

附件：

**《国家鼓励发展的重大环保技术装备目录  
(2023 年版)》供需对接指南之十  
矿井、园区等领域废水处理  
技术装备典型案例**

# 目 录

案例一： .....	1
深水海纳水务集团股份有限公司高盐难降解有机废水高效异相类芬顿技术装备 .....	1
案例二： .....	6
中机高科（重庆）环保工程有限公司物联网智控垃圾渗滤液处理装备 .....	6
案例三： .....	11
陕西福天宝环保科技有限公司电镀废水处理及资源化回用技术 .....	11
案例四： .....	16
南京万德斯环保科技股份有限公司工业废水深度处理及资源化技术装备 .....	16

## 案例一：

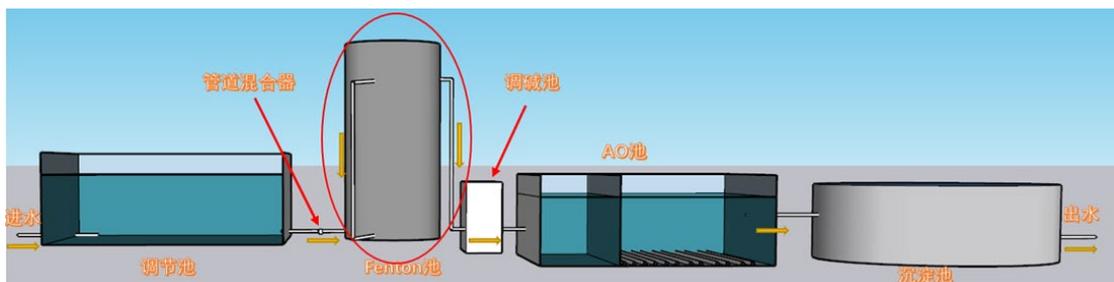
# 深水海纳水务集团股份有限公司高盐难降解有机废水 高效异相类芬顿技术装备

### 一、技术适用范围

适用于工业/园区污水厂生化处理后仍难以达到排放标准的废水、高盐高氯难降解有机废水处理。

### 二、技术原理及工艺

异相类芬顿工艺主要有调酸区、反应塔、调碱区、絮凝沉淀池，调酸区内完成进水调节 pH 值至 3~5，双氧水和废水分别从反应塔下部进水，在反应塔内发生异相类芬顿催化氧化反应，反应塔出水依次进入调碱区和沉淀池，异相类芬顿工艺出水进入生化工艺内进行生化反应，运行完成后最终出水排放。



工艺流程图

### 三、技术指标

芬顿装备 SS 进水控制在 350 mg/L 以下； $H_2O_2$  投加量和  $\Delta COD$  比例为 0.8~0.9:1；停留时间 10min~30 min；流化床催化剂浓度维持在 3g/L~5 g/L；气水比为 0.5:1；COD 去除率为 50%~99%；可改善废水可生化性，实现工艺稳定达

标排放。

#### 四、技术特点及先进性

(1) 基于高盐难降解废水研发的新型异相类芬顿催化剂 (EX-2)，减少了铁泥产生量。催化剂为微纳结构，基于表面反应，在催化剂表面产生羟基自由基，优化了双氧水的电子流向，增加羟基自由基数量，催化反应更加高效，芬顿反应所产生的  $\text{Fe}^{3+}$  被催化剂表面的零价铁等还原物质还原成  $\text{Fe}^{2+}$  继续参与反应，结合自主设计的反应器，实现了铁元素的全流程循环利用，产生铁泥危废产量较传统工艺减少 90%，铁泥危废处置费大大降低。

(2) 高效异相类芬顿反应装备的开发，对有机物氧化能力强、反应速度快。针对高盐条件下特别是氯离子淬灭羟基自由基，形成氯自由基导致二价铁离子催化活性丧失的问题，创造性的采用微纳结构还原性非均相催化剂，并开发了固定床和流化床反应装备，有效实现了高氯状态下三价铁到二价铁的循环及界面限域反应，实现了高氯有机废水的定向脱毒，实现了高盐难降解有机废水的高效处理。固定床反应装备，基于滤池原理，优化反应装备的布水、布气方式，并对催化剂粒径变化，反冲洗强度频率，以及反应参数、运行数据进行优化，开发出适合高盐高氯难降解废水的固定塔装备；推流式流化床，操作过程与传统芬顿过程基本相同，无需进行设备上的改动，仅需将硫酸亚铁的溶解与投加系统改造为本催化剂投加系统即可；升流式流化床，集成固液分离装置，优化内循环、外回流等设计，废水停留时间短，一般

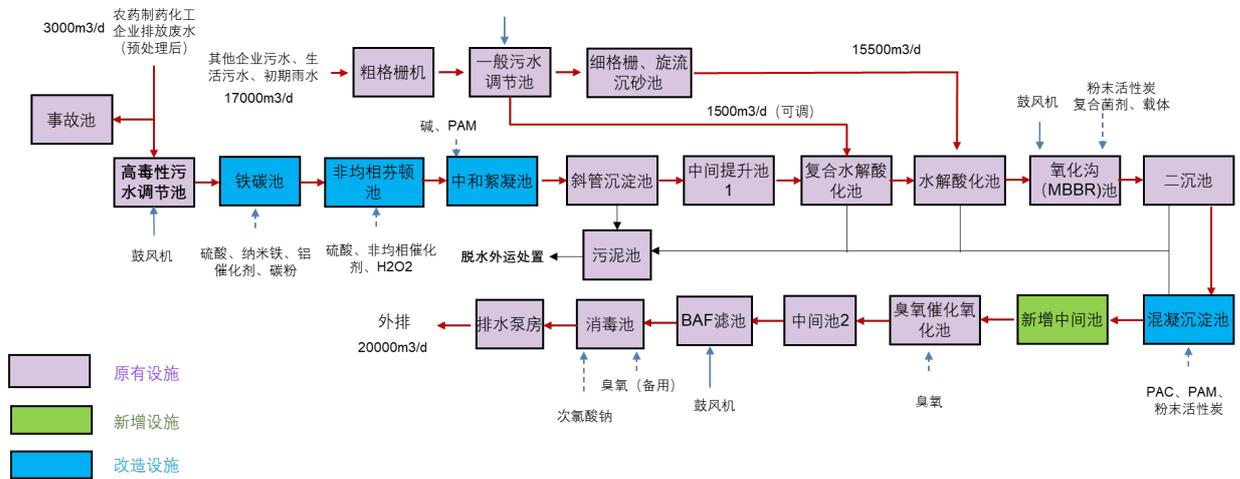
为 10min ~ 30 min，反应能耗更低，具有设备体积小，占地面积小，施工周期短，节省投资的优势。

(3) 耦合生物处理过程更经济高效处理高盐难降解有机废水。本异相类芬顿技术与生化工艺耦合联调，对有机污染物去除率高，COD 去除率可达 50%~99%，可将废水中难降解的有毒有机物降解为二氧化碳、水和矿物质，将不可生化的高分子有机物转化为可生化处理的小分子化合物，提高废水的可生化性。

## 五、应用案例

项目名称：湖南省岳阳市临湘工业园区污水处理厂提质改造项目

项目概况：项目设计处理规模 2 万 m<sup>3</sup>/d，技改后芬顿池处理规模 3000 m<sup>3</sup>/d。项目采用“非均相芬顿氧化+斜管沉淀+水解酸化+改良型氧化沟（MBBR+PACT）+二沉池+臭氧催化氧化+BAF 滤池”组合工艺，对园区内的化工农药污水和生活污水进行分质改造处理，高毒性有机废水采用深水海纳水务集团股份有限公司与哈尔滨工业大学（深圳）联合开发的高效异相类芬顿技术处理，出水水质由《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准提高到一级 A 标准，污泥处理后含水率约 60%，外运至有资质的危废处理单位进行处置。



污水厂改造处理工艺流程方框图

### 污染防治效果和达标情况:

出水水质持续稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准, 污水处理厂达产后预计每年削减 COD 3285 吨、氨氮 292 吨、总氮 401.5 吨、总磷 69.35 吨。

出水水质达一级 A 标准后排放至长江, 减轻了受纳水体的污染, 利于长江生态环境改善。数据显示, 2022 年 6 月至 11 月, 园区排水口下游长江考核断面水质明显改善, 实现消除劣 V 类水体。

### 六、推广前景

精细化工、医药、农药、造纸、煤化工、印染等行业排放的废水，高盐难降解占比超过 60%，成为工业废水主要排放源，此类高盐难降解有机废水对环境的污染较大，影响时间持久，若处理不当不但会对生态环境，也会对人类自身造成损害。自 2015 年以来，随着污水排放标准尤其是化学需氧量（COD）排放标准的日益严格，导致很多工业企业废水处理厂不符合达标要求，急需技术经济性较好的解决方案，成为行业亟需解决的问题。预计未来三年，随着工业废水处理产业端环保力度加大，高盐难降解废水市场规模约为 50 亿元，推广率达 10%左右，总投入约 50000 万元，年消减 COD 23100 t/a，氨氮 2100 t/a，总氮 2800 t/a，TP 490 t/a。

## 七、支撑单位信息

支撑单位名称：深水海纳水务集团股份有限公司

联系人：张彬彬

联系方式：18213917510

## 案例二：

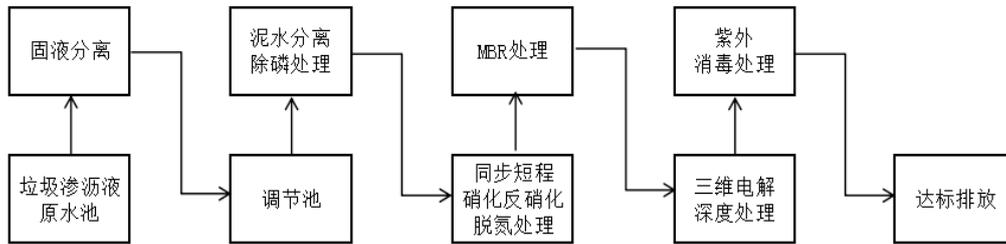
# 中机高科（重庆）环保工程有限公司物联网智控垃圾渗滤液处理装备

### 一、技术适用范围

适用于垃圾填埋场、垃圾中转站、垃圾焚烧厂等场所的渗滤液（浓缩液）全量化处理，以及粪便污水等高浓度有机污废水处理。

### 二、技术原理及工艺

采用物理化学法、电化学法和生物化学法组合工艺逐级去除垃圾渗滤液中的 COD、BOD<sub>5</sub>、SS、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP 等污染物，垃圾渗沥液通过系统进水泵进入固液分离的格栅机，去除固体垃圾后，流入调节池，用提升泵将调节池中的渗沥液泵入泥水分离器，通过絮凝处理，去除水中悬浮物和磷酸盐，通过控制生化池的供氧浓度，达到同步消解 COD 和去除总氮的目的，通过电化学工艺段，进一步去除垃圾渗沥液中的色度和有害物质，再经过紫外消毒杀菌，保证排水水质达到排放标准或回用标准。



工艺流程图

### 三、技术指标

进水水质： $\text{COD} \leq 5 \times 10^4 \text{mg/L}$ ；出水水质：达到《生活垃圾填埋污染控制标准（GB 16889-2008）》生活垃圾填埋场污染控制标准（表 3）或《城镇污水排放标准（GB 18918-2002）》国家城镇污水处理厂污染物排放一级 A 标准要求。采集水量、水质参数、自行调节运行参数、无人值守。

### 四、技术特点及先进性

（一）全量化：出水率 100%，无浓水产生，运行无臭味。

（二）排放稳定达标：经处理后的污水可稳定达相关标准排放。

（三）渣/泥量少：不产生盐泥，预处理产生的渣量与水质相关，一般情况下，渣/泥总量  $< 3\%$ 。

（四）投产周期短：设备集成模块化，设备安装便捷，施工周期短。

（五）运行成本经济：物化处理、电化学处理为预处理，为生物处理提供有利条件，利用生物处理大大降低运行费用。

(六) 运行控制简便：采用物联网集群智控系统，可就地和远程控制，采集水量、水质参数、自行调节运行参数、无人值守。

## 五、应用案例

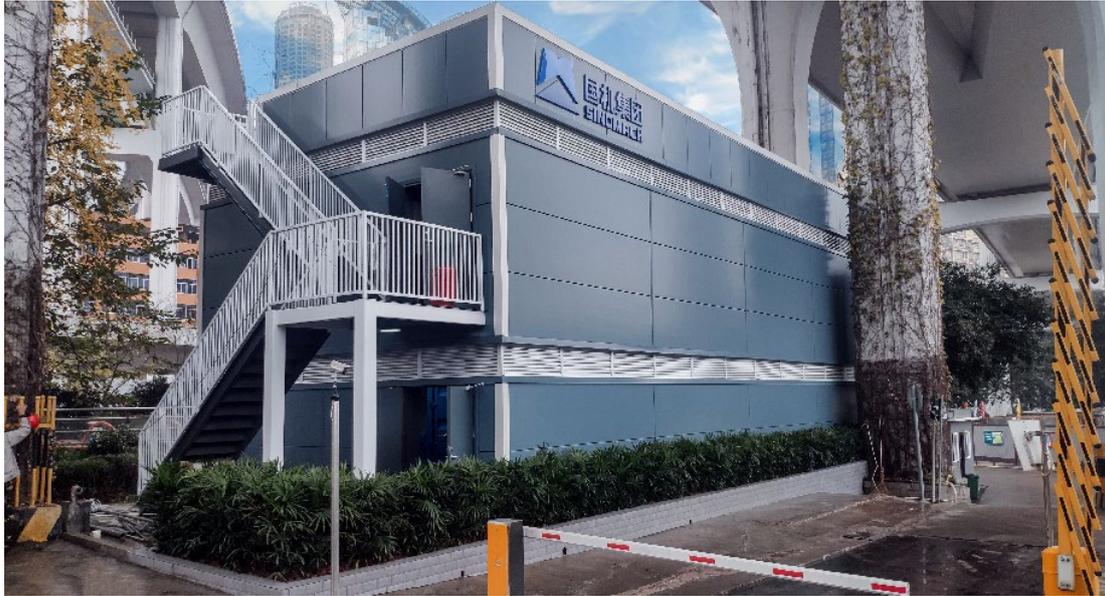
项目名称：菜园坝垃圾中转站环保提升整治项目

项目概况：菜园坝中型压缩式垃圾站日废水产生量约55m<sup>3</sup>/d，属难降解高浓度有机废水，COD 浓度高达100000mg/L，此前废水采用罐车外运处理，存在运输处理成本高，污染物泄露风险高等问题，基于此，渝中区城管局在菜园坝中型压缩式垃圾站内建设配套的废水处理站，将废水处理达标后排放；建设工期 60 天，项目总投资投入 783 万。

项目应用前检测平均值：COD: 6.25×10<sup>4</sup>mg/L、BOD<sub>5</sub>: 1.7×10<sup>4</sup>mg/L、NH<sub>3</sub>-N: 204mg/L、TP: 71.5mg/L、TN: 421mg/L、SS: 278mg/L;

项目应用后检测平均值：COD: 53.6mg/L、BOD<sub>5</sub>: 15.3mg/L、NH<sub>3</sub>-N: 2.81mg/L、TP: 1.21mg/L、TN: 9.62mg/L、SS: 9mg/L;

污染物年减排量：COD 6141.95 吨，SS 55.41 吨，NH<sub>3</sub>-N 4.40 吨，TN 8.75 吨，TP 1.48 吨。



## 六、推广前景

垃圾渗滤液处理装备的推广前景广阔。随着环保法规越发严格，垃圾渗滤液（浓缩液）处理成为重要环保领域。未来3年内，该装备年产值有望达到每年增加30%，年销售量将显著增加。其主要优势在于全量化处理、无浓水产生、无盐泥产生，对水体质量改善具有显著效果。污染物年减排量预计为：COD 6141.95吨，SS 55.41吨，NH<sub>3</sub>-N 4.40吨，TN 8.75吨，TP 1.48吨。同时，由于市场需求增加，装备技术不断优化，使其在性能和成本方面更具竞争力。政府、企业对环保设备的投资增加，将推动垃圾渗滤液处理装备在市场上的广泛应用。

## 七、支撑单位信息

支撑单位名称：中机高科（重庆）环保工程有限公司

联系人：彭乐

联系方式：18102390066



## 案例三：

# 陕西福天宝环保科技有限公司电镀废水处理及资源化回用技术

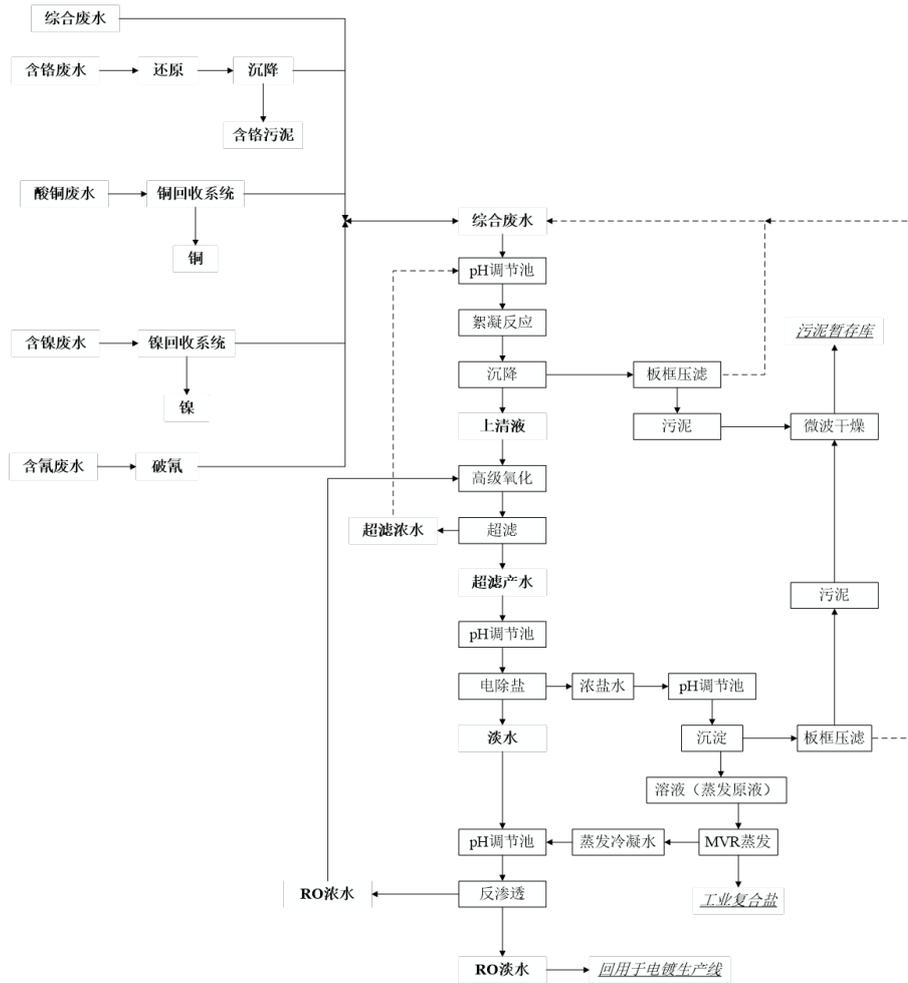
### 一、技术适用范围

适用于电镀废水处理与资源回收再利用，综合处理电镀废水，同时对盐分浓缩结晶、重金属等资源进行回收利用。

### 二、技术原理及工艺

综合运用各种物理化学分离技术包括电除盐技术、膜技术及蒸发技术来实现盐分浓缩结晶、重金属回收利用及中水回用的目的，简称 SCR 工艺（S-Separation 分离，C-Concentration 浓缩，R-Recycle 资源回收）。本方法包含固液分离系统、电除盐系统、反渗透系统、MVR 蒸发系统。

电镀废水处理及资源再生回用的工艺系统（SCR）将含氰、含铬、含镍、酸铜的电镀废水经过各自的预处理过程后，与企业的综合废水一起进入综合收集池，其主要包括预处理、高级氧化、超滤、电除盐、反渗透、MVR 蒸发以及污泥干燥等主要工艺。SCR 三联柱离子交换技术保障有价金属离子的有效富集，电积技术实现金属离子的分类单质化，SCR 电渗析膜分离和浓缩技术可高效分离重金属和浓缩盐分，同时能高效去除 COD、氨氮和其它有害物质，使得水体中重金属的去除更加容易彻底。



工艺流程图

### 三、技术指标

进水水质指标: 进水水质:  $\text{pH} \geq 2.2$ , 电导率  $\leq 12000 \mu\text{s}/\text{cm}$ , 化学需氧量 ( $\text{COD}_{\text{Cr}}$ )  $\leq 500 \text{mg}/\text{L}$ , 总氮  $\leq 60 \text{mg}/\text{L}$ , 氨氮  $\leq 60 \text{mg}/\text{L}$ , 总磷  $\leq 100 \text{mg}/\text{L}$ , 总镍  $\leq 150 \text{mg}/\text{L}$ , 总铜  $\leq 150 \text{mg}/\text{L}$ , 总锌  $\leq 150 \text{mg}/\text{L}$ , 总铬  $\leq 150 \text{mg}/\text{L}$ , 六价铬  $\leq 150 \text{mg}/\text{L}$  石油类  $\leq 20 \text{mg}/\text{L}$ ,  $\text{SS} \leq 200 \text{mg}/\text{L}$ ;

出水水质指标:  $\text{pH}$  值  $6.5 \sim 8.5$ , 总铬  $\leq 0.01 \text{mg}/\text{L}$ , 六价铬  $\leq 0.01 \text{mg}/\text{L}$ , 总镍  $\leq 0.01 \text{mg}/\text{L}$ , 总镉  $\leq 0.005 \text{mg}/\text{L}$ , 总银  $\leq 0.01 \text{mg}/\text{L}$ , 总铅  $\leq 0.01 \text{mg}/\text{L}$ , 总汞  $\leq 0.001 \text{mg}/\text{L}$ , 总铜  $\leq 0.02 \text{mg}/\text{L}$ , 总锌  $\leq 0.01 \text{mg}/\text{L}$ , 总铁  $\leq 0.01 \text{mg}/\text{L}$ , 总铝

≅0.1mg/L, 化学需氧量 (COD<sub>Cr</sub>) ≅30mg/L, 总氮 ≅8mg/L, 总磷 ≅0.1mg/L, 石油类 ≅0.1mg/L, 氟化物 ≅0.2mg/L;

工业副产盐指标: 氯化钠 + 硫酸钠 >96%, 锌 ≅0.194mg/kg, 总铬 ≅0.03mg/kg, 铁 ≅0.46mg/kg, 铜 ≅0.03mg/kg, 汞 ≅0.004mg/kg, 镉 ≅0.04mg/kg。

#### 四、技术特点及先进性

SCR 工艺采用先进的材料科学和物理化学方法, 核心理念是做减法, 在工艺前端先进行污染因子的资源化, 实现水质淡化和结晶盐净化, 利用自有技术解决废水处理过程中污堵腐蚀问题, 实现工艺持续平稳运行, 我们遵循的原则是物质不灭, 能量守恒, 尽量少用化学药剂, 将电镀废水中的重金属离子分离出来, 并且回收其中的有价金属; 同时将传统废水处理工艺过程中不容易被人们重视的盐分也浓缩提炼出来得到工业副产盐; 去除了金属杂质、盐分之后的废水变成了质量达标的 RO 淡水, 完全回用到电镀生产线, 从而将复杂的电镀废水转化为金属、工业副产盐、回用水这三项宝贵资源, 所谓化废为宝, 做到了水的回用、重金属的提取, 结晶盐产品化。

#### 五、应用案例

项目名称: 浙江台州玉环福天宝沙门滨港工业城电镀废水处理资源化项目

项目概况: 项目位于浙江省台州市玉环市沙门滨港工业城电镀中心, 采用 SCR 处理工艺实施电镀废水资源化, 接纳沙门滨港工业城 6 家电镀企业电镀废水。2019 年开始建设,

2020年11月开始投入运行。此项目为高起点设计，采用最先进的工艺，现代自动化运行，是一具有功能性、示范性的污水处理中心。此中心日处理设计水量约为3000m<sup>3</sup>。项目占地面积6721m<sup>2</sup>，建筑面积13573m<sup>2</sup>，其中办公面积2904m<sup>2</sup>，主厂房面积10669m<sup>2</sup>，投资近1.5亿人民币。

项目采用SCR工艺系统实施电镀废水资源化，设计废水处理3000立方/天，年生产330天，废水经处理后回用至生产线无外排，可实现：

- 1、废水减排100万立方/年；
- 2、减少化学药剂使用量3300吨/年；
- 3、每年回收约160吨有价金属；
- 4、每年回收再利用工业副产盐约8000吨；
- 5、电镀污泥排放相对于传统法减量60%至70%。

项目经济指标均达到市场需求，具有良好稳定的社会效益、环境效益和经济效益，亩均投资达到1100万元以上，亩均税收可达到48.1万元，亩均产值可达到825万元，单位能耗增加值≤3.15吨标准煤/万元。项目进行清洁生产，节约水资源、提高各种原材料利用率及减少动力消耗等产生的经济效益约为720万元；减少排污的经济效益4345万元；固体废物综合利用的经济效益约为2330万元。使用年限可达10年以上。



## 六、推广前景

由于水资源的短缺，电镀废水对环境污染的严重危害性，电镀企业实现电镀废水资源化，是未来经济发展的必然趋势，SCR 不仅彻底解决了电镀废水对环境污染严重的大难题，还有效的对处理后的水进行循环利用、有价值资源重金属回收利用，电镀行业新污染物排放标准的实施，大幅提高了电镀行业污染物排放的控制要求，大力推行电镀企业废水处理资源化，符合国家的节能降耗、节水减排的政策要求。预计未来三年，该技术装备在全国市场占有率达 25%左右，预计可实现经济效益约 108105 万元/年，按处理电镀废水量 40000m<sup>3</sup>/天计算，系统产水回用至产线不外排，铜、镍提取约 2600 吨/年，铁、锌减排约 2600 吨/年，六价铬减排约 4100 吨/年。

## 七、支撑单位信息

支撑单位名称：陕西福天宝环保科技有限公司

联系人：李萍

联系方式：13572833318

## 案例四：

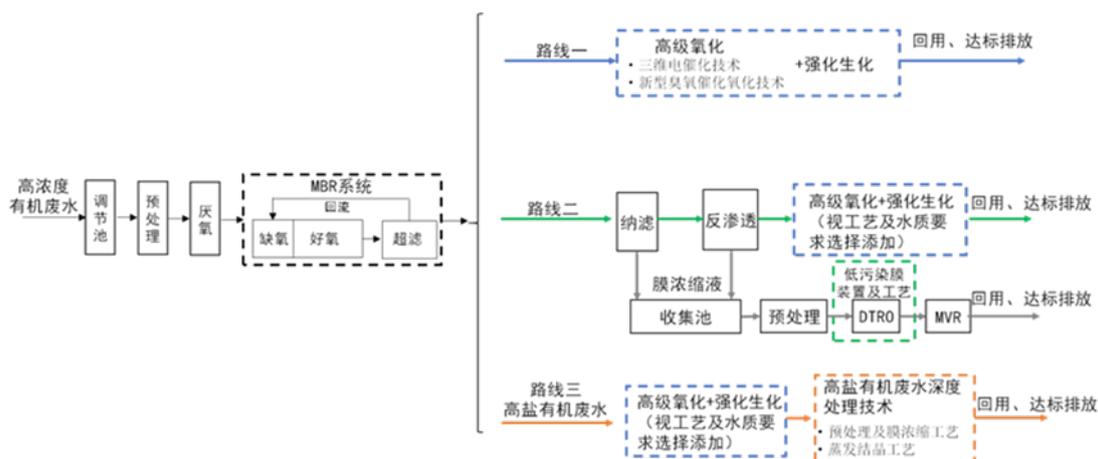
# 南京万德斯环保科技股份有限公司工业废水深度处理及资源化技术装备

### 一、技术适用范围

适用于高含盐、高有机物含量、高污染等工业废水的深度处理及分盐资源化。

### 二、技术原理及工艺

工业废水在经过预处理、厌氧及 MBR 系统处理后，进入多级膜高效浓缩减量系统（UF/RO/DTRO/HPRO/NF 等组合工艺）。根据每级膜系统入水 COD 条件及可生化性，选择膜耦合高级氧化和强化生化技术，强力脱除 COD 及有毒有害污染物，为膜系统稳定运行提供支撑。膜浓缩后的浓盐水，采用多效强制蒸发结晶等技术进行结晶制盐获得最终产品。



工艺流程图

### 三、技术指标

技术指标：进水水质：TDS≤3500mg/L，COD≤20mg/L；

出水水质：TDS≤500mg/L，COD≤4mg/L；产生的工业硫酸钠符合 GB/T6009-2014《工业无水硫酸钠》标准中II类一等品标准；氯化钠满足 GB/T 5462-2015《工业盐》标准中精制工业盐二级标准。

#### 四、技术特点及先进性

针对工业废水处理回用率低、盐分离纯化难等问题，开发的面向不同水质、多途径回用集成技术系统，实现废水全量化零排处理，产生的工业盐回收。占地面积省，技术成熟可靠，运行稳定，处理效果好，可保证出水水质达标。就单一的技术装备与国内同类技术相比，处理成本降低 20%以上，高浓废水深度回收处理整体利用率接近 100%。

#### 五、应用案例

项目名称：营盘壕煤矿矿井水深度处理工程

项目概况：针对营盘壕煤矿矿井水矿化程度高、产量大的水质特点及设计要求，针对性的制定最佳工艺流程及运行参数，采用“预处理+多级膜高效浓缩+多效强制蒸发结晶+分盐”工艺。项目规模 3000m<sup>3</sup>/h，投资规模 26538 万元。项目应用前：矿井水中 TDS 含量为 3330mg/L，COD 含量为 20mg/L 左右。项目应用后出水水质满足《地表水环境质量标准 GB3838-2002》表 1 三类水质（非湖、库）和表 2 水质指标要求，同时 TDS 小于 500mg/L，硫酸盐小于 250mg/L，氯化物小于 250mg/L，且系统回收率不小于 96%。每天最多可为矿区及周边企业、农业生产提供 65000m<sup>3</sup> 以上的可利用水源，经分盐资源化利用后，每年可减少盐排量约

8 万吨，避免矿井水外排造成的环境污染，农作物破坏。

项目技术设计一级浓缩采用“超滤+BW 反渗透”工艺，二级浓缩采用 BW 反渗透工艺，三级浓缩采用 DTRO 反渗透工艺，系统中除硬采用“药剂软化+管式微滤膜”工艺，浓盐水处理采用“多效蒸发+分盐结晶”工艺，生产硫酸钠。其中，多效膜浓缩技术及装备，浓缩后浓盐水 TDS 达 110000mg/L 以上，解决浓液减量化的难题；采用化学除硬，避免结垢，采用多效强制蒸发结晶技术，利用热能，减少生蒸汽消耗，提蒸发系统的经济性，解决结晶盐纯度较低难以资源化利用的难题。实施周期 5 个月。

## 六、推广前景

技术先进性与适用性较好，可实现水资源、盐资源利用，缓解水资源匮乏压力，降低企业用水成本，实现“减污降碳”，减少盐分排放，有效保护资源环境。可根据不同行业废水的特点，针对性的制定工艺流程及运行参数，具有较好的推广与应用前景。