

6. 高盐废水分盐资源化利用技术

技术依托单位：北京天地人环保科技有限公司

技术发展阶段：推广应用

适用范围：高盐废水分盐资源化利用

主要技术指标和参数：

一、工艺路线及参数

项目工艺原水先经过 V 型滤池，去除水中的 SS，再进入一级 DTL-RO 系统，进行第一步的浓缩减量，一级 DTL-RO 的浓水经过高密池化学软化及砂滤器过滤后，进入浓水 DTL-RO 系统进行第二步的浓缩减量，一级 DTL-RO 的产水和浓水 DTL-RO 的产水混合后进入二级卷式 RO 系统进行深度脱盐及去除有机物，满足回用水要求。浓水 DTL-RO 系统的浓缩液去 MVR 系统。采用的核心工艺是最新宽通道抗污染反渗透膜 (DTL-RO)，项目水质具有以下的特点：(1) COD： 2000ppm 左右，无法直接回用。由于已经是生化出水，因此水中的 COD 都是较难降解的小分子有机物，只能考虑物化法降 COD。(2) 硬度：约 450ppm，但考虑系统回收率 90%，浓缩液要去 MVR，因此，要考虑软化除硬的问题。(3) TDS： 10000ppm，不属于中水回用，即使要求回收率 90%，最终的浓缩液的 TDS 也就在 100000ppm 左右，完全可以采用膜法浓缩。(4) Cl^- 和 SO_4^{2-} ：污水深度处理工艺的确定是污水处理工程设计的关键。处理工艺确定的是否得当不仅影响污水处理工程的处理

效果、出水水质，而且还影响工程的基建投资大小、运行是否可靠、运行费用的高低、管理操作的复杂程度、占地面积大小、工程人员指标多少等各个方面，因此，必须综合实际情况慎重地选择处理工艺，以便达到最佳效果。

二、主要技术指标

出水达到中水回用标准，即氯离子 $\leq 10\text{ppm}$ ，电导率 $\leq 100\mu\text{s}/\text{cm}$ 。在进水含盐量 $5000\text{mg}/\text{L}$ 的前提下浓缩液含盐量近 $50000\text{mg}/\text{L}$ ，产生的渗透压在 40bar 以上，实际操作压力高达 60bar ，净水回收率高达 90% 。

三、技术特点

(1) 原水先进入V型滤池除SS，V型滤池出水进入一级DTL反渗透系统进行第一步的除盐及浓缩减量，一级DTL反渗透的浓水经过化学软化除硬后，进入浓水DTL反渗透系统进行第二步的浓缩减量，以满足系统 90% 回收率的要求。一级DTL产水和浓水DTL产水汇集后进入二级卷式反渗透系统进行二级除盐，以满足系统回用水的水质要求。

(2) DTL膜组件可以适应大部分污水水质，尤其是中水及高盐分的污水，取代现有的传统卷式膜将可以大幅度提高膜系统的性能，该膜组件的特点在于：1) 抗污染能力强，适于处理大部分污水；2) 对进水要求宽松，无需复杂的前处理，流程简单易于作；3) 可以耐受极高的操作压力，提高浓缩倍数或净水产率；4) 用于污水处理膜寿命高于传统

卷式膜；5) 通过选择不同膜材质可以保证将大部分污水处理到现行最严格的标准。

(3) 碟管式膜组件与常用的卷式膜和中空纤维膜组件在结构形式上有较大差异，膜片、导流盘和 O 型橡胶垫圈为其重要的三个组成元件，如图 1 所示。将膜片与导流盘间隔叠放，用中心拉杆和端板进行固定，然后置于耐压套管中，就形成了一个碟管式膜组件。

四、技术推广应用情况

2016 年，北京天地人环保科技有限公司高盐废水分盐生产线一期达产运行，处理水量 10000 吨/天。

2018 年，北京天地人环保科技有限公司高盐废水分盐生产线一期达产运行，处理水量 40000 吨/天。

五、实际应用案例

案例名称	伊犁川宁生物技术有限公司高盐废水分盐资源化利用技术示范工程 BOT 项目
业主单位	北京天地人环保科技有限公司
工程地址	新疆霍尔果斯经济开发区伊宁产业园区
工程规模	2400 吨/天
项目投运时间	2017 年 12 月
验收情况	验收单位：伊犁川宁生物技术有限公司，验收时间：2017 年 12 月，验收结论：出水水质：《城市污水再生利用工业用水水质》(GB/T19923-2005) 中表 1 敞开式循环冷水水质标准进入冷却塔回用，以及《城市污水再生利用景观环境利用水水质》(GB/T18921-2002) 中表 1 观赏性景观环境用水中的水景类标准。

	<p>运营情况：到目前为止该项目售后服务及时，运营状况稳定良好，出水水质符合出水要求。</p>
<p>工艺流程</p>	<p>项目工艺原水先经过 V 型滤池，去除水中的 SS，再进入一级 DTL-RO 系统，进行第一步的浓缩减量，一级 DTL-RO 的浓水经过高密池化学软化及砂滤器过滤后，进入浓水 DTL-RO 系统进行第二步的浓缩减量，一级 DTL-RO 的产水和浓水 DTL-RO 的产水混合后进入二级卷式 RO 系统进行深度脱盐及去除有机物，满足回用水要求。浓水 DTL-RO 系统的浓缩液去 MVR 系统。</p>
<p>主要工艺运行和控制参数</p>	<p>DTL-RO 膜柱采用了新型的 N 型错流式平行格网，改进了进水格网的结构形式，在膜组件内形成了开放式的流道结构，无阻碍，全湍流的进水系统，减少了死水区域，最大程度的消除浓差极化的影响，避免了膜的污堵及结垢。进水中的污染物不会轻易的在膜组件内部沉积，抗污染能力强，适于处理大部分污水深度处理，不需要或只需要很简单的进水预处理。相同水质情况下，DTL-RO 膜柱较普通卷式反渗透膜元件的寿命长，可以耐受更高的操作压力，提高浓缩倍数或净水产率。</p> <p>DTL-RO 系统均采用标准化设计，撬装一体化设备结构，工艺稳定性强，组件易于拆卸维护，系统自动化程度高，操作运行简单，工艺出水稳定，耐冲击负荷强。基于 DTL-RO 独特的抗污染优势，DTL-RO 膜产品在浓盐水及高浓度废水的处理上得到了应用。</p>
<p>关键设备及设备参数</p>	<p>选择了具有开放式通道的 RO 组件：DTL-RO 作为主体工艺，该结构形式的膜元件具有装填密度大、抗污染性能强、操作压力高、脱盐率高的显著特点，是适合本项目的最佳工艺。同时为了保证产水品质，采用了两级反渗透，第二级反渗透由于进水条件好，采用了低成本的卷式反渗透工艺，做到性价比最高的配置。出水达到中水回用标准，即氯离子$\leq 10\text{ppm}$，电导率$\leq 100\text{us/cm}$。</p>

污染防治效果和达标情况	BOT 中水回用工程系统进、出水水质表													
	项目	pH	CODcr (mg/L)	硬度 (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	碱度 (mg/L)	SS (mg/L)	总固 (%)	氨氮 (mg/L)	总磷 (mg/L)	总氮 (mg/L)	电导率 (μs/cm)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	TDS (mg/L)
	进水水质	8-9	2000	450	2000	1500	150	1.0	100	35	400	16000	2500	10000
出水水质	7.0-8.0	≤30	≤5	≤10	0	0	0	≤5	≤0.5	≤10	≤100	≤10	≤50	
二次污染治理情况	本项目无二次污染，属于中水回用项目，污水循环处理													
投资费用	项目总投资 6,300 万元，其中设备采购 4995.12 万元，设备安装 249.76 万元。其他二类费用合计 251.69 万元。项目预备费按照项目投资 6% 预估，金额为 329.79 万元。													
运行费用	运行费 12.54 元/吨，用电平均每天 55309kw/h，硫酸每天 11 吨，液碱每天 14 吨。人员工资 15 万元/月。													
能源、资源节约和综合利用情况	<p>以前端减量、分类处理、后端补强、循环利用为原则，以保护生态为宗旨，以超低指标排放为目标，碟管式膜组件的特点决定了碟管式膜系统具有极强的抗污染能力，经过简单预处理即可用于高浓度工业废水的处理。目前，碟管式膜技术在垃圾渗滤液膜浓缩液处理、石化废水回用处理、工业园区高盐废水减量化处理等均有成功应用，在制药废水、染料生产废水、脱硫废水、焦化废水及畜禽粪便水回用等领域也进行了大量的中试验，试验成效显著。碟管式膜组件的类型、规格已趋于多样化，形成了常压级、高压级、以及不同膜分离效能（超滤/纳滤/反渗透）的系列产品。随着经济的发展，技术的革新，以及生产、生活的需要，我们有理由相信碟管式膜技术的应用前景必将越来越广阔。</p>													