行的因素及措施	周 聪(246)
水处理阳床菌藻类生物堵塞原因分析及对策	李 嵩(252)
节能降耗	
中原石化厂循环水节电技术改造	李林峰 刘云峰 高登山 苗丽君 曾征 李峰 汪玉华(258)
利用合同能源管理模式加快推进循环水系统节能改造	吕文杰(264)
控制漏损 消除影响 节能降耗	满晓达 刘兴玮(269)
探索降低污水处理能耗的有效途径	姜彬彬(274)
水处理设备设施	
循环水冷却塔性能分析及对策措施	周 聪 左 清(277)
叠氏污泥脱水机在石化污水场的应用	汪潘华(283)
MBR 出水管线腐蚀穿孔失效分析	王 丽 张艳玲(289)
化工厂水解酸化池运行控制与影响因素研究	丁 炜 王 爽 刘兴玮(293)
V 循环水凉水塔西面部分填料承托架断裂的原因分析及其处理措施	王 贵(300)

水冷换热器大修质量保证策略	窦传杰(306)
水汽预处理砂滤池现状分析及改造措施	周 聪 谭祥燕(313)
浅谈换热器结垢与改进措施	赵 亮 王 爽(316)
泥状填料密封技术在大型循环水泵上的应用	肖 熠(320)
API 池链条式刮泥机技术改进	王荣海(323)
吊装式循环水冷却塔设备技术特点	赵 斌(328)
污水处理中水下设备的作用及检查与维修	刘黎斌(331)
关于二沉箱泵房立式斜流泵产生振动原因分析及处理方法	冯善伟(333)
二沉池出水漂泥研究	李 程(337)
污水场(一期)DAF 在运行中的问题与解决办法	邓 超(340)
水处理药剂	
咪唑啉季铵盐与 fsDNA 作用的共振光散射光谱及分析应用	石顺存 龙云飞 邓春风 喻娟娟 康玉佳(344)
有机膦 <i>N</i> , <i>N</i> -双膦酰基甲基天冬氨酸(BC-620)的性能研究及工业应用	高庆丰 冯伟松 李秀清 杨宁生 李恒伟 马延生 王莲莲(349)
新有机膦酸盐 DDD 的性能评定及其缓蚀机理研究	高庆丰 黄文氢 张伟 王艳丽(353)
水质稳定剂仿造、改造与创造	高庆丰 赵思源 黄文氢 郭海军 张 伟(357)
新产品新工艺节药节水双盈利	高庆丰 黄文氢 张 伟 王艳丽 陈 伟 陈 颖(361)
改性聚环氧琥珀酸(Gao-606D)的性能评定及缓蚀机理研究	高庆丰 黄文氢 侯群锋 梅柏良 周 革 管敏锋(365)
多功能水稳剂 Gao-620 在新处理工艺上的应用	陈 伟 陈 颖(368)
长江水系万吨级循环冷却水采用新老工艺水处理用水用药计算对比	高庆丰 黄文氢(370)
缓蚀阻垢剂在循环水系统使用的效果	黄 伟(373)
水处理效果与药剂选用	赵雪扬(378)
分析测试	
岛津 TOC-VCPN 有机碳测定仪测定废水中有机碳的探讨	张亚贤 李桂英 魏庆英 方 勤 丁 纯(382)
厂家简介	
北京林华水质稳定剂厂简介	(386)
北京天灏柯润环境科技有限公司简介	(388)
常州科威天使环保科技有限公司简介	(390)
郑州浩霖化工有限公司简介	(392)
编后记	(393)

确定循环水场合理清洗预膜周期和关键监控点

闫 萍

(中国石油大连石化分公司, 大连 116032)

【摘要】 大连石化公司共计有 9 套循环水场, 按照《循环水管理规定》要求, 每年进行一次不停车化学清洗。本文根据 9 套循环水场清洗预膜数据, 经过针对性的分析比对后, 提出 9 套循环水场由于其运行条件、补水条件有差异, 不宜采用统一标准, 应根据各水场实际运行情况确定合理清洗预膜周期, 指出清洗预膜关键监控点, 并提出日常运行重点。

大连石化公司总计有 9 套循环水场, 其中 6 套循环水场为炼油装置服务, 3 套循环水场为化工装置服务。按照大连石化公司《循环水管理规定》第二十一条要求, “循环水场每年进行一次清洗预膜”, 而《中国石油工业水管理制度》对清洗预膜的要求则提出“在役循环水系统应定期进行清洗预膜”。笔者通过近几年对各循环水场清洗预膜效果及了解同行业运行情况, 对于循环水清洗预膜的周期及应采取的方案进行了比对分析。

1 循环水场清洗预膜的必要性及处理方案

循环水场的清洗与预膜是循环冷却水化学处理即循环水加药系统的预处理, 是循环水系统开车投药前的必要步骤, 目的是使水处理缓蚀阻垢剂能够正常的发挥作用。

1.1 循环水系统清洗处理

保持系统的清洁, 尤其是换热器表面换热面的清洁是循环水系统加药的前提条件。如果系统换热器表面有污垢, 药剂不能和金属很好接触, 起不到保护金属的效果。

对新系统来说, 设备和管道在安装过程中难免会有各种杂物和泥沙遗留在系统中, 换热器表面会有浮锈和油垢。对于老系统来说, 除了从补充水和空气中不断带入悬浮物以外, 还有在系统中产生的水垢、黏泥、腐蚀产物等污垢。这些物质均会进一步加剧换热器和管道的腐蚀及污垢沉积, 因此需要通过清洗步骤予以去除。

1.2 循环水系统预膜处理

循环水场清洗处理过程中, 为了强化污垢的去除作用, 需要进行适当的酸洗, 酸洗后的金属表面没有保护膜, 活性高, 易腐蚀。预膜处理就是在系统清洗之后, 向系统中投入大量的预膜剂, 使金属表面产生保护膜。只有良好的系统清洗才能保证良好的预膜效果。

1.3 循环水场清洗预膜常规处理

对于新系统, 开工初期系统无热负荷, 首先进行物理清洗。即开启循环水泵, 保证循环

水系统流速高于 1.5m/s ，将循环水下塔旁滤器关闭，避免污染凉水塔填料与旁滤器填料。而对于在运系统，循环水场清洗预膜则从化学清洗开始，主要分为三个步骤：

1.3.1 微生物及黏泥剥离

冲击性投加氧化性杀菌剂和黏泥剥离剂，保持较高的余氯浓度，有效进行微生物及黏泥的剥离，每 2h 进行浊度及余氯监测，根据监测数据，及时进行药剂补充，此阶段浊度指标是微生物及黏泥剥离阶段指征指标。当浊度上升并趋于稳定时，说明微生物及黏泥剥离阶段结束，系统排水置换，进入下一阶段。

1.3.2 除垢、除锈

此阶段是化学清洗关键环节，系统中投加钙垢锈垢清洗剂、缓蚀剂、分散剂，同时加酸进行 pH 调节至 4~6 之间，每 2h 进行 pH 值、浊度、总铁、钙硬指标的监测。其中总铁与钙硬是化学清洗阶段清洗效果与清洗终点的指征指标，总铁和钙硬度达到高限并基本趋于稳定时，说明系统锈垢清洗达到终点，系统快速排水置换，进入下一阶段。

1.3.3 预膜

系统化学清洗结束后，进入预膜阶段，像系统中投加预膜剂（即缓蚀剂）。预膜期间，停止补水与排水，若系统中有跑水，需要及时补充预膜剂。预膜期间，对水体中 pH、钙离子、铁离子浊度与药剂浓度如总磷进行监测。系统预膜阶段，药剂浓度指标是该阶段重点监测指标。预膜结束后，大量排补水，尽快转入正常运行时的配方和条件。预膜效果的测定一般采用硫酸铜法。

2 大连石化公司各循环水场基本情况

大连石化公司目前加工能力为 2050 万 t/a，但循环水用量与同行业相比偏小，循环水量仅 $41140\text{m}^3/\text{h}$ 。主要原因在于大连石化公司生产装置物料冷却方式采用循环水冷却与海水冷却两种方式，海水冷却水量为 $28950\text{m}^3/\text{h}$ ，部分海水直冷替代了循环水冷却。各循环水场具体运行情况见表 1。

表 1 大连石化公司各循环水场运行基本情况

循环水场	炼油水场						化工水场		
	一循一套	一循二套	二循一套	二循二套	二循三套	三循	四循一套	四循二套	空分水场
水量/ (m^3/h)	1764	1769	2663	7233	16888	1652	1856	3792	3523
系统容积/ m^3	750	700	2000	4000	5300	2000	1000	2000	1000
温差/ $^{\circ}\text{C}$	5~8	5~8	2~3	6~8	3~4	1~2	4~5	4~5	3~4
补水	淡水	淡水	淡水	淡水为主、中水为辅	中水为主、淡水为辅	淡水	淡水	淡水	淡水
浓缩倍数	3.9	3.5	1.4	2.1	2.5	2.0	>4.5		

从表 1 中可看出,大连石化公司各循环水场运行状况差别较大,系统浓缩倍数、补水条件、温差等存在较大的不同。

3 不同循环水场清洗预膜清洗周期建议和日常水稳控制重点

3.1 低浓缩倍数水场($N \leq 2$)清洗预膜应对方案

大连石化公司二循一套、三循水场均处于较低浓缩倍数运行。二循一套是低浓缩倍数运行的典型代表,该水场长期处于浓缩倍数偏低运行状况,水场供回水温差偏小,系统容积较大,水场地下管线存在渗漏,系统水质稳定应偏重于抑制其腐蚀倾向。以二循一套水场为例进行分析。

(1) 二循一套水场清洗数据

二循一套循环水场清洗期间的监测数据见表 2。该水场微生物及黏泥剥离清洗时,表征指标浊度值升高不超过 20mg/L;锈垢及钙垢清洗阶段,进行酸洗时表征指标铁离子值由 0.36 mg/L 最高只升高至 3.71mg/L,钙离子由 89.2 mg/L 则最高升高至 195.3mg/L。

表 2 二循一套水场清洗数据

采样时间			pH 值	浊度/ NTU	铁/ (mg/L)	钙/ (mg/L)
月	日	时				
	6	7	8.06	3.30	0.36	89.2
		9	6.90	6.61	0.31	103.4
		13	5.44	16.4	1.59	140.2
		17	4.98	14.0	1.06	151.9
11	7	5	5.49	15.8	2.95	—
		7	5.58	13.0	2.82	195.3
		11	5.45	14.1	3.45	150.8
		15	5.47	13.8	3.71	178.3
		19	5.23	12.2	3.27	149.5

(2) 低浓缩倍数水场($N \leq 2$)清洗预膜建议运行周期及运行重点

从表 2 中分析数据可看出,清洗预膜过程中系统中的黏泥、铁锈及钙垢数据没有显著升高;低浓缩倍数运行的水场腐蚀倾向明显,化学清洗过程中进行的酸洗,从某种程度上也会加剧系统的腐蚀问题;每年一次的清洗预膜也需要较高的药剂成本。

因此建议低浓度缩倍数水场没有必要每年进行一次清洗预膜,清洗预膜周期可根据系统的实际情况延长至 2~3 年。低浓缩倍数水场应加强日常的水质稳定、以腐蚀控制为主。

3.2 高浓缩倍数水场($N \geq 3.5$)清洗预膜应对方案

大连石化公司一循一套、一循二套、四循一套、四循水场低浓缩倍数均在 3.5 以上,水场在偏高浓缩倍数运行状况下,水场供回水温差较大,系统容积在较理想范围内,系统密闭性好,系统水质稳定偏重于抑制其结垢倾向。以一循一套水场为例进行分析:

表 3 (1) 一循一套水场清洗数据

一循一套循环水场清洗期间的监测数据见表 3。该水场微生物及黏泥剥离清洗时, 表征指标浊度值升高至 25mg/L; 锈垢及钙垢清洗阶段, 进行酸洗时表征指标铁离子值由 0.78mg/L 最高升高至 127mg/L, 钙离子由 159.6 mg/L 最高升高至 781.7mg/L。

表 3 一循一套水场清洗数据

采样时间			pH 值	浊度/ NTU	铁/ (mg/L)	钙/ (mg/L)
月	日	时				
5	29	13	8.39	6.75	0.78	159.6
		15	7.88	11	2.65	237.3
		19	8.47	24	2.01	153.5
5	30	7	8.47	25	1.13	193.0
		11	8.14	8.50	0.46	197.5
		15	7.01	6.17	27.7	289.8
		19	5.42	6.68	61.2	348.0
5	31	7	6.27	8.31	74.6	419.0
		11	7.24	5.19	79.4	444.8
		15	5.42	6.09	99.4	490.7
		19	5.50	4.43	74.3	519.4
6	1	5	6.13	5.34	112	—
		7	6.15	5.50	121	781.7
		11	6.51	5.60	78.3	646.7

(2) 高浓缩倍数水场($N \geq 3.5$)清洗预膜建议运行周期及运行重点

从上述表 3 中分析数据可看出, 清洗预膜过程中系统中铁锈及钙垢数据显著升高, 尤其是钙硬数据上升显著; 高浓缩倍数运行的水场结垢倾向明显, 化学清洗过程中进行的酸洗, 有利于去除系统中形成的钙垢, 同时将部分垢下腐蚀产物进行处理, 因此化学清洗过程中铁离子也同步升高。

因此建议高浓度缩倍数水场每年有必要进行一次清洗预膜。目前国内同行业的一些炼厂为节省药剂成本, 将水场进行总承包, 为节省成本, 不进行水场的清洗预膜处理, 笔者认为从长周期运行来看, 此方式对于高浓倍水场是不值得提倡的。

3.3 浓缩倍数在 2~3.5 之间运行的水场清洗预膜应对方案

大连石化公司二循二套、二循三套是在中等浓缩倍数条件下运行, 该两套水场采用中水与新鲜水联合补水方式, 系统由于经常进行水质切换, 浓缩倍数计算存在一定误差。两套水场清洗数据需要单独进行分析。

(1) 二循三套水场清洗数据

二循三套循环水场清洗期间的监测数据见表 4。该水场化学清洗时表征指标浊度最高升高至 46.4mg/L, 进行酸洗时表征指标铁离子值由 0.24mg/L 最高升高至 4mg/L, 钙离子由 190.6mg/L 最高升高至 266mg/L。

表 4 二循三套清洗预膜数据

采样时间			pH 值	浊度/ NTU	铁/ (mg/L)	钙/ (mg/L)
月	日	时				
11	5	8	8.44	13.2	0.24	190.6
		10	8.40	12.0	0.33	
		15	5.17	20.6	1.65	—
		17	4.74	18.4	3.13	221.2
	6	7	5.33	11.3	2.93	257.3
		11	4.75	15.2	2.96	252.0
		15	4.85	11.2	3.14	260.0
		19	5.07	8.66	2.57	254.3
	7	7	6.14	6.20	2.38	266.1
		11	6.44	30.8	3.19	158.3
		15	6.82	36.4	4.00	199.8
		17	6.65	46.2	2.59	—
	8	5	7.74	35.6	2.28	—
		7	6.99	35.3	2.05	161.4
		9	7.02	36.0	2.64	—

(2) 二循二套水场清洗数据

二循二套循环水场清洗期间的监测数据见表 5。该水场化学清洗时表征指标浊度最高升高至 49.3mg/L，进行酸洗时表征指标铁离子值由 0.20mg/L 最高升高至 9.29mg/L，钙离子由 285.1mg/L 最高升高至 569.1mg/L。

表 5 二循二套清洗预膜数据

采样时间			pH 值	浊度/ NTU	铁/ (mg/L)	钙/ (mg/L)
月	日	时				
11	12	8	8.05	12.3	0.20	285.1
		9	7.63	11.8	2.07	329.2
		13	7.46	31.0	3.62	345.2
		17	8.21	28.6	1.88	406.1
	13	7	6.03	37.6	3.37	520.8
		9	5.86	41.3	9.29	—
		11	5.18	39.6	5.51	171.9
		15	4.86	35.9	5.24	569.1
	14	7	6.27	13.0	4.57	484.2
		11	6.73	14.0	4.66	356.2
		15	6.55	14.0	2.43	403.5
		19	6.74	17.1	4.02	167.7

(3) 中等浓缩倍数水场($2 \leq N \leq 3.5$)清洗预膜建议运行周期及运行重点

从二循二套、二循三套水场清洗预膜数据可看出,二循三套浊度、铁离子、钙硬指标上升不明显;而二循二套浊度、总铁上升不明显,钙硬升高明显。

因此对于该范围循环水场应采取针对性方案,二循二套水场由于循环水供回水温差较大,系统采用淡水补水时浓缩倍数会快速提高至4.5以上,说明该水场具备高浓缩倍数条件,系统以抑制结垢倾向为主。因此有必要进行一年一次的清洗预膜。而二循三套由于系统密闭性较差,系统供回水温差偏小,系统以抑制腐蚀倾向为主,具有低浓缩倍数水场特性,因此没有必要进行每年一次的清洗预膜处理。

即中等浓缩倍数的循环水场需要根据水场的运行特性,进行针对性的分析,确定其合理的清洗预膜周期,正常运行水稳控制依据其水场特点,强化抑制腐蚀或抑制结垢为主。

4 结论

4.1 循环水场清洗预膜关键监控点

(1) 系统循环:清洗预膜处理过程中需要生产装置配合,将循环水侧线全部打开,保证循环水系统清洗预膜无死角。该问题经常被忽略,建议从公司生产调度层面上下达指令。

(2) 排水控制:循环水场清洗预膜期间各种清洗剂及预膜剂均是按照系统容积计算后进行投加,在清洗预膜期间需要保持一定的浓度才能达到清洗预膜的效果。因此要求系统应保证密闭,不能排水,对于系统跑水严重的水场,需要及时补充清洗或预膜药剂至适当浓度。在一个阶段结束后,系统快速置换,进入下一阶段。

(3) 表征指标:①浊度是微生物及黏泥剥离阶段表征指标,该指标趋于稳定代表该阶段清洗结束;②总铁及钙硬度指标是除垢、除锈的化学清洗阶段的表征指标,该数据稳定不再上升代表该阶段清洗结束;③预膜过程中的表征指标是总磷或正磷,该数据需要保持在较高浓度以上,确保金属表面能够快速成膜;另外对于磷系配方,要求在预膜过程中钙离子浓度不得低于125mg/L。

(4) pH控制:化学清洗过程中pH值控制在4~6之间,pH值是清洗过程中的关键指标,控制不好会加速系统的腐蚀,清洗过程中需要投加清洗缓蚀剂来抑制腐蚀。预膜过程中pH值控制在6~7之间。

(5) 浊度、铁离子控制:化学清洗结束后,系统中铁离子、钙离子指标达到最大,系统快速进行排水置换。由于此时金属表面已经活化,要求排水置换的时间尽快缩短,快速将系统浊度降低至10NTU以下,铁离子降低至1mg/L以下,方能进入预膜阶段。而在实际清洗过程中,该数据经常未达到标准就进入预膜环节,对于成膜效果有一定影响。

(6) 效果验证:清洗预膜结束后,取出监测试片,首先观察试片表面是否形成均匀致密有蓝色光晕的膜,另外用硫酸铜法进行破膜试验,检验试片预膜效果,若破膜时间高于标准要求的10s说明预膜效果较好。单纯通过目测方式验证成膜效果不够规范。

4.2 循环水场清洗预膜周期的建议及日常运行建议

(1) 对于较低浓缩倍数 $N \leq 2$ 的循环水场,其清洗预膜周期建议确定为2~3年1次;日常运行时以腐蚀控制为主。

(2) 对于较高浓缩倍数循环水场, $N \geq 3.5$ 的循环水场, 其清洗预膜周期确定为 1 年 1 次; 日常运行时以结垢控制为主。

(3) 对于浓缩倍数 $2 \leq N \leq 3.5$ 的循环水场, 需要根据水场实际运行情况, 若其运行特点具备较低浓缩倍数水场特点, 其清洗预膜周期可延长; 日常运行时以腐蚀控制为主。若其运行特点具备高浓缩倍数水场特点, 其清洗预膜周期需考虑 1 年 1 次; 日常运行时以结垢控制为主。

(4) 另外循环水场清洗预膜周期还需要结合装置的实际情况进行考虑, 例如有新建装置投用、在用生产装置发生物料泄露影响时间较长、装置大检修系统停水之后也需要考虑对系统重新进行清洗预膜处理。

综上所述, 不同循环水场应根据其各自的运行特点确定其合理的清洗预膜周期, 在清洗预膜过程中控制好关键点; 在日常的水质稳定处理过程中也应当根据其运行特点进行腐蚀结垢及微生物处理, 整个循环水系统方能处于良性循环状态。

参考文献

- [1] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.
- [2] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.
- [3] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.
- [4] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.
- [5] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.
- [6] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.
- [7] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.
- [8] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.
- [9] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.
- [10] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.
- [11] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.
- [12] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.
- [13] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.
- [14] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.
- [15] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.
- [16] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.
- [17] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.
- [18] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.
- [19] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.
- [20] 王德成, 王德成, 王德成. 循环水场清洗预膜周期确定方法. 中国石化, 2018, 18(1): 1-5.

电解水处理技术在循环水系统中的应用

吴志文¹ 张雪琴¹ 温志刚¹ 王 幸² 朱伯明³

(1. 中国石化广州分公司, 广州 510726; 2. 广州市番禺江达表面处理材料厂;

3. 广州水力清环保科技有限公司)

【摘要】 介绍了一种电解水处理技术在循环冷却水系统的应用情况。结果表明, 该技术具有较好的阻垢与除垢效果, 在平均浓缩倍数达到 5.9 的水质条件下, 监测换热器试管的黏附速率平均值碳钢管为 9.26mcm, 铜管仅为 0.86mcm, 远小于 15mcm 的控制标准, 但腐蚀与细菌控制方面, 仍有待进一步改进。

1 前言

循环冷却水处理技术在几十年的发展中, 主要形成了化学处理和物理处理两大类处理技术。目前冷却水的处理仍以化学法(水质稳定剂法)为主, 即通过投加酸碱、缓蚀剂、阻垢分散剂、杀菌灭藻剂来达到水质稳定的目的。随着水处理研究工作的深入开展, 人们从大量生产实践和研究结果中发现, 化学药剂处理法不但操作过程繁琐, 而且各种缓蚀阻垢剂及杀菌剂在水中循环使用, 存在“协同”作用的同时, 还有可能产生相互的干扰作用, 降低处理效果。此外, 在循环水的排污过程中部分药剂还会造成环境的二次污染。目前, 寻找一种环境友好型, 兼具缓蚀、阻垢、杀菌多功能的水处理方法已为人们所关注。

基于化学处理法存在的上述问题, 多年来人们一直都在努力寻求较好的物理处理方法, 以解决化学处理法存在的不足。电解水处理技术是一种基于以环保为理念的水处理技术, 近些年来国内一些技术研发公司在国外技术基础上, 加以研发改进。广州某环保科技有限公司借鉴日本技术, 近年研制开发出“水力清”还原电解水设备, 该设备由控制箱和反应器两系统组成, 控制箱由主控板及智能控制模块组成, 能根据水质情况自动调节电流, 适应处理能力需求。反应器由加电电极及特制“触媒”组成, 使用时直接置于水中。“水力清”的主要工作原理是: 主控板发出低压高频电解信号, 通过电极产生比磁石式电磁线圈高 1000 倍的低压高频波, 使水体产生电气分解并将水的活性氧及部分氢分开, 在释放活性氧的同时, 把活性氢较长时间的留存在水中, 由此水的氧化还原电位不断降低, 使原来的大分子水体变成小分子还原水。反应器借助触媒效应在负电的作用下实现自动吸附和收集水中钙镁化合物、铁锈和菌藻类物质。经过一定时间溶垢、吸垢处理后, 水体会变得越来越干净。处理过程只需定期清理收集器除去垢物而无需强制排水, 非常有利于达到节水减排的目的。

中国石化广州分公司动力事业部空压站装置由 4 台离心式空压机组成, 总出力(N)为 $800\text{m}^3/\text{min}$, 主要为炼油区生产装置提供压缩风。空压站循环水装置设计循环水量 $900\text{m}^3/\text{h}$, 保有水量 200m^3 , 出水温度 $\leq 32^\circ\text{C}$, 回水温度 $\leq 43^\circ\text{C}$, 一直采用东江水作为补充水。装置

2009 年大修重新开车后运行到现在,一直处于满负荷运行状态。该循环水系统之前采用化学法进行水质稳定处理,缓蚀阻垢配方使用的是 WP-4Z 配方(由有机磷酸酯/锌盐/聚合物分散剂组成的复合配方),杀菌灭藻则采用强氯精结合非氧化性杀菌灭藻剂的方式进行处理。实践证明,在浓缩倍数为 4.5 左右的操作条件下,该配方的缓蚀阻垢性能是可以满足生产需要的,效果良好。但在实际使用过程中也发现一些化学处理法普遍存在的一些问题,如该处理方法不适合在高浓缩倍数情况下高硬、高碱水质的条件下使用,系统排污水中的磷和锌均超出现行国家污水排放标准的要求。

考虑到电解水处理技术在吸附除盐、杀菌灭藻功能方面具有独到优势,而且其日常运行具有清洁环保、安全高效、经济低耗等特点,应用前景良好,因此,在 2012 年 5 月至 2012 年 10 月期间,在动力事业部空压站循环水系统采用广州水力清变频电解水处理技术进行了工业应用试验,对该技术在循环冷却水处理的应用效果进行了初步的探讨。

2 应用内容

2.1 系统工艺参数

动力事业部空压站循环冷却水系统工艺参数详见表 1。

表 1 循环冷却水系统工艺参数

项目	参数	项目	参数
系统保有水量/ m^3	200	浓缩倍数(目前可达到的倍数)	4.0~6.0
系统循环水量/ (m^3/h)	900	系统材质	碳钢、铜
温差/ $^{\circ}\text{C}$	10	补充水水源	东江水

2.2 循环水系统的化学清洗预膜

考虑该系统冷却塔年久失修,部分支架锈蚀严重,而且自大修后已运行了较长一段时间,系统淤积着一些黏泥和锈垢,此外,由于光照充足等原因,冷却塔青苔情况比较严重。为了更好地、真实地反映变频电解水处理技术的处理效果,在应用前首先于 2012 年 5 月 2 日停运冷却塔进行检修,加固支架,同时对塔池的积污进行了清理。冷却塔检修期间,由于空压站主体装置不允许停车,系统通过连通管临时由公用工程部一循提供冷却用水。5 月 8 日,冷却塔检修完毕,重新进水运行,开始进行化学清洗,5 月 11 日清洗结束,开始设备的安装调试工作,三台设备共 9 支电极投入使用,同时,考虑到电解水处理设备通常需应用一段时间后会达到较好的处理效果,我们将原来使用的阻垢缓蚀剂浓度提高 3 倍,对系统进行了化学清洗预膜处理。

2.3 变频电解水处理技术的应用

系统开始进行预膜后,即开始启用电解仪进行水质处理,同时使用监测换热器对系统进行腐蚀和黏附监测,采用的监测试片、试管材质为 20#碳钢、H62 铜。装置要求密切注意并记录装置水冷器的温差及空压机排气温度等参数的变化。

2.4 试验设备配置情况

动力空压站冷却塔系统使用水力清设备的配置情况见表 2 及表 3。