

降低除盐水废水排放技术浅析

张晓娥(陕西延长石油集团(有限)责任公司永坪炼油厂, 陕西 延安 717208)

摘要: 为降低永坪炼油厂除盐水废水排放问题, 通过对现有设备利旧工艺改造, 来降低除盐水废水排放。目的是废水得到回收在利用, 节约水资源; 提高除盐水装置运行平稳率。

关键词: 废水; 排放; 工艺改造; 平稳率

除盐水装置 2004 年建成投用。该装置主要包括原水预处理、反渗透脱盐和离子交换器精脱盐等部分, 生产一级除盐水, 生产规模为 200t/h, 其中 2008 年 5 月技改新增叠片过滤器、阴阳床和超滤系统。2014 年技改新增二级混床。

2020 年 3 月投资新增一套 320m³/h 高密度沉淀池作为除盐水装置的原水预处理设施, 同时新增配套加药设备及污泥处理设施, 同年 8 月份投用。除盐水装置主要任务是负责全厂的除盐水供给。

1 现状问题

永坪炼油厂地处黄土高原山脉, 由于受地理位置限制, 植被覆盖率低, 生态环境恶化, 导致年降雨较少, 水资源贫乏。随着装置的不断扩建, 大量的消耗了水资源, 节约用水迫在眉睫。除盐水装置的原水采用的是地表水, 地表水污染严重, 原水浊度、硬度、含盐量高, 易引起超滤、反渗透膜元件结垢、堵塞, 导致膜系统清洗排水量大; 产生废水系统造成困扰。大量废水外排对周边环境造成污染以及加剧了资源危机。降低除盐水废水排放, 可以减少污染物排放, 改善生态环境, 具有重要的社会效益。

2 除盐水废水水质

来源包括四部分, 一是除盐水预处理过程中产生的各种去除水中悬浮物、胶体和大分子有机物等。二是通过反渗透膜的分离, 水中约 97% 的盐被分离所产生的浓缩水。三是交换器失效再生时, 产生的酸碱水。四是膜系统清洗产生的酸碱水。废水以连续和间断方式排放。

3 除盐水处理系统的工作原理

3.1 原水预处理系统工作原理

高效沉淀池是一种高速、一体式沉淀/浓缩池, 是集混凝、絮凝、沉淀澄清、污泥浓缩于一体的紧凑型污水处理系统, 原水首先通过混凝、絮凝区与投加药剂充分混合, 药剂通过加药泵投加到混凝区, 在絮凝区充分反应形成大颗粒絮体, 在高密区由于污泥与水密度差进行自然分离, 污泥下沉, 清水从出水堰流至下一处理单元。利用严格的水力条件保持一定的流速, 同时又不打破形成的絮体。进入到沉淀区后可以实现快速分离, 从而去除水中污染物 COD、SS、磷指标, 使得出水 COD、SS 达到设计出水水质的要求。超滤采用中空纤维结构, 切割分子量为 10 万道尔顿。超滤可以去除水中的胶体、悬浮物、大分子有机物等, 超滤是一种流体切向流动和压力驱动的过滤过程, 并按分子量大小来分离颗粒。超滤膜的孔径大约在 0.002-0.1 μm 范围内。超滤膜可反复使用并可用普通的清洗剂清洗。

3.2 反渗透脱盐的工作原理

反渗透是利用半透膜选择性通过特性, 达到去除水中的盐份的目的。在反渗透膜的原水侧加压, 使原水中的一

部分纯水沿与膜垂直方向透过膜, 水中的盐类和胶体物质在膜表面浓缩成为浓水流走。产水则透过半透膜残余少量盐份, 达到了脱盐目的。反渗透可除去水中 98% 的无机盐和相对分子量大于 200 的有机物以及胶体, 它是当代公认的最先进的脱盐技术。

3.3 离子交换器精脱盐的工作原理

离子交换是指水中所含的各种离子和离子交换树脂所携带的离子, 进行离子交换反应而被除去盐分的过程。当水中的各种阳离子和阳离子交换树脂反应后, 水中就只含一种从阳树脂上被交换下来的阳离子(即氢离子); 而水中的各种阴离子和阴离子交换树脂反应后, 水中就只含一种从阴树脂上被交换下来的阴离子(即氢氧根离子)。若水中仅存在的这种阳离子和这种阴离子能够结合成水, 则就能实现水的离子交换除盐。显然这种阳离子和阴离子一定分别是氢离子和氢氧根离子, 所用的阳树脂一定是氢型的, 而所用的阴树脂一定是氢氧根型的。这就是离子交换除盐的原理。

4 降低废水排放采取的措施

4.1 加强人员培训

首先培养员工的责任心和环保意识方面的知识, 通过宣传环境保护法规以及相关知识专题讲座, 以此提高员工能够对环境危害的危害性形成认识, 从观念上彻底改变, 才能够以高度的责任心投入到生产工作当中。其次进行安全生产教育和培训, 掌握工作所需的安全生产知识, 提高安全生产技能, 增强员工对事故预防和应急处理能力。并熟练的掌握操作工艺技能, 实现人人能够担当胜任每个岗位的角色, 精心上好每个班, 保证当班期间不出现任何泄漏。

4.2 加强工艺的改进和设备的维护

2020 年 8 月初开始对新增高密度沉淀池进行调试产水, 出水水质指标无法满足后续工艺设备要求, 导致除盐水装置后续设备堵塞严重, 压差过高, 设备清洗和检修频繁。首先从加药系统进行排查, 考虑到北方昼夜温差大, 液碱结晶、液碱浓度偏大、液碱上量不稳定。其次发现原水带气泡严重, 考虑是否前路管道密闭性差, 原水水压过高以及沉淀池进水区未分配消能。

采取措施, 对加药管加厚外保温和提高电伴热的设定温度; 新增液碱计量罐进行浓度配比; 更换调整计量泵流量范围克服上量的不稳定性。排查了源头原水带少许气泡在范围之内, 未发现前路管道跑冒滴漏现象。为消除原水带气泡严重现象, 通过利旧现有软水罐把原水引入软水罐进行消能处理后, 在通过软水罐与高密度沉淀池落差高, 溢流进入高密度沉淀池进水区。经前后对(下转第 166 页)

③其他改造：循环氢脱硫单元贫液进装置位置改至控制阀 LV9807 前。循环氢脱硫单元循环氢脱前缓冲罐 D1301 增加 DCS 液位指示 LT9806。20 × 10⁴t/a 富芳烃加氢单元循环线增加控制阀。

4 改造效果

2019 年大检修，汽油加氢装置新增反应原料与反应产物换热器 E-1101D 后，F1101 入口温度提高近 70℃，从而降低 F1101 负荷，同时降低 A1101 入口温度，装置加工能力由 47.6t/h 提高至 63t/h，装置综合能耗由 726.45MJ/t 降低至 413.92MJ/t，汽油加氢装置综合能耗改造前后对比见表 1。

表 1 汽油加氢装置综合能耗改造前后对比

名称	停工改造前			开工改造后		
	消耗量	能耗 / MJ·t ⁻¹	合计成本 / 元	消耗量	能耗 / MJ·t ⁻¹	合计成本 / 元
电 / (kWh·h ⁻¹)	1035	222.81	341.55	1015	197.01	334.95
循环水 / (t·h ⁻¹)	260	19.81	197.6	255	17.52	193.8
净化风 / (Nm ³ ·h ⁻¹)	255	7.37	58.65	256	6.67	58.88
氮气 / (Nm ³ ·h ⁻¹)	18	2.06	19.26	18	1.85	19.26
燃料气 / (t·h ⁻¹)	0.65	474.35	650	0.28	190.82	280
除盐水 / (t·h ⁻¹)	0.03	0.05	0.25	0.03	0.05	0.25
合计	—	726.45	1267.3	—	413.92	887.1

在经济效益方面，对燃动成本进行计算，汽油加氢装置总燃动成本从 1267.3 元 / h 降低至 887.14 元 / h。2019 年大检修，20 × 10⁴t/a 富芳烃加氢单元增加稳定塔进料与产品

换热器 E1401/2，提高 C1401 入口温度，降低了 F1102 负荷（F1102 炉膛平均温度由 630℃ 降低至 450℃）。循环氢脱硫单元贫液进装置位置改至控制阀 LV9807 前；循环氢脱硫单元 D1301 增加 DCS 液位 LT9811；富芳烃加氢单元增加小循环控制阀。汽油加氢装置自控率由 94.87% 上涨至 100%。

5 总结

为提高汽油加氢装置操作稳定性，解决加热炉负荷高、综合能耗高等问题，2019 年大检修期间进行节能改造。在汽油加氢装置内新增反应产物 / 原料换热器 E-1101D，新增稳定塔进料 / 产品换热器 E-1401/2，循环氢脱硫单元贫液进装置位置改至控制阀 LV-9807 前；循环氢脱硫单元 D-1301 增加 DCS 液位 LT-9811；富芳烃加氢单元增加小循环控制阀。通过节能改造，汽油加氢装置综合能耗从 726.45 MJ/t 降低至 413.92 MJ/t，增加经济效益 380.16 元 / h，自控率由 94.87% 上涨至 100%。

参考文献：

- [1] 刘宇, 付会娟, 赵德智. 催化裂化汽油 Gardes 工艺技术研究 [J]. 当代化工, 2013, 42(11): 1568-1570.
- [2] 刘晓步, 夏少青, 刘瑞萍, 等. 采用 DSO 技术催化汽油加氢装置的首次工业应用 [J]. 炼油技术与工程, 2014, 44(7): 28-31.
- [3] 邹洁. 选择性加氢装置设计中特殊的控制方案 [J]. 科技风, 2014(10): 50.

（上接第 164 页）比，气泡瞬间消散以及水势缓减。设备投入运行后，出水水质能够满足后续工艺设备要求，设备堵塞症状得到缓解，减少后路设备清洗和检维修频次，换言之废水产生降低。预处理产生的废水经工艺改进也通过利旧另一套现有软水罐及软水泵收集输送进入污水处理车间的中水回用装置进行处理合格后回收再利用。

2020 年 6 月利用大修期间，对除盐水装置每台设备进行逐一检维修，对破损衬胶进行修复，对树脂交换能力减弱下降和破损的进行更换处理。对超滤膜组件工作时间的延长，透水速率下降通过清洗后无法恢复的膜，进行更换处理。对反渗透膜组件工作时间的延长，脱盐率下降通过清洗后无法恢复的膜，进行更换处理。

反渗透排出的浓缩水经浓缩水罐收集后，用作对双层过滤器的清洗水源，也用作厕所冲洗水。

2016 年消缺检修前，原换热器再生系统和膜系统清洗，产生的废水，经中和水池收集后进行中和，直接外排入河道。借助消缺检修期间，利旧一套软水罐进行工艺改进，新增管道和中和水泵，把中和水池内的中和水，通过输送引入一套软水罐中，然后在通过利旧现有软水泵工艺改造后，输送进入污水处理车间的中水回用装置进行处理。

5 改进后效果总结

高密度沉淀池消能区改进前，因出水水质无法满足后路工艺要求，找不到症结所在点，不断加大投加药剂量，导致后路设备堵塞，加剧设备清洗和检维修频次。设备的

运行周期呈递减趋势，从而缩短了设备的使用寿命，极大的影响了设备的正常运行。经利旧软水罐进行消能处理后，高密度沉淀池投入运行后，精心调整把控制好药剂的投加量，出水水质能够满足后续工艺设备要求，设备堵塞症状得到缓解，减少后路设备清洗和检维修频次。统计 2020 年 9 月份前后再生系统和设备检维修对比，明显 9 月份后设备检维修频次由原来的 5 次剧增到 26 次，再生频次由原来的每月 3 次增加到 6 次，核算直接经济损失材料费高达 78.52 万元。解决了设备堵塞问题后，故障率明显降低，换言之节约成本费为 78.52 万元。

废水排放工艺的改进，提高设备实际利用率，人员劳动强调大幅降低，杜绝了对周边环境污染防治事故的发生，从精神层面上来说，减轻了操作工和管理者的精神压力。

收集的废水经中水回用装置处理后再利用，节约了水资源。

参考文献：

- [1] 邵刚. 膜法水处理技术及工程实例 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [2] 李杰, 程爱华, 王霞. 工业水处理技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2014.

作者简介：

张晓斌 (1973-)，女，陕西延安人，工程师，本科，主要从事石油炼化工作。