



团 体 标 准

T/CCASC 0057.1~0057.4—2025

离子膜法烧碱生产安全操作规程

Safety operation regulations for production of ionic membrane caustic soda

2025-12-31 发布

2026-03-31 实施

中国氯碱工业协会 发布
中国标准出版社 出版

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。

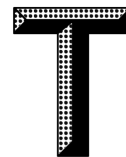
地址:天津市南开区白堤路186号天津电子科技中心1105室;邮编:300192;电话:022-27428255。

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 录

T/CCASC 0057.1—2025	离子膜法烧碱生产安全操作规程	第1部分:盐水精制	1
T/CCASC 0057.2—2025	离子膜法烧碱生产安全操作规程	第2部分:电解	27
T/CCASC 0057.3—2025	离子膜法烧碱生产安全操作规程	第3部分:氯氢处理	59
T/CCASC 0057.4—2025	离子膜法烧碱生产安全操作规程	第4部分:浓缩与固碱加工	95

全国团体标准信息平台



团 体 标 准

T/CCASC 0057.2—2025

离子膜法烧碱生产安全操作规程 第2部分：电解

Safety operation regulations for production of ionic membrane caustic soda
Part 2: Electrolysis

2025-12-31 发布

2026-03-31 实施

中国氯碱工业协会 发布
中国标准出版社 出版

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。

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 0057《离子膜法烧碱生产安全操作规程》的第2部分。T/CCASC 0057 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：天津渤化化工发展有限公司。

本文件参与起草单位：陕西金泰氯碱化工有限公司、蓝星(北京)化工机械有限公司、江苏安凯特科技股份有限公司、九江九宏新材料有限公司、宏泽(江苏)科技股份有限公司、新疆中泰(集团)有限责任公司、青岛海湾化学股份有限公司、陕西北元化工集团股份有限公司。

本文件主要起草人：李明杰、贺鹏飞、乔霄峰、徐宇翔、伍华胜、刘泽群、刘凯、吕振、徐生智、石博文、王奋斗、单明月、唐宏、陈玉林、陆辉华、马文芝、王尚、崔钦、高伟、万阳、曹广军、郭立涛、谢斌、田勇、赵军军、张军胜、王日纬、张国奇。

本文件由中国氯碱工业协会负责管理和解释。

CCCAIA

引 言

T/CCASC 0057《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,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,T/CCASC 0057由四个部分构成。

- 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。



CCAIA

离子膜法烧碱生产安全操作规程

第2部分：电解

1 范围

本文件规定了离子膜法烧碱生产中电解工序的工艺安全控制、运行要求、检修与维护等,并给出了氢氧化钠溶液、氯气、氢气泄漏应急处置的相关内容。

本文件适用于离子膜法烧碱生产中电解工序的安全操作。

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 2894 安全色和安全标志

GB/T 30000.31 化学品分类和标签规范 第31部分:化学品作业场所警示性标志

GB 39800.1 个体防护装备配备规范 第1部分:总则

GB/T 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

电流效率 current efficiency

电解时,电极上实际析出的产物量与通过同样电量所得到的理论产物量之比,以百分率计算,通常用符号 η 表示。

3.1.2

槽电压 cell voltage

为了促使两极进行电极反应,外部电源施加于两极间的电压,也是槽内相邻阴、阳电极间的电压,用电压表测量电解槽相邻阴、阳极间的电压确定。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DCS:分布式控制系统(Distributed Control System)

HAZOP:危险与可操作性分析(Hazard and Operability Study)

LOPA:保护层分析(Laboratory of Public Archaeology)

SIL:安全完整性等级(Safety Integrity Level)

SIS:安全仪表系统(Safety Instrumented System)

4 工艺安全控制

4.1 工艺原理及工艺路线

4.1.1 二次盐水系统

来自盐水单元的一次盐水经过盐水预热器加热至设计温度,然后送入离子交换树脂塔,在塔内与螯合树脂进行离子交换,制得合格的精制盐水。

4.1.2 电解系统

4.1.2.1 阳极液部分

来自阳极液高位槽或精盐水输送泵的精盐水通过每台电解槽的阳极液进口总管,经软管进入每个阳极室。在电解过程中, OH^- 通过膜由阴极室迁移至阳极室,盐酸连续供应至阳极室以中和这些 OH^- ,抑制次氯酸钠、氯酸盐的生成,同时提高氯气纯度。精盐水在阳极室电解产生氯气,盐水浓度降低,氯气和淡盐水的混合物经软管进入出口总管气液分离,氯气送往氯气处理单元,液体被送到阳极液循环罐,阳极液循环罐淡盐水,部分送往淡盐水脱氯系统,部分送往氯酸盐分解系统,有的工艺还有一部分加入精盐水管线进入电解槽。

4.1.2.2 阴极液部分

阴极液为氢氧化钠溶液,由阴极液高位槽或阴极液输送泵送往电解槽进口总管,经软管进入阴极室,为了确保阴极液浓度在规定值,需要将纯水加至阴极液中。在阴极室电解产生氢气和氢氧化钠溶液,通过软管进入出口总管至分离器进行气液分离,氢气汇入氢气总管,送往氢气处理系统,氢氧化钠溶液进入阴极液循环罐,阴极液循环罐内氢氧化钠溶液,一部分加水后送往电解槽继续参加循环,另一部分进入成品碱罐。

4.1.3 淡盐水脱氯系统

淡盐水中先加入适量的盐酸,然后送往脱氯塔。在脱氯塔内急剧沸腾,水蒸气携带氯气进入脱氯塔冷却器,分离出的氯气经真空泵送入氯气总管。出脱氯塔的淡盐水再加入碱液调整pH,最后加入亚硫酸钠溶液,除去残余的游离氯,送至一次盐工序再利用。

4.1.4 氯酸盐分解系统

氯酸盐分解系统内淡盐水达到控制温度后,在管道混合器前加入盐酸,管道混合器中混合后,进入氯酸盐分解槽,分解产生的氯气和脱氯产生的氯气一起进入氯气总管。分解后的淡盐水送到脱氯塔进口淡盐水总管,与未经处理的淡盐水混合,再进入脱氯塔进行脱氯处理。

离子膜法烧碱生产中电解工艺路线见图1(示例)。

4.2 参数检测、报警、联锁及其功能

4.2.1 工艺参数控制

工艺参数控制可参照但不限于表1~表4列出的各项,应根据工艺、装备等情况制定参数工艺控制范围、检测方式及检测频次。

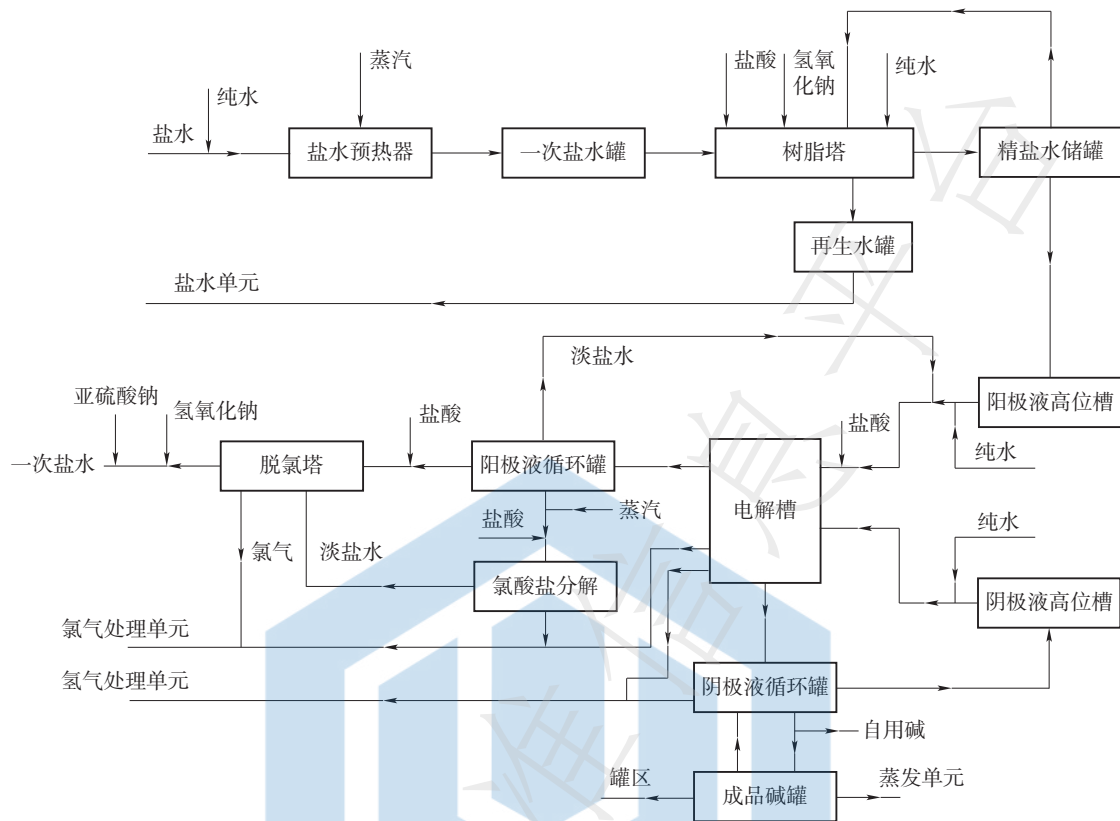


图1 离子膜法烧碱生产中电解工艺路线

表1 二次盐水系统工艺参数控制表

序号	名称/项目	单位	工艺控制范围	检测方式	检测频次
1	盐水换热器出口温度	℃		在线	连续
2	过滤盐水出口温度	℃		在线	连续
3	过滤盐水储罐液位	%		在线	连续
4	精盐水储罐液位	%		在线	连续
5	树脂过滤器盐水压差	MPa		在线	连续
6	钙镁含量	μg/L		在线	连续
7	树脂塔再生纯水流量	m ³ /h		在线	再生时
8	酸洗:盐酸流量	m ³ /h		在线	再生时
9	碱洗:烧碱流量	m ³ /h		在线	再生时
10	盐水置换流量	m ³ /h		在线	再生时
11	阳极液高位槽液位	%		在线	连续
12	回收水储罐液位	%		在线	连续
13	过滤盐水泵出口氯化钠含量	g/L		分析	按需
14	过滤盐水泵出口 pH	—		分析	按需
15	过滤盐水泵出口 TOC	mg/L		分析	按需

表1 二次盐水系统工艺参数控制表（续）

序号	名称/项目	单位	工艺控制范围	检测方式	检测频次
16	树脂塔出口钙镁含量	μg/L		分析	按需
17	树脂塔出口铁含量	μg/L		分析	按需
18	树脂塔出口I、Ba、Al、Si、Sr、Ni含量	μg/L		分析	按需
19	树脂塔酸再生后酸度	mol/L		分析	再生时
20	树脂塔碱再生后碱度	mol/L		分析	再生时
21	精盐水泵出口钙镁含量	μg/L		分析	按需
22	精盐水泵出口铁含量	μg/L		分析	按需

表2 电解系统工艺参数控制表

序号	名称/项目	单位	工艺控制范围	检测方式	检测频次
1	进槽盐水流量	m ³ /h		在线	连续
2	进槽 NaOH 溶液流量	m ³ /h		在线	连续
3	电位差	V		在线	连续
4	电解槽电流	kA		在线	连续
5	电解槽电压	V		在线	连续
6	分组电压	V		在线	连续
7	电解槽氯气压力	kPa		在线	连续
8	电解槽氢气压力	kPa		在线	连续
9	氯气总管压力	kPa		在线	连续
10	氢气总管压力	kPa		在线	连续
11	氯氢气压差	kPa		在线	连续
12	电解槽出口盐水 pH	—		在线	连续
13	阴极液出口温度	°C		在线	连续
14	阴极液高位槽液位	%		在线	连续
15	阴极液循环罐碱浓度	wt/%		在线	连续
16	仪表空气压力	MPa		在线	连续
17	电解槽对地电压	V		在线	连续
18	阴极液循环罐液位	%		在线	连续
19	阳极液循环罐液位	%		在线	连续
20	电解槽阳极进口酸度	mol/L		分析	按需
21	电解槽阳极进口氯化钠含量	ω/%		分析	按需
22	电解槽阳极出口酸度	mol/L		分析	按需
23	电解槽阳极出口氯化钠含量	ω/%		分析	按需
24	阴极液循环泵出口氯化钠含量	ω/%		分析	按需

表 2 电解系统工艺参数控制表 (续)

序号	名称/项目	单位	工艺控制范围	检测方式	检测频次
25	阴极液循环泵出口氢氧化钠含量	$\omega/\%$		分析	按需
26	阳极液循环泵出口氯酸钠含量	g/L		分析	按需
27	阳极液循环泵出口氯化钠含量	$\omega/\%$		分析	按需
28	成品碱泵出口氯化钠含量	$\omega/\%$		分析	按需
29	成品碱泵出口氢氧化钠含量	$\omega/\%$		分析	按需
30	电解槽氢气总管氮气含氢	$\varphi/\%$		分析	开车前
31	电解槽氢气总管氮气含氧	$\varphi/\%$		分析	停车后
32	阴极液高位槽氮气含氢	$\varphi/\%$		分析	开车前
33	阴极液高位槽氮气含氧	$\varphi/\%$		分析	停车后
34	氢气水封氮气含氢	$\varphi/\%$		分析	开车前
35	氢气水封氮气含氧	$\varphi/\%$		分析	停车后
36	电解氯气总管氯气含氢	$\varphi/\%$		分析	按需
37	精盐水无机铵	mg/L		分析	按需
38	精盐水总铵	mg/L		分析	按需

表 3 淡盐水脱氯系统工艺参数控制表

序号	名称/项目	单位	工艺控制范围	检测方式	检测频次
1	脱氯塔出口氯气压力	kPa		在线	连续
2	脱氯塔液位	%		在线	连续
3	脱氯塔出口淡盐水含游离氯	mV		在线	连续
4	氯气正压水封液位	%		在线	连续
5	氯气负压水封液位	%		在线	连续
6	脱氯淡盐水氢氧化钠含量	g/L		分析	按需
7	脱氯淡盐水游离氯含量	mg/L		分析	按需

表 4 氯酸盐分解系统工艺参数控制表

序号	名称/项目	单位	工艺控制范围	检测方式	检测频次
1	氯酸盐分解槽液位	%		在线	连续
2	进口淡盐水温度	$^{\circ}\text{C}$		在线	连续
3	盐酸流量	m^3/h		在线	连续
4	淡盐水流量	m^3/h		在线	连续
5	氯酸盐分解泵出口氯酸钠含量	g/L		分析	按需

4.2.2 参数报警设置

参数报警设置可参照但不限于表5~表8列出的各项,应根据工艺、设备等情况制定各项参数工艺控制范围、高限、高高限、低限、低低限。

表5 二次盐水系统工艺参数报警设置表

序号	名称/项目	单位	工艺控制范围	高限	高高限	低限	低低限
1	盐水换热器出口温度	℃					
2	一次盐水出口温度	℃					
3	一次盐水储罐液位	%					
4	精盐水储罐液位	%					
5	树脂过滤器盐水压差	MPa					
6	钙镁含量	μg/L					
7	树脂塔再生纯水流量	m ³ /h					
8	酸洗:盐酸流量	m ³ /h					
9	碱洗:烧碱流量	m ³ /h					
10	盐水置换流量	m ³ /h					
11	阳极液高位槽液位	%					
12	回收水储罐液位	%					

表6 电解系统工艺参数报警设置表

序号	名称/项目	单位	工艺控制范围	高限	高高限	低限	低低限
1	进槽盐水流量	m ³ /h					
2	进槽 NaOH 溶液流量	m ³ /h					
3	电位差	V					
4	电解槽电流	kA					
5	电解槽电压	V					
6	分组电压	V					
7	电解槽氯气压力	kPa					
8	电解槽氢气压力	kPa					
9	氯气总管压力	kPa					
10	氢气总管压力	kPa					
11	氯氢气压差	kPa					
12	电解槽出口盐水 pH	—					
13	阴极液出口烧碱温度	℃					
14	阳极液循环罐盐水浓度	wt/%					
15	阴极液高位槽液位	%					
16	阴极液循环罐碱浓度	wt/%					
17	仪表空气压力	MPa					
18	电槽对地电压	V					
19	电解槽阳极液进口压力	MPa					
20	电解槽阴极液进口压力	MPa					
21	阴极液循环罐液位	%					
22	阳极液循环罐液位	%					

表7 淡盐水脱氯系统工艺参数报警设置表

序号	名称/项目	单位	工艺控制范围	高限	高高限	低限	低低限
1	脱氯塔出口氯气压力	kPa					
2	脱氯塔液位	%					
3	脱氯塔出口淡盐水含游离氯	mV					
4	氯气正压水封液位	%					
5	氯气负压水封液位	%					

表8 氯酸盐分解系统工艺参数报警设置表

序号	名称/项目	单位	工艺控制范围	高限	高高限	低限	低低限
1	氯酸盐分解槽液位	%					
2	淡盐水温度	℃					
3	盐酸流量	m ³ /h					
4	淡盐水流量	m ³ /h					

4.2.3 联锁及其功能

4.2.3.1 联锁及其功能要求

企业应在离子膜法烧碱生产电解工序工艺中设置具有保护功能的联锁装置,在装置异常时具备保护功能,应根据生产负荷、设施设置情况确定具体联锁指标。

4.2.3.2 联锁动作条件

联锁动作条件的设置宜考虑以下情况:

- a) 一般从原料开始设置;
- b) 存在化学反应的场所;
- c) 危险性大、安全风险高的关键装置和设备;
- d) 设置液位、温度、压力等安全联锁;
- e) 紧急停车功能,当危及系统安全性时,可实现系统的快速停车。

4.2.3.3 联锁动作结果

联锁动作结果应根据系统安全停车,保证装置的系统安全性,应根据装置工艺不同而具体确定。联锁动作条件对应动作结果如表9所示。

表9 联锁动作结果

序号	联锁名称	联锁动作条件	联锁动作结果
1	电解单元槽联锁	1) 整流机组停止信号; 2) 对地电压高; 3) 对地电压低; 4) 阳极液流量低; 5) 阴极液流量低;	停止运行

表9 联锁动作结果(续)

序号	联锁名称	联锁动作条件	联锁动作结果
1	电解单元槽联锁	6) EDI电位差低; 7) EDI电位差高; 8) 电流低; 9) 电流高; 10) 低浓度盐水阀打开; 11) 紧急停车按钮触发; 12) 分组电压高; 13) 分组电压低	停止运行
2	系统电解槽联锁	1) 系统氯气压力高; 2) 系统氢气压力高; 3) 系统氢气、氯气压差高; 4) 系统氢气、氯气压差低; 5) 阳极液循环罐液位高; 6) 阴极液循环罐液位高; 7) 氯压机全部停车信号; 8) 氢压机全部停车信号; 9) 仪表空气压力低; 10) 系统紧急停车按钮触发	全系统电解槽停止运行
3	脱氯塔液位联锁	脱氯塔液位高	阳极循环罐进脱氯塔自动阀关闭
4	一次盐水温度联锁	换热器出口盐水温度高	蒸汽自动阀关闭
5	树脂塔再生联锁	树脂塔再生纯水流量低	1) 加酸自动阀关闭; 2) 加碱自动阀关闭
6	氯酸盐分解系统联锁	1) 淡盐水流量低; 2) 进口淡盐水温度高; 3) 氯酸盐分解槽液位高	1) 加酸自动阀关闭; 2) 蒸汽自动阀关闭; 3) 进氯酸盐分解槽淡盐水自动阀关闭

4.2.3.4 注意事项

4.2.3.4.1 联锁设置应根据生产装置的具体工艺特性而具体确定。

4.2.3.4.2 参数控制、报警值、联锁值设定原则应按照保护层顺序设置。

4.2.3.4.3 联锁动作应同时考虑对上下游工艺系统的影响,并采取相应的安全保护措施:

- a) 联锁触发时,及时通知相关上下游工序;
- b) 对可能影响上下游系统的联锁动作(如切断阀动作),进行系统性安全分析;
- c) 根据分析结果采取必要的安全防护措施。

4.3 异常工况及处置措施和工艺报警分级

见附录A、附录B。

4.4 职业健康安全防护要求

见附录C。

4.5 应急处置

见附录D。

5 运行要求

5.1 原始开车检查与试验

5.1.1 首次开车通用要求

5.1.1.1 原始开车前检查

原始开车前做以下检查：

- a) 工程项目已全部完成,应有记录安全、环保、消防、职业卫生等验收合格的证明;
- b) 检查工艺设备管线上所有设备、仪表、电气等安装、连接是否完毕,所有机器、设备、工艺、公用工程管道安装吹扫完毕;
- c) 所有管道设备、法兰、盲板等无泄漏,应做好气密性检测记录,具备试车条件;
- d) 检查公用工程系统,即水、电、气等已具备使用条件;
- e) 照明、通信系统应符合使用要求;
- f) 消防设施齐备;
- g) 应急用品、药品齐全;
- h) 界区内的废水、废气排放系统畅通。

5.1.1.2 DCS 程序模拟调试

DCS 程序模拟调试符合以下要求：

- 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;
- b) 进口仪表应有中英文对照标记,紧急停车按钮和重要的开关应配有护罩并保持完好;
- c) 所有仪表DCS位号与现场仪表一一对应,接线正确;
- d) 装置上所有仪表点位、仪表阀门单点调试完成,DCS仪表位号与现场一致;
- e) 所有仪表回路测试完成,达到正常使用功能。

5.1.1.3 电气设施调试

电气设施调试应符合以下要求：

- a) 所有电气设施通电,包括电气设备、照明、检修电源等;
- b) 对装置内转动设备电机进行绝缘检测,合格后进行空车调试;
- c) 检查转向和运行工况,确保正常运行。

5.1.2 原始开车试验

5.1.2.1 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。

5.1.2.2 气密性试验

工艺管线气密性试验一般采用氮气或空气加压方式进行。气密性试验宜分次进行,初试时逐步缓慢增加压力,当压力升至试验压力的50%时,如未发现异状或泄漏,应继续按试验压力的10%逐级升压,直

至达到试验压力,然后使用肥皂水检测各静密封点、各焊接点位是否存在泄漏;全面试漏检测出漏点后,泄压处理漏点,完成后重新升压检测。

5.1.2.3 联锁试验

联锁试验包括DCS联锁和SIS联锁。应对工艺联锁进行试验,输入模拟信号,现场检测联锁阀门是否按联锁要求进行动作。

5.1.3 系统开车检查

系统开车前应做以下检查:

- a) 物料管线检查:检查确认各工艺阀门开关状态;
- b) 辅助系统检查:主要指工业水、纯水、循环水、仪表空气、氮气、蒸汽等是否送入装置,是否达到使用条件;
- c) 仪表设施检查:检查各程控阀门的仪表气源阀门是否打开,检查各远传、现场仪表点位根部阀门是否打开,是否能正常显示参数,包括流量、液位、压力、温度、组分等检测设施,远传与现场一致;
- d) 高、低限报警检查:检查流量、液位、压力、温度等参数的高、低限报警与规程设置是否一致,DCS报警功能是否正常投用;
- e) 联锁功能检查:对联锁点位进行联锁试验,确保联锁功能运行正常;
- f) 转动设备检查:检查转动设备安全附件是否齐备,是否具备使用条件;
- g) 静止设备检查:检查静止设备安全附件是否齐备,是否具备使用条件;
- h) 检查原辅料是否补充完毕;
- i) 检查污水接收处理系统是否具备运行条件;
- j) 检查上下游装置单元是否具备开车条件。

5.1.4 离子膜电解装置开车特殊要求(首次开车)

离子膜电解装置开车特殊要求如下。

- a) 从业人员进行安全生产教育、培训和考核,员工取得岗位要求相关的资格证书。
- b) 氯气场所的作业人员应佩戴便携式氯气报警仪,使用符合GB 39800.1的规定。
- c) 按GB 2894和GB/T 30000.31的规定设置安全标志、警示性标志。
- d) 氯气管道不应穿(跨)越除厂区(化工园区、工业园区)外的公共区域。
- e) 与氯氢工序的氯气、氢气管道输送和接收端应设置紧急切断阀,紧急切断阀应能实现远程控制。
- f) 氯气设备、管道应使用专用阀门,并使用耐氯、耐压、耐高温性能的密封垫片,维护、检修时应及时更换垫片,使用与氯气不发生反应的润滑剂。
- g) 氯气设备、管道应设膜片式或隔膜式压力表,隔膜式压力表的隔离液应采用不与氯气反应的介质。
- h) 半敞开式厂房应设置氯气捕集设施,与事故氯吸收装置相连接,配备移动式非金属软管,移动式非金属软管长度应能延伸到所有可能发生泄漏的部位,敞开式、半敞开式厂房应实现自然通风,不能自然通风的厂房应配备机械通风设施。
- i) 设置可燃和有毒气体探测器报警装置;氯气场所应设置氯气探测器,氯气探测器量程应为 $0\sim 10\times 10^{-6}$ (体积分数),一级报警值应不大于 1×10^{-6} (体积分数),二级报警值应不大于 3×10^{-6} (体积分数),其他设置要求应符合GB/T 50493的规定。
- j) 电解工艺应设置重点监控工艺参数和工艺控制措施,通过HAZOP和LOPA确定SIL,SIL为1级及以上的应配置SIS,并进行验证。
- k) 电解装置应控制氯气总管压力,设置正负压水封,正负压水封应设置液位监测和报警,具备自动

补水功能,负压水封吸入口处应设置氯气探测器。

- l) 设置电解、整流、氢压机、氯压机之间互相联锁。
- m) 电解槽应设置单槽或总管氢氯压差联锁、分组电压超限报警联锁。
- n) 氢气管道应设置分析取样口、吹扫口,其位置应能满足氢气管道内气体取样、吹扫、置换要求;最高点应设置排放管,并在管口处设阻火器;湿氢管道上最低点应设排水装置。
- o) 氢气管道宜采用架空敷设,其支架应为非燃烧体。架空管道不应与电缆、导线路、高温管线敷设在同一支架上。氢气管道与氧气管道、其他可燃气体、可燃液体的管道共架敷设时,氢气管道应与上述管道之间用公用工程管道隔开,或保持不小于 250 mm 的净距。分层敷设时,氢气管道应位于上方。
- p) 氢气管道应避免穿过地沟、下水道及铁路汽车道路等,当必须穿过时应设套管。氢气管道不应穿过生活间、办公室、配电室、仪表室、楼梯间和其他不使用氢气的房间,不宜穿过吊顶、技术(夹)层,需穿过吊顶、技术(夹)层时应采取安全措施。氢气管道穿过墙壁或楼板时应敷设在套管内,套管内的管段不应有焊缝,氢气管道穿越处孔洞应用阻燃材料封堵。
- q) 室内氢气管道不应敷设在地沟中或直接埋地,室外地沟敷设的管道,应有防止氢气泄漏、积聚或窜入其他地沟的措施。埋地敷设的氢气管道埋深不宜小于 0.7 m,湿氢管道应敷设在冰冻层以下。
- r) 在氢气管道与其相连的装置、设备之间应安装止回阀,界区间阀门宜设置有效隔离措施,防止来自装置、设备的外部火焰回火至氢气系统。
- s) 氢气管道、阀门及水封等出现冻结时,作业人员应使用热水或蒸汽加热进行解冻,且应戴面罩进行操作。不应使用明火烘烤或使用锤子等工具敲击。
- t) 室内外架空或埋地敷设的氢气管道和汇流排及其连接的法兰间宜互相跨接和接地。氢气设备与管道上的法兰间的跨接电阻应小于 0.03 Ω 。
- u) 完成应急预案的演练。

5.2 开车操作

5.2.1 开车前确认

开车前应确认以下事项:

- a) 公用工程已投用(工艺空气、仪表空气、循环水、氮气、蒸汽、生产水、纯水等);
- b) 盐酸、亚硫酸钠溶液、氢氧化钠溶液等辅料准备就绪;
- c) 一次盐水单元已开车,且盐水质量已合格,供应充足;
- d) 氯氢处理单元确认可接收氯气、氢气,废氯气处理单元已正常运行,且吸收液浓度符合要求;
- e) DCS 和 SIS 系统正常,自动调节阀及手动阀门、现场仪表及远传仪表完好有效;
- f) 机泵、电解槽、储罐、换热器、过滤器、安全阀、管路等完好无泄漏;
- g) 电力系统正常。

5.2.2 二次盐水系统

5.2.2.1 开车步骤

开车步骤如下(可根据工艺配置情况调整):

- a) 确认树脂已再生完成,具备接收一次盐水、精制盐水的能力;
- b) 二次盐水界区开始接收一次盐水并预热至指定温度;
- c) 确认树脂塔已切换至正常运行状态,开始接收一次盐水,并制得精制盐水;

d) 分析进电解槽盐水质量,合格后方可进入电解槽。

5.2.2.2 安全注意事项

- 5.2.2.2.1 选用性能较优越的螯合树脂。
- 5.2.2.2.2 严格控制一次盐水杂质含量。
- 5.2.2.2.3 严格控制一次盐水 pH。
- 5.2.2.2.4 严格控制一次盐水温度。
- 5.2.2.2.5 保证再生质量,适时倍量再生。
- 5.2.2.2.6 严控树脂塔压力。
- 5.2.2.2.7 定期检查树脂塔的控制阀门。
- 5.2.2.2.8 严格控制树脂层的高度。

5.2.3 电解系统

5.2.3.1 开车步骤(可根据工艺配置情况调整)

5.2.3.1.1 阳极系统

适当打开阳极液循环阀门,启动精盐水泵,盐水进入阳极液高位槽,高位槽内盐水通过阳极液循环阀门回流到阳极液循环罐。部分工艺无阳极液高位槽,可通过精盐水泵、阳极液循环阀门直接输送至阳极液循环罐。初始开车时,氯气系统自动阀可手动控制。

5.2.3.1.2 阴极系统

阴极液排液罐、阴极液循环罐、阴极液高位槽(如设置)、氢气管线充入氮气,进行吹扫置换,注意不能有盲端,吹扫气体进入氢气排空系统。

阴极液循环罐内补充碱液,达到一定液位后,启动阴极液循环泵,设置阴极液高位槽的,给阴极液高位槽补充碱液,通过高位槽、阴极液循环罐的循环阀门,阴极系统循环;无阴极液高位槽的,通过阴极液循环泵进行系统循环,系统达到操作液位范围后,停止补液。

所有端点取样分析氢气含氧,取样点包括但不限于:阴极液高位槽、氢气总管末端、氢气水封、所有电解槽的氢气支管等。

5.2.3.1.3 电解槽系统

确认电解膜试漏、槽试漏已完成,确认上述工作完成后,可进行电解槽充液,电解槽循环前,确认氯、氢气系统压力正常,以上工作完成后,可进行送电开车。

5.2.3.2 安全注意事项

- 5.2.3.2.1 严控控制进入电解槽的盐水质量。
- 5.2.3.2.2 控制阴极液氢氧化钠浓度。
- 5.2.3.2.3 控制阳极液氯化钠浓度。
- 5.2.3.2.4 电流密度控制在最优。
- 5.2.3.2.5 阳极液 pH 控制在恒定的范围,保证阳极电流效率。
- 5.2.3.2.6 严格控制电解液温度。
- 5.2.3.2.7 电解槽阴阳室压力控制在合理范围内,保证压差。

5.2.4 淡盐水脱氯系统

5.2.4.1 开车步骤

开车步骤如下(可根据工艺配置情况调整):

- a) 打开阳极液循环阀门,阳极液循环罐液位上升到操作范围时,可开启阳极液循环泵,将淡盐水输送至脱氯塔;
- b) 脱氯塔液位达到操作范围后,可开启脱氯淡盐水泵,将脱氯后的淡盐水输送至一次盐水工序;
- c) 以上系统正常循环后,开启脱氯真空泵;
- d) 含氯淡盐水进入脱氯塔前,系统加入盐酸溶液,出脱氯塔后加入氢氧化钠溶液、亚硫酸钠溶液,并根据含氯情况进行调整。

5.2.4.2 安全注意事项

- 5.2.4.2.1 入塔淡盐水 pH 控制在合理范围。
- 5.2.4.2.2 保证脱氯塔真空度。
- 5.2.4.2.3 淡盐水温度控制在合理范围,保证脱氯效果。
- 5.2.4.2.4 控制出塔淡盐水 pH,降低氢氧化钠的消耗。
- 5.2.4.2.5 严格控制亚硫酸钠加入量。

5.2.5 氯酸盐分解系统开车

5.2.5.1 开车步骤

开车步骤如下(可根据工艺配置情况调整):

- a) 确认气相进入废氯气吸收系统,向氯酸盐分解槽内加入淡盐水,达到指定液位后,开泵送入脱氯塔,达到系统循环的状态;
- b) 开蒸汽加热,达到温度控制范围后,可加入盐酸;
- c) 此时,可将气相由废氯气吸收系统切换回氯气回收。

5.2.5.2 安全注意事项

- 5.2.5.2.1 氯酸盐分解系统长时间不开车,但仍保持液相循环时,确认气相进入氯气回收系统,如果因其他原因不能回收、进入废氯气吸收系统的,应实时监测废氯气吸收系统吸收液浓度。
- 5.2.5.2.2 为防止 ClO_2 产生,淡盐水温度达到控制要求后,方可加入盐酸。

5.3 正常操作

5.3.1 二次盐水系统

5.3.1.1 检测多价阳离子

定期在塔将要切换前从二塔出口取样作定量分析,如果安装在线分析仪的,定期比对,未安装在线分析仪的,适当增加取样分析频次,确保二次盐水质量合格。

5.3.1.2 检测一次盐水

定期对进入二次盐水界区的一次盐水的 pH、游离氯、盐水浓度进行检测,如果安装在线分析仪的,定

期比对,未安装在线分析仪的,适当增加取样分析频次,确保二次盐水质量合格。

5.3.1.3 离子交换塔的再生

- 5.3.1.3.1 检查再生是否按正确的顺序进行。
- 5.3.1.3.2 检查盐酸、氢氧化钠溶液、纯水、盐水的流量是否正确。
- 5.3.1.3.3 取样分析酸再生、碱再生是否合格,如不合格,需重新再生。

5.3.2 电解系统

5.3.2.1 电解负荷调节(可根据工艺配置情况调整)

- 5.3.2.1.1 解除EDI联锁。
- 5.3.2.1.2 改变电解槽电流,改变电流过程中,要注意保持氯氢气压力、压差平稳。
- 5.3.2.1.3 调整EDI大约为0。
- 5.3.2.1.4 投入EDI联锁。

5.3.2.2 温度调节

- 5.3.2.2.1 电解槽的阴极液温度过高时,通过改变在阴极液循环管线的热交换器的碱液流量来控制。
- 5.3.2.2.2 每小时检查一次电解槽阴极液出口温度。
- 5.3.2.2.3 通过改变温控器上的设置点调节温度到正常控制值。

5.3.2.3 电解液浓度调节

5.3.2.3.1 阳极液浓度

阳极液浓度通过改变一次盐水浓度来调节,每天分析检查阳极液进出口的NaCl浓度,根据浓度分析调整一次盐水浓度。

5.3.2.3.2 阴极液浓度

通过纯水流量调节阴极液的浓度,每天检查在烧碱产品中NaOH浓度,保证NaOH浓度在控制点范围内。

5.3.3 淡盐水脱氯系统

- 5.3.3.1 调整酸、碱、亚硫酸钠溶液的加入量,保证脱氯后的淡盐水不含游离氯,同时检查脱氯塔真空度。
- 5.3.3.2 定时从脱氯盐水泵出口取样器对脱氯淡盐水取样分析游离氯含量,并对照在线分析数据进行比对,保证在线分析数值准确,保证不含游离氯。
- 5.3.3.3 取样温度调节,用每个冷却器的冷却水阀调节测量点样品温度。

5.3.4 氯酸盐分解系统

定期从淡盐水泵出口和氯酸盐泵出口分别取样,做淡盐水中NaClO₃的含量分析。

5.4 岗位巡检及注意事项

5.4.1 内操巡检

重点检查工艺运行数据、工艺报警情况、可燃有毒气体报警情况、中控样品数据和监控画面等内容。

5.4.2 外操巡检

重点检查包括但不限于以下内容：

- a) 现场液位、温度、压力、流量、振动、电流等参数是否处于正常值；
- b) 防冻、防凝情况,节水、节汽情况及跑冒滴漏情况的检查；
- c) 重点部位的监控；
- d) 动、静设备本体及附件状态及设备保障状况是否良好,设备保温、防腐情况是否良好；
- e) 现场施工对设备、设施、仪表、电气的影响；
- f) 设备卫生、油漆、保温是否规整；
- g) 照明设施、现场标识标牌是否齐全、清晰；
- h) 现场废水、废气(异味)、废渣、噪声等排放情况是否达标；
- i) 属区域内外来人员进入装置及其行为、劳动保护是否符合安全规范等；
- j) 现场卫生情况是否良好；
- k) 安全附件、消防设施、环保设施是否正常。

5.4.3 巡检重点注意事项

- 5.4.3.1 检查盐水压力,定期检查进入树脂塔的盐水压力及树脂塔运行压差,如果压差过大,需增加反洗流量;如果压差过小,分析检查树脂塔是否有泄漏。
- 5.4.3.2 检查树脂层的高度,再生后,如果高度低于规定值,则在下次停塔时要有计划地填充树脂。
- 5.4.3.3 检查电解槽电流、电压、温度,氯气压力、氢气压力、氯氢气压差是否在控制范围内。
- 5.4.3.4 检查脱氯塔淡盐水的pH、真空度,是否含有游离氯等,在不含游离氯的情况下,尽可能降低酸、碱、亚硫酸钠的加入量。
- 5.4.3.5 检查氯酸盐分解槽淡盐水的温度、盐酸加入量。
- 5.4.3.6 电解槽单元1h巡检1次。

5.5 停车操作(可根据工艺配置情况调整)

5.5.1 正常停车操作

5.5.1.1 二次盐水系统

停一次盐水泵,停树脂塔运行,并记录好树脂塔的运行状态,如果长时间停车,树脂塔内盐水置换为纯水,定期检查树脂塔内水的状态,树脂不能无水,冬季时注意防冻。

5.5.1.2 电解系统

电解系统包括以下内容。

- a) 停车前准备：
 - 1) 确认除害系统运转正常,且碱浓度在合理范围内；
 - 2) 确认停车置换需要的氮气正常供给；
 - 3) 增加排气管(排空)氮气的量(排空管带阻火器)；
 - 4) 确认一次盐水有足够空间接收淡盐水。
- b) 降低电解负荷,直至为0,保持阴、阳极液的供应。
- c) 电流全部降完后,确认阴极纯水、阳极盐酸及淡盐水已停供。
- d) 氢气系统内及时充入氮气,避免系统出现负压而导致吸入空气,同时保持氯、氢气压差稳定。

- e) 电流全部降完后,分别切断氯气、氢气去氯氢气处理的管路,氯气去除害、氢气去排空阀门确认打开,以保持氯、氢气压差稳定。
- f) 阳极联锁切换稀释的盐水保持供应,阴极用碱液循环,清除留在电解槽中的气体。
- g) 电解槽按计划进行排液、水洗操作。
- h) 电解槽全部排液完成后,可停止阴、阳极系统循环,并对系统物料进行处置。
- i) 阴极系统确认系统氮气置换合格后,方可减少氮气加入量。
- j) 如果存在多个系统,个别系统停车时,需做好有效隔离。

5.5.1.3 淡盐水脱氯系统

当电解槽已停车,阳极液循环槽、阳极排液槽内淡盐水物料处置完成后,才能停脱氯设备:

- a) 脱氯塔内已停供淡盐水,停止酸、碱、亚硫酸钠的加入;
- b) 停真空泵;
- c) 将脱氯塔内介质全部输送至一次盐水系统;
- d) 停泵并关闭阀门。

5.5.1.4 氯酸盐分解系统

在确认系统停车之前,关闭加酸阀,停止系统加酸后,停蒸汽加热:

- a) 氯酸盐分解槽内停加淡盐水;
- b) 氯酸盐分解槽气相切换至废氯气吸收系统;
- c) 将氯酸盐分解槽内淡盐水输送至脱氯系统后停泵,并关闭阀门。

5.5.2 紧急停车操作

5.5.2.1 启动条件

电解槽出现严重泄漏,DCS系统故障,公用工程系统故障,电力系统异常,上下游工序异常紧急停车及紧急停车联锁条件触发等情况。

5.5.2.2 电解系统

电解槽联锁停车后,首先确认氢气系统充入氮气阀门已经打开(否则手动打开),确保阴、阳极气相压差稳定,不应出现较大波动的压差,氢气系统不应负压;其次确认进电解槽盐酸阀门已经关闭、阴极液加水阀门已关闭;确认电解槽循环正常,阴、阳极液系统循环正常,如不能正常循环,电解槽需加入纯水进行循环,确保槽内滞留的氢气、氯气及时排出。

5.5.2.3 其他系统

二次盐水精制系统、脱氯系统、氯酸盐分解系统与正常停车相同。

5.5.3 停车注意事项

5.5.3.1 为了防止氯气和电解液的泄漏对软管螺母的腐蚀,当电解槽已经停止时,应利用力矩扳手对所有软管螺母重新紧固,避免因温度变化造成螺母垫片泄漏。

5.5.3.2 电解槽停车后,电解槽排液之前,阳极室内氯气、阴极室内氢气应分别用新鲜盐水、新鲜碱液置换。

5.5.3.3 为了防止电极极网变形,需要在适当的范围内维持差压;为了防止Ni从阴极基材中溶解并污染膜,需要将阴极室内pH控制在13以上。

- 5.5.3.4 长时间停车时,为了防止离子膜干燥,应定期进行水洗操作。
- 5.5.3.5 在装置停车过程,因阳极液温度降低,真空脱氯效果较差,游离氯含量增大,应在保证化学脱氯pH的基础上加大 Na_2SO_3 的加入量。
- 5.5.3.6 可提前停止氯酸盐分解槽的运行。
- 5.5.3.7 阴极氢气系统氮气置换,尤其注意不能留有盲端。

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、流量测量仪表和可燃有毒气体检测仪完好,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。
- 6.1.2.4 关键设备运行是否正常。

6.2 核心设备完好要求

6.2.1 设备结构完好性

- 6.2.1.1 电解槽本体无变形、裂纹或腐蚀。
- 6.2.1.2 阴、阳极涂层无剥落、腐蚀。
- 6.2.1.3 离子膜无针孔、撕裂、起泡。

6.2.2 设备电气与电化学性能完好性

- 6.2.2.1 电极导电性能良好。
- 6.2.2.2 单槽电压与电流效率达标。
- 6.2.2.3 电解槽绝缘性能良好。

6.2.3 电解槽附件完好性

- 6.2.3.1 液压系统完好(如存在)、电气防腐蚀保护装置完好、铜导板及挠性电缆固定完好。
- 6.2.3.2 进出液总管、阴阳极液进出液软管紧固完好无泄漏。
- 6.2.3.3 电槽所连接管路、阀门安装合理、牢固、完整。设备、管路静电跨接完整有效。

6.3 技术资料要求

6.3.1 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。

6.3.2 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。

6.3.3 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。

6.4 定期检查、检修与维护

6.4.1 日常检修维护

6.4.1.1 制定巡回检查管理实施细则,根据细则进行日常巡检并做好检查记录。

6.4.1.2 根据巡检所发现的问题进行整改,如软管泄漏、法兰密封泄漏、单元槽泄漏等。

6.4.1.3 建立维护保养制度,针对不同设备明确维护保养内容,做好设备维护保养工作,填写好维护保养记录。

6.4.2 定期检修维护

电解槽定期检查分为日常检查、年度检查和大修检查。结合电解槽运行情况,从工艺、设备、电气仪表等专业制订检查表并定期检查,确保电解槽稳定高效运行,具体检查内容及要求详见表10。

表10 电解槽定期检查表

检查方式	检查周期	检查内容
日常检查	每小时1次	1) 检查槽体、进出口软管、阴阳极进出口管法兰、管道接口等密封处有无泄漏,流量、压力是否正常; 2) 观察油系统压力是否正常(如存在); 3) 检查设备接地是否良好; 4) 有毒可燃气体报警器是否正常投用
年度检查	一般为每年1次	1) 通入氮气,对离子膜进行膜泄漏检测; 2) 清理阴、阳极入口总管过滤器;

表 10 电解槽定期检查表（续）

检查方式	检查周期	检查内容
年度检查	一般为每年1次	3) 检查进出口软管是否出现老化并更换软管垫片； 4) 电解槽联锁调试； 5) 整流系统检查维护
大修检查	一般为每3年~4年一次,结合电解槽电流效率	1) 对电解槽进行解体检查； 2) 更换离子交换膜； 3) 检查阴、阳极涂层脱落情况,极网是否有腐蚀现象,对损坏的单元槽进行更换检修； 4) 单元槽阴、阳极垫片更换； 5) 阴、阳极进出口软管检查、垫片更换



CCAIA

附录 A

(资料性)

异常工况及处置措施

二次盐水系统、电解系统、淡盐水脱氯系统和氯酸盐分解系统异常工况及处置措施参照表 A.1、表 A.2、表 A.3 和表 A.4。企业可根据自身工艺情况进行调整。

表 A.1 二次盐水系统异常工况及操作、处置措施

序号	异常工况	异常原因	异常后果	处置措施
1	二塔出口 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 超控制点	<ol style="list-style-type: none"> 1. 一次盐水超控制点； 2. 再生质量差； 3. 树脂量不足； 4. 树脂失效 	电解槽电流效率下降, 电解电压上升, 碱中含盐上升, 氯气纯度下降、含氧上升, 严重者需全部更换离子膜	<ol style="list-style-type: none"> 1. 立即降电流或急停电解槽, 尽可能保护离子膜； 2. 检查分析一次盐水质量是否超控, 如超控, 立即检查； 3. 检查树脂塔树脂层高度是否合格； 4. 检查树脂塔再生流量是否正确、再生是否合格； 5. 确认分析二次盐水质量合格后方可开车
2	二塔出口盐水的 pH 低	<ol style="list-style-type: none"> 1. 一次盐水 pH 低； 2. 盐酸从再生管线泄漏 	树脂塔内树脂失去吸附杂质的能力, 二次盐水质量不合格	<ol style="list-style-type: none"> 1. 立即检查二次盐水质量是否合格, 如不合格, 立即降电流或急停电解槽, 尽可能保护离子膜； 2. 检查分析一次盐水质量是否超控, 如超控, 立即检查； 3. 关闭再生用盐酸线上的阀门； 4. 确认分析二次盐水质量合格后方可开车
3	运行树脂塔的前后压差大	<ol style="list-style-type: none"> 1. 树脂结块； 2. 压差表不准； 3. 碎树脂或杂质太多； 4. 压力表故障 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 盐水流量达不到设定值, 供应不足, 发现不及时会造成系统停车； 2. 过高的压差会造成树脂塔及其管路超压, 垫片泄漏 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 降低生产负荷, 降低盐水流量, 使压差控制在正常范围内； 2. 树脂塔提前下线进行再生, 同时有计划地进行大流量返洗, 将碎树脂洗出； 3. 如压力表故障, 更换压力表
4	再生时, 流量显示异常	<ol style="list-style-type: none"> 1. 管路堵塞； 2. 提供再生化学品的机泵故障； 3. 自动阀故障； 4. 指示仪表故障 	再生质量不合格, 树脂吸附杂质离子的能力弱, 二次盐水质量不合格	逐步排查、维修, 如不能及时查出原因, 影响再生, 降低生产负荷或停车, 直至再生合格, 具备精制盐水的的生产能力

表 A.2 电解系统异常工况及操作、处置措施

序号	异常工况	异常原因	异常后果	处置措施
1	出电解槽淡盐水 pH 低于 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. 盐酸加入量过多； 2. 仪表检测故障 	加酸过多会导致离子膜损伤、槽电压升高	<ol style="list-style-type: none"> 1. 降低盐酸加入量； 2. 分析各电槽进出口酸度, 判断加酸流量是否失真、在线监测是否故障

表 A.2 电解系统异常工况及操作、处置措施 (续)

序号	异常工况	异常原因	异常后果	处置措施
2	出电解槽淡盐水 pH 高于 4	<ol style="list-style-type: none"> 1. 盐酸加入量不足; 2. 离子膜膜漏; 3. 盐酸管路泄漏; 4. 仪表检测故障 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 盐酸加入量过少,会造成电解效率下降,氯中含氧上升; 2. 离子膜泄漏会造成产品质量不合格,严重者甚至会造成爆炸; 3. 盐酸泄漏会造成环境污染,甚至伤人 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查盐酸加入量,如果加酸量过低,应增加加酸量; 2. 分析各单槽进出口酸度,判断加酸流量是否失真、在线监测是否故障; 3. 现场检查电解槽阳极出口软管是否变色,单元槽电压是否异常,如有应停电解槽检查; 4. 现场检查盐酸管路是否出现泄漏
3	电槽压差波动	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电解液在槽内流通不畅; 2. 电解液流量波动; 3. 电解槽上的氯气管或氢气管的手动阀门被错误关闭或者故障失效; 4. 仪表故障 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 过高的正压差会导致阳极凹陷、离子膜撕裂; 2. 过高的反向压差会导致阴极弹性体塌陷和离子膜的撕裂 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查读数偏差,校正设定值,检查设定值和指示器间偏差; 2. 检查阴、阳极液泵压力是否有波动,如有波动,切换检查; 3. 检查流量计是否卡堵,单元槽出口软管是否有堵塞现象,如有异常,停车处理; 4. 检查现场阀门状态
4	EDI 电位差波动	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电槽有短路现象; 2. 监测仪表故障; 3. 单元槽有泄漏 	电槽泄漏易着火、爆炸	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查电槽是否有导电杂物发生短路或其他短路现象,并清除; 2. 检查现场是否有泄漏,如有,立即停槽处理; 3. 校验仪表; 4. 检查出口软管,如有变色,则停车检查; 5. 检查出口软管中气体、液体流动状态,如有堵塞现象,停车处理
5	电槽某一单元电压过低	<ol style="list-style-type: none"> 1. 离子膜泄漏; 2. 测量仪表问题 	离子膜泄漏易造成氯氢气混合爆炸	<ol style="list-style-type: none"> 1. 如有电解槽 pH 过高或出口软管变色,则停槽检查; 2. 对仪表测量系统进行校验
6	槽压急剧上升	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电解液温度快速降低; 2. 阳极液中浓度降低; 3. 整流器故障造成过电流; 4. 阴极液浓度增加; 5. 膜被金属沉淀物污染 	易造成局部离子膜破裂、氯氢气混合爆炸	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查电槽出口温度,如果出口温度过低,调节升温; 2. 检查直流电流表,联系停电解槽检修; 3. 取样分析盐水浓度,确保在合格范围内; 4. 取样分析碱液浓度,调整纯水加入量,使 NaOH 浓度控制在 32%~33%; 5. 分析二次盐水中杂质离子的含量情况,日常操作中注意避免不合格的二次盐水进入电槽系统
7	软管有泄漏	<ol style="list-style-type: none"> 1. 螺母松动; 2. 衬垫变质; 3. 小孔或有裂纹 	阳极泄漏易造成氯气泄漏; 阴极泄漏易着火	用专用扳手拧紧,如果仍然泄漏,则停电解槽,排水、水洗后更换部件

表 A.2 电解系统异常工况及操作、处置措施 (续)

序号	异常工况	异常原因	异常后果	处置措施
8	电槽垫片泄漏	1. 油压不足; 2. 垫片粘贴不好; 3. 垫片粘贴的位置不合适	阳极泄漏易造成氯气泄漏; 阴极泄漏易着火	1. 检查电槽油压,如果压力低,增加到指定值; 2. 停电解槽,排液、水洗后调换或调整垫片,如阴阳极有损坏,则修复或更换

表 A.3 淡盐水脱氯系统异常工况及操作、处置措施

序号	异常工况	异常原因	异常后果	处置措施
1	脱氯后的淡盐水中显示有游离氯	1. 真空泵真空低; 2. 加入的亚硫酸钠量少; 3. 进口淡盐水 pH 或出口淡盐水 pH 没有在规定的控制范围内; 4. 仪表检测问题	1. 含氯淡盐水进入一次盐水系统,造成管路设备腐蚀; 2. 影响一次盐水系统运行,含氯的一次盐水进入二次盐水,树脂失效,二次盐水质量不合格	1. 检查真空泵及管路; 2. 加大亚硫酸钠加入量,确保合格; 3. 及时调整酸、碱的加入量; 4. 分析、检验在线仪表是否正常; 5. 及时跟踪一次盐水、二次盐水质量,如出现不合格情况,应立即降低生产负荷或停电解槽
2	脱氯塔真空低	1. 真空泵能力低或故障; 2. 脱氯系统有漏点; 3. 仪表检测故障; 4. 脱氯塔氯气出口温度低造成氯气结晶堵塞管路	脱氯后淡盐水含氯,影响一次盐水稳定运行	1. 泵切换检查; 2. 查找系统是否存在漏点; 3. 校验仪表是否正常; 4. 减少冷却水流量使温度恢复到规定值

表 A.4 氯酸盐分解系统异常工况及操作、处置措施

序号	异常工况	异常原因	异常后果	处置措施
1	分解槽出口氯酸盐含量过高,分解效率低	1. 淡盐水的温度过低; 2. 盐酸加入量过低	易产生 ClO_2 , 发生爆炸	1. 及时调整,在允许范围内上调控制温度; 2. 及时调整,在允许范围内增加酸加入量控制; 3. 如不能立即处理,停车检修
2	淡盐水温度过高	1. 蒸汽加入量过多; 2. 淡盐水流量低; 3. 仪表故障	设备过热损坏	1. 及时调整,控制温度在合理范围内; 2. 及时将流量控制在合理范围; 3. 检查、校验仪表,确保准确; 4. 如不能立即处理,停车检修
3	分解槽液位过高	1. 氯酸盐泵出现故障; 2. 液位计故障; 3. 管路、阀门出现故障	系统超压,设备损坏	1. 及时倒开备用泵; 2. 检查、校验仪表,确保准确; 3. 检查管路、阀门是否有问题,如不能立即处理,停车检修

附 录 B
(资料性)
工艺报警分级

B.1 工艺报警等级划分原则

B.1.1 紧急报警(A级):严重事件报警。包括但不限于:可能导致泄漏、着火、爆炸、人身伤亡的事件;可能造成公司范围非计划停车的事件;可能造成群体环境事件;其他可能造成严重经济损失的事件。

B.1.2 重要报警(B级):重要事件报警。包括但不限于:除严重事件以外的工艺联锁参数、装置关键设备运行参数;可能造成装置非计划停车、影响上下游装置平稳运行和产品质量的运行参数等。

B.1.3 一般报警(C级):一般事件报警。包括但不限于:除紧急、重要报警外可能影响装置局部异常的参数。

注: A级报警需要优先处理。涉及国家重点监管的危险化工工艺的报警、涉及重大危险源关键参数的报警、涉及专项检查项目的报警,应升级管理。

B.2 工艺报警在电解中的应用实例

B.2.1 A级报警:氯气总管压力、氢气总管压力、氯氢压差、阴极循环罐液位、阳极循环罐液位、脱氯塔液位、阴极液高位槽液位、阳极液高位槽液位、仪表空气压力等。

B.2.2 B级报警:电解槽电流、电解槽电压、电解槽EDI电位差、电解槽阴极流量、电解槽阳极流量、电解槽对地电压、盐水储罐液位等。

B.2.3 C级报警:氯酸盐分解槽液位、仪表冷却器出口盐水pH、氯酸盐分解槽温度、氯酸盐分解槽进口盐酸流量、淡盐水加热器进口盐水流量、阴极液出口烧碱温度、氯酸盐分解槽进口盐水温度、电解槽进口盐酸流量、电解槽单槽槽电压差等。

附 录 C
(资料性)
职业健康安全防护要求

C.1 职业接触限值与监测

化学有害因素职业接触限值如下：

- a) 氯(Cl_2)的MAC(最高允许浓度)为 1 mg/m^3 ,对氯气作业场所每月至少进行1次浓度监测,超标时需采取工程控制措施；
- b) NaOH的MAC(最高允许浓度)为 2 mg/m^3 ,对NaOH作业场所每年至少进行1次浓度监测,超标时需采取工程控制措施；
- c) 氯化氢及盐酸的MAC(最高允许浓度)为 7.5 mg/m^3 ,对氯化氢及盐酸作业场所每年至少进行1次浓度监测,超标时需采取工程控制措施；
- d) 噪声职业接触限值[dB(A)]：每周工作5 d,每天工作8 h,稳态噪声限值为85 dB(A),非稳态噪声等效声级的限值为85 dB(A),对噪声作业场所每半年至少进行1次噪声测量,超标时需采取工程控制措施。

C.2 职业病危害警示标识

在离子膜电解槽、框架等场所设置“当心中毒”“当心坠落”“注意安全”“当心落物”“禁止烟火”“注意高温”“禁止打手机”“禁止攀登”“禁止倚靠”“禁止跨越”“必须戴安全帽”“必须穿防砸鞋”“必须穿防护服”“必须戴防护眼镜”“当心触电”“进入受限空间许可”等警示标识。

明确标识图形样式(如黄色背景、黑色边框、黑色图形)。

C.3 职业健康监护

接触氯气作业人员岗前、在岗期间(每年1次)必检项目包括肺功能、血常规、胸部X线检查。

明确氯气作业职业病禁忌症(如慢性阻塞性肺病、支气管哮喘)。

C.4 应急与密闭空间作业

氯泄漏应急处置需包括人员疏散范围(下风向100 m)、喷淋吸收装置启动程序。

进入液氯储罐前需检测氧含量(19.5%~23.5%)和氯气浓度($\leq 1 \text{ mg/m}^3$)。

C.5 个体防护装备

个体防护装备要求如下。

- a) 接触氯气作业应配备符合GB 2890标准的A型(褐色)滤毒罐全面罩防毒面具。
- b) 强制要求穿戴防化服(符合GB 24539)、耐酸碱手套(符合GB 28881)和防护靴。
- c) 作业人员上岗时应穿符合GB 12014规定的阻燃、防静电工作服和符合GB 21148规定的防静电鞋。工作服宜上、下身分开,容易脱卸。

- d) 严禁在爆炸危险区域穿脱衣服、帽子或类似物。严禁携带火种、非防爆电子设备进入爆炸危险区域。
- e) 作业时应使用不产生火花的工具。
- f) 严禁在禁火区域内吸烟、使用明火。
- g) 在从事和接触酸、碱溶液的作业中要戴好胶皮手套、化学防护眼镜、安全帽和耐酸碱工作服、鞋。
- h) 生产区域内严禁存放易燃物、氯、酸类物品。

C.6 作业场所卫生设计

作业场所卫生设计要求如下。

- a) 应设置事故应急喷淋洗眼器(服务半径 ≤ 15 m)。
- b) 配置氯气泄漏报警装置(符合 GB 50493)。
- c) 二次盐水厂房、电解厂房采取采光方式,达到国家标准采光系数(1.0%,室内天然光照射度 150 lx)劳动环境的特殊规定。
- d) 配电室内不应堆放杂物及易燃品,非电气专业作业人员不应入内。
- e) 生产区域内不应有易燃物和禁忌物。
- f) 生产岗位要有方便的用水设施,水冲洗设施服务半径不应超过 15 m。

C.7 其他职业卫生要求

其他职业卫生要求如下。

- a) 生产线的主要进料均通过输送泵由密闭管线输送,进料量定量控制。
- b) 采用 DCS 系统进行集中监测和控制,安全联锁停车使用 SIS 系统,现场以巡检为主,减少工人接触毒物的时间。
- c) 生产装置区大部分装置采用露天化布置,保证自然通风,防止有毒气体聚集。
- d) 生产过程中需要采样分析的采样点布置在易于操作的高度和位置,装置中有害物料的采样点大部分采用密闭取样器进行取样分析,采样工进行采样时严格按照操作规程进行并配备有效的个体防护用品,应符合职业病防护要求。
- e) 辅料需提前制定填装方案,严格按照操作规程,配发防毒口罩/防毒面具、防护手套等个人防护用品。
- f) 生产装置设置机械排风系统,用于平时通风,防止有毒气体聚集。
- g) 输送有毒物质的管道系统、设备、阀门、安全设施、泵及其他固定设备均贴上标签或注明记号以识别所输送的有毒物质。
- h) 对于高温热源和外表面温度高于 50℃的管道和设备,均作保温和隔热防护。
- i) 在对高温设备进行检修时,应先进行通风降温后作业。
- j) 在维修工作场所保证良好通风,对于电焊烟尘,由于电焊作业一般持续时间短,同时设备露天或敞开式布置,要求电焊作业时佩戴防尘口罩进行作业。
- k) 夏季高温季节对高温作业人员供应含盐清凉饮料(含盐量 0.1%~0.2%),饮料水温不宜高于 15℃。
- l) 在寒冷的冬季及炎热的夏季需配备好个人防护用品。

附录 D
(资料性)
应急处置

D.1 编制预案,定期演练

编制生产安全事故应急预案(现场处置方案)应符合 GB/T 29639 的规定,并定期组织演练。

D.2 应急救援队伍建设

建立、健全应急组织和专(兼)职应急救援队伍,按 GB 30077 的规定配备相应的防护装备及应急救援器材、设备、物资,并保证完好和方便使用。

D.3 应急处置程序

按 YJ/T 3052 安全生产行业标准建立应急处置程序。

应急响应—警戒隔离—人员防护与救护—现场处置—现场监测—洗消—现场清理—信息发布—救援结束。

D.4 烧碱行业应急处置特殊要求

D.4.1 氯气应急处置要求

氯气应急处置重点注意如下事项。

- a) 至少配备 4 套气密型化学防护服、4 套正压空气呼吸器,每套正压空气呼吸器至少配 1 个备用气瓶。
- b) 组织应急疏散时,集结点应设置在氯气泄漏源扩散区域以外的上风侧,并根据风向变化及时调整集结点位置。
- c) 进入氯气泄漏事故现场的处置人员应佩戴正压空气呼吸器、气密型化学防护服和呼救、通信器材。
- d) 人员救护。
 - 1) 若人员吸入氯气,应迅速将其移至空气新鲜处,保持呼吸道通畅。呼吸困难时应吸氧,雾化吸入 2%~4% 碳酸氢钠溶液,立即就医。
 - 2) 若中毒人员呼吸、心跳停止,应立即启动心肺复苏,配合医务人员将伤员送往医院急救。
- e) 泄漏点。
 - 1) 若泄漏点为含氯类介质输送机泵:条件允许时,切换至备用机泵运行。
 - 2) 若泄漏点为室外输送管线或法兰:对泄漏点下风处喷洒除氯剂,吸收空气中的氯气;重大氯气泄漏事故,根据现场情况和气象条件,进行水雾喷淋,形成水墙,持续吸收泄漏的氯气。静风时,对泄漏点四周进行水雾喷淋,形成水墙,持续吸收泄漏的氯气;构筑围堤收容产生的大量废水;压力管道泄漏待具备堵漏条件后,组织人员穿戴好正压式空气呼吸器、防化服配合抢修人员进入现场带压堵漏;必要时降负荷生产或紧急停车。

- 3) 电解槽阳极软管或垫片泄漏:启动收集管将泄漏的氯气抽入事故氯处理装置现场处置;如不能处置,停电解槽后检修。

D.4.2 氢气应急处置要求

严格执行GB 4962—2008第9章的要求。氢气应急处置重点注意如下事项。

- a) 氢气发生大量泄漏或积聚时,采取以下措施:
 - 1) 应及时切断气源,并迅速撤离泄漏污染区人员至上风处;
 - 2) 对泄漏污染区进行通风,对已泄漏的氢气进行稀释,若不能及时切断,应采用蒸汽进行稀释,防止氢气积聚形成爆炸性气体混合物;
 - 3) 若泄漏发生在室内,宜使用吸风系统或将泄漏的气瓶移至室外,以避免泄漏的氢气四处扩散。
- b) 氢气发生泄漏并着火时采取以下措施:
 - 1) 应及时切断气源,若不能立即切断气源,不应熄灭正在燃烧的气体,并用水强制冷却着火设备,此外,氢气系统应保持正压状态,防止氢气系统回火发生;
 - 2) 采取措施,防止火灾扩大,如采用大量消防水雾喷射其他引燃物质和相邻设备,如有可能,可将燃烧设备从火场移至空旷处。
- c) 泄漏点:
 - 1) 若泄漏点或着火点为氢气输送管线或法兰:应立即用水冷却泄漏位置,使其降温避免爆炸,联系上下游工序按正常停车程序进行停车操作,着火期间禁止急停系统,防止负压回火;
 - 2) 若氢气排空着火:迅速打开蒸汽阀或氮气阀,充蒸汽或氮气进行灭火,灭火后持续通蒸汽/氮气,直至确认氢气源切断且现场浓度低于25%LEL,着火期间不应急停系统,防止负压回火;
 - 3) 若氢气泄漏点在室内,打开门窗,加强通风;
 - 4) 若电解槽阴极软管或垫片泄漏着火,立即降电流停电解槽,现场人员利用纯水管冲洗着火点降温,立即停止电解槽循环,直至火焰扑灭,再对电解槽进行处理。
- d) 防静电:使用防爆手机,穿戴防静电工作服。
- e) 防窒息:
 - 1) 救援人员:佩戴正压式空气呼吸器;
 - 2) 窒息人员:移至良好通风处,进行人工呼吸,并迅速就医。

D.5 其他应急处置

泄漏应急处置、触电应急处置、雷击事件应急处置、物理爆炸应急处置、灼烫应急处置、机械伤害应急处置、高处坠落应急处置、淹溺应急处置、受限空间应急处置、动火应急处置等应急处置按相关标准实施。

参 考 文 献

- [1] GBZ 1 工业企业设计卫生标准
- [2] GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素
- [3] GBZ 158 工作场所职业病危害警示标识
- [4] GBZ 188 职业健康监护技术规范
- [5] GBZ/T 205 密闭空间作业职业危害防护规范
- [6] GB 2890 呼吸防护 自吸过滤式防毒面具
- [7] GB 4962 氢气使用安全技术规程
- [8] GB 11984 化工企业氯气安全技术规范
- [9] GB 12014 防护服装 防静电服
- [10] GB 21148 足部防护 安全鞋
- [11] GB 24539 防护服装 化学防护服
- [12] GB 28881 手部防护 化学品及微生物防护手套
- [13] GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则
- [14] GB 30077 危险化学品单位应急救援物资配备要求
- [15] AQ/T 3034 化工过程安全管理导则
- [16] YJ/T 3052 危险化学品事故应急救援指挥导则

CCCAIA



中国氯碱工业协会
团体标准
离子膜法烧碱生产安全操作规程
T/CCASC 0057.1~0057.4—2025

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社印刷

各地新华书店经销

*

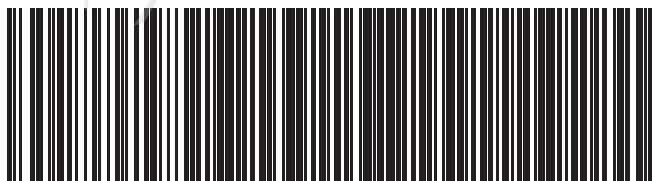
开本 880×1230 1/16 印张 9 字数 252 千字
2026年3月第1版 2026年3月第1次印刷

*

书号:155066·5-20545H 定价 182.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68510107



T/CCASC 0057.1~0057.4—2025