

循环经济化工企业除盐水水质优化研究与对策

侯娟娟（山西焦化股份有限公司化工产品回收厂，山西 临汾 041606）

摘要：改革开放以来，技术的引进也带来了严重的污染问题。尤其是水资源的污染恶化，更是对海洋生物，饮用水安全带来了极大的安全隐患。化工企业的浓盐水污染作为其中极大的污染源，其除盐水水质优化的发展值得我们深入探讨。因此本文详细阐述了化工企业除盐水水质优化的必要性，并对化工企业除盐水水质优化中存在的问题进行了研究，以便为相关人士工作中选择正确的除盐水水质优化工艺带来良好的帮助。

关键词：除盐水水质；优化；处理工艺；分析

0 引言

随着社会的不断发展，各行各业都对环境保护有了新的认识，并且逐渐提高了对其重视程度，国家方面也在不断推进可持续化发展的进程，制定了一系列环境保护的发展政策，严厉打击破坏环境的行为，尤其是对化工行业污染物的处理等方面提出了新的要求，加大了管控力度。在化工产业发展的早期，由于对环境保护的认识不足、重视程度不够导致污染物质尤其是除盐水的排放对环境造成了较为严重的破坏和影响，在现阶段保护环境的措施下，为进一步解决环境问题还面临很多困难。虽然现代化化工产业已经开始利用先进的污染物处理技术，但仍然存在排放不合理、污染指数超标等问题，这不仅不能有效改善环境问题，还会对人们的身体健康和生产生活造成影响。因此，对现有化工企业除盐水水质优化技术进行优化与完善是非常重要的，对于化工产业可持续发展，改善生态环境等各方面都具有重要意义。

1 化工企业除盐水水质优化的必要性

化工产业在生产运作过程中都会产生具有污染性质的废水和废气，这些污染物会对工厂周边的生态环境造成一定程度的破坏，同时周边居民的日常生活环境也会受到污染，不利于人们的健康。因此，对化工污染物进行治理尤其是对除盐水的处理有重要意义，相关部门应给予高度重视。当前由于化工产业的不断发展，其除盐水的排放量也在逐年增加，因而除盐水处理及其二次利用问题已经成为制约企业发展的重要因素，也成为环境保护需要重点突破的问题。除盐水技术主要是将废水中的有害物质分离出来，并回收废水中的无机盐成分，实现二次利用，起到有效保护环境、节约资源的作用，同时也降低了企业成本。化工企业应意识到想要实现长久发展，就必须要实现环境与经济的结合，只有这样才能提高发展的可持续

性，因此要不断调整和升级除盐水处理工艺，提高除盐水处理技术和处理效率，并制定严格的除盐水管控制度，建立起绿色发展模式，以促进企业的进一步发展。

目前工业环境下，化工企业除盐水水质优化的要求比较高，难度也比较大，且需要投入较大成本，而实际的应用效果并不明显。大部分企业为了快速提高除盐水处理效果和处理能力，更多地选择借鉴国外企业或国内先进化工企业的成功经验进行水质优化。另一方面，化工企业更重视经济效益，企业管理者往往希望通过压缩成本、减少投入来实现经济利益的最大化。因此许多化工企业尤其是精细生产企业都是直接将除盐水进行简单的稀释处理后再对接到污水处理厂进行统一处理。这种处理方式成本低，对技术的要求比较低、难度小，然而由于除盐水中盐的含量过高，简单的稀释并不能解决问题，甚至还可能对生态环境造成更严重的破坏，影响到污水处理厂的正常运转。目前污水处理厂对工业除盐水的接收是有一定标准的，含盐浓度超过5%的工业除盐水是拒收的，这也在很大程度上增加了化工企业排放除盐水的压力，部分企业还会大量囤积废盐，污染问题不但得不到解决，废盐处理问题也越来越严重。此外，除盐水处理是循环利用水资源的一项工作，加强对除盐水处理方法的研究，可以缓解我国水资源供需矛盾问题，避免出现水资源大量浪费的现象。

2 化工企业除盐水水质优化中存在的问题

化工企业生产和排放中会不可避免的产生15%到30%的很难处理的浓盐水，水中含有各种无机盐和重金属，成分很复杂，水质看似清澈透明，闻起来也不像污水那样散发恶臭，但是具有很高的污染物浓度，直接排放会给人类以及生态环境带来很大的负担，所以这些浓盐水必须妥善处置，防止二次污染。除此之

外，技术上的不够成熟、大量的资金投入、很高的运行成本、巨大的能耗都是限制浓盐水零排放处理的重要原因。另外，我国关于污水处理的奖罚制度模糊，工业用水费用、排污费低廉，也是很多企业不愿意加大在污水零排放处理上投资，甚至有的企业还直接把污水排放入河流稻田中的重要原因。

3 化工企业除盐水水质优化的技术要点

3.1 预处理工艺

3.1.1 芬顿或者电-芬顿催化氧化工艺

芬顿 (Fenton) 试剂，主要成份为具有强氧化性的 H_2O_2 和 Fe^{2+} ，可氧化降解大多数有机污染物，常用于对污水中有机物的初步处理，出水后经过沉淀净化后即可实现预处理目标。使用芬顿法预处理废水时，废水 pH 值需控制在 3 左右，处理完毕后 Fe^{2+} 会氧化为 Fe^{3+} ，因此，沉淀产物中具有较多含铁污泥，出水颜色略微偏红。由于芬顿或电-芬顿法对污水 pH 值的要求，当废水中含有酸性物质或是化工厂内含有其他酸性废水时，会进一步降低此方法的经济成本。因此，当废水 CODCr 过高 ($\geq 10000mg \cdot L^{-1}$) 时，不建议使用芬顿法。

3.1.2 臭氧/催化/混凝复合预处理工艺

臭氧可以作为催化剂和混凝剂，能够在特定环境和时间下完成相关的协同反应，整个处理过程中能够对除盐水的环链和长链都完成断开处理，保证了除盐水能够得到可生化性提高。所以在当前的具体处理过程中需要合理完成相关的臭氧运用，使除盐水整体处理效果提升。而在当前的环境污染过程中，使用臭氧能够对除盐水中的有机物等进行处理，针对相关的有机物可以将除盐水当中的胶体全面处理，保证除盐水处理的整体效果得到保护。但是在整体除盐水处理过程中仍然存在相关问题，相关的盐分和氨氮都无法完成处理，所以在当前的整体处理过程中需要提升整体技术，合理使用各种处理方法，全面提高水处理质量。

3.1.3 混凝-沉淀工艺

通过在废水中加入相关药物使废水絮凝，在经过气浮、沉淀后，初步降低废水中盐量和污染物的预处理工艺，常用于 $CODCr \leq 5000mg \cdot L^{-1}$ 的废水中，使用此方法对污水预处理的成本较低，但在后续处理过程中，如蒸发浓缩结晶除盐系统中，结晶产生的盐质相对较差。

3.1.4 双膜法工艺

通过半透膜工艺对污水进行超滤处理，实现对污

水中污染物的多元化处理的预处理方法，对污水处理的效率较高，对整体大物质均有较好的处理效果，是污水处理领域中应用较为广泛的处理工艺之一。通过选取不同的半透膜，可以实现对污水进行多层次多角度的处理，保证了预处理的效果，降低后续蒸发结晶步骤的流量和运行的经济成本，在实际工程中有着明显的优势。

3.2 热蒸发结晶除盐工艺

在经过污水预处理步骤后，污水中的有机物等物质初步分离，出水的污水可以经过工艺实现对污水中无机盐离子的回收和利用，并得到可循环利用的淡水资源，其中热蒸发结晶除盐工艺是目前最为常见的工艺。经过多年的发展，热蒸发结晶除盐工艺从最初的蒸发-浓缩的简单工艺发展到现在多效蒸发、机械压缩再蒸发等技术，下面对这两个新型工艺进行简单的介绍。

3.2.1 多效蒸发技术

表 1 蒸发 1t 污水所需 1 次蒸汽含量

效数	单效	双效	三效	四效	五效
新蒸汽量 /t	1.1	0.57	0.41	0.32	0.27

多效蒸发指的是对除盐水整体进行加热，使其产生一次蒸汽后进行相关处理，以二次蒸汽为动力实现串联蒸发处理工艺。在多效蒸发工艺中，“效”的含义更倾向于“组”的概念，即同一组相关的蒸发器称为一效，这样的处理方式可以保证单节工艺下蒸发器的处理效果大致相同，有效提升蒸发工艺的整体效率，通常而言，多效蒸发技术常用 2~5 效，第一效中产生的二次蒸汽在经过处理后成为第二效蒸发器中的热源，同理，第 n 效中的二次蒸汽则成为第 n+1 效中蒸发器的热源，多效蒸发器对二次蒸汽的利用，可以有效降低污水加热过程中能量的消耗，贴合目前绿色发展理念，经过多效处理后的加热蒸汽最高可实现同等重量污水的加热，表 1 是多效蒸发技术中不同效数

蒸发 1t 污水所需的 1 次蒸汽量, 可以看到, 随着效数的增大, 蒸发水所需的一次蒸汽量也随之降低, 即得到多级蒸发器的存在也提升了污水的处理效率的结论。除此之外, 由于多效蒸发工艺多样的处理方式, 常见的并流法、逆流法、平流法、混流法等适用于高盐、高有机物含量等污水中, 所以在除盐水处理中有着极为广阔的应用。同时, 利用多效蒸发工艺与膜技术的配合, 甚至可以实现污水处理的“零排放”工艺。

多效蒸发器的分类有许多, 多以按照多效蒸发的蒸发结构和蒸发流程分类为标准, 按照蒸发结构可将其分为循环型和单程型两种, 其中循环型蒸发器有垂直短管式蒸发器, 外加热式蒸发器和强制循环蒸发器 3 大主要分类, 单程型蒸发器主要以升膜式蒸发器、降膜式蒸发器和旋转刮片式蒸发器 3 类为主。按照蒸发流程, 即蒸发工艺的加料方式则以并流法、逆流法、平流法、混流法 4 个蒸发流程为主, 并流法又称顺流法。

随着技术的发展, 研究人员在对多效蒸发技术进行更为精细的规划和蒸发效率的探索, 其中, 刘伟在对以多效蒸发技术处理石油化工领域产生污水的研究中指出, 污水处理的加料方式对蒸发效率的影响尤为明显。研究结果显示, 进料方式主要以影响出料水的盐浓度与蒸发器的蒸发效率的方式导致最终蒸发的差异, 在以顺流法加料方式进行蒸发处理时, 出料浓度与蒸汽含量随着效数的增加成正比增大, 但其成本较高; 而逆流法则得到相反的结果, 其出料的造水比变大而蒸汽含量较低, 经济成本也比顺流法要低出许多。

3.2.2 机械压缩再蒸发技术

机械压缩再蒸发处理工艺顾名思义, 是利用蒸发器对污水进行加热产生二次蒸汽, 再以高效蒸汽压缩机提高蒸发器中的温度和压力, 利用二次蒸汽作为加热能源, 二次蒸汽冷凝回收的同时对污水进行加热的处理技术。机械压缩再蒸发的优势在于, 不仅可以回收二次蒸汽的潜热, 节约大量能源消耗, 还可以跳过冷却过程, 减少循环冷却水的用量, 大大提升了热效率, 降低处理过程的热源浪费。

相比于多效蒸发系统, 机械压缩再蒸发技术大幅度优化了工艺流程, 除去加热器、结晶器和蒸汽压缩机之外, 整个系统仅包含真空泵和循环泵两个主要组成部分, 结构简单, 占地面积小。利用真空泵和循环泵将二次蒸汽循环利用, 属于机械式热泵加热方式, 与其相似的还有热力蒸汽再压缩技术, 同样在回收二

次蒸汽作为热源, 降低加热过程的能源损失的同时, 加速冷凝水的结出, 不同的是, 热力蒸汽再压缩技术使用的热泵为喷射式热泵。因此, 结构比机械压缩再蒸发系统更为简单, 但由于其能量利用效率较低, 逐渐被淘汰。

3.3 反渗透水处理工艺

所谓反渗透技术, 是指以压强差作为驱动力的技术, 其优势特点就是分离度高, 能够有效避免相变等不良情况, 且操作十分简单。在科技发达的当下, 反渗透膜的孔径已经提高至纳米级别, 也就是说, 即便通过扫描电镜试图看到的过滤小孔也无法实现。作为应用时间最早、发展相对最成熟的除盐水处理技术, 反渗透水处理技术始终处在不断优化和更新的情况下, 并且在相当大的程度上为化工厂的生产和发展带来经济效益与环境效益等方面的便利, 在节约成本、提高质量、推动水资源循环利用等方面具有显著的积极作用。在除盐水处理环节中运用反渗透水处理设备, 要立足于反渗透膜法水处理技术及装置的特点及使用原理, 关注维护和清洗工作, 确保设备的正常运行, 如此才能保证用水的高纯度。

4 结束语

总之, 除盐水水质优化技术的种类比较多, 不同处理技术具有不同的特点, 其针对性和适用范围也不同。同时由于技术等方面的局限性, 除盐水处理技术仍然存在一些问题, 对除盐水处理得不够彻底、效果不明显等。另外, 有些除盐水处理技术成本比较高, 因此还应当继续研发新型除盐水质优化技术, 优化水质的同时, 不断对现有的技术进行完善与改进, 提高技术的实际应用范围和应用效果, 降低成本, 从而有效提高对除盐水质优化的处理力度, 对水质进行优化, 增强环境保护的效果。

参考文献:

- [1] 郝敬相. 化工厂化学除盐水电导率升高原因与控制策略 [J]. 当代化工研究, 2022(19):122-124.
- [2] 李剑. 除盐水系统的节能技术研究 [J]. 化工管理, 2020(25):47-48.
- [3] 李勇. 标准化操作在除盐水生产中的应用 [J]. 化工设计通讯, 2020, 46(02):181-182.
- [4] 吴龙剑, 房金祥. 石油化工企业除盐水集中供应系统改造 [J]. 工业用水与废水, 2018, 49(05):50-52+70.
- [5] 姜晓春, 余淑惠, 闫静. 除盐水处理站水资源循环利用改造项目 [J]. 石油石化节能, 2018, 8(09):52-54+12.