



# 工业废盐无害化资源化利用

## ——可用于氯碱生产的工业废盐资源化利用技术

部门：技术部

报告：杨鸿斋

公司单位：青岛海以达环境能源科技有限公司



## 国内外工业废盐无害化资源化处理技术包括：

### 洗涤法

洗涤法分为洗盐法和萃取法，前者利用饱和盐水对废盐进行洗涤，去除有机物及杂质；后者采用有机溶剂，利用相似相容原理对废盐中的有机物进行萃取去除。

---

### 氧化法

氧化法是利用次氯酸钠、双氧水、臭氧等氧化剂，有的辅以电催化，将盐水中的有机物氧化为挥发性气体加以去除。

---

### 高温法

高温法是将工业废盐置于高温环境下，利用高温条件下有机物分解或氧化的原理将有机物去除。该方法对有机物的去除率高、适用范围广、处置成本较低，是目前国内无害化处理工业废盐的主流方法。





# 盐高温处理工艺



回转窑热解



碳化炉热解



微波热解



盐熔融焚烧



盐立式炉熔融

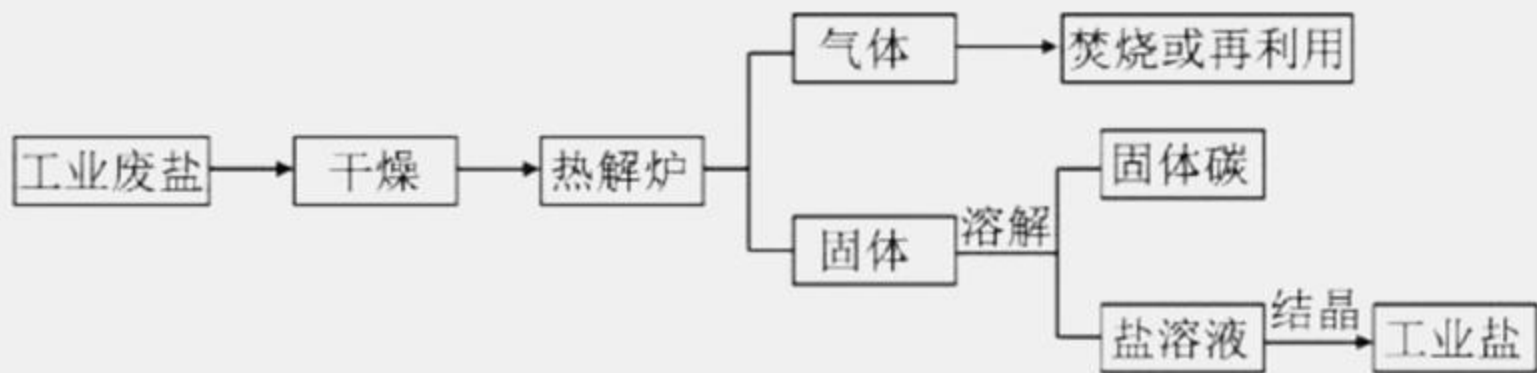


图1 工业废盐热解原理

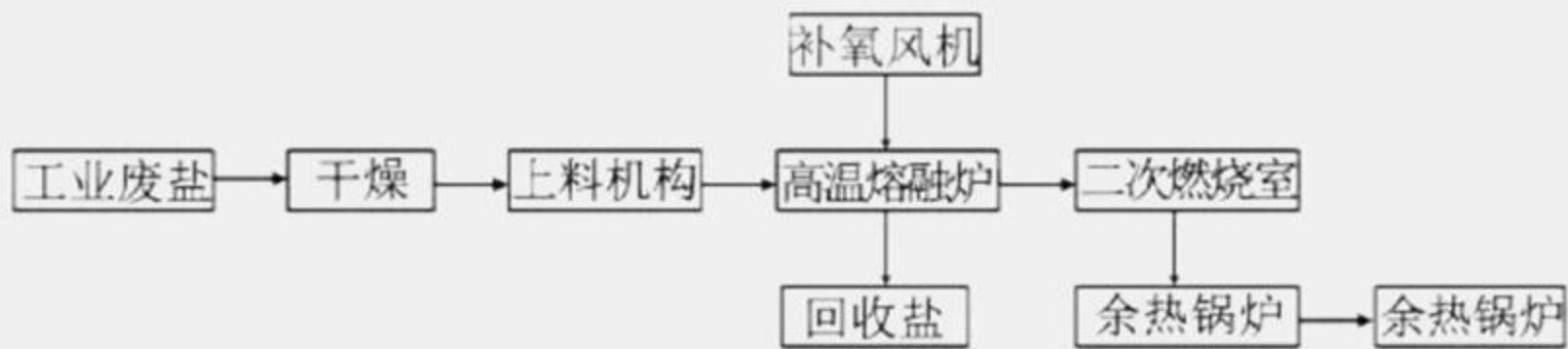
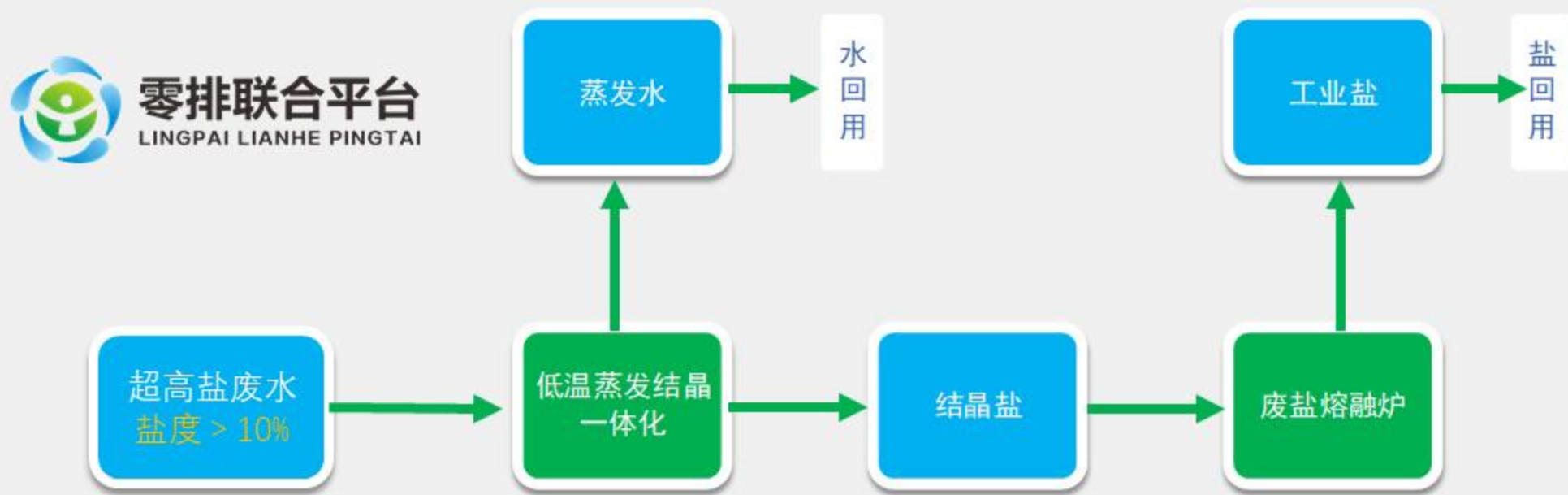


图2 废盐高温熔融技术流程

## 超高盐高COD废水水回用与盐回用



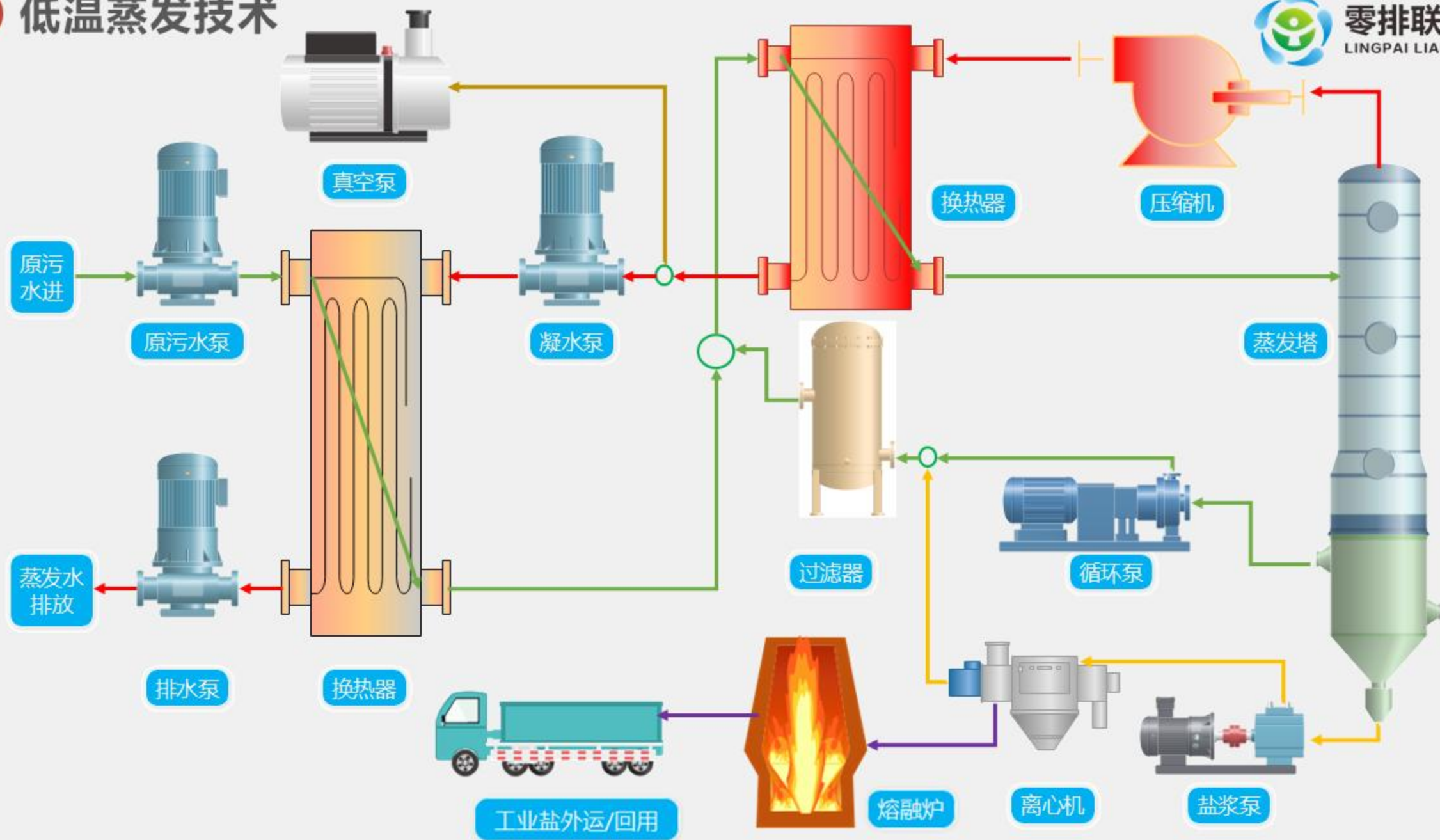
该废水的处理工艺以水回用和盐回用为出发点，将盐度大于10%废水中的水分用**低温蒸发结晶一体化设备**将水蒸发出使**水回用**；重组分的有机物存在于固体氯化钠盐中，使用**废盐熔融炉**将盐中的COD焚烧，使盐得到精制，使**盐回用**；同时在废盐熔融炉排烟中考虑余热回收利用，则可以充分利用重组分COD燃烧时产生的热量，使之产生**蒸汽用于生产**。



# 低温蒸发技术



零排联合平台  
LINGPAI LIANHE PINGTAI



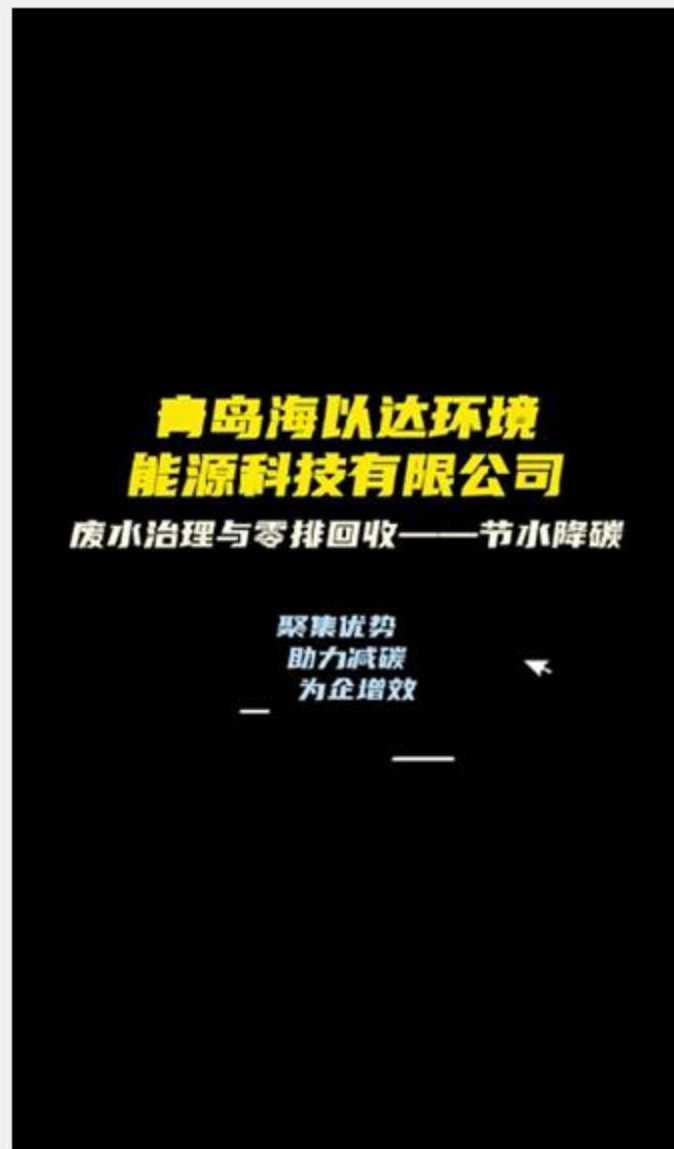


## 低温蒸发技术特点：

- ★ 废水的蒸发在蒸发塔内完成，蒸发效率高；
- ★ 采用专有的填料，非常适合COD与含盐量高的高浓废水，包括蒸发母液；
- ★ 每个项目的废水处理工艺流程精准计算，能耗低；
- ★ 适用于高浓度含盐废水零排放的处理，对于预处理要求低；
- ★ 设备运行稳定，维护要求低；
- ★ 废水中盐分连续产出。

## 低温蒸发运行成本优势：

技术类型	单效蒸发	五效蒸发	MVR	低温蒸发结晶一体化
能源类型	蒸汽	蒸汽	蒸汽/电	蒸汽/电
能耗	1.0-1.2吨蒸汽	0.3吨蒸汽	60-200度电	40~90度电
处理成本	200-250元/吨	60-80元/吨	60-160元/吨	30-80元/吨



低温蒸发一体化装置运行视频

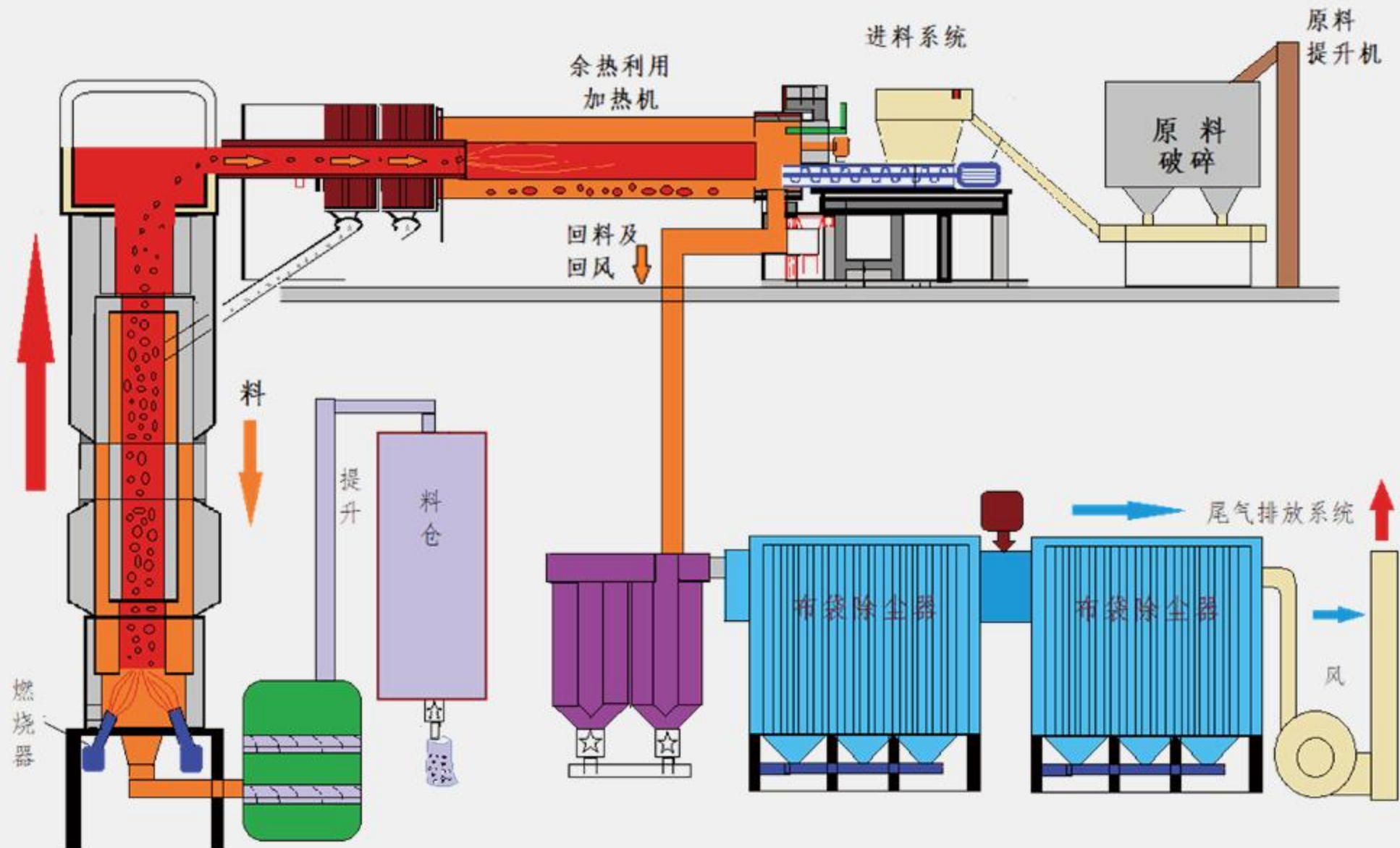


### 废盐熔融炉技术

废盐熔融炉一体化设备，具有自动进料、自动点火功能，达到设定温度后自动控制温度。该炉有两个两个部分组成（**熔融炉**和**余热预加热部分**），采取上部进料，废盐进熔融炉之前被预加热到**550度**接近熔融状态，通过**溜槽**送入熔融炉内短时间加热到融化状态，**解决了废盐结块形成团粒有机物去除不彻底问题**。

为了避免结窑现象，熔融炉采取**竖炉**，火焰由底部火嘴喷入炉膛，顺着炉壁旋转上升，加热废盐至熔融状态，**避免粘接炉壁**。熔融后的盐落入底部出料口，冷却后送到破碎机进行破碎，入仓装袋。









## 废盐熔融炉技术



熔融再生炉有两个部分组成（熔融炉和余热预加热部分），首先废盐在进加热熔融炉前采取上部进料，上部进料的好处就是刚刚进去还没有熔融前会被预加热，这样会避免一进去熔融温度达不到不会熔化，加热时间长了会粘接的主要问题，废盐在加热熔融过程中初始熔化的时候会结团，一旦结团外部熔融后就会形成球团，这样即使后面因为温度上升整块会熔化但是内部任然会有有机物会燃烧不干净，使整个工艺流程无法打通，所以一定要在废盐进熔融炉之前被预加热到550度接近熔融状态，然后通过溜槽送入熔融炉内在短时间之类被加热到熔化状态，为了避免结窑现象我们采取竖炉，火焰由底部火嘴喷入炉膛，然后切向运转，顺着炉壁旋转上升，在此过程中给盐加热达到熔融状态，由于火焰是顺着炉壁旋转向上所以熔融盐不会粘接在炉壁上，熔融后的盐由上而下落入底部出料口，被接料网带接住一边冷却一边运送到破碎机进行破碎，破碎后的盐进入料仓装袋。

为了保证设备的可靠性和稳定性在高温熔融过程中必须能充分保证高温热风在炉内熔融的停留时间，烟气在熔融炉内风温不低于900℃。这样有机物才能够完全分解，为了保证有机物的完全分解及防止二噁英的产生要保证烟气在850度以上的停留时间大于2秒以上，时间越长二噁英产生量越少。

高温熔融再生炉产生的烟气从熔融炉出来后进入预热系统，在预热系统中和废盐充分搅拌接触，将热量传导给常温的废盐，使废盐完成脱水，加热，升温的过程，然后达到接近熔融状态时被送入熔融炉。

经过预热器的尾气接着进入一级布袋，在此布袋中收集残料，残料经过收集后再回炉。经过一级布袋除去残料粉尘的尾气会进入二级布袋，在此布袋中我们加入循环使用的活性炭，尾气中的重金属和少量二噁英会在此被活性炭吸附。经过二级布袋的烟气然后进入二级喷淋塔，一级喷淋碱洗脱酸，二级水洗是尾气洁净达到排放标准后排放。





## 立式废盐熔融系统包括：

- 1, 熔融窑的本身及其驱动装置；
- 2, 辅助设备系统：
  - 预热系统；
  - 布袋除尘系统；
  - 洗涤塔；
  - 循环泵；
  - 引风机；
  - 控制方案。



## 工艺说明：

废盐通过输送设备送至熔融炉，经过熔融后，从下部运出。尾气处理系统经过布袋除尘，洗涤塔进行喷淋洗涤，洗涤后的废水通过废水泵送至废水系统。

## 预加热单元：

预加热单元的主要作用是将废盐通过熔融炉尾气送入窑内，将热量传递给废盐，废盐达到一定温度后进入熔融炉。

## 尾气处理单元：

尾气处理单元的主要作用是回收再生载气带出的粉尘，净化排放尾气；因此，使用布袋除尘器收集尾气中夹带的粉尘。

## 安全保护说明：

熔融炉炉体内压力控制：整个熔融过程中，控制熔融窑入口压力处于 $\sim -200\text{Pa}$  (G)的微负压条件下操作，既可防止粉尘的外漏，又可提高系统运行的安全性。为保证压力的可调节性，尾气引风机采用变频调节





## 设备说明

### • 预热窑

本项目预热窑是一种直接加热装置，具有足够的容积和加热面积，确保湿物料在达到要求后再排出预热系统，预热窑在一定转速和倾斜度下保持一定的填充率，保证预热过程顺利进行。

### • 进料端

预热窑进料装置采用斜流口加料形式，湿物料从高位料仓直接流入预热窑筒体内；预热窑筒体端与进料系统筒体之间采用填料密封的形式。预热窑的筒体主要由钢材制作而成，所有焊缝均通过自动焊或者手工电弧焊的形式进行焊接。筒体内壁加装杨料板，滚圈与齿圈法兰部位增厚加强。滚圈安装在一些均布在壳体上的垫板上，垫板应成圆弧形与壳体相匹配，滚圈垫板材质为Q235B。垫板有60mm半径的圆角，角焊缝打磨光滑，在圆角范围内焊接不断弧，与滚圈相配的表面进行加工。机身进行详细的有限元分析计算疲劳应力，保证再生机设计寿命大于10年。有限元计算的疲劳分析依照JB4732,有限元模型的范围包括机身、滚圈、滚圈垫板、齿圈法兰、大齿圈用螺栓连接在再生机上的连续法兰上，并且几何对称。机身上焊有几组保温支撑圈。同时还焊有许多保温钉，保温钉相互之间的距离不大于500mm。所有内部的焊缝打磨光滑，焊角采用打磨方法进行处理。





### 驱动系统

驱动电机通过液力耦合器、减速箱驱动预热窑，减速箱最小AGMA服务系数为1.8,锻钢的小齿轮安装在减速箱的输出轴上。大齿圈采用分瓣型，大齿圈材质为ZG310-570,热处理：调质、表面硬度HB197-269；小齿轮材质为40Cr,热处理：调质。滚圈用ZG310-570铸钢或铸42CrMo进行制造，所有滚圈具有互换性，滚圈表面硬度为HB240-280。托轮/挡轮托轮选用ZG310-570,硬度为HB280-320,安装在传动轴上，由两端的轴承座进行支撑，并通过轴承座固定在托轮支架上，进料端设置托轮系，硬度为HB280-320,安装有两个挡轮。托轮轴材质为40Cr锻件再生机的排料系统材质为316L出料箱安装在筒体尾部。在出料箱上设有载气出口和排料口。底座材质为碳钢，托轮轴承座和挡轮支座设有垫板。托轮/挡轮的调节通过底座上的顶丝来完成。托轮与滚圈表面采用高位滴油润滑，主传动系统的大小齿轮采用稀油润滑。滚圈、托轮挡轮、耦合器和齿轮等转动部位设有防护罩。





## 废盐熔融炉技术

本项目中的选用燃气直接加热技术，而选用预热窑的优点是：

**1** 设备热效率高；

**2** 处理能力大，适用于连续操作；

**3** 温度不高，操作简单，使用方便，气体仅作为带走挥发组分的携带气，气体用量小，粉尘回收设备简单，环保。

废盐熔融设备运行优势：

技术类型	回转窑热解	炭化炉热解	焚烧炉	熔融炉
类型	无氧或缺氧 中温	无氧或缺氧 中温	高温有氧 燃烧	中温有氧 熔融
TOC	100-200	100-200	≤100PPM	<b>10-30PPM</b>
处理成本	≥700元/吨	≥700元/吨	≥700元/吨	<b>≤350元/吨</b>



# 废盐熔融炉技术







## 盐立式炉熔融产品指标

项目	总铵	TOC	SiO <sub>2</sub>	Fe <sup>3+</sup>	Ca+Mg	NaCl	I
指标	≤4.0	≤10	≤5.0	≤0.3	≤3.0	≥180000	≤0.2

图3 工业盐产品接收指标

下午2:32



报告编号: SHA03-22112011-JC-01 页码: 2 / 3

检测样品描述:

序号	样品名称	样品编号	描述
001	工业氯化钠	2211002151-I	白色固体

总有机碳 TOC

检测方法和检测仪器

检测项目	检测方法	检测仪器
总有机碳 TOC	ISO 8245:1999	电子天平, 总有机碳分析仪

检测结果

样品编号	样品名称	检测项目	检测结果 (mg/kg)	检出限
2211002151-I	工业氯化钠	总有机碳 TOC	5.35	0.5mg/l

\*\*\*本页结束\*\*\*



上海中核检测技术有限公司 中国合格评定国家认可委员会 认证编号: CMA 1204001 021-7701-8800 www.wdipgroup.com



报告编号: SHA03-22112011-JC-01 页码: 3 / 3

样品照片:



”



# 废盐熔融炉技术







# 废盐熔融炉项目案例介绍

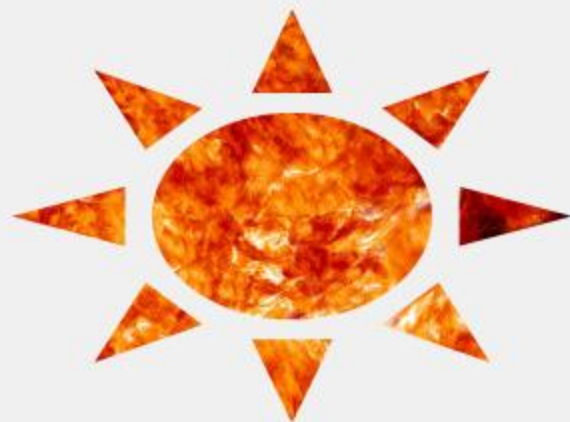
## 项目案例介绍

安徽红四方 ▶ 生产规模：35t/d+35t/d

安徽立兴化工有限公司 ▶ 生产规模：35t/d

中化环境 ▶ 生产规模：30t/d+10t/d

安徽集智碧宇环保科技有限公司 ▶ 生产规模：30t/d



# 高温绝氧炭化法处理工业废盐工程

## 工业废盐生产工艺流程

### 1、工艺简述

前处理环节：该环节包括破碎、干燥、粉碎等工序。

### 2、预炭化环节

将盐颗粒利用高位差自动进入预炭化炉，盐颗粒在转筒的转动下翻转，将盐颗粒中的有机物在缺氧或无氧的条件（盐颗粒与热风间接换热，开车时预炭化炉内密闭空间内仅有少量残存空气，正常运行该残留空气会随着炭化后气体排出，因此为缺氧或无氧条件）下预炭化，盐颗粒中的有机物一部分以气态析出，一部分固化生成炭（预炭化温度约350-500℃，在该温度下盐中大分子有机物的侧链开始断裂和分解，主要生成水、CO<sub>2</sub>、CO和小分子有机物等气体，并产生液态物进而形成无机炭。沸点小于350℃的有机物会以气态析出）。



### 3、二级炭化环节

预炭化后的盐颗粒从炉尾落入水夹套冷却的螺旋输送机，送至炭化炉。进入炭化炉的盐颗粒在转筒的转动下翻转，盐颗粒中的有机物少部分（沸点 < 450°C的有机物均可以）以气态析出，大部分转化为炭渣，可作为不溶物，在后续工艺（精制工段）中与盐分离。

一级炭化：一级炭化后的盐颗粒从炉尾落入水夹套冷却的螺旋输送机（出料机），送入粉碎机，粉碎到规定粒径（最大粒径 < 3mm）后由高位差自动送入料仓。来自料仓的盐颗粒经螺旋输送机（进料机）送入沸腾炉（二级炭化）。

二级炭化：二级炭化工段在沸腾炉中进行。为避免二噁英的产生，建议沸腾炉选用氮气进行吹扫。由制氮机产生的氮气经粉体冷却器（氮气作为冷媒）预热后进入沸腾炉（制氮机自带压力），盐颗粒在热气流中上下翻动，彼此碰撞和混合，气、固间进行传热、传质，以达到炭化目的。盐颗粒在氮气的吹扫作用下以流态化的形式进行炭化的同时进行降温。

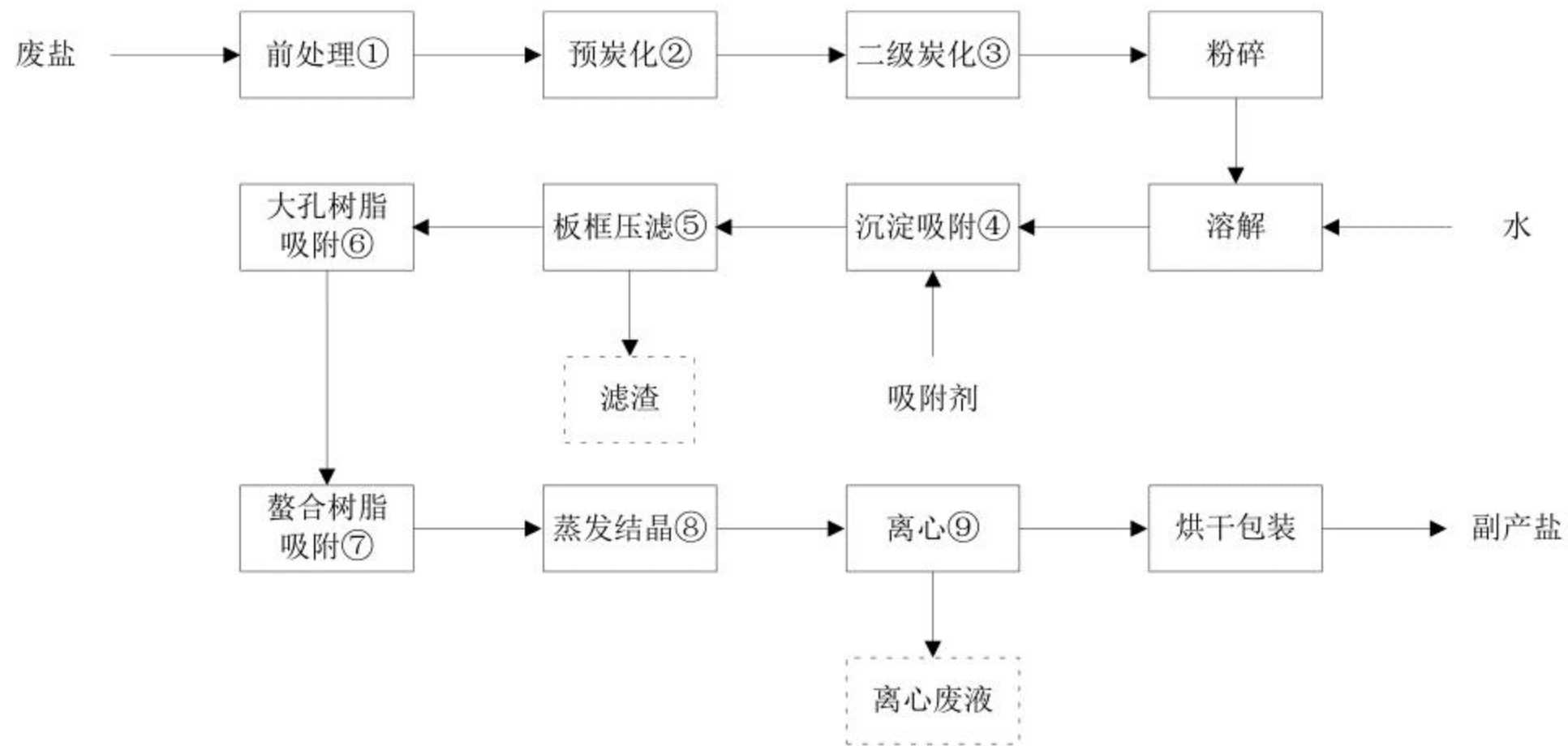
沉淀吸附、板框压滤环节：冷却后的盐经螺旋输送机送入溶解池，加水溶解制成 50-60℃饱和盐水。

大孔树脂、螯合树脂吸附环节：滤液由泵打入精制车间缓冲罐，对滤液进行有机物含量和重金属含量检测，若有机物含量超标，需经大孔树脂吸附，深度去除其中的微量有机物；若有机物含量不超标，直接进入下一步处理单元。若重金属含量超标，需进入螯合树脂吸附系统去除重金属离子；若重金属含量不超标，直接进入下一步处理单元。

蒸发结晶、离心环节：经大孔树脂和螯合树脂吸附处理后的盐水自动流入缓冲罐并进入蒸发器进行蒸发结晶，蒸发温度为60-100℃，蒸汽常压加热，水蒸气经冷凝后回用于溶解池，结晶盐经耙式干燥机进行干燥，干燥温度为200℃左右，热源为余热锅炉蒸汽间接加热。

烘干后经自动打包机，装袋、打包，最终达到国家工业盐标准后，送至库房储存。不合格品回送至进行二次处理。





序号	名称及规格	规格型号
一、前处理工段		
1	筛分破碎一体机	材质: SUS316L
2	气流筛分机	材质: SUS316L
3	包装系统	材质: SUS316L
4	高位料仓	110m <sup>3</sup> , 材质: Q345-R; 板厚: 12mm。
5	干燥机料仓	21m <sup>3</sup> , 材质: Q345-R; 板厚: 12mm
6	干燥螺旋进 / 出料机	材质: SUS316L
7	回转干燥机	材质: Q345-R + 耐火材料; 耐火材料采用刚玉
8	粉碎机	/
二、炭化系统		
1	预炭化炉	炉管体材质: SUS310S
2	螺旋输送机	材质: SUS310S
3	炭化炉	炉管体材质: SUS310S
4	专用粉碎机	材质: SUS316L
5	料仓	材质: Q345-R; 板厚: 14mm; 保温: 硅酸铝
6	水冷螺旋输送机 (进沸腾炉)	材质: SUS310S
7	循环冷却塔	/
8	沸腾炉	材质: SUS310S, 壁厚: 10mm
9	制氮机	/
三、精制工段		
1	溶解系统	/
2	板框压滤机	/
3	盐水缓冲罐	材质: 玻璃钢
4	大孔树脂吸附塔	/
5	螯合树脂吸附塔	/
6	缓冲罐	/
7	蒸发结晶系统	真空泵、水泵
8	耙式干燥机	/
9	包装系统	/

## 工程方案技术可靠性分析

(1) 绝氧条件下的分级炭化（预炭化-一级炭化）能够从工艺过程控制产生和有效去除多氯联苯、二噁英等剧毒物质，降低二次污染。

(2) 通过“干燥-多级炭化-溶解精制”处理后，有机物去除率至少可实现 99.9% 以上的去除率，基本上有机碳不可检出，更应远低于实际应用所需的 10mg/L，以确保达到工业盐产品质量标准。

同时，通过螯合树脂吸附技术的应用，可使废盐的微量的铅、汞、铬、镉、砷，及离子膜烧碱实际应用所需要的考虑的 Fe、Si、Al、Ba、Sr、Ni、Mn 等重金属离子得到有效去除，最终满足产品要求。

(3) 利用多级炭化技术，可以梯级利用热源，以有效降低动力和能量消耗。



## 工程方案经济可行性分析

高温炭化法工程方案具有工艺简单、生产稳定，生产低，无二次污染等优势，生产出来的工业盐可以满足各工业行业的原料盐质量要求。

(1) 投资分析：采用高温炭化法工程方案，工业废盐固定资产投资成本约 2000-4000元/t，即，若年处理 1万t 工业废盐为例，则总投资为 2000万-4000万元不等。(2) 成本分析：综合考虑设备的折旧（按照 10 年计）、日常运行（人工、原辅材料及电费、水费等）、财务费用等，综合运行成本在 1000 元以下。

目前，工业废盐（危废）安全处置的成本在 4000-7000元/t 之间；成品盐销售去向为下游的纯碱、氯碱、泡花碱、硫化碱等等企业，价格在 0-600 元不等。此外，鉴于该类项目的环保特性，国家、省市一般会有配套专项环保资金予以支持。本文推荐的高温炭化法工程方案，如果能够实现工业化，净利润可达 2000-3000 元 /t，经济上是可行的。

此外更重要的是，工业废盐资源化技术的应用可以为工业废盐的“去库存”指出了方向，一方面大幅降低了环境风险，另外一方面则可以有效保障工业生产的正常进行，提升区域经济发展。

技术类型	回转窑热解	炭化炉热解	炭化炉热解	焚烧炉	熔融炉
类型	无氧或缺氧中温 450-550度 氧含量5%	无氧或缺氧中温 450-550度 氧含量5%	高温绝氧 650度以上 氧含量0.5%	高温有氧燃烧 1100-1200度	中温有氧熔融 850-950度
TOC	100-200	100-200	<b>10-30PPM</b>	≤100PPM	<b>10-30PPM</b>
处理成本	≥700元/吨	≥700元/吨	350-400元/吨	≥700元/吨	350-400元/吨

## 结论

(1) 从技术角度方面看，高温炭化法处理工业废盐具有工艺简单、生产稳定等特点，前端高温炭化可以确保有机碳等TOC组成物质的去除，保障工业废盐的应用安全性、可靠性；后道组合精制工艺则可以废盐中的微量重金属得到深度净化，保障副产盐的应用品质。

(2) 该工业废盐资源化技术的应用，可以为工业废盐的“去库存”指出了一个方向，一方面大幅降低了环境风险，另外一方面则可以有效保障工业生产的正常进行，提升区域经济发展。





**感谢您的聆听，欢迎您莅临指导与合作交流！**



山东省青岛市黄岛保税区黄海大厦六楼



**137 9196 3822**



2976352276@qq.com

