

# 团 体 标 准

T/CIECCPA XXX-XXXX

## 焦化废水资源化利用技术规范

Technical specifications for the resource utilization of coking  
wastewater

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布



# 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 总体要求 .....	2
5 处理技术 .....	2
6 二次污染控制 .....	17
附录 A .....	18
图 A.1 焦化废水处理产水作为循环水补充水、浓水用于高炉冲渣的推荐工艺流程图 .....	18
图 A.2 焦化废水处理产水作为循环水补充水、浓水蒸发结晶出杂盐的推荐工艺流程图 .....	18
图 A.3 焦化废水处理产水作为循环水补充水、浓水蒸发结晶出副产工业盐的推荐工艺流程图 .....	18

## 前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：中冶焦耐（大连）工程技术有限公司、维尔利环保科技集团股份有限公司、河南金马能源股份有限公司、北京欧美环境工程有限公司、北京启元汇通水务科技股份有限公司、宝钢工程技术集团有限公司、宝武水务科技有限公司、铜陵泰富特种材料有限公司、北京博奇电力科技有限公司、蓝星工程有限公司、山西焦化股份有限公司、上海易湃富得环保科技有限公司、湖南长炼新材料科技股份有限公司、本溪北营钢铁（集团）股份有限公司、中化化工科学技术研究总院有限公司、北京赛科康仑环保科技有限公司、河北旭阳能源有限公司、北京众联盛化工工程有限公司、宁夏宝丰能源集团股份有限公司、神木市三江煤化工有限责任公司、太原煤炭气化（集团）有限责任公司、灵石县中煤九鑫焦化有限责任公司、唐钢威立雅（唐山）水务有限责任公司、曲靖大为焦化制供气有限公司、北京天地人环保科技有限公司、山西中阳钢铁有限公司。

本文件主要起草人：韩颖、乐晨、李天喜、罗永涛、薛家慧、王海军、虞彤、孙鸣晗、庞翠玲、候艳春、周超、李树庭、刘铁牛、周稳华、李洋、侯晶晶、熊英、邓向辉、郭涵、郭嘉、马海波、柴高贵、师晋恺、徐河民、韩勇涛、黄华、姚飞、李岩、田伟阳、刘德新、陈学佳、熊耀、韦凤密、王秀彪、宋庆峰、李晋国、张旭东、杨顺利、李国亮、尚敏、刘蕾、赵茂平、杨扬、任红星、申彦涛、剧阁宁、孟海林、张奉权、舒丽平、孙贺、周雪棠、张智应、王保勤、赵宝珠。

# 焦化废水资源化利用技术规范

## 1 范围

本文件规定了焦化废水资源化利用的术语和定义、总体要求、处理技术、二次污染控制等。

本文件适用于经过生物法处理后的焦化废水的资源化利用处理。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期的对应版本适用本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 5085.7	危险废物鉴别标准 通则
GB 8978	污水综合排放标准
GB 16171	炼焦化学工业污染物排放标准
GB 18599	一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
GB 50014	室外排水设计标准
GB/T 50050	工业循环冷却水处理设计规范
HJ 2016	环境工程 名词术语
HJ 2022	焦化废水治理工程技术规范
T/CCT 001	煤化工 副产工业硫酸钠
T/CCT 002	煤化工 副产工业氯化钠
T/QGCML 207	焦化废水处理用活性炭

## 3 术语和定义

HJ2016 与 HJ2022 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**焦化废水资源化利用** the resource utilization of coking wastewater

焦化废水资源化利用是指焦化废水经过处理后，达到相应再生利用水质标准后用于工业生产，其副

产工业盐达到相关标准后作为工业原料使用。

## 4 总体要求

4.1 焦化废水资源化利用技术的选择应遵循技术先进可行、成熟可靠、高效节能、二次污染少、系统运行稳定等原则。

4.2 焦化废水资源化利用技术应根据经过生物化学处理后的焦化废水水质情况、资源化利用的水质要求等进行选择。焦化废水资源化利用工艺可采用药剂软化、介质过滤、吸附、离子交换、膜处理、高级氧化、蒸发结晶技术中的一种或几种技术组成，焦化废水资源化利用推荐工艺流程图见附录 A。

4.3 焦化废水进行资源化利用时，其产品水和副产品应符合相应的标准要求：

产品水水质应符合 GB50050 的规定；

用于洗煤、熄焦和高炉冲渣应符合 GB 16171 的规定；

副产工业硫酸钠应符合 T/CCT 001 的规定；

副产工业氯化钠应符合 T/CCT 002 的规定。

4.4 焦化废水资源化利用设施和相关构筑物的设计应符合 GB 50014 的相关规定。

## 5 处理技术

### 5.1 药剂软化

#### 5.1.1 原理摘要

药剂软化是根据溶度积原理，投加化学药剂于废水中，使之与水中的钙镁离子发生反应生产难溶化合物如  $\text{CaCO}_3$  和  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，通过沉淀去除，达到软化的目的。

#### 5.1.2 工艺流程

废水进入软化反应池 1，加入石灰或液碱，废水中碳酸盐硬度得到去除（投加石灰对水中氟离子及硅也有一定去除作用），反应池 1 出水进入反应池 2，加入碳酸钠，废水中的非碳酸盐硬度得到去除，同时投加混凝剂，使反应生成的固体聚合，反应池 2 出水进入絮凝池，投加絮凝剂，絮凝池出水进入沉淀池，上清液进入下一步处理工序，沉淀池底部污泥经浓缩后送至污泥处理系统。

药剂软化工艺流程见图 1。

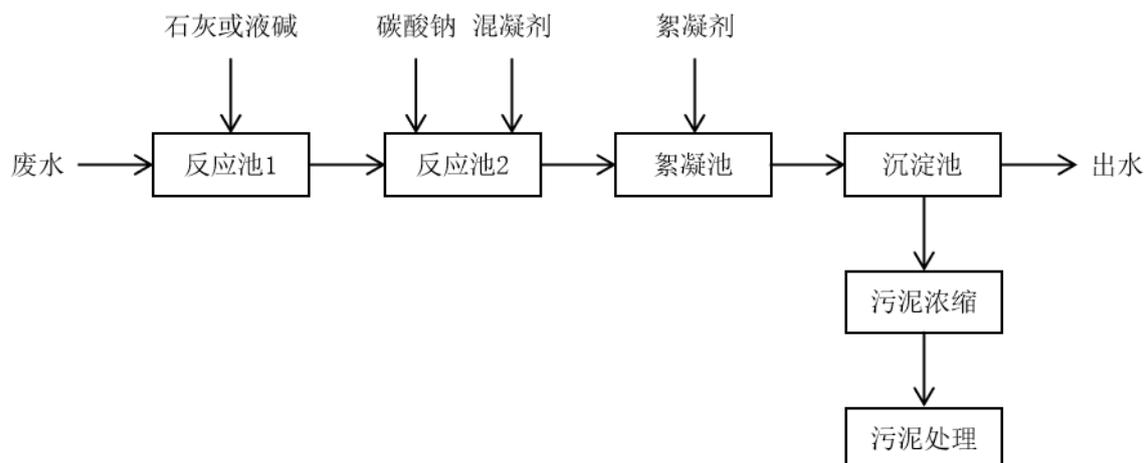


图 1 药剂软化工艺流程

### 5.1.3 工艺控制参数

软化反应 pH: 10~11;

软化反应时间: 30~45 min;

### 5.1.4 主要设备

高密度软化沉淀池、机械化搅拌澄清池、搅拌设备、刮泥设备、污泥浓缩池、污泥脱水设备、加药泵，进水泵等。

## 5.2 树脂软化

### 5.2.1 原理摘要

树脂软化是利用离子交换树脂对水中  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 亲和力大于对可交换离子或反离子的亲和力，进行离子迁移组合的过程。

### 5.2.2 工艺流程

废水由泵加压进入树脂软化器，水中  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 与树脂  $\text{Na}^+$ 交换，水的硬度得以去除，当树脂达到交换容量饱和后，进行再生，再生过程使用盐酸，经过再生的树脂再通过氢氧化钠进行转型，弱酸氢型树脂转型为弱酸钠型树脂，再生完后的树脂重新投入使用。

树脂软化工艺流程见图 2。

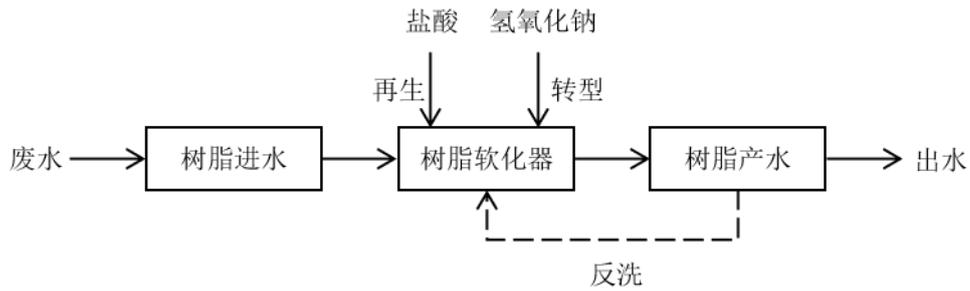


图 2 树脂软化工艺流程

### 5.2.3 工艺控制参数

树脂类型：弱酸钠型树脂；

再生周期：24~48 h；

进水浊度：≤5NTU

树脂软化器上升流速：15~30m/h；

### 5.2.4 主要设备

树脂软化器、树脂捕捉器、酸碱储罐、酸碱喷射器、进水泵、再生水泵等。

## 5.3 介质过滤

### 5.3.1 原理摘要

介质过滤是利用过滤介质（如石英砂、无烟煤等）对废水中进行强制过滤，以达到去除水中悬浮物等固体的工艺。

### 5.3.2 工艺流程

废水由泵加压进入介质过滤器，水中悬浮物由于介质过滤作用得以去除，当过滤器压差升高需进行反洗，可采用水反洗、气反洗及气水联合反洗，反洗水使用过滤后水，反洗完成后，重新投入使用。

介质过滤工艺流程见图 3。



图 3 介质过滤工艺流程

### 5.3.3 工艺控制参数

介质类型：石英砂、无烟煤；

过滤速度：6~10m/h；

反冲洗周期：12~24 h；

水反洗强度：11~12 L/(s·m<sup>2</sup>)；

气反洗强度：12~13 L/(s·m<sup>2</sup>)；

滤床膨胀率：40%~50%；

过滤后出水浊度：≤5NTU。

### 5.3.4 主要设备

介质过滤器、进水水泵、反洗水泵、反洗风机等。

## 5.4 活性炭吸附

### 5.4.1 原理摘要

利用活性炭比表面积大、吸附能力强的特性，脱除废水中的有机物及色度。活性炭材料为颗粒活性炭与粉末活性炭两种，可参考 T/QGCML 207《焦化废水处理用活性炭》进行选择。

### 5.4.2 工艺流程

#### 5.4.2.1 粉末活性炭吸附

废水送入反应罐，在反应罐内投入粉末炭通过搅拌器的作用使粉末炭与水充分混合反应，再通过泥水分离将炭泥从水中分离并浓缩，泥水分离过程中可投加絮凝剂和助凝剂提高分离效果，最后通过污泥脱水将浓缩后的炭泥制成泥饼。

粉末活性炭吸附见工艺流程见图 4。

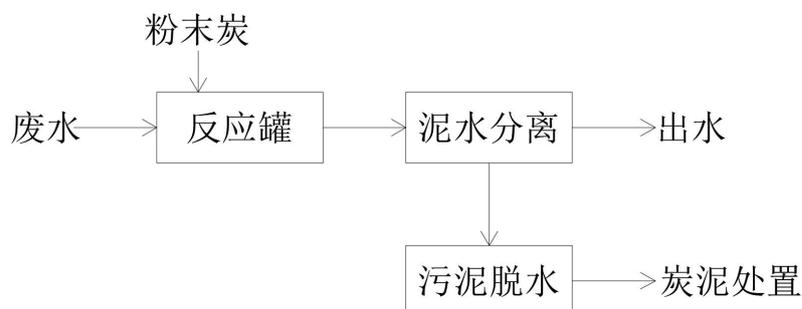


图 4 粉末活性炭吸附工艺流程

#### 5.4.2.2 颗粒活性炭吸附

废水从吸附塔的底部流入，在吸附塔内与颗粒活性炭接触，废水中的有机物被活性炭吸附、截留，

吸附后废水从吸附塔顶部流出。再生排炭时，靠近吸附塔底部已吸附饱和的活性炭依靠重力排入废炭槽，上层活性炭逐步向下移动，废炭送至再生炉再生后重新从吸附塔顶部装入吸附塔，应依损耗情况适当补充新鲜活性炭。

颗粒活性炭吸附见工艺流程见图 5。

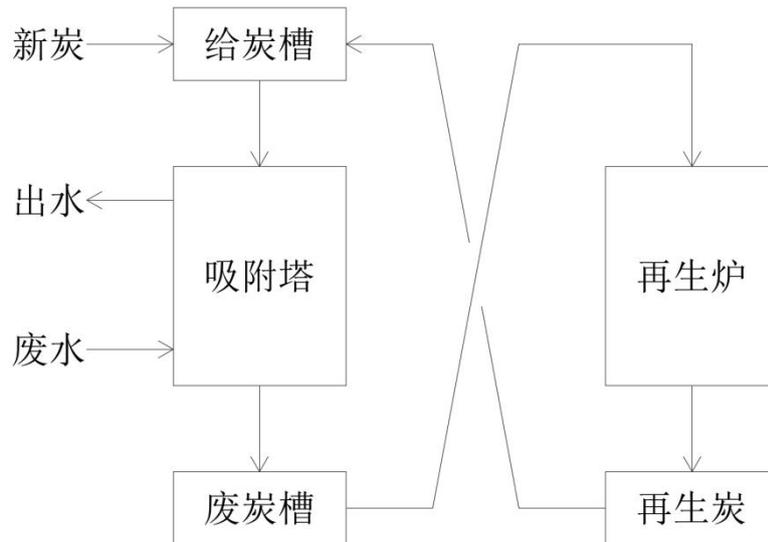


图 5 颗粒活性炭吸附工艺流程

### 5.4.3 工艺控制参数

#### 5.4.3.1 粉末活性炭吸附

采用粉末炭投加的方式时，宜采用多级反应，总反应时间不宜小于 45min；  
粉末炭投加应先配成浆液，粉炭浆液浓度宜不高于 3%。

#### 5.4.3.2 颗粒活性炭吸附

颗粒活性炭采用流化床吸附设计，颗粒炭与废水接触时间不宜小于 60min。

### 5.4.4 主要设备

#### 5.4.4.1 粉末活性炭吸附

反应罐、泥水分离设备、污泥脱水设备。

#### 5.4.4.2 颗粒活性炭吸附

吸附塔、再生炉、废炭槽、新炭槽等。

## 5.5 树脂吸附

### 5.5.1 原理摘要

吸附树脂是介于离子交换树脂和活性炭之间的吸附材料，是利用吸附树脂对废水中有机物的亲和吸附使其从水中分离出来，同时可以在特定条件对吸附饱和的吸附树脂进行脱附。

### 5.5.2 工艺流程

废水由泵加压经过滤后再送入吸附树脂床，水中有机物被树脂吸附，水中有机物得以去除。当树脂达到吸附饱和后，应进行再生。再生过程先使用稀酸液对树脂进行冲洗，去除水中结垢性沉积物，然后再用加热后的烧碱和盐溶液对树脂进行再生，再生完成后的树脂可重新投入使用。

树脂吸附工艺流程见图 6。

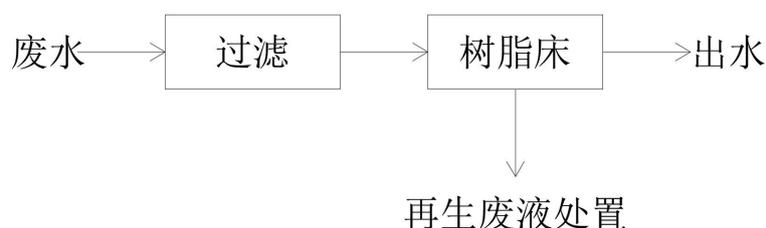


图 6 树脂吸附工艺流程

### 5.5.3 工艺控制参数

废水游离余氯含量超过树脂进水限制标准（余氯 $<0.05\text{mg/L}$ ）时，宜采用加亚硫酸钠等处理方法除氯；

树脂床饱和和工作周期宜不小于 12h；

树脂床的高度可采用 1.5~3.0m；

滤速在 20~30m/h；

再生剂宜采用 2%~4%NaOH+8%~10%NaCl；

再生流速按 3~6m/h；

再生液用量宜为树脂体积的 3~6 倍；

再生液流出温度宜不低于 50℃；

淋洗水宜采用反渗透产水，淋洗水量宜为树脂体积的 3~6 倍；

淋洗水流速开始宜于再生流速相等，且宜逐渐增大到与进水流速相当；

反冲洗树脂层膨胀率宜为 80%~100%；

如来水硬度较高，宜考虑酸洗，酸洗按 3%~5%盐酸考虑，酸洗用量宜为树脂体积的 2~4 倍。

#### 5.5.4 主要设备

过滤器、树脂吸附罐、树脂捕捉器、酸碱储罐、酸碱喷射器、溶盐罐、换热器、水泵等。

#### 5.6 高级氧化

##### 5.6.1 臭氧催化氧化

###### 5.6.1.1 原理摘要

臭氧在催化剂作用下，形成具有强氧化作用的羟基自由基，可以破坏水中有机物的结构，从而降解水中的有机物。

###### 5.6.1.2 工艺流程

废水进入臭氧催化氧化装置，与由臭氧发生器产生的臭氧混合，臭氧在装置内填充的催化剂作用下，产生羟基自由基，废水中的有机物被羟基自由基氧化降解，臭氧催化氧化装置顶部连接尾气破坏器，系统产生的尾气经尾气破坏器分解后排放。

臭氧催化氧化工艺流程见图 7。

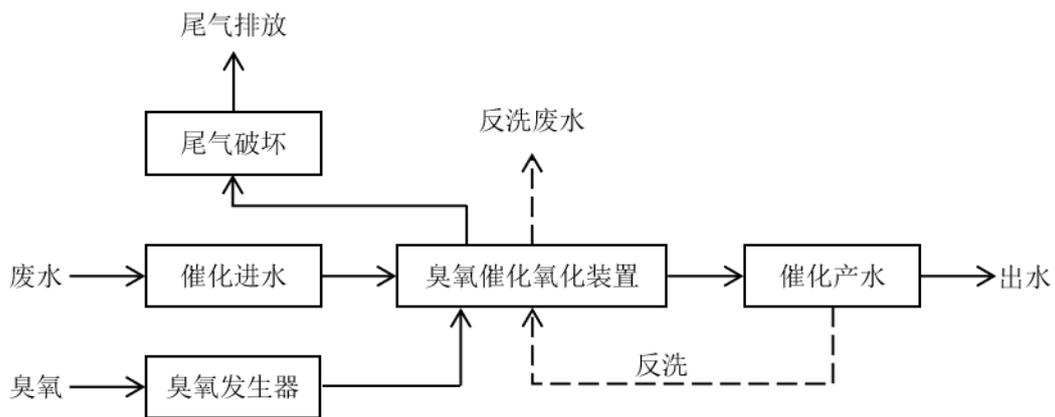


图 7 臭氧催化氧化工艺流程

###### 5.6.1.3 工艺控制参数

进水 pH: 6~9;

臭氧和 COD 当量比: 1:1~3:1;

接触时间: 30~90 min;

催化剂种类: 根据废水实验确定。

###### 5.6.1.4 主要设备

臭氧催化氧化塔、臭氧发生器、尾气破坏器、风机、水泵等。

## 5.6.2 电催化氧化

### 5.6.2.1 原理摘要

电催化氧化技术是在外加电场作用下，在特定电化学反应器内利用电解过程中的一系列物理、化学和电化学反应，在阳极表面产生的强氧化性物质（以羟基自由基·OH为代表）与污水中的各种污染物进行充分接触与反应，COD、氨氮等污染物被逐步氧化分解去除。

### 5.6.2.2 工艺流程

废水由水泵泵入电催化氧化设备进行反应，电解后流入循环水箱，通过循环水泵在电催化氧化系统内循环，增加污染物停留时间。根据处理效果需要调节电解的电流、电压和进水泵、循环泵流量，达标废水通过循环水箱溢流外排。

电催化氧化工艺流程见图8。



图8 电催化氧化工艺流程

### 5.6.2.3 工艺控制参数

进水浊度： $\leq 0.5$  NTU；

进水电导率： $\geq 5000$  us/cm；

进水硬度： $\leq 10$  mmol/L。

### 5.6.2.4 主要设备

电催化氧化装置、循环水箱、水泵等。

## 5.7 超滤

### 5.7.1 原理摘要

超滤是一种膜分离技术，超滤过滤过程是以膜两侧压差为驱动力，以机械筛分原理为基础的一种溶液分离过程，使用压力通常为0.01~0.3 MPa，筛分孔径0.01~0.1  $\mu\text{m}$ 。

### 5.7.2 工艺流程

废水加压进入超滤装置，经超滤膜过滤后，产水进入产水池，浓水排至浓水收集池，超滤装置间隔一定时间，进行气洗、水洗、化学加强反洗中的一种或者几种，当反洗后，膜压差仍升高10%或者

产水率降低 10%时，应进行在线化学加药清洗，清洗后系统重新投入使用。在线化学清洗效果较差时，应分析膜污堵原因，针对膜污堵原因，采用特种膜清洗剂进行化学清洗，以及增加相应的预处理措施。

超滤工艺流程见图 9。

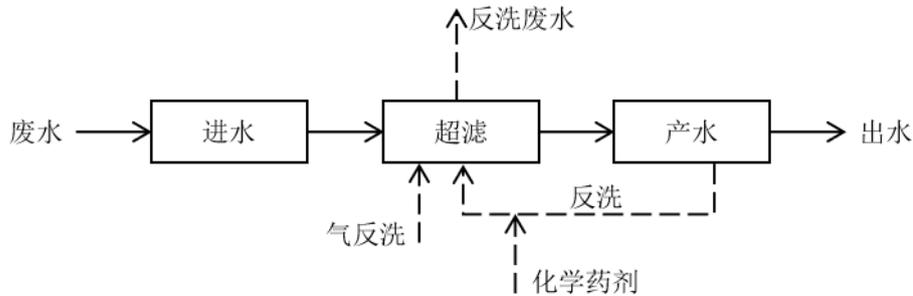


图 9 超滤工艺流程

### 5.7.3 工艺控制参数

进水 pH: 2~11;

进水温度: 20~40°C;

运行通量:  $\leq 40 \text{ L/m}^2 \cdot \text{h}$ 。

### 5.7.4 主要设备

超滤装置、加药装置、化学清洗装置、压缩空气罐、水泵等。

## 5.8 纳滤

### 5.8.1 原理摘要

纳滤是以压力差为推动力，介于反渗透和超滤之间的截留水中粒径为纳米级颗粒物的一种膜分离技术。

### 5.8.2 工艺流程

废水经低压泵及高压泵加压后进入纳滤装置，经过纳滤装置，废水中的一、二价盐得到分离，产水进水产水池，含硫酸钠的浓水进入浓水池，当纳滤装置膜压差升高 10%或者产水率降低 10%时，进行在线化学加药清洗，清洗后系统重新投入使用。在线化学清洗效果较差时，应分析膜污堵原因，针对膜污堵原因，采用特种膜清洗剂进行化学清洗，以及增加相应的预处理措施。

纳滤工艺流程见图 10。

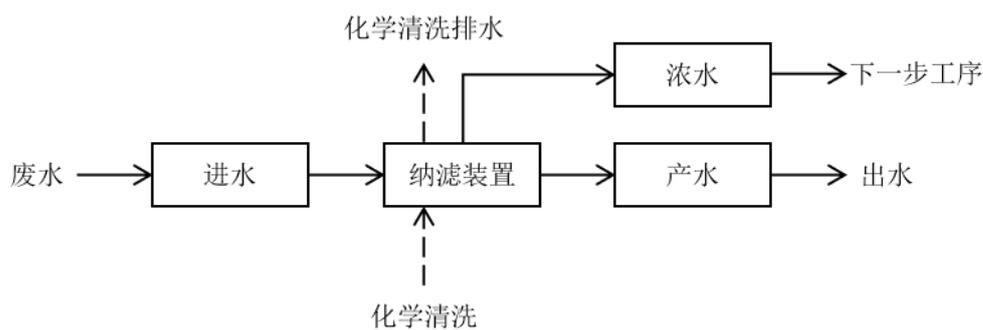


图 10 纳滤工艺流程

### 5.8.3 工艺控制参数

进水 pH: 2~11;

进水温度: 20~35 °C;

进水 SDI:  $\leq 3$ ;

运行通量: 一级纳滤 $\leq 17 \text{ L/m}^2\cdot\text{h}$ , 二级纳滤 $\leq 26 \text{ L/m}^2\cdot\text{h}$ , 浓水纳滤 $\leq 12 \text{ L/m}^2\cdot\text{h}$ 。

### 5.8.4 主要设备

纳滤装置、加药装置、化学清洗装置、水泵等。

## 5.9 反渗透

### 5.9.1 原理摘要

反渗透又称逆渗透，是一种以压力差为推动力，从溶液中分离出溶剂的膜分离操作。对膜一侧的料液施加压力，当压力超过它的渗透压时，溶剂会逆着自然渗透的方向作反向渗透。从而在膜的低压侧得到透过的溶剂，即渗透液；高压侧得到浓缩的溶液，即浓缩液。

### 5.9.2 工艺流程

废水经低压泵及高压泵加压后进入反渗透装置，反渗透产水进入产水池，浓水进入浓水池，当反渗透膜压差升高 10% 或者产水率降低 10% 时，进行在线化学加药清洗，清洗后系统重新投入使用。在线化学清洗效果较差时，应分析膜污堵原因，针对膜污堵原因，采用特种膜清洗剂进行化学清洗，以及增加相应的预处理措施。

反渗透工艺流程见图 11。

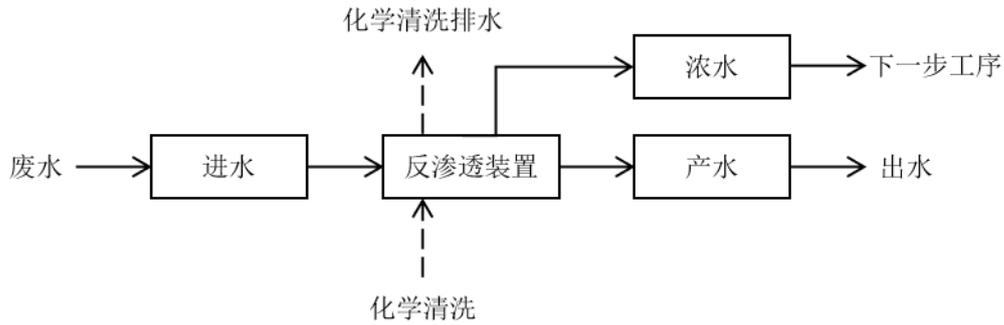


图 11 反渗透工艺流程

### 5.9.3 工艺控制参数

进水 pH: 2~11;

进水温度: 20~35℃;

进水 SDI: ≤3;

运行通量: 回用段反渗透≤17 L/m<sup>2</sup>·h, 浓水段反渗透≤12 L/m<sup>2</sup>·h。

### 5.9.4 主要设备

反渗透装置、加药装置、化学清洗装置、水泵等。

## 5.10 碟管式反渗透 (DTRO)

### 5.10.1 原理摘要

碟管式反渗透是反渗透的一种形式, 是专门用来处理高浓度污水的膜组件, 其核心技术是碟管式膜片膜柱。把反渗透膜片和水力导流盘叠放在一起, 用中心拉杆和端板进行固定, 然后置入耐压套管中, 形成一个膜柱。

### 5.10.2 工艺流程

废水经低压泵及高压泵加压后进入碟管式反渗透装置, 产水进入产水池, 浓水进入浓水池, 当碟管式反渗透膜压差升高 10%或者产水率降低 10%时, 进行在线化学加药清洗, 清洗后系统重新投入使用。在线化学清洗效果较差时, 应分析膜污堵原因, 针对膜污堵原因, 采用特种膜清洗剂进行化学清洗, 以及增加相应的预处理措施。

碟管式反渗透工艺流程见图 12。

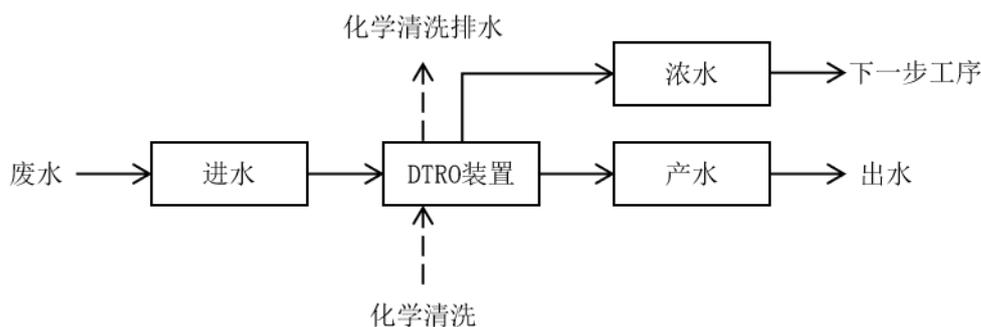


图 12 碟管式反渗透工艺流程

### 5.10.3 工艺控制参数

进水 pH: 2~11;

运行通量:  $\leq 12 \text{ L/m}^2 \cdot \text{h}$ ;

浓水总硬度:  $\leq 1500 \text{ mg/L}$ ;

浓水 COD:  $\leq 700 \text{ mg/L}$ ;

浓水  $\text{SiO}_2$ :  $\leq 120 \text{ mg/L}$ 。

### 5.10.4 主要设备

碟管式反渗透膜装置、加药装置、化学清洗装置、水泵等。

## 5.11 机械式蒸汽再压缩(MVR)

### 5.11.1 原理摘要

机械蒸汽再压缩式 (MVR) 蒸发器, 是将二次蒸汽经压缩机压缩后, 压力、温度升高, 热焓增加, 然后再回送到蒸发器的加热器当作加热蒸汽使用的一项节能技术。

### 5.11.2 工艺流程

焦化废水由进料泵输送经冷凝水预热后进入 MVR 蒸发器, 在蒸发器中不断浓缩至过饱和状态, 在分离器 (结晶器) 中由出料泵排出至稠厚器, 在通过离心机分离出固体等盐去干燥, 离心母液则根据水质情况选择性回到系统或者排出系统外至母液干化等装置。

二次蒸汽经过压缩机增温增压后进入加热器壳程与物料换热, 加热器壳程产生的二次冷凝水通过泵输送与物料发生预热回收热量后排出系统。分离室产生的二次蒸汽再进入压缩机增温增压后重复利用, 系统启动时需补充生蒸汽作为启动热源, 系统稳定后补充少量蒸汽维持系统稳定。

机械式蒸汽再压缩（MVR）工艺流程见图 13。

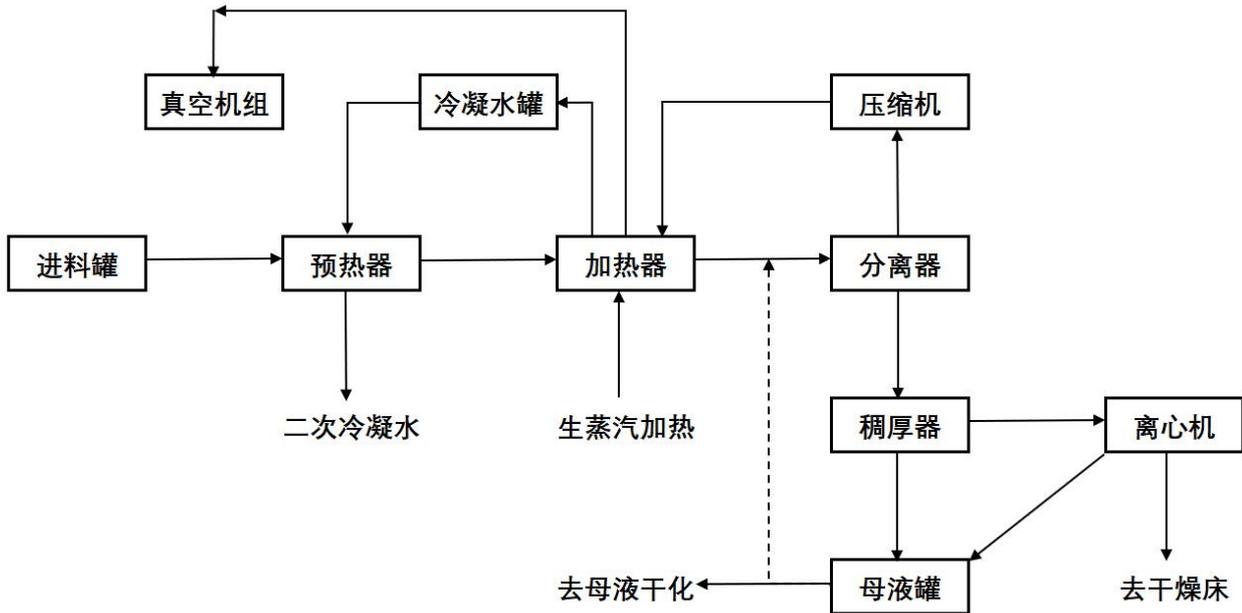


图 13 机械式蒸汽再压缩（MVR）工艺流程

### 5.11.3 工艺控制参数

进水 PH: 6~10;

进水碱度: <100mg/L;

浓缩液硬度: <2000mg/L;

蒸发温度: 80℃~100℃;

蒸发压力: -50~0kPa;

蒸发强度: 75~95m<sup>2</sup>/t 水;

换热系数: 750~1200kcal/m<sup>2</sup>·h·℃;

蒸汽补充量: 80~120kg/t 水;

母液外排 COD: 6000~8000mg/L。

### 5.11.4 主要设备

进料罐、预热器、加热器、分离器、循环泵、结晶器、冷凝器、出料泵、稠厚器、离心机、母液泵、真空机组、压缩机等。

## 5.12 多效蒸发

### 5.12.1 原理摘要

多效蒸发是将前效的二次蒸汽作为下一效加热蒸汽的串联蒸发操作。在多效蒸发中，各效的操作

压力、相应的加热蒸汽温度与溶液沸点依次降低。

### 5.12.2 工艺流程

焦化废水由进料泵输送经冷凝水预热后进入一效蒸发，一效浓缩液出料到二效，二效浓缩液出料到三效，如此递进直至进入末效浓缩至过饱和后排出晶浆到稠厚器，然后通过离心机分离出固体盐去干燥，离心母液则根据水质情况选择性回到系统或者排出系统去母液干化等装置。生蒸汽进入一效加热器壳程与废水进行间接换热，一效壳程产生的一次冷凝水通过泵输送与物料发生二级预热后排出系统作为软化水等使用。自一效分离器开始，各效分离器产生的二次蒸汽分别进入后一效加热器壳程与物料换热，直至末效分离器产生的二次蒸汽去往冷凝器进行冷凝。而从二效至末效加热器壳程冷凝下来的二次冷凝水与末效冷凝器冷凝下来的凝结水一起经过冷凝水罐收集后再通过泵输送与物料发生一级预热后排出系统。

多效蒸发工艺流程见图 14。

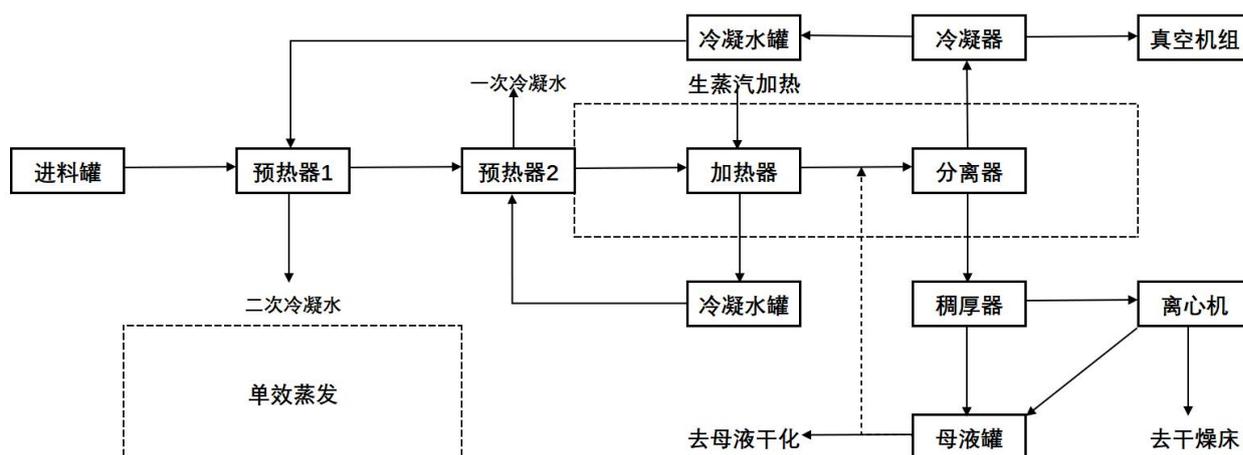


图 14 多效蒸发工艺流程

### 5.12.3 工艺控制条件

进水 PH: 6~10;

进水碱度: <100mg/L;

浓缩液硬度: <2000mg/L;

蒸发温度: 50℃~120℃;

蒸发压力: -87~98KPa;

蒸发效数: 2~4 效;

蒸发压力: -50~0kPa;

蒸发强度: 70~90m<sup>2</sup>/t 水;

蒸汽消耗：250~500kg/t 水；

母液外排 COD：6000~8000mg/L。

#### 5.12.4 主要设备

进料罐、进料泵、预热器、加热器、分离器（结晶器）、循环泵、冷凝器、转料泵、出料泵、稠厚器、离心机、母液泵、真空机组等。

#### 5.13 冷冻结晶

##### 5.13.1 原理摘要

利用氯化钠和硫酸钠在不同的温度下共饱和溶液的组分的差别，由 NaCl-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O 三元体系相图可知，当温度低于 17.9℃ Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 的溶解度随温度的降低大幅降低，当温度低到-5℃时达到最低点，绝大多数的 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 以 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·10H<sub>2</sub>O 的形式结晶而出，达到分离的目的。

##### 5.13.2 工艺流程

将含有大量硫酸钠的浓盐水送入冷冻结晶器，通过循环水及母液预冷后进入冷冻结晶器，在冷冻结晶器中以冷媒作为冷源，物料经换热后在冷冻结晶器育晶室中产生芒硝晶浆。待固液比达到 15%左右转入芒硝增稠器中沉降，待含固量达到 30%-50%左右时排入芒硝离心机。离心后芒硝排入重结晶系统。而芒硝清液（母液）则与进料发生二级预冷后排出至后续处理系统。

冷冻结晶工艺流程见图 15。

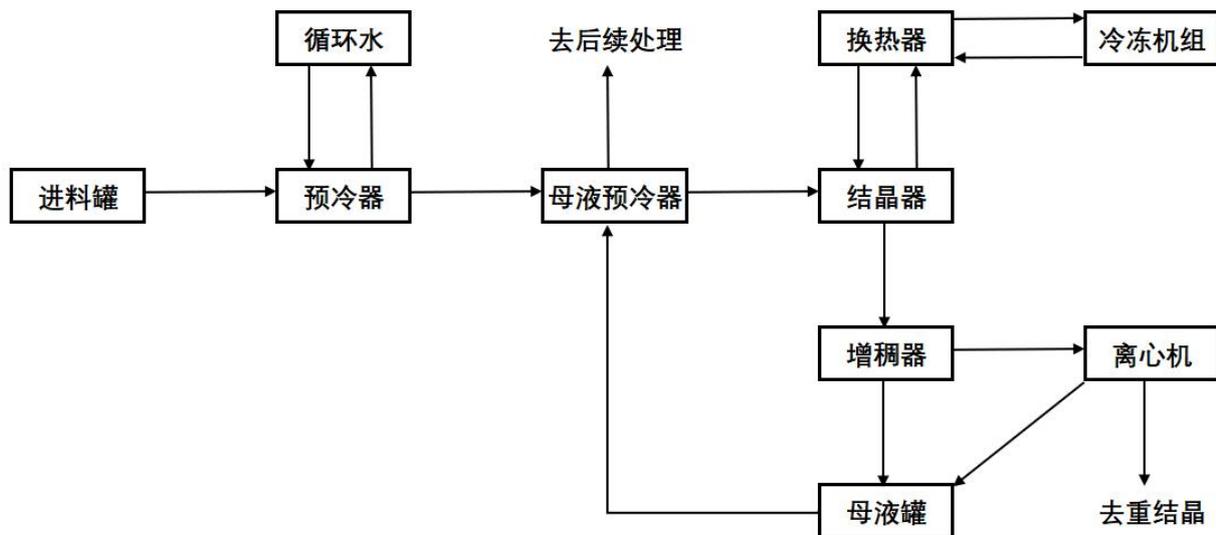


图 15 冷冻结晶工艺流程

### 5.13.3 工艺控制条件

进水 PH: 6~10;

浓缩液硬度: <2000mg/L;

冷冻温度: -10℃~0℃;

母液外排 COD: 6000~8000mg/L。

### 5.13.4 主要设备

进料罐、进料泵、预冷器、换热器、结晶器、循环泵、出料泵、增稠器、离心机、母液泵、冷冻机组等。

## 6 二次污染控制

### 6.1 废水

在资源化利用过程中产生的废水，应经综合处理后达到循环使用要求送至生产工艺中，不能达到循环使用要求的，进行无害化处理，排放应符合 GB8978 及相关排放要求。

### 6.2 废气

在处理处置过程中产生的废气，进行无害化处理，排放应符合 GB16171 的要求。

### 6.3 废渣

在资源化利用过程中产生的废渣应按 GB 5085.7 的规定进行鉴别，并符合下列规定:

a) 经鉴别属于危险废物，应根据自身条件进行无害化处理或交由有资质的专业危险废物处理机构进行处理;

b) 经鉴别属于一般固体废物，应按 GB18599 的要求进行处理。

附录 A  
(资料性)  
焦化废水资源化利用推荐工艺流程

图 A.1~图 A.3 给出了焦化废水资源化利用 3 种推荐工艺流程

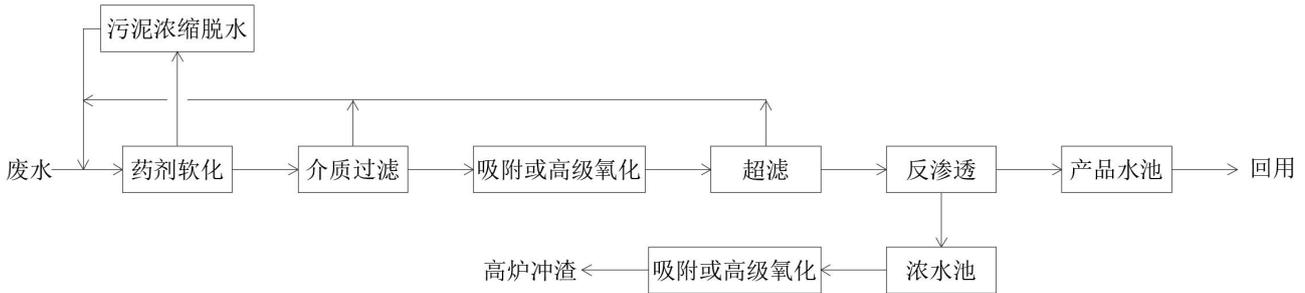


图 A.1 焦化废水处理产水作为循环水补充水、浓水用于高炉冲渣的推荐工艺流程图

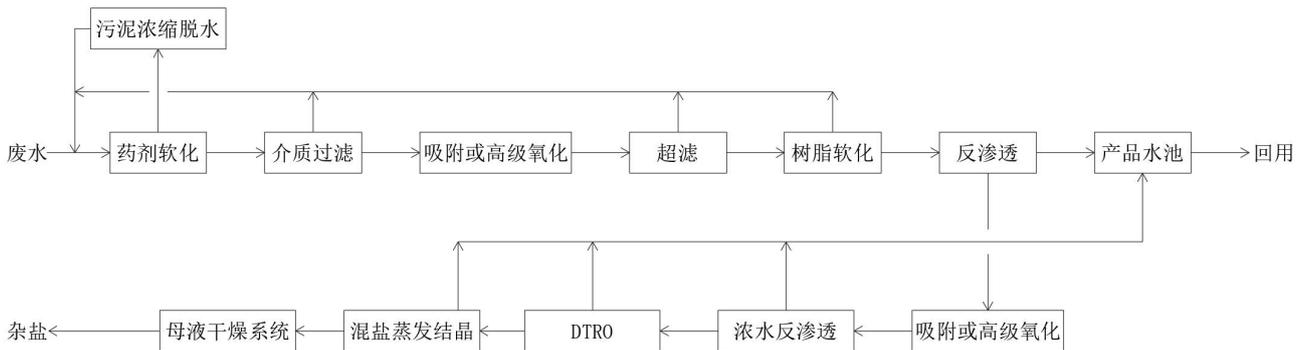


图 A.2 焦化废水处理产水作为循环水补充水、浓水蒸发结晶出杂盐的推荐工艺流程图

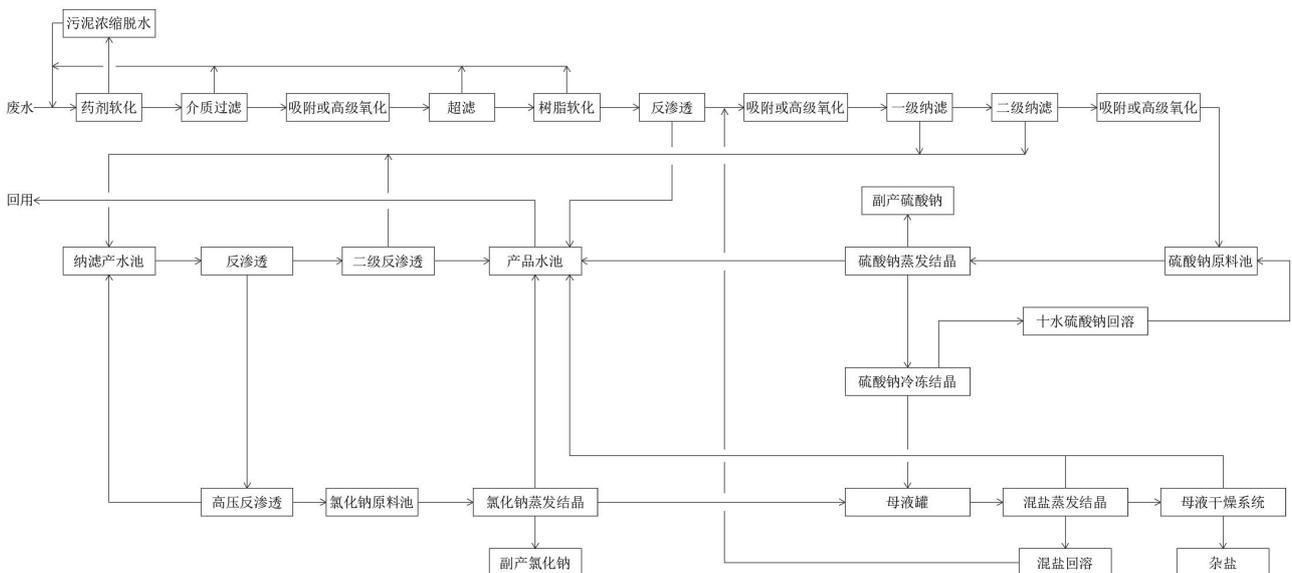


图 A.3 焦化废水处理产水作为循环水补充水、浓水蒸发结晶出副产工业盐的推荐工艺流程图