《高盐有机废水深度处理与回用技术规程》
(征求意见稿) 编制说明

《高盐有机废水深度处理与回用技术规程》

起草工作组

二〇二四年七月

《高盐有机废水深度处理与回用技术规程》

（征求意见稿）编制说明

一、工作简况

1.1 项目背景

高盐有机废水是一种常见的工业废水，其总含盐量（以 NaCl 含量计）至少为 1%。高盐有机废水水质成分复杂、盐分高、毒性强、可生化性差，具有水质极端与危害性大的特点。随着“水十条”、“十三五”的实施及“十四五”环保规划的逐步推进，对高盐有机废水中污染物控制和减排回用要求不断提升。迄今为止，仍缺乏适应性强、可大范围推广应用的高盐有机废水深度处理与回用技术，以实现在高盐等极端水质条件下的残留污染物高效处理与水资源回用目标。针对高盐有机废水，国内外学者从臭氧催化氧化深度处理、膜浓缩、浓盐水有机物去除和热法结晶四个方面开展了大量的研究，主要的技术情况如下：

1. 臭氧催化氧化深度处理

臭氧催化氧化技术具有氧化能力强、反应时间短和二次污染小等优势，是废水深度处理领域的研究焦点和热点。臭氧催化氧化在废水深度处理中主要用于去除难生物降解有机物，通过臭氧、羟基自由基等活性物种对污染物进行深度处理，为后续膜浓缩环节提供了良好的进水水质。Yan 等在催化臭氧氧化硝基苯试验中，按 Si/Fe 原子比 0.5 将 Si 掺杂到 α -Fe₂O₃ 中，20 min 时硝基苯去除率为 85%，是单独氧化系统的 1.57 倍，可见催化剂显著提高了对废水中硝基苯的去除率。作者认为将 Si 掺入 α -Fe₂O₃ 中增强了催化剂对臭氧的吸附能力，使得更多臭氧可以在催化剂表面分解形成羟基自由基。采用固体催化剂，既可以提高臭氧对污染物的传质效率，又可以通过调整催化剂的性质结构来实现不同功能化的应用，使臭氧催化氧化技术在废水深度处理领域得到广泛应用。

2. 膜浓缩

废水膜浓缩能将清水和浓缩液分离，实现废水回用目的。目前，针对高盐有机废水，主要膜浓缩方式有反渗透技术和纳滤技术。

反渗透技术具有过程简单、能耗较低的特点，近 20 年来得到了迅速发展，现已广泛应用于海水淡化，污废水处理与浓缩等方面。Mansoor 采用水热法制作了反渗透复合膜，并用于去除水中的 Na⁺、Cl⁻，结果表明，该复合膜对 Na⁺、Cl⁻具有优越的脱除能力。通常，经

反渗透处理后将排放相当于处理总水量三分之一的浓盐水，这部分浓盐水一般很难处理，但若不进行有效的处理，则将对环境产生二次污染。纳滤主要用于水中有机物、硬度的去除，可用来提取和浓缩有用物质，纳滤膜对二价离子的截留率要比一价离子高，不过不能全部去除溶解盐。焦涛等采用微滤-超滤-纳滤法进行含盐废水的处理研究，结果表明，废水脱盐率可达 70% 以上，COD 的去除率达 80% 以上。

3. 浓盐水有机物去除

高盐有机废水的高级氧化技术应用较多的是电催化氧化技术，主要用于去除膜处理浓缩液中的有机物，为后续盐提纯提供良好的进水环境。大部分高级氧化过程易受废水中高盐分的影响，如阴离子对活性自由基的淬灭、成垢离子导致的催化剂板结失活等，导致反应体系对污染物的去除效果迅速降低。近年来，随着电化学电极的低成本制备、过滤式膜电极的发展以及电化学调控高级氧化技术的提出，以电化学为核心的高级氧化技术在化工废水，尤其是高盐化工废水等处理领域逐渐得到推广应用。其中，电化学催化-Fenton 耦合双氧化技术作为新型高效节能的高级氧化技术（简称电催化-Fenton 耦合技术），利用电化学辅助强化 Fenton 催化过程可促进 COD、含氮污染物等的强化去除与有机氮的释放，在化工、医药、渗滤液、膜浓水处理等领域具有显著优势。

4. 热法结晶

热法结晶利用加热的方法使溶液中的部分溶剂汽化并得以去除，从而提高溶液浓度，减小废水的体积，或为溶质析出创造条件。热法结晶成套技术中包括膜蒸馏技术及多级闪蒸技术、低温多效蒸馏技术和机械式蒸汽再压缩（MVR）技术。其中，膜蒸馏技术以膜两侧的易挥发组分的分压差为推动力而进行传质分离，利用膜蒸馏技术进行工业含盐废水的浓缩具有受盐浓度影响小的优点。按膜蒸馏冷却侧蒸汽的冷凝方式不同，膜蒸馏可分为直接接触式膜蒸馏、气隙式膜蒸馏、气扫式膜蒸馏和真空膜蒸馏。在气隙式膜蒸馏中，气隙的存在不仅可以提高膜蒸馏过程的热效率，而且便于实现内部能量回收。内部能量回收式气隙式膜蒸馏是通过在膜蒸馏组件内部增加换热管实现的，换热管程为冷料液，疏水微孔膜管内为热的料液，挥发性组分在膜表面气化，在蒸气压差推动下，跨膜传质，在换热管表面冷凝，释放的冷凝潜热预热冷料液。据文献报道通过内部能量回收，膜蒸馏过程的造水比可达到 13.6，热效率高。多效蒸馏技术和 MVR 技术常用于处理高含盐废水，其中又以 MVR 技术最为节能省耗。MVR 较双效蒸发平均节能 76%，较三效蒸发平均节能 66%，较四效蒸发平均节能 54%，较五效蒸发平均节能 49%，且运行费用低，占地面积小，因此，用于处理高含盐废水时，MVR 技术要优于多效蒸发技术。

综上所述，尽管国内在高盐有机废水处理方面做了许多技术开发，但尚没有一套比较系

统、完整、全面的关于高盐有机废水处理与回用的标准，尤其是针对不同有机物和盐分水质的标准化技术选择。本标准的颁布，将全面系统地描述不同有机物和盐分水质条件下的技术选择，填补国内在高盐有机废水处理与回用领域该方面的空白，为废水处理从业者提供一定的技术参考。

1.2 主要工作过程

1、2023年2月-4月，调研阶段。开展预研查新，指导建议书编制，标准编制实施方案制定。

2、2023年5月初，立项阶段。标准内容和进度方案制定，开展标准立项评审，标准立项文件批复。

3、2023年6月-2024年5月，起草阶段。组建标准制定团队，全过程指导制修订标准制修订工作开展，指导开展标准与国标行标的比对研究工作，给出标准缺漏项补充建议，完成标准编制说明文件，完成团体标准草案稿。

4、2024年6月，研讨阶段。研讨会通知文件，邀请专家，协助研讨会务安排，开展主流媒体宣传工作，形成征求意见稿并通过研讨征求各方意见，形成征求意见汇总处理表并整理意见，修订标准征求意见稿。

5、拟定2024年8月，审查阶段。根据意见处理情况，形成标准送审稿，邀请领域专家组织召开标准送审稿审查会，完成标准审查，并形成审查会纪要，针对审查意见对标准送审稿进行修改并形成报批稿。

6、拟定2024年9月，标准梳理。提升标准质量，对提出单位主持编制的标准版式样式和内容校对，再次进行全面梳理。确保标准技术指标一致性，针对国标、行标中相近指标进行分析，确保指标一致性。

7、拟定2024年10月，审批和发布、出版阶段。标准发布批准文件公示，中国标准出版社印刷出版及发行，完成项目验收通过审查批准的团体标准，发放标准编号，并发布公告中国标准出版社、中国质检出版社统一印刷出版，出版社最后标准审查、文字校对。

二、标准编制原则

2.1 科学性与适用性原则

本标准在编制过程中，以科学理论为依据，以高盐有机废水深度处理与回用关键技术为参考，按照高盐有机废水深度处理与回用实际操作顺序为主线进行系统性的规范。

2.2 实用性与易操作性原则

本标准在编制过程中，对相关术语、定义和技术指标等内容的叙述尽可能清楚、确切、规范，并通过标准的应用对所拟标准进行印证，同时考虑实际高盐有机废水深度处理与回用中可能产生的问题以及其他类似废水处理的实际情况，使本标准执行起来尽可能易实现和可操作，充分满足使用要求。

2.3 与相关标准的协调性原则

本标准编制过程中，针对有关技术内容方面，注意加强与其他标准的兼容和协调，并尽量保持一致。根据高盐有机废水深度处理与回用技术相关规范的需求确定本标准。

2.4 规范性原则

本标准按照 GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

三、标准主要内容和相关依据

本文件提出了高盐有机废水深度处理与回用工艺技术的总体要求，规定了工艺设计、排放及回用、二次污染物控制、安全管理等。

本文件适用于使用但不限于预处理、臭氧催化氧化、膜浓缩、电催化氧化、蒸发结晶单元对化工高盐有机废水（COD 浓度、盐含量）的深度处理及回用。

主要技术内容：

- 1) 高盐有机废水深度处理与回用技术规程范围；
- 2) 高盐有机废水深度处理与回用技术规程规范性引用文件；
- 3) 高盐有机废水深度处理与回用技术规程术语和定义；
- 4) 高盐有机废水深度处理与回用技术规程总体要求；

- 5) 高盐有机废水深度处理与回用技术规程工艺设计；
- 6) 高盐有机废水深度处理与回用技术规程排放及再生回用；
- 7) 高盐有机废水深度处理与回用技术规程二次污染物控制；
- 8) 高盐有机废水深度处理与回用技术规程安全环保管理；
- 9) 高盐有机废水深度处理与回用技术规程监测与控制。

本规范编制过程中，局部参考了以下标准：

- GB 12801 生产过程安全卫生要求总则
- GB 14554 恶臭污染物排放标准
- GB 1629 大气污染物综合排放标准
- GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
- GB 19517 国家电气设备安全技术规范
- GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB 5085.7 危险废物鉴别标准 通则
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB/T 13869 用电安全导则
- GB/T 1576 工业锅炉水质
- GB/T 18920 城市污水再生利用 城市杂用水水质
- GB/T 37894 水处理用臭氧发生器技术要求
- GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范
- GB/T 5462 工业盐
- GB/T 6009 工业无水硫酸钠
- HJ 1091 固体废物再生利用污染防治技术导则
- HJ 298 危险废物鉴别技术规范
- HJ 91.1 污水监测技术规范
- SL 368 再生水水质标准
- DB11/ 501 大气污染物综合排放标准
- DB11/T 1766 工业浓盐水处理技术规范

四、本标准预期的经济效益和社会效益

本标准对高盐有机废水深度处理与回用技术进行相关规定，涉及臭氧催化氧化深度处理、

膜浓缩、浓盐水有机物去除和热法结晶。较传统高盐有机废水深度处理和回用技术相比，本标准相关的技术能节约臭氧投加量达 15%，增加回用水量达 10%，降低热法结晶能耗达 30% 以上，减少了企业的运营成本，具有良好的经济效益。此外，本标准对高盐有机废水中有机物深度处理，并采用较为先进的技术提升盐品质，极大减少废水和废弃物对环境的危害，环境效益显著。目标用户通过参考本标准涉及的技术参数，有利于提升企业的运营能力和经济效益，助推企业增加投资，扩大生产，带动地方就业，创造了良好的社会效益。

五、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况

本标准制定过程中，未检索到国际标准或国外先进标准，标准水平达到国内先进水平。

六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准符合现有的法律、法规。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

目前，没有分歧意见。

八、贯标的措施和建议

本标准为国家标准，建议按照国家有关国家标准管理规定和中国科技产业促进会国家标准管理要求，在协会会员中推广采用本标准，鼓励社会各有关方面企业自愿采用该标准。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、其他应予说明的事项

无。