



**LANXESS**  
Energizing Chemistry

# 离子交换树脂: 超纯水的生产和废水处理

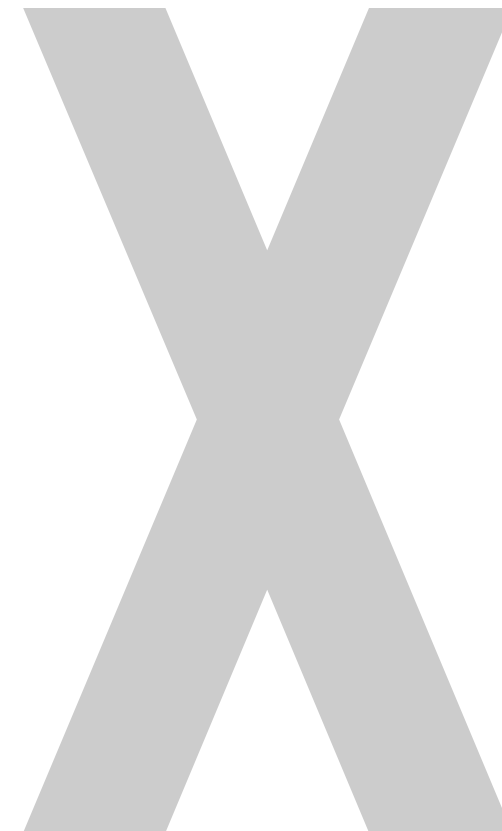
Archy Su

Mobile: 17388754818

Wed: [www.wamuchin.com](http://www.wamuchin.com)

# 议程

1. 朗盛公司介绍
2. 离子交换树脂的原理
3. 离子交换树脂的操作方式和设备
4. 离子交换树脂的再生
5. 离子交换树脂在半导体生产中的应用
6. 离子交换树脂的应用设计，运行准则和一些常见问题
7. 超纯水用离子交换树脂的质量要求和挑战



# 朗盛公司介绍

# 朗盛 – 布局全球的特殊化学品公司



## 特殊化学品公司



- 2004年从拜尔集团剥离
- 特殊化学品产品组合：化学中间体、添加剂、特殊化学品与塑料

## 全球成功故事



- 在 33 个国家拥有约 13100 名员工
- 2022 年的全球销售额约为 81 亿欧元

## 追求盈利能力与灵活度的战略



- 增强自身在中等规模市场中的领先地位
- 巩固欧洲市场，扩张美国与亚洲市场

# 朗盛的战略焦点

## 消费者保护



- 香精香料 (F&F)
- **液体净化技术 (LPT)**
- 材料保护品 (MPP)
- 赛拓 (SGO)

## 特殊添加剂



- 润滑油添加剂 (LAB)
- 聚合物添加剂 (PLA)
- 莱茵化学 (RCH)

## 高品质中间体



- 高品质工业中间体 (AII)
- 无机颜料 (IPG)

**更具灵活性  
强大的现金流  
坚实的增长平台**

## 关键信息

- **客户数量:** >1,500
- **销往国家:** >85
- **产品:** >160
- **生产工厂:** 3
- **研发中心:** 全球6个技术中心
- **雇员数量:** 大约500名
- **市场地位:** 全球三家领先的离子交换树脂 (IXR) 生产商之一
- **业务范围:** 离子交换树脂, 氧化铁吸附剂和功能聚合物

## 2022年销售收入, 按照终端应用统计



## 2022年销售收入, 按照地区统计



# 多用途的特殊化学品 – 全面的产品组合提供先进解决方案

## 产品和品牌

**X Lewatit®**

**X Lewatit®**  
Scopeblue

- 用于许多行业 and 应用的离子交换树脂、吸附剂和功能聚合物

**X Bayoxide®**

- 水处理用颗粒氧化铁吸附剂

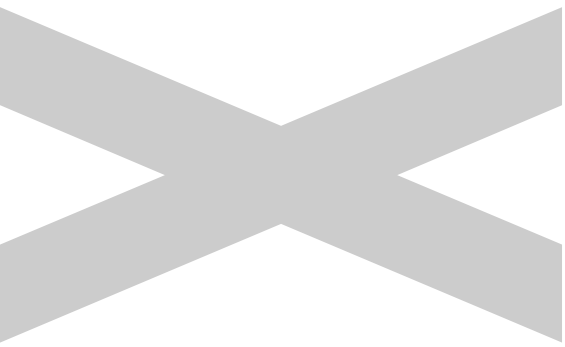
**LewaPlus®**

- 用于离子交换树脂装置的设计和  
优化软件

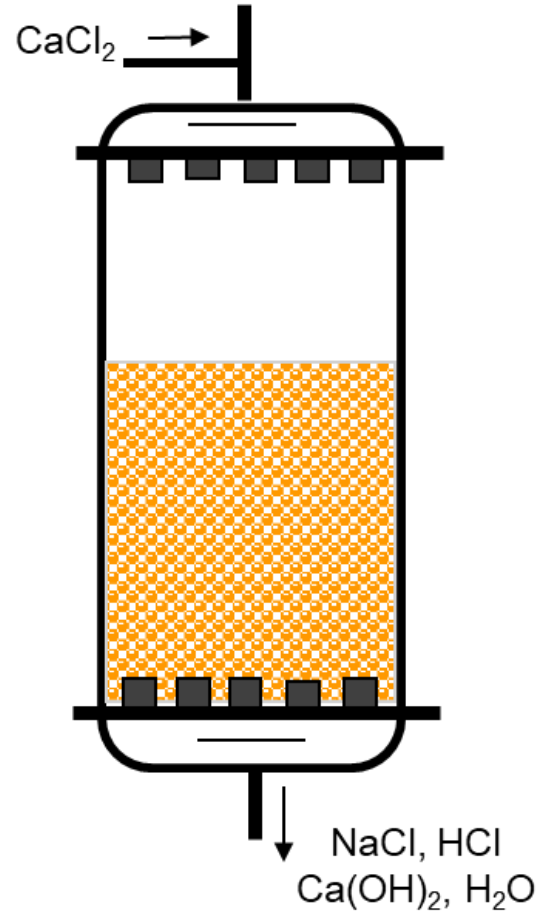
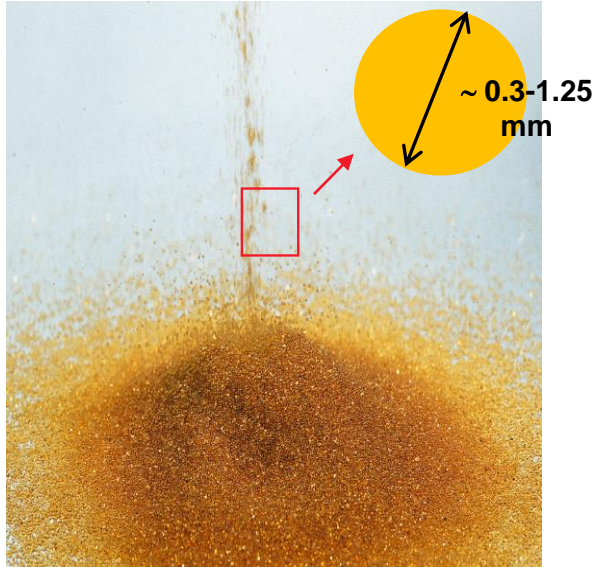
## 应用行业



# 离子交换树脂的原理



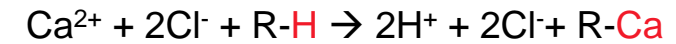
# 什么是离子交换树脂?



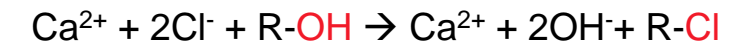
## 如果钠型树脂



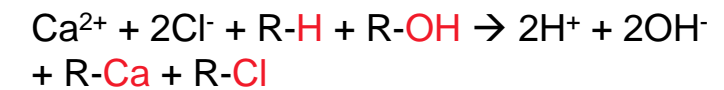
## 如果是氢型树脂



## 如果是氢氧根型树脂



## 如果是混合床树脂 (氢和氢氧根型)

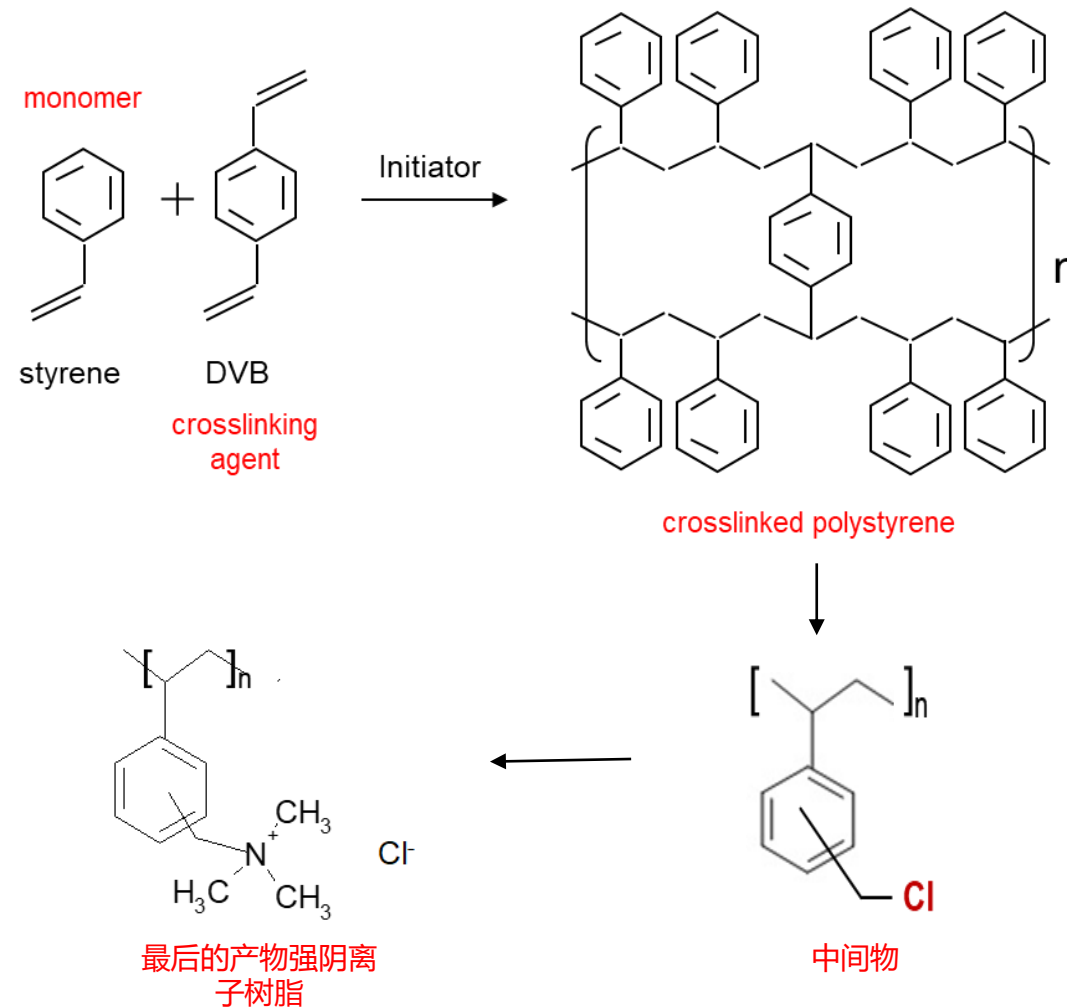


# 离子交换树脂是怎么制造的

## 树脂生产流程

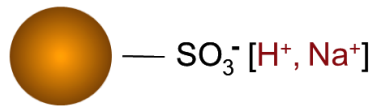


## 聚合和功能团化 (以强碱性阴离子树脂为例)



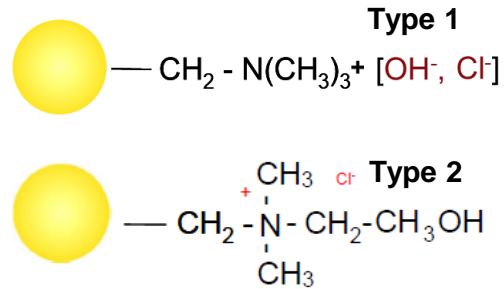
# 离子交换树脂: 不同的型号

## SAC 强酸性阳离子交换树脂



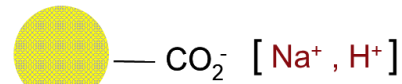
- 强酸性官能团
- 容量: ~ 1.6-2.4 当量每升
- 从Na<sup>+</sup> 到 H<sup>+</sup>大约膨胀10%

## SBA 强碱性阴离子交换树脂



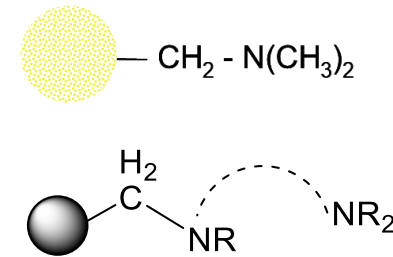
- 强碱性官能团
- 容量: ~ 1.0-1.4 当量每升
- 从Cl<sup>-</sup> 到 OH<sup>-</sup>大约膨胀10%

## WAC 弱酸性阳离子交换树脂



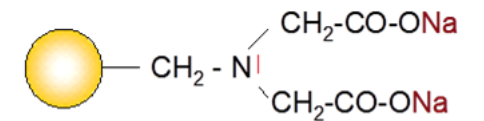
- 弱酸性官能团
- 容量: ~ 3.7-4.6 当量每升
- 从H<sup>+</sup> 到 Na<sup>+</sup>大约膨胀60-70%

## WBA 弱碱性阴离子交换树脂



- 弱碱性官能团
- 容量: ~ 1.3-3.4 当量每升
- 从游离碱到HCl大约膨胀25-45%

## Chelating Resins 螯合型离子交换树脂



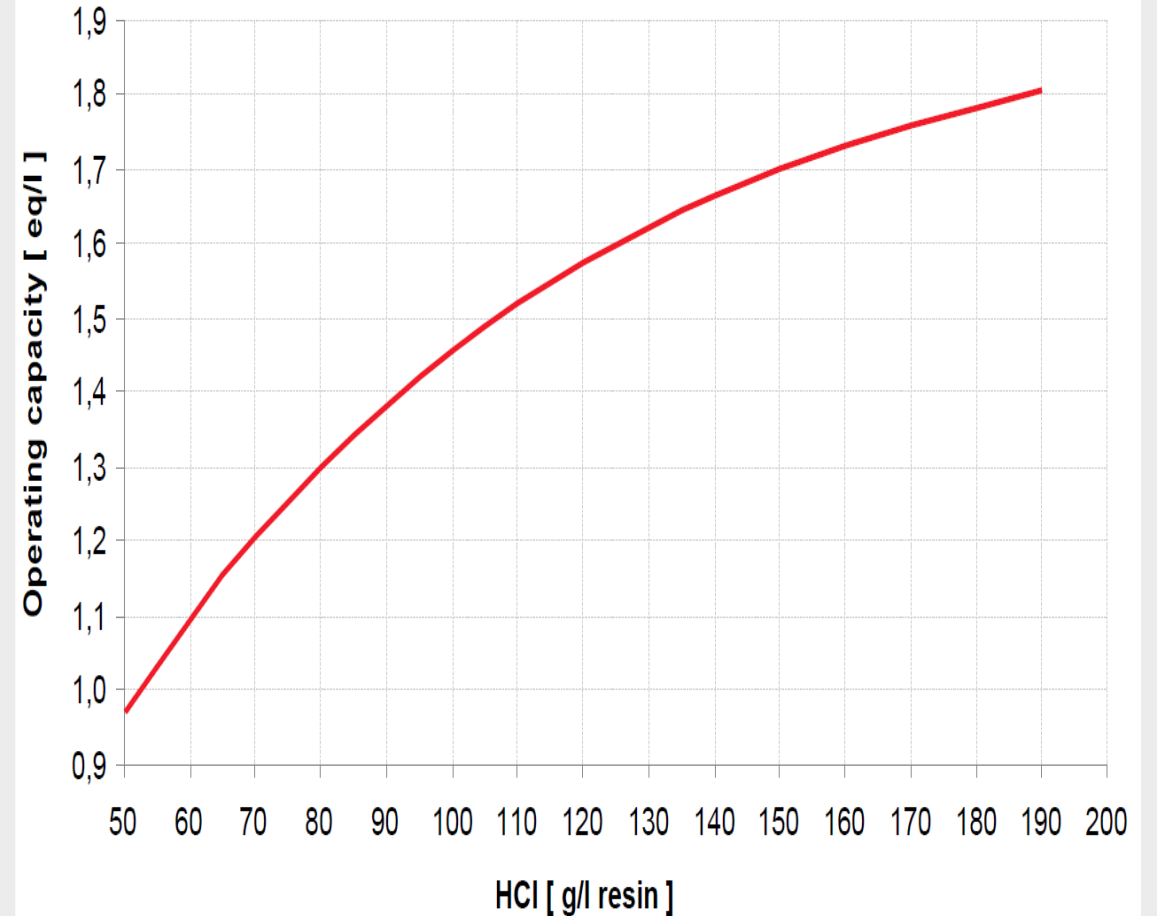
- 螯合性官能团
- 容量: 2.0-3.0 当量每升
- 从Na<sup>+</sup> 到 Na<sup>+</sup>大约膨胀20-35%

# 重要树脂参数: 容量

## 总容量(TC), 工作容量 (OC)

- **TC: 全部存在的离子交换容量**
- **OC: 真正的运行中达到的交换容量。它与以下因素有关:**
  - 总容量 (TC)
  - 再生剂量
  - 生水中的离子含量
  - 特定流量 (BV/h), 离子装载率
  - 竞争离子浓度和水中盐的总浓度
  - 温度
  - 终点选择
  - 悬浮颗粒量
  - 污染
  - pH
  - 络合剂
  - 串联的离子交换容器数目

## 工作容量受再生剂量的影响



# 重要树脂参数: 骨架结构

## 骨架 (苯乙烯或丙烯酸), 结构 (凝胶/大孔)

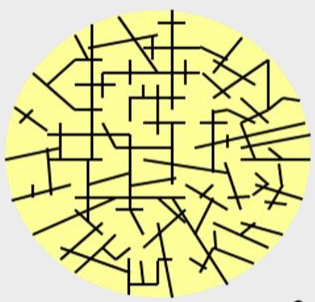
### ■ 骨架

- 苯乙烯最普遍
- 丙烯酸类在高温下不太稳定, 但更容易再生

### ■ 结构:

- 凝胶: 较高的容量, 较长的运行周期
- 大孔: 较高的机械, 化学和渗透压稳定性, 不容易被污染, 有可膨胀空间, 较低的容量和叫高的含水量

#### Gel-Type Polymer:



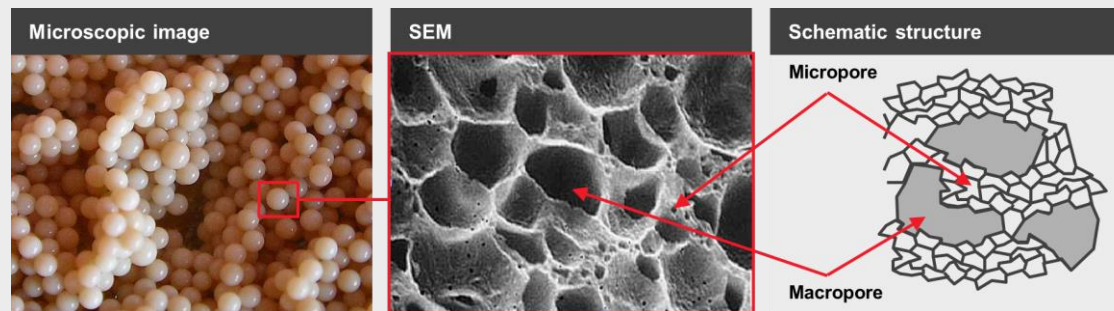
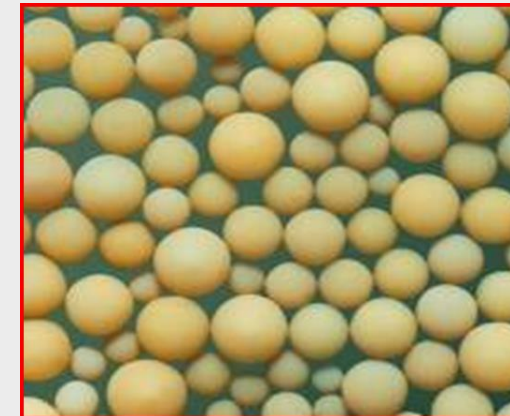
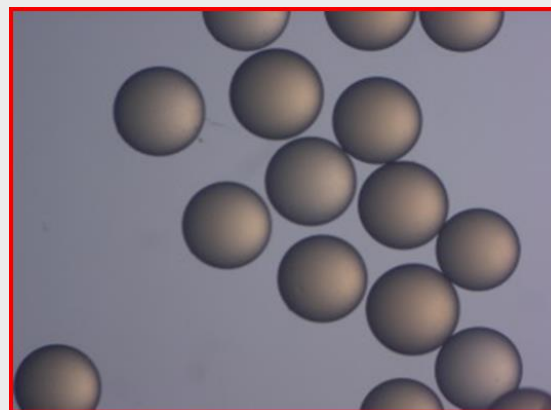
Micro-Pores (5 - 200 Å)

#### Macro-porous Type Polymer:



Micro-Pores (5 - 200 Å) and  
Macro-Pores (200 - 1000,000 Å)

## 光学/电子显微镜照片

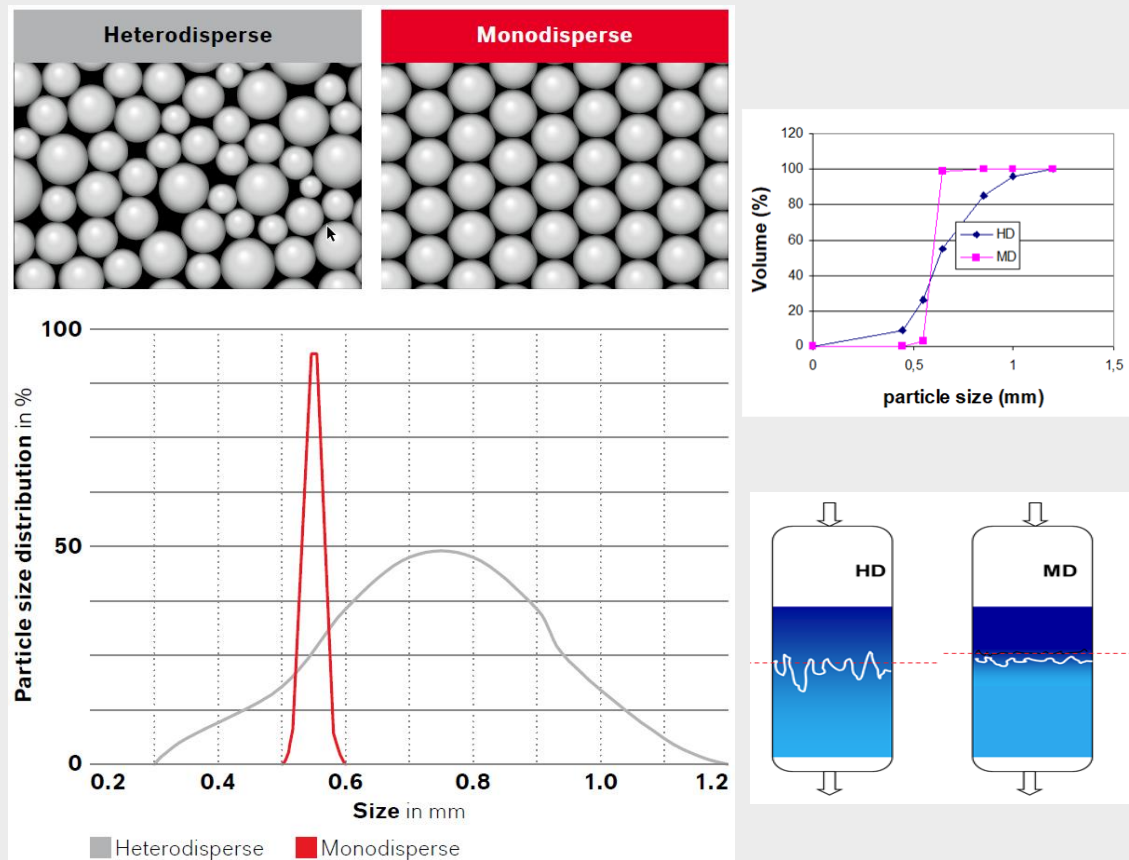


# 重要树脂参数: 均一系数

## 均一系数 (UC)

- 计算公式  $D_{60}/D_{10}$ 
  - 数值越小, 树脂颗粒大小越均匀
  - 均粒树脂的 UC < 1.1
- 均粒树脂的优点:
  - 在机械和渗透压力下更稳定
  - 运行中的压力损失小
  - 更高的工作容量
  - 非常少的细颗粒: 最多 0.3 Vol% 小于 0.315 mm
  - 挡板上喷嘴很少堵塞
  - 均匀的吸附饱和及再生
  - 要求的洗涤水量少

## 非均粒树脂和均粒树脂的比较

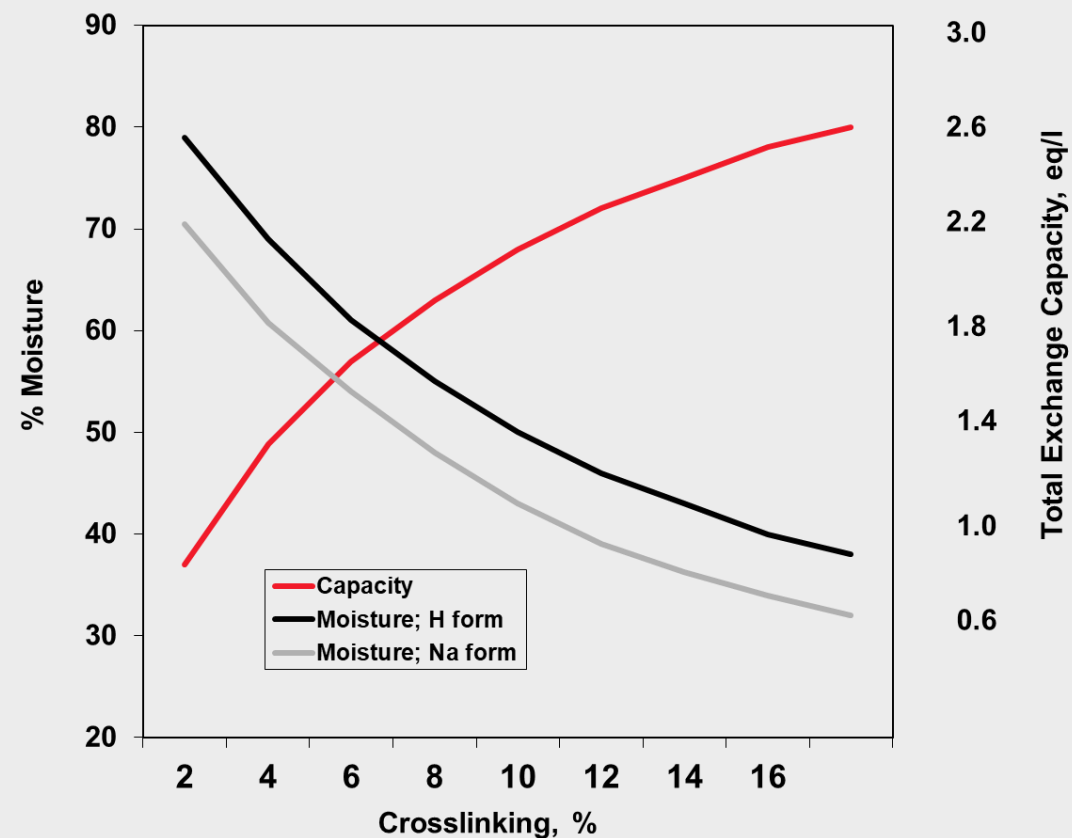


# 重要树脂参数:交联度和水含量

## 交联度 (crosslinking)和水含量 (WR)

- 水含量离子交换树脂所带的吸附水的量, 它间接地反应了交联度的大小(假设是同一类树脂)
- 高交联度(低水含量):
  - 更强的结构, 更稳定, 更能抵御高温高氧化剂的降解
  - 更低的水含量
  - 更高的容量, 对离子有更高的选择性
  - 一般价格更高
  - 一般用在更恶劣的水介质环境中
- 低交联度(高水含量):
  - 更脆弱, 容易在强氧化性的环境下降解
  - 价格较低, 容量较小
  - 高再生效率

## 交联度, 含水量 和容量之间的关系



# 离子交换树脂的选择性

## 选择性准则

### 强酸阳离子树脂

- 多价离子 > 单价离子
- 高交联度 → 高选择性
- 常见离子:  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{NH}_4^+ > \text{Na}^+ > \text{H}^+$
- 最低的选择性离子:  $\text{Li}^+$
- 最高的选择性离子:  $\text{Ba}^{2+}$

### 强碱阴离子树脂

- 类型 1 > 类型 2
- 强酸性离子 > 弱酸性离子
- 复杂的含氧阴离子 > 普通的阴离子
- 普通离子:  $\text{HSO}_4^- > \text{NO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{OH}^- > \text{HSiO}_3^-$
- 最低的选择性离子:  $\text{HSiO}_3^-$
- 最高的选择性离子: 苯磺酸根

## 选择性系数 (强酸阳离子树脂和强碱阴离子树脂)

Ion	DVB Crosslinking			
	4%	8%	10%	16%
Li+	0.76	0.79	0.77	0.68
H+	1.00	1.00	1.00	1.00
Na+	1.20	1.56	1.61	1.62
$\text{NH}_4^+$	1.44	2.01	2.15	2.27
K+	1.72	2.28	2.54	3.06
Rb+	1.86	2.49	2.69	3.14
Cs+	2.02	2.56	2.77	3.17
Ag+	3.58	6.70	8.15	15.6
Tl+	5.08	9.76	12.6	19.4
$\text{UO}_2^{2+}$	1.79	1.93	2.00	2.27
Mg <sup>2+</sup>	2.23	2.59	2.62	2.39
Zn <sup>2+</sup>	2.37	2.73	2.77	2.57
Co <sup>2+</sup>	2.45	2.94	2.92	2.59
Cu <sup>2+</sup>	2.49	2.93	3.15	3.03
Cd <sup>2+</sup>	2.55	2.95	3.23	3.37
Ni <sup>2+</sup>	2.61	3.09	3.08	2.83
Ca <sup>2+</sup>	3.40	4.06	4.42	4.95
Sr <sup>2+</sup>	3.56	5.13	5.85	6.87
Pb <sup>2+</sup>	5.03	7.80	8.92	12.2
Ba <sup>2+</sup>	5.40	8.70	9.42	14.2

Ion	Base Strengths	
	Type 1	Type 2
OH-	1.0	1.0
Benzene Sulphonate	500	75
Salicylate	450	65
Citrate	220	23
I-	175	17
Phenate	110	27
$\text{HSO}_4^-$	85	15
$\text{ClO}_3^-$	74	12
$\text{NO}_3^-$	65	8
CN-	28	3
$\text{HSO}_3^-$	27	3
$\text{BrO}_3^-$	27	3
$\text{NO}_2^-$	24	3
Cl-	22	2.3
$\text{HCO}_3^-$	6	1.2
$\text{IO}_3^-$	5.5	0.5
Formate	4.6	0.5
Acetate	3.2	0.5
F-	1.6	0.3
$\text{HSiO}_3^-$	< 1.0	< 1.0

# 离子交换树脂的降解

## 氧化 – 引起树脂降解的主要因素

### 氧化能引起交联度降低

- 较高的温度和催化剂的存在会加速降解
- 水含量增高, 容量降低

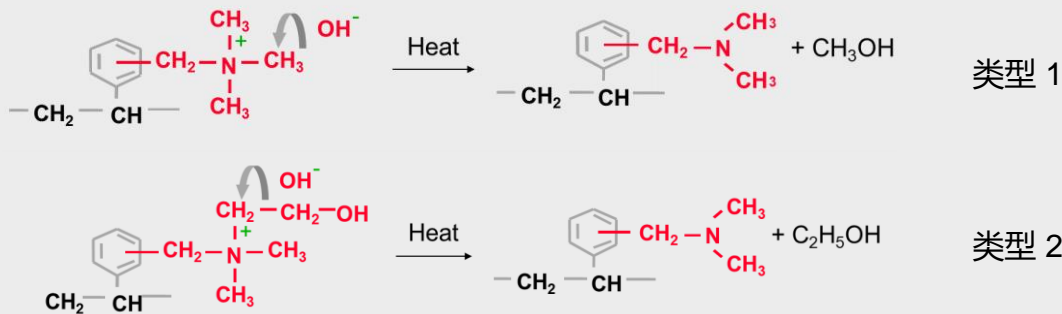
### 最稳定的树脂型式

- SBA-Cl, SAC-H

### 抗高温性:

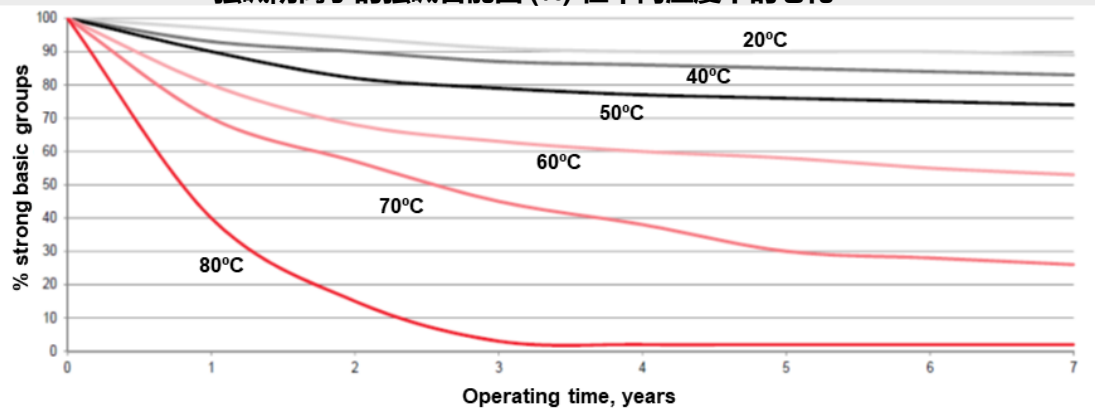
- SAC > WBA > SBA
- 苯乙烯类 > 丙烯酸类
- SBA 1型 > SBA 2型

### 强碱阴离子树脂: 稳定性比强酸阳离子树脂低, 特别是在高温下

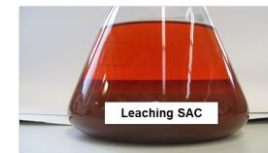
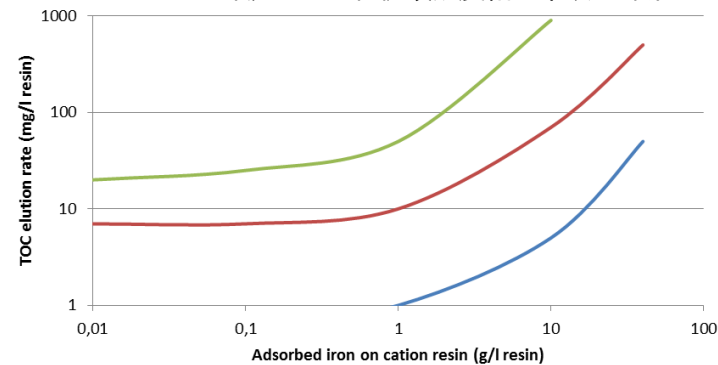


## 温度, 氧化剂和催化剂对树脂稳定性的影响

强碱阴离子的强碱官能团 (%) 在不同温度下的老化



TOC elution in a Iron / H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> background  
冲洗出的总有机碳浓度和水中铁/过氧化氢的关系



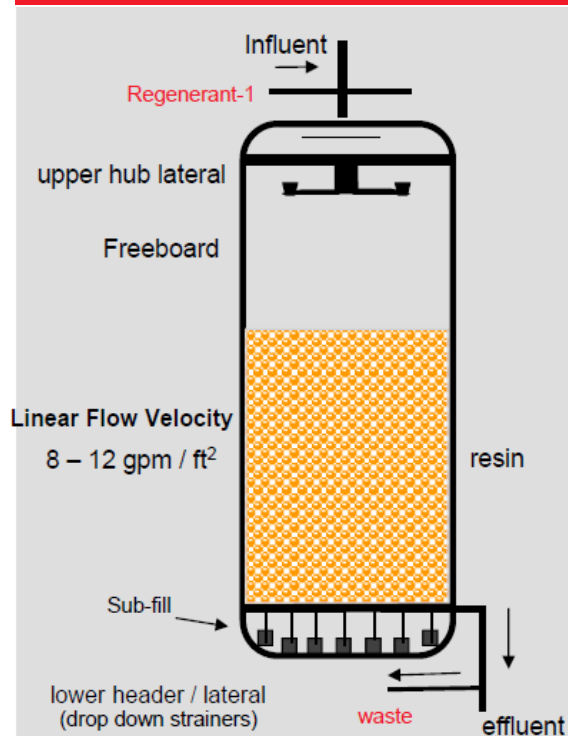
- 0.5g H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/ liter resin
- 2.5g H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/ liter resin
- 250g H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/ liter resin

强酸阳离子树脂

# 离子交换树脂的操作方式和设备

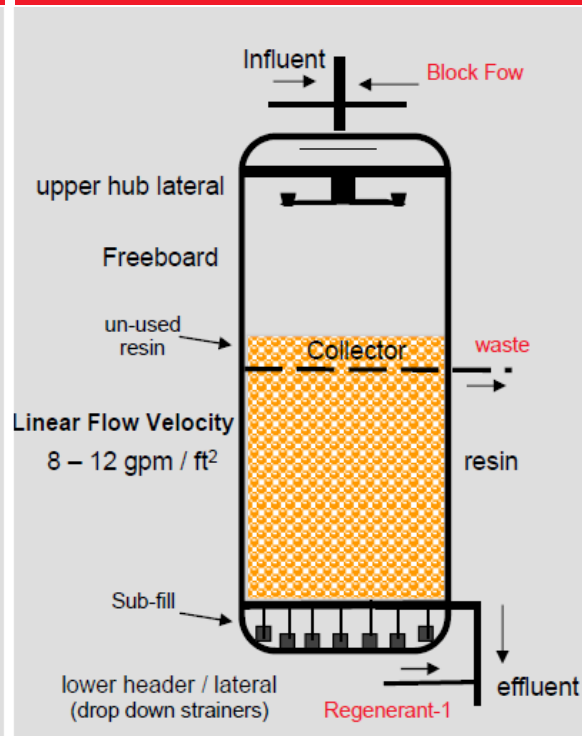
# 不同的离子交换树脂操作系统

## 顺流再生



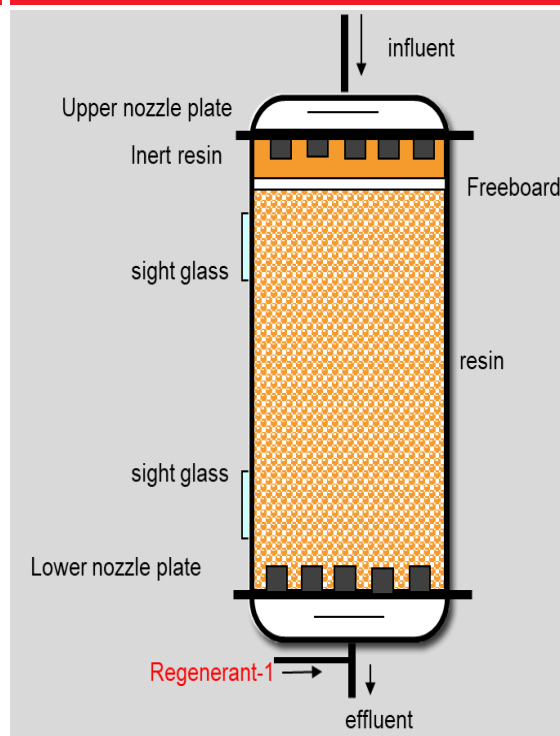
- 操作简便
- 高渗漏
- 再生成本高

## 逆流再生



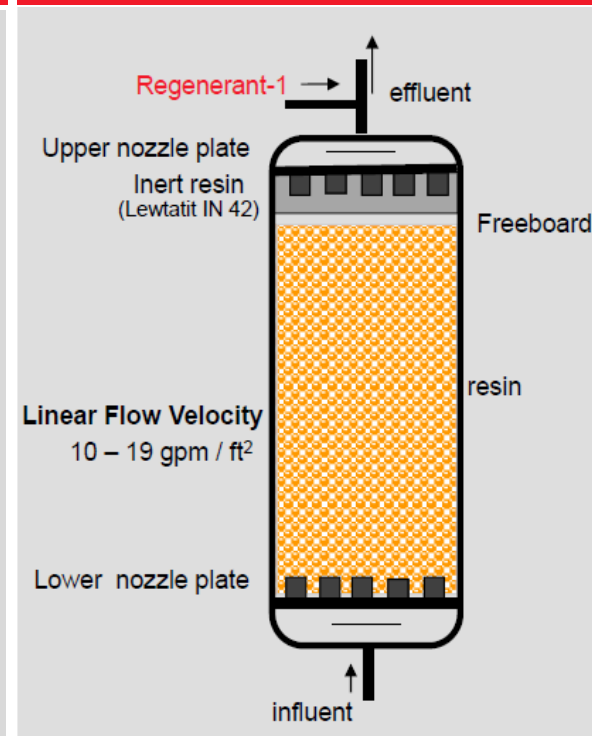
- 需要阻流，产生较多再生废水
- 低渗漏
- 再生成本低

## UPCORE 逆流再生



- 需要外部设备反洗
- 低渗漏，再生成本低
- 需要较高的再生流量，产生较多再生废水

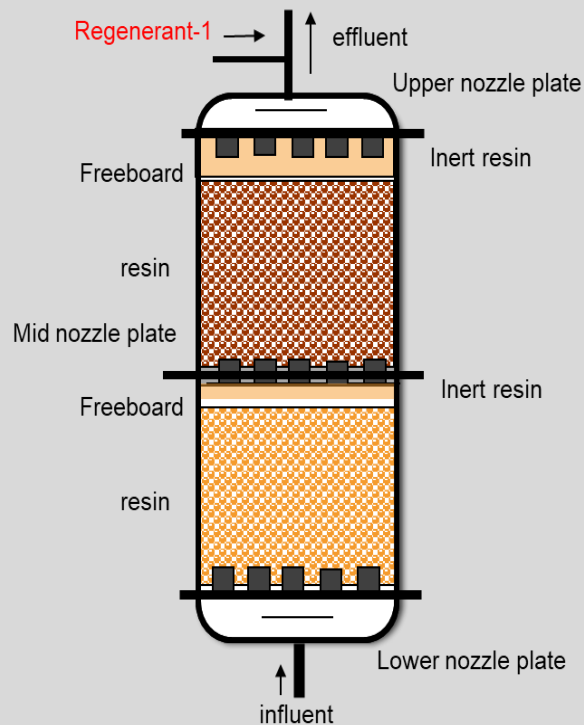
## 流化床逆流再生 (WS 系统)



- 需要外部设备反洗
- 低渗漏，再生成本低
- 精简设计

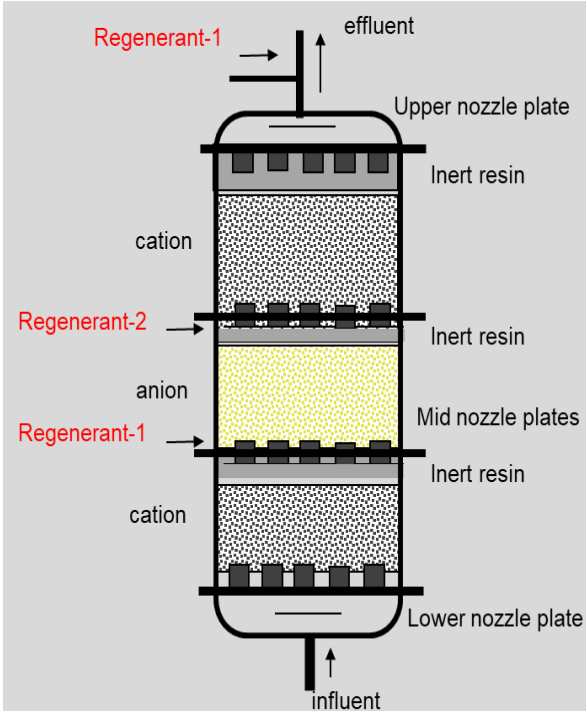
# 流化床式逆流再生的不同操作系统

## 双层流化床逆流再生 (VWS 系统)



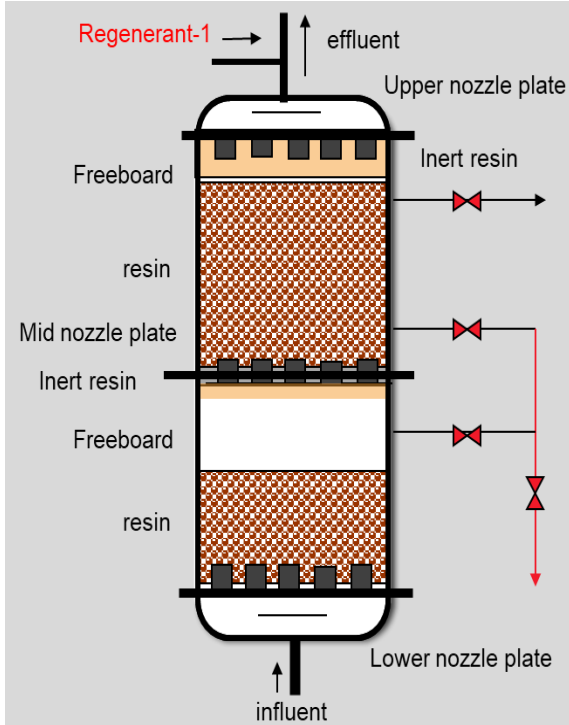
- 两种树脂在同一个交换柱
- 两个树脂用同一个再生
- 低渗漏, 再生成本低

## 多层流化床逆流再生



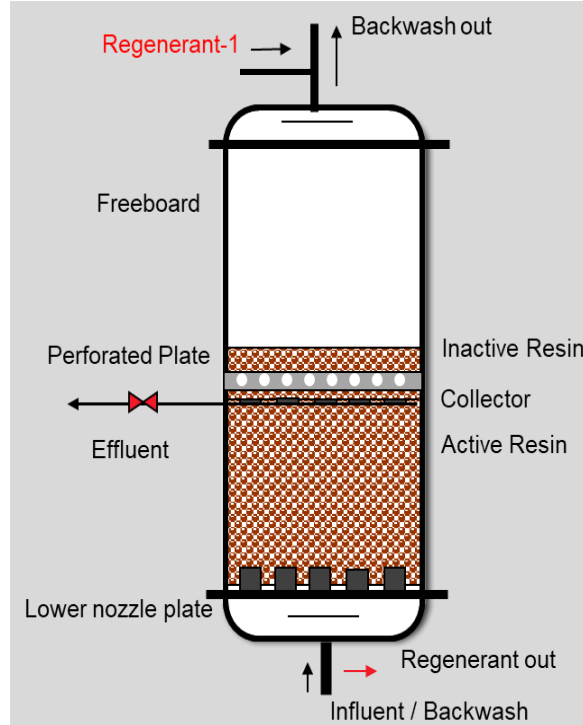
- 多种树脂在同一个交换柱
- 不同树脂用不同的再生剂
- 精简设计

## 升降床



- 为高悬浮颗粒给水设计
- 同种树脂在同一个交换柱
- 允许交换柱内反洗

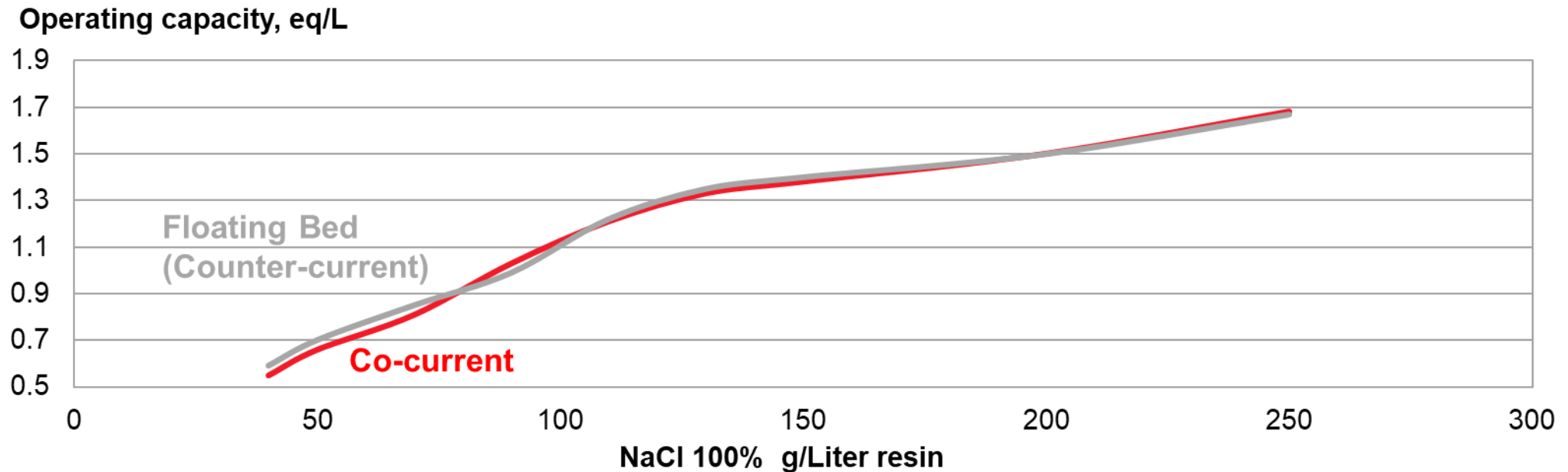
## 冲洗床



- 为高悬浮颗粒给水设计
- 允许交换柱内反洗
- 再生中不需要阻流

# 工作容量: 顺流再生和逆流再生

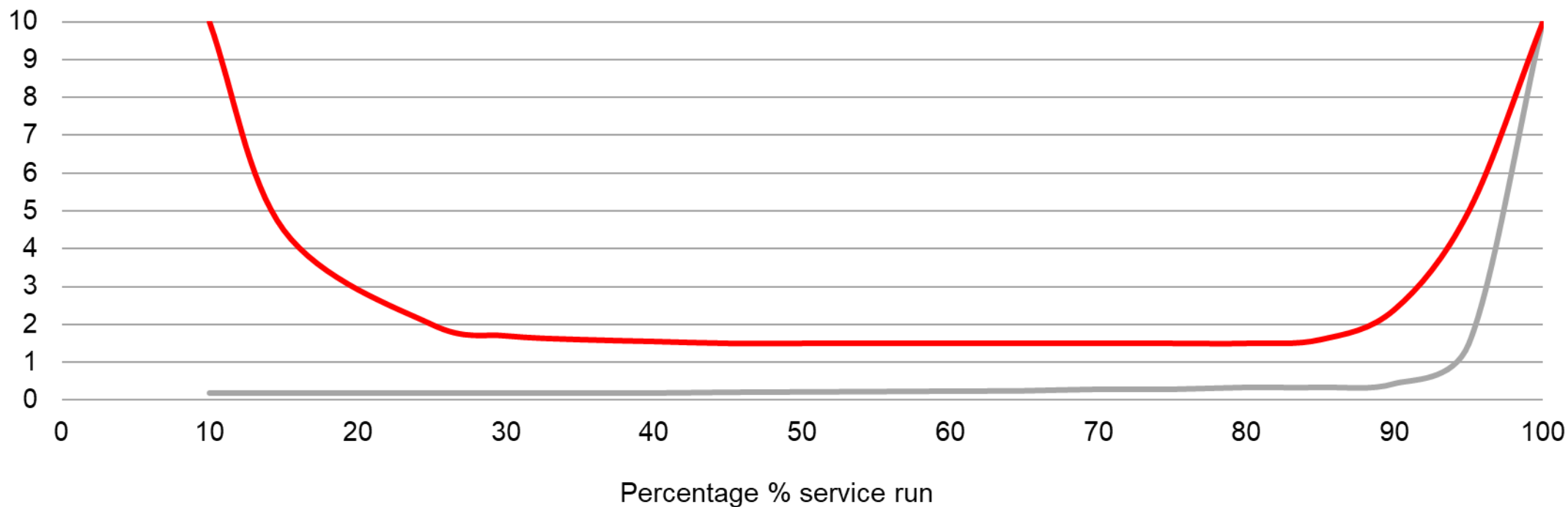
- 生水硬度(TH): 4.6 meq/L (229 ppm CaCO<sub>3</sub>)
- 穿透: 10% 的生水硬度. 用10% NaCl 再生
- 如果穿透曲线的终点大于顺流再生的渗漏, 两种再生方式有着类似的工作容量



- 再生用 100g NaCl/L 剂量 → OC = 1.1 eq/L
- 20mg Ca<sup>2+</sup>/L H<sub>2</sub>O = 1 meq Ca<sup>2+</sup>/L H<sub>2</sub>O → 1 L 树脂可以处理 1,100 L 的水

# 离子渗漏: 顺流再生和逆流再生

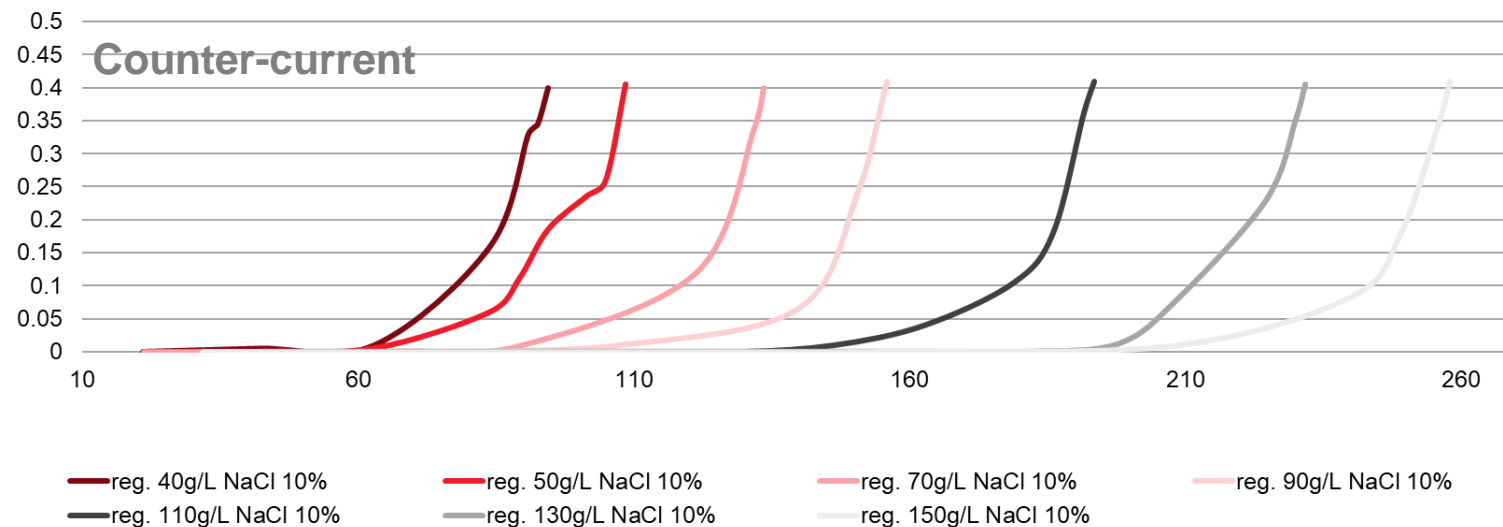
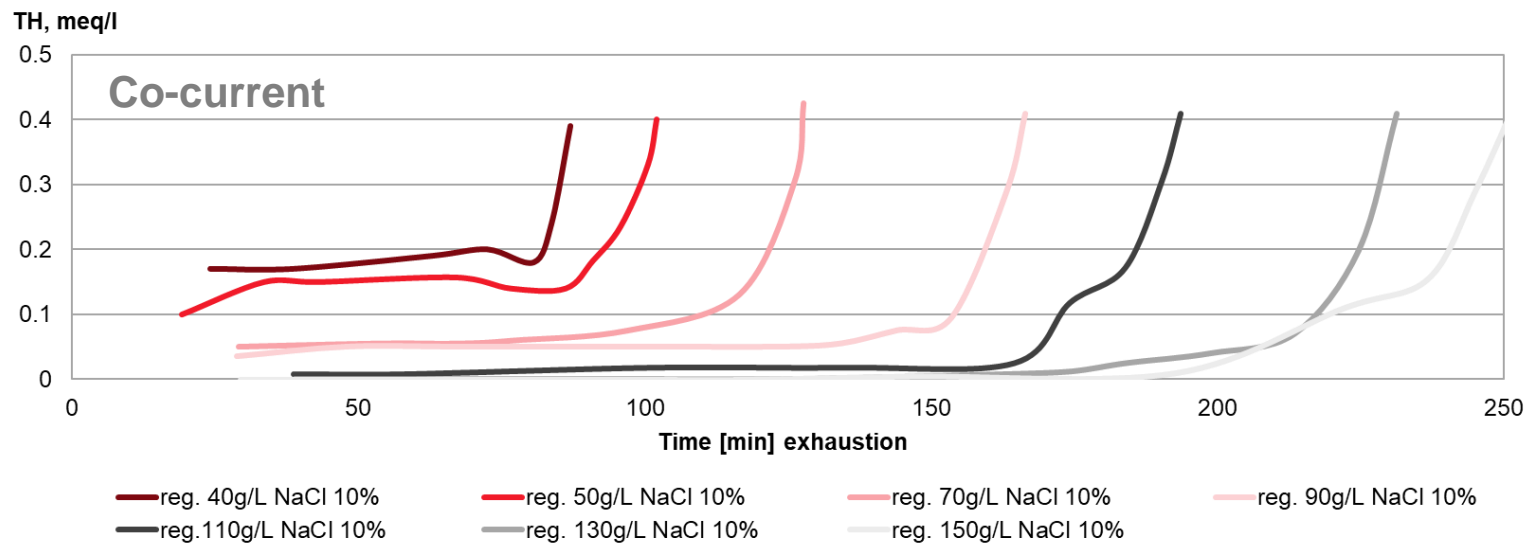
- 顺流再生: 高渗漏
- 逆流再生: 低渗漏



— Counter current    — Co current



# 离子渗漏和运行周期: 顺流再生和逆流再生



- 生水硬度: 4.3 meq/L, 215 ppm  $\text{CaCO}_3$
- 渗透点: 生水硬度的10%
- 顺流再生有更高的硬离子渗漏, 特别在低再生剂量的情况下

# 不同操作方式的再生剂和再生废水的数量比较

## Calculated conditions

- Flow rate: 50 cbm/h
- Cycle Time: 20h
- Salt content: 5,0 meq/l  
(incl. 5 ppm SiO<sub>2</sub>)
- Using degasser  
(after degasser 0.2 meq/l)

	Co Flow	Co Flow	WS	WS	Upcore	Upcore
	Single	Compound	Single	Compound	Single	Compound
HCl kg	345 kg	200 kg	265 kg	200 kg	291 kg	200 kg
HCl eq	9.583 eq	5.556 eq	7.361 eq	5.556 eq	8.083 eq	5.556 eq
% theory	<b>192%</b>	<b>111%</b>	<b>147%</b>	<b>111%</b>	<b>162%</b>	<b>111%</b>
Waste water	30,17 m <sup>3</sup>	33,26 m <sup>3</sup>	24,48 m <sup>3</sup>	16,42 m <sup>3</sup>	28,84 m <sup>3</sup>	21,70 m <sup>3</sup>
NaOH kg	586 kg	156 kg	320 kg	128 kg	350 kg	130 kg
NaOH eq	14.650 eq	3.900 eq	8.000 eq	3.200 eq	8.750 eq	3.250 eq
% theory	<b>543%*</b>	<b>144%*</b>	<b>296%*</b>	<b>119%*</b>	<b>324%*</b>	<b>120%*</b>
Waste water	66,30 m <sup>3</sup>	37,66 m <sup>3</sup>	48,71 m <sup>3</sup>	26,03 m <sup>3</sup>	55,22 m <sup>3</sup>	33,44 m <sup>3</sup>
<b>Total waste water</b>	<b>96,47 m<sup>3</sup></b>	<b>70,92 m<sup>3</sup></b>	<b>73,19 m<sup>3</sup></b>	<b>42,45 m<sup>3</sup></b>	<b>84,06 m<sup>3</sup></b>	<b>55,14 m<sup>3</sup></b>

Upcore needs approx. 30% more water demand as WS because of packed bed building

再生

# 再生剂

容易  
再生

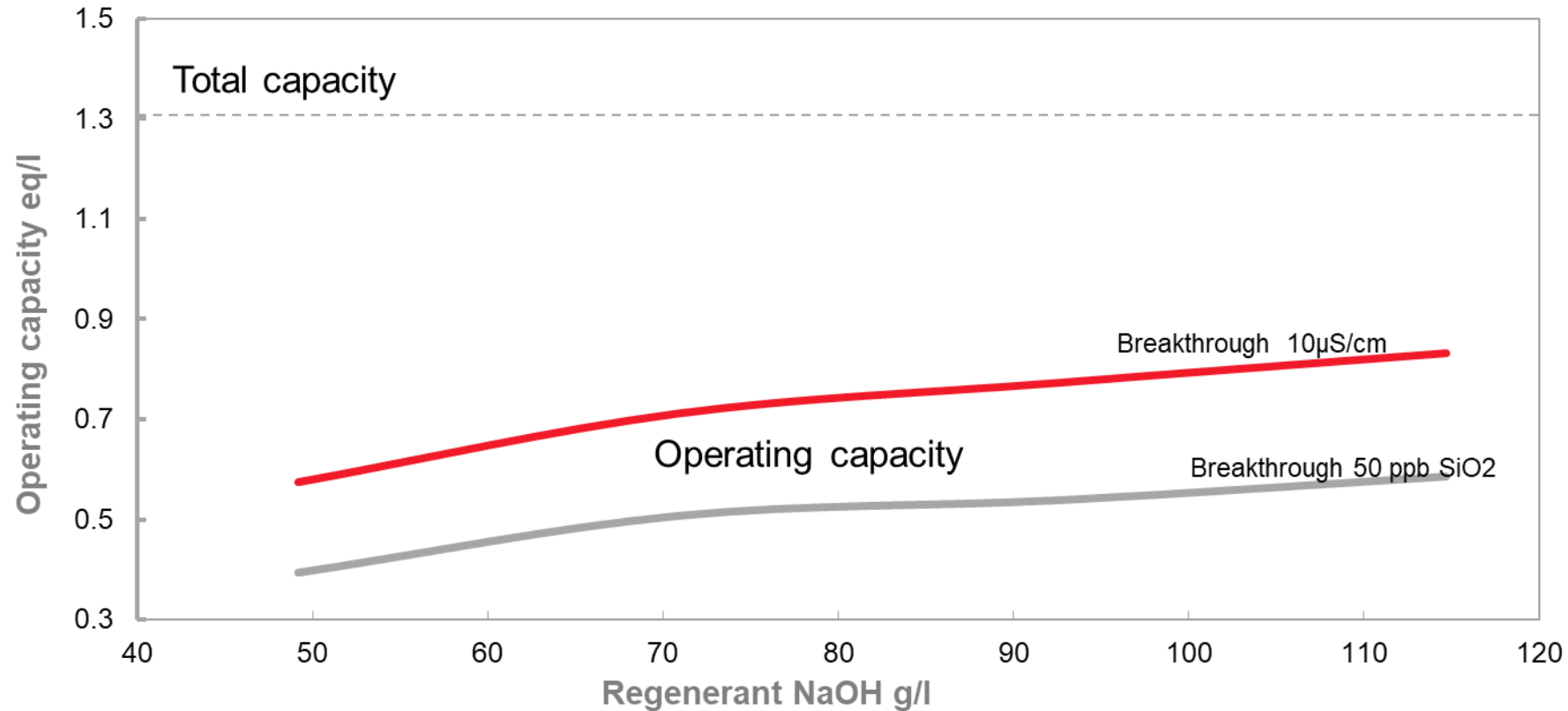
容易  
再生

再生剂	常用浓度, %	软化水	弱酸阳离子 树脂	强酸阳离子 树脂	弱碱阴离子 树脂	强碱阴离子 树脂
NaCl	10	X				
KCl	10	X				
HCl	4-6		X	X		
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.8-6		X	X		
NaOH	4-6				X	X
KOH	4-6				X	X
NaHCO <sub>3</sub>	5-8				X	
NH <sub>3</sub>	5-8				X	

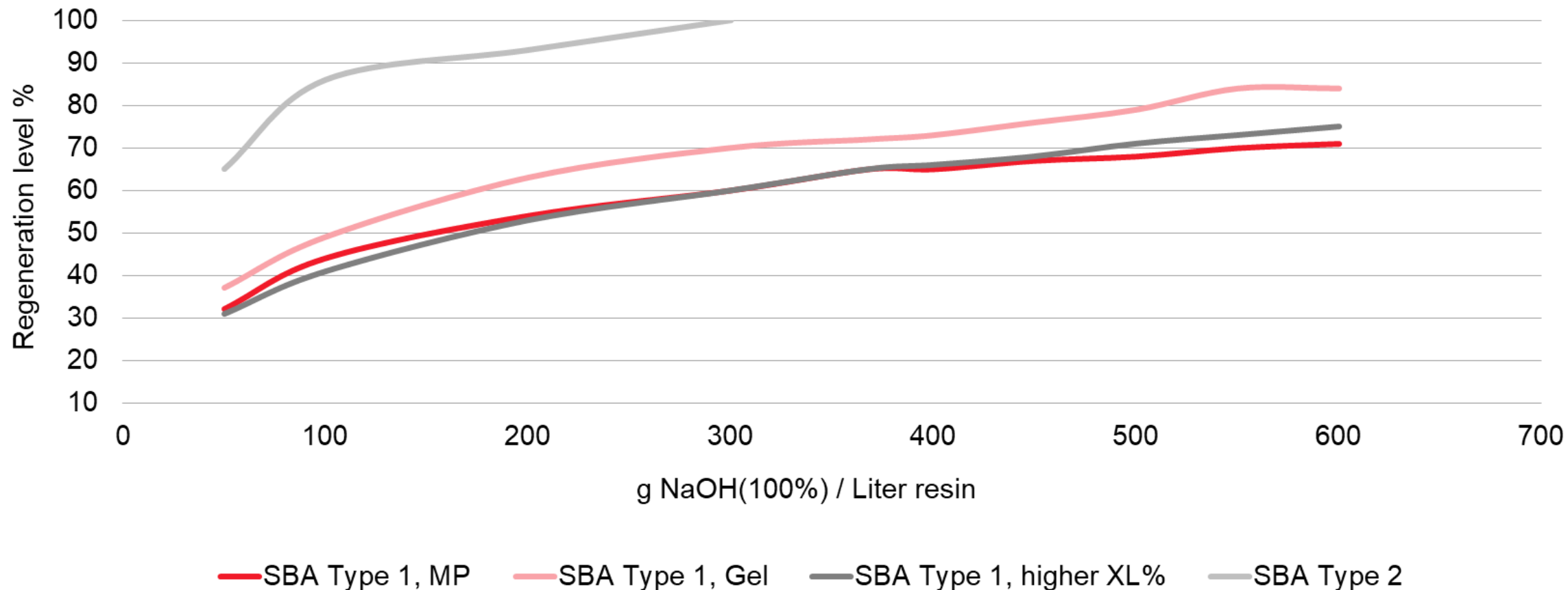


# 再生剂量, 运行终点

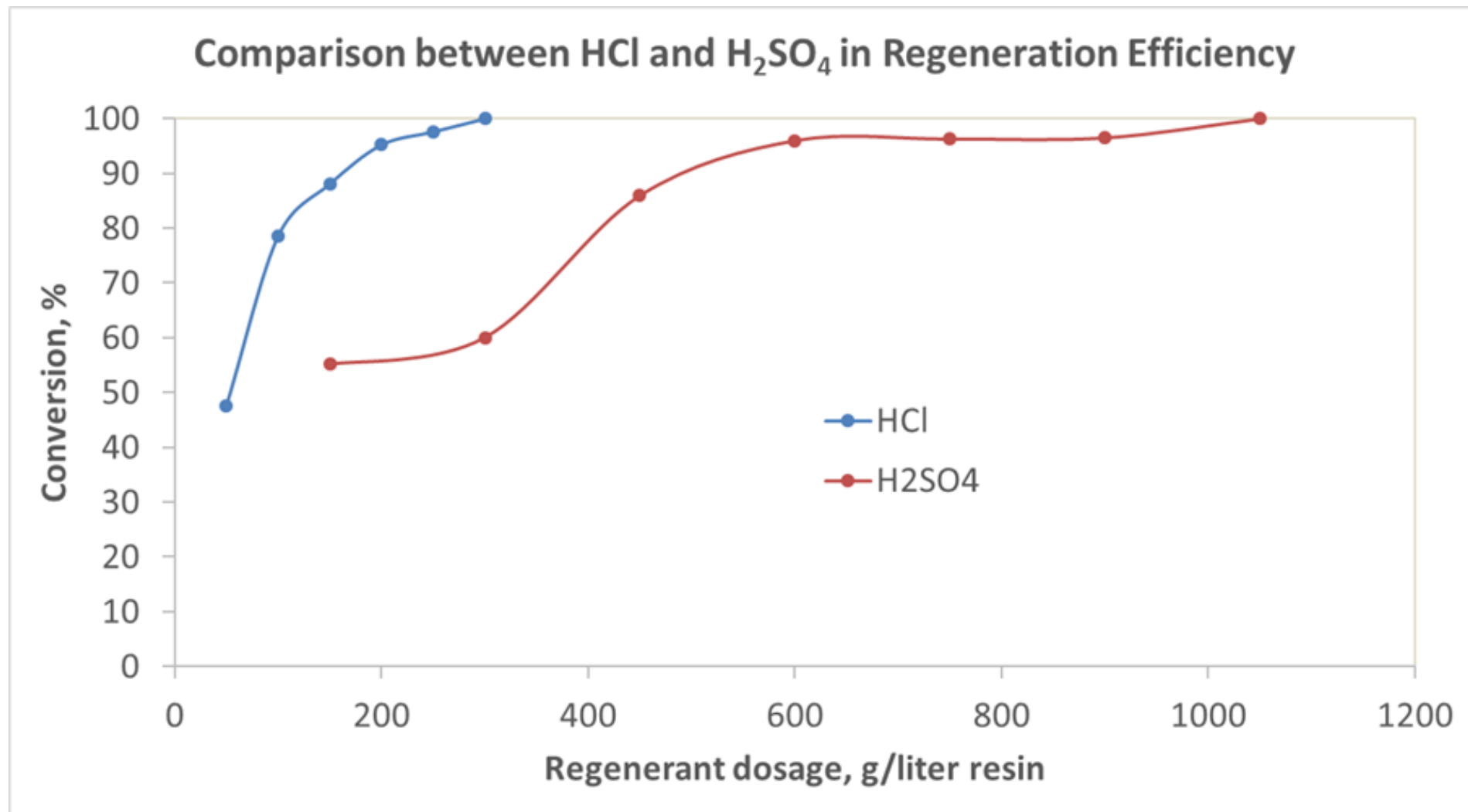
- 生水硬度: 4.3 meq/L, 215 ppm CaCO<sub>3</sub>. 穿透点: 生水硬度的10%
- 运行终点的选择不同, 工作容量也不同
- 超过 70 g/l NaOH再生剂量之后, 继续增加剂量并不能得到更多的工作容量



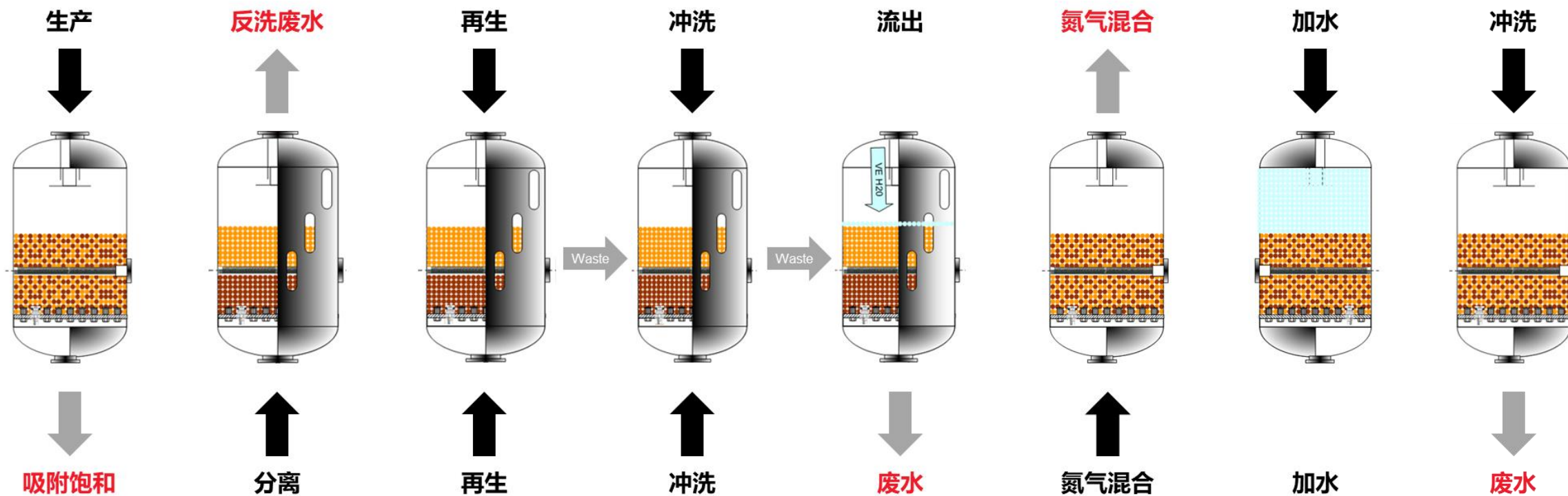
# 相同的再生剂，不同的离子交换树脂类型



# 相同的离子交换树脂，不同类型的再生剂

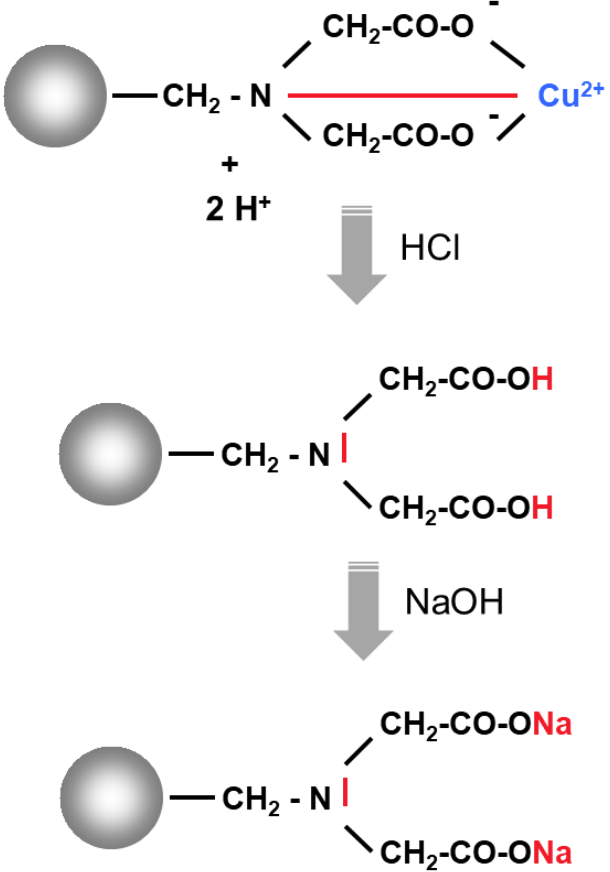
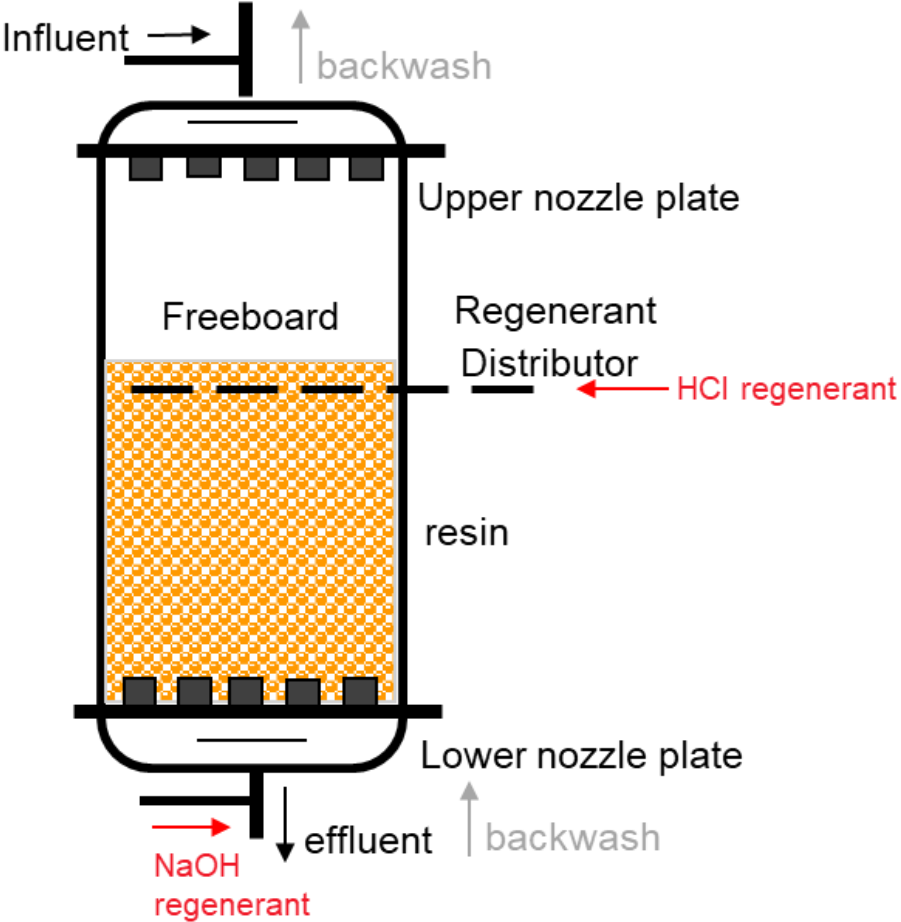


# 混合床的再生

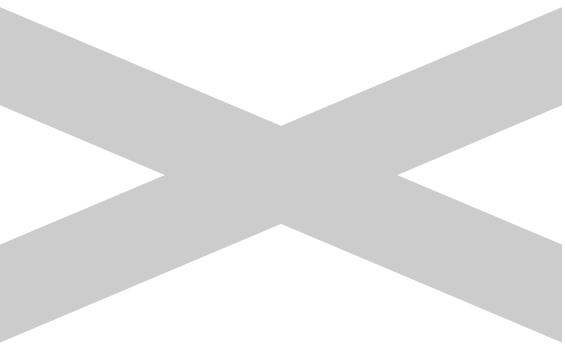


氮气流速: 大约 100 - 150 Nm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h

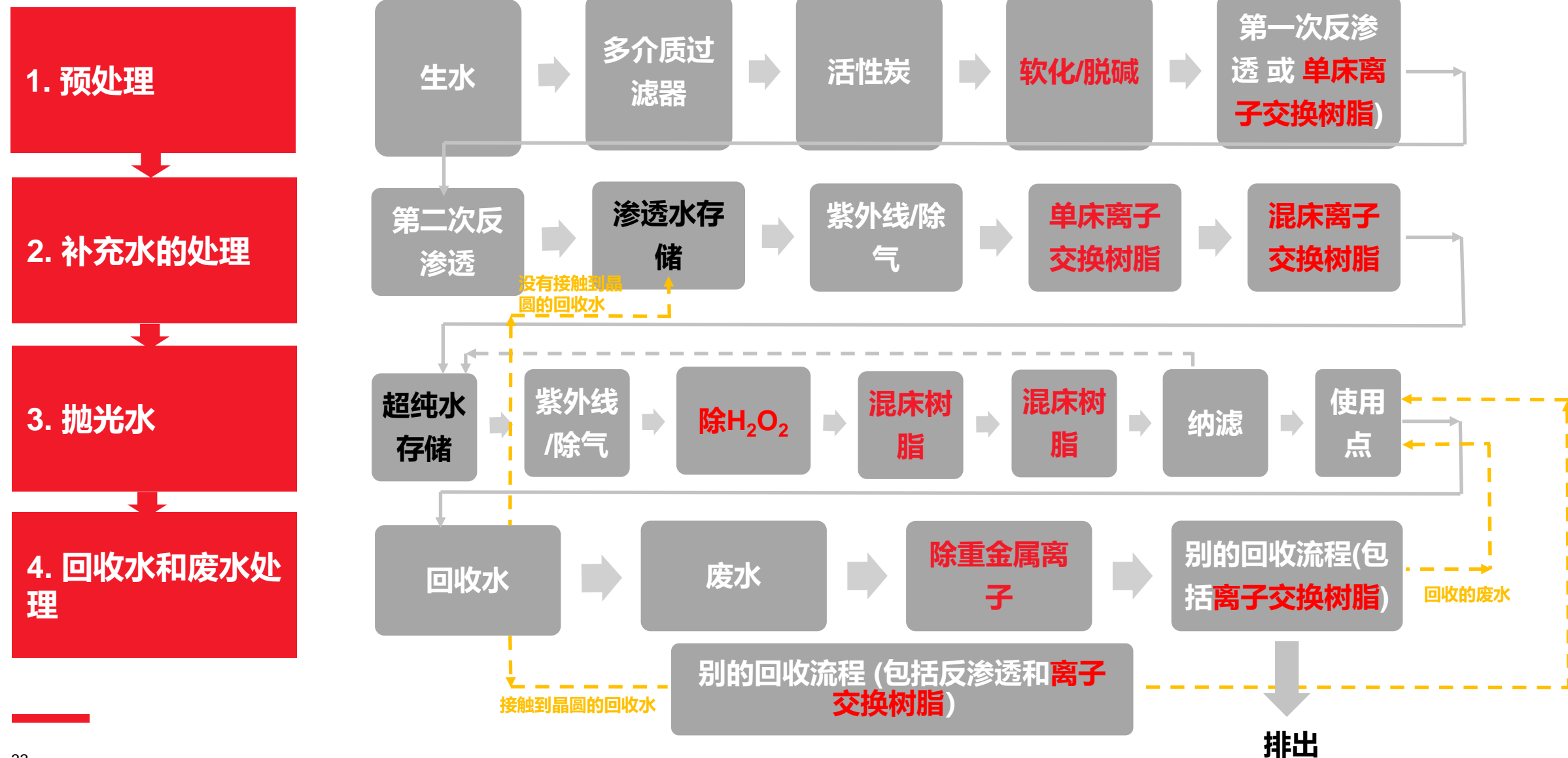
# 螯合型的离子交换树脂的再生(Lewatit® MonoPlus TP 207)



# 离子交换树脂在半导体生产中的应用



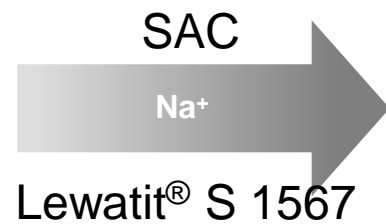
# 超纯水的生产过程



# 软化水

## 生水

$\text{Ca}^{2+}$	$\text{HCO}_3^-$
$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Cl}^-$
$\text{Na}^+$	$\text{NO}_3^-$
$\text{K}^+$	$\text{SO}_4^{2-}$
$\text{NH}_4^+$	
$\text{SiO}_2$	
有机物	



## 软化后的水

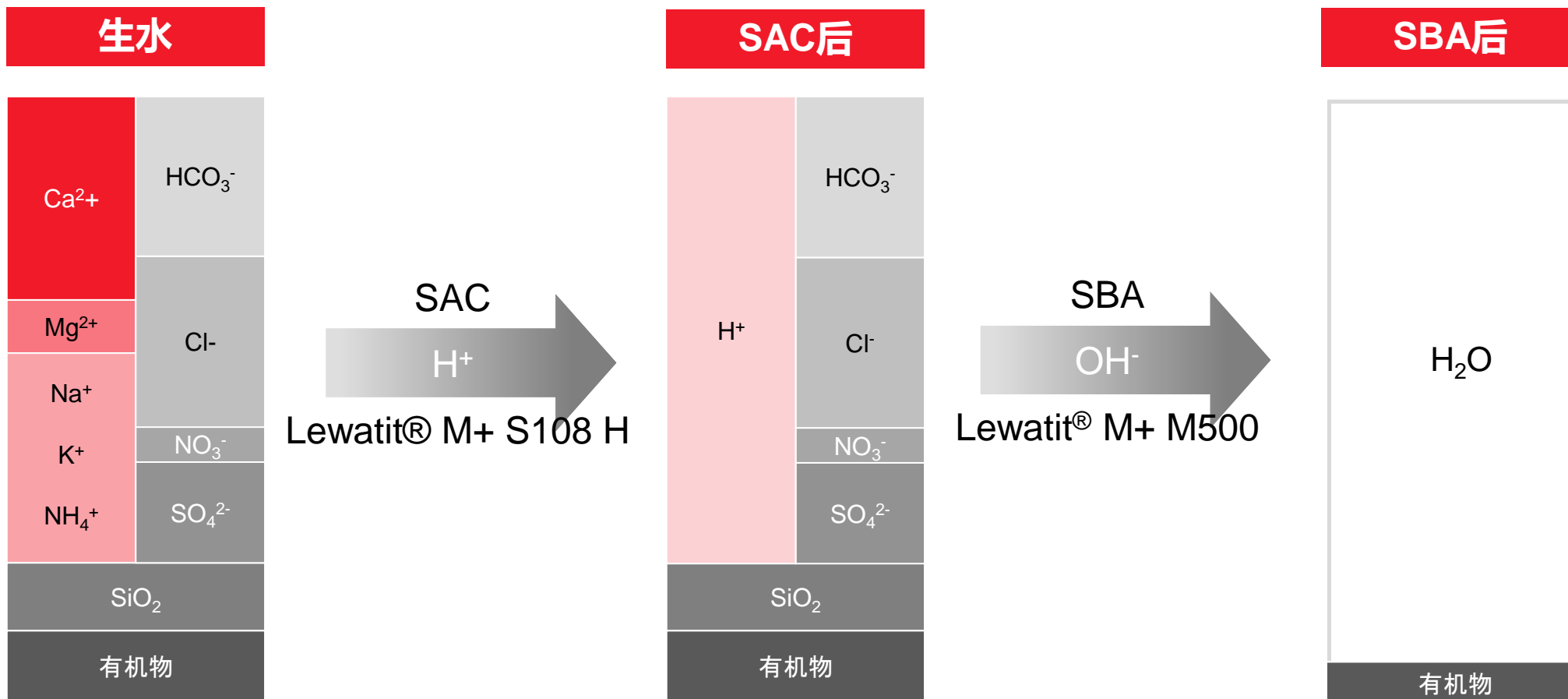
$\text{Na}^+$ $\text{K}^+$ $\text{NH}_4^+$	$\text{HCO}_3^-$
	$\text{Cl}^-$
	$\text{NO}_3^-$
	$\text{SO}_4^{2-}$
$\text{SiO}_2$	
有机物	

## 重要的表现指标

- 易再生
- 运行容量
- 化学稳定性



# 去离子过程



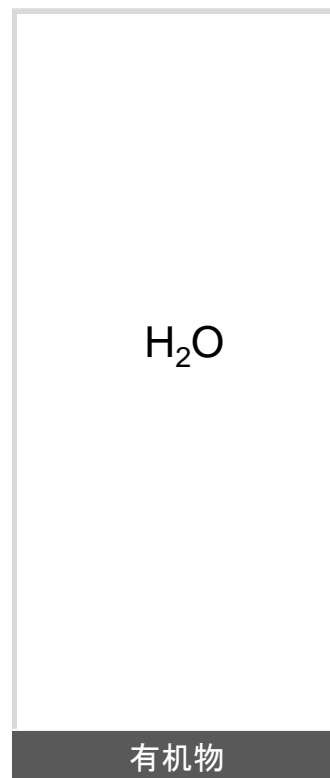
# 去离子过程

## 生水

Ca <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>
Na <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	
SiO <sub>2</sub>	
有机物	

Mixed Bed  
H<sup>+</sup>/OH<sup>-</sup>  
Lewatit® UP 1296 MD

## 混合床后

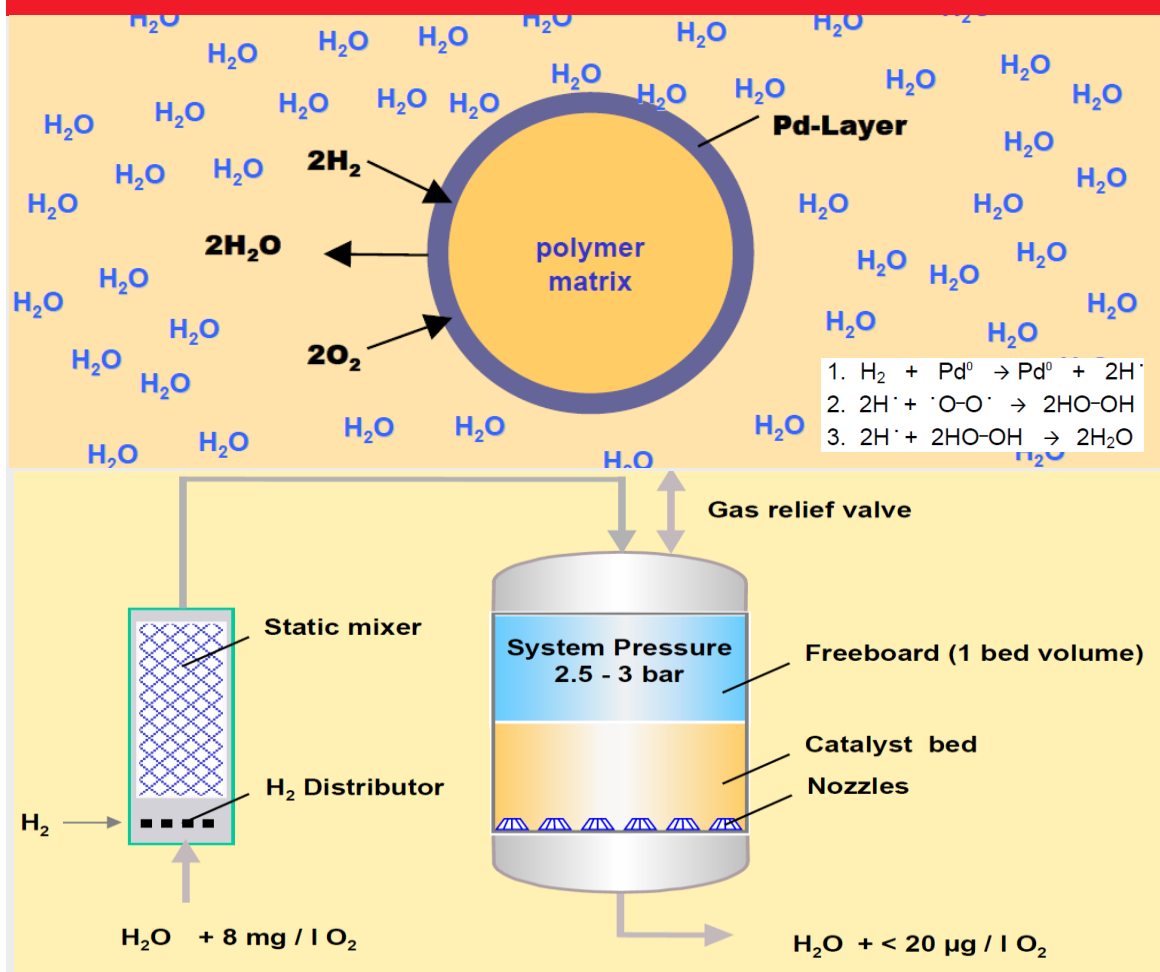


## 重要的表现指标

- 易分离 (对可再生的混合床)
- 物理稳定性
- 化学稳定性
- 纯度
- 总有机碳
- 硼容量

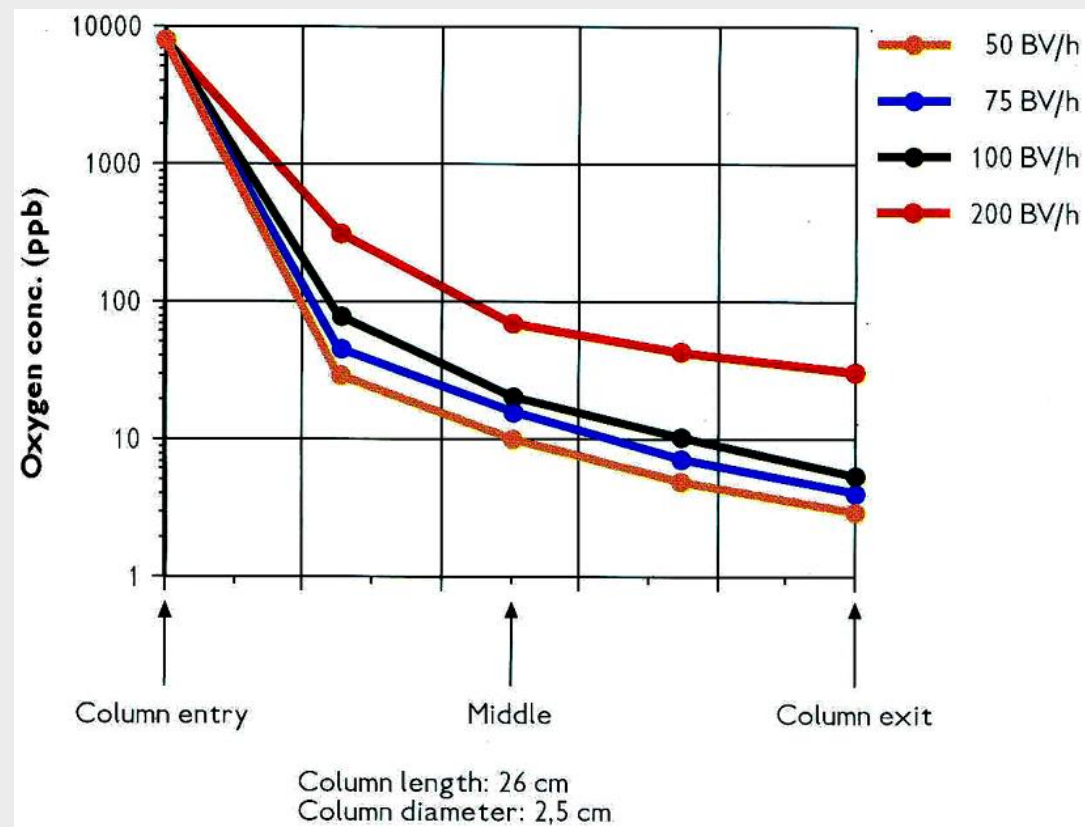
# 去氧

## 去氧的原理

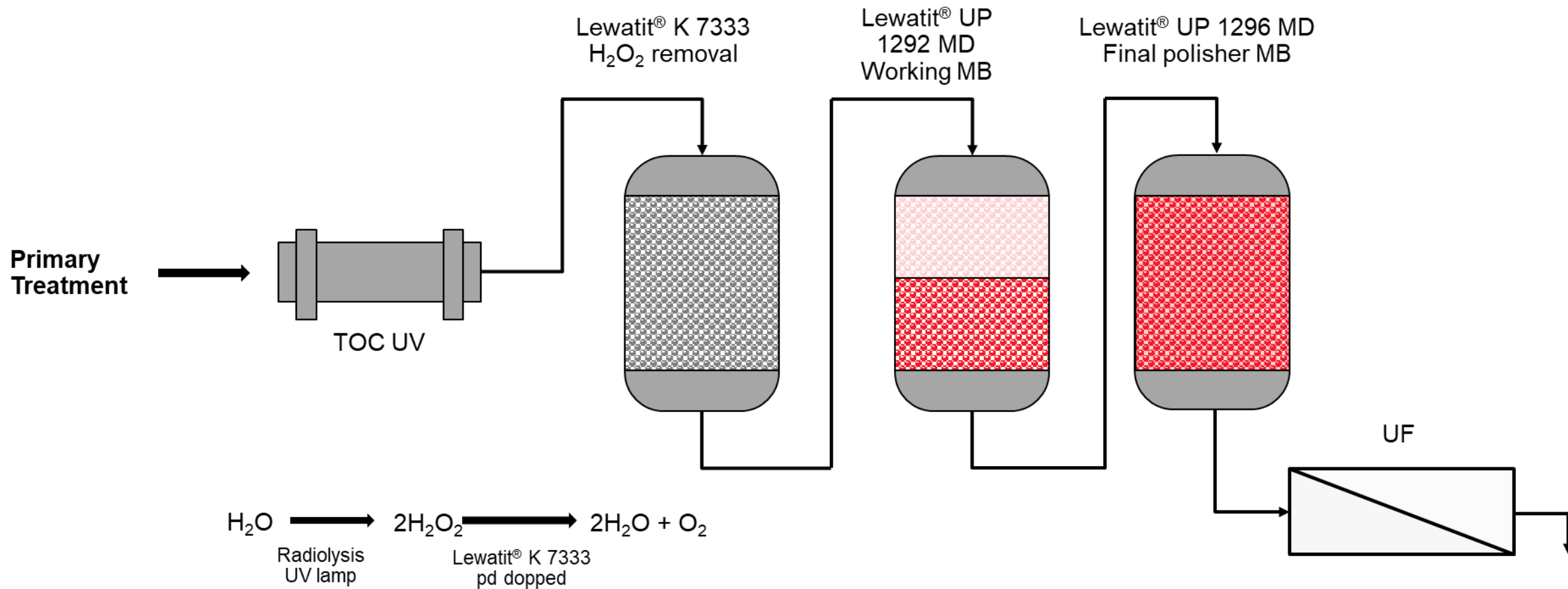


## Lewatit® K 7333 去氧的表现

把 $O_2$ 从 8 ppm 降到 <20 ppb !

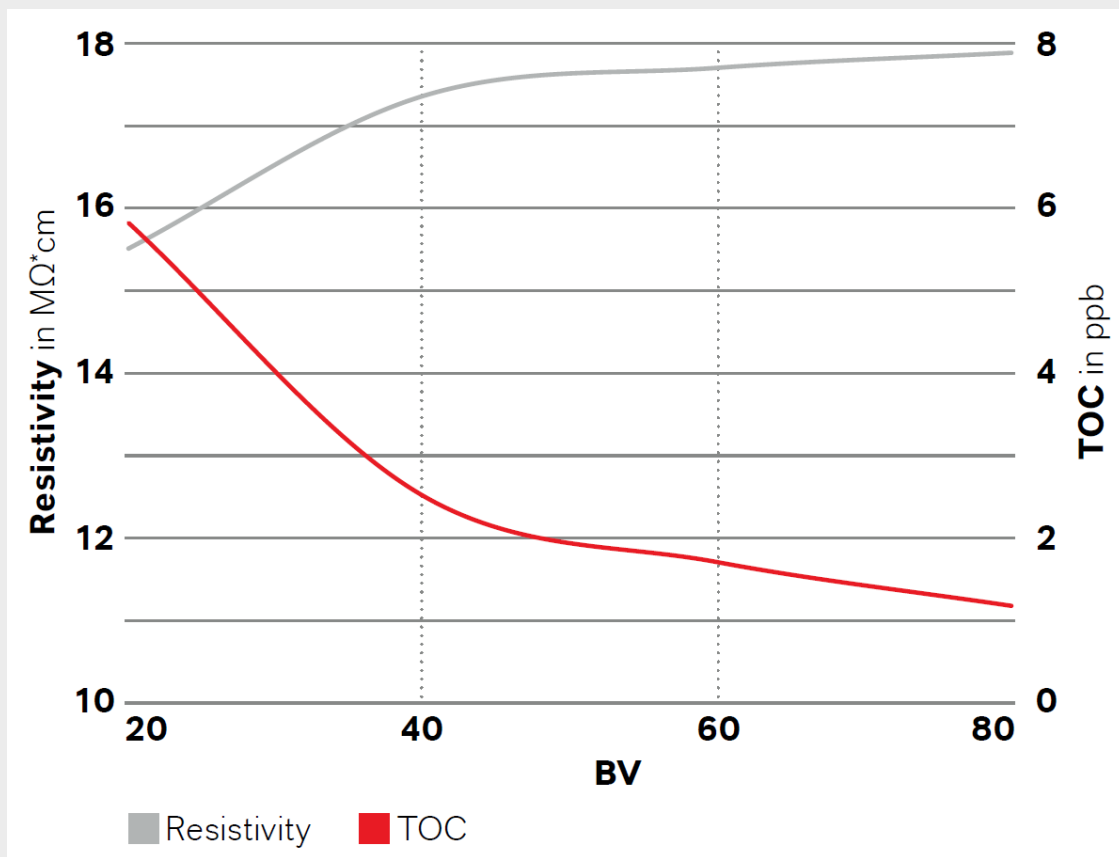


# 过氧化氢H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>的去除

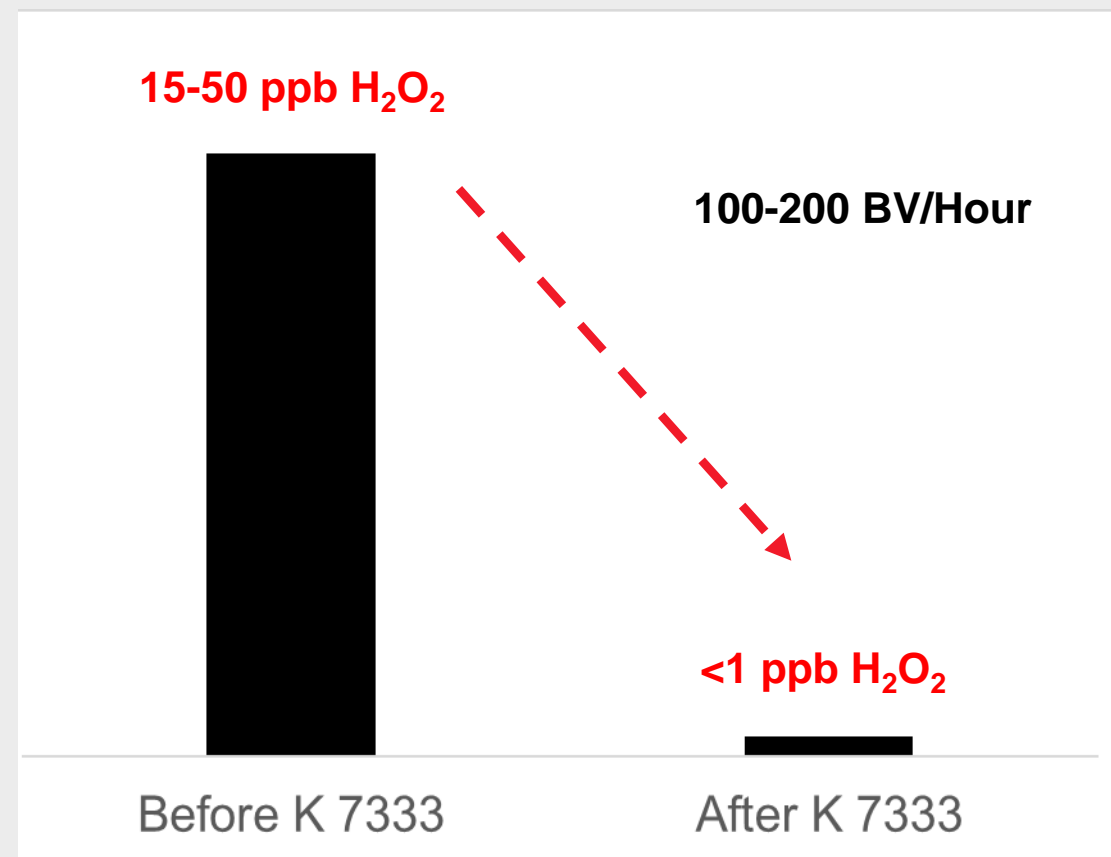


# Lewatit® K 7333去过氧化氢的表现

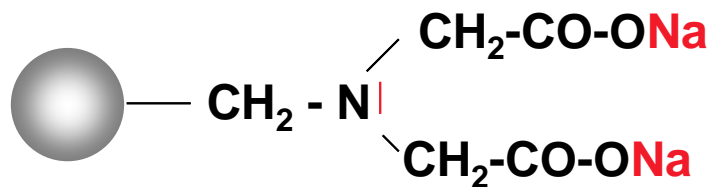
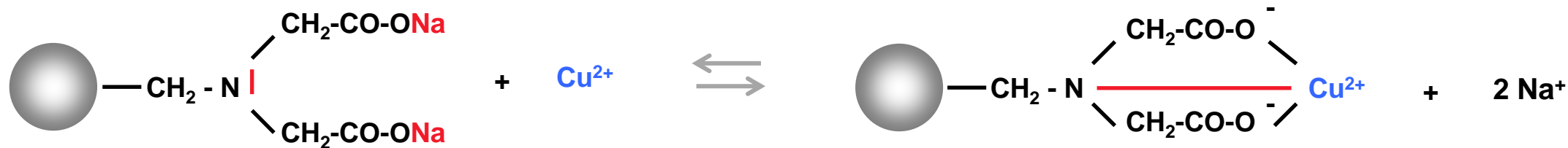
## Lewatit® K 7333 冲洗曲线



## Lewatit® K 7333去除过氧化氢的表现



# 从废水中去除重金属离子



选择性的亚氨基二乙酸 (IDA) 离子交换树脂  
(e.g. Lewatit® TP 207)

$\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{Hg}^{2+} > \text{Pb}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Cd}^{2+} > \text{Co}^{2+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Mn}^{2+} \gg \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Sr}^{2+} > \text{Ba}^{2+} \gg \text{Li}^+ > \text{Na}^+$

重金属 >>> 碱土金属 >>> 碱金属

# 离子交换树脂的应用设计, 运行准则和 一些常见问题

## 树脂床的一些设计选择

- **顺流再生和逆流再生**
  - 逆流再生有更低的离子渗漏
- **流量**
  - 太高 → 会造成低离子吸附率和高压降
  - 太低 → 会造成绕流, 要求运行流速 > 5m/h
- **压降**
  - 最高压降不超过 2-2.5 bar (和树脂有关)
  - 通常建议开始用低压降(例如 1 bar)。压降在运行过程中会不断升高
- **床层深度:**
  - 单床最低 0.8m, 混床中的每一床不小于0.5m
- **循环周期和树脂体积**
  - 更多的树脂 → 更长的循环周期
  - 更少的树脂 → 更短的循环周期

## 运行准则

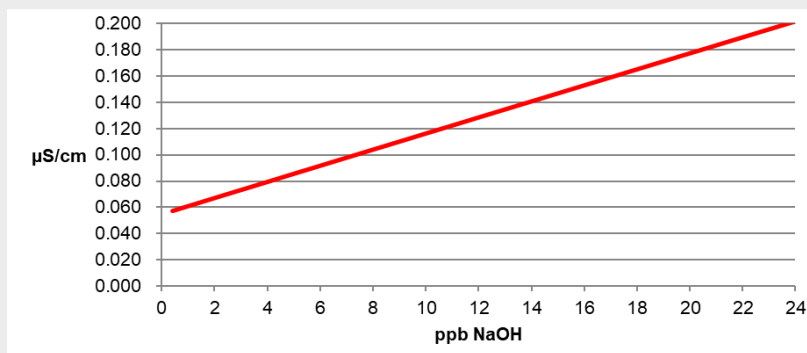
- **建议预过滤**
  - 去除小颗粒, 减少压降
  - 生水中的总悬浮颗粒 < 1ppm
- **生水中的氧化剂和重金属**
  - < 0.05 ppm Cl<sub>2</sub>, <0.05ppm Fe and Mn
- **遵守正确的再生和冲洗的步骤**
  - 不充分的再生会导致离子渗透和段运行周期
  - 在特殊情况下采用渐进性再生: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> for Ca<sup>2+</sup>, NaOH for Silica
  - 接触时间 > 20 min
- **生水中的总有机碳**
  - 建议 < 3 ppm, 不存在油脂
- **运行温度**
  - 苯乙烯强碱阴离子树脂 < 60°C, 丙烯酸强碱阴离子树脂 < 35°C

# 一些常见故障

## 混床性能差

- 很多小颗粒树脂导致两种树脂分离效果差
- 强酸性阳离子和强碱性阴离子的颜色区分不够
- 阳离子床层的高度不对，高于中间的再生剂流出口
- 再生中的交向污染 (例如SAC被NaOH接触到)
- SBA树脂被SAC树脂析出的聚苯乙烯磺酸污染
- 引流后的水面高度不对，导致压缩空气混合效果不好
- 过强的压缩空气混合导致树脂颗粒损坏

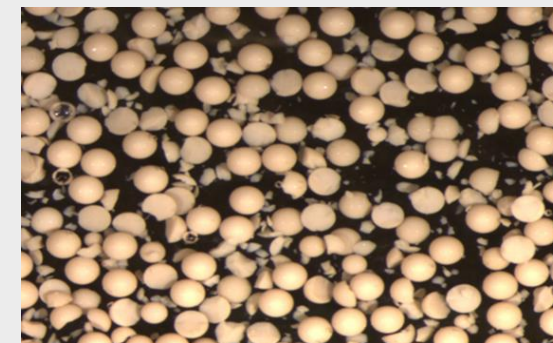
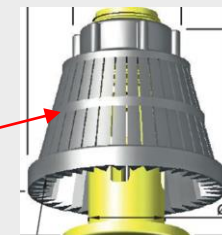
NaOH release behind MB



## 高压降

- 高压降导致树脂颗粒破碎，产生的小颗粒会堵塞平板的间隙。如果不及时反洗，这些小颗粒会造成更高压降
- 如果小SAC颗粒吸附在SBA树脂表面，需要更换SBA树脂
- 在单床流化床的设计中，如果床层高度太大，净空间就会不够
- 生水中的悬浮颗粒太多

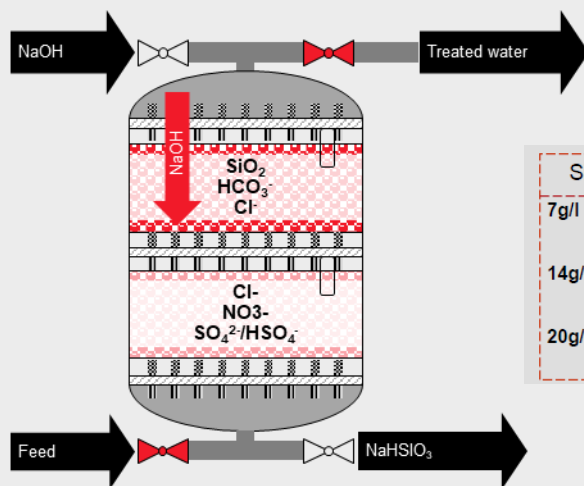
喷嘴的缝隙尺寸 ~ 0.2-0.3mm



# 一些常见故障

## 硅污染

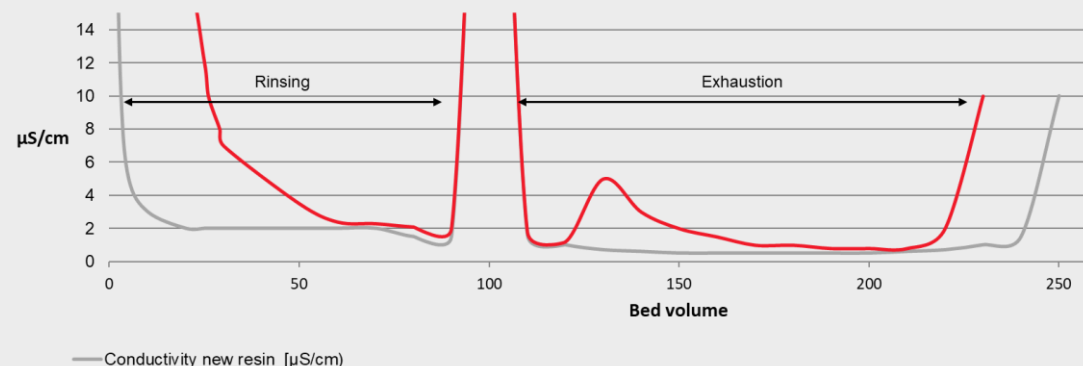
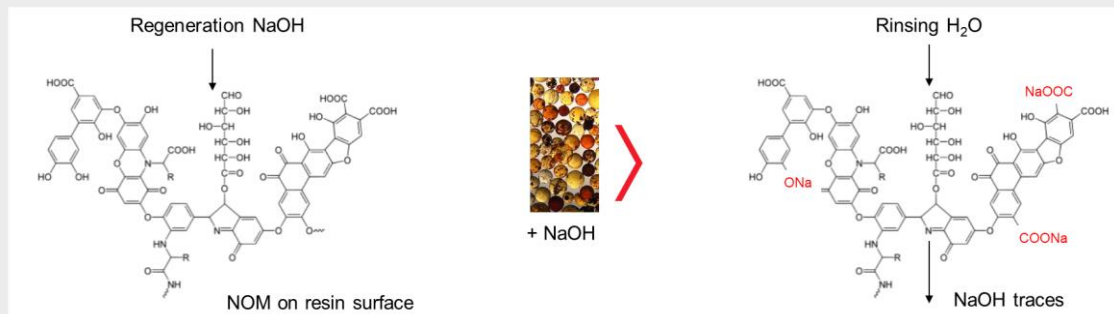
- 二氧化硅胶粒，聚合物氧化硅和反应性氧化硅
- 怎样去除聚合物氧化硅
  - 再生时用过量的氢氧化钠
  - 用较长的再生剂接触时间
  - 用较高的再生温度
  - 用渐进型方法再生阴离子复合床层树脂 (SBA/WBA), 或者丢弃刚开始的SBA费再生剂



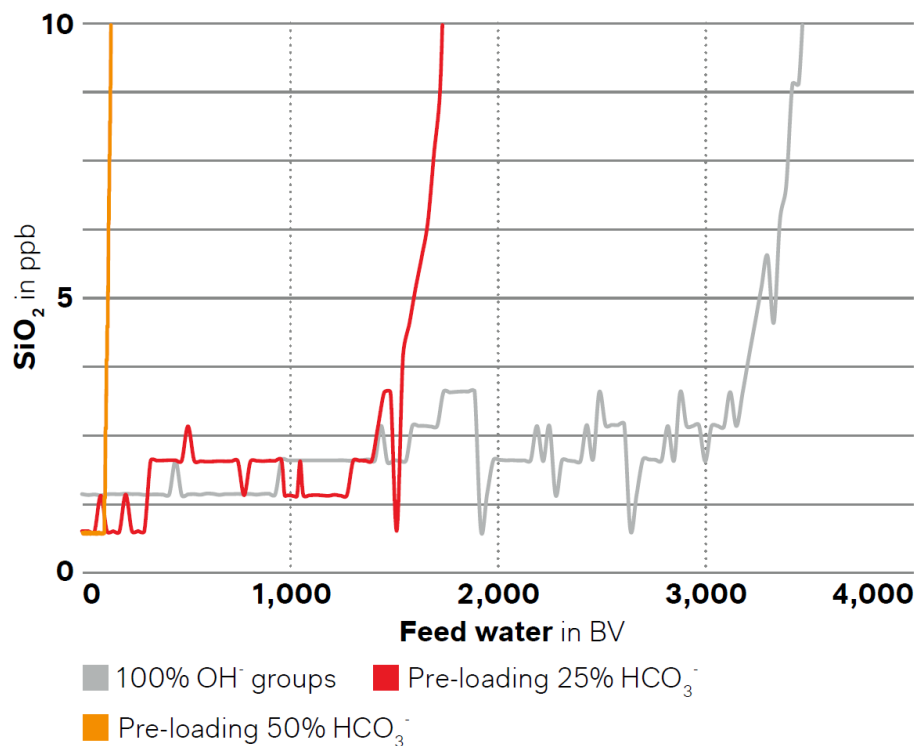
Silica Load	NaOH Temp.	Min. caustic level
7g/l per cycle	Ambient	15 X Silica Load
14g/l per cycle	35°C (95 F)	9 X Silica Load
20g/l per cycle	60°C (140 F)	5 X Silica Load

## 长冲洗时间, 短循环周期

- 有机物污染上强碱阴离子树脂
- 树脂降解, 析出聚苯乙烯磺酸
- 除气器问题 (检查鼓风机和气体过滤器)



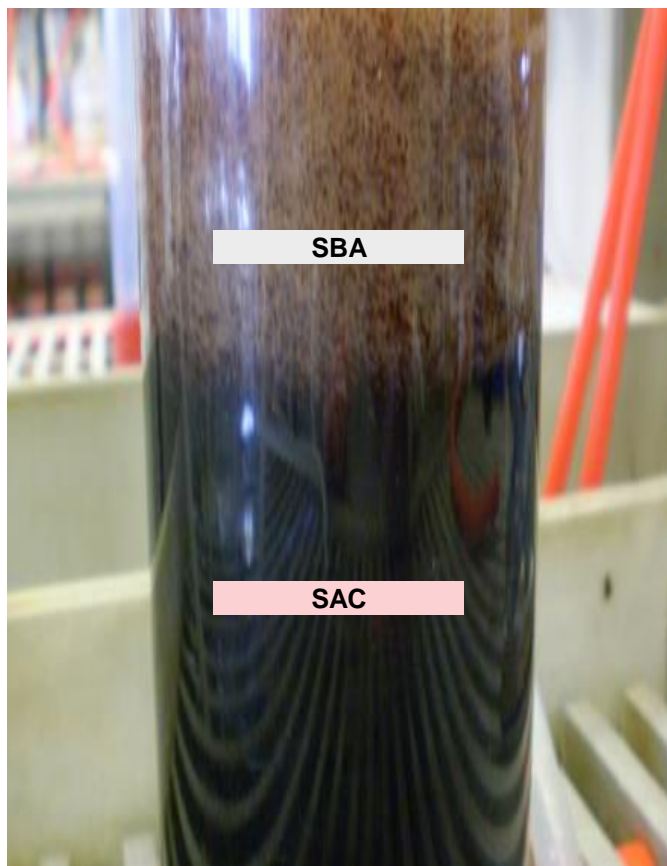
## 用铝箔包装(将铝镀在塑料包装袋上)防止二氧化碳污染



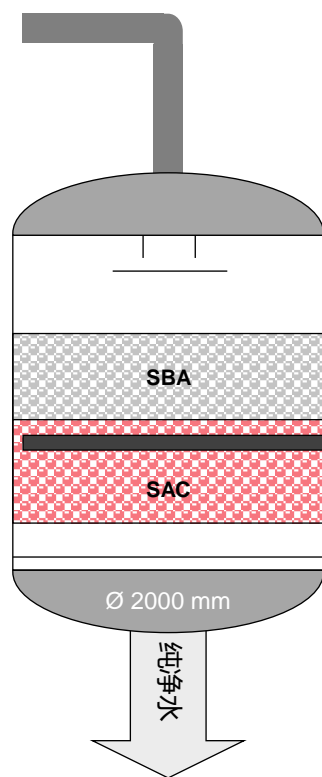
特殊包装可以保证高二氧化硅的工作容量

# 一些照片展示出常见的混合床问题

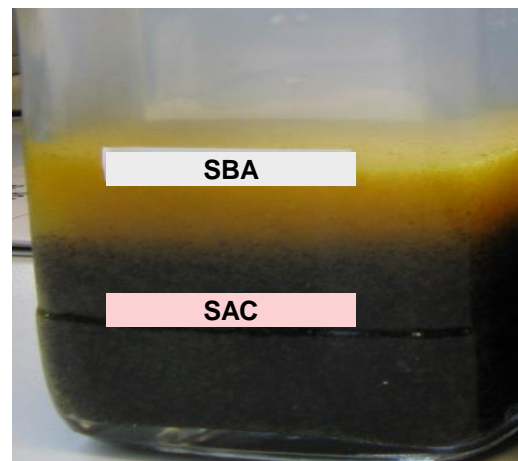
混合床分离效果不好



树脂的安装不对



树脂的磨损



树脂的结块



稳定性差



强碱阴离子树脂被污染



# 超纯水用离子交换树脂的质量要求和挑战

# 未来的超纯水要求

硼

- $< 1$  ppt

总有机碳含量

- 冲洗后  $\Delta\text{TOC} < 0.5$  ppb

冲洗离子杂质含量

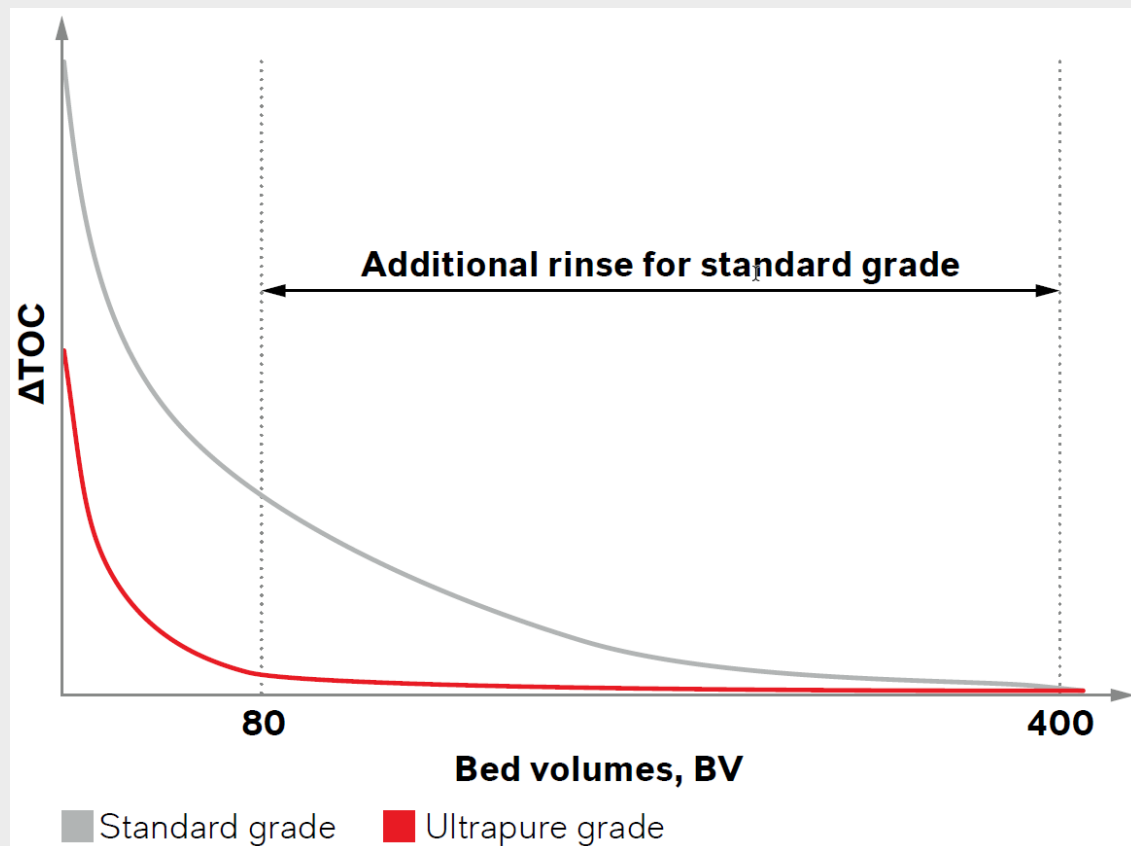
- 阳离子  $< 0.01$  ppt
- 阴离子  $< 0.1$  ppt

颗粒和颗粒前体

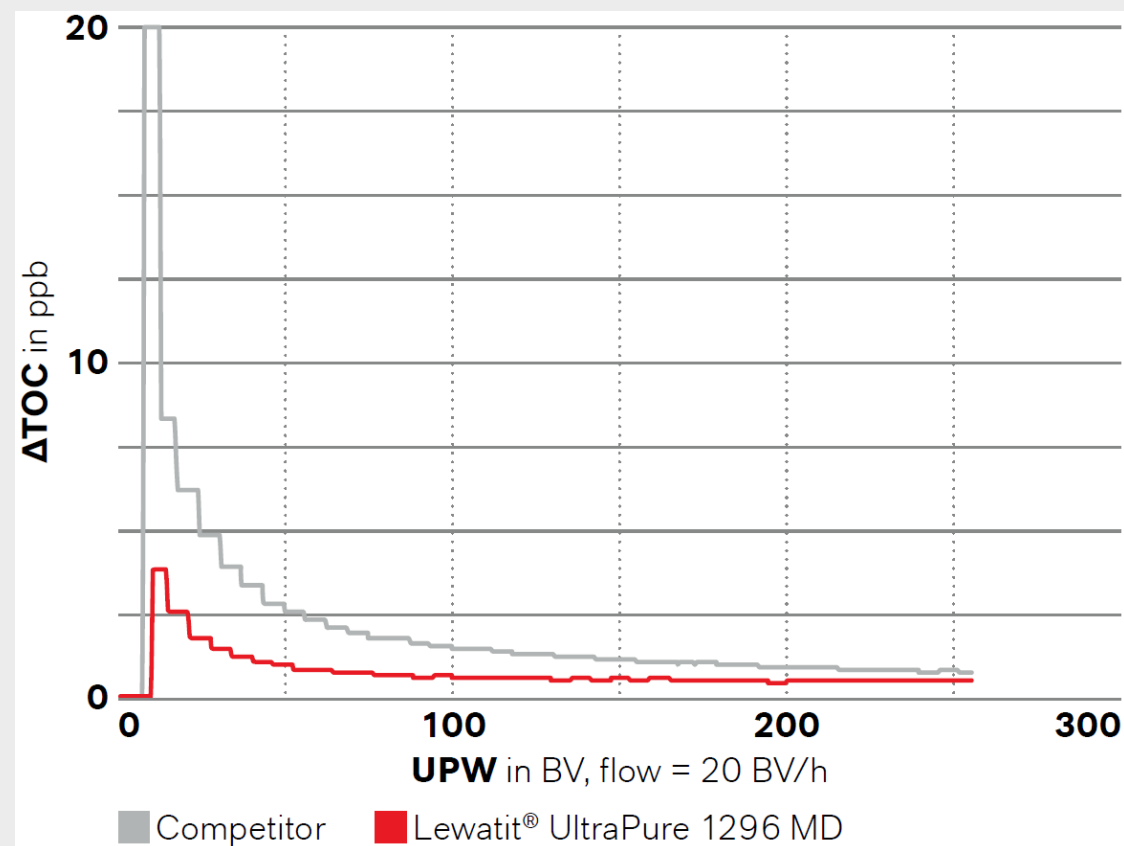
- 大于10纳米成型颗粒  $< 1$  /ml
- 颗粒前体: 正定义

# 新离子交换树脂安装后的启动

## 一般级和超纯水级的树脂区别

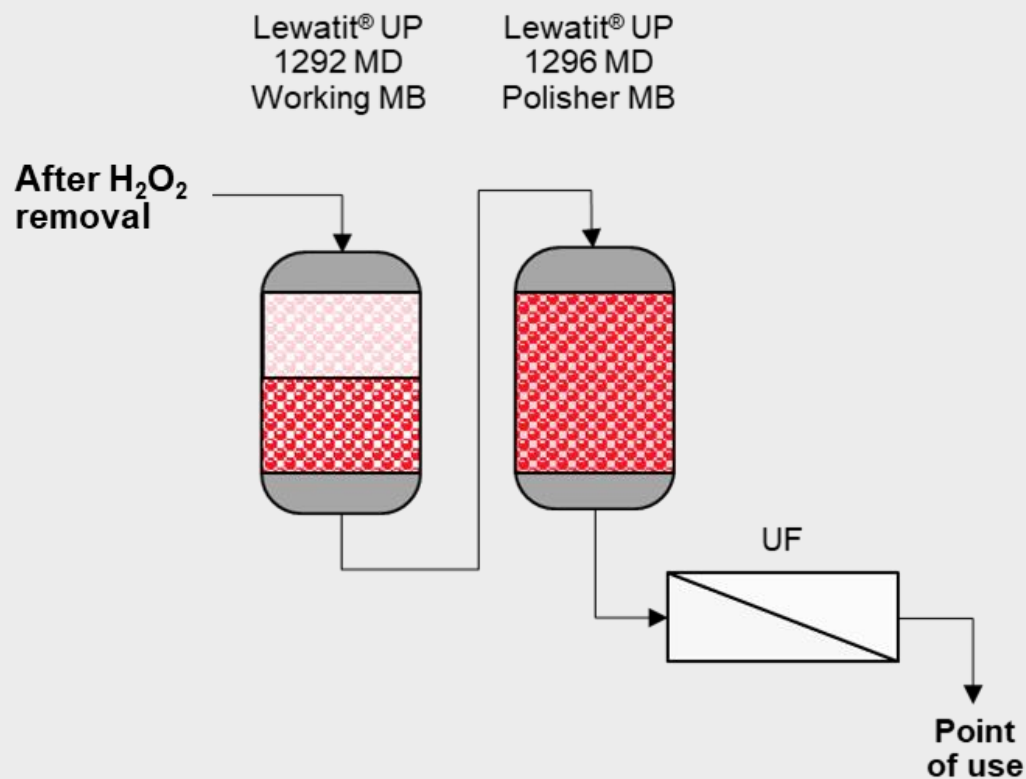


## 超纯水级的抛光树脂

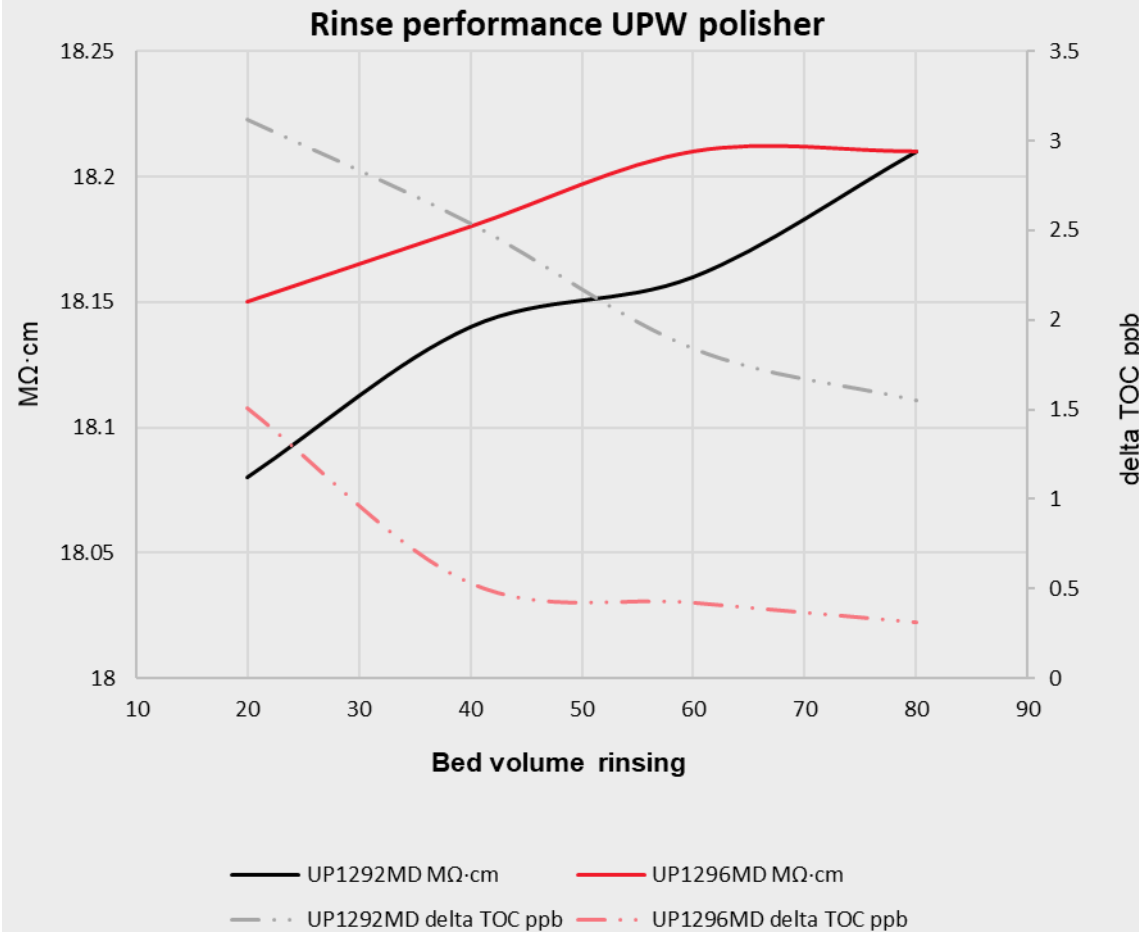


# 超纯水的生产(工作用可再生混和床 + 抛光用混合床)

## 抛光处理

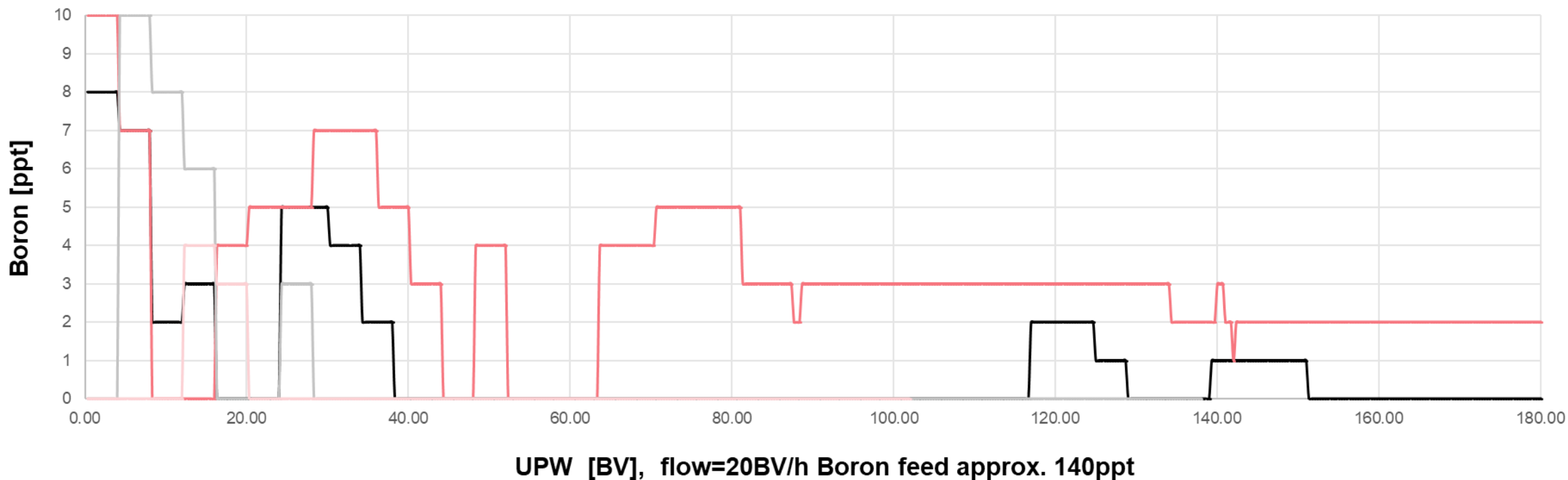


## 工作用可再生混和床和抛光用混合床的比较



# ppt范围内的硼去除

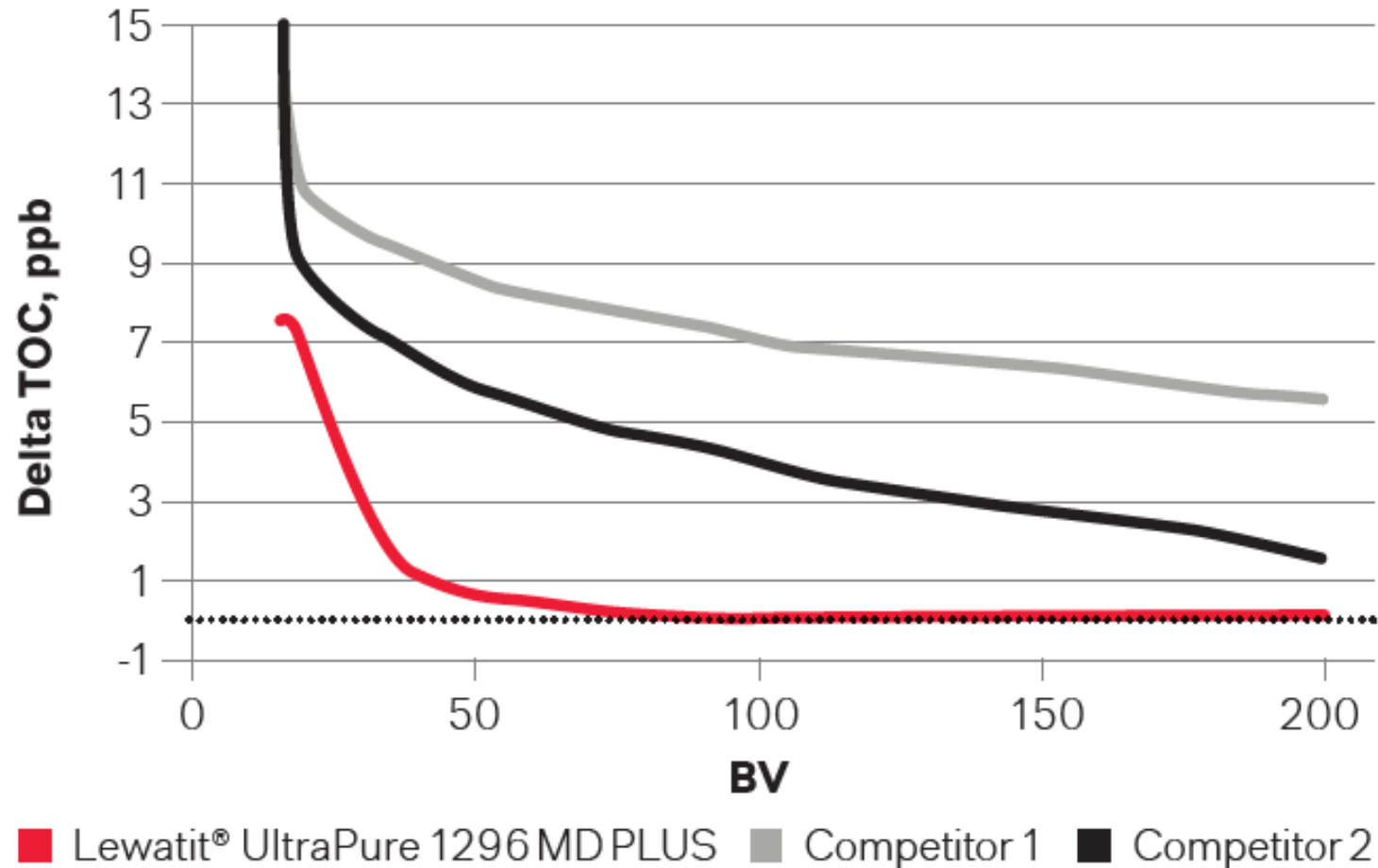
## 抛光后的水中的硼



UPW ppt input    Comparable resin K    Comparable resin D    Lewatit 2    Lewatit 1

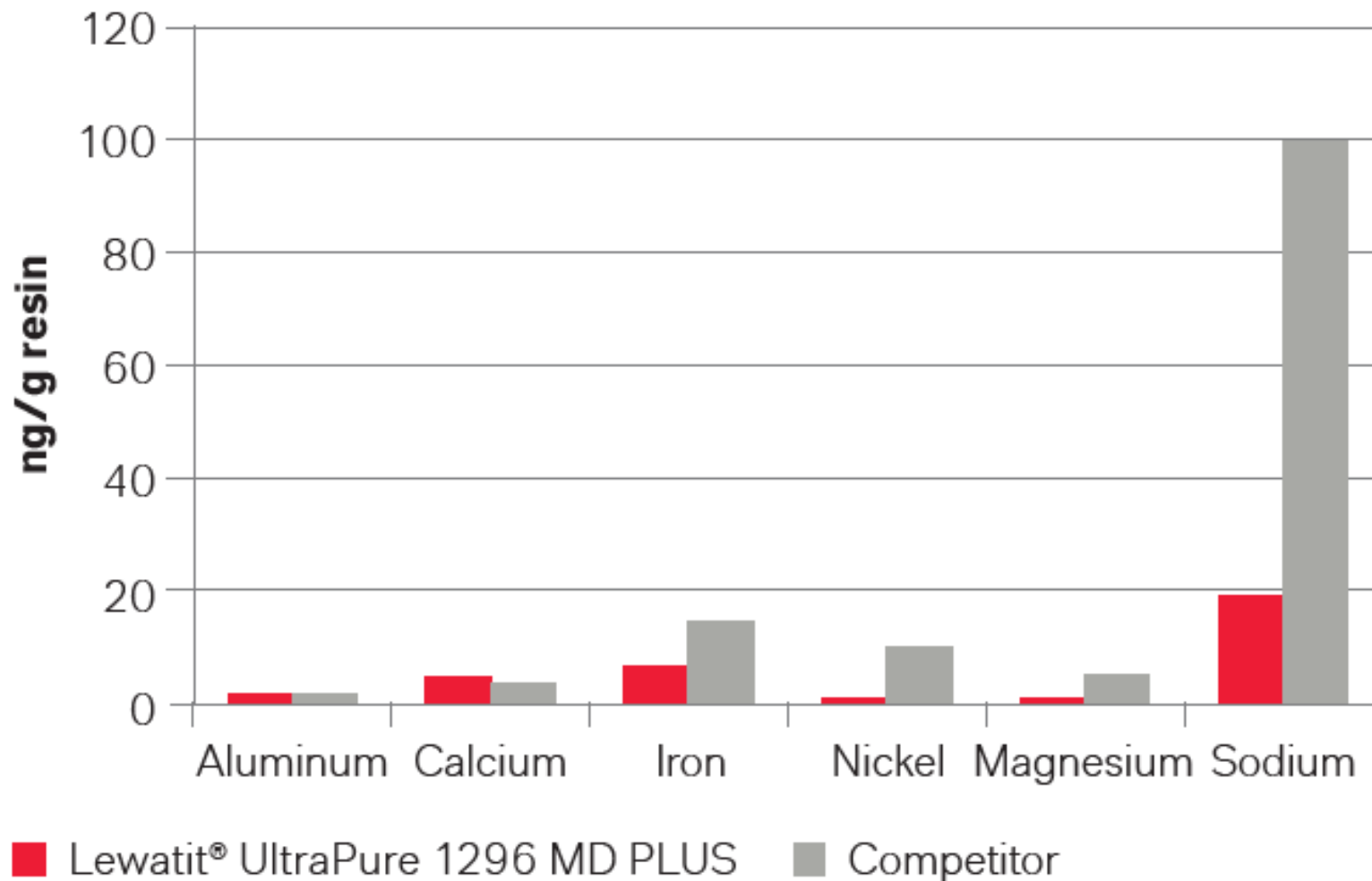
# 新研发的树脂: 和主要竞争对手在新增总有机碳的对比

## SEMI C93-0620, 新增总有机碳动态冲洗实验



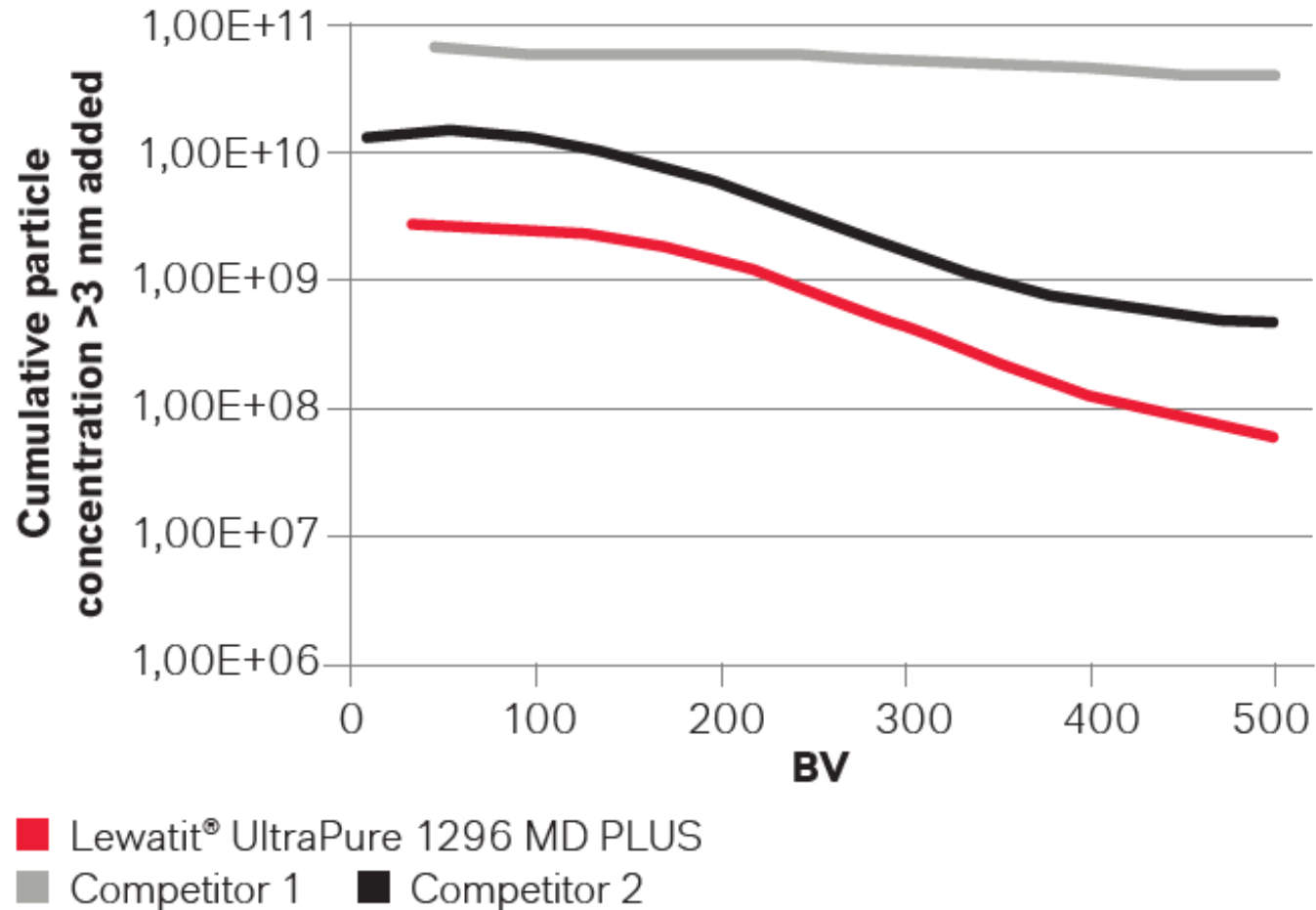
# 新研发的树脂: 和主要竞争对手在浸出金属离子的对比

## SEMI C93-0620, 盐酸浸出离子实验



# 新研发的树脂: 和主要竞争对手在颗粒前体的对比

## SEMI C93-0620, 大于3纳米颗粒前体动态冲洗实验



# 概述:朗盛Lewatit® 超纯水级离子交换树脂

Lewatit® MonoPlus SAC and SBA	Lewatit® MonoPlus S 200 KR	Lewatit® MonoPlus M 800 KR	
级别	核电级	核电级	
树脂类型	强酸阳离子	强碱阴离子	
骨架	苯乙烯	苯乙烯	
结构	凝胶	凝胶	
官能团	磺酸	季胺	
出厂型式	氢离子	氢氧根离子	
最低全交换容量 (当量/升)	2.1	1.2	
平均树脂颗粒直径 (毫米)	0.6	0.64	
均一系数	1.1	1.1	
Lewatit® UltraPure SAC and SBA	Lewatit® UltraPure 1213 MD	Lewatit® UltraPure 1243 MD	
级别	超纯水级	超纯水级	
树脂类型	强酸阳离子	强碱阴离子	
骨架	苯乙烯	苯乙烯	
结构	凝胶	凝胶	
官能团	磺酸	季胺	
出厂型式	氢离子	氢氧根离子	
最低全交换容量 (当量/升)	.	1.1	
平均树脂颗粒直径 (毫米)	0.6	0.67	
均一系数	1.1	1.1	
电阻率, MW·cm, min	12	17	
Δ TOC, ppb, max	10	10	
Lewatit® UltraPure Mixed Bed	Lewatit® UltraPure 1292 MD	Lewatit® UltraPure 1296 MD	Lewatit® UltraPure 1296 MD Plus
级别	超纯水级	超纯水级	超纯水级
树脂类型	混床	混床	混床
骨架	苯乙烯	苯乙烯	苯乙烯
结构	凝胶	凝胶	凝胶
官能团	磺酸/季胺	磺酸/季胺	磺酸/季胺
出厂型式	氢/氢氧根离子	氢/氢氧根离子	氢/氢氧根离子
平均树脂颗粒直径 (毫米)	SAC 0.65/ SBA 0.67	SAC 0.55/ SBA 0.67	SAC 0.55/ SBA 0.67
电阻率, MW·cm, min	18	18	18
Δ TOC, ppb, max	10	1	1
Appox. Ratio (Cation : Anion)	1:1 (当量)	1:1 (当量)	1:1 (当量)
微量金属和其他离子杂质含量	低	很低	非常低

The resistivity and Δ TOC data was obtained after rinsing for 4h at 20BV/h with 18.2 Mohm.cm 3ppb TOC feed water

# 朗盛 – 您的业务强大且可持续的合作伙伴

**绿色创新** – 首款基于可持续原材料的丙烯酸和苯乙烯离子交换树脂强调了我们的雄心勃勃且具体的温室气体减排目标



**优质产品** – 所有产品均按照德国标准制造，通过国际组织认证，服务全球趋势和新应用



**知识** – LewaPlus® 支持 80 多年的卓越技术和应用知识，使我们的客户能够在 IXR 工艺中获得出色的结果



**贴近客户** – 全球销售团队在世界各地的各个行业和应用领域提供卓越的客户服务水平



**QUALITY WORKS.**



**LANXESS**

Energizing Chemistry

**健康和安全信息：**我们已经汇编了相关文献，其中提供了关于使用本出版物中提及的朗盛产品时必须采取的健康和安全预防措施的信息。对于提及的非朗盛产品的材料，应采取其制造商推荐的适当的工业卫生和其他安全预防措施。使用任何这些产品之前，必须阅读并熟悉关于其危害、正确使用和处理的可用信息。这一点非常重要。可通过多种途径获取信息，例如材料安全数据表、产品信息和产品标签。请咨询您的德国朗盛代表，或联系朗盛德国有限公司的法规事务与产品安全部门。对于美国业务，请联系宾夕法尼亚州匹兹堡的朗盛公司产品安全与法规事务部门。

**法规合规性信息：**本出版物中描述的产品的某些最终使用必须符合FDA、BfR、NSF、USDA、CPSC等机构制定的适用法规。如果您对这些产品的法规状态存在任何疑问，对于美国业务，请联系宾夕法尼亚州匹兹堡的朗盛公司产品安全与法规事务部门，对于美国以外的业务，请联系朗盛德国有限公司监管事务与产品安全部门。

您使用我们的产品、技术支持和信息，包括任何推荐的配方和建议（无论是口头、书面还是生产评估方式）的方式和目的均不在我们的控制范围内。因此，您必须对我们的产品、技术支持和信息进行测试，以确定它们是否适合您的预期用途和应用。特定应用分析必须至少包括从技术以及健康、安全和环保角度确定适用性的测试。这种测试不一定由我们完成。除非我们另有书面约定，否则所有产品均严格按照我们的标准销售条款进行销售。对于所有信息和技术支持，我们均不提供担保或保证，如有更改，恕不另行通知。您将承担因使用我们的产品、技术支持和信息而产生的所有责任（侵权、合同等），并明确解除我们的所有责任，对此双方已达成明确的理解和同意。

未包含在本文中的任何声明或建议是未经授权的，对我们没有约束力。本文中的任何内容均不得解释为建议使用任何与专利（涵盖任何材料或其使用）相冲突的产品。对于任何专利的权利要求，我们未暗示或实际授予许可。