

# 调控结晶资源化处理高盐废水

2025年4月 长沙

自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所

The Institute of Seawater Desalination and Multipurpose Utilization, MNR (Tianjin)

# 目 录

## CONTENTS

**01 传统废水废盐处理技术的局限性**

**02 研发团队与技术基础**

**03 技术优势及典型案例**

# 01 传统废水废盐处理技术的局限性

## 高含盐废水特点：

- 不同于传统的生活污水——生化难以处理
- 含有组成复杂的无机盐离子、有机物——传统蒸发浓缩产生大量固废或危废
- 环保治理力度的加大，对固废环境污染问题的逐渐重视
- 传统的将废水简单处理成废渣的工业废水零排工艺，已越来越难以满足环保的要求
- 资源化逐渐成为废水处理的唯一出路



# 01 传统废水废盐处理技术的局限性

## 高含盐废水的资源化—分盐得到合格的化工产品

### 优点—理想

- 从根本上实现废水的处理治理
- 实现循环经济

### 缺点—现实

- 组成复杂
- 传统单一技术难以实现资源化

传统废水废盐处理技术难以实现资源化

# 目 录

## CONTENTS

01 传统废水废盐处理技术的局限性

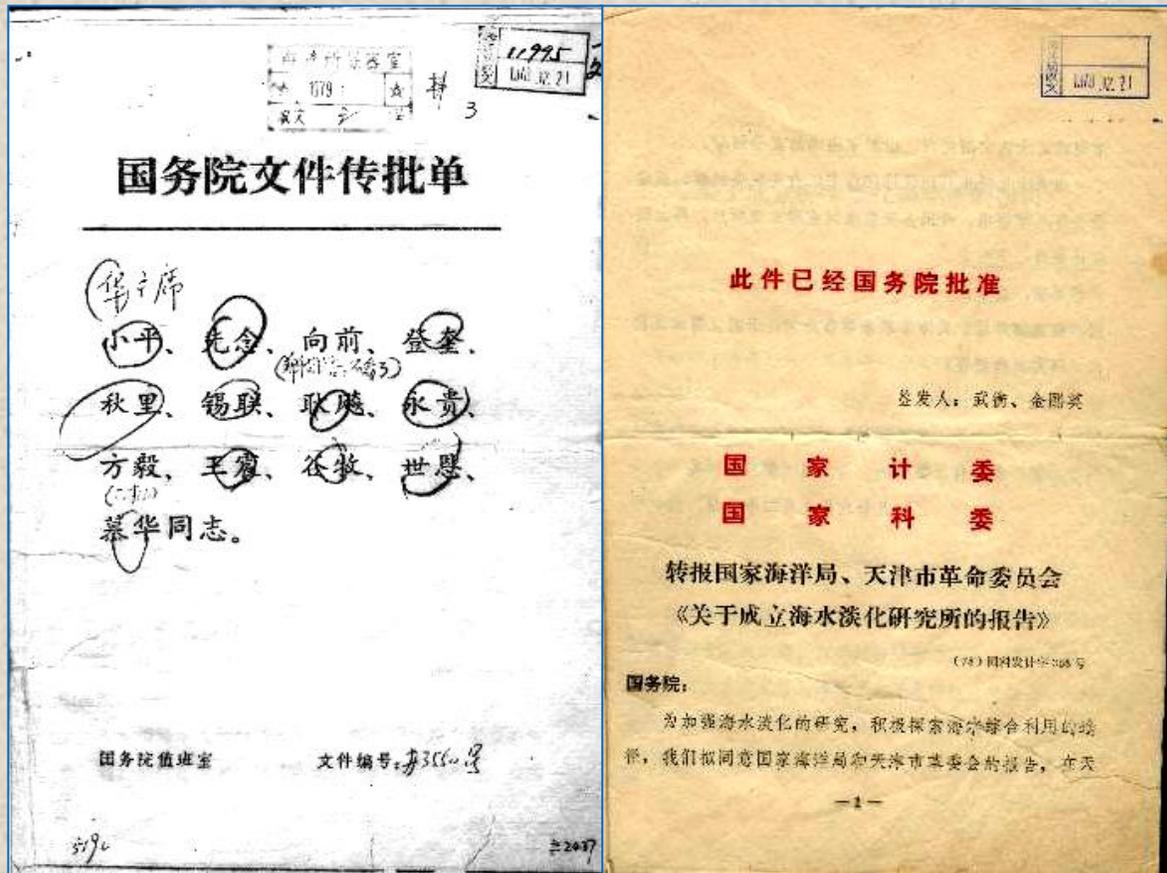
02 研发团队与技术基础

03 技术优势及典型案例

## 研究所简介

自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所于1978年在邓小平、华国锋、李先念等党和国家领导人的关心支持下，经国务院批准成立。是我国唯一专门从事海水淡化与综合利用**科技创新、成果转化、发展战略、质检保障、国际合作、社会服务**等的国家级研究所。

我所于2003年被列为我国**重点支持的89个国家级公益类非盈利性科研机构之一**。



科学技术部 政策法规司文件 中编办		关于五个海洋研究所科研机构改革方案的批复					
小计	改革前共有科研机构 23 个	6624	2771		非营利性科研机构 9 个	1773	
国家海洋局	1 第一海洋研究所	533	264	青岛	转为非营利性科研机构	239	
	2 第二海洋研究所	419	212	杭州	转为非营利性科研机构	180	
	3 第三海洋研究所	363	242	厦门	转为非营利性科研机构	174	
	4 天津海水淡化综合利用研究所	436	103	天津	转为非营利性科研机构	95	
	5 国家海洋局杭州水处理技术研究开发中心	75	39	杭州	转为科技企业，进入中国蓝星(集团)公司		

2005年,通过国家海洋局科技体制改革验收

## 研究所资质

海洋工程设计甲级资质

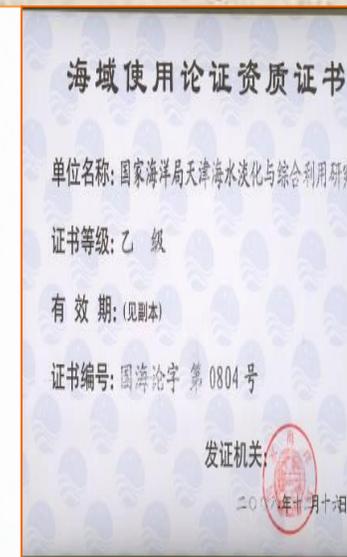
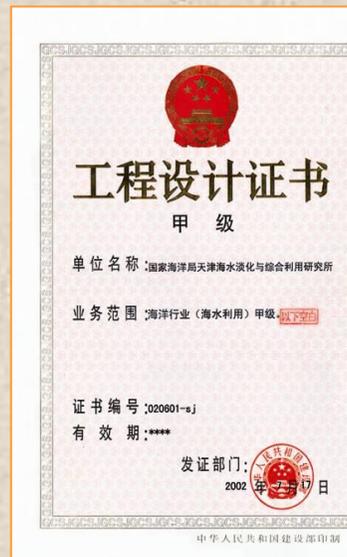
工程咨询单位甲级资信证书

海域使用论证资质

海洋功能区划编制技术单位

ISO 9001:2022 质量管理体系

ISO/IEC 17025:2017 实验室管理体系



### 研究所专利情况

获得国家授权发明专利200余项，专利已经涵盖主体业务，形成了较为完善知识产权保护体系。

### 标准

目前全国已发布实施海水资源利用领域国家及行业标准115项。其中由淡化所编制的已发布国家及行业标准51项，在编国家及行业标准共28项。

1↔	GB/T 23248-2009 海水循环冷却水处理设计规范↔	18↔	HY/T 112-2008 超滤膜及其组件↔	35↔	HY/T 189-2015 海水冷却水处理碳钢缓蚀阻垢剂技术要求↔
2↔	GB/T 33542-2017 多效蒸馏海水淡化装置通用技术要求↔	19↔	HY/T 113-2008 纳滤膜及其元件↔	36↔	HY/T 190-2015 铜及铜合金海水缓蚀剂技术要求↔
3↔	GB/T 33584.1-2017 海水冷却水质要求及分析检测方法 第1部分：钙、镁离子的测定↔	20↔	HY/T 115-2008 蒸馏法海水淡化工程设计规范↔	37↔	HY/T 191-2015 海水冷却水中铁的测定↔
4↔	GB/T 33584.2-2017 海水冷却水质要求及分析检测方法 第2部分：锌的测定↔	21↔	HY/T 114-2008 纳滤装置↔	38↔	HY/T 192-2015 海水环境中金属材料动电位极化电阻测试方法↔
5↔	GB/T 33584.3-2017 海水冷却水质要求及分析检测方法 第3部分：氯化物的测定↔	22↔	HY/T 116-2008 蒸馏法海水淡化蒸汽喷射装置通用技术要求↔	39↔	HY/T 198-2015 海水淡化膜用阻垢剂阻垢性能的测定 人工浓海水碳酸钙沉积法↔
6↔	GB/T 33584.4-2017 海水冷却水质要求及分析检测方法 第4部分：硫酸盐的测定↔	23↔	HY/T 167-2013 大生活用海水应用系统设计规范↔	40↔	HY/T 203.1-2016 海水利用术语 第一部分：海水冷却技术↔
7↔	GB/T 33584.5-2017 海水冷却水质要求及分析检测方法 第5部分：溶解固形物的测定↔	24↔	HY/T 168.1-2013 污水水处理设计规范 第1部分：活性污泥法↔	41↔	HY/T 203.2-2016 海水利用术语 第二部分：海水淡化技术↔
8↔	GB/T 33584.6-2017 海水冷却水质要求及分析检测方法 第6部分：异养菌的测定↔	25↔	HY/T 168.2-2013 污水水处理设计规范 第2部分：接触氧化法↔	42↔	HY/T 203.3-2016 海水利用术语 第三部分：大生活用水技术↔
9↔	GB/T 34550.1-2017 海水冷却水处理药剂性能评价方法 第1部分：缓蚀性能的测定↔	26↔	HY/T 168.3-2013 污水水处理设计规范 第3部分：膜生物反应器法↔	43↔	HY/T 203.4-2016 海水利用术语 第四部分：海水化学资源提取利用技术↔
10↔	GB/T 34550.2-2017 海水冷却水处理药剂性能评价方法 第2部分：阻垢性能的测定↔	27↔	HY/T 168.4-2013 污水水处理设计规范 第4部分：生态塘法↔	44↔	HY/T 209-2016 固体海水↔
11↔	GB/T 34550.3-2017 海水冷却水处理药剂性能评价方法 第3部分：菌藻抑制性能的测定↔	28↔	HY/T 169-2013 海水和卤水中溴离子的测定方法↔	45↔	HY/T 210-2016 磷酸镁晶须↔
12↔	GB/T 34550.4-2017 海水冷却水处理药剂性能评价方法 第4部分：动态模拟试验↔	29↔	HY/T 163-2013 海水水处理剂分散性能的测定 分散氧化铁法↔	46↔	HY/T 211-2016 移动式反渗透淡化装置↔
13↔	HY/T 106-2008 多效蒸馏海水淡化装置通用技术要求↔	30↔	HY/T 176-2014 海水中铁细菌的测定 MPN法↔	47↔	HY/T 212-2016 反渗透膜亲水性测试方法↔
14↔	HY/T 108-2008 反渗透能量回收装置↔	31↔	HY/T 177-2014 海水中硫酸盐还原菌的测定 MPN法↔	48↔	HY/T 213-2016 中空纤维超/微滤膜断裂拉伸强度测定方法↔
15↔	HY/T 109-2008 反渗透用高压泵技术要求↔	32↔	HY/T 178-2014 海水硬度的测定 pH电位滴定法↔	49↔	HY/T 220-2017 海水淡化水源地保护区划分技术规范↔
16↔	HY/T 110-2008 聚丙烯中空纤维微孔膜↔	33↔	HY/T 187-2015 海水循环冷却系统设计规范 第1部分：取水技术要求↔	50↔	HY/T 107-2017 卷式反渗透膜组件测试方法↔
17↔	HY/T 111-2008 料浆状及滤饼状氢氧化镁↔	34↔	HY/T 188-2015 海水循环冷却系统设计规范 第2部分：排水技术要求↔	51↔	HY/T 232-2018 海水冷却塔测试规程↔

## 仪器设备

淡化所拥有小角X射线散射系统、等离子体发射串联质谱仪（ICP-MS）、扫描电镜、3D激光打印机等总价值**4亿多元**的实验及检测设备，其中100万元以上的仪器200余台。

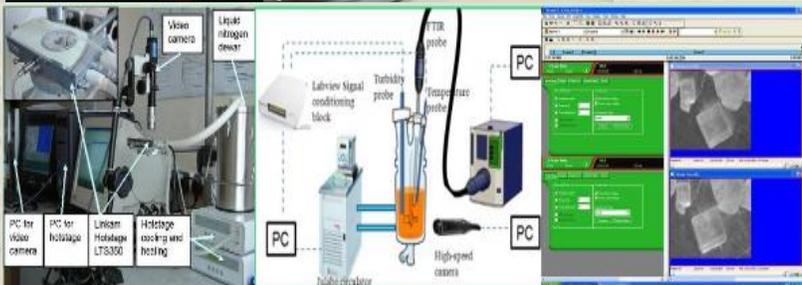


- 研发团队为天津市创新人才推进计划重点领域创新团队，现有科研人员24人，其中专业技术带头人2人，博士10人，3人获“天津市创新人才推进计划青年科技优秀人才”
- 专业涉及化学工程、有机化学、工业结晶、精细化工、环境工程、材料科学、盐化工、生物工程等多个领域
- 在多年的发展中形成了老中青相结合、梯队合理、经验丰富的研发团队，具有雄厚的产品开发和产业化设计能力

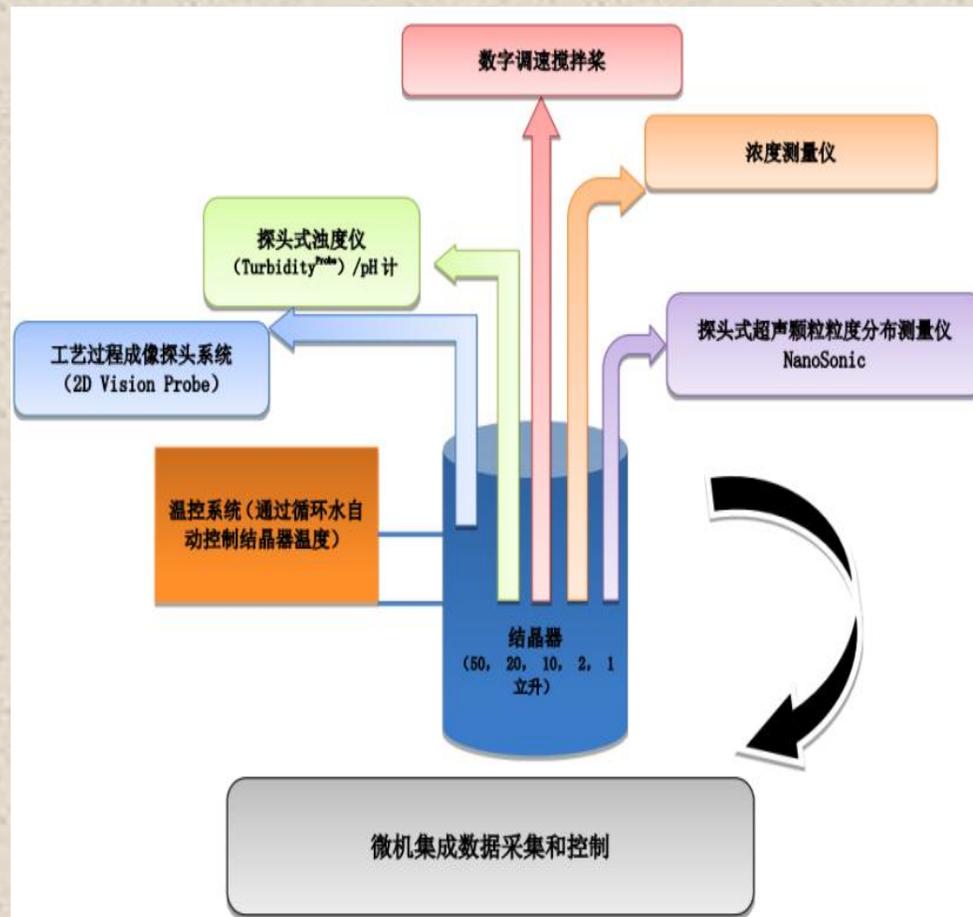
拥有一流的室内研究平台



结晶平台



世界领先的硬件设备  
工艺技术优化  
新产品定制开发



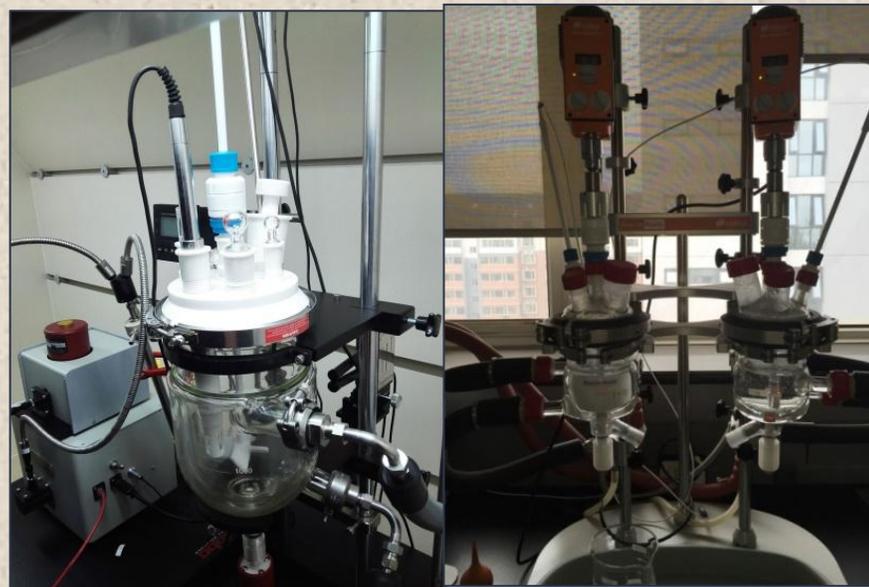
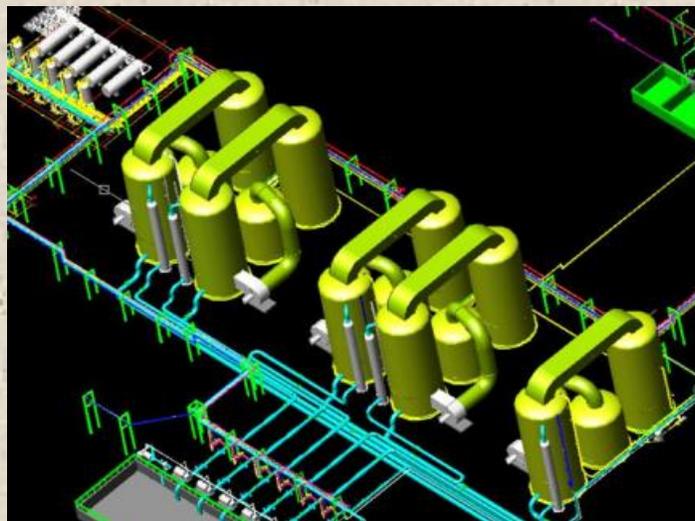
拥有系列软件和数据采集系统



模拟平台

## Fluent、PDMS等系列软件

利用Fluent软件对结晶器内部流场分布进行单相及多相模拟，掌握相应流场、温度场分布，指导结晶器优化设计





自主研发的成套专用小试及中试撬装设备

技术基础，四十多年海水综合利用成果

·无机及有机物结晶产业化技术与装备研发

·蒸发结晶、冷却结晶等调控结晶产业化装备已连续稳定运行

饱和卤多效蒸发制盐

苦卤综合利用

海水卤水提取物深加工

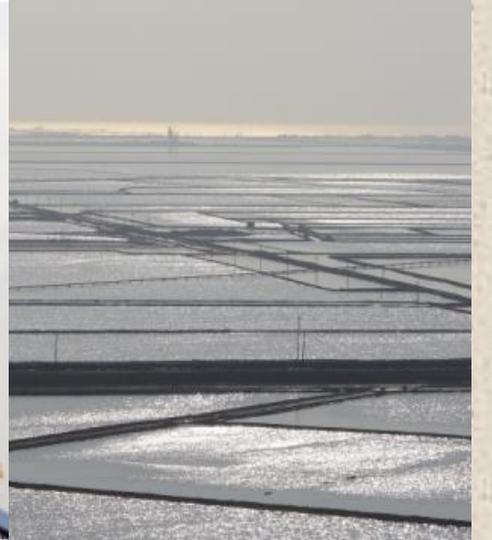
(食品级氯化钾、氯化镁产品)

海水中含有80多种元素

钠、钾、镁、溴 全元素综合提取

- 海水组成远比高含盐废水组成复杂
- 近年来，相关技术成功应用于高含盐废水、废盐资源化处理

技术基础—海水卤水全元素综合利用



### “调”

以水-盐体系、有机物-盐体系的多温多元平衡为基础，向体系内加入结晶诱导剂、循环母液等改变料液化学组成等结晶条件

### “控”

控制浓度、温度、pH等条件，使多种化合物依次析出，保证某一时段析出单一晶体，或同时析出物化性质有明显差异的两种化合物

### “精准提取”

将废盐中有机物、无机盐精确提取并纯化，制备出纯度高、符合相关标准要求的有机或无机化工产品

调控结晶-精准提取是以企业需求为导向、以企业内外配套条件为接口、为企业提供最优处理方案的多技术及专用装备耦合的定制成套工艺技术

# 目 录

## CONTENTS

01 传统废水废盐处理技术的局限性

02 研发团队与技术基础

03 技术优势及典型案例

## **03 技术优势及典型案例**

**03-1高钙镁废水处置（浓缩、钙镁脱除）**

**03-2有机物、无机盐类综合提取资源化技术**

**03-3无机盐分质结晶纯化技术**

## 03-1高钙镁废水处置（浓缩、钙镁脱除）

技术应用	特点与优势	传统技术缺陷
<a href="#">高钙镁废水直接蒸发浓缩</a>	针对特定废水，“调控组分+特色蒸发浓缩装置”无需去除钙镁成垢离子，直接蒸发浓缩	需对钙镁软化处理，添加药剂成本高，直接浓缩结垢严重，无法运行
<a href="#">废水中钙镁的低成本脱除</a>	针对特定废水，采用“石灰-烟道气”脱除 $\text{Ca}^{2+}$ $\text{Mg}^{2+}$ ，具有成本低、低碳，反应产物资源化，变废为宝	传统两碱法除 $\text{Ca}^{2+}$ $\text{Mg}^{2+}$ 消耗两碱；脱除 $\text{Ca}^{2+}$ $\text{Mg}^{2+}$ $\text{SO}_4^{2-}$ 产生大量固体废弃物
<a href="#">钙镁硫酸根废水资源化处置</a>	采用专利技术和专有装备，石灰脱除 $\text{Mg}^{2+}$ $\text{SO}_4^{2-}$ 氢氧化镁、硫酸钙有效分离，成本低，反应产物资源化，变废为宝	传统石灰法脱除 $\text{Mg}^{2+}$ $\text{SO}_4^{2-}$ 产生大量固体废弃物；采用烧碱法成本高，脱除镁后母液仍需蒸发浓缩
<a href="#">高钙镁锰废水的资源化处置</a>	以石灰、纯碱为原料，采用分段连续反应结晶，实现锰、镁、碳酸钙等产物的资源化，变废为宝	传统石灰-纯碱法产生大量固废，处理后水质差

废  
水  
中  
钙  
镁  
的  
低  
成  
本  
脱  
除

主要优势：成本低、绿色低碳、技术成熟，相关技术已在相关行业应用效果显著

70万吨/年方案	原料	实际用量	单价	原料年消耗
		万吨/年	元/吨	万元/年
石灰—纯碱法	石灰	0.58	600	2286
	纯碱	1.14	1700	
石灰—烟道气法	石灰	1.49	600	1461
	硫酸钠	5.67	100	

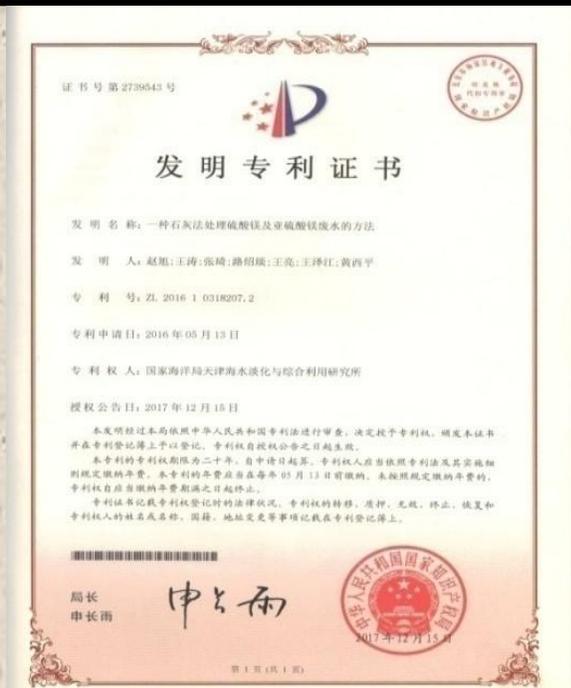


成套中试装置



运行的产业化装置

钙镁硫酸根废水资源化处置

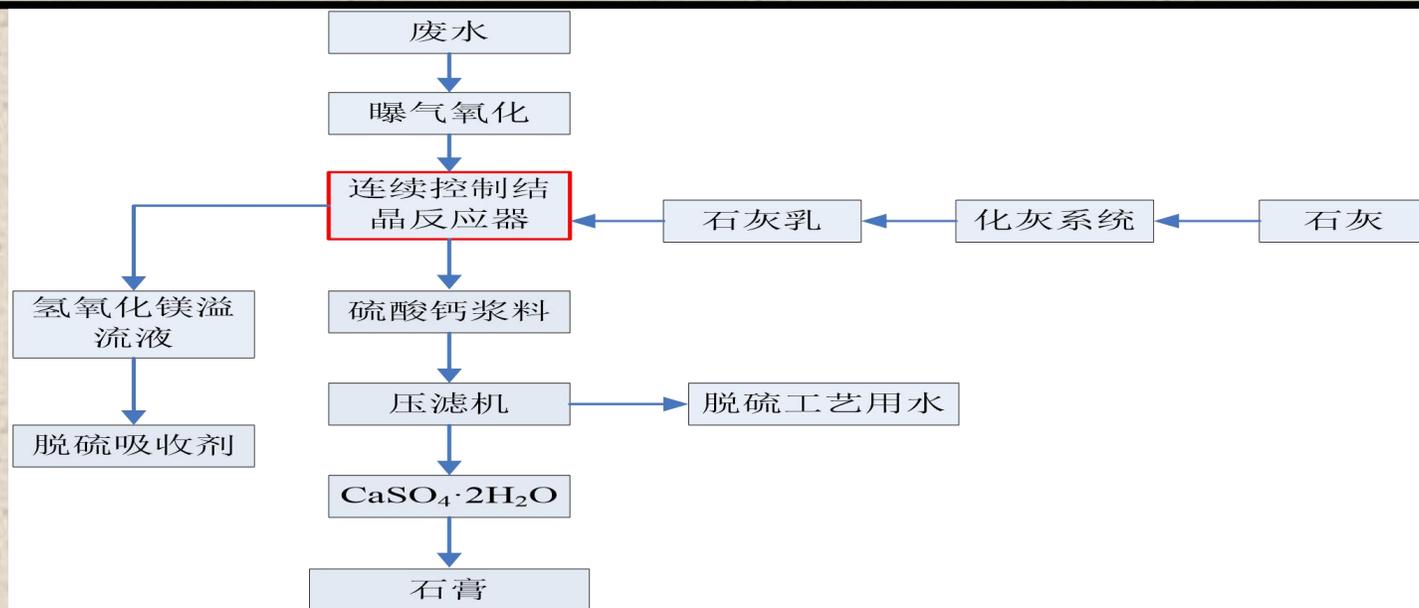


反应器排出硫酸钙显微照片

- ◆采用连续控制结晶技术
- ◆以连续反应控制结晶器为主体结构
- ◆通过控制一定反应条件（反应过饱和度、晶种浓度和适宜固液比等），氢氧化镁结晶粒径控制在 $5 \sim 10 \mu\text{m}$ 、硫酸钙结晶粒径在 $80 \sim 160 \mu\text{m}$ 范围内
- ◆利用两种结晶的沉降速率差异，实现反应器中氢氧化镁和硫酸钙的有效分离

## 03-1高钙镁废水处置（浓缩、钙镁脱除）

## 钙镁硫酸根废水资源化处置



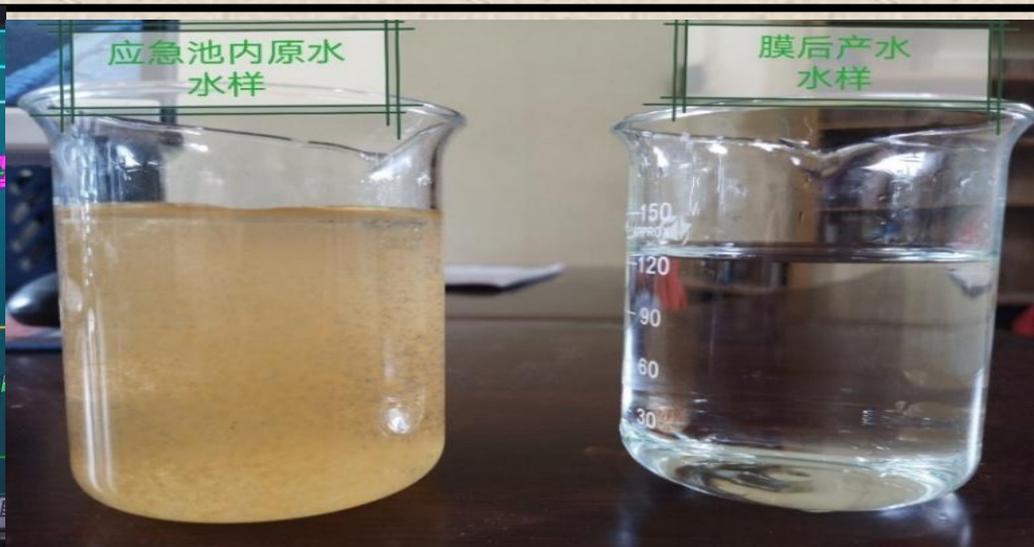
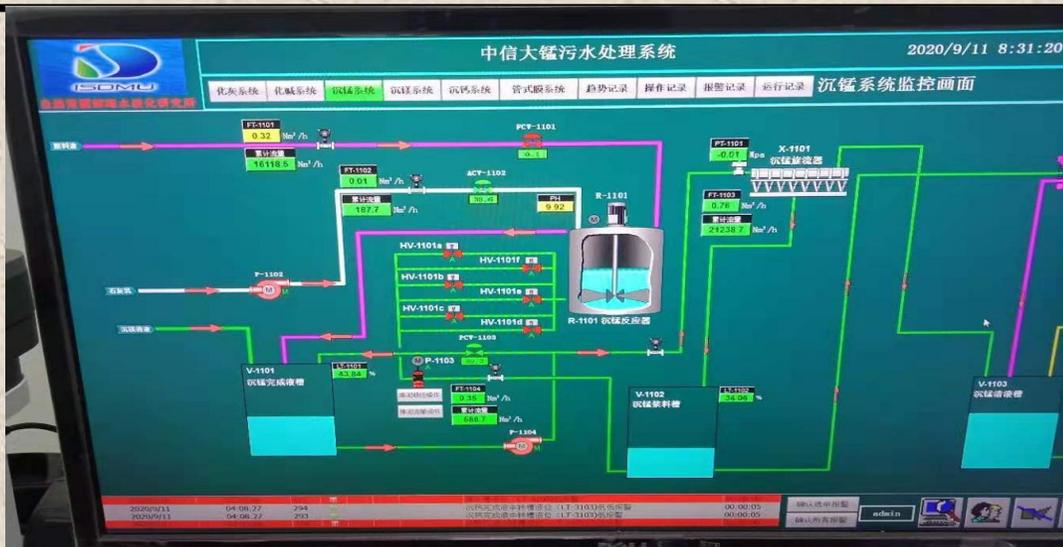
- 传统石灰法处置，产生大量氢氧化镁和硫酸钙混合物固废，固废难以处置
- 与传统蒸发—冷却结晶制备硫酸镁工艺相比，避免蒸发和冷却工序，能耗低
- 新工艺使废水中的Mg以氢氧化镁产品回收，可返回电厂烟气脱硫
- 产生的反应母液可直接用于电厂脱硫工艺用水，无需再处理，实现废水处理的零排放

高钙镁锰废水资源化处置



投产运行的高钙镁锰废水资源化处置技改工程

高钙镁锰废水资源化处置



### 投产运行的高钙镁锰废水资源化处置技改工程

## 高钙镁锰废水资源化处置

采用连续反应控制结晶技术，通过控制分段反应结晶条件，实现锰、镁、钙的资源化利用，实现资源化、减量化

技改前的传统工艺：

- 采用间歇反应，石灰和废水在一台反应器完成
- 产生尾渣为钙镁锰混合沉淀，有价值产物锰含量低，无法利用
- 结晶粒径很小，固液分离困难，且难以压滤



技改后连续 分段反应结晶工艺：

- 改变反应结晶方式，调控反应条件，控制结晶时间，制备出性能差异化化合物
- 分段反应回收利用有价值产物，处理成本大幅度降低

项目	石灰单耗 (kg/t废水)	纯碱单耗 (kg/t废水)	电耗 (kWh/t废水)	单耗成本 (元/t废水)
改造前消耗	16.67	2.7	3.66	17.25
技改后消耗	12.54	2.32	1.86	13.08
降低百分比	24.77%	14.07%	49.18%	24.17%
资源回收 价值	金属锰	资源量 (t/a)	碳酸钙	资源量 (t/a)
		1300		1700
折合单耗成本 (元/t废水)				8.08~10.08

## **03 技术优势及典型案例**

**03-1高钙镁废水处置（浓缩、钙镁脱除）**

**03-2有机物、无机盐类综合提取资源化技术**

**03-3无机盐分质结晶纯化技术**

## 03-2有机物、无机盐类综合提取资源化技术

技术应用	特点与优势	传统技术缺陷
<u>农药副产混合钾盐资源化</u>	针对有机物特性，采用调控结晶技术将有机物、不同无机盐类依次分离纯化，制备符合标准产品	对有机质以降COD思维高成本脱除，通过加入酸类将部分钾盐提取，剩余大量混合盐
<u>间氨基苯磺酸高盐废水资源化处置</u>	采用调控结晶技术，通过添加间氨基苯磺酸结晶添加剂，使有机物、无机盐分步析出，处理成本低	传统技术将其蒸发浓缩-喷雾干燥，得含大量有机质混合盐，作为危废处置
<u>医药副产含磷酸盐废水资源化处置</u>	采用膜分离技术耦合冷冻结晶技术，将废水中医药中间体和磷酸盐有效提取，磷酸盐结晶母液和其他废水混合，经厂区生化系统处理后，达到园区纳管排放标准	传统采用蒸馏回收医药中间体，能耗高；磷酸铵镁法降磷的同时氨氮浓度提高，磷酸铵镁制备成本高、销售面窄

农药副产混合钾盐资源化

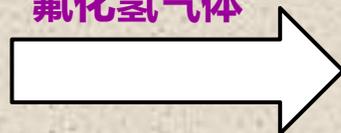
农药生产副产盐组成：氟化钾（14-18%）、溴化钾（31-35%）、碳酸钾（20-24%）、碳酸氢钾（24-28%）及有机质（3%左右）

前期处理尝试：厂家曾加入硫酸转化为硫酸钾，母液蒸发新产生的混盐仍然无法资源化回收



有机合成副产混合钾盐

加硫酸过程  
产生溴化氢、  
氟化氢气体



加硫酸分离硫酸钾  
后混合盐液体



浓缩得硫酸  
钾、溴化钾、  
氟化钾混盐

农药生产副产盐组成：氟化钾（14-18%）、溴化钾（31-35%）、碳酸钾（20-24%）、碳酸氢钾（24-28%）及有机质（3%左右）

**传统工艺：**

- 加酸过程产生大量氟化氢和溴化氢混合气体，吸收后需进一步处理
- 析出硫酸钾母液需强氧化脱除有机质，处理成本高
- 强氧化母液蒸发又产生硫酸钾、溴化钾、氟化钾混盐

**主要缺陷：**

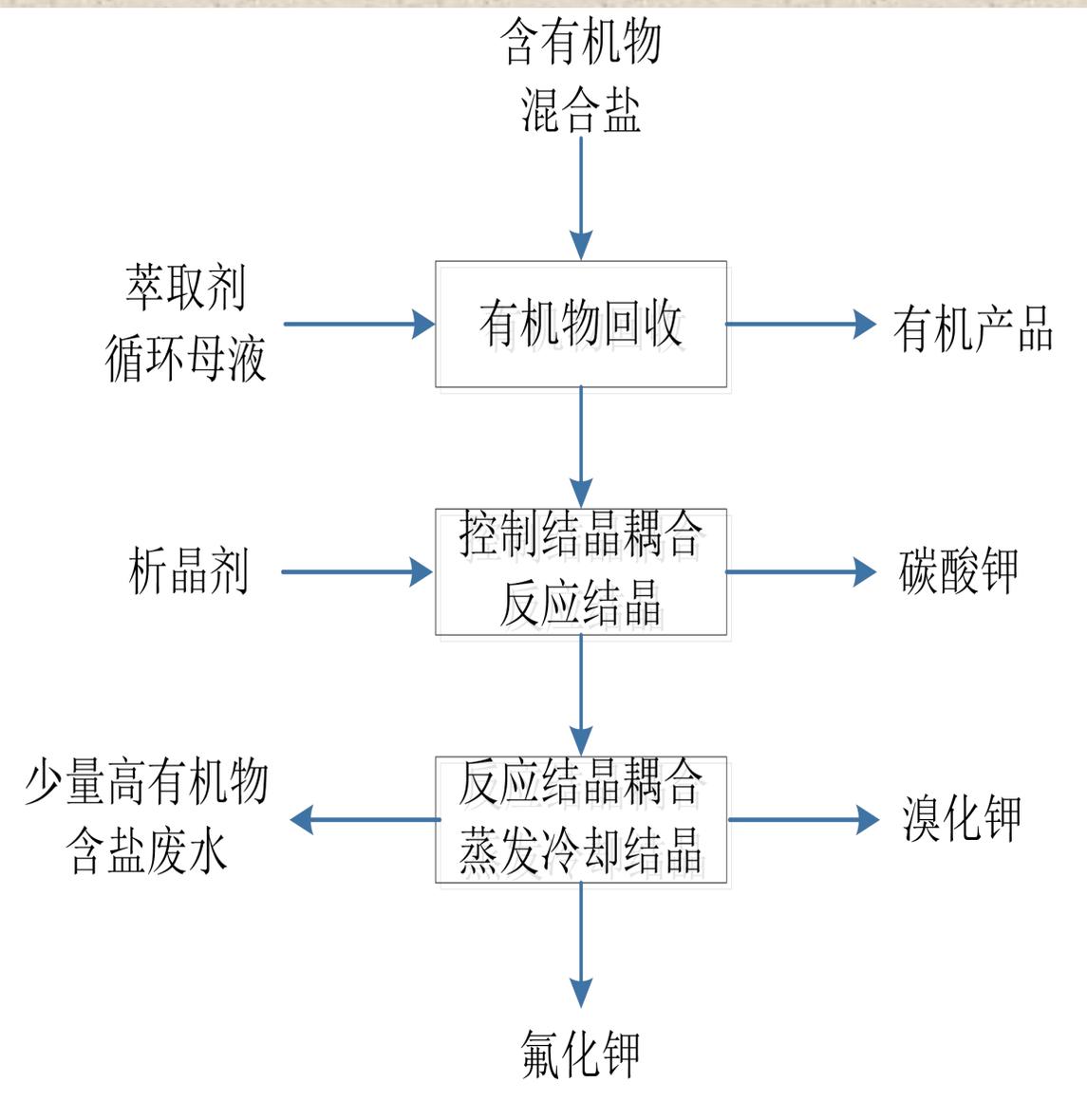
- 处理流程长：酸化-吸收-强氧化-蒸发浓缩
- 成本高：酸化过程尾气吸收后需再处理，母液需强氧化脱除有机质
- 析出硫酸钾后母液强氧化后，再经蒸发浓缩又产生硫酸钾、溴化钾、氟化钾混盐

农药副产混合钾盐资源化

## 综合提取处理技术特点

调控结晶、反应结晶耦合蒸发-冷却结晶

多种工艺技术耦合，配套专用成套设备

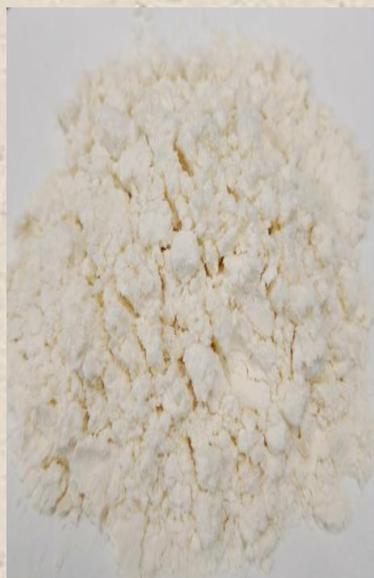


农药副产混合钾盐资源化

## 综合提取优势

□能耗低、过程绿色

□有机质和三种无机盐副产品达到回用和行业相关标准要求



副产废盐



回收有机质 150万元/吨



回收溴化钾 3.3万元/吨



回收氟化钾 1.6万元/吨



回收碳酸钾 0.8万元/吨

### 产业化装置副产品质量情况

- 氟化钾主含量 $\geq 98\%$ ，符合HG/T2829-2008标准
- 碳酸钾主含量 $\geq 96\%$ 符合GB/T1587-2016标准
- 溴化钾纯度 $\geq 98.5\%$ 符合HG/T 3808-2006标准
- 有机物产品、氟化钾、碳酸钾可返回生产系统，溴化钾可出售，实现了低生产成本资源化处理的预期目标



## 医药中间体副产含有有机物、磷酸盐废水情况

日处理量 (m <sup>3</sup> /d)	波美度 (Bh)	pH	密度 (g/mL)	COD(mg/L)
30	24-26	9.3-9.5	1.2	12500
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	11.35 %		136 .0g/L	
NaCl	13.90 %		166.8g/L	

### 传统工艺:

- 蒸馏回收其中有机物，能耗高；
- 磷酸盐难以处置，为降磷购置氯化镁、氯化铵、烧碱等原料，处理成本高，产物磷酸铵镁难以销售

### 资源化处置新工艺:

- 采用膜分离技术将有机物富集，有机物产品实现低成本回收利用
- 采用控制结晶技术，高效提取再经一次纯化、干燥制得十二水磷酸氢二钠，符合行业标准 (HG/T2965-2009) 要求
- 产品纯化母液替代工艺水，实现了循环利用

医药含磷酸盐废水资源化处置

## 医药中间体副产含有机物、磷酸盐废水情况

医药含磷酸盐废水资源化处置



原水 (棕红色)



膜分离后精制母液



传统技术制备产品  
(浅棕色)



控制结晶产品  
(白色)

医药含磷酸盐废水资源化处置



磷酸盐废水资源化利用产业化工程

## **03 技术优势及典型案例**

**03-1高钙镁废水处置（浓缩、钙镁脱除）**

**03-2有机物、无机盐类综合提取资源化技术**

**03-3无机盐分质结晶纯化技术**

## 03-3无机盐分质结晶技术

技术应用	特点与优势	传统技术缺陷
<a href="#">含锌、钾盐废水资源化处置</a>	采用调控结晶技术，以锌、钾脱除和资源化为主线，使不同无机盐分步析出，处理成本低、无机物资源化，变废为宝	传统技术将其蒸发浓缩，得混合盐只能作为危废或固废处置
<a href="#">工业混盐的盐硝分离</a>	实现精准分离提取，盐硝联产同时产品纯度高、节能降耗	混盐分离不彻底、能耗高、产品质量不稳定
<a href="#">含溴废水废盐资源化利用</a>	溴提取工艺成熟稳定，提取率高、节能	提取率低、工艺不稳定

## (1) 医药含锌、钾、钠盐的碱性废水资源化回收利用

废水无机离子浓度如下表所示，其他指标：pH值超过14，COD 34000mg/L

	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Zn	OH <sup>-</sup>
质量浓度 (g/L)	146.99	55.56	124.68	29.40	57.80

### 传统工艺：

- 将该强碱性废水蒸发浓缩到一定浓度冷却得块状含有混合碱、混合盐及有机物的混合物
- 只能交给危废公司处理

### 碱式碳酸锌-氯化钾-氯化钠联产新工艺

#### ●主要工艺过程：

- (1) 膜分离
- (2) 沉锌
- (3) 制备碱式碳酸锌
- (4) 蒸发制盐
- (5) 解析制钾

含  
锌  
、  
含  
钾  
废  
水  
资  
源  
化  
处  
置

## (1) 医药含锌、钾、钠盐的碱性废水资源化回收利用



碱式碳酸锌



氯化钾



氯化钠

	试验结果	标准指标要求
废水中锌的收率	> 97%	—
废水中氯化钾的收率	> 85%	—
废水中氯化钠的收率	> 90%	—
产品碱式碳酸锌纯度	Zn质量分数57.2%	≥57.0% (一等品)
产品氯化钾纯度	K <sub>2</sub> O质量分数57.9%	≥57.0% (农业级一等品)
产品氯化钠纯度	> 98.0%	

## (2) 香精行业硫酸锌废水资源化回收利用

### 废水特点:

- ◆高COD、含大量 $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 、 $\text{Na}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$
- ◆蒸发至硫酸锌析出时夹带大量有机物，呈深黄色，难以精制产品质量无法保证



浓缩浓缩时有机物富集，呈粘粥状



调控反应结晶沉锌，硫酸锌硫酸钠联产工艺

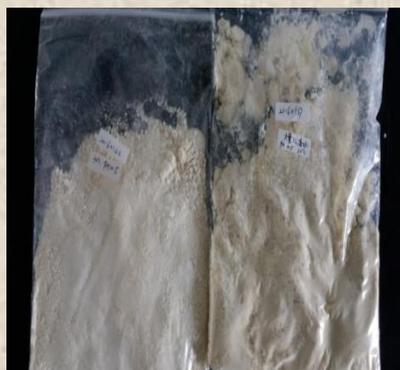
含  
锌  
、  
含  
钾  
废  
水  
资  
源  
化  
处  
置

## (2) 香精行业硫酸锌废水资源化回收利用

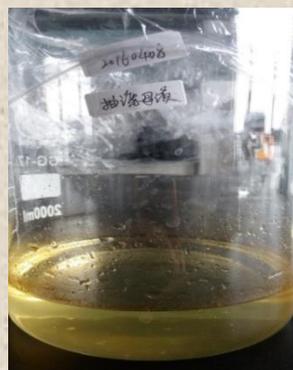
调控反应结晶沉锌，硫酸锌-硫酸钠联产工艺



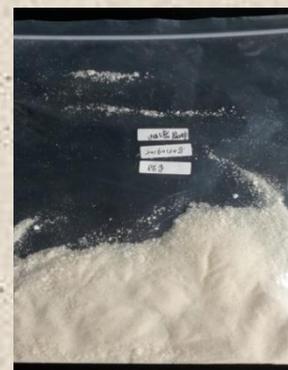
含锌废水



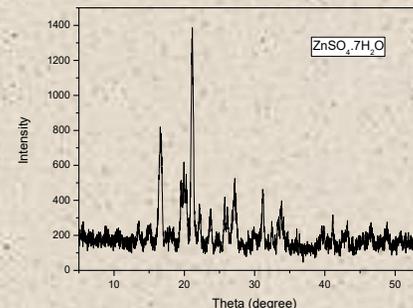
氢氧化锌滤饼



硫酸锌母液



七水硫酸锌



硫酸锌XRD图

沉锌母液 $Zn^{2+}0.64mg/L$ ，符合锌排放标准要求，去除硫酸钠后可达标排放

锌回收率大于99%

七水硫酸锌产品纯度大于98%，达到工业一等品要求

副产硫酸钠亦可达到相关产品标准要求

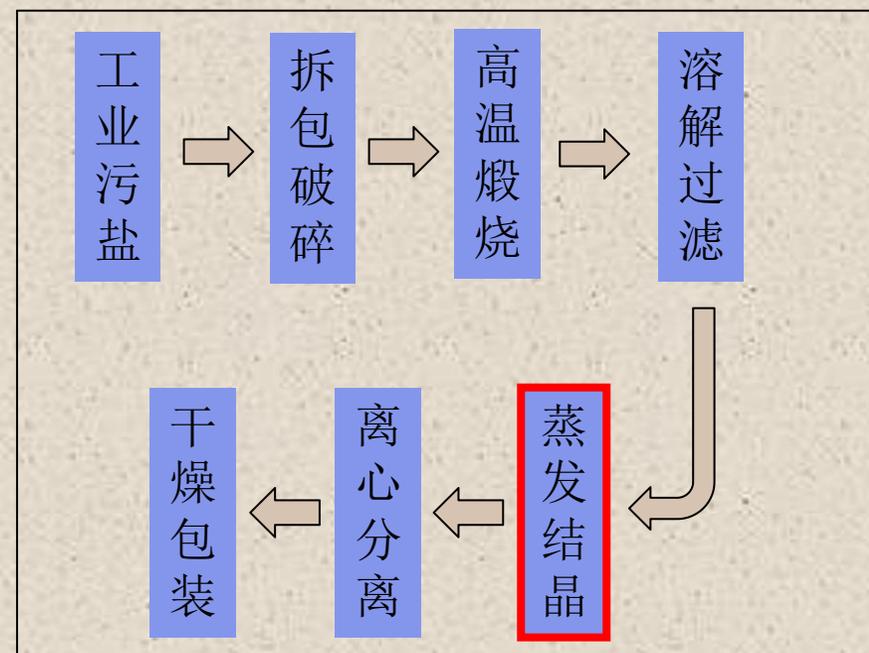
## 工业混盐的盐硝分离

■原料主要来源——化工、医药、煤化工等行业副产的危废、一般固废

混合杂盐 (NaCl为主, 含有一定量 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 及其它有机物)

■企业难题:

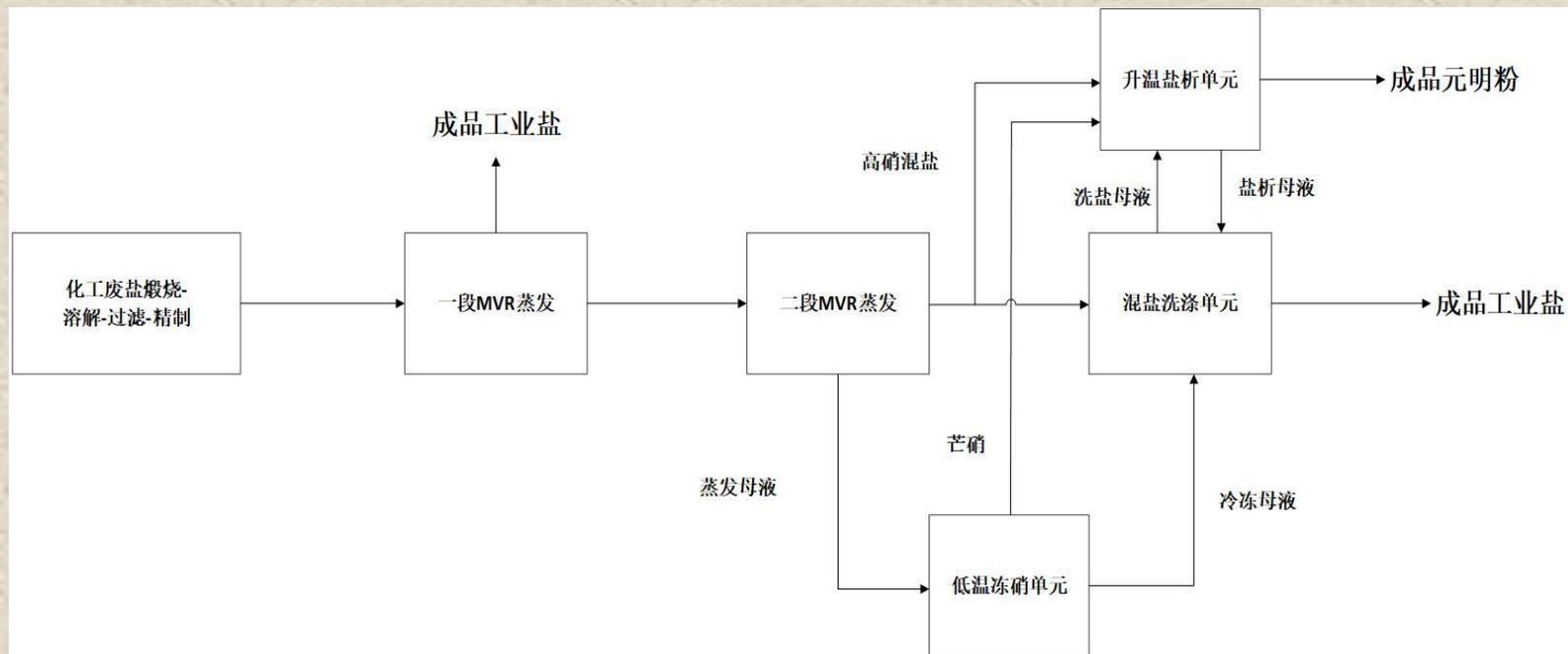
- 现有工艺和装备不适应高含硝盐 (干盐中硫酸钠含量 $\geq 14\%$ ) 的蒸发处理, 由于现有工艺没有盐硝分离工序, 当高含硝盐溶解制卤进入现有的MVR蒸发系统, 在蒸发过程中盐硝共同析出造成盐的质量下降, 影响产品的经济价值的问题。



工业混盐的盐硝分离

■ 解决方案——提出“兑卤析硝-蒸发制盐-粗盐洗涤”的总体工艺提升改造方案

实现高含硝盐的盐硝分离，提高氯化钠产品质量



盐硝联产工艺升级改造核心技术工艺路线

工业混盐的盐硝分离

### ■效益显著

- 升级改造后的生产系统，实现以混合废盐为原料进行工业盐和硫酸钠联产
- 整体处理能力不低于200t/d（干基）
- 成品氯化钠中硫酸钠含量 $\leq 0.5\%$ ，硫酸钠纯度 $\geq 85\%$ 。



顺利投产运行



香精有机物废水，24吨/天，含溴量约5%，COD=50000mg/L

含溴废水废盐资源化利用

- 针对香精废水中有机物难降解，中间产物溴化钠含量高
- 采用自有创新技术，通过蒸汽蒸馏-粗溴精馏
- 实现有机物和溴的分离，制得高附加值液溴产品
- 溴素作为生产原料返回生产系统，实现溴资源高效回收
- 显著降低企业废水处理成本



含溴废水废盐资源化利用

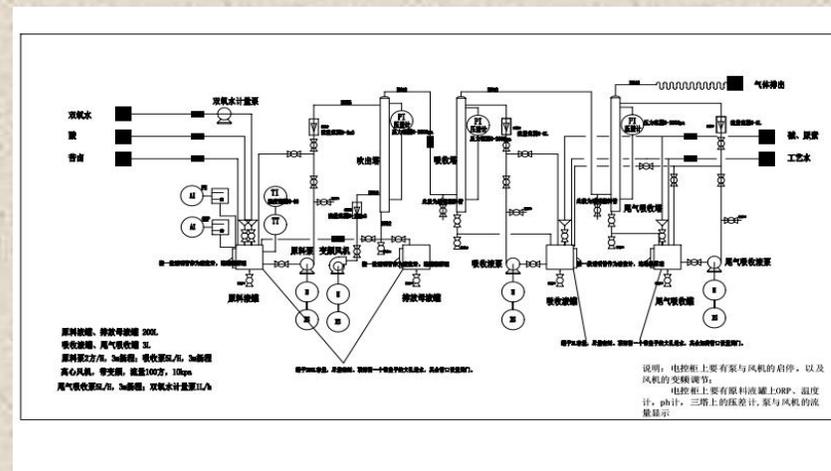
## 含溴废水或废盐处置工艺研发

### ➤ 工艺过程研发

- ✓ 料液、废盐组成分析
- ✓ 利用现有设备，有针对性的开展工艺方案研发，制定工艺路线
- ✓ 完成物料衡算、成本分析等

### ➤ 工程建设服务

- ✓ 提供项目建议书或可研报告
- ✓ 编制施工图
- ✓ EPC服务

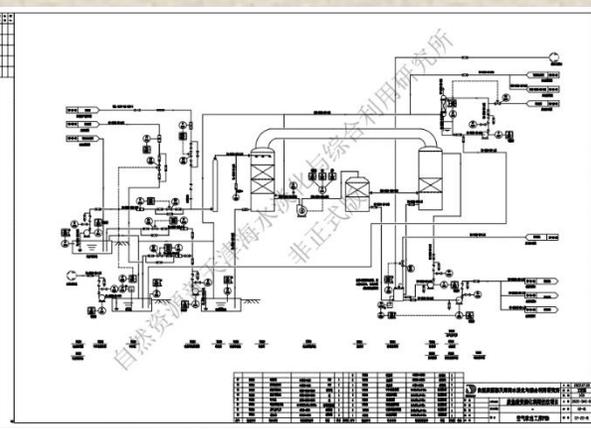
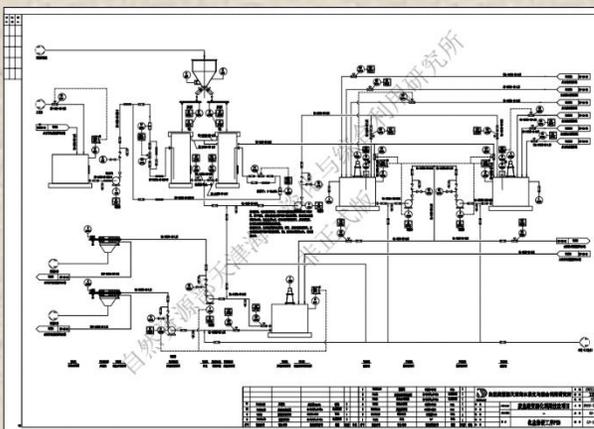


## 含溴废水或废盐的资源化回收利用

### 含溴废水废盐资源化利用

由于溴的存在，经一定工艺处置后仍无法达到再生盐的标准，还只能以危险固体废物形式填埋处理，不仅处置成本高，还造成了溴资源的极大浪费。

- ✓ 根据固体含溴废盐特点，去有机物并除杂后，做成液溴或溴化钠产品
- ✓ 相关工艺在南方某环保上市企业得到应用；现已完成可研及主体施工图设计
- ✓ 相关成果适用于中小型**精细化工、药厂**等排放的工业含溴废水或含溴废盐中溴资源回收利用



# 合作愿景

- 呼应国家需求，注重企业关切，通过合作扬长避短，实现共赢
- 发挥我所的研发平台和人才优势，在废水处理、新产品研发、现有工艺优化等方面，助力企业的创新发展
- 合作方式灵活多样，技术服务委托、产学研联合等
- 利用我所独有优势与企业紧密合作，以创新和成果转化项目为依托，共同申请国家、地方各类项目，争取国家资金支持

A scenic landscape featuring a calm lake in the foreground, a dense forest of evergreen trees in the middle ground, and a range of mountains in the background under a bright blue sky with scattered white clouds. The water in the lake reflects the surrounding scenery.

谢谢!