

## 高分子聚合物膜分离材料及其产业化装备

### 项目成熟阶段

实验室研发

中试放大

成熟应用

**概况：**膜技术被公认为是21世纪水处理领域的高新技术，随着“可持续发展”观念的不断增强，国家对水资源的综合利用、工业废水排放，以及水回用技术提出了更高的要求，可以预见，膜分离技术将越来越显示其重要性，成为未来给水安全净化、废水回用处理工程领域的首选技术，也是未来水质净化处理的发展方向 and 必然趋势。我国的膜技术市场中大多数膜材料始终被国外企业所垄断，水处理技术公司缺乏膜材料定价的话语权，因此高分子聚合物膜分离材料产业化技术与装备在国内环保行业具有巨大的应用前景和市场潜力。

### 技术特点：

- (1) 可生产工业级高品质中空纤维型、平板型滤膜；
- (2) 高分子滤膜生产装备完全PLC控制、技术参数精确；
- (3) 滤膜孔径分布集中、力学性能较好，具有较长使用寿命；
- (4) 该成套技术可实现从材料到组件制备技术、生产装备等整条产业链服务。



中空纤维膜生产线



平板膜生产线

**应用前景：**目前中国膜市场已经成为全球市场中的重要部分，随着并购、联盟以及许可协议等，中国膜市场变化迅速而复杂。中国膜产业借助于国内基础设施建设快速发展的机会，水处理配套产业得到长足进步，但尚未形成整体优势，整个产业发展比较分散，还没有形成一批具有国际影响力的膜厂商和工程公司。中国膜产业界的某些著名企业已经引入了风险投资、产业投资等战略投资，加速整合市场、技术、资本以及人力资源等，背靠中国巨大的市场需求空间，高分子聚合物膜分离材料产业化技术与装备具有巨大的应用前景和市场潜力。

**示范与应用：**目前，该项技术已经在国内的江苏旌凯环保科技有限公司、江苏金山环保科技有限公司、山东京鲁水务集团、北京博天环境等环保公司实现了成套技术的产业化示范。

## 高效低温膜蒸馏高盐水处理技术

### 项目成熟阶段

 实验室研发

 中试放大

 成熟应用

**概况：**膜蒸馏技术是一种采用疏水性微孔膜的新型膜脱盐技术，该技术常压脱盐，操作运行方便；可处理高浓度盐溶液，产水率远远高于其它膜分离技术。膜蒸馏脱盐技术分离效率高、环境友好，且便于与其它净化处理过程耦合与集成，在水的淡化、化学物质回收、高盐废水处理及回用等领域具有巨大应用前景。

### 技术特点：

- (1) 常压进行，设备构造简单，操作运行方便；
- (2) 仅有水蒸汽能透过膜孔，产水水质纯净；
- (3) 可处理高浓度盐溶液，产水率远高于其它脱盐技术；
- (4) 可利用工业废/余热以及太阳能、地热等绿色热源。

### 应用前景：

该技术在高盐废水回用处理，实现“零”排放，减少环境污染负荷，大幅度提高水资源利用率方面展现了广阔的产业化和工业化应用发展前景，尤其该技术的产业化及工业化应用可有效解决制约我国水环境污染治理、节能减排、区域社会经济可持续发展的高盐废水达标排放问题。

### 示范与应用：

目前，该项技术已经在国内的多家企业，对不同的浓度工业废水进行了示范应用，如内蒙达拉特旗火电厂反渗透浓盐水、山东铝业公司氧化铝生产过程的碱性浓水、甘肃金川电解镍生产过程的高浓度硫酸钠废水、中石化环氧氯丙烷生产过程的高浓度氯化钙废水、山东染料厂的高盐度高色度废水、吉林糠醛厂的高浓缩酸性糠醛废水、北京大兴电子荧光屏酸性高磷废水、印钞厂酸性电镀废水等。



低温膜蒸馏组件膜



蒸馏高盐水处理中试现场

## 高性能反渗透膜制备技术

项目成熟阶段

实验室研发

中试放大

成熟应用

**概况及应用领域：**反渗透（RO）技术主要应用在海水淡化、污水回用、工业废水零排放以及家用净水等领域，是水脱盐、回用与净化的核心材料。国产RO膜普遍存在水通量低、稳定性差、抗污染和耐氯能力差的问题。我们开发了新型RO膜制备方法，实现了RO膜水通量及水-盐选择性、化学稳定性、耐氯性和小分子有机污染物去除的同步增强，方法简单可放大，为工业规模的反渗透膜性能提升提供了可靠技术。

**技术特点/设备参数/工艺流程：**

1. RO膜水通量较进口膜提高0.5-2倍，同时脱盐率相当，提高了RO膜的水-盐选择性分离效果。
2. 具有较好的耐酸碱性和耐氯性，在膜清洗和氯消毒条件下稳定性较商品膜显著提升。
3. 对苯并噻唑、1,4-二氧六环等小分子中性有机物有更好的去除效果，对TOC有更好的截留去除能力。
4. 可降低运行压力或减少膜组件数量。
5. 技术简单，对现有RO膜生产线简单改造，或对商品RO膜膜片或组件直接改性。

**专利和获奖情况：**该技术已授权6项发明专利。

**应用案例：**目前，该项技术已经在广东某地进行了连续实验验证，膜组件六个月连续运行结果表明，其耐氯、通量、脱盐率稳定。相同压力下，比国外某主流高通量海淡膜水通量提高近一倍，出水电导率下降90  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ；相同产水量时，运行压力下降三分之一。



商品RO膜改性组件中试运行测试

## 氯损伤反渗透膜的原位修复技术

项目成熟阶段

实验室研发

中试放大

成熟应用

**概况及应用领域：**反渗透（RO）是海水/苦咸水淡化、污水再生及工业高盐水深度浓缩的核心组件。RO膜在长期运行过程中存在不可逆污染、氧化及机械损伤等问题，我国每年废弃的RO膜组件数量巨大，达到百万只以上，填埋或焚烧处置存在资源浪费和环境污染问题，受损RO膜的修复有迫切的市场需求。针对氯消毒导致的反渗透膜通量、截留率受损问题，开发了氯损伤RO膜的原位修复技术，能实现氯损膜水处理性能的有效恢复。该技术可大幅延长目前海水淡化、电厂水脱盐、电子行业纯水、工业废水深度处理及零排放系统中RO膜的寿命。

**技术特点/设备参数/工艺流程：**

1. 修复后RO膜的水通量可恢复至初始水平，脱盐率可恢复初始值的98%及以上。
2. 多次循环氯损伤-修复测试，膜修复效果稳定。
3. 修复方法简单，可对商品RO膜组件进行原位的直接修复。

**专利和获奖情况：**该技术已授权2项发明专利。

**应用案例：**目前，该项技术已经在广东某地进行了电厂反渗透膜的氯损伤修复测试。结果表明，膜修复后通量恢复90%以上，脱盐率恢复95%，寿命延长50%。单支膜组件的修复费用低于100元。



广东某电厂RO膜原位清洗修复

## 污泥深度脱水与热解碳化资源化利用耦合工艺

项目成熟阶段

实验室研发中试放大成熟应用

**概况及应用领域：**污泥深度脱水是污泥减量化的重要手段，是提高污泥资源化利用效率的重要前提。针对传统污泥深度脱水工艺减量化程度低、处理处置综合成本高、无法满足污泥不同资源化要求等问题，本技术研发了基于水解聚合形态精确调控的纳米羟基铝复合调理剂、高炉渣基聚合铝硅纳米絮凝调理剂、三元水滑石功能调理材料、镁凝胶复合调理剂等系列污泥调理药剂，强化污泥结合水释放，实现污泥脱水效能改善；建立污泥化学调理-深度脱水与资源化利用耦合技术，通过高锰酸盐/高炉渣水滑石调理改善污泥的脱水性能，同时利用调理剂中过渡金属的催化作用，提升污泥热解碳的比表面积，并同步削减热解碳中毒性溶解性产物，制备的复合污泥碳基吸附材料可用于污水深度处理、垃圾渗滤液处理、污泥深度脱，突破了传统污泥碳化工艺干化能耗高、污泥碳品质低、系统运行稳定性差等问题。

### 技术特点/设备参数/工艺流程：

1. 技术具有污泥脱水率高、调理剂用量少、对泥饼和滤液pH影响小的优点，有利于污泥后续资源化利用。污泥经强化脱水药剂调理后，采用隔膜压滤脱水，泥饼含水率稳定降至60%以下。相比常规调理方式(无机金属盐和石灰)，污泥深度脱水系统的处理能力提升20~30%，脱滤液pH值呈中性，污泥干固增量降低70%以上。

2. 与国内外传统污泥“干化-热解碳化”工艺相比，本工艺的吨泥（80%含水率计）投资降低20%左右，热解碳化运行能耗低、工艺稳定性好，工艺直接运行成本降低30%以上。

3. 复合污泥碳产品品质更高，在污水深度处理、垃圾渗滤液处理和污泥深度脱水展现出良好的应用性能。

**专利和获奖情况：**华夏建设科学技术一等奖（2021）、湖北省科技进步二等奖（2022）、中国产学研合作创新成果二等奖（2020）

### 示范与应用案例：

1. 污泥调理药剂与脱水技术推广情况：成功研发出纳米羟基铝复合调理剂、高炉渣基聚合铝硅复合调理剂和水滑石、改性壳聚糖聚合物、镁凝胶复合调理剂等系列的污泥调理药剂与材料及其生产工艺，应用于我国山东、河北、宁夏、天津等地建立12个新型污泥调理剂生产基地，年生产药剂规模57万吨。

## 污泥深度脱水与热解碳化资源化利用耦合工艺

项目成熟阶段

实验室研发

中试放大

成熟应用



2. 研发的污泥调理药剂材料与深度脱水技术在北京城市排水集团有限责任公司成功应用，保障北京市市1000余万吨污泥的稳定化处理与资源化利用。



纳米羟基铝絮凝调理污泥处理处置工程项目

3. 青岛市即墨区污泥深度脱水耦合热解制备污泥炭示范工程（污泥处理规模 300 吨/天）



## 无机高分子絮凝剂及高效絮凝技术

### 项目成熟阶段

实验室研发

中试放大

成熟应用

**概况及应用领域：**研究揭示了铝水解聚合过程中絮凝剂优势形态 ( $Al_{13}$ ) 生成与转化的动力学机制，建立了精准加碱微界面调控方法，创建了具有高浓度纳米 $Al_{13}$ 的无机高分子絮凝剂生产工艺；发现天然有机质中氧碳比高、电负性强的分子是三卤甲烷等致癌消毒副产物的主要前驱物，建立基于高正电荷 $Al_{13}$ 絮凝剂选择性去除消毒副产物前驱物的强化混凝技术，该技术可显著提高了水体消毒副产物前驱物的去除效果。

### 技术特点：

1. 材料优势形态 $Al_{13}$ 含量高：较传统絮凝剂生产工艺，显著提升了絮凝剂优势形态 $Al_{13}$ 含量，其含量可达90%以上，显著提高絮凝剂的电中和能力，降低絮凝剂的投加量。
2. 显著提升污染物处理效率：本技术生产的高分子絮凝剂，较传统铁、铝药剂可显著提升天然有机物的去除效果达30%以上，有效控制消毒副产物的生成，提高饮用水的安全性。

### 专利和获奖情况：

1. 无机高分子絮凝剂及高效絮凝技术，国家科学技术进步奖二等奖，2004年

**市场分析：**随着水资源受到越来越多化学合成物和微生物等物质的污染，水体污染物呈现多样化、复杂化特点，传统絮凝剂在去除有机质细微悬浮物、微污染有机物等去除效果十分有限，已难以适应日渐复杂的水体。本技术通过优势混凝形态的分子设计，开发基于功能化絮凝剂的优化混凝核心技术，可提高污染物去除效果同时降低运行成本，在水处理领域具有良好的应用前景。

### 示范与应用案例：

技术成果主导我国高品质絮凝剂生产工艺：在天津、山东等地建成12座无机高分子絮凝剂生产厂（年产>60万吨），产品用于北京等地36个供水企业（792万 $m^3$ /日）。

