

# 杜邦膜技术及创新产品在渗滤液处理领域的应用

刘宏宇 博士†, 张健†, 鞠云立‡, 杨钧‡, 罗福华‡, 初庆伟†,

杜邦水处理†

北京世创凯捷水处理技术有限公司‡

2020年09月, 西安



# 内容

1. 公司介绍
2. 垃圾及渗滤液处理的问题和挑战
3. 如何设计稳定的渗滤液膜系统
4. 杜邦膜法解决方案在渗滤液处理中的案例
5. 近零排放处理的探讨，在挑战中前行

# 杜邦水处理（原陶氏水处理及过程解决方案）

全球化规模、高质量的制造和差异化的技术助力我们成为水处理技术的市场领导者和最佳解决方案提供者



反渗透/纳滤

FilmTec™



离子交换树脂



超滤



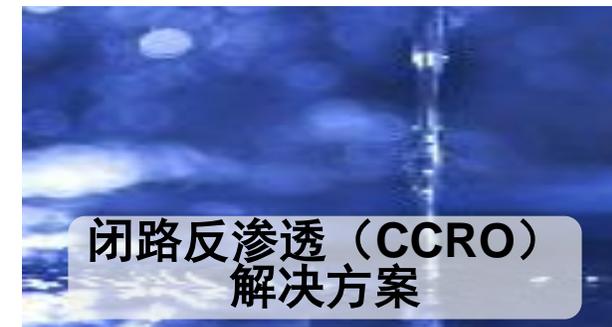
MBR解决方案



膜曝气生物膜反应器  
(MABR) 解决方案



脱气膜  
(MDG)



闭路反渗透 (CCRO)  
解决方案

# 北京世创凯捷水处理技术有限公司



## 公司简介

- 北京世创凯捷水处理技术有限公司是杜邦水处理在中国区授权的一级代理商，是一家主营销售杜邦（原陶氏）膜元件和离子交换树脂的环保公司。
- 公司于2003年成立至今，一直致力于将更完善、更高性能的杜邦（原陶氏）产品，介绍、推荐给广大用户，专注于为客户提供技术咨询及系统解决方案等配套服务。
- 我们希望与您一起，通过我们多元化的服务、高性价比的产品、共同推进中国环保行业的发展。

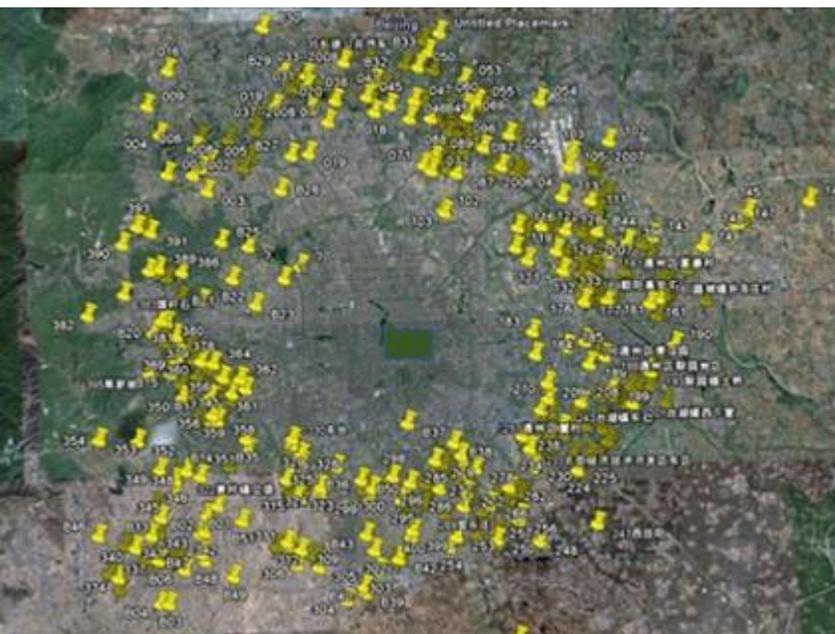


# 垃圾及渗滤液处理的问题挑战

# 垃圾引发严峻的环境问题

城镇乡村的垃圾问题日益严重，它不仅影响感观，同时污染了与我们生命至关重要的大气、水和土壤，对人们的健康构成很大威胁。垃圾已成为城市发展中的棘手问题。垃圾不仅造成公害，更是资源的巨大浪费。

根据世界银行的数据，预计到2050年，全球的每年的垃圾的产量达到34亿吨！



城市的“垃圾围城”



全球性的危机

# 垃圾渗滤液的水质

## 1.对新兴污染物的关注

以Per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) 全氟多氟烷基物质为例，

- 1940年代开始使用，一类物质的总称，玩具，包装，消费品等中有使用；
- 2016年EPA，建议PFOA，PFOS < 70 ng/L (1 ng/L = 10<sup>-6</sup> mg/L)；

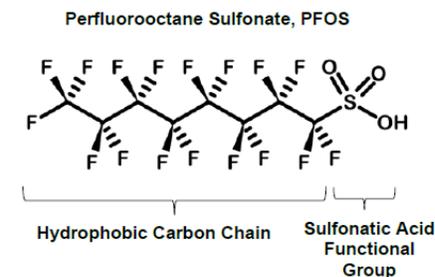
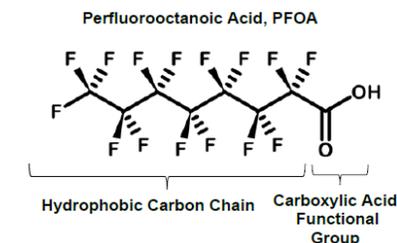
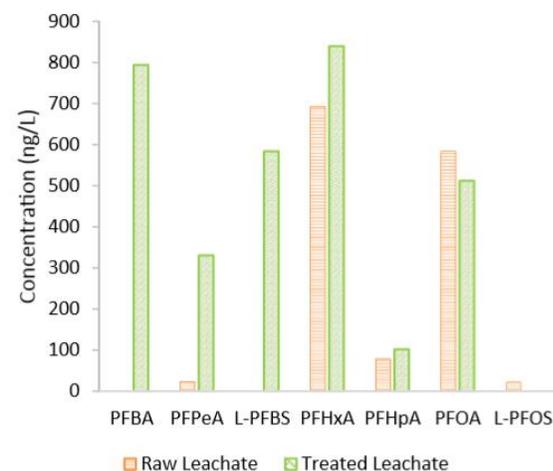
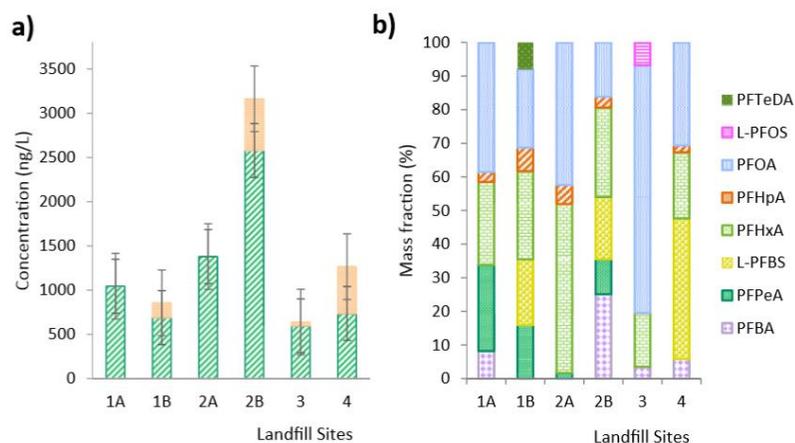


Fig. 1. PFCAs concentrations, PFSAs concentration and total concentration of PFASs as sum of PFCAs and PFSAs (a); mass fractions of individual PFASs in landfill leachate samples from the different study sites (b).

Individual PFASs concentrations before and after leachate treatment in site 2.

Source: Fuertes, I. et al., Chemosphere 168 (2017)

2. 塑料类的降解产物，及微颗粒的污染；
3. 这类研究的还不够充分，还有许多未知。

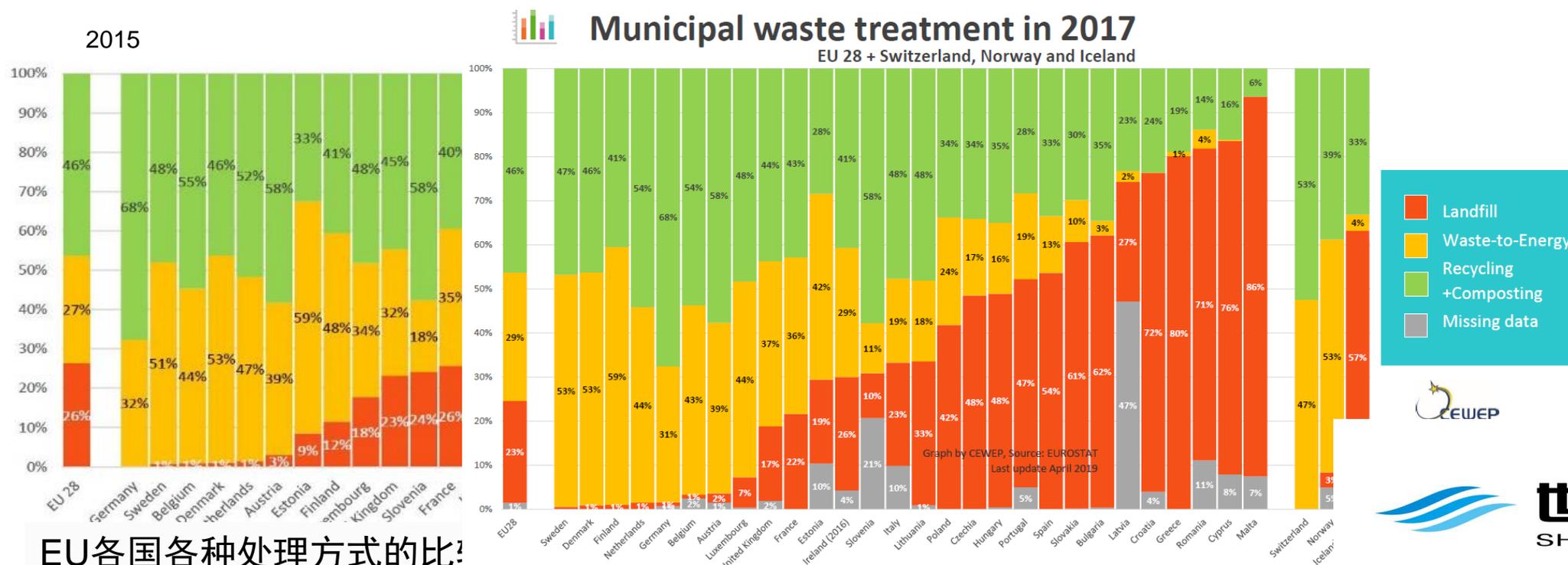
# 垃圾分类的迫切性



1. 垃圾的数量与日剧增, 带来严峻的环境问题, 包括渗滤液体量的大幅增加
2. 焚烧量的增长, 也带来固体污染向大气转移的增长

# EU Directives /legislation 欧盟垃圾政策

1. 降低可降解有机物在垃圾中的含量；
2. 到2030年垃圾的填埋量小于10%；
3. 垃圾的循环利用和发电占较高的比例，并且呈现一个上升的趋势；



EU各国各种处理方式的比  
CEWEP, Eurostat 2017, 2019

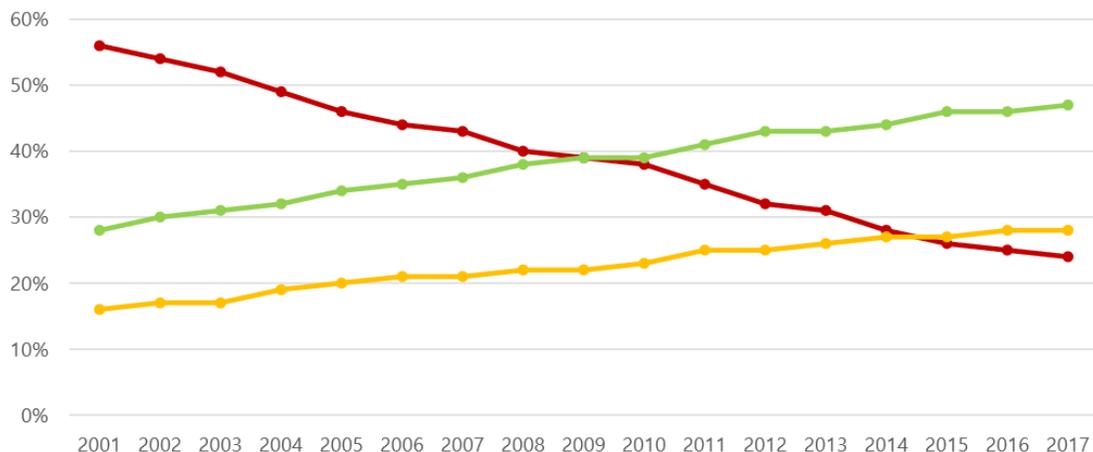


世创凯捷  
SHI CHUANG KAI JIE

# EU Directives /legislation 欧盟垃圾政策

1. 到2030年，市政垃圾循环利用比例大于65%，（47% 2018年）；
2. 到2030年，循环利用包装垃圾的比例大于75%；

EU 28 + Switzerland, Norway and Iceland  
Municipal waste treatment trends 2001-2017 EU 28



## Legend:

- Landfill -32% points
- Waste-to-Energy +12% points
- Recycling +19% points

EU各国各种处理方式的比较 来源：Graph by CEWEP, Eurostat, 2019

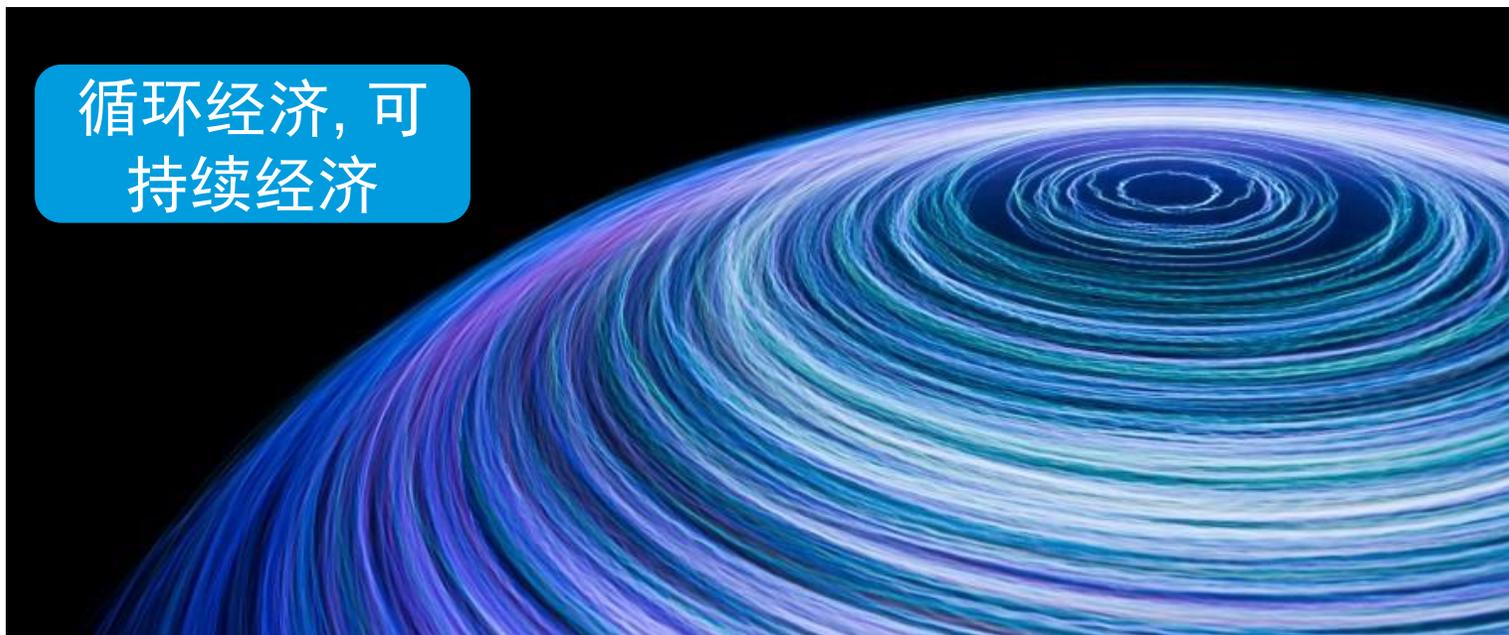
# 化学品公司对减少塑料类污染的努力

1. 塑料类污染物难分解，对环境的污染，有毒有害物质的影响持续时间持久。
2. 对海洋生态，及动物人类的健康造成巨大威胁。
3. 化学品行业的公司陶氏，杜邦等，已经开展材料的研究工作，努力减少对环境的影响。
4. 如何有效的回收，循环利用 各类废弃物， 但这方面的工作还远远不够。

“低碳生活，守护地球” “Reduce, Reuse, Recycle”



循环经济，可  
持续经济



# 国内垃圾渗滤液市场

- “十三五”5年期间渗沥液项目合计283亿，投资相对比较小。
- 预计“十四五”5年期间渗沥液项目合计130亿，投资更加相对趋于平缓。
- 预计到**2025**年度新增投资额在**20-25**亿元左右。

# 纳滤及反渗透处理渗滤液的挑战

- 原水水质成分复杂，有机物和盐分含量高，而且有严格的出水水质要求
- 纳滤及反渗透膜的污堵
- 膜法的浓水的处理，零排放的需求
- 降低运行的成本

Membrane fouling

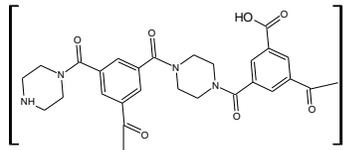
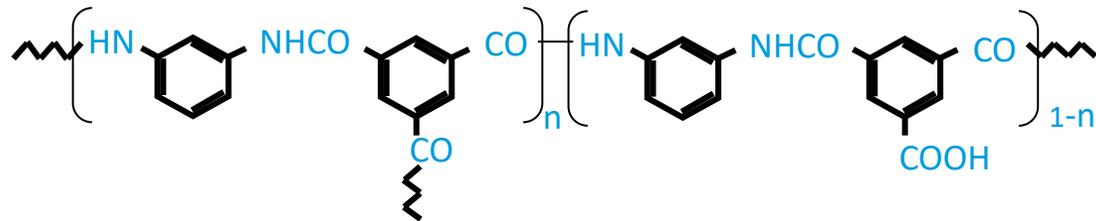


MLD requirement



# 如何设计性能稳定的渗滤液膜系统

# 杜邦在渗滤液领域常规膜产品

	纳滤(选择性)	反渗透 (高压)
膜元件型号	<b>NF270-400/34i</b>	<b>SW30HRLE-370/34i</b>
耐压等级 (bar)	41	83
脱盐层材质		
脱除率 (%)		
NaCl	/	99.7
CaCl <sub>2</sub>	/	99.9
MgSO <sub>4</sub>	>97	99.9
葡萄糖 (MW: 180)	98	99.9
蔗糖 (MW: 342)	99	99.9



测试条件: Dupont标准测试条件

# 杜邦膜元件的特点

- **NF270-400/34i 纳滤膜元件**

抗污染设计，采用34mil 宽流道；

性能稳定耐用；

采用专利的iLEC 段间自锁连接技术，安装方便；同时兼容常规连接管的膜系统；

运行压力低，回收率高，标准测试条件下单支膜元件 $MgSO_4$ 脱盐率大于97%。

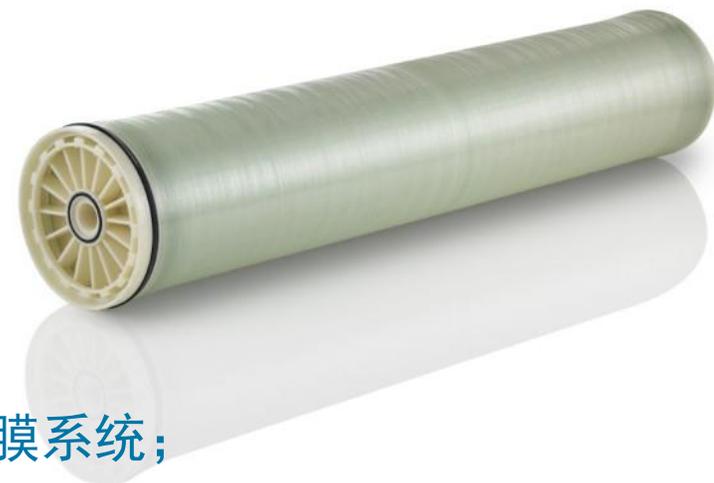
- **SW30HRLE-370/34i 反渗透膜元件**

抗污染设计，采用34mil 宽流道；

性能稳定耐用；

采用专利的iLEC 段间自锁连接技术，安装方便；同时兼容常规连接管的膜系统；

适合对脱盐率，产水氯离子有较高要求的情况，标准测试条件下单支膜元件NaCl脱盐率99.80%



# 膜元件的性能

- **NF270-400/34i 纳滤膜元件**

纳滤膜其能够截留两价以上阴离子(SO<sub>4</sub>, CO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>), 及和它们配对的阳离子, 同时一价阴离子(Cl, NO<sub>3</sub>)能够透过NF膜系统;

同时能够除TOC和COD, 去除率和通常有机物的形态, 特性有关;

pH耐受范围比反渗透相对收窄。

- **SW30HRLE-370/34i 反渗透膜元件**

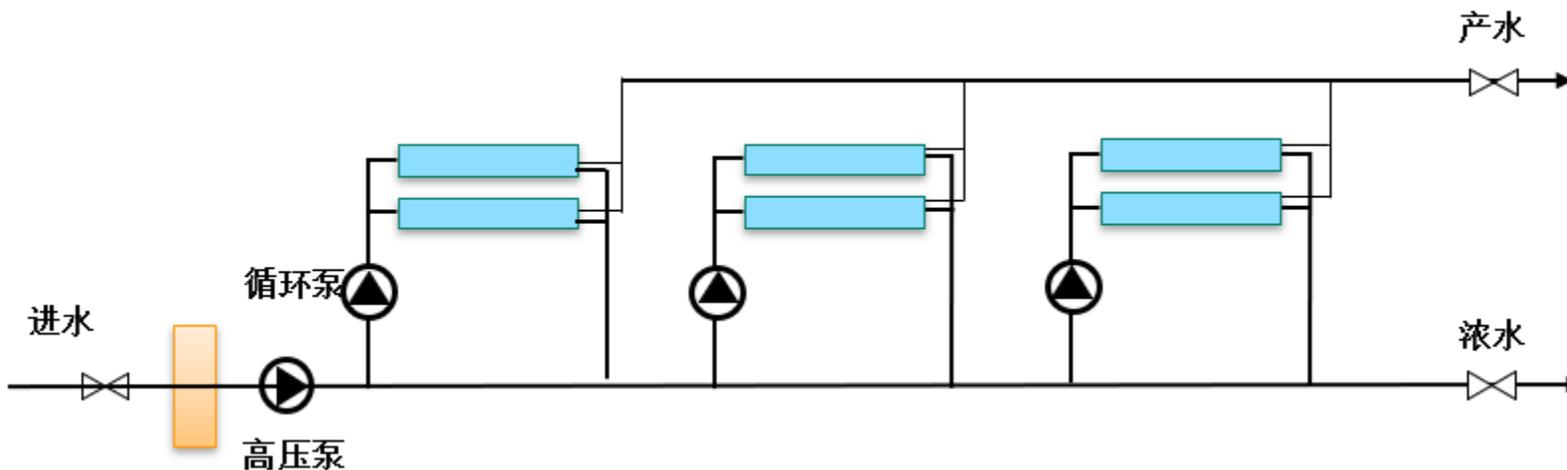
反渗透膜元件能无选择的去除各类离子, 有机物, 对氨氮, 总氮也很高的去除率;

更宽的pH耐受范围, 出色的化学稳定性;

稳定的质量控制, 先进制作工艺。



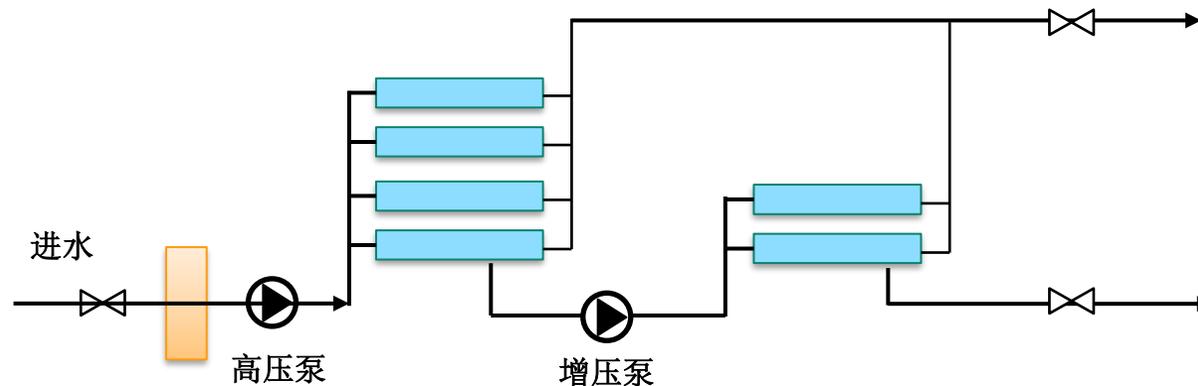
# 纳滤膜系统设计：浓水内循环工艺



- 常用于工艺物料的浓缩，渗滤液处理等特殊应用场合
- 特别适用于渗透压不产生急剧增加的情况
- 通常采用两个或者三个回路的设计，每个回路膜壳数量一致，配置单独的循环泵
- 膜组件内维持较高浓水流速

# 纳滤膜系统设计：浓水内循环工艺

与常规膜系统的比较



系统参数	原水一次通过式设计	浓水内循环设计
进水组成	必须稳定	允许改变
系统回收率	必须稳定	允许改变
进口至出口间压力	下降	一致
能耗	较低	较高 (15-20%)
泵的数量	较低	较高
从独断系统中隔离或投运某一段	难以实现	可能
系统透盐率	较低	较高

# 纳滤膜系统设计：浓水内循环工艺

设计	典型产水能力	排列	单套膜支数	典型运行压力 <sup>[注]</sup>	循环泵压力	回收率
三回路	500m <sup>3</sup> /d	2*6+2*6+2*6	36支	6-8.0 Bar	2-3.0 Bar	80-85%
双回路	280m <sup>3</sup> /d	2*6+2*6	24支	6-8.0 Bar	2-3.0 Bar	80-85%

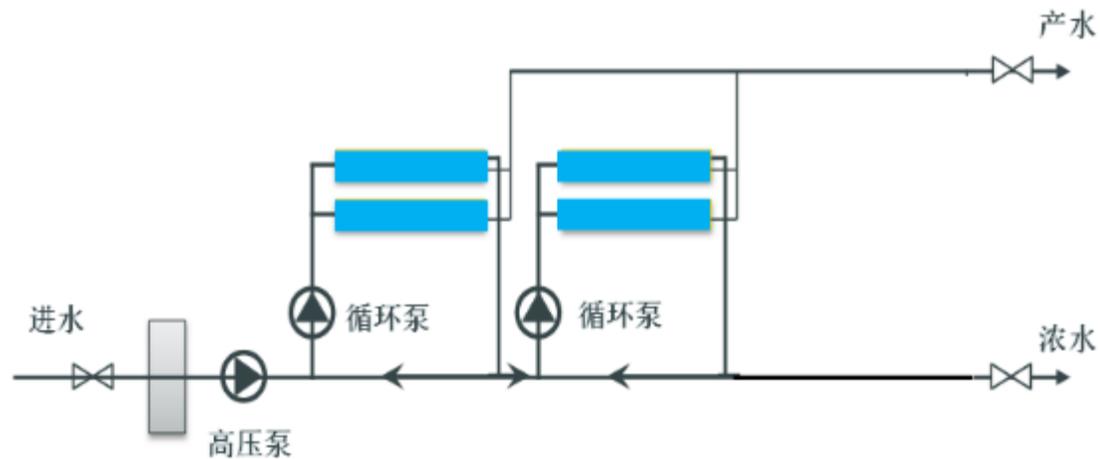
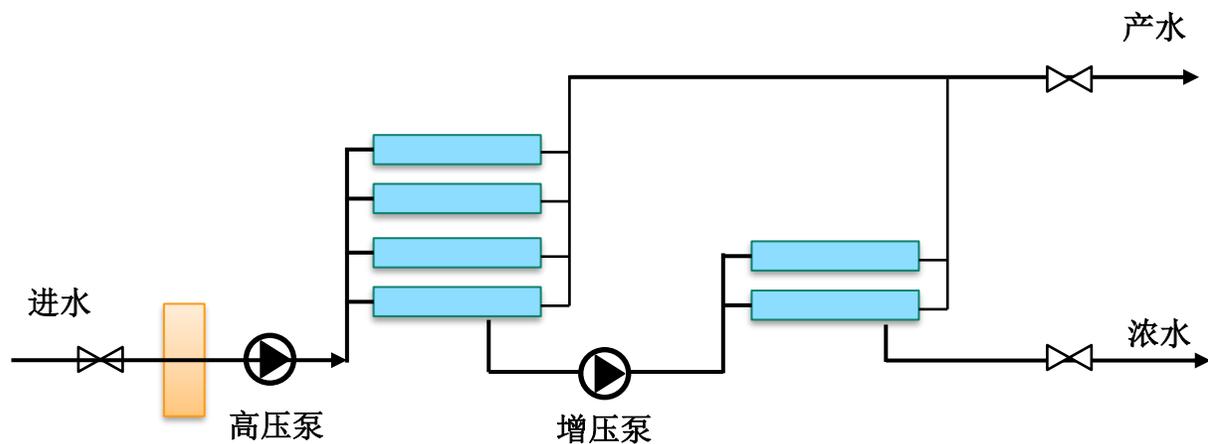
## 内循环优点：

- 错流流速大，抑制浓差极化现象，减缓膜污染发生
- 保证末支浓水流速的前提下，能耗相对系统浓水循环略低
- 一，二段产水水质相对系统循环更好

## 缺点：

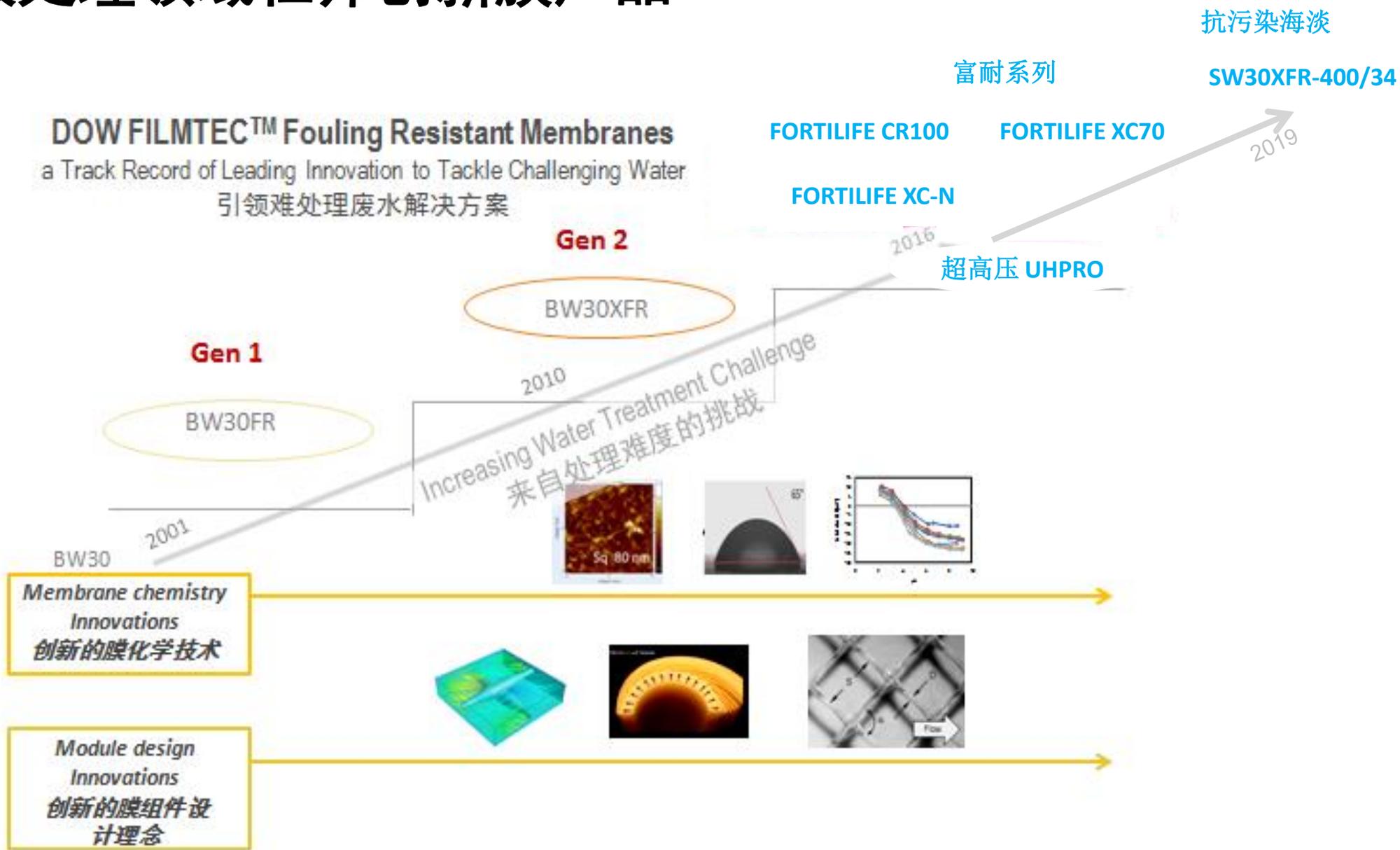
- 末段产水水质急剧变差，易导致末段出现产水色度
- 管路相对复杂，泵的成本更高

# 反渗透膜系统设计

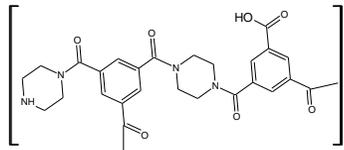
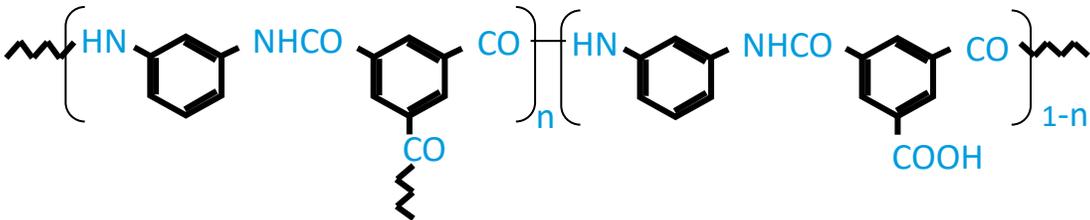


- 通常采用两段或三段式设计；
- 采用常规结构还是内循环设计；
- 可以增加回流降低污染。

# 在渗滤液处理领域杜邦创新膜产品



# 杜邦膜创新膜产品

	纳滤NF	反渗透RO	反渗透SWRO	UHPRO
Type	Fortilife™ XC-N	Fortilife™ CR100	SW30XFR-400/34, Fortilife™ XC70	XUS180808
最高压力(bar)	41	41	83	120
材质				
脱除率(%)				
NaCl	/	99.7	99.8/99.7	99.7
CaCl <sub>2</sub>	/	/	99.9	/
MgSO <sub>4</sub>	>99	/	99.9	/
Glucose葡萄糖 (MW:180)	98	99.7	99.9	99.9
 Saccharose蔗糖 (MW:342)	99	99.8	99.9	99.9

# 创新的抗污染海淡膜元件 FILMTEC™ SW30XFR-400/34



*Designed to handle biofouling  
in SWRO Desalination Plants*

01

采用了抗污染设计

02

采用了LDP的宽流道格网，压差低

03

产品更加持久耐用



# 杜邦膜法解决方案在渗滤液处理中的案例

北方某垃圾填埋厂应用案例

南方某垃圾焚烧发电厂应用案例

浙江某垃圾填埋厂纳滤富耐XC-N应用案例



近零排放处理的探讨，在挑战中前行

# 超高压反渗透膜元件

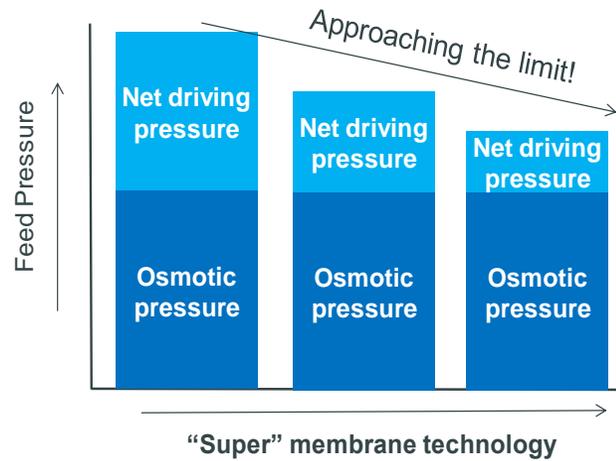
- 基于高压FILMTEC™ SW30 膜片技术
- 特殊的膜元件结构包括聚砜产水中心管和端面
- 最高操作压力120bar @ <30°C
- 8, 4和2.5英寸直径元件尺寸，适配于标准压力容器
- 进水流道34 mil
- 标准测试性能：产水量1.17 m<sup>3</sup>/h（7,400 gpd），稳定脱盐率 99.7 %  
（标准测试条件：32,000 ppm NaCl, 800 psi (5.5 MPa), 77° F (25 °C), pH 8, 8%回收率）



产品名称	最大操作压力	直径 (英寸)	长度 (英寸)	有效膜面积 (ft <sup>2</sup> ) (m <sup>2</sup> )	
XUS180808	120bar (30°C)	7.9	40	330	30.6
XUS180804	120bar (30°C)	3.9	40	73	6.8
XUS180802	120bar (30°C)	2.4	40	22	2

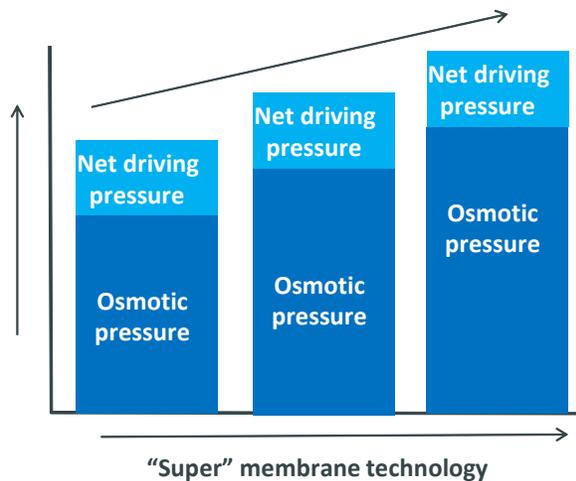
元件为卷式结构，与传统膜元件类似，适配于相同尺寸压力容器中（注意压力容器耐压等级）

# 卷式超高压反渗透 (UHPRO): 浓水的减量



膜元件型号	标准产水量 (gpd)	标准脱盐率 (%)	浓水盐份 (mg/L, 以 NaCl 计算)
SW30HRLE-370	6,700	99.8	60,000
SW30XFR-400/34	7,500	99.8	60,000
富耐 XC70	8,200	99.7	70,000
卷式超高压	7,400	99.7	110,000

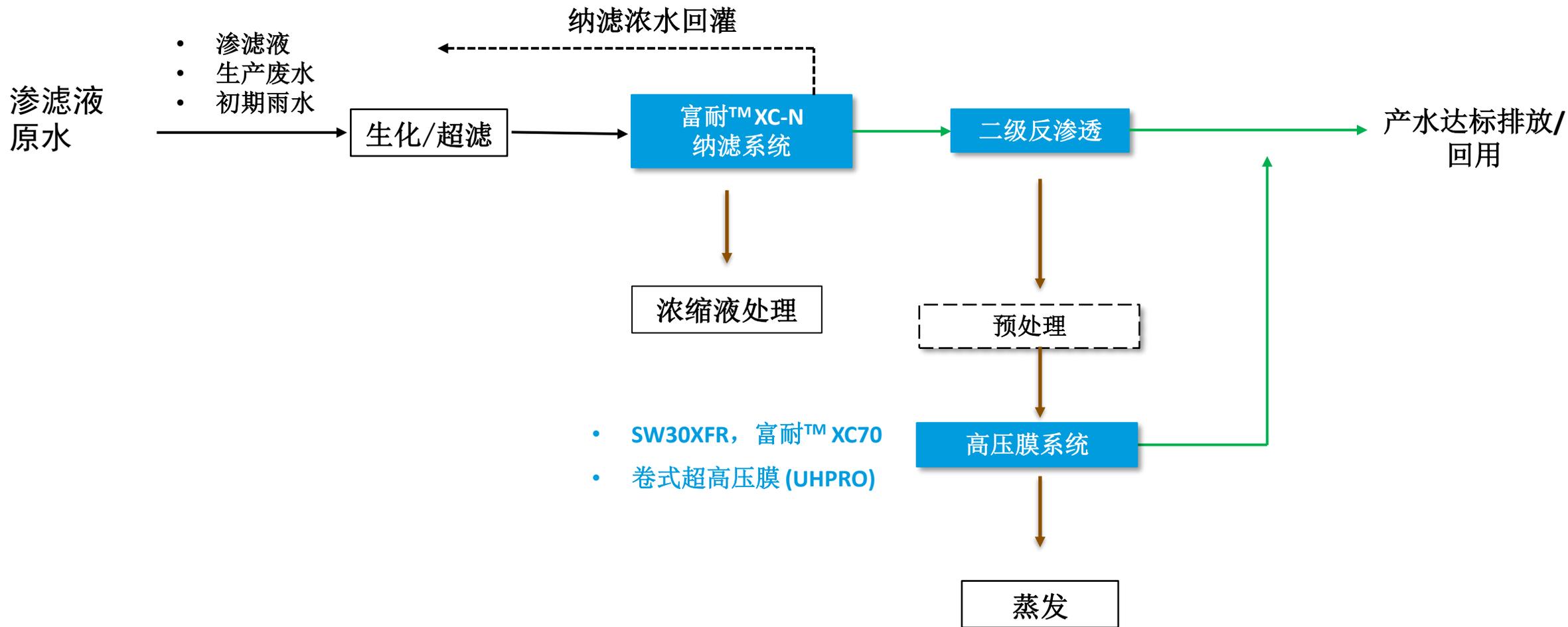
浓缩TDS提升



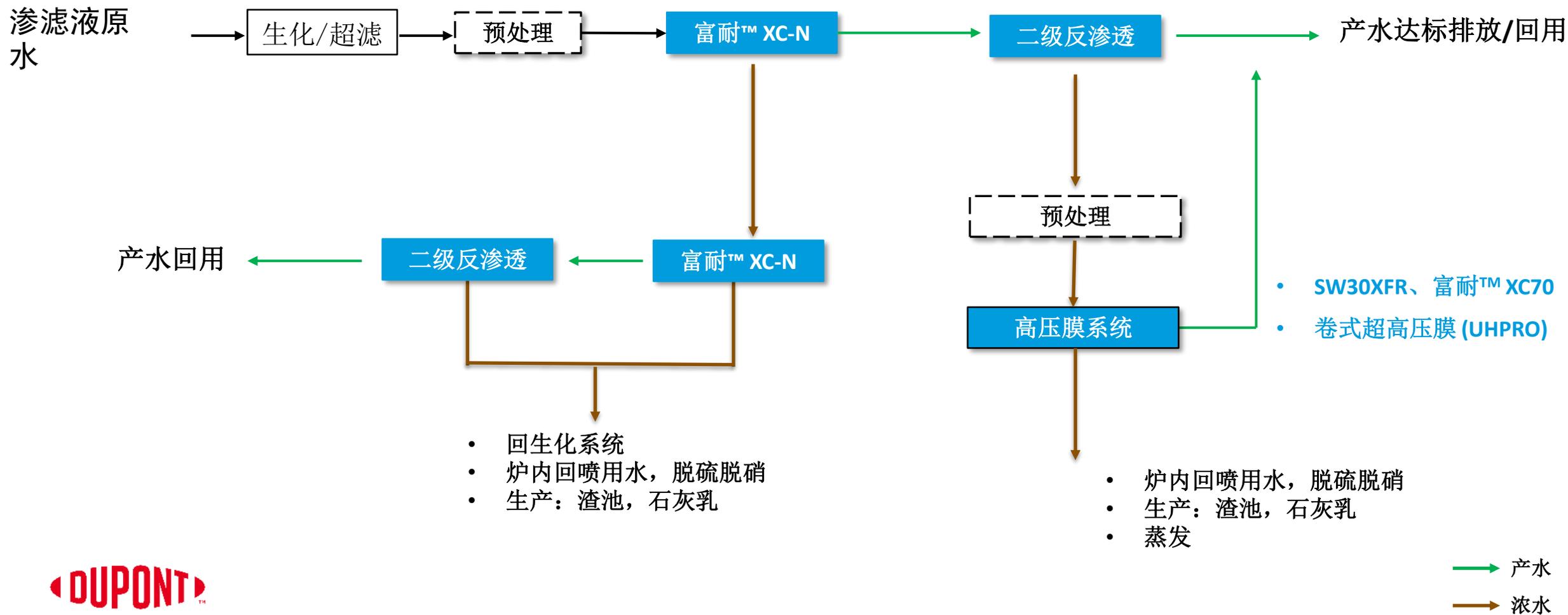
	富耐™苦咸水反渗透	抗污染海水反渗透	超高压RO (UHPRO)
膜元件型号	富耐™ CR100	SW30XFR/XC70	XUS180808 Gen II
耐压等级 (bar)	41	83	120

耐压等级提升

# 典型渗滤液近零排放设计路线-填埋场



# 典型渗滤液近零排放设计路线-焚烧





Copyright © 2020 DuPont. All rights reserved. The DuPont Oval Logo and DuPont™ are trademarks of E. I. du Pont de Nemours and Company or its affiliates. The Dow Diamond Logo and Dow™ are trademarks of the Dow Chemical Company or its affiliates.

No freedom from infringement of any patent or trademark owned by DuPont or others is to be inferred. Because use conditions and applicable laws may differ from one location to another and may change with time, Customer is responsible for determining whether products and the information in this document are appropriate for Customer's use and for ensuring that Customer's workplace and disposal practices are in compliance with applicable laws and other government enactments. The product shown in this literature may not be available for sale and/or available in all geographies where DuPont is represented. The claims made may not have been approved for use in all countries. DuPont assumes no obligation or liability for the information in this document. References to "DuPont" or the "Company" mean the DuPont legal entity selling the products to Customer unless otherwise expressly noted. **NO WARRANTIES ARE GIVEN; ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE EXPRESSLY EXCLUDED.**