

团 体 标 准

T/CCASC XXXX—202X

离子膜法烧碱生产安全操作规程 第 1 部分：盐水精制

Safety operation regulations for production of ionic membrane caustic soda

Part 1: saltwater refining

（征求意见稿）

2025 -XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

中国氯碱工业协会 发布

中国氯碱工业协会于 1981 年成立，是我国成立最早的全国性工业协会之一。中国氯碱工业协会团体标准按《中国氯碱工业协会团体标准管理办法》进行制定和管理。

中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国氯碱工业协会团体标准的建议并参与有关工作。

本文件实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄送中国氯碱工业协会，以便修订时参考。

地址：天津市南开区白堤路 186 号天津电子科技中心 1105 室；邮编：300192；电话：022-27428255。

本标准版权为中国氯碱工业协会所有，除了用于国家法律或事先得到中国氯碱工业协会的许可外，不得以任何形式或任何手段复制、再版或使用本标准及其章节，包括电子版、影印件，或发布在互联网及内部网络等。

目 次

前言	III
1 范围	V
2 规范性引用文件	V
3 术语和定义	V
4 工艺安全控制	V
5 运行要求	X
6 检查、检修与维护	XV
附 录 A（资料性） 异常工况及处置措施	21
附 录 B（资料性） 职业健康、安全、环境保护要求	24
附 录 C（资料性） 物料特性及技术原理	25
参 考 文 献	31

前 言

本文件按照GB/T 1.1—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。

本文件是T/CCASC XXX《离子膜法烧碱生产安全操作规程》的第1部分。T/CCASC XXX已经发布了以下部分：

- 第1部分：盐水精制
- 第2部分：电解
- 第3部分：氯氢处理
- 第4部分：浓缩与固碱加工

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。

本文件由中国氯碱工业协会标准化工作委员会提出并归口。

本文件主要起草单位：

本文件参与起草单位：

本文件主要起草人：

本文件由中国氯碱工业协会负责管理和解释。

引 言

T/CCASC XXX《离子膜法烧碱生产安全操作规程》是指导离子膜法烧碱生产过程安全操作的规范性文件，旨在规范操作要求和安全管理，进一步提升安全生产运行水平。由于生产工艺流程长，每个环节都涉及危险化学品的生产和使用，为更全面地提出规范性要求，根据工序和设备对安全生产的重要性，将T/CCASC XXXX分为四个部分：

- 第1部分：盐水精制。目的在于确立盐水精制工序的工艺安全控制、运行要求等。
- 第2部分：电解。目的在于确立电解工序的工艺安全控制、运行要求等。
- 第3部分：氯氢处理。目的在于确立氯氢处理工序的工艺安全控制、运行要求等。
- 第4部分：浓缩与固碱加工。目的在于确立浓缩与固碱加工工序的工艺安全控制、运行要求等。

通过对离子膜法烧碱生产过程安全操作运行的规范性要求，对促进离子膜法烧碱生产安全水平提升具有重要的意义。

离子膜法烧碱生产安全操作规程 第1部分：盐水精制

1 范围

本文件规定了离子膜法烧碱盐水精制工序的工艺安全控制、运行要求、检查与检修维护等。
本文件适用于以原盐为原料，通过化盐、反应、过滤、中和等工艺制备一次盐水的安全操作。

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，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 7231 工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识
- GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范
- AQ/T 3049 危险与可操作性分析（HAZOP分析）应用导则

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

3.1

预处理工艺 pretreatment process

在粗盐水中加入烧碱生成氢氧化镁，通过加压溶气后，进入预处理器中，通过上浮泥去除大部分氢氧化镁，再加入纯碱进入后反应器中反应生成碳酸钙，而后经过滤分离生产一次盐水的工艺过程。

3.2

无预处理有机膜工艺 pretreatment-free polymeric membrane process

在粗盐水中加入烧碱和纯碱，直接采用有机滤膜进行过滤分离生产一次盐水的工艺过程。

3.3

无机膜工艺 ceramic nanofiltration process

在粗盐水中加入烧碱、纯碱及次氯酸钠去除杂质，并采用粗盐水过滤器滤除机械杂物，再进入无机膜过滤单元进行过滤生产一次盐水的工艺过程。

3.4

过碱量 excess alkali titration

过碱量是指加入过量的氢氧化钠和碳酸钠，以确保盐水中的钙镁离子能够反应完全；可详细划分为过氢氧化钠量和过碳酸钠量。

4 工艺安全控制

4.1 工艺原理及工艺路线

盐水精制工艺采用双碱精制法，即采用烧碱和纯碱作为精制剂，使粗盐水中的有害阳离子等可溶性离子杂质生成不溶性固体杂质，然后再通过膜过滤技术进行固液分离。

自膜过滤器出来的过滤清液与盐酸混合，去除过量的碳酸根，然后进入中和罐通过加入烧碱调节 pH，最终成为合格的一次盐水，进入一次盐水罐备用。

4.1.1 有机膜处理工艺

4.1.1.1 有预处理工艺

化盐水调节到合适的 pH（一般控制 9~10）和温度（一般控制 60 °C±5 °C）后，在化盐桶（池）形成饱和粗盐水，再加入漂液和烧碱并稀释后在加压溶气罐中溶解有一定量的空气，并在进入预处理器前加入三氯化铁溶液，其主要不溶性杂质在预处理器中以浮泥和沉泥的形式去除，自清液管溢流出来的清液进入后反应器加入纯碱溶液后经缓冲罐进入盐水膜过滤器进行过滤精制。

离子膜法烧碱生产中盐水精制预处理工艺路线如图 1 所示。

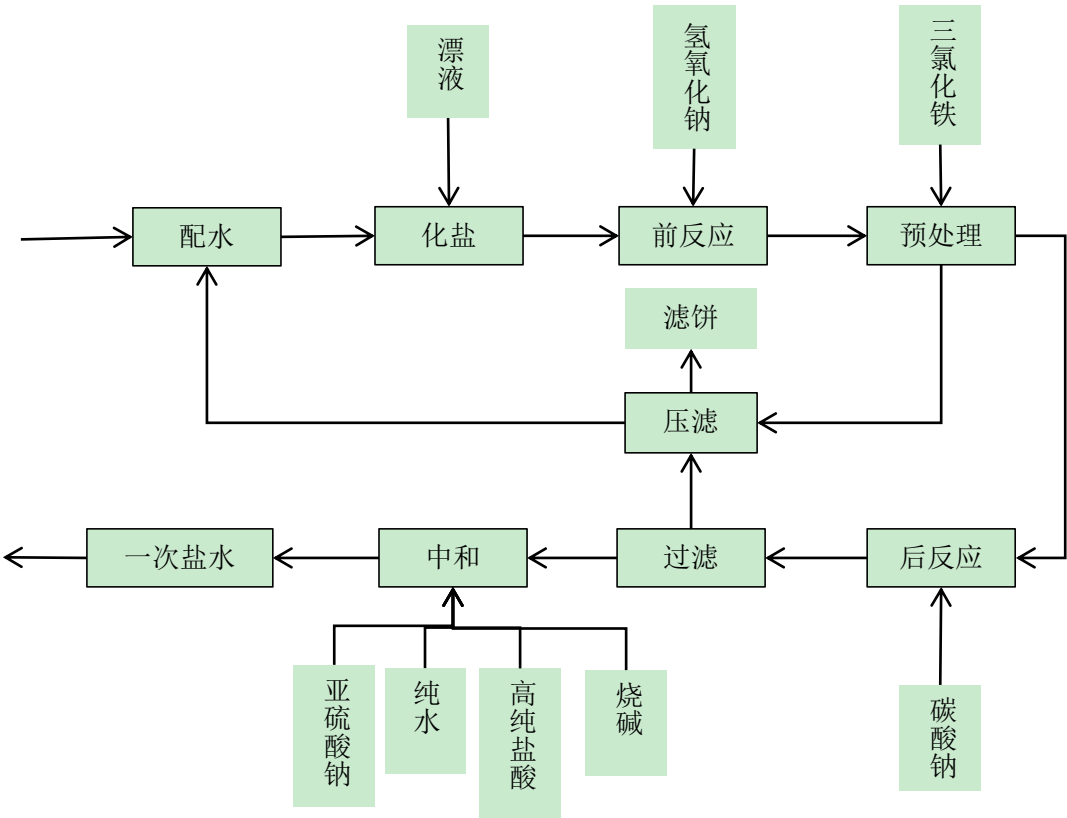


图 1 离子膜法烧碱生产中预处理生产工艺路线

4.1.1.2 无预处理工艺

从化盐池出来的粗盐水直接进入粗盐水池，并在粗盐水池加入漂液以去除有机物。然后分别加入烧碱和纯碱，与粗盐水中的钙镁离子充分反应；而后通过盐水膜过滤器，进行过滤精制。

离子膜法烧碱生产中盐水精制无预处理工艺路线如图 2 所示。

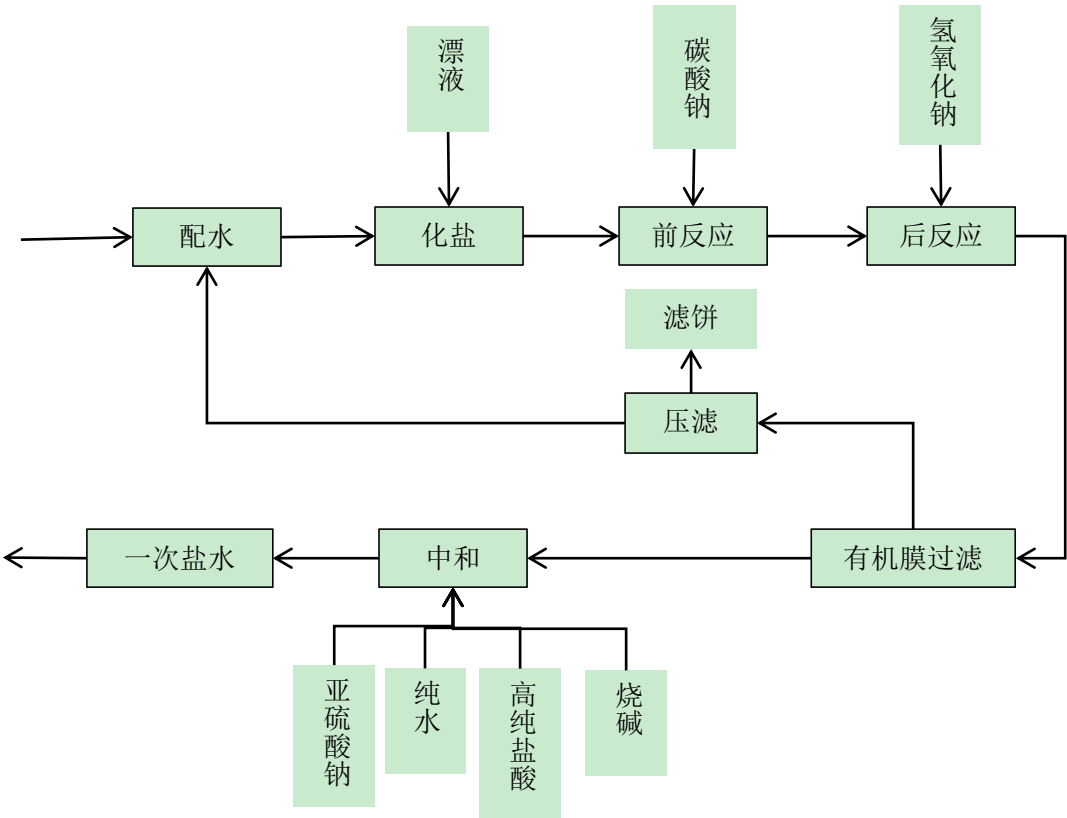


图 2 离子膜法烧碱生产中无预处理生产工艺路线

4.1.2 无机膜处理工艺

粗盐水经过精制反应完全并粗过滤后经泵送至无机膜过滤器，盐水通过膜过滤分离后自过滤器清液出口排出，即为过滤后的精制盐水。浓缩液自过滤器浓缩液出口排出回到过滤器循环过滤，小部分浓缩液连续排入渣池。

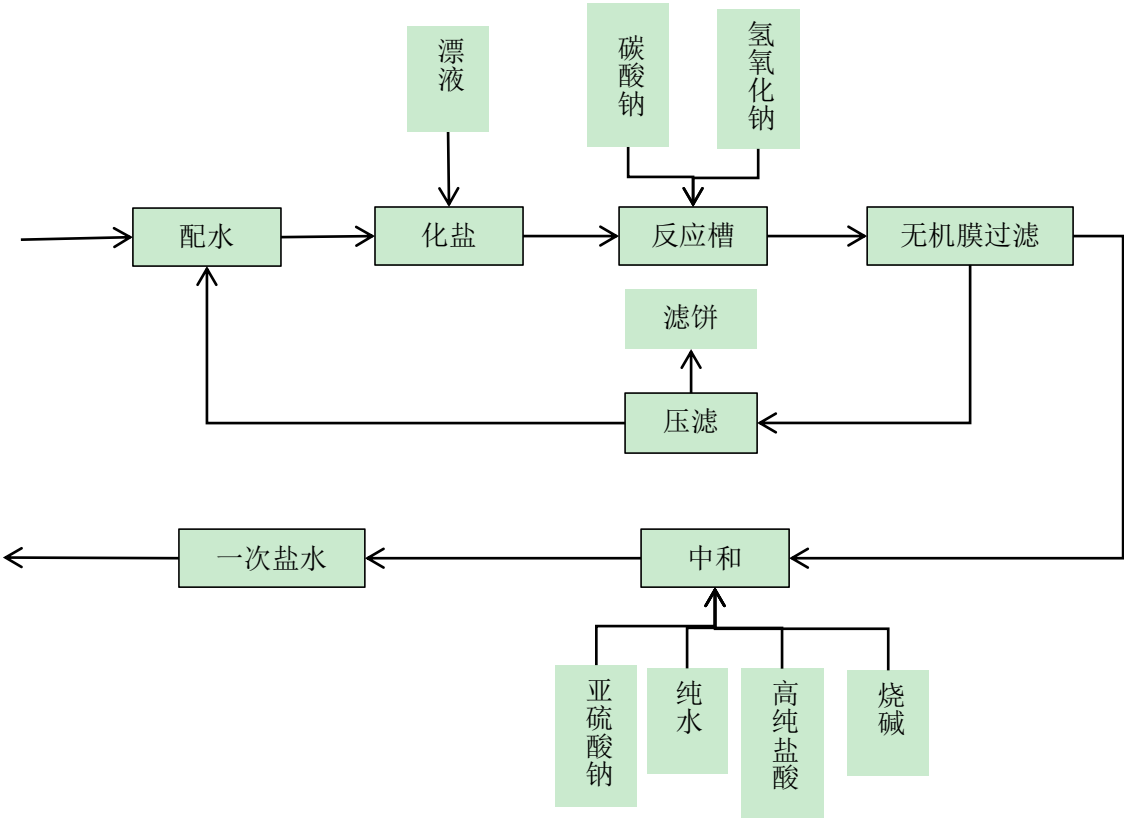


图 3 离子膜法烧碱生产中无机膜生产工艺路线

4.2 参数监测、报警、联锁及其功能

4.2.1 工艺参数控制

为了确保一次盐水的质量，保证生产过程安全，对生产过程控制参数进行检测，同时确定报警、联锁及其功能，重点检测压力、温度等参数。

表 1 盐水精制工艺控制指标参数控制表

序号	检测项目	单位	所属工艺	工艺控制 上限	工艺控制 下限	监测 方式	监测频次	高 报警	高高 报警	低报警	低低 报警	高 联锁	低 联锁
1	前反应 Na ₂ CO ₃	g/L	无预处理有机膜 工艺	0.9	0.5	化验	2h/次						
2	后反应罐 NaOH	g/L	无预处理有机膜 工艺	0.8	0.1	化验	2h/次						
3	膜过滤器出口 Na ₂ CO ₃	g/L	-	0.9	0.5	化验	8h/次						

4	膜过滤器出口 NaOH	g/L	-	0.8	0.1	化验	8h/次						
5	反应槽出口液游离氯	ppm	无机膜工艺	40	20	化验	根据需求						
6	浓缩液含固量	%	无机膜工艺	50	0	化验	根据需求						
7	预处理器 Na ₂ CO ₃	g/L	有预处理工艺	0.9	0.5	化验	2h/次						
8	预处理器 NaOH	g/L	有预处理工艺	0.8	0.1	化验	2h/次						
9	中和泵出口精盐水 PH	-	-	10	9	在线	连续						
10	中和泵出口游离氯含量	mg/L	-	0	-	在线	连续						

表 2 盐水精制工艺精制剂配置参数控制表

序号	检测项目	单位	所属工艺	工艺控制上限	工艺控制下限	监测方式	监测频次	高报警	高高报警	低报警	低低报警	高联锁	低联锁
1	亚硫酸钠溶液配置浓度	%	-	9	7	化验	1 罐/次						
2	碳酸钠溶液配置浓度	%	-	15	5	化验	1 罐/次						
3	三氯化铁溶液配置浓度	%	有预处理工艺	2	0.3	化验	1 罐/次						

表 3 盐水精制工艺参数检测、报警、联锁及其功能一览表

序号	检测项目	单位	所属工艺	工艺控制上限	工艺控制下限	监测方式	监测频次	高报警	高高报警	低报警	低低报警	高联锁	低联锁
1	中和泵出口精盐水 pH 值	-	-	10	9	在线	连续						
2	换热器出口化盐水温度	℃	-	65	55	在线	连续						
3	化盐池盐层有效高度	m	-	7	6	巡检	2h/次						
4	粗盐水加压溶气罐液位	%	有预处理工艺	90	30	在线	连续						
5	粗盐水加压溶气罐压力	kPa	有预处理工艺	150	80	在线	连续						
6	ZF/GF 膜过滤器过滤压力	kPa	有预处理工艺	80	0	在线	连续						
7	预处理进口粗盐水 pH 值	-	有预处理工艺	12.5	11	在线	连续						
8	预处理出口粗盐水温度	℃	有预处理工艺	58	48	在线	连续						

9	进前反应罐粗盐水温度	℃	无预处理有机膜工艺	60	45	在线	连续						
10	进前反应罐粗盐水 pH 值	-	无预处理有机膜工艺	10	7	在线	连续						
11	SST 膜过滤器过滤压力	kPa	无预处理有机膜工艺	40	0	在线	连续						

4.2.2 注意事项

- 4.2.2.1 联锁设置应根据生产装置确定。
- 4.2.2.2 参数控制、报警值、联锁值设定原则应按照保护层顺序设置。如：加压溶气罐压力控制范围 80 kPa~150 kPa，低限报警宜设置为≤88 kPa，低低限报警宜设置为≤85 kPa，低联锁宜设置为≤80 kPa；高限报警宜设置为≥140 kPa，高高限值报警宜设置为≥145 kPa，高联锁宜设置为 150 kPa。本例仅供参考，具体检测项目和设定值根据生产需求设定。
- 4.2.2.3 装置停车时，应立即通知下游工序，采取必要的安全保护措施，最大限度降低对下游系统的影响。
- 4.2.2.4 表中的工艺控制上下限需根据设备性能及生产需求动态调整。
- 4.2.2.5 无预处理无机膜联锁保护程序：进口压力 LL 联锁，进口压力 HH 联锁，反冲罐压力 HH 联锁，反冲罐液位 LL 联锁。

5 运行要求

5.1 开车前准备

5.1.1 原始开车前检查

原始开车前应做以下检查：

- a) 工程项目全部完成，并有记录和有关的验收合格证，重点检查压力容器和压力管道检测记录、水密性试验记录；
- b) 所有设备、管道应都已安装好，法兰、盲板等处无泄漏现象，应符合 GB 50236 相关要求。

5.1.2 DCS 程序模拟调试

DCS 程序模拟调试应符合以下要求：

- a) 工艺联锁的阀门、接线端子、测温点、测压点、流量计、卡件、附件和电源开关的合/断位置，应有明确的标示；进口仪表应有中英文对照标记；
- b) 所有仪表 DCS 位号与现场仪表应一一对应，接线正确；
- c) 所有仪表回路应测试完成。
- d) 对照操作规程确定各设备的远传压力、温度、流量等高低限报警值与规程设置一致，DCS 报警功能正常投运。
- e) 确认各联锁动作结果是否正确。

5.2 原始开车试验

5.2.1 工艺管道、设备吹扫

吹扫物料系统一般采用分段式加压气相吹扫，吹扫过程注意仪表部件保护，水系统吹扫一般采用水循环过滤冲洗方式。

5.2.2 气密性试验

气密性试验要求如下：

- a) 在进行气密性试验前，装好测压用的压力计，准备好供试压用的气源。
- b) 外观试验合格后，将压力容器各阀门关闭，检查合格后，开始向压力容器内充气。随时检查压力容器进出口管、人孔等所有焊缝、密封点的严密性。
- c) 消除泄漏或者更换密封垫片，经气密性试验合格后，投入使用。

5.2.3 水密性试验

水密性试验要求如下：

- a) 在进行水密性试验前，将罐体内部加满水。
- b) 外观试验合格后，开始加压。在管道压力上升过程中，观察焊缝、法兰、阀门等位置，有泄漏应标记。
- c) 消除泄漏，经气密性试验合格后，投入使用。

5.2.4 系统开车检查

系统开车前应做以下检查：

- a) 检查确认原盐储备量 ≥ 72 h 生产需求，以免影响生产。
- b) 检查开车所需要的辅料补充完毕，辅料的库存储备量 ≥ 72 h 生产需求，以免影响生产。
- c) 检查盐场化盐池内原盐加入量达到表 1 中要求的工艺控制下限。
- d) 检查确认压缩空气、仪表风压力均在指标控制范围内。如不在指标范围内，应及时进行调整。
- e) 检查确认所有设备、管道安装完好，法兰、盲板等无泄漏现象。
- f) 检查确认各设备、阀门、仪表正常，传动设备良好。
- g) 检查确认各处的温度计、流量计、压力表、液位计等显示正常。
- h) 检查确认管道和设备各处盲板拆除，各阀门处于正常状态。
- i) 检查确认安全防护装置齐全完好，电气接地良好。
- j) 检查确认 DCS 系统正常。
- k) 检查确认各机泵油位正常，试开各搅拌无异常；如有异常，应立即停用，检查。
- l) 消防设施、应急洗眼器等就位。操作人员完成安全培训，持有特种作业证。

5.3 盐水精制工序开车操作

5.3.1 保持好各化盐池盐层高度。

5.3.2 开启化盐水泵，调节化盐水加碱阀门，控制化盐水 pH 值为碱性；通过化盐水板换，调节化盐水温度在控制范围内。

5.3.3 盐水预处理工艺操作如下：

- a) 待化盐池出口有粗盐水流后，打开加碱阀门、漂液阀门。当粗盐水池液位达到安全启泵高度后，启动粗盐水泵；打开动力风入口阀门，当加压溶气罐液位、压力均达到工艺设定点时，打

开加压溶气罐出口阀门，调节流量到达需要量；打开三氯化铁阀门，根据原盐钙镁含量、粗盐水流速、三氯化铁浓度调整到合适的流量；使粗盐水中的过碱量和氯化钠含量在表 3 的控制范围内。

- b) 待预处理器出口有清液流出时，立即打开后反应器加纯碱阀门；根据粗盐水流速、原盐钙镁含量、纯碱浓度等情况调整纯碱流量，并及时分析后反应器的过碱量，使过碳酸钠量在表 3 的控制范围内；
- c) 后反应器的粗盐水进入缓冲罐，待罐内的液位到达工艺设定点时，检查确认膜过滤器合格盐水出口阀全关，其余现场手阀全开，然后启动膜过滤器，待盐水合格后，全开合格盐水出口阀，全关不合格盐水出口阀，使过滤清液进入折流槽。

5.3.4 盐水无预处理有机膜工艺操作如下：

- a) 开启化盐水泵，调节化盐水泵进口加碱自控阀，调节化盐水 pH 值为碱性；通过化盐水板换调节化盐水温度。待粗盐水流至粗盐水池后，打开加漂液阀门；待液位达到安全启泵高度后，启动粗盐水泵，将粗盐水打入前反应罐中，并加入碳酸钠溶液，待罐内液体漫过搅拌扇叶后，启动搅拌；盐水溢流至前反应缓冲罐且漫过搅拌扇叶后，启动搅拌，充分反应半小时以上，取样分析前反应缓冲罐的过碱量，调整至表 3 的控制范围内；
- b) 待前反应缓冲罐盐水溢流进入后反应罐后，加氢氧化钠溶液，启动搅拌；溢流至后反应缓冲罐后，启动搅拌；充分反应后，取样分析后反应缓冲罐的过碱量，调整至表 3 的控制范围内；
- c) 待后反应缓冲罐中的粗盐水溢流至滤前缓冲罐且漫过搅拌扇叶后，开启搅拌；
- d) 待罐内的液面到达安全启泵高度后，启动过滤泵，检查确认膜过滤器合格盐水出口阀全关，其余现场手阀全开；然后启动膜过滤器，待盐水合格后，全开合格盐水出口阀，全关不合格盐水出口阀，使过滤清液进入折流槽。

5.3.5 盐水无机膜工艺操作如下：

- a) 反应槽液位达到 50%~60%，加入碳酸钠，开启搅拌。
- b) 观察中间槽液位情况，液位 40%-60%时，打开次钠调节阀向粗盐水中加入适量次钠溶液，并根据反应情况调整次钠加入量，控制次钠在中间槽的浓度在 20 ppm~40 ppm 之间。开启膜过滤进料泵，向膜过滤单元输送粗盐水。
- c) 当粗盐水进入粗过滤器，应经常排放粗过滤器滤网内部的机械杂质和盐泥，并观察排放液中杂质含量，保持滤网内部干净，通道畅通。
- d) 中间槽液位 50%~60%时，需分析粗盐水中碳酸钠和氢氧化钠的过剩量、游离氯含量，控制各项指标达到工艺要求，开启膜过滤进料泵前，需打开循环罐上排空阀、打开无机膜过滤器上排空阀，开启膜过滤进料泵向循环罐送粗盐水，待循环罐充满料液后，缓慢开启无机膜盐水过滤器进口阀门，关闭循环罐上排气阀；当无机膜过滤器充满料液，气体排空后，关闭无机膜过滤器上排气阀，关闭无机膜盐水过滤器进口阀门；打开无机膜过滤器进缓冲罐阀门，启动膜过滤循环泵后，缓慢开启无机膜一次盐水精制设备进口阀门。
- e) 检查过滤器运行状态，按工艺要求调整好过滤器进、出口压力和温度，设定好各级组件出口流量值，逐一打开渗透侧阀，逐个检测各组件过滤盐水悬浮物，过滤盐水 SS 合格，关闭渗透液排放阀，开启上渗透侧阀后 DCS 开启程序，微调各运行参数。

- f) 控制好无机膜过滤器浓缩液出口固体物的浓度（固液比），要求固体物含量在 0~50%（VT%）之间，控制方式采用调节过滤器出口到盐泥池浓缩盐水流量手段，含固量高时可加大浓缩液到盐泥池流量，含固量低时可减少浓缩液到盐泥池流量。
- g) 调节精制剂的加入量，并取样分析，将渗透液控制在规定指标范围内后，打开无机膜过滤器进折流槽出口阀，关闭无机膜过滤器进缓冲罐阀门，使过滤清液进入折流槽。

5.3.6 当折流槽有过滤清液流出时，立即全开折流槽加盐酸现场阀门，根据 pH 值控制加酸流量；当过滤清液进入中和罐，且中和罐到达安全启泵液位后，全开中和泵回流阀门，全关中和泵进一次盐水罐出口阀门，开启中和泵；全开亚硫酸钠和氢氧化钠现场阀门，通过 DCS 控制加入量，将盐水 pH 值和 ORP 值分别调整至表 3 的控制范围内。待指标调节稳定后，全开中和泵进一次盐水罐出口阀门，全关中和泵回流阀门，将合格的一次盐水送入一次盐水罐。

5.3.7 开车注意事项如下

- a) （预处理工艺）保证预处理器桶体和其内部中心桶液位同时上涨，开车前预处理器液位至少要在斜板以上。
- b) 当过滤器上层流出清液，经化验取样分析合格后，将过滤器并入系统。
- c) 化盐浓度：控制盐水浓度在 300 g/L~310 g/L，温度维持在 50 °C~60 °C（根据工艺调整），以加速溶解并减少杂质析出。
- d) 精制剂投加：按比例添加 Na₂CO₃（除 Ca²⁺）和 NaOH（除 Mg²⁺），确保充分反应生成沉淀。
- e) 反应时间：确保盐水在反应槽内有足够停留时间，使 CaCO₃、Mg(OH)₂ 沉淀完全。
- f) 过滤效果：监测过滤器压差，避免滤后盐水 SS（悬浮物）>1 ppm，防止堵塞电解槽离子膜。

5.4 正常操作

正常操作应按以下要求进行：

- a) 根据企业规定巡检频次定时巡检设备的现场压力、温度分析数据，及时调整，保证运行正常；
- b) 定时记录各原始数据。

5.5 岗位巡检及注意事项

5.5.1 岗位巡检

为了降低盐水精制工序生产风险，保证生产“长、满、安、稳”运行，应制定盐水岗位巡检一览表，规定巡检项目、巡检频次，处于正常工况的判断标准，详见表 4。

企业可根据自身实际情况对巡检内容进行调整。

表 4 岗位巡检检查标准指导表

序号	巡检项目	巡检频次	处于正常工况的判断标准
1	精制剂配置室	2h/次	各配置罐液位，各精制剂机泵电流、压力、流量处于规定范围
2	化盐水板换温度	2h/次	处于规定范围
3	化盐水泵出口 pH 值	2h/次	处于规定范围
4	盐场盐层高度	2h/次	处于规定范围

5	预处理器	2h/次	浮上清液透明度
6	后反应器	2h/次	拌运转情况
7	无预处理系统罐区	2h/次	无预处理系统罐液位、搅拌运转，机泵运行声音、电流、压力、油窗，处于规定范围
8	膜过滤器	2h/次	液体清澈透明，处于规定压力，无漏液现象
9	中和泵出口 pH 值	2h/次	处于规定范围
10	一次盐水 pH 值	2h/次	处于规定范围
11	一次盐水罐液位	2h/次	处于规定液位
12	附属设备管道	2h/次	工艺管线、法兰、阀门无泄漏，防腐漆、保温无缺失
13	反应槽	根据需求	搅拌运转情况，油位是否正常、减速机温度是否正常
14	膜过滤进料泵	根据需求	机泵运行声音、电流、压力、油窗，处于规定范围
15	膜过滤循环泵	根据需求	机泵运行声音、电流、压力、油窗，处于规定范围
16	反冲罐液位	根据需求	处于规定液位
17	粗过滤器	根据需求	仪表阀门有无异常喘动及仪表气泄漏情况，压力是否处于规定范围

5.5.2 巡检注意事项

巡检时应严格执行以下要求：

- a) 穿戴劳保用品（安全帽、劳保鞋、工作服等）。
- b) 按指定巡检通道行走，避开湿滑区域（盐水易导致地面湿滑），注意高空坠物。
- c) 禁止徒手触碰未隔离的管线、设备。

5.6 停车操作

5.6.1 正常停车操作

正常生产操作应按以下要求执行：

- a) 停止上盐，关闭化盐水泵出口，待化盐池无水流出后关闭折流槽漂液阀门和加碱阀门，根据粗盐水池液位停下粗盐水泵。
- b) （预处理工艺）关闭加压溶气罐动力风阀门，关闭三氯化铁阀门，关闭加压溶气罐出口阀门，待预处理器出口停止流清液时关闭碳酸钠阀门；待缓冲罐液位达到工艺设定点时，停运行中的膜过滤器。
- c) （无预处理有机膜工艺）待滤前缓冲罐液位达到工艺设定点时，停运行中的过滤泵。
- d) 待膜过滤器无清液流出时，关闭盐酸阀门；
- e) 停止中和泵后，再关闭氢氧化钠及亚硫酸钠阀门；
- f) 然后将纯水注入膜过滤器花板以上并保持液面至少高于花板 10 cm；

- g) 若停车时间较长（超过 48 h）必须将加压溶气罐至预处理器之间的管道、预处理器清夜溢流分布口充入一定量的水，以防止管道设备因结晶影响再次开车。
- h) 清理环境，打扫卫生。
- i) （无机膜工艺）：DCS 调整往中间槽输送的粗盐水的流量，待中间槽降至低液位，点击无机膜过滤器停止运行按钮。将排泥阀全一分钟左右，根据膜的进口压力，手动将排泥阀关闭。注意停程序后需将联锁解除。
- j) 停止该无机膜过滤器的膜过滤加压泵和循环泵的运行。（设备全部停车，停止往中间槽输送粗盐水及精制剂、停无机膜过滤进料泵）；若需无机膜打循环，不得停止膜过滤进料泵。
- k) 关闭该无机膜过滤器的盐水进、出口阀，打开无机膜过滤器的排液阀及无机膜过滤器放空切断阀及后续排至中间槽的阀门后，缓慢打开放空手动阀，逐渐将无机膜过滤器内的盐水全部排到中间槽中。
- l) 现场打开工业用水阀，将工业用水送入无机膜过滤器进行水洗，待设备内充满料液后关闭阀门，从排液阀排至盐泥池，将设备中的盐水洗尽后（测 pH 值显示中性）吹风，最后将清洗水排出系统。若长时间停用，需用工业用水浸泡。
- m) 将管道、粗过滤器中的盐水放净。

注：长时间不循环，应将循环罐粗盐水放净，以防堵塞膜过滤循环泵进口管。

5.6.2 紧急停车操作

当遇到盐水紧急停车时，应立即通知下游工序，关闭加压溶气罐出口阀门、三氯化铁阀门、动力风阀门；关闭过滤泵出口阀门，关闭每一台膜过滤器进/出口的所有根部阀；依次关闭中和泵的烧碱阀门、纯水阀门、亚硫酸钠阀门。

5.6.3 停车注意事项

5.6.3.1 禁止系统处于负压状态。

5.6.3.2 全厂停电时，立即关闭加压溶气罐出口阀门、三氯化铁阀门、加压溶气罐动力风阀门；关闭过滤泵出口阀门，将现场机泵操作柱打到停止状态。如发生突然停电，无机膜过滤系统应立即关闭各泵进出口阀门。其他按正常停车步骤进行。

5.6.3.3 全厂停仪表风时，在仪表风压力下降至 0.3 MPa 以前，关闭现场所有气动阀的前后手阀。

6 检查、检修与维护

6.1 设备通用完好要求

6.1.1 设备本体完好要求

6.1.1.1 设备本体各机械零部件完好齐全。

6.1.1.2 管道、管件、阀门、支架等安装合理、牢固、完整，涂色符合管理要求。

6.1.1.3 防腐、管道保温、防冻管线、避雷设施、防静电接线、照明设施等完整有效。

6.1.1.4 液位、压力、温度测量仪表完好，显示准确，并定期校验。

6.1.2 运行性能要求

6.1.2.1 温度、压力、液位、流量等工艺运行指标在控制范围。

- 6.1.2.2 设备各静密封点无外部泄漏，无内漏，无其他异常声音、振动等异常情况。
- 6.1.2.3 设备活动部件要润滑良好。

6.1.3 技术资料要求

6.1.3.1 竣工资料

应完整保存以下竣工资料：

- a) 钢材配件和焊接材料的质量证明文件；
- b) 设计依据、设备计算数据及规格图纸；
- c) 设备制造标准；
- d) 投运前测试记录；
- e) 设备平面布置图及安装图；
- f) 其他相关技术资料。

6.1.3.2 日常管理资料

应完整保存以下日常管理资料：

- a) 设备联锁逻辑图；
- b) 设备台账；
- c) 日常检查维护记录。

6.1.3.3 检维修技术资料

应完整保存以下检维修技术资料：

- a) 设备检修维护规程；
- b) 检维修记录；
- c) 防腐记录；
- d) 技术变更资料；
- e) 事故分析报告；
- f) 其他相关技术资料。

6.2 核心设备完好要求及定期检查

6.2.1 核心设备完好要求

核心设备完好要求如下：

- a) 设备本体各机械零部件完好齐全。
- b) 膜过滤器最高、最低限位联锁，信号自动切断装置等齐全、灵敏、准确。
- c) 管道、管件、阀门、支架等，安装合理、牢固、完整，色环符合 GB 7231 相关要求。
- d) 防腐、管道保温、防冻管线、照明设施等完整有效。
- e) 温度、液位、压力测量仪表完好，显示准确，并定期校验。

6.2.2 核心设备定期检查事项

核心设备定期检查分为外观检查、内部检查、全面检查。

具体检查内容及要求详见表 5、表 6 和表 7。

表 5 膜过滤器定期检查表

检查部位	检查周期	检查内容
日常检查	每 日	1、基础、支座、支撑完好无下沉、倾斜、开裂。 2、螺栓连接牢固。 3、设备铭牌及使用标志放置位置正确，无污损。 4、本体无裂纹、泄漏、鼓包、变形、机械损伤、过热、电弧灼伤。 5、是否有腐蚀现象。 6、紧固件无损坏。 7、保温层无破损、脱落、潮湿。 8、仪表（压力表、液位计）： 1）仪表完好； 2）量程、精度等级符合要求； 3）在检验有效期内； 4）设置有上限/下限标志； 5）显示数值清晰、准确。
定期检查	1 年	1、检查内部衬胶情况。 2、检查设备设施内表面衬胶层有无脱落，本体有无锈蚀。 3、检查调试系统联锁，确认是否按照设置的条件动作。 4、有保温层下腐蚀倾向的设备应拆除保温层检查。 5、接地合格无损坏，接地电阻≤10.0Ω（根据实际情况检测）。
全面检查	3 年	1、包括大、中修的全部项目 。 2、接管、法兰、人孔、阀门无泄漏、焊口开裂现象。 3、排泥管道完好、无泄漏。 4、垫片无破损。

表 6 预处理器定期检查表

检查部位	检查周期	检查内容
日常检查	每 日	1、基础、支座、支撑完好无下沉、倾斜、开裂。 2、螺栓连接牢固。 3、设备铭牌及使用标志放置位置正确，无污损。 4、本体无裂纹、泄漏、鼓包、变形、机械损伤、过热、电弧灼伤。 5、是否有腐蚀现象。 6、紧固件无损坏。 7、保温层无破损、脱落、潮湿。 8、仪表（温度计）： 1）仪表完好；

		2) 量程、精度等级符合要求; 3) 在检验有效期内; 4) 设置有上限/下限标志; 5) 显示数值清晰、准确。
定期检查	1 年	1、检查设备设施内表面防腐层有无脱落，本体有无锈蚀；对于腐蚀部位应进行测厚以查明腐蚀深度和分布情况。 2、有保温层下腐蚀倾向的设备应拆除保温层检查。 3、进行设备壁厚测定，壁厚测点应选择： 1) 液位经常波动的部位; 2) 物料进口、流动转向、截面突变等易受腐蚀、冲蚀的部位; 3) 制造成型时壁厚减薄部位和使用中易产生变形及磨损的部位; 4) 接管部位; 5) 宏观检验时发现的可疑部位；接地合格无损坏，接地电阻$\leq 10.0\Omega$（根据实际情况检测）。
全面检查	3 年	1、包括中修的全部项目 。 2、检查设备内壁、斜板、溢流管出水口。

表 7 无机膜过滤器定期检查表

检查部位	检查周期	检查内容
日常检查	根据需求	1、螺栓连接牢固。 2、设备铭牌及使用标志放置位置正确，无污损。 3、软连接本体无裂纹、泄漏、鼓包、变形、机械损伤、过热、电弧灼伤。 4、是否有腐蚀现象。 5、紧固件无损坏。 6、保温层无破损、脱落、潮湿。 7、仪表（压力表、温度计）： 1) 仪表完好; 2) 量程、精度等级符合要求; 3) 在检验有效期内; 4) 设置有上限/下限标志; 5) 显示数值清晰、准确。

定期检查	2.5 年	1、检查膜管端头有无冲刷情况。 2、检查膜管 O 型密封圈有无失效情况。 3、检查调试系统联锁，确认是否按照设置的条件动作。 4、接地合格无损坏，接地电阻 $\leq 10.0\Omega$ （根据实际情况检测）。
全面检查	5 年	1、包括大、中修的全部项目。 2、接管、法兰、阀门无泄漏、焊口开裂现象。 3、出液及排泥管道完好、无泄漏。 4、垫片无破损。

6.3 检修维护

6.3.1 日常维护

6.3.1.1 操作人员对加压溶气罐、后反应缓冲罐、反应槽及过滤器的盐水过碱量及氯化钠浓度定时分析并记录。

6.3.1.2 操作人员对盐水工序的工艺及设备定时巡检并记录。

6.3.2 定期检修维护

6.3.2.1 企业结合自身情况，应确定具体定期检修维护设备，建立台帐，开展维护。定期检修维护对有强制性标准的要按照标准执行；对无强制性标准的设备结合设备使用说明书确定定检时间、周期、维护保养项目等。企业可编制设备维护检修规程来确定不同类型的设备维护标准。

6.3.2.2 检修维护一般按小修、中修、大修三个层次开展，单机设备结合设备使用要求进行确定，系统检修结合企业经营安排和生产实际确定年度大修、中修或小修。

6.3.2.3 在开展各级检修前应编制检修方案，在方案中明确安全技术措施、检修方法、安全作业要求、验收标准等。安全技术措施中应明确检修前开展的各项停机、停车置换、隔离、断电、办理特殊作业票证等工作。且不同级别的检修，应按级审批。

6.3.2.4 在检修作业中，应按机具安全标准检查核实机具的安全状态，以及特种作业人员要有作业许可，同时作业人员应按要求进行佩戴劳动防护用品。

6.3.2.5 检修维护作业应严格执行标准和规范，确保作业安全。

6.3.2.6 为检修维护作业开展的其他搭设箱架、使用的脚手架、钢直梯、斜梯以及其辅助用具应符合使用规范。

6.3.2.7 对于压力容器、压力管道检修维护，应按压力容器管理要求履行审批手续批准后进行。

表 8 一次盐水系统定期检修维护一览表

检修类别	检修周期	检修内容
日常维护	月度检修	1、无预处理工艺 SST 膜过滤器每天酸洗一次。 2、预处理 ZF 膜过滤器每月进行酸洗一次。 3、盐场粗盐水泵进口 Y 型过滤器定期清理。 4、每月对中和泵出口 pH、一次盐水泵出口 pH 校准一次。

		5、无机膜过滤器定期酸洗。
年度检修	1 年	1、包括外观检查的全部项目。 2、盐水出膜过滤器花盘检维修。 3、化盐水板式换热器定期清洗板片。 4、预处理器清液管高压清洗。 5、无预处理前反应缓冲罐高压清洗及盐泥清理。 6、盐场化盐池定期清泥。 7、三氯化铁溶液罐及管道定期进行酸洗。 8、盐泥压滤机定期更换滤布。
停车大修	间隔周期一般为 3 年	1、包括年度检修的全部项目 。 2、盐水系统设备设施全面防腐。 3、补水管、排污管、放空管保温修补。 4、更换易损件阀门、垫片等。

附 录 A
(资料性)
异常工况及处置措施

盐水预处理工艺、无预处理有机膜工艺和无机膜工艺异常工况及处置措施分别见表 A.1 和表 A.2。

表 A.1 盐水无预处理有机膜工艺/预处理工艺异常工况及处置措施一览表

序号	异常工况	异常原因	异常后果	处置措施
1	粗盐水氯化钠浓度低	化盐池内盐层低。	导致一次盐水氯化钠溶度低，影响电解效率。	1、及时向化盐池内补充原盐； 2、定期清理化盐池沉积盐泥。
2	预处理返浑（预处理工艺）	1、溶气罐液位或压力超标，溶气不足。 2、氯化铁溶液加入量不合理。 3、粗盐水温度不稳定，造成预处理器内温差过大。 4、粗盐水质量差，超处理能力。	导致预处理器处理能力下降，盐水中含有大量的氢氧化镁无法去除，从而对盐水过滤器造成过滤压力，甚至影响过滤清液的质量。	1、加强溶气罐液位和压力的操作控制，保障溶气量。 2、根据生产情况适当调整加入量。 3、加强化盐水温度控制。 4、调配使用优质原盐。
3	上排泥口冒液不止（预处理工艺）	1、清液分布管内部结晶产生堵塞。 2、粗盐水氯化钠浓度低。	造成一次盐水氯化钠溶度低，影响电解效率；盐水大量进入盐泥系统，加大其生产压力。	1、用热水冲洗清液分布管内部。 2、参考本表第一条对应的处置措施。
4	过滤器清液出口返浑	1、滤膜破裂。 2、滤膜连接处密封不严。	部分杂质未被过滤直接进入一次盐水，造成一次盐水质量下降。	1、停机，更换新滤膜。 2、停机，检查并更换密封部件。
5	过滤器压力高	3、过碱量超标，杂质含量高。 4、过滤流量大。	容易造成滤膜破损或过滤器密封失效，造成一次盐水质量下降。	1、根据化验结果，适当调整过碱量。 2、适当降低盐水流量。

表 A.2 盐水无机膜工艺异常工况及处置措施一览表

序号	不正常现象	可能导致的后果	原因分析	处理方法
1	粗盐水过滤器进出口压差高	盐水量受限，无机膜停车	1、粗过滤器滤网网孔被盐结晶堵死。 2、粗过滤器滤网网孔被机械杂物堵死。 3、粗过滤器过滤流速过高。	1、用清水冲洗，溶解去除滤网上附着的盐晶。 2、增加粗过滤器反冲频率或拆洗粗过滤器。 3、开启备用粗过滤器或添置粗过滤器。
2	粗盐水过滤器进出口压差低	膜组件堵塞，盐水量受限	1、粗过滤器滤网破裂。 2、备用粗过滤器开启，过滤流速低。	1、更换粗过滤器滤网。 2、关闭备用粗过滤器。

序号	不正常现象	可能导致的后果	原因分析	处理方法
3	设备运行温度高	盐水温度高	1、粗盐水温度高。	1、降低粗盐水温度。
4	设备进口压力高	盐水量受限, 无机膜停车	1、粗过滤器截留不足, 机械杂物在设备进口拥堵。 2、放空不彻底, 设备内存在大量空气。 3、粗盐水固含量过高, 流动性差。 4、阀门操作错误或阀门故障。 5、供料泵变频器设置不对或故障。 6、控制系统供料泵自动控制灵敏度不足或故障。 7、反冲气源压力高、反冲控制设置不对或故障。	1、调整、检修粗过滤器, 并清除拥堵的杂物。 2、停车, 待设备放空彻底后再重新开机。 3、加大排泥流量, 增加反冲频次, 降低粗盐水分固量。 4、检查阀门使用情况确认阀门开度。 5、检查供料泵变频器设置, 排除变频器故障。 6、调整供料泵自动控制灵敏度, 排除自动控制故障。 7、调整反冲气源压力, 调整反冲控制设置, 排除故障。
5	设备进口压力低	膜循环量不足, 盐水量受限	1、粗过滤器拥堵, 设备进料不足。 2、渗透液流量超出设计范围, 供料泵无法满足。 3、阀门操作错误或阀门故障。 4、供料泵变频器设置不对或故障。 5、控制系统供料泵自动控制灵敏度不足或故障。	1、清理粗过滤器, 保证设备进料管道流畅。 2、降低渗透液流量至设计范围以内。 3、检查阀门使用情况确认阀门开度。 4、检查供料泵变频器设置, 排除变频器故障。 5、调整供料泵自动控制灵敏度, 排除自动控制故障。
6	膜组件进出口压差高	膜组件堵塞, 盐水量受限	1、设备运行压力高于要求值。 2、粗过滤器截留不足, 机械杂物在设备进口拥堵。 3、粗盐水固含量过高, 流动性差。 4、阀门操作错误或阀门故障。 5、过滤通道拥堵。 6、设备污染严重。	1、调整设备运行压力。 2、调整、检修粗过滤器, 并清除拥堵的杂物。 3、加大排泥流量, 增加反冲频次, 降低粗盐水分固量。 4、检查阀门使用情况确认阀门开度。 5、1、清洗设备, 疏通拥堵的过滤通道。 6、清洗设备。
7	过滤通道堵塞	盐水产量受限	1、粗过滤器截留不足, 机械杂质进入通道。 2、细小的丝状物在运行时“长大”, 进入通道。 3、谷物类杂物进入通道, 在盐水中浸泡胀大后无法流出通道, 造成堵塞。 4、设备保温不良, 盐水降	1、调整、检修粗过滤器, 盐酸浸泡清除通道拥堵。 2、去除盐水中含有的丝状物, 盐酸浸泡清除通道拥堵。 3、去除盐水中含有的谷物类杂物, 盐酸浸泡、高压水冲洗清除通道拥堵。

序号	不正常现象	可能导致的后果	原因分析	处理方法
			温 NaCl 结晶附着。 5、粗盐水固含量过高。 6、盐水中氯酸盐、 SO_4^{2-} 含量太高。	4、改善保温条件，清水冲洗溶解结晶。 5、降低粗盐水含固量，盐酸浸泡清除通道拥堵。 6、将低盐水中氯酸盐、 SO_4^{2-} 含量，盐酸浸泡清除通道拥堵。
8	渗透液流量低	盐水量受限	1、设备进口压力低。 2、粗盐水含固量高，流动性差。 3、渗透液管道堵塞。 4、流量控制值设置操作错误。 5、控制阀门操作错误或故障。 6、过滤通道堵塞。 7、设备污染严重。	1、调整设备进口压力。 2、加大排泥流量，增加反冲频次，降低粗盐水含固量。 3、检查并疏通渗透液管道。 4、更改渗透液流量设置。 5、检查控制阀门，确认阀门开度。 6、检修并疏通过滤通道。 7、停车清洗设备。
9	渗透液NaCl浓度低	一次盐水含盐低	1、粗盐水 NaCl 浓度低。 2、粗盐水降温导致 NaCl 结晶析出，被设备截留。	1、增加粗盐水中 NaCl 含量。 2、对设备及配属管道进行保温，保证粗盐水温度。
10	渗透液 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量高	一次盐水 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量高	1、粗盐水两碱过碱量不足。 2、盐水温度不稳定。 3、粗盐水流量太大。 4、渗透液浊度或 SS 超标。	1、适当提高两碱过碱量。 2、控制在 60°C 左右。 3、控制流量。 4、检查设备情况并检修、更正。
11	渗透液浊度或SS超标	一次盐水浊度或SS超标	1、反冲气源质量不合格。 2、渗透液管道存在脏污。 3、设备渗透液侧清洗、冲洗不彻底。 4、膜管密封圈失效。 5、膜管破裂。	1、使用质量合格的气源。 2、清洗渗透液管道。 3、加强设备清洗、冲洗。 4、停车查漏，更换密封圈。 5、停车检修，更换膜管。

附 录 B**(资料性)****职业健康、安全、环境保护要求****B. 1 职业健康卫生要求**

B. 1.1 建立健全安全生产责任制，制定各岗位安全生产操作规程，实行盐水精制工序各级人员负责制，并应有人负责运行操作。其维修、监测、监督专业人员和分管领导，应接受安全技术、安全防护知识教育和业务学习，取得资格后方可承担相应的工作。

B. 1.2 作业人员应进行入岗前体检，每年进行一次职业危害体检，体检结果记入职工健康档案，确保所有在岗人员身体条件符合岗位要求。

B. 1.3 制定劳保防护用品维护管理制度，并定期发放劳动防护用品，进入岗位操作前应按照不同岗位要求，正确佩戴防尘口罩（面具）、防护手套、防护服等岗位所需的劳动防护用品。

B. 1.4 对职业危害因素定期识别、检测与评价。每年至少进行一次职业危害因素检测，发现职业危害因素不符合国家职业卫生文件和卫生要求时，应当立即采取相应治理措施，确保其符合职业卫生文件的要求。

B. 1.5 生产现场除尘设施运行良好。

B. 1.6 对生产现场经常性进行检查，及时消除现场中跑、冒、滴、漏现象，降低职业危害。

B. 1.7 按时巡回检查所属设备的运行情况，不应随意拆卸和检修设备，发现问题及时找专业人员修理。

B. 2 环境保护要求

B. 2.1 生产现场及所属设备、管道应保持无积水、无油垢，无跑、冒、滴、漏，做到清洁生产。

B. 2.2 装置产生的盐泥应及时存放于固定厂房，盐泥中不应掺杂其他物料或废弃物。

B. 2.3 厂区内发生盐水泄漏时，泄漏源处理完毕后，应组织专业人员进行现场洗消，减少对环境的影响。

附 录 C
(资料性)
物料特性及技术原理

C.1 物料特性

C.1.1 原盐特性

C.1.1.1 理化性质

原盐中的主要成分为氯化钠 (NaCl)。通常分为海盐、井矿盐等；其中海盐氯化钠含量一般在 92%~98% 之间，平均在 95% 左右；井矿盐氯化钠含量一般在 96%~99% 之间，平均在 98% 左右；来源不同差异较大。

纯的氯化钠：化学式，NaCl；分子量：58.43 g/mol；化学当量，2.180 g/A·h；无吸湿性；无色等轴晶体。

外观与形态：通常为不规则晶体，晶体尺寸不均，粒度范围较广（从粉末状至块状），晶体之间的缝隙中往往含有母液或空气而变成白色且不透明，并因含泥沙而呈灰褐色。

水分：通常含 1%~5%，潮湿环境下更高。

溶解性：易溶于水（25 °C 时溶解度约 36 g/100 mL）水溶液 pH 呈中性；微溶于乙醇，几乎不溶于有机溶剂。在水中的溶解度随温度的变化不大，但随着温度的提高其溶解速度加快。

吸湿性：纯的氯化钠吸湿性弱，但原盐因含 MgCl₂、CaCl₂ 等杂质，特别是因含氯化镁而极易吸收水份，发生固结。

熔点：801 °C（纯的氯化钠）；原盐因含杂质可能略低。

C.1.1.2 健康危害

皮肤接触：可能刺激受损皮肤，长期皮肤接触可能导致干燥、脱屑（因吸湿性）；

眼睛接触：对眼睛有轻微刺激；

吸入：可能刺激呼吸道，引发咳嗽、喉咙痛；

食入：一般情况下，氯化钠无毒，但大量食入可引起呕吐、腹泻、虚脱等，高渗盐溶液能产生较强的胃肠道炎症反应。

C.1.1.3 急救及防护措施

急救：

皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用大量的清水冲洗。

眼睛接触：立即撑开上下眼皮并用流动的清水冲洗至少 15 min，就医。

吸入：将患者移至新鲜空气处，若患者仍然觉得不适时，就医。

食入：立刻给予患者喝下大量的水，无需催吐；若患者仍然觉得不适时，就医。

C.1.2 纯碱特性

C.1.2.1 理化性质

通常为白色粉末或颗粒状晶体，无臭，质地干燥。俗称苏打、纯碱。水溶液呈强碱性（ $\text{pH}=10.6$ ），液碱相对密度（水=1）：1.329（15℃，30%），能因吸湿而结成硬块。微溶于乙醇、甘油，不溶于丙酮、乙醚等有机溶剂。工业级多为无水形式存在，生产过程中，将固体纯碱溶解成水溶液供生产使用。

化学式： Na_2CO_3 ；

相对分子质量：105.99 g/mol；

熔点：851℃；

沸点：1600℃；

密度：2.54 g/cm³（无水碳酸钠）；

G.1.2.2 健康危害

皮肤接触：该品具有弱刺激性和弱腐蚀性，直接接触可引起皮肤灼伤。长时间接触该品溶液可发生湿疹、皮炎、鸡眼状溃疡和皮肤松弛。

眼睛接触：可造成眼部灼伤。

吸入：吸入其粉尘和烟雾可引起呼吸道刺激和结膜炎，还可有鼻粘膜溃疡、萎缩及鼻中隔穿孔；接触该品的作业工人呼吸器官疾病发病率升高。

食入：误服可造成消化道灼伤、粘膜糜烂、出血和休克。

G.1.2.3 急救及防护措施

皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少15分钟，就医。

眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少15分钟，就医。

吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅；如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。

食入：用水漱口，给饮牛奶或蛋清，就医。

G.1.3 烧碱特性

G.1.3.1 理化性质

烧碱是白色或略带颜色的固体，分子量为40，比重约2.13（20℃~40℃），易溶于水，随温度的升高其溶解度明显增加。

化学式： NaOH ；

pH值/浓度：11.7（1%溶液）；

熔点/凝固点（℃）：0.1（30%）；

沸点（℃）：118.3（32%）；

闪点（℃）：（无意义）；

爆炸极限：（无意义）；

液碱相对密度（水=1）：1.329（15℃，30%）；

溶解性：易溶于水、乙醇、甘油、不溶于丙酮、乙醚；

G.1.3.2 健康危害

皮肤接触：本品有强烈刺激和腐蚀性，可引起严重的皮肤灼伤和眼睛损伤。

眼睛接触：可引起严重的眼睛损伤。

吸入：可能引起过敏或哮喘症状或呼吸困难。

食入：误服可造成消化道灼伤，黏膜糜烂、出血和休克。

C.1.3.3 急救及防护措施

皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少 15 min，就医。

眼睛接触：立即分开眼睑，用流动清水或生理盐水彻底冲洗 5 min~10min，就医。

吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅；如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。

食入：用水漱口，禁止催吐。给饮牛奶或蛋清，就医。

C.1.4 三氯化铁特性

C.1.4.1 理化性质

化学式 FeCl_3 ，分子量 163，黑色粉末，易溶于水，具有很强的氧化性，水溶液呈酸性。在生产过程中，将固体三氯化铁溶解成水溶液供生产使用。

外观与性状：黑棕色结晶，也有薄片状，弱刺激性气味；

熔点（℃）：306；

沸点（℃）：319；

闪点（℃）：无意义；

爆炸极限：（无意义）；

饱和蒸气压（kPa）：无资料；

相对蒸气密度：（空气=1）：5.61；

相对密度（水=1）：2.90；

溶解性：易溶于水，不溶于甘油，易溶于甲醇、乙醇、丙酮、乙醚；

C.1.4.2 健康危害

皮肤接触：皮肤接触可致化学性灼伤。

眼睛接触：对眼有强烈腐蚀性，重者可导致失明。

吸入：本品具有腐蚀性，受高热分解产生有毒的腐蚀性烟气，对整个呼吸道有强烈腐蚀作用，损害粘膜组织，引起化学性肺炎等。

食入：口服灼伤口腔和消化道，出现剧烈腹痛、呕吐和虚脱。

C.1.4.3 急救及防护措施

皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗至少 15 min，如有不适感，就医。

眼睛接触：立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15 min，就医。

吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅；如呼吸困难，给输氧；呼吸、心跳停止，立即进行心肺复苏，就医。

食入：用水漱口，给饮牛奶或蛋清，禁止催吐，就医。

C.1.5 漂液特性

C.1.5.1 理化性质

化学式 NaClO ，分子量 74.44，微黄色溶液，有似氯气的气味，受高热分解产生有毒的腐蚀性烟气，具有腐蚀性。

C.1.5.2 健康危害

皮肤接触：可引起皮肤灼伤。

眼睛接触：可引起眼部灼伤。

吸入：次氯酸气雾可引起呼吸道反应，甚至发生肺水肿。

食入：大量口服腐蚀消化道，可产生高铁血红蛋白血症。

C.1.5.3 急救及防护措施

皮肤接触：立即脱去污染衣物，用大量流动清水冲洗至少 15 min，就医。

眼睛接触：立即分开眼睑，用流动清水或生理盐水彻底冲洗 5 min~10 min，就医。

吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧；如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。

食入：用水漱口，禁止催吐。给饮牛奶或蛋清。就医。

C.1.6 盐酸特性

C.1.6.1 理化性质

盐酸为 31% 的氯化氢水溶液，亦称氢氯酸。分子式 HCl ，分子量为 36.465。15 °C 时，28%~36% 的盐酸比重为 1.14~1.18，纯净的盐酸是无色透明的液体。

C.1.6.2 健康危害

皮肤接触：接触可致灼伤慢性影响，长期接触可引起皮肤损害。

眼睛接触：接触可致灼伤慢性影响，长期接触可引起眼睛损伤。

吸入：接触其蒸气或雾，可引起急性中毒，出现眼结膜炎，鼻及口腔黏膜有烧灼感，鼻出血，齿龈出血，气管炎等长期接触可引起慢性鼻炎、慢性支气管炎等。

食入：误服可引起消化道灼伤、溃疡形成，有可能引起胃穿孔、腹膜炎等。

C.1.6.3 急救及防护措施

皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用大量流动清水彻底冲洗至少 15 min，就医。

眼睛接触：立即分开眼睑，用流动清水或生理盐水彻底冲洗 5 min~10 min，就医。

吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅；如呼吸困难，给输氧；如呼吸、心跳停止，立即进行心肺复苏，就医。

食入：用水漱口，禁止催吐；给饮牛奶或蛋清，就医。

C.1.7 亚硫酸钠特性

C.1.7.1 理化性质

化学式 Na_2SO_3 ，分子量 126，白色粉末，密度 2.633，易溶于水，溶液呈碱性，具有还原性。

C.1.7.2 健康危害

对眼睛、皮肤、粘膜有刺激性。

C.1.7.3 急救及防护措施

皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用大量流动清水彻底冲洗至少 15 min，就医。

眼睛接触：立即分开眼睑，用流动清水或生理盐水彻底冲洗 5 min~10 min，就医。

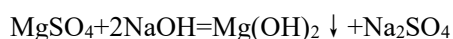
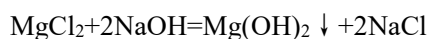
吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅；如呼吸困难，给输氧；如呼吸、心跳停止，立即进行心肺复苏，就医。

食入：用水漱口，禁止催吐；给饮牛奶或蛋清，就医。

C.2 技术原理

C.2.1 镁的去除原理

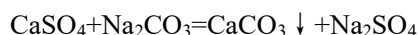
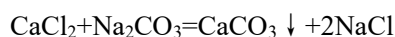
镁常以氯化物的形式存在于原盐中，加入氢氧化钠生成不溶性的氢氧化镁絮状胶体：



Mg^{2+} 与氢氧化钠在 pH 为 8 时开始反应，在 pH 为 10.5~11.5 时反应能够迅速完成，从而生成氢氧化镁絮状胶体。为使反应完全，控制氢氧化钠过量。

C.2.2 钙的去除原理

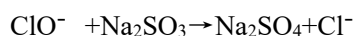
钙离子一般以氯化钙和硫酸钙的形式存在于原盐中，向粗盐水中加入碳酸钠，生成不溶性的碳酸钙沉淀：



按照碳酸钠与 Ca^{2+} 的反应理论，一定温度下 Ca^{2+} 的去除情况取决于两个因素，即反应时间和碳酸钠的过量程度。理论上，粗盐水温度高于 50 °C 时，碳酸钠过量 0.3 g/L~0.5 g/L，半小时内两者即可完全反应，并使溶解的 Ca^{2+} 浓度降至 5 mg/L 以下。

C.2.3 游离氯的去除原理

盐水中的游离氯一般以 ClO^- 存在，在生产过程中用亚硫酸钠除去游离氯，发生下列反应：



C.2.4 有机物的去除原理

在粗盐水中加入次氯酸钠，通过释放 HClO 或 ClO^- ，以直接氧化或自由基途径破坏有机物官能团，从而实现其分解或矿化。

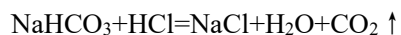
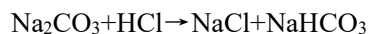
次氯酸钠的水解反应：次氯酸钠溶于水后水解，生成次氯酸 (HClO) 和次氯酸根离子 (ClO^-)；

直接氧化途径： HClO 或 ClO^- 通过电子转移氧化有机物，氯从+1 价还原为-1 价 (Cl^-)，破坏有机物结构。例如，将双键氧化为羧酸或断裂芳香环，硫醇 ($-\text{SH}$) 氧化为硫酸盐 (SO_4^{2-})，氨基 ($-\text{NH}_2$) 生成氯胺或氮气，破坏蛋白质的硫键和氨基，使酶失活等。

自由基途径：在光照或过渡金属催化作用下， HClO 可分解产生活性氧，引发链式氧化反应。

C.2.5 过量碳酸钠的去除原理

为减少一次盐水中的 CO_3^{2-} 含量，向盐水中加入盐酸，与过量碳酸钠反应生成 CO_2 气体：



C.2.6 三氯化铁的絮凝原理

氢氧化镁胶体颗粒表面通常带有负电荷（因表面羟基($-\text{OH}^-$)的去质子化或吸附水中阴离子），导致颗粒间因静电斥力而稳定悬浮。

而三氯化铁溶于水后迅速水解，生成带正电荷的羟基络合物和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体；可在溶液中形成长链或网状结构，从而通过物理或化学吸附，同时结合多个 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 胶体颗粒，形成“颗粒-絮凝剂-颗粒”的桥梁，促使小颗粒聚集成大絮体。大絮体因重力作用快速沉降，达到絮凝效果。另外， Fe^{3+} 及其水解产物表面富含正电荷，可通过静电作用吸附在带负电的 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 胶体表面，中和其表面负电荷，降低颗粒间的排斥力，促使胶体失稳并聚集。

C.2.7 精制盐水 pH 值的调节原理

为保证一次盐水 pH 值满足进入二次精制的条件，向中和单元的盐水中加入氢氧化钠，调节精盐水的 pH 值。

参 考 文 献

- [1] GBZ 2.1—2019 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素
 - [2] GBZ 158 工作场所职业病危害警示标识
 - [3] GBZ 188 职业健康监护技术规范
 - [4] GBZ/T 205 密闭空间作业职业危害防护规范
 - [5] GB 2894 安全标志及其使用导则
 - [6] GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则
 - [7] GB 39800.1 个体防护装备配备规范 第1部分：总则
 - [8] T/CCSAS 026 化工企业操作规程管理规范
 - [9] TSG 21—2023 固定式压力容器安全技术监察规程
 - [10] 《离子膜法制碱生产技术》
 - [11] 《现代氯碱技术手册》
-