

附件

石化化工行业 典型案例

目 录

案例一：煤化工高盐废水零排放与资源化利用成套技术	1
案例二：煤直接液化高浓度废水成套处理技术	4
案例三：氯碱化工含盐废水零排放技术	7
案例四：全膜法三洗水过滤回收技术	10
案例五：化工废水双碱法化学除硬技术	13
案例六：制气增量水处理及回用技术	15
案例七：环氧氯丙烷皂化塔强制循环加热反应系统	20
案例八：耐高温集成化水处理装备	23

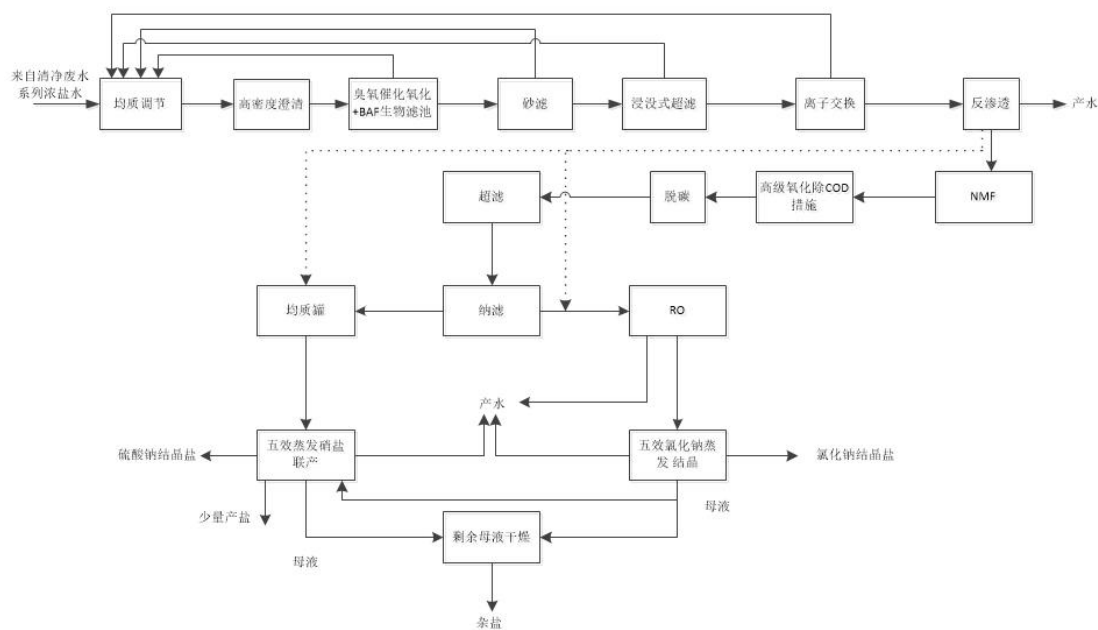
案例一：煤化工高盐废水零排放与资源化利用成套技术

1. 技术适用范围

适用于煤化工行业废水处理回用。

2. 技术原理及工艺

煤化工废水经常规生化处理去除 COD、氨氮等污染物后，进入回用水单元，经双膜系统产出合格回用水，浓缩产出的高盐废水通过以预处理（高密度沉淀池+催化臭氧氧化+曝气生物滤池+浸没式超滤）-减量化（中、高压反渗透）-深度浓缩（高效除硬过滤+催化臭氧氧化+纳滤+反渗透）-分质盐结晶（多效蒸发）为核心的高盐废水零排放成套技术，最终分别产出硫酸钠和氯化钠产品，实现盐的资源化利用。



工艺流程示意图

高盐水预处理及减量化段，利用反渗透膜的脱盐和浓缩性能，提高盐浓度，减少进入后续分盐和蒸发结晶单元的水量，预处理及减量化段包括“高密度澄清池+臭氧催化氧化+

曝气生物滤池（BAF池）+流砂过滤器+浸没式超滤+离子交换树脂+反渗透”。纳滤预处理及分盐段，废水 TDS 浓度接近 35000mg/L，硬度 700mg/L，COD 200mg/L，通过“高效除硬过滤（NMF）-高级氧化-超滤-纳滤”，得到纳滤浓水和纳滤淡水，分别经盐硝五效蒸发结晶分盐获得氯化钠、硫酸钠，少量母液干燥生成杂盐外运。

3.技术指标

总体污水回收率不低于 95%，年运行 8000 小时。实现氯化钠和硫酸钠的分质结晶，盐、硝的总质量回收率不低于 75%。

4.技术特点及先进性

（1）低压力、大通量高效膜法快速除硬、除硅、除氟反应过滤一体化去除工艺（NMF），实现高盐废水中钙镁硅氟等多种污染物的协同去除，溶硅去除率>70%，氟去除率>50%。

（2）采用复合材料臭氧氧化催化剂，实现了高盐条件下低浓度难生物降解有机物的高效去除。

（3）双五效强制循环真空蒸发技术，建立了盐侧五效并流、硝侧五效逆流工艺，实现装置长周期稳定运行及结晶盐的高品质、高回收率。

5.应用案例

项目名称：中安联合高盐废水零排放项目

项目概况：主要建设内容为煤制 170 万吨/年甲醇、MTO（含 OCC）、35 万吨/年聚乙烯、35 万吨/年聚丙烯装置和公

辅设施。污水处理场高盐废水零排放设计规模 360m³/h, 2019 年 12 月底打通高盐废水全流程, 产出合格盐硝。高盐水回收率保持在 97-98%, 约 228m³/h 回用于生产, 产品氯化钠和硫酸钠实现外销, 直接效益 741.7 万元/年。同时, 项目也避免企业支出额外的混盐处理费用, 从混盐到资源化产品, 中安高盐废水零排放系统产生的间接经济效益 8952 万元/年。

6.推广前景

该成套技术或单项技术可推广应用于高盐环境下废水零排放及资源化利用, 为沿江沿黄炼化行业高盐废水处理、节水减排提供技术支撑, 具有较好的推广前景。预计未来五年推广比例达到 10%, 年节水 280 万立方米。

技术支撑单位: 中安联合煤化有限责任公司

联系人: 何成江 联系方式: 13355543737

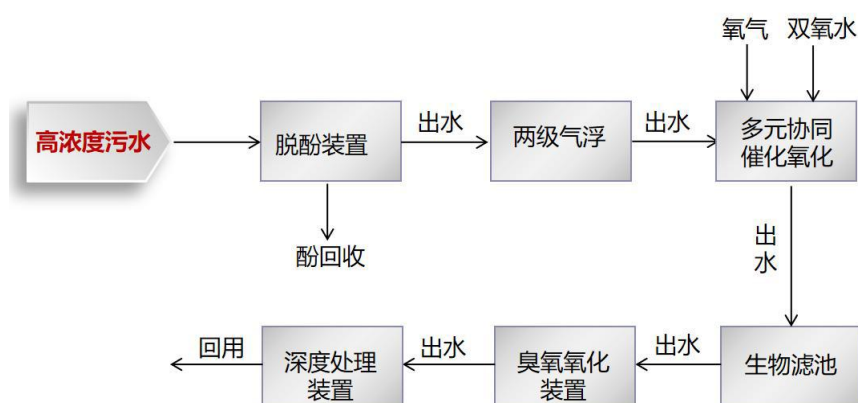
案例二：煤直接液化高浓度废水成套处理技术

1.技术适用范围

适用于煤化工行业废水处理回用。

2.技术原理及工艺

煤直接液化高浓度废水含有富集性极高的多环芳烃、长链烯烃等各类难生物降解的高毒性物质，成套处理技术涉及的工艺较多，主要包括：（1）高效催化氧化耦合集成技术。利用羟基自由基、氧自由基等不同氧化基团的特点，辅以光、电、波的微波诱导作用，对特定基团进行开环断键，增加废水可生化性。（2）曝气生物滤池专利技术。该技术分为厌氧（AF1）、兼氧（AF2）和好氧（BAF）三段，先后经过酸化水解、甲烷化、兼氧脱氮和好氧除 COD。（3）分级氧化+平板 MBR 技术。利用改进后的臭氧装置增加残留难生物降解有机物的可生化性，再通过二级 A/O 池和平板 MBR 膜进行脱氮脱碳，最终实现废水回用。



工艺流程示意图

3.技术指标

高效催化氧化塔为 4 列 2 级，汽水比 10:1，臭氧产气压力为 100 kPa，投加量为 140 kg/h（四台发生器），O/C 比为 1.3:1。废水处理，COD 去除率 30%，B/C 由 0.2:1 提高至 1:1。生物曝气滤池为 3 段 8 列 12 级，水力停留时间约 100h，三段 DO 分别为 0 mg/L、0.2-0.5 mg/L、2-4 mg/L。废水处理，COD 去除率 75%，B/C 降至 0.1 以下。臭氧氧化塔为 2 列 3 级，汽水比 2:1，塔回流比 $(0.3 \pm 0.2) : 1$ 。平板 MBR 膜为 7 列并联，水力停留时间约为 7h，MLSS 为 8g/L-12g/L。废水处理，出水 COD \leq 50mg/L，氨氮未检出，实现达标回用。

4.技术特点及先进性

（1）该系统整合预处理技术、生物处理技术、深度处理技术等。解决煤化工行业水耗高、水污染的共性技术难题。

（2）研发高选择性多元协同催化耦合技术。解决煤直接液化高浓度污水中溶解性有机毒物的选择性降解难题，降解技术涵盖耦合分级处理，提高废水可生化性，保障后续生化处理过程的稳定高效运行。

（3）优化高适应性生物曝气滤池，改进臭氧氧化塔汽水对流方式和设备改造，以增强塔内水利湍动度，强化气液固三相的传质效果，确保稳定可靠的后续处理。

5.应用案例

项目名称：神华煤直接液化项目一期工程污水处理项目

项目概况：煤直接液化项目第一条生产线以煤炭为原料，采用自主知识产权煤直接液化技术，年产油品 108 万吨，共

包括 60 余套生产装置（单元），工艺较为复杂，排放污水水量大、浓度高。项目实施前，年取水量约 1309 万 m^3/a 。项目实施后，高浓度污水全部回用，节水量约 800 万 m^3/a ，直接经济效益明显。

6.推广前景

煤直接液化高浓度废水成套处理技术正在推广 2 个项目，以煤直接液化工艺包为主体，将煤直接液化高浓度废水成套处理技术进行推广应用。项目的高浓度污水约 $400\text{m}^3/\text{h}$ ，按年运行时间 8000h 核算，预计节约水量为 320 万 m^3/a 。该技术也可应用于兰炭废水、焦化废水、含酚废水处理领域。

技术支撑单位：中国神华煤制油化工有限公司鄂尔多斯煤制油分公司

联系人：宋志深

联系方式：15247396044

案例三：氯碱化工含盐废水零排放技术

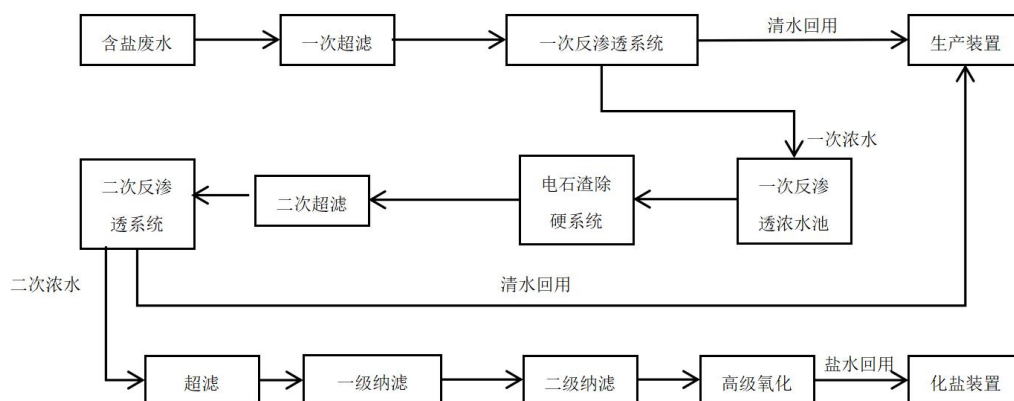
1.技术适用范围

适用于氯碱行业废水处理回用。

2.技术原理及工艺

氯碱化工产生的含盐废水主要为：循环水超浓缩倍率的排水、制纯水的废水等经超滤、反渗透处理后的含盐废水等。

工艺流程如下：含盐废水经过一次双膜处理后，清水用于生产去离子水，对产生的含盐一次浓水进入二次双膜处理；利用含盐一次浓水中富含的碳酸氢根，采用固废电石渣+烧碱进行除硬，再经二次双膜处理，清水也用于生产去离子水，对产生的含盐二次浓水进入纳滤、除 TOC 处理，然后用于生产系统化盐。



工艺流程示意图

3.技术指标

一次反渗透系统水回收率 $\geq 60\%$ ，电导率 $\leq 300\mu\text{s}/\text{cm}$ ；二次反渗透系统水回收率 $\geq 90\%$ ，电导率 $\leq 300\mu\text{s}/\text{cm}$ ；纳滤系统水回收率 $\geq 90\%$ ；高级氧化产水 $\text{COD} \leq 20\text{mg}/\text{L}$ ， $\text{TOC} \leq 10\text{mg}/\text{L}$ 。

4.技术特点及先进性

(1) 以乙炔生产中的废弃物-电石废渣作为含盐废水的除硬剂，减轻环境污染；以氢氧化钠作为 pH 值调节剂，降低经济成本。

(2) 以暂时硬度和永久硬度比值作为化学除硬的判断指标，采用不同工艺方案和控制指标进行化学除硬。当暂时硬度大于永久硬度时，仅采用氢氧化钠溶液调整含盐废水的 pH 值，使电石渣浆液与废水中 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 发生反应，快速沉淀。

(3) 采用分质收集、分质处理、分质回用措施，实现废水零排放，且无二次污染。以“液-液”高效分离方式，分出的清水回收率 $\geq 80\%$ ，分出的二次钙镁离子浓水 $\leq 20\%$ ，直接用于化盐，再进入烧碱系统，实现分质回用和零排放。

(4) 突破采用固液分离来实现零液排放的传统思维，创新、整合一种新的系统性技术。通过碱性废渣处理、化学除硬、沉降分离、双膜浓缩和分质回用 5 个工艺过程实现零排放。

5.应用案例

项目名称：陕西金泰氯碱化工有限公司氯碱化工含盐废水零排放技术应用项目

项目概况：陕西金泰氯碱化工有限公司氯碱化工项目主要建设 60 万吨/年高性能树脂、60 万吨/年离子膜烧碱、2×45MW 背压式发电机组、110 万吨/年电石渣制活性氧化钙，配套建设“氯碱化工含盐废水深度处理及零排放装置”，装置处理能力 $800\text{m}^3/\text{h}$ 含盐废水，通过碱性废渣处理、化学除

硬、沉降分离、双膜浓缩和分质回用等 5 个工艺过程，实现含盐废水全回用，为生产系统实现年节水 128 万立方米。

6.推广前景

氯碱化工含盐废水零排放技术为氯碱行业废水处理提供科学、高效的示范性技术路线，解决电石法聚氯乙烯生产工艺过程中废水排放控制瓶颈问题，使电石法聚氯乙烯清洁生产得到突破。预计未来五年推广比例达到 50%，年节水量 3000 万立方米。

技术支撑单位：陕西金泰氯碱神木化工有限公司

联系人：安云飞 联系方式：18629225886

案例四：全膜法三洗水过滤回收技术

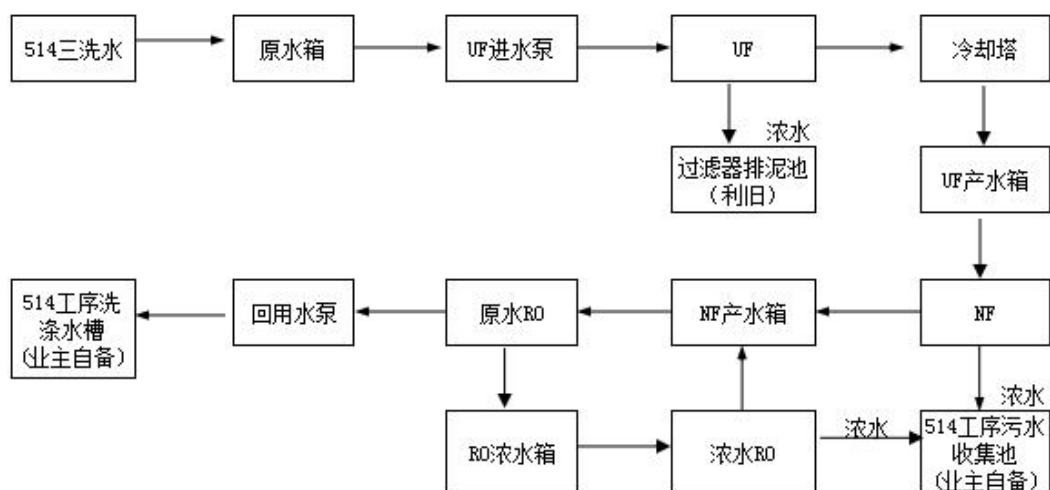
1.技术适用范围

适用于钛白粉行业废水处理回用。

2.技术原理及工艺

主体技术采用“超滤+冷却塔+纳滤+反渗透”工艺。三洗废水来水温度 60°C左右，经超滤进水泵提升至超滤系统去除悬浮物、细菌、病毒等，超滤浓水排入系统过滤器排泥池，超滤产水经过冷却塔降温，流入超滤产水箱，再经泵提升进入纳滤系统脱除大部分二价离子，纳滤的浓水外排至污水收集池，纳滤的产水经原水反渗透脱盐处理，原水反渗透产水经泵输送至工序洗涤水槽，原水反渗透浓水经浓水反渗透进一步脱盐，浓水反渗透产水送至纳滤产水箱，浓水反渗透浓水经管道输送至污水收集池。

关键技术是根据纳滤膜分离高浓度硫酸钠渗透压低的特点，用其作为预脱盐，比常规反渗透工艺节电 40%以上。本系统采用浸没式超滤作为一级超滤膜过滤，可耐受较高的悬浮物浓度，在不加任何助凝剂的情况下，提高外排反洗水钛白粉浓度，有利于回收钛白粉。



工艺流程示意图

3.技术指标

该技术可实现回用水电导率 $< 10\mu\text{s}/\text{cm}$ ，废水回收率达 80%，吨水电耗约 4kWh。

4.技术特点及先进性

能够高效回收钛白粉，同时节约新鲜水量约 80%，提高水资源利用率。

5.应用案例

项目名称：徐州钛白化工有限责任公司 1200 吨/天三洗水回用项目

项目概况：徐州钛白生产废水按照三洗水 $1200\text{m}^3/\text{d}$ （仅处理水洗滤液 $1200\text{m}^3/\text{d}$ ）的处理水量，最大限度地实现回收水用于生产过程，回用水率 $\geq 80\%$ ，电导率 $\leq 10\mu\text{s}/\text{cm}$ 。项目总投资 1286 万元，年节约新水 50 万立方米，年回收钛白粉 30 吨。

6.推广前景

全膜法三洗水过滤回收技术可广泛应用于钛白粉行业废水回用处理，预计未来五年推广比例达到 30%，年节水量 1600 万立方米。

技术支撑单位：山东奥美环境股份有限公司

联系人：王兆霖 联系方式：17865166283

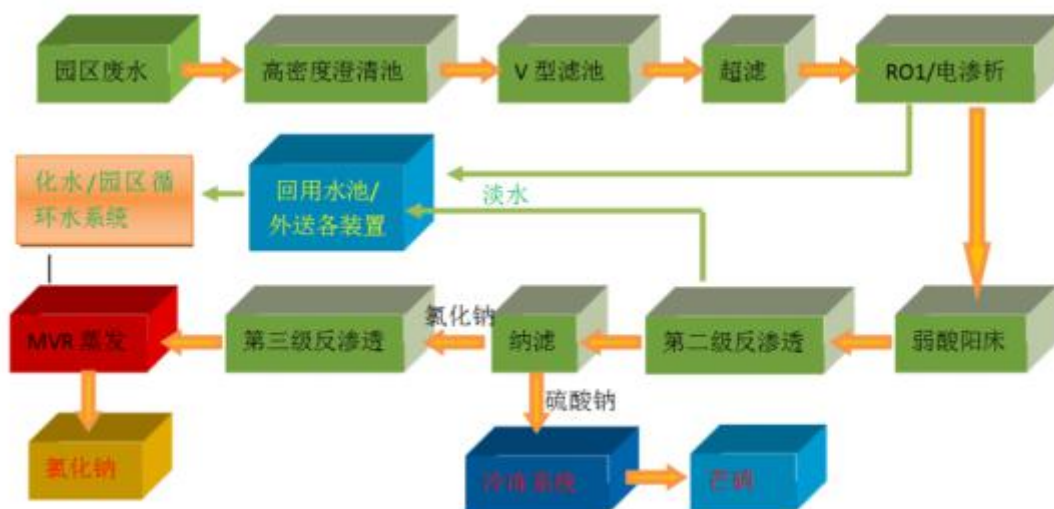
案例五：化工废水双碱法化学除硬技术

1. 技术适用范围

适用于化工行业废水处理回用。

2. 技术原理及工艺

使用氢氧化钠提高 pH 值、碳酸钠补充碳酸根，使水中的钙镁形成碳酸钙、氢氧化镁沉淀，投加少量絮凝剂，提高沉淀速度。利用不同压力等级的反渗透膜元件、电渗析器膜组实现废水的浓缩减量化，回收高品质淡水；利用纳滤膜元件实现硫酸钠和氯化钠分离。采用先进、节能的 MVR 蒸发系统实现氯化钠结晶；冷冻系统实现芒硝提纯，并使用 AOP 臭氧氧化技术对富集的有机物进行降解。



工艺流程示意图

3. 技术指标

高密度澄清池运行 pH 值 11.5-12，出水硬度 < 20mg/L；
纳滤产水硫酸根 < 0.6g/L；氯化钠盐水碳酸根含量 < 500mg/L。

4. 技术特点及先进性

取得改进 V 型滤池布水均匀度的滤池、高有机污堵膜元件化学清洗系统专利技术，所使用的设备均为水处理和化工行业成熟的设备设施，合理布局，充分发挥各种设备优势，将水处理和化工行业设备成功应用到废水零排放工艺中。

适用范围广，水处理通用设备较多，可适用于印染废水、煤矿井水、焦化废水等高盐、高有机物工业废水。

5.应用案例

项目名称：鲁西集团有限公司废水零排放项目

项目概况：占地约 2.5 万平方米，2016 年开始建设，设计处理水量为 2300m³/h，分三期实施，一期设计处理能力 600m³/h，主要处理化学水处理站浓盐水和树脂再生水，采用化学除硬、除盐、分盐、MVR 蒸发等技术。2017 年 4 月调试运行。二期设计处理能力 1200m³/h，重点处理循环水排污和生化处理后废水，2019 年 6 月建成投运。2022 年开始实施 500m³/h 废水零排放扩建项目和年产 3 万吨元明粉项目。项目最终可实现废水的全部回收利用，吨水投资成本 27 万元。

6.推广前景

化工废水双碱法化学除硬技术目前主要应用在石油化工行业废水处理回用，具有较好的推广前景。预计未来五年推广比例达到 50%，年节水 1300 万立方米。

技术支撑单位：鲁西化工集团股份有限公司

联系人：李刚 联系方式：13506350213

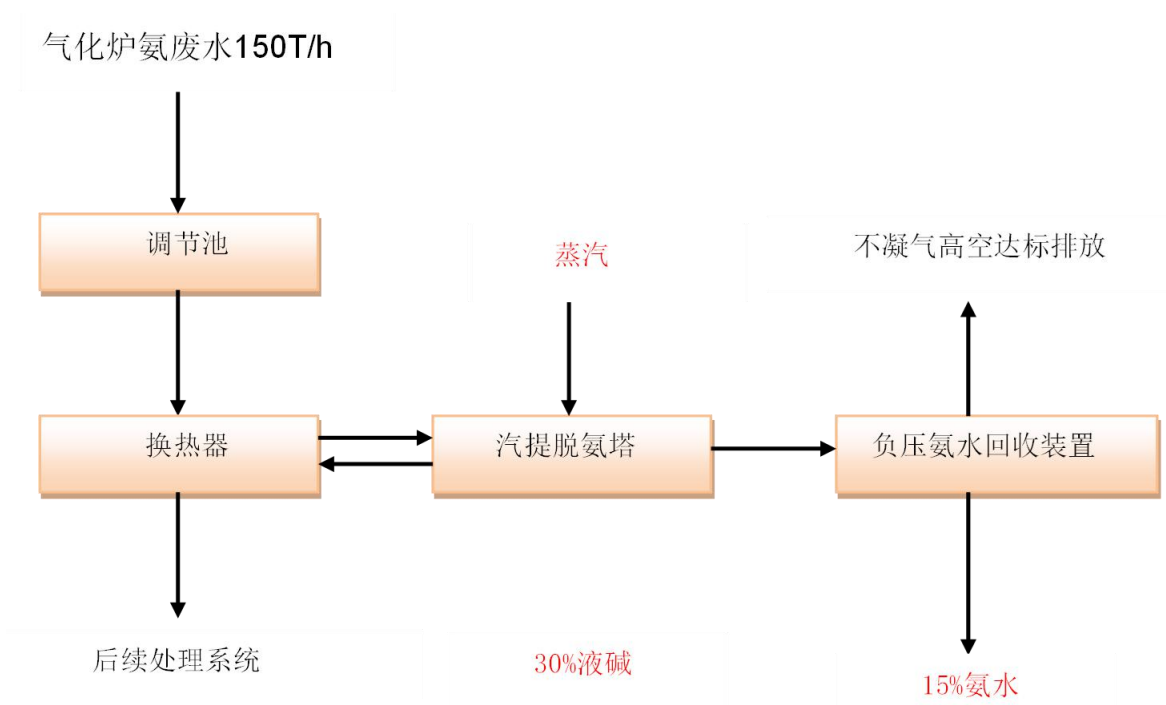
案例六：制气增量水处理及回用技术

1.技术适用范围

适用于化工行业废水处理回用。

2.技术原理及工艺

(1) 汽提工段：来自氨合成工艺制气工段产生的工艺冷凝水(增量水)经过汽提脱氨将其中含有的氨氮进行分离，分离后的脱氨水进行后续处理，氨气进入氨水回收系统，制成 15%左右的氨水用于锅炉烟气脱硫、脱硝使用。



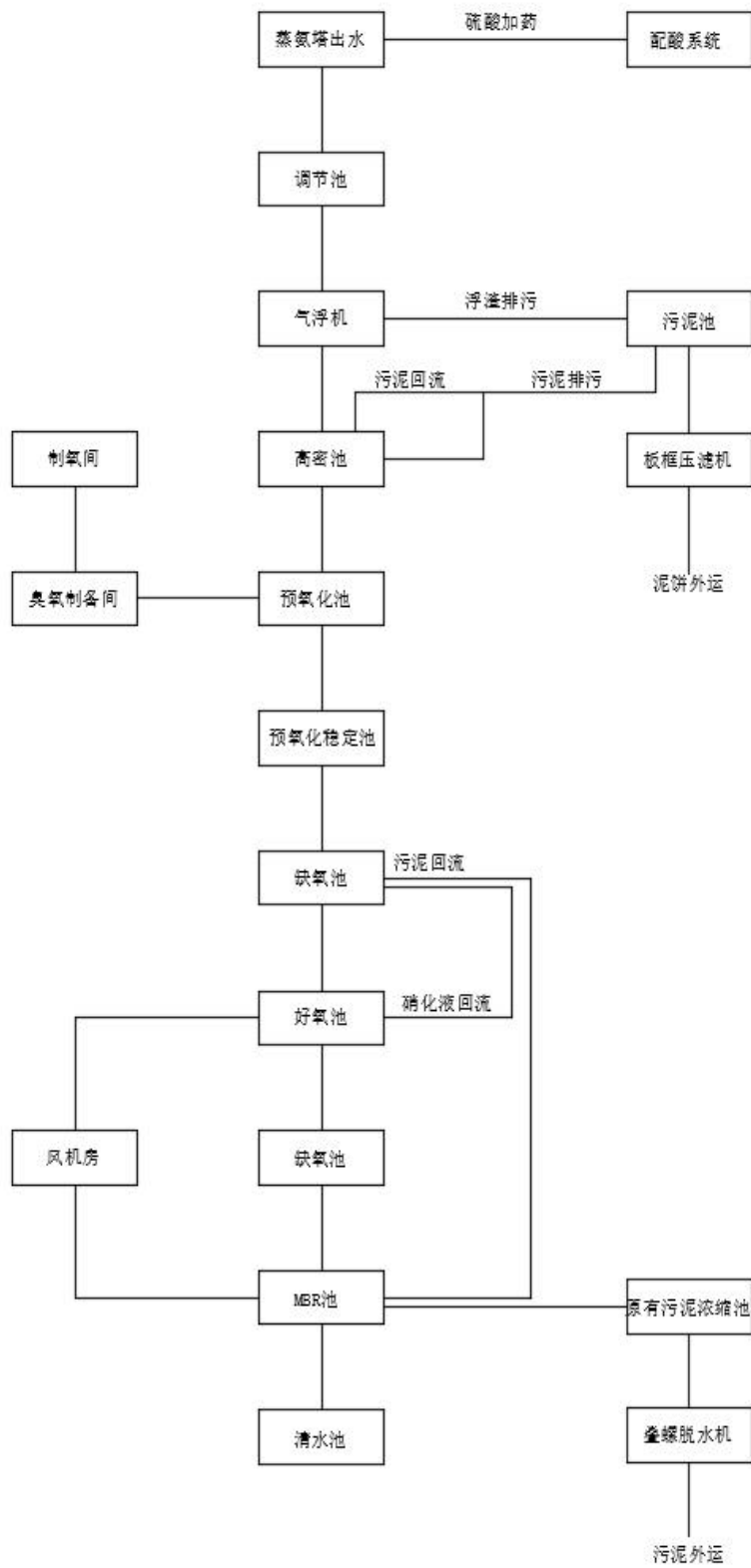
工艺流程示意图 1

(2) 预处理及生化处理：污水经前端工艺蒸氨塔出水，首先进入调节池，在此投加硫酸进行 pH 值调节，均衡水量水质后，经泵提升进入气浮沉淀池，气浮采用溶气气浮系统，使系统气泡达 10 微米左右，大量的气泡去除水中的油及浮渣，比重大的颗粒通过重力作用进入气浮池的泥斗，气浮预

处理后，进入高密度沉淀池，再进一步去除水中的悬浮物及胶体，进入高密沉淀池前投加 CaCl_2 溶液，通过生成 CaF_2 沉淀去除水中的 F 离子后进入臭氧预氧化单元。臭氧的氧化还原电位达 2.07 eV，其在水中会分解成高活泼型的活性氧，活性氧攻击含 $-\text{NH}_2$ 及 $-\text{NO}_2$ 的官能团，使其开环断链以利于后续生化去除和稳定达标。同时臭氧预氧化不受水中含盐量、生物毒性等的影响，可随时根据水质的波动进行投加量调配，耐冲击负荷能力强。

预氧化出水进入臭氧稳定池，通过回流的污泥降低水中溶解氧后，再进入主生化处理单元。生化单元添加悬浮填料，悬浮填料为多孔结构易于微生物的栖息和附着，整个系统为活性污泥及生物膜法共生的系统。生化池出水进入 MBR 膜池，MBR 实现泥水分离，分离后的水送中水回用装置或达标排放。由于水中有难降解有机物存在，伴随着水质较强的波动性，在生化后设置了臭氧高级催化氧化装置，保证最终出水稳定达标，同时作为近期及远期污水处置能力的补充。

预处理污泥进入污泥浓缩池后通过板框压滤机降低含水率后集中处置，生化污泥也同样进入污泥浓缩池后，进入改造后叠螺污泥脱水机，达到含水率 85% 后集中外运至三废炉与煤渣掺调焚烧。



工艺流程示意图 2

(3) 中水回用：生化处理出水达标后，进入砂滤器和保安过滤器进行预处理，出水进入反渗透膜，回用淡水补入循环水补水系统，浓水达标排放。

3.技术指标

制气增量水处理及回用技术指标一览表

序号	项目	单位	参数
1	pH	——	6.5-8.0
2	电导率	μs/cm	≤600
3	浊度	NTU	≤10
4	悬浮物	mg/L	≤15
5	全硬度	mg/L (以 CaCO ₃ 计)	≤50
6	氨氮	mg/L	≤30
7	COD	mg/L	≤150
8	总氮	mg/L	≤50
9	总磷	mg/L	≤1.5

4.技术特点及先进性

(1) 消除造气循环水与半水煤气的直接接触，使造气循环水变为洁净水，杜绝造气污水扩散到大气中对环境的污染。

(2) 增加回用水，节水效果明显，提高水的循环利用率。

(3) 蒸氨回收氨水，既减少氨氮污染又解决锅炉烟气脱硫脱硝的氨水。

5.应用案例

项目名称：河北省东光化工有限责任公司制气增量水处理及回用项目

项目概况：该项目 2020 年 4 月份进行中试成功，2020 年 8 月份开工建设。总投资 3000 万元，对合成氨生产过程中产生的工艺废水处理及回用，装置设计处理增量水能力 150m³/h，中水回用装置设计为 200m³/h，回用率为 75%。自 2021 年 4 月份投入运行以来，装置运行稳定可靠。

6.推广前景

制气增量水处理及回用技术属于研发类，装置推广应用后，可以解决固定床制气工艺制气污水处理问题，其社会效益明显。

技术支撑单位：河北省东光化工有限责任公司

联系人：周灿青 联系方式：15931732804

案例七：环氧氯丙烷皂化塔强制循环加热反应系统

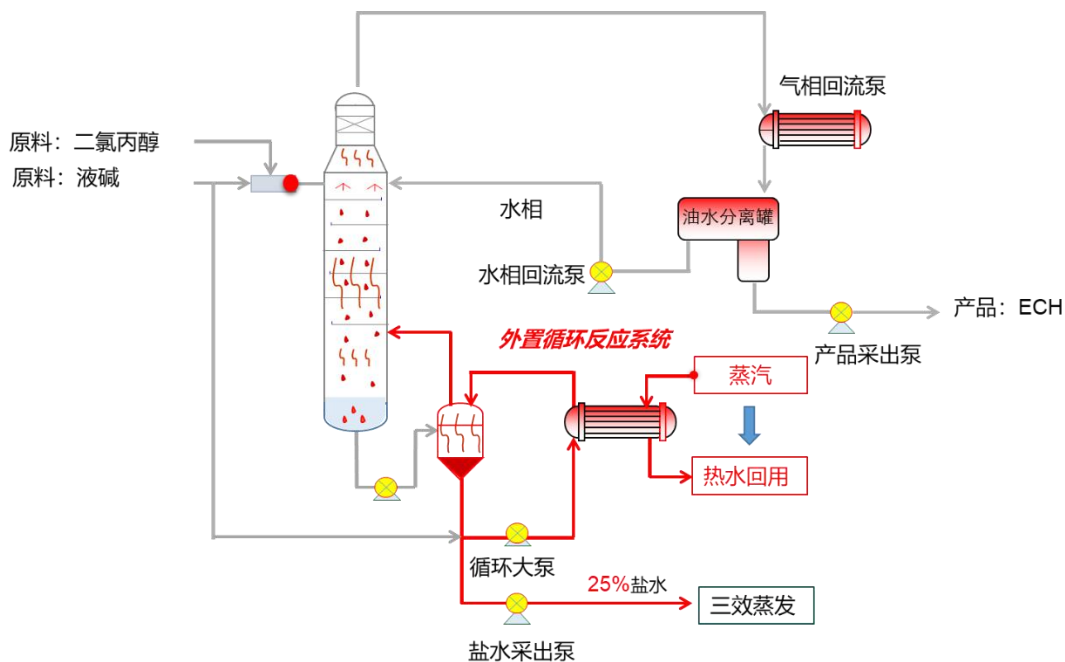
1.技术适用范围

适用于化工行业废水处理回用。

2.技术原理及工艺

该装备在原蒸汽直接通入皂化塔内直接加热工艺的基础上进行改进，研发外置循环加热反应装置，由皂化塔、冷凝器、回流槽、再沸器、闪蒸罐、混合器以及相关仪表管线和输送泵组成。利用环氧氯丙烷与水不溶以及两者之间的密度差，设计一套自动分离溢流装置，实现环氧氯丙烷和水的稳定分离，确保生产的稳定。

二氯丙醇物料和液碱输送至皂化汽提塔主体内部进行反应，生成的环氧氯丙烷通过塔顶气相管线进入外部冷凝系统，皂化汽提塔主体中部的部分物料进入塔底，塔底物料通过在线 pH 计调节设备内液碱流量，强制循环泵将皂化汽提塔主体内部下端含有二氯丙醇的废水通过管线输送至加热器内部进行加热，避免蒸汽直接通入皂化塔内，降低废水量；同时蒸汽加热后得到的蒸汽冷凝水回用到去离子水车间，节约自来水用量。由于在闪蒸系统中通入少量液碱，可进一步将二氯丙醇反应生成环氧氯丙烷，反应后的物料进入闪蒸罐内，利用闪蒸蒸汽将生成的环氧氯丙烷实现分离。从而提高反应效率，提高原料利用率，提高环氧氯丙烷的得率。



工艺流程示意图

3.技术指标

该技术可实现废水单耗 ≤ 3.7 吨/吨产品，蒸汽单耗 ≤ 3.5 吨/吨产品，甘油得率达到94%。

4.技术特点及先进性

(1) 通过闪蒸加热，物料进行二次皂化，有效回收塔底的二氯丙醇，二氯丙醇的转化率提升3%。

(2) 避免蒸汽直接通入到皂化塔加热，每年可节约去离子水量10万吨，每年废水量降低10万吨。

5.应用案例

项目名称：连云港环海化工降低废水节约蒸汽冷凝水项目

项目概况：该项目位于江苏省连云港市连云区板桥工业园，总投资600万元，2020年建成投产。对现有皂化装置技改，新增2台180m²特材换热器，2台1000m³/h强制循环泵

以及附属管件仪表控制系统等。目前该装置已经连续运行三年时间，运行稳定良好。产品的废水量下降 20%，蒸汽加热再沸器内物料后产生的蒸汽冷凝水回用至锅炉，每年可减少通过 RO 处理新水量 5.7 万吨，实现经济效益 70 万元，节约标准煤 38 吨，降低二氧化碳排放量 95 吨。

6.推广前景

环氧氯丙烷皂化塔强制循环加热反应系统适用于化工行业废水处理回用，具有较好的应用前景。该技术预计未来五年推广比例达 50%，年节水量 30 万吨。

技术支撑单位：丰益表面活性材料（连云港）有限公司

联系人：骆杨庆

联系方式：13851292981

案例八：耐高温集成化水处理装备

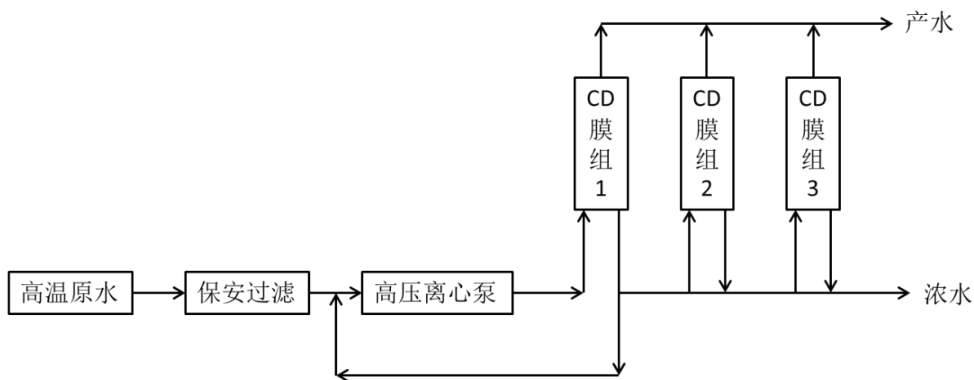
1.技术适用范围

适用于石油采出水处理。

2.技术原理及工艺

采用三段设计，温度可耐受至 80°C；系统管道、高低压部分均选用金属保温管；所有泵、仪器仪表、阀门等均满足耐温要求；充分考虑设备在高温高盐条件下与水接触时的耐腐蚀性。

采用的耐高温碟管式反渗透膜元件与传统卷式膜元件不同，利用全自动化生产线生产的碟管式反渗透膜元件为核心分离部件。碟管式反渗透采用开放式投币式切口设计，料液通过进料口进入膜元件中，从导流盘与外壳之间的环形通道到达元件顶端后，通过上法兰布水口进入导流盘中，并以雷达扫描式错流过滤到下一个导流盘，最后从浓缩液口流出。相邻两导流盘之间的距离为 4mm，表面分布有特殊排列的凸点，使处理液流经滤膜表面时形成湍流，有效减小浓度极化效应。相比卷式膜技术，涡流旋转流道，压降小、流速快，避免流道堵塞，减少污堵倾向，延长膜元件的使用寿命，降低运行费用。



工艺流程图

3.技术指标

耐高温膜组件：长期使用温度 $\leq 80^{\circ}\text{C}$ ；测试压力 55 bar 条件下，膜组件稳定脱盐率 $\geq 95\%$ 。

4.技术特点及先进性

核心部件采用国内首创耐高温反渗透碟管式膜组件，设备集成度高、可移动性强、占地面积小；能够耐受高达 80°C 的高温，工艺流程简单、处理量大、浓缩倍数高、回收率高、耐污堵、运营成本低；自动化控制、智能化运维，具有显著的节能、节材和环保特点。该装备能够处理最高温度达 80°C 的高温废水，打破传统工艺必须走“降温+膜技术+升温蒸发”的路线限制，克服传统反渗透膜工艺只能处理 45°C 以下废水的缺点，省去降温和升温两个过程，避免热能的双重浪费。

5.应用案例

项目名称：春风油田采出水资源化处理站项目

项目概况：本项目位于新疆维吾尔自治区克拉玛依市，项目总处理规模 $10000 \text{ m}^3/\text{d}$ ，占地面积 6458.5 m^2 ，总投资 11028 万元。以油田高温含油采出污水为原水，经除油等预

处理后进入耐高温反渗透系统进行深度资源化处理，得到回用水和回用油。回用水除硬后直接用于注气锅炉，节约注气锅炉所需的水资源，回用油富集后可作为原油，提高采油产量。以油田热采水为例，按 10000 立方米/天处理量计算，可节水 146-292 万立方米/年，节水率（回用率）40%-60%，经过处理后的产水水质满足注气锅炉要求，循环回用至前端注气开采环节，降低油田热采水资源消耗和污水排放。

6.推广前景

耐高温集成化水处理装备可广泛应用于油田采出水、石化、钢铁、冶金等高温工业废水，以及食品工业发酵废水、热法海淡浓水等非常规水源的回用及资源化。该装备目前处于研发阶段，阶段性成果具备一定节水潜力，可带来较好的社会效益。

技术支撑单位：烟台金正环保科技有限公司

联系人：张晶 联系方式：15563861659