

团 体 标 准

T/CCASC XXXX—202X

离子膜法烧碱生产安全操作规程 第 3 部分：氯氢处理

Safety operation regulations for production of ionic membrane caustic soda

Part 3: hydrogen chloride treatment

(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	
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 工艺安全控制	2
5 运行要求	13
6 检查、检修与维护	23
附录 A（资料性） 异常工况及处置措施	29
附录 B（资料性） 职业健康、安全、环境保护要求	31
附录 C（资料性） 氯氢处理应急处置	37
参 考 文 献	42

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TCCASC XXX《离子膜法烧碱生产安全操作规程》的第3部分。TCCASC 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 3 部分：氯氢处理

1 范围

本文件规定了离子膜法烧碱生产中氯氢处理工序的工艺安全控制、运行要求、检修与维护，并给出了氯气、氢气泄漏/着火应急处置的相关内容。

本文件适用于离子膜法烧碱生产中氯氢处理工序的安全操作。

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 15581 烧碱、聚氯乙烯工业污染物排放标准

GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则

TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

氯气洗涤 chlorine scrubbing

电解单元送来的高温氯气夹杂着大量的水雾及盐雾，该气体进入氯气洗涤塔底部，与塔顶喷淋的低温洗涤水形成逆向接触，通过调节洗涤塔换热器的循环水流量，将出口氯气温度降至 40℃～50℃，同时去除 98% 的水分及部分盐雾，实现降温 and 杂质脱除的双重目标。

3.2

氯气冷却 chlorine cooling

经氯气洗涤塔处理后的湿氯气（40℃～50℃）经过与循环水和冷冻水两级或冷冻水一级换热后温度降至 12℃～18℃，再次脱除残留的盐雾及水雾，完成净化处理。

3.3

氯气干燥 chlorine drying

湿氯气经过水雾分离器净化后，依次进入两级干燥塔或二合一干燥塔与浓硫酸接触进行干燥处理，将氯气含水量降至 50 ppm 以下。最终，含酸雾的氯气通过干氯气过滤器脱除酸雾，实现高纯度干燥氯气的输出。

3.4

氯气压缩 chlorine compression

干燥后的氯气进入氯气压缩机，将氯气压力逐级提高到目标值，最终通过氯气分配台输送至氯化氢合成及液化工序。

3.5

氢气洗涤 hydrogen scrubbing

电解单元送来的高温氢气夹杂着大量的碱雾，该气体进入氢气洗涤塔底部，与塔顶喷淋的低温洗涤水形成逆向接触，通过调节洗涤塔换热器的循环水流量，将出口氢气温度降至 40℃~50℃，氢气中 70%~80%的水份被冷凝下来，其中夹带的碱雾同时被除去。

3.6

氢气压缩 hydrogen compression

洗涤后的氢气进入氢气压缩机，将氢气压力提高到目标值。通过氢气压缩机冷却器降温，使压缩后氢气温度控制在 55℃以下。

3.7

氢气冷却 hydrogen cooling

经过压缩后的氢气与循环水和冷冻水两级换热后温度降至 20℃以下，通过降温再次脱除氢气携带的水雾完成净化处理。

3.8

事故氯气处理 emergency chlorine treatment

在事故工况及装置开停车阶段，含氯废气被引入事故氯气处理系统。通过吸收塔时，废气与浓度为 15%~18%的碱液进行逆流接触，利用气液两相充分传质实现氯气高效吸收。经初步处理后，少量未完全反应的残余氯气进入尾气塔，进行二次深度净化处理，达到环保排放标准的尾气经风机排入大气中。整个吸收过程生成的次氯酸钠溶液，可根据企业实际需求，用于内部生产环节，或作为工业产品对外销售，既保障了环境安全，又实现了资源的循环利用。

4 工艺安全控制

4.1 工艺原理及工艺路线

离子膜法烧碱生产中氯氢处理工艺主要包括氯气处理、氢气处理和事故氯气处理单元。

氯气处理单元包括氯气洗涤冷却、氯气干燥和氯气压缩。主要加工工艺流程是将来自离子膜电解工序的高温湿氯气，首先进入氯气洗涤塔进行水洗处理，在水洗过程中，氯气实现初步降温，同时有效去除其中的水蒸气与盐雾杂质。随后，氯气与循环水、冷冻水（或直接与冷冻水）进行热交换，通过进一步的降温脱水处理，并进行水雾捕集，为后续干燥做好准备。进入氯气干燥阶段后，氯气与浓硫酸充分接触，通过浓硫酸的高效吸水特性，将氯气含水量大幅降低至 50 ppm 以下。最后，干燥后的氯气被送入氯气压缩机，经过压力提升后，输送至氯气用户。

氢气处理单元包括氢气洗涤、氢气压缩和氢气干燥。主要加工工艺流程是将来自离子膜电解工序的高温湿氢气，进入氢气洗涤塔后，与塔内循环洗涤液呈逆流方向充分接触，除去氢气携带的大量水分和碱雾。随后进入氢气压缩机进行加压处理。加压后的氢气依次流经 I、II 段氢气冷却器，再次通过降温

脱水，最后经水雾捕沫器高效拦截并去除氢气中残留的水雾后，以洁净、稳定的状态输送至氯化氢合成工序。

事故氯气处理是将电解开车时和各种事故状态时的氯气与稀碱液逆流接触，进行吸收反应。

离子膜法烧碱生产中氯氢处理工艺路线如图 1～图 3 所示。

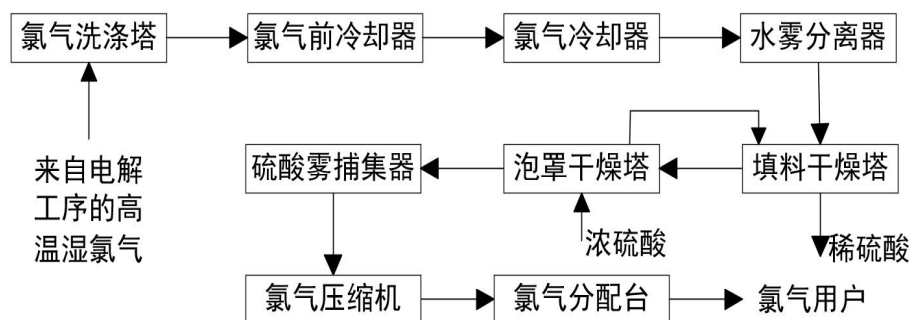


图 1 离子膜法烧碱生产中氯气处理工艺路线

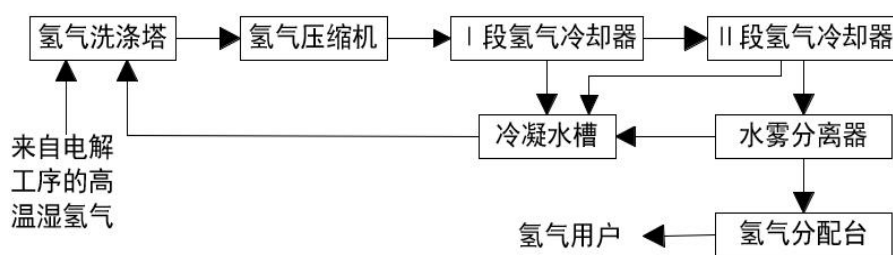


图 2 离子膜法烧碱生产中氢气处理工艺路线

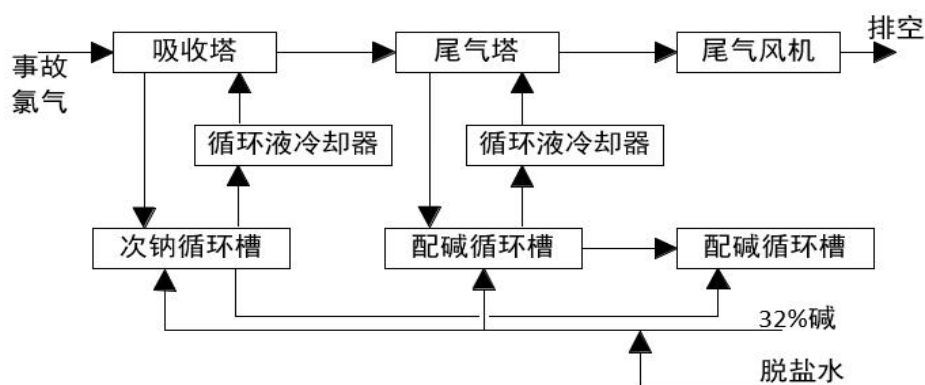


图 3 离子膜法烧碱生产中事故氯处理工艺路线

4.2 参数监测、报警、联锁及其功能

4.2.1 工艺参数控制

工艺参数控制包括但不限于表1～表3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。

表 1 氯气处理单元工艺参数控制表

序号	名称/项目	单位	工艺控制范围	监测方式	监测频次
1	氯气洗涤塔进口湿氯气压力	kPa		在线	连续
2	氯气洗涤塔进口湿氯气温度	°C		在线	连续
3	氯气洗涤塔液位	%		在线	连续
4	氯气洗涤塔进口氯水温度	°C		在线	连续
5	氯气冷却器出口循环回水温度	°C		在线	连续
6	氯气冷却器出口循环回水氧化还原电位	mV		在线	连续
7	氯气洗涤塔出口湿氯气温度	°C		在线	连续
8	氯气前冷却器出口湿氯气温度	°C		在线	连续
9	氯气后冷却器出口湿氯气温度	°C		在线	连续
10	氯气后冷却器冷冻回水电导率	μS/cm		在线	连续
11	水雾分离器进口湿氯气压力	kPa		在线	连续
12	水雾分离器出口湿氯气压力	kPa		在线	连续
13	水雾分离器压差	kPa		在线	连续
14	填料干燥塔液位	%		在线	连续
15	至填料干燥塔循环硫酸温度	°C		在线	连续
16	填料干燥塔顶部氯气压力	kPa		在线	连续
17	填料干燥塔酸泵出口稀硫酸密度	Kg/m ³		在线	连续
18	泡罩干燥塔液位	%		在线	连续
19	至泡罩干燥塔循环硫酸温度	°C		在线	连续
20	泡罩干燥塔进口浓硫酸流量	l/h		在线	连续
21	泡罩干燥塔进口浓硫酸温度	°C		在线	连续
22	泡罩干燥塔进口浓硫酸压力	kPa		在线	连续
23	泡罩干燥塔顶部氯气压力	kPa		在线	连续
24	泡罩干燥塔出口干氯气温度	°C		在线	连续
25	硫酸雾捕集器进口干氯气压力	kPa		在线	连续
26	硫酸雾捕集器出口干氯气压力	kPa		在线	连续

27	硫酸雾捕集器压差	kPa		在线	连续
28	氯气压缩机组进口氯气压力	kPa		在线	连续
29	氯气压缩机入口压力 1, 2, 3	kPa		在线	连续
30	氯气压缩机非驱动端密封氮气流量	kPa		在线	连续
31	氯气压缩机驱动端密封氮气流量	m³/h		在线	连续
32	氯气压缩机密封氮气压差	kPa		在线	连续
33	氯气压缩机油箱液位	%		在线	连续
34	氯气压缩机供油温度	°C		在线	连续
35	氯气压缩机回油温度	°C		在线	连续
36	氯气压缩机润滑油供油压力	MPa		在线	连续
37	氯气压缩机轴向位移	mm		在线	连续
38	氯气压缩机驱动端温度	°C		在线	连续
39	氯气压缩机非驱动端温度	°C		在线	连续
40	氯气压缩机电机 U、V、W 项绕组温度	°C		在线	连续
41	氯气压缩机电机驱动端轴承温度	°C		在线	连续
42	氯气压缩机电机非驱动端轴承温度	°C		在线	连续
43	氯气压缩机电机轴承箱温度	°C		在线	连续
44	氯气压缩机曲轴箱振动	μm		在线	连续
45	氯气压缩机含水分析	ppm		在线	连续
46	氯气压缩机含水分析仪进气流量	开关		在线	连续
47	氯气压缩机一级冷却器循环上水压力	kPa		在线	连续
48	氯气压缩机二级冷却器循环上水压力	kPa		在线	连续
49	氯气压缩机一级冷却水 ORP	mV		在线	连续
50	氯气压缩机二级冷却水 ORP	mV		在线	连续
51	氯气压缩机一级出口氯气温度	°C		在线	连续
52	氯气压缩机二级出口氯气温度	°C		在线	连续
53	氯气压缩机一级出口氯气压力	%		在线	连续
54	氯气压缩机二级出口氯气压力	°C		在线	连续

55	氯气压缩机氯气流量	m ³ /h		在线	连续
56	氯气压缩机出口温度	°C		在线	连续
57	氯气压缩机出口压力	kPa		在线	连续

表 2 氢气处理单元工艺参数控制表

序号	名称/项目	单位	工艺控制范围	监测方式	监测频次
1	氢气洗涤塔进口氢气压力	kPa		在线	连续
2	氢气洗涤塔进口氢气温度	°C		在线	连续
3	氢气洗涤塔液位	%		在线	连续
4	氢气洗涤塔进口洗涤液温度	°C		在线	连续
5	氢气冷却器出口循环回水温度	°C		在线	连续
6	氢气洗涤塔出口氢气温度	°C		在线	连续
7	氢气压缩机进口压力	kPa		在线	连续
8	氢气压缩机出口压力	kPa		在线	连续
9	氢气压缩机电流	A		在线	连续
10	氢气压缩机分离器液位	%		在线	连续
11	氢气压缩机工作液冷却器出口温度	°C		在线	连续
12	氢气压缩机齿轮箱轴承温度	°C		在线	连续
13	氢气压缩机主电机绕组 U、V、W 项温度	°C		在线	连续
14	氢气压缩机主电机驱动端温度	°C		在线	连续
15	氢气压缩机主电机非驱动端温度	°C		在线	连续
16	氢气压缩机齿轮振动	mm/s		在线	连续
17	水雾捕沫器出口氢气压差	kPa		在线	连续

表 3 事故氯气处理单元工艺参数控制表

序号	名称/项目	单位	工艺控制范围	监测方式	监测频次
1	吸收塔进口氯气压力	kPa		在线	连续
2	吸收塔液位	%		在线	连续

3	吸收塔出口吸收尾气压力	kPa		在线	连续
4	吸收塔出口温度	°C		在线	连续
5	吸收塔进塔循环液温度	°C		在线	连续
6	吸收塔出塔循环液温度	°C		在线	连续
7	吸收塔循环槽液位	%		在线	连续
8	吸收塔循环液碱浓度	%		在线	连续
9	吸收塔循环液的氧化还原电位	mV		在线	连续
10	尾气塔出口尾气压力	kPa		在线	连续
11	尾气塔液位	%		在线	连续
13	尾气塔出口温度	°C		在线	连续
14	尾气塔进塔循环液温度	°C		在线	连续
15	尾气塔出塔循环液温度	°C		在线	连续
16	配碱循环槽液位	%		在线	连续

4.2.2 参数报警设置

参数报警设置包括但不限于表4～表6列出的各项，应根据工艺、装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 4 氯气处理单元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	氯气洗涤塔进口湿氯气压力	kPa					
2	氯气洗涤塔进口湿氯气温度	°C					
3	氯气洗涤塔液位	%					
4	氯气洗涤塔进口氯水温度	°C					
5	氯气冷却器出口循环回水温度	°C					
6	氯气冷却器出口循环回水氧化还原电位	mV					
7	氯气洗涤塔出口湿氯气温度	°C					
8	氯气前冷却器出口湿氯气温度	°C					
9	氯气后冷却器出口湿氯气温度	°C					
10	氯气后冷却器冷冻回水电导率	μS/cm					

11	水雾分离器进口湿氯气压力	kPa					
12	水雾分离器出口湿氯气压力	kPa					
13	水雾分离器压差	kPa					
14	填料干燥塔液位	%					
15	至填料干燥塔循环硫酸温度	°C					
16	填料干燥塔顶部氯气压力	kPa					
17	填料干燥塔酸泵出口稀硫酸密度	Kg/m ³					
18	泡罩干燥塔液位	%					
19	至泡罩干燥塔循环硫酸温度	°C					
20	泡罩干燥塔进口浓硫酸流量	l/h					
21	泡罩干燥塔进口浓硫酸温度	°C					
22	泡罩干燥塔进口浓硫酸压力	kPa					
23	泡罩干燥塔顶部氯气压力	kPa					
24	泡罩干燥塔出口干氯气温度	°C					
25	硫酸雾捕集器进口干氯气压力	kPa					
26	硫酸雾捕集器出口干氯气压力	kPa					
27	硫酸雾捕集器压差	kPa					
28	氯气压缩机组进口氯气压力	kPa					
29	氯气压缩机入口压力 1, 2, 3	kPa					
30	氯气压缩机非驱动端密封氮气流量	kPa					
31	氯气压缩机驱动端密封氮气流量	m ³ /h					
32	氯气压缩机密封氮气压差	kPa					
33	氯气压缩机油箱液位	%					
34	氯气压缩机供油温度	°C					
35	氯气压缩机回油温度	°C					
36	氯气压缩机润滑油供油压力	MPa					
37	氯气压缩机轴向位移	mm					
38	氯气压缩机驱动端温度	°C					

39	氯气压缩机非驱动端温度	°C					
40	氯气压缩机电机 U、V、W 项绕组温度	°C					
41	氯气压缩机电机驱动端轴承温度	°C					
42	氯气压缩机电机非驱动端轴承温度	°C					
43	氯气压缩机电机轴承箱温度	°C					
44	氯气压缩机曲轴箱振动	μm					
45	氯气压缩机含水分析	ppm					
46	氯气压缩机含水分析仪进气流量	开关					
47	氯气压缩机一级冷却器循环上水压力	kPa					
48	氯气压缩机二级冷却器循环上水压力	kPa					
49	氯气压缩机一级冷却水 ORP	mV					
50	氯气压缩机二级冷却水 ORP	mV					
51	氯气压缩机一级出口氯气温度	°C					
52	氯气压缩机二级出口氯气温度	°C					
53	氯气压缩机一级出口氯气压力	%					
54	氯气压缩机二级出口氯气压力	°C					
55	氯气压缩机氯气流量	m³/h					
56	氯气压缩机出口温度	°C					
57	氯气压缩机出口压力	kPa					

表 5 氢气处理单元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	氢气洗涤塔进口氢气压力	kPa					
2	氢气洗涤塔进口氢气温度	°C					
3	氢气洗涤塔液位	%					
4	氢气洗涤塔进口洗涤液温度	°C					
5	氢气冷却器出口循环回水温度	°C					
6	氢气洗涤塔出口氢气温度	°C					

7	氢气压缩机进口压力	kPa					
8	氢气压缩机出口压力	kPa					
9	氢气压缩机电流	A					
10	氢气压缩机分离器液位	%					
11	氢气压缩机工作液冷却器出口温度	°C					
12	氢气压缩机齿轮箱轴承温度	°C					
13	氢气压缩机主电机绕组 U、V、W 项温度	°C					
14	氢气压缩机主电机驱动端温度	°C					
15	氢气压缩机主电机非驱动端温度	°C					
16	氢气压缩机齿轮振动	mm/s					
17	水雾捕沫器出口氢气压差	kPa					

表 6 事故氯气处理单元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	吸收塔进口氯气压力	kPa					
2	吸收塔液位	%					
3	吸收塔出口吸收尾气压力	kPa					
4	吸收塔出口温度	°C					
5	吸收塔进塔循环液温度	°C					
6	吸收塔出塔循环液温度	°C					
7	吸收塔循环槽液位	%					
8	吸收塔循环液碱浓度	%					
9	吸收塔循环液的氧化还原电位	mV					
10	尾气塔出口尾气压力	kPa					
11	尾气塔液位	%					
13	尾气塔出口温度	°C					
14	尾气塔进塔循环液温度	°C					
15	尾气塔出塔循环液温度	°C					

16	配碱循环槽液位	%					
----	---------	---	--	--	--	--	--

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中浓缩与固碱加工工序上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:

- 一般从原料开始设置;
- 存在化学反应的场所;
- 危险性大、安全风险高的关键装置和设备,如氯气压缩机、氢气压缩机等;
- 设置液位、温度、压力等安全联锁;
- 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7~表9所示。

表 7 氯气处理单元联锁动作结果

序号	联锁名称	联锁动作条件	联锁动作结果
1	氯气后冷却器温度保护联锁	氯气后冷却器出口湿氯气温度低低报	氯气后冷却器冷冻水阀门关闭
2	氯气压缩机保护联锁	1) 电解单元停车 2) 氯气压缩机入口压力三取二低低报或任意压力信号故障 3) 氯气压缩机非驱动端密封氮气流量低低报或信号故障 4) 氯气压缩机驱动端密封氮气流量低低报或信号故障 5) 氯气压缩机密封氮气压差低低报或信号故障 6) 氯气压缩机供油温度高高报或信号故障 7) 氯气压缩机回油温度高高报或信号故障 8) 氯气压缩机润滑油供油压力低低报或信号故障 9) 氯气压缩机轴向位移高高报或信号故障 10) 氯气压缩机轴向位移低低报或信号故障 11) 氯气压缩机驱动端温度高高报或信号故障 12) 氯气压缩机非驱动端温度高高报或信号故障 13) 氯气压缩机电机 U 项绕组温度高高报或信号故障 14) 氯气压缩机电机 V 项绕组温度高高报或信号故障 15) 氯气压缩机电机 W 项绕组温度高高报或信号故障 16) 氯气压缩机电机驱动端轴承温度高高报或信号故障 17) 氯气压缩机电机非驱动端轴承温度高高报或信号故障 18) 氯气压缩机电机轴承箱温度高高报或信号故障 19) 氯气压缩机曲轴箱振动高高报或信号故障 20) 氯含水在线分析值高高报或信号故障 21) 氯气压缩机一级冷却水 ORP 值高高报或信号故障 22) 氯气压缩机二级冷却水 ORP 值高高报或信号故障 23) 氯气压缩机一级压缩后氯气温度高高报或信号故障 24) 氯气压缩机二级压缩后氯气温度高高报或信号故障	氯气压缩机停止运行

序号	联锁名称	联锁动作条件	联锁动作结果
		25) 氯气压缩机急停按钮 26) 氯气压缩机喘振联锁或振传感器故障 27) 氯气压缩机运行信号故障 28) 氯气压缩机停止信号故障	

表 8 氢气处理单元联锁动作结果

序号	联锁名称	联锁动作条件	联锁动作结果
1	氢气压缩机分离器液位保护联锁	氢气压缩机气液分离器液位高高报	气液分离器排水阀打开
		氢气压缩机气液分离器液位高报	气液分离器排水阀关闭
		氢气压缩机气液分离器液位低低报	气液分离器补水阀打开
		氢气压缩机气液分离器液位低报	气液分离器补水阀关闭
2	氢气压缩机保护联锁	1) 电解单元停车 2) 氢气压缩机进口压力低低报 3) 氢气压缩机进口压力高高报 4) 氢气压缩机出口压力低低报 5) 氢气压缩机出口压力高高报 6) 氢气压缩机电机 U 项绕组温度高高报 7) 氢气压缩机电机 V 项绕组温度高高报 8) 氢气压缩机电机 W 项绕组温度高高报 9) 氢气压缩机电机轴承温度高高报	氢气压缩机停止运行

表 9 事故氯气处理单元联锁动作结果

序号	联锁名称	联锁动作条件	联锁动作结果
1	氯气超压保护联锁	1) 电解工序停车 2) 电解工序氯气总管去事故氯气处理阀门开度大于规定值 3) 吸收塔出口循环液温度高高报 4) 氯气压缩机前去事故氯气处理阀门开度大于规定值 5) 氯气压缩机出口去事故氯气处理阀门开度大于规定值 6) 氯化氢合成工序氯气缓冲罐去事故氯气处理阀门开度大于规定值	吸收塔运行泵自动切换至工频运行
2	氯气超压保护联锁	1) 电解单元停车 2) 电解工序氯气总管去事故氯气处理阀门开度大于规定值 3) 尾气塔出口循环液温度高高报 4) 氯气压缩机前去事故氯气处理阀门开度大于规定值 5) 氯气压缩机出口去事故氯气处理阀门开度大于规定值 6) 氯化氢合成工序氯气缓冲罐去事故氯气处理阀门开度大于规定值	尾气塔运行泵自动切换至工频运行

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。

示例：氯气冷却器出口氯气温度控制范围13℃~15℃，低限报警宜设置为≤12℃，低低限报警宜设置为≤11℃，低联锁宜设置为≤11℃；高限报警宜设置为≥16℃，高高限报警宜设置为≥18℃。

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，应及时通知相关上下游工段；
- b) 对可能影响上下游系统的联锁动作（如切断阀动作），应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。

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) 工程项目已全部完成，应有记录安全、环保、消防、职业卫生等验收合格证明；
- 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。所有的机器、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、气是否具备使用条件；
- e) 照明、通讯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。

5.1.2 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，必须有明确的标示；
- 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) 仪表调试，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。

5.1.3 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、应急照明、检修电源；
- b) 电气调试，检查通电设备设施是否通电；
- c) 对装置上转动设备电机进行绝缘检测，合格后进行空车调试；
- d) 检查转向和运行工况，确保正常运行。

5.1.4 原始开车试验

5.1.4.1 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。

5.1.4.2 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，直至试验压力。达到试验压力后，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，处理后继续升压检测。

5.1.4.3 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。

5.1.5 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；
- b) 辅助系统检查。主要指工业水、循环水、仪表空气、氮气、蒸汽是否送入装置，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，远传与就地一致；
- d) 高低限报警检查。检查包括流量、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运；
- 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，是否有效，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。

5.2 氯气处理单元

5.2.1 开车准备工作

准备工作应确认以下事项：

- a) 氯气洗涤冷却、氯气干燥及事故氯气处理各换热设备，小量通入冷却水循环，且保证循环正常；
 - b) 氯气洗涤塔内补充脱盐水，填料干燥塔和泡罩干燥塔（二合一干燥塔）补充浓硫酸，启泵循环；
 - c) 水雾分离器内补充脱盐水至溢流，硫酸雾分离器补充浓硫酸至溢流；
 - d) 氯气压缩机具备启动条件；
- 建立循环冷却水系统：

打开润滑油冷却器和压缩机冷却器循环水进水阀和回水阀；确认循环水进水总管压力 ≥ 0.4 MPa，进水温度 $25^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，回水压力不高于 0.2 MPa；

——建立机组润滑油系统：

检查油质合格、油位在液位计 $3/4$ 处；检查润滑油路正确；启动辅助油泵、润滑油加热器，油温升至 $30^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ；确认齿轮箱前油压 0.17 MPa ~ 0.28 MPa；确认电机轴承润滑良好：

——压缩机盘车：

油温升至 35°C 以上后，压缩机按运行方向在联轴器处盘车三周，确认均匀灵活无异常响动，无卡涩；

——压缩机密封气系统检查和调整：

调整压缩机氮气密封气压差和流量满足指标要求。

5.2.2 开车操作

5.2.2.1 开车操作步骤如下：

- 按照氯气压缩机的启机程序启动压缩机，空载运行 1 h，检查压缩机的运行状态均处于正常状态；
- 联系电解单元送氯气，通过调节氯气压缩机前去事故氯气处理阀门开度控制氯气总管压力稳定。根据氯气温度指标，调整氯气洗涤冷却单元和氯气干燥单元冷却水的循环量，保证冷却后氯气温度满足指标要求；
- 在硫酸雾分离器出口取样分析氯气含水，指标小于 50 ppm 后，切换氯气压缩机前去事故氯气处理阀门和氯气压缩机进口阀门开度，氯气并入氯气压缩机，缓慢关闭氯气压缩机进口氮气管，保持氯气压缩机进口微正压，氯氢总管压差稳定在指标范围内；
- 初始状态时，氯气经过氯气压缩机进入事故氯气处理单元，随着进入氯气压缩机气量增加，缓慢提高氯气压缩机出口压力，至氯气压缩机进口氮气管关闭，氯气送入氯气液化单元或氯化氢合成单元；
- 开车过程中注意事故氯气处理吸收塔进口负压指标，确保指标正常；注意次氯酸钠饱和情况，根据吸收塔循环液的氧化还原电位及循环液碱浓度反馈值及时通知质检人员取样分析，防止发生次氯酸钠饱和进而氯气从尾气排空管冒出事件；
- 当生产负荷达到 40% ，并入另一台氯气压缩机。

5.2.2.2 氯气压缩机启机操作步骤如下：

- 检查无停机信号，联锁复位，确认氯气压缩机各项开机条件满足；
- 启动氯气压缩机：

——检查 LCP 面板有无报警及各运行状态是否正确，若有报警信号，点击“复位”键消除报警信号，不能消除的报警及时联系仪表处理，至 LCP 面板无报警条件；

——中控点击“待机”键，确认相应的运行灯指示正确（辅助油泵运行、准备按钮、油泵运行状态及主电机停止均为绿色）；

——再次确认油温升至 20°C 以上，油压维持在 0.23 MPa ~ 0.25 MPa，油冷却器循环水阀门打开，注意油温变化；

——中控点击“启动”键，启动主电机，观察电机电流，振动转速正常，LCP上“主电机运行”为绿色；

——调节进口导叶阀，保持进口微正压；调节出口去事故氯气处理压力调节阀，出口压力控制 40 kPa 左右。

c) 检查氯气压缩机运行状态：

——冷却器冷却水压指标正常；

——各轴承油压指标正常；

——油冷却器和油过滤器工作正常，油温满足生产指标要求；

——氯气压缩机无异响、无喘振现象。

5.2.2.3 氯气压缩机并机操作步骤如下：

a) 检查无停机信号，联锁复位，确认备用氯气压缩机各项开机条件满足；

b) 备用氯气压缩机启动，调整进口压力与运行机组压力相近，空载 1 h；

c) 确认备用氯气压缩机主机运行无异常，缓慢全开备用氯气压缩机进口阀，联系现场操作人员根据进口压力同时缓慢关闭备用氯气压缩机进口充氮阀；

d) 缓慢调节备用氯气压缩机进口导叶阀和去事故氯气处理阀，使备用机组出口压力稳定上涨，同时调节原运行氯气压缩机回流阀，保持其流量稳定；

e) 待备用氯气压缩机流量大于 4500 Nm³/h（根据各企业氯气压缩机流量指标调整），调整备用氯气压缩机回流阀，提高备用机组负荷；

f) 并机过程中，注意氯气洗涤塔进口压力，通过调节氯气系统大回流阀门，确保氯气系统压力稳定；

g) 调节备用氯气压缩机出口压力与运行机组出口压力一致，且进口氮气阀门已关闭，缓慢全开其出口调节阀，同时缓慢关闭去事故氯气处理阀；

h) 调整两台氯气压缩机回流阀，使两台机组负荷接近。

5.2.3 正常操作

正常操作应按以下要求进行：

a) 工艺指标精准控制在合格范围内；

b) 定期分析出填料干燥塔稀硫酸浓度和干燥后氯气含水指标，根据指标情况调整氯气干燥用浓硫酸流量。

c) 根据生产负荷及时调整系统压力、温度、硫酸用量等；

d) 检查氯气压缩机运行状况；

e) 定时记录各原始数据。

5.2.4 岗位巡检及注意事项

5.2.4.1 岗位巡检

岗位巡检内容见表10，企业可根据自身实际情况对巡检内容进行调整。

表 10 氯气处理岗位巡检检查标准指导表

序号	巡检点位	巡检频次	巡检内容
1	静设备	企业规定巡检频次	1) 设备、管道、法兰、阀门等有无跑冒滴漏。 2) 设备管道保温完好正常，管道设备无腐蚀。 3) 检查各冷却设备冷凝情况是否正常。 4) 检查设备是否存在内漏情况。 5) 检查现场设备压力、流量、温度、液位显示是否正常。 6) 检查安全设施等是否完好。 7) 检查现场是否符合要求。 8) 检查公用工程系统压力、温度等是否符合要求。
2	泵类	企业规定巡检频次	1) 检查泵润滑油的油位油质，泵是否有异常情况。 2) 检查泵的机封水供应是否正常。 3) 检查泵的电流。 4) 检查泵的运行情况，电机转动情况。 5) 检查电机及泵的振动是否正常。 6) 检查泵出口压力，有无气蚀现象，是否失压。 7) 电机及泵运转的声音、轴承温度，有无异味。 8) 各类附件是否完整。 9) 地脚螺栓有无松动。 10) 密封点有无泄漏。 11) 检查机泵进出口管线排尽是否关闭。 12) 检查机泵进出口管线法兰防护是否正常。 13) 检查机泵进出口管线保温是否正常。
3	氯气压缩机	企业规定巡检频次	1) 检查压缩机振动值在正常范围内，无异常的振动和噪声。 2) 检查压缩机的运行声音平稳均匀，无刺耳、摩擦或撞击声。 3) 检查压缩机的转速是否稳定，是否与设定值相符。 4) 检查进出口压力符合工艺要求。 5) 监测压缩机各部位的温度无异常，包括机身、轴承、电机等。 6) 检查压缩机冷却器氯气压力始终大于循环水压力。 7) 检查压缩机冷却器循环水氧化还原电位符合工艺要求。 8) 检查压缩机润滑油的油位、油质有无异常情况。 9) 定期对油品的酸值、水分及杂质等进行常规分析。 10) 定期排放积存在油箱底部的水和油泥。
4	装置及平台报警仪	企业规定巡检频次	1) 检查有无有毒有害气体泄漏检测报警。 2) 检查有无可燃气体泄漏检测报警。 3) 出现报警立即检查和处理。

5.2.4.2 巡检注意事项

巡检时应严格执行以下要求：

- a) 监控岗位数据和报警，并做好记录；
- b) 按照巡回检查制度，填写巡检记录，发现异常情况及时汇报，并进行故障排查；
- c) 严禁未经审批，解除联锁和拆除安全附件；
- d) 常规跑冒滴漏检查，应注意气温变化后的检查和系统开停车之后的检查，以及投运的检查；
- e) 运转设备检查，除常规检查外，应特别注意运行电流、高温天气运行设备温度的检查，防止跳停；
- f) 按规定做好个人劳动防护用品佩戴；
- g) 巡检时注意中控和现场配合，判断流量、压力、温度等远传与现场是否显示一致；
- h) 检查有无有毒有害、可燃气体泄漏检测报警，出现报警，立即排查和处理。

5.2.5 正常停车操作

5.2.5.1 停车操作步骤如下：

- a) 接到上下游装置相关岗位、调度等的停车通知，做好停车准备；
- b) 随着电解降负荷，缓慢调整（开大）氯气压缩机回流阀，保持氯气压缩机回流量和系统压力稳定；
- c) 当系统负荷降至 40%时，撤出一台氯气压缩机；
- d) 根据生产负荷，调整氯气冷却系统冷冻水流量，氯气干燥系统浓硫酸加入量，保持指标正常。
- e) 氯化氢合成单元停车后，氯气切至氯气液化单元；
- f) 当氯气流量继续降低，无法满足指标要求，氯气由液化切至事故氯气处理，并打开氯气压缩机进口氮气，稳定氯气压缩机回流量和系统压力；
- g) 电解单元停车完成，氯气完全撤出氯气处理系统，氯气压缩机空载运行 1 h 后停止运行，同时关闭氯气压缩机冷却器循环水，停循环水回水泵；
- h) 停浓硫酸供料泵，氯气干燥系统停止浓硫酸进料；
- i) 关闭氯气干燥系统硫酸冷却器用冷冻水，泡罩塔和填料塔（二合一干燥塔）控至低液位后，停泡罩塔循环泵，停填料塔循环泵；
- j) 关闭氯气冷却系统循环水和冷冻水，氯气洗涤塔控至低液位后，停氯气洗涤塔循环泵。

5.2.5.2 氯气压缩器一台撤出系统（撤出机组为 A，运行机组为 B）

- a) 逐渐关小氯气压缩机 A 进口阀，进口导叶阀自动控制压力微正压。根据氯气压缩机 A 进口压力，缓慢开大机组回流阀，关小氯气去分配台压力调节阀，使其负荷缓慢降低；
- b) 待氯气压缩机 A 进口阀门开至 5%~10%，缓慢关闭氯气去分配台压力调节阀，同时开大去事故氯气处理阀，阀门切换过程中保持出口压力稳定；
- c) 氯气压缩机 A 出口阀关闭后，中控关闭其进口阀，联系现场操作人员氯压机进口缓慢充入氮气，全开氯气压缩机 A 回流阀，调整去事故氯气处理阀跑氯阀，使氯气压缩机 A 出口压力至 40KPa 左右；
- d) 氯气压缩机 A 撤出系统时，注意氯气压缩机 B 进出口压力，通过调整氯气压缩机 B 回流阀，使其负荷稳定；
- e) 氯气压缩机 A 切出系统后，主机空载运行 1 h，无异常，停主机，去事故氯气处理阀自动开启泄压。

5.3 氢气处理单元

5.3.1 开车准备工作

开车准备工作应按以下要求执行：

- a) 检查氢气洗涤冷却器、I段冷却器、II段冷却器，小量通入冷却水循环，且保证循环正常；
- b) 氢气洗涤塔内补充脱盐水，启泵进行内循环；
- c) 冷凝水收集槽补充脱盐水至 50%液位，水雾分离器内补充脱盐水至溢流；
- d) 氢气系统置换完成：

——氢气系统置换时应使用惰性气体，惰性气体氧含量不得超过 3%，氢气系统置换应至少连续三次分析，氧气含量应 $\leq 0.5\%$ ，氢气含量 $\leq 0.4\%$ 时置换合格；

——关闭氢气总管切断阀，打开氢气压缩机进出口阀、回流阀、氢气分配台放空阀门、关闭氢气分配台去合成工序阀门。在氢气洗涤塔前和氢压机进口充入氮气，氮气经氢气洗涤塔、氢气压缩机、氢气冷却器、水雾捕沫器、氢气分配台由排空管排空，排空管处取样分析。

e) 检查氢气压缩机具备启动条件：

——向机组气液分离器注入脱盐水至 50%液位。

——确认机组润滑和冷却良好：

检查减速机油质、油位合格；确认减速机冷却系统循环水正常循环；确认机械密封冲洗系统机封水供水正常；工作液冷却器循环水正常循环。

——确认各仪表根部阀门均已打开。

——压缩机盘车：

压缩机按运行方向在联轴器处盘车三周，确认均匀灵活无异常响动，无卡涩。

——点动电机检查压缩机转动方向正确。

5.3.2 开车操作

5.3.2.1 开车操作应按以下步骤进行：

- a) 按照氢气压缩机的启机程序启动压缩机，空载运行 1 h，检查压缩机的运行状态均处于正常状态；
- b) 联系电解单元送氢气，缓慢开大氢气压缩机进口调节阀，根据氢气总管压力调整机组回流阀和氢气系统大回流阀开度，保持氢气总管压力和氢气分配台压力稳定；
- c) 随系统压力上涨，逐步关闭氢气洗涤塔进口充氮气调节阀和氢气压缩机充氮气阀；
- d) 确认氮气阀关闭 30 min 后，在氢气分配台处取样分析氢气纯度，合格后送氯化氢处理单元；当生产负荷达到 40%，并入另一台氢气压缩机。

5.3.2.2 氢气压缩机启机操作

a) 确认氢气压缩机各项开机条件满足；

b) 检查氢气压缩机处于正确的开关状态：

——全开氢气压缩机进口手阀，关闭进口调节阀和出口手阀；

——全开氢气压缩机回流阀手阀、回流调节阀及前后手阀；

——全开氢气压缩机回流阀的旁路手阀。

c) 启动压缩机：

——缓慢开氢气洗涤塔进口氮气调节阀和氢气压缩机进口调节阀，氮气进入氢气压缩机；

——通过关小氢气压缩机回流旁路阀和调节阀，控制氢气压缩机进口微正压，出口到指标压力。

d) 检查压缩机运行状态：

——工作液温度在指标范围内；

——压缩机绕组温度和轴承温度无异常；

——齿轮箱振动值无异常；

——压缩机无异响、无喘振现象；

——检查氢气压缩机电流是否正常。

5.3.2.3 氢气压缩机并机操作

- a) 备用氢气压缩机已启动运行，检查无异常；
- b) 缓慢全开备用氢气压缩机出口手阀后，关闭备用机组进口充氮阀，氢气进入备用氢气压缩机；
- c) 关小备用氢气压缩机回流手阀和调节阀，调节备用氢气压缩机进出口压力与运行机组一致；
- d) 再缓慢关小原运行氢气压缩机进口调节阀，开大备用氢气压缩机进口调节阀，平衡两台机组负荷；
- e) 同时缓慢打开原运行氢气压缩机的回流调节阀，保持系统压力稳定；
- f) 最终调整至两台氢气压缩机进口调节阀开度一致，进出口压力接近，备用氢气压缩回流手阀关闭。

5.3.3 正常生产操作

正常生产操作应按以下要求执行：

- a) 工艺指标精准控制在合格范围内；
- b) 根据生产负荷及时调整系统压力、温度等参数；
- c) 检查氢气压缩机运行状况；
- d) 定时记录各原始数据。

5.3.4 岗位巡检及注意事项

5.3.4.1 岗位巡检

岗位巡检内容见表11，企业可根据自身实际情况对巡检内容进行调整。

表 11 氢气处理单元岗位巡检检查标准指导表

序号	巡检点位	巡检频次	巡检内容
1	静设备	企业规定巡检频次	1) 设备、管道、法兰、阀门等有无跑冒滴漏。 2) 设备管道保温完好正常，管道设备无腐蚀。 3) 检查各冷却设备冷凝情况是否正常。 4) 检查设备是否存在内漏情况。 5) 检查现场设备压力、流量、温度、液位显示是否正常。 6) 检查安全设施等是否完好。 7) 检查现场是否符合要求。 8) 检查公用工程系统压力、温度等是否符合要求。
4	泵类	企业规定巡检频次	1) 检查泵润滑油的油位油质，泵是否有异常情况。 2) 检查泵的机封水供应是否正常。 3) 检查泵的电流。 4) 检查泵的运行情况，电机转动情况。 5) 检查电机及泵的振动是否正常。 6) 检查泵出口压力，有无气蚀现象，是否失压。 7) 电机及泵运转的声音、轴承温度，有无异味。 8) 各类附件是否完整。 9) 地脚螺栓有无松动。 10) 密封点有无泄漏。 11) 检查机泵进出口管线排尽是否关闭。 12) 检查机泵进出口管线法兰防护是否正常。 13) 检查机泵进出口管线保温是否正常。
6	氢气压缩机	企业规定巡检频次	1) 检查压缩机振动值在正常范围内，无异常的振动和噪声。 2) 检查压缩机的运行声音平稳均匀，无刺耳、摩擦或撞击声。

			3) 检查进出口压力符合工艺要求。 4) 监测压缩机各部位的温度无异常，包括机身、轴承、减速机、电机等。 5) 检查机械密封冲洗系统供水压力正常。 6) 检查压缩机润滑脂的无变质情况。 7) 定期对油品的水分和杂质等进行常规分析。 8) 定期排放积存在油箱底部的水和油泥。
7	装置及平台报警仪	企业规定巡检频次	1) 检查有无有毒有害气体泄漏检测报警。 2) 检查有无可燃气体泄漏检测报警。 3) 出现报警立即检查和处理。

5.3.4.2 巡检注意事项

巡检时应严格执行以下要求：

- a) 监控岗位数据和报警，并做好记录；
- b) 按照巡回检查制度，填写巡检记录，发现异常情况及时汇报，并进行故障排查；
- c) 严禁未经审批，解除联锁和拆除安全附件；
- d) 常规跑冒滴漏检查，应注意气温变化后的检查和系统开停车之后的检查，以及投运的检查；
- e) 运转设备检查，除常规检查外，应特别注意运行电流、高温天气运行设备温度的检查，防止跳停；
- f) 按规定做好个人劳动防护用品佩戴；
- g) 进入易燃易爆区前，应触摸静电消除仪消除静电；
- h) 进入易燃易爆区，不应携带非防爆通讯工具，具备条件可携带可燃气体监测仪进行巡检；
- i) 巡检时注意中控和现场配合，判断流量、压力、温度等远传与现场是否显示一致；
- j) 检查有无有毒有害、可燃气体泄漏检测报警，出现报警，立即排查和处理。

5.3.5 正常停车操作

5.3.5.1 停车操作应按以下要求执行：

- a) 接到上下游装置相关岗位、调度等的停车通知，做好停车准备；
- b) 随着电解降负荷，氢气总管压力逐步降低，调大氢气压缩机回流阀和氢气系统大回流阀保持系统压力稳定；
- c) 当系统负荷降至 40%时，撤出一台氢气压缩机；
- d) 根据生产负荷，调整氢气冷却系统冷冻水流量，保持指标正常；
- e) 氯化氢合成单元停车后，氢气在分配台排空；
- f) 当氢气流量继续降低，无法满足指标要求，打开氢气压缩机进口氮气，稳定系统压力；
- g) 电解单元停车完成，氢气完全撤出氢气处理系统，氢气压缩机空载运行 1 h 后停止运行，同时关闭氢气压缩机工作液冷却器循环水，关闭机械密封水，待减速机温度下降到室温后，关闭减速机循环冷却水；
- h) 关闭氢气冷却系统循环水和冷冻水，氢气洗涤塔控至低液位后，停氢气洗涤塔循环泵。

5.3.5.2 氢气压缩机一台撤出系统（撤出机组为 A，运行机组为 B）

- a) 根据负荷降低，缓慢关小氢气压缩机 A 进口调节阀，并缓慢开大氢气压缩机 A 回流调节阀；

- b) 操作过程中氢气压缩机 A 进口压力稳定，出口压力缓慢下降；
- c) 操作过程中调节氢气系统大回流调节阀，保持系统压力稳定；
- d) 至氢气压缩机 A 进口调节阀关闭，关闭氢气压缩机出口阀，全开回流调节阀和手动阀，氢气压缩机 A 撤出系统；
- e) 氢气压缩机空载运行 1 h 后停机。

5.4 事故氯处理单元

5.4.1 开车准备工作

准备工作应确认以下事项：

- a) 外供条件已满足本装置开车条件；
- b) 现场所有机泵机封水供应正常，设备电机已点动并能正常运行；
- c) 现场换热器的循环水已供应；
- d) 所有阀门状态正常，且阀门信号正常；
- e) 次钠循环槽和配碱循环槽中配置 15%~18%的碱液，液位至 75%。

5.4.2 开车操作

开车操作步骤如下：

- a) 启动吸收塔循环泵和尾气塔循环泵，频率设定 30 Hz；
- b) 全开风机出口补气阀，启动风机，再打开风机进口阀门。系统稳定后，将补气阀打至自动，控制事故氯气总管压力在 $-1.5\text{ kPa}\pm 0.5\text{ kPa}$ ；
- c) 观察进塔循环液温度，控制循环液温度在 $18\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间。

注：本工序的开车必须在电解送电前完成。

5.4.3 正常生产操作

正常生产操作应按以下要求执行：

- a) 工艺指标精准控制在合格范围内；
- b) 定期分析循环液中游离碱和有效氯含量，当有效氯 $\geq 10\%$ ，游离碱含量 0.1%~1.0%，立即切换次氯酸钠循环槽。
- c) 定时记录各原始数据。

5.4.4 岗位巡检及注意事项

5.4.4.1 岗位巡检

岗位巡检内容见表12，企业可根据自身实际情况对巡检内容进行调整。

表 12 事故氯气处理单元岗位巡检检查标准指导表

序号	巡检点位	巡检频次	巡检内容
1	静设备	企业规定巡检频次	1) 设备、管道、法兰、阀门等有无跑冒滴漏。 2) 设备管道保温完好正常，管道设备无腐蚀。 3) 检查各冷却设备冷凝情况是否正常。 4) 检查设备是否存在内漏情况。 5) 检查现场设备压力、流量、温度、液位显示是否正常。

			6) 检查安全设施等是否完好。 7) 检查现场是否符合要求。 8) 检查公用工程系统压力、温度等是否符合要求。
2	泵类	企业规定巡检频次	1) 检查泵润滑油的油位油质，泵是否有异常情况。 2) 检查泵的机封水供应是否正常。 3) 检查泵的电流。 4) 检查泵的运行情况，电机转动情况。 5) 检查电机及泵的振动是否正常。 6) 检查泵出口压力，有无气蚀现象，是否失压。 7) 电机及泵运转的声音、轴承温度，有无异味。 8) 各类附件是否完整。 9) 地脚螺栓有无松动。 10) 密封点有无泄漏。 11) 检查机泵进出口管线排尽是否关闭。 12) 检查机泵进出口管线法兰防护是否正常。 13) 检查机泵进出口管线保温是否正常。
3	装置及平台报警仪	企业规定巡检频次	1) 检查有无有毒有害气体泄漏检测报警。 2) 检查有无可燃气体泄漏检测报警。 3) 出现报警立即检查和处理。

5.4.4.2 巡检注意事项

巡检时应严格执行以下要求：

- a) 监控岗位数据和报警，并做好记录；
- b) 按照巡回检查制度，填写巡检记录，发现异常情况及时汇报，并进行故障排查；
- c) 严禁未经审批，解除联锁和拆除安全附件；
- d) 常规跑冒滴漏检查，应注意气温变化后的检查和系统开停车之后的检查，以及投运的检查；
- e) 运转设备检查，除常规检查外，应特别注意运行电流、高温天气运行设备温度的检查，防止跳停；
- f) 按规定做好个人劳动防护用品佩戴；
- g) 巡检时注意中控和现场配合，判断流量、压力、温度等远传与现场是否显示一致；
- h) 检查有无有毒有害、可燃气体泄漏检测报警，出现报警，立即排查和处理。

5.5 异常紧急停车条件

发生下列情况时，岗位人员应以最快的速度安全停车：

- a) 现场仪表气中断；
- b) 现场氮气中断；
- c) 氯气压缩机发出故障信号；
- d) 氢气压缩机发出故障信号；
- e) 现场循环水中断；
- f) 现场出现大量氯气泄漏；
- g) 现场出现大量氢气泄漏；
- h) 生产系统失电时；
- i) 接到上级指令时。

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 氢气压缩机电机电流、工作液温度、工作液流量和进出口压力平稳，无较大波动。

6.1.2.2 温度、压力、液位、流量等工艺运行指标在控制范围。

6.1.2.3 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。

6.1.2.4 设备活动部件要润滑良好。

6.1.2.5 各种静止类设备如洗涤塔、干燥塔、换热器等运行是否正常。

6.1.2.6 氯气压缩机电机电流、氯气温度、回流流量和进出口压力平稳，无较大波动。

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 设备的定期检查

6.2.1 压缩机的定期检查

压缩机预防性检查维护分为日常检查、定期检查、全面检查，预防性检查维护需结合氯气压缩机具体情况，从工艺、设备、电气仪表专业制定检查表并实施查，确保各保护层正常运行，具体检查内容及要求详见表13。

表 13 压缩机检查指导表

检查部位	检查周期	检查内容
日常检查	氯气压缩机日常检查，根据运行情况，按巡检频次进行巡回检查。	1) 检查减速机运行指标：温度、水平振动、垂直振动。 2) 检查压缩机前、后端轴承温度。 3) 检查机封是否完好，无渗漏。 4) 检查电机，包括电机前端温度、水平振动、垂直振动。 5) 检查电机电流是否在额定范围内。 6) 检查油泵是否泄漏，有无其他异常现象。 7) 检查压力表有无破损、超压。 8) 检查温度计有无破损、超温。 9) 检查安全阀铅封是否完好。 10) 检查电磁阀，液位计是否完好。 11) 检查远传探头、接线有无损坏。 12) 检查密封气流量，换热器有无泄漏。
	氢气压缩机日常检查，根据运行情况，按巡检频次进行巡回检查。	1) 检查减速机运行指标：温度、水平振动、垂直振动。 2) 检查压缩机轴承温度、绕组温度。 3) 检查电机的温度、水平振动、垂直振动。 4) 检查油封处是否泄漏，有无其他异常现象。 5) 检查机封是否完好，无渗漏。 6) 检查压力表有无破损、超压。 7) 检查温度计有无破损、超温。 8) 检查安全阀铅封是否完好。 9) 检查电磁阀，液位计是否完好。 10) 检查远传探头、接线有无损坏。
全面检查	压缩机的全面检查，应结合系统大修时进行。	1) 包含日常检查的全部项目。 2) 检查联轴器对中情况。 3) 检查润滑油油质情况。 4) 检查地脚螺栓及其他紧固螺栓有无松动。 5) 检查电机润滑情况。 6) 检查列管式换热器运行情况。 7) 检查校对压力表、温度表是否准确。检查联轴器磨擦情况。 8) 检查减速机使用情况。 9) 检查叶轮有无磨损、变形、腐蚀、结垢。 10) 检查轴有无磨损、变形、弯曲、裂纹等。 11) 检查轴承有无磨损、腐蚀。 12) 检查机封有无磨损、变形、腐蚀。 13) 检查前、后端盖有无磨损、变形、结垢。

6.2.2 离心泵的定期检查

离心泵的定期检查分为日常检查、全面检查，具体从工艺、电气仪表、设备专业制定检查表并定期检查，确保各设备正常运行。具体检查内容及要求详见表14（各企业可根据实际情况进行调整或补充）。

表 14 离心泵检查指导表

检查部位	检查周期	检查内容
日常检查	离心泵日常检查，根据运行情况，按巡检频次进行巡回检查。	1) 检查离心泵油位，应保持在油标 1/2 - 2/3 刻度线之间；润滑油油质清洁无乳化、变色现象。 2) 确认安全防护设施（如防护罩、栏杆等）完好无缺失，固定牢固，能有效发挥防护作用。 3) 查看离心泵连接的管道、法兰、阀门等密封处，有无介质泄漏现象。 4) 检查运行工艺参数（压力、流量、温度、转速、电流等）是否在规定范围内；对比现场仪表和远传仪表显示数值，确保数据一致；对于无现场显示仪表的点位，使用专业工具（如便携式检测仪、测温仪等）进行测量对比。 5) 确认安全阀、压力表、温度计等安全附件完好无损，且处于投用状态；压力表根部阀全开，安全阀铅封完整，无超期未校验情况。 6) 用测振仪检测轴承座、泵体振动值，振动值在标准范围内；监听运行声音，无摩擦、气蚀或撞击声。 7) 清理设备周围杂物，确保通风良好，无积油、积水影响散热。
全面检查	离心泵的全面检查，应在系统停车后进行。	1) 检查密封组件，更换密封填料。 2) 检查联轴器及驱动机与泵的对中情况。 3) 检查清理冷却水和润滑等系统。 4) 处理运行中出现的一般缺陷。 5) 检查修理密封组件。 6) 检查叶轮，摩擦环、密封架等是否腐蚀损坏。 7) 检查清理轴承、油封等，测量、调整间隙。 8) 检查校正轴的直线度。 9) 检查泵体、基础、地脚螺栓、管线支撑的各项情况，是否正常可靠。

6.2.3 塔类设备的定期检查

塔类设备的定期检查分为日常检查、全面检查，具体从工艺和设备专业制定检查表并定期检查，确保设备正常运行。具体检查内容及要求详见表15（各企业可根据实际情况进行调整或补充）。

表 15 塔类设备检查指导表

检查部位	检查周期	检查内容
日常检查	塔类设备的日常检查，根据运行情况，按巡检频次进行巡回检查。	1) 设备密封性 ——用便携式氯气检测仪检测塔顶、塔底、法兰、人孔等部位，氯气浓度≤ 1 ppm；负压塔体用肥皂水查漏，发现气泡及时处理；用便携式氢气检测仪检测塔顶、塔底、法兰、人孔等部位，氢气含量$\leq 1\%Vol$； ——检查塔体与管道连接垫片，无老化、破损现象。 2) 设备外观 ——观察塔体防腐涂层，对锈蚀部位及时除锈防腐。 ——检查塔体支撑结构及地脚螺栓，确保牢固无松动、变形、开裂。 3) 监控各塔进出口液位、压力、温度、流量等指标在控制范围内。 4) 仪表 ——检查压力表、温度计等仪表显示、指针灵活性及刻度清晰度，确认在校验有效期内。
全面检查	塔类设备的全面检查，应在系统停车后进行。	1) 塔体结构 ——进入塔内检查内部腐蚀、磨损、变形情况，用测厚仪测量塔体壁厚，壁厚减薄超设计值 20% 时评估修复或更换。 ——检查填料干燥塔填料层，清理杂质结垢，更换损坏严重的填料。 ——检查泡罩干燥塔泡罩、升气管，修复或更换变形、腐蚀、堵塞部件。

		2) 密封部件 ——拆卸法兰垫片，检查材质、尺寸及磨损情况，全部更换新垫片。 ——检查阀门密封面，对密封不佳的阀门研磨修复或更换。 3) 仪表 ——将仪表送有资质机构全面校验，粘贴标签并记录数据。
--	--	--

6.2.4 压力容器、压力管道的定期检查

压力容器、压力管道的定期检查分为日常检查、月度检查、定期定级检查，日常检查一般有岗位人员、工序管理人员参加。月度检查一般由工序、工艺、电气、仪表、设备、安全等专业联合开展检查。压力容器应按照TSG 21进行定期定级检测。具体检查内容及要求详见表16（包括但不限于以下内容）。

表 16 压力容器、压力管道检查指导表

检查类别	检查周期	检查内容
日检	日常检查，根据运行情况，按巡检频次进行巡回检查。	1) 压力容器、压力管道本体、接口部位、焊接接头是否有裂纹、过热、变形、泄漏、损伤、腐蚀等。 2) 保温层有无损伤、脱落。 3) 与压力容器与相邻管道或构件有无异常振动、响声或相互摩擦等。 4) 支撑或支撑座有无损坏、基础有无下沉、倾斜、开裂、紧固件是否齐全、完好； 5) 排放装置是否完好。 6) 运行期间是否有超温、超压、超量等现象。 7) 设备接地装置是否符合要求。
月检	每月	1) 安全检验合格标志的完好性。 2) 日检记录的完好性。 3) 安全状况为 4 级的压力容器的监控措施执行情况和有无异常情况。 4) 安全附件（压力表、液位计、温度计、爆破片装置和安全阀的检查和校验）是否完好灵敏。 5) 液面波动部位、气体、液体进口冲刷部位、汽液分布器及相邻部位筒体部位检测壁厚。
定期检验	定级	1) 压力容器安全管理情况检查内容： ——压力容器安全管理制度和安全操作规程，运行记录是否齐全真实。压力容器台帐是否与实际相符； ——压力容器图样、使用登记证、产品质量证明书、使用说明书、监督检验证书、历年检验报告以及维修、改造资料等建档资料是否齐全且符合要求； ——压力容器操作人员是否持证上岗； ——上次检验、检查报告中存在的问题是否解决。 2) 压力容器本体及运行情况的检查内容： ——压力容器铭牌、漆色、标志以及喷涂的使用证号码是否符合有关规定； ——压力容器本体、接口（阀门、管路）部位、焊接接头是否有裂纹、过热、变形、泄漏、损伤等； ——外表有无腐蚀，有无其它异常现象； ——保温层有无损伤、脱落、潮湿、跑冷； ——设备本体上检测孔、信号孔有无泄漏，是否通畅。 3) 与压力容器与相邻管道或构件有无异常振动、响声或相互摩擦等： ——支撑或支撑座有无损坏、基础有无下沉、倾斜、开裂、紧固件是否齐全、完好； ——排放装置是否完好； ——运行期间是否有超温、超压、超量等现象； ——设备接地装置是否符合要求； ——安全状况为 4 级的压力容器的监控措施执行情况和有无异常情况； ——快开门式压力容器是否有安全联锁功能及功能是否符合要求。

6.3 检修维护

6.3.1 日常维护

6.3.1.1 应建立日常操作巡回检查制度，巡回检查中应认真做到“五查”（查工艺指标，查设备，查安全附件，查是否有跑、冒、滴、漏，查是否有事故隐患。）并做好日常检查记录，对关键设备应建立专项巡检制度，开展专项检查和进行记录。巡检中发现的问题，能处理的及时处理，不能处理的按检修流程进行上报并按要求录入隐患台帐。

6.3.1.2 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。对大型设备、关键设备、成套设备应逐台建立保养记录。

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，如建立离心泵、片碱机、真空泵、浓缩器等检修规程。

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。

附 录 A
(资料性)
异常工况及处置措施

表A.1～表A.3给出了氯氢处理各单元异常工况及处置措施，包括但不限于以下内容，企业可根据自身工艺情况进行调整。

表 A. 1 氯气处理单元不正常现象及处理方法

序号	不正常现象	原因	处理方法
1	出氯气洗涤塔氯气温度高	1) 气体走短路。 2) 冷却器堵塞。 3) 循环水温不合格或循环水的循环流量不足。	1) 重新填装填料。 2) 清理冷却器。 3) 调整循环水温度或增加循环水流量。
2	水雾分离器压差增大。	1) 氯气冷却器温度控制较低。	1) 定期检查维护水雾分离器。 2) 分析进料硫酸浓度，控制 96%以上。 3) 及时检修换热器。 4) 4h 分析一次填料干燥塔（二合一干燥塔）硫酸浓度，根据分析结果及时换酸。
3	出填料干燥塔（二合一干燥塔）硫酸浓度低。	1) 水雾分离器效果差。 2) 进料硫酸浓度低。 3) 换热器漏水。 4) 填料干燥塔换酸不及时。	1) 检查进泡罩塔硫酸浓度和出填料塔硫酸浓度（检查二合一干燥塔循环硫酸浓度），不合格及时更换。 2) 注意调节硫酸量。 3) 降低填料塔循环酸温。 4) 加强氯气冷却。 5) 重新分析。 6) 停车检修。
4	氯气中含水超过规定指标	1) 干燥用硫酸浓度低。 2) 加酸量太小或硫酸断流。 3) 泡罩塔出口氯气温度高。 4) 进塔氯气温度高含水量大。 5) 分析或取样有误差。 6) 泡罩脱落，降液管脱落。	1) 清理压缩机进口管道滤网。 2) 疏通氯气冷却器。 3) 检修去事故氯气处理阀门。 4) 调整压缩机自身回流量。 5) 定期校验压力表。
5	压缩机进口压力低。	1) 进口滤网堵塞。 2) 氯气冷却器堵塞。 3) 压缩机前事故氯气处理阀门泄漏。 4) 压缩机自身回流量低，补气量不足。 5) 压力表失灵。	1) 联系电解工序检查。 2) 检查并处理漏气阀门。 3) 复样核查。

表 A. 2 氢气处理单元不正常现象及处置措施

序号	不正常现象	原因	处理方法
1	出氢气洗涤塔氢气温度高。	1) 气体走短路。 2) 冷却器堵塞。 3) 循环水温不合格或循环水的循环流量不足。	1) 重新填装填料。 2) 清理冷却器。 3) 调整循环水温度或增加循环水流量。
2	氢气压力不稳定	1) 设备、管道积水。 2) 仪表反馈异常。	1) 重新填装填料。 2) 清理冷却器。
3	氢气压缩机出口	1) 管路系统（包括泵）漏气。 2) 进气部分管路堵。	1) 查漏、堵漏。 2) 查出堵塞点并疏通。

序号	不正常现象	原因	处理方法
	压力低	3) 循环液供给不足。 4) 电解供气压力低。	3) 增加工作液液量。 4) 联系电解并作调整。
4	氢气纯度降低	1) 出槽氢气纯度低。 2) 氮气阀门内漏。 3) 分析不准确。	1) 联系电解工序检查。 2) 检查并处理漏气阀门。 3) 复样核查。

表 A.3 事故氯气处理单元不正常现场及处理措施

序号	不正常现象	原因	处理方法
1	冷却器出口循环液温度高	1) 冷却器用循环水量少。 2) 冷却器用循环上水压力不够。 3) 循环上水温度高。	1) 联系升高循环上水压力。 2) 调整循环水温度或增加循环水流量。
2	反应温度上升	1) 循环液中含碱量小。 2) 冷却器冷却效果差。	1) 启用新的循环液。 2) 检查冷却器是否堵塞或加大循环水量。
3	大量氯气外溢	1) 无过碱量。 2) 阀门管道泄漏。 3) 循环泵跳停。	1) 立即换新循环液或配置新碱液。 2) 用氨水检查管道阀门并采取措施。 3) 立即启动备用循环泵。
4	循环液溶液中，析盐量多。	1) 氯气温度过高。 2) 过碱量太低。 3) 碱液浓度太高。	1) 控制循环液温度在指标内。 2) 切换循环槽。 3) 控制配碱浓度在 15%~18%。
5	循环液变棕红色。	1) 原料碱含铁量高。 2) 氯气温度太高，引起次氯酸钠分解。	1) 检查原料碱含铁量。 2) 控制循环液温度。

附录 B

(资料性)

职业健康、安全、环境保护要求

离子膜法烧碱生产氯氢处理工序涉及到危险化学品有烧碱、氯气、氢气、次氯酸钠以及硫酸，具有腐蚀性、刺激性、易燃易爆等特性，生产过程中要严格按照职业健康、安全、环境保护要求进行管理，避免产生职业危害和发生安全事故。

B.1 氢氧化钠安全保护要求

B.1.1 危险化学品的潜在特性

烧碱是一级无机碱性腐蚀物品，危规编号95001，具有极强的腐蚀性，不但能腐蚀金属、设备、厂房，还能破坏纤维，毁坏有机组织，侵蚀皮肤、衣服，严格注意安全保护。

B.1.2 安全标识

在存在氢氧化钠安全隐患的部位，必须设置醒目的安全标志，如“腐蚀性物品”“当心灼伤”等，同时采取必要的防护措施，提醒人员注意安全。

B.1.3 安全生产要求

B.1.3.1 运行操作人员必须按操作规程进行操作，不得擅自变动操作条件和方法。

B.1.3.2 进入生产区域必须戴化学安全防护眼镜，穿戴好劳保用品及防护手套。

B.1.3.3 安全第一，预防为主，所有设备、管道都应固定牢靠，避免振动造成设备、管道破裂、损坏、使碱液喷出伤人。

B.1.3.4 阀门、容器、管道锈蚀泄漏，法兰、螺丝松动，应立即处理消除隐患。

B.1.3.5 厂房的地沟必须设有牢靠的盖板，并保持经常盖好。

B.1.3.6 对设备、管道对重要阀门、仪表和安全装置应按时进行巡回检查，消除跑、冒、滴、漏，发现问题及时上报，紧急情况下可停止系统（或设备）处理。

B.1.3.7 生产需要或检修期间必须办理相关作业审批手续。

B.1.4 事故的现场急救

B.1.4.1 液碱或含碱液体溅入眼内，应立即用大量清水冲洗 20 min~30 min，严重者及时就医。

B.1.4.2 皮肤接触烧碱，应立即脱去被污染衣物，用大量清水冲洗 20 min~30 min，严重者送医诊治。

B.1.4.3 如遇触电事故，应立即切断电源，将触电者移至空地。

B.1.5 环境保护

B.1.5.1 产生的废碱的综合利用

废碱送至一次盐水工序，用于盐水精制。

B.1.6 三废处理及排放

排放标准参照GB 15581执行。

B.2 氯气安全保护要求

B.2.1 危险化学品的潜在特性

氯气属于剧毒气体，危规编号23002，具有强烈的刺激性和腐蚀性。其气体对眼、呼吸道黏膜有严重刺激作用，高浓度时可引起肺水肿甚至死亡；液氯能造成皮肤严重灼伤，同时对金属有腐蚀作用，可损坏设备、厂房等。在使用和储存过程中，必须严格做好安全防护。

B.2.2 安全标识

在氯气氯气处理区域，应设置符合国家标准剧毒气体“禁止靠近”“必须佩戴防毒面具”等醒目的安全标志。同时，配备相应的防护器材，如防毒面具、空气呼吸器等，并确保其完好可用。

B.2.3 安全生产要求

B.2.3.1 运行操作人员必须经过专业培训，熟悉氯气的特性及操作规程，严格按规程进行操作，严禁擅自更改操作条件和方法。

B.2.3.2 坚持安全第一、预防为主的原则，所有氯气设备、管道必须固定牢固，定期检查连接处的密封性，防止因振动、老化等导致氯气泄漏。

B.2.3.3 若发现阀门、容器、管道出现泄漏，法兰、螺丝松动等情况，应立即停止相关操作，疏散周围人员，在确保安全的前提下进行处理，消除隐患。

B.2.3.4 对氯气设备、管道、重要阀门、压力表、液位计等仪表及安全装置，应制定严格的巡回检查制度，及时消除跑、冒、滴、漏现象，发现问题立即上报，紧急情况下可停止系统（或设备）运行并进行处理。

B.2.3.5 生产需要或检修期间必须办理相关作业审批手续。

B.2.3.6 生产区域应配备足够的应急救援器材，如氯气捕消器、应急喷淋装置、洗眼器等，并定期检查其有效性，操作人员需熟悉其使用方法。

B.2.4 事故的现场急救

B.2.4.1 若氯气泄漏导致人员吸入，应立即将受害者转移至空气新鲜处，保持呼吸道通畅。若受害者呼吸困难，应给予氧气吸入；若呼吸停止，应立即进行人工呼吸，并及时送医救治。

B.2.4.2 皮肤接触液氯时，应迅速脱去被污染的衣物，用大量清水冲洗接触部位 20 min~30 min，若有灼伤，及时送医治疗。

B.2.4.3 眼睛接触氯气或液氯，应立即翻开眼睑，用大量流动清水或生理盐水冲洗 20 min~30 min，严重者立即就医。

B.2.5 环境保护

遇氯气泄漏，将泄漏氯气引入事故氯处理单元，同时采用喷雾状水稀释、溶解，构筑围堤或挖坑收容产生的大量废液，废液加亚硫酸钠溶液还原后，送一次盐水工序回用。

B.2.6 三废处理及排放

氯气及相关污染物的排放标准参照GB 15581执行。

B.3 氢气安全保护要求

B.3.1 危险化学品的潜在特性

氢气属于易燃气体，危规编号21001，具有极易燃烧、爆炸极限宽（4.0%~75.6%体积分数）的特性。氢气与空气或氧气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热极易发生爆炸。此外，氢气的密度比空气小，泄漏后会向上扩散，但在密闭空间内易积聚形成爆炸性环境。同时，氢气具有还原性，能与某些金属氧化物发生反应。

B.3.2 安全标识

在氢气处理区域，必须设置符合国家标准的易燃气体“禁止明火”“禁止吸烟”“注意通风”等醒目的安全标志。同时，配备相应的消防器材，如干粉灭火器、二氧化碳灭火器等，并保证其处于完好有效的状态。

B.3.3 安全生产要求

B.3.3.1 运行操作人员必须经过专业的氢气安全知识和操作技能培训，考核合格后方可上岗，严格按照操作规程进行操作，不得擅自更改操作流程和条件。

B.3.3.2 进入氢气处理区域，严禁携带火种、穿带铁钉的鞋子，必须使用防爆工具，禁止产生静电的操作。

B.3.3.3 生产区域内的电气设备、照明设施等必须符合防爆要求，并定期进行检查和维护，确保其防爆性能良好。

B.3.3.4 所有氢气设备、管道的连接必须严密，采用防泄漏的密封材料，避免氢气泄漏。设备、管道应固定牢固，防止因振动、碰撞等导致损坏而引发泄漏。

B.3.3.5 定期对氢气设备、管道、阀门、压力表、安全阀等进行巡回检查，重点检查有无泄漏情况，发现问题及时处理，消除隐患。

B.3.3.6 进行氢气相关的动火作业、进入受限空间作业等，必须办理严格的作业审批手续，作业前需对作业环境进行氢气浓度检测，浓度低于爆炸下限的25%方可作业，同时设置监护人员。

B.3.3.7 生产区域应保持良好的通风，确保氢气泄漏后能及时扩散，降低爆炸风险。通风设备应定期检查和维护，保证正常运行。

B.3.3.8 操作人员应熟悉应急处置措施，生产区域配备氢气泄漏检测仪，当检测仪发出报警时，应立即采取停气、通风等措施，并疏散人员。

B.3.4 事故的现场急救

B.3.4.1 若人员吸入高浓度氢气，出现呼吸困难、窒息等症状，应立即将其转移至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，必要时给予氧气吸入，严重者及时送医救治。

B.3.4.2 若发生氢气泄漏引发火灾，应立即切断气源，若无法立即切断气源，则不得熄灭正在燃烧的氢气，防止形成爆炸性混合物。同时疏散周围人员，启动氢气泄漏事故应急救援预案。

B.3.4.3 如发生氢气爆炸事故，应立即组织人员疏散，对受伤人员进行紧急救治，并上报相关部门，同时采取措施防止二次爆炸。

B.3.5 三废处理及排放

氢气排放应符合相关环保标准，在正常生产情况下，应尽量避免氢气直接排放。确需排放时，需通过专用的放空管进行，放空管应高于周围建筑物，并设置阻火器。

B.4 硫酸安全保护要求

B.4.1 危险化学品的潜在特性

硫酸属于酸性腐蚀品，危规编号81007，具有强烈的腐蚀性、脱水性和氧化性。浓硫酸对皮肤、黏膜等组织有极强的刺激和腐蚀作用，接触后会迅速引起灼伤、碳化；能与许多金属发生反应，产生氢气，存在爆炸风险；与可燃物接触，在高温下可能引发燃烧。此外，硫酸的蒸气或雾可引起结膜炎、结膜水肿、角膜混浊，严重时可导致失明，吸入硫酸雾还会引起呼吸道刺激，重者发生呼吸困难和肺水肿。

B.4.2 安全标识

在硫酸储存、使用等存在安全隐患的区域，必须设置符合国家标准腐蚀品“当心腐蚀”、“必须佩戴防护手套”、“必须穿防护服”等醒目的安全标志。同时，配备应急冲洗设备，如洗眼器、喷淋装置等，并保证其能正常使用。

B.4.3 安全生产要求

B.4.3.1 运行操作人员必须经过专业培训，熟悉硫酸的特性及操作规程，考核合格后方可上岗，严禁擅自改变操作条件和方法。

B.4.3.2 进入生产区域必须穿戴好耐酸防护服、防护手套、化学安全防护眼镜，长发者需将头发盘起并戴上防护帽，严禁裸露皮肤接触硫酸。

B.4.3.3 所有涉及硫酸的设备、管道必须选用耐腐蚀材料制作，并确保连接紧密，安装牢固，定期检查有无腐蚀、泄漏情况，防止硫酸泄漏造成危害。

B.4.3.4 生产区域内的地面、墙面应采用耐腐蚀材料铺设或涂覆，设置的排水沟要畅通，且排水需经过处理后再排放。

B.4.3.5 对硫酸储存设备、输送管道、阀门及相关仪表、安全装置要定期进行巡回检查，及时消除跑、冒、滴、漏现象，发现问题立即上报并处理。

B.4.3.6 进行硫酸相关的检修作业时，必须办理作业审批手续，作业前要对设备进行彻底清洗、置换，检测合格后方可作业，同时安排专人监护。

B.4.3.7 操作人员应熟练掌握应急处置方法，生产区域配备硫酸泄漏处理所需的中和剂（如纯碱、石灰等），当发生泄漏时能及时进行处理。

B.4.4 储存注意要点

硫酸储存设施应符合相关规范，储存环境需干燥、通风良好，远离火种、热源。浓硫酸储罐的充装量不应超过其容积的85%。储罐区应设置围堰，围堰高度应符合要求，防止硫酸泄漏后扩散。同时，浓硫酸储罐应设置氮气保护，防止浓硫酸与空气发生反应影响使用性能，以及延缓储罐内部腐蚀。

B.4.5 事故的现场急救

B.4.5.1 皮肤接触硫酸时，应立即脱去被污染的衣物，用大量流动清水冲洗接触部位至少 30 min，若有灼伤，需及时送医治疗，切勿直接涂抹中和剂。

B.4.5.2 眼睛接触硫酸，应立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 30 min，严重者应立即就医。

B. 4. 5. 3 吸入硫酸雾时，应迅速将患者转移至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，若患者呼吸困难，给予氧气吸入，若呼吸停止，立即进行人工呼吸，并及时送医。

B. 4. 5. 4 若误服硫酸，切勿催吐，应立即让患者饮用大量牛奶或蛋清，并及时送医救治。

B. 4. 6 环境保护

生产过程中产生的含硫酸废液，需进行分类收集，不得随意排放。含硫酸废液可采用中和法进行处理，加入适量的碱，调节pH值至中性后回收至一次盐水工序再利用。

B. 4. 7 三废处理及排放

排放标准参照GB 15581执行。

B. 5 次氯酸钠安全保护要求

B. 5. 1 危险化学品的潜在特性

次氯酸钠属于氧化性液体，危规编号83501，具有强氧化性和腐蚀性。其溶液对皮肤、眼睛和呼吸道黏膜有强烈刺激作用，接触后会灼伤、炎症；与酸接触会释放出有毒的氯气，氯气浓度过高时可导致人员中毒甚至死亡；次氯酸钠还具有漂白性，能损坏衣物、织物等；若与易燃物、还原剂接触，易发生化学反应引发燃烧、爆炸。

B. 5. 2 安全标识

在次氯酸钠生产、储存、使用等存在安全风险的区域，应设置符合国家标准的氧化性物质“当心腐蚀”、“禁止与易燃物接触”等醒目的安全标志。同时，配备应急冲洗设备（如洗眼器、喷淋装置）和防毒面具等防护用品，并确保其完好可用。

B. 5. 3 安全生产要求

B. 5. 3. 1 运行操作人员必须经过专业培训，熟悉次氯酸钠的特性及操作规程，考核合格后方可上岗，严禁擅自更改操作条件和方法。

B. 5. 3. 2 进入生产区域必须佩戴化学安全防护眼镜、防毒口罩，穿戴好耐酸碱劳保用品及防护手套，避免皮肤直接接触和吸入其蒸气。

B. 5. 3. 3 次氯酸钠的生产、输送设备及管道应选用耐腐蚀材料制作，安装固定牢固，定期检查设备、管道的密封性，防止泄漏。

B. 5. 3. 4 操作过程中应避免次氯酸钠与酸、易燃物、还原剂等接触，严禁将其与这些物质混合存放或输送。

B. 5. 3. 5 对生产区域的设备、管道、阀门、仪表及安全装置应定期进行巡回检查，及时消除跑、冒、滴、漏现象，发现问题立即上报并处理。

B. 5. 3. 6 进行次氯酸钠相关设备、管道的检修作业时，必须办理作业审批手续，作业前需对设备进行清洗、置换，检测合格后方可作业，同时安排专人监护。

B. 5. 3. 7 操作人员应熟练掌握应急处置方法，生产区域配备泄漏处理所需的中和剂（如亚硫酸钠），

当发生泄漏时能及时处理。

B. 5.4 储存注意要点

次氯酸钠储存设施应符合相关规范，储存容器应密封完好，选用耐腐蚀材料制作，且不得与酸类、易燃物、还原剂等混储。次氯酸钠溶液储存量不宜过大，储罐的充装量不应超过其容积的85%。储罐区应设置围堰，围堰高度符合要求，防止泄漏后扩散。同时，储罐上应安装液位计、呼吸阀等安全附件，并定期校验。

B. 5.5 事故的现场急救

B. 5.5.1 皮肤接触次氯酸钠时，应立即脱去被污染的衣物，用大量流动清水冲洗接触部位至少 30 min，若有灼伤，及时送医治疗。

B. 5.5.2 眼睛接触次氯酸钠，应立即提起眼睑，用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 30 min，严重者立即就医。

B. 5.5.3 吸入次氯酸钠蒸气或氯气时，应迅速将患者转移至空气新鲜处，保持呼吸道通畅，若患者呼吸困难，给予氧气吸入，若呼吸停止，立即进行人工呼吸，并及时送医。

B. 5.5.4 若误服次氯酸钠，切勿催吐，应立即让患者饮用大量清水稀释，并及时送医救治。

B. 5.6 环境保护

生产过程中产生的含次氯酸钠废液，需进行分类收集，不得随意排放。可送至一次盐水工序，用于盐水精制。

B. 5.7 三废处理及排放

排放标准参照GB 15581执行。

附 录 C
(资料性)
氯氢处理应急处置

C.1 氯气泄露应急处置

C.1.1 制定应急预案或应急处置程序

企业应制定氯气泄漏应急预案或应急处置程序，预案的编制应符合GB/T 29639中的有关内容，定期组织应急人员培训、演练和适时修订。

C.1.2 险情初期

险情初期要求如下：

- a) 险情侦查，佩戴好符合应急处置的个人防护用品如隔绝式防毒服、橡胶手套、过滤式防毒面具（全面罩）等，对现场泄漏位置、泄漏量进行侦查，及时报告。
- b) 有关人员坚守岗位，采取合理的工艺措施，防止事故扩大。
- c) 依据侦查的险情确定采取的对策，同时根据事故大小及性质向上级汇报，并建议是否启动某一级应急预案及上报范围。
- d) 通知现场所有作业立即停止，现场泄漏区域进行警戒处理。

C.1.3 个体防护

个体防护要求如下：

- a) 人员佩戴好安全帽、劳保鞋、橡胶手套、过滤式防毒面具（全面罩）、胶筒。
- b) 现场处置人员除穿戴上述防护用品时，还需穿戴隔绝式防毒服，必要时佩戴正压式空气呼吸器。
- c) 泄漏现场做好警戒。

C.1.4 现场处置

现场处置要求如下：

- a) 事故发生人立即班长报告，班长立即通知当日值班领导；
- b) 中控岗位向车间领导报告；
- c) 车间领导到达现场后初步判断事故可能发展的趋势，再向公司应急指挥总指挥报告，通知应急救援小组。必要时拨打公司应急指挥部办公室值守电话；
- d) 事故需报告的内容有：事发时间、地点、事故状态、人员受伤情况等；
- e) 若泄漏点为氯气洗涤塔氯水循环泵：条件允许时，应立即倒泵运行，并关闭进出口阀门。
- f) 若泄漏点为氯气输送管线或法兰：喷雾状水稀释、溶解，构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水
- g) 进行带压堵漏；必要时降负荷生产或紧急停车。
- h) 若泄漏点为事故氯气处理排空氯气：调节尾气吸收塔出口阀门，保证足够负压；吸收塔次氯酸钠循环槽切槽；查明原因，消除氯气来源。

- i) 对氯气泄漏点引负压管线将泄漏氯气抽入事故氯气处理，减小环境污染。

C.1.5 警戒疏散

警戒疏散要求如下：

- a) 警戒疏散组立即组织现场无关人员疏散至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。
- b) 将氯气泄漏区域设定为危险区，在此范围内，对通往该区域的各道路设立安全警戒区，禁止非救援人员、车辆来往。

C.1.6 人员救护

人员救护要求如下：

- a) 迅速将氯气中毒人员转移至空气新鲜处，保持呼吸道通畅。
- b) 若中毒人员呼吸困难时应吸氧，雾化吸入 2%~4%碳酸氢钠溶液，立即就医。
- c) 若中毒人员呼吸心跳停止时，立即进行人工呼吸和胸外心脏按压术，配合医务人员将伤员送往医院急救。
- d) 对伤重者，应立即与医院取得联系，并详细说明事故地点、严重程度、本公司的联系电话，并派人到路口接应。

C.1.7 扩大应急

若事故不断扩大，部门领导应立即向应急总指挥报告，并请求启动公司综合（氯气泄漏专项）应急预案和向集团应急救援中心报告，请求援助，应启动专项应急预案或综合应急预案，双报备。

C.1.8 消防、医疗救助

必要时，拨打119/120报警，并打开消防通道，接应消防、医疗救护等车辆及外部应急增援力量到来。

C.1.9 环境保护

防止气体通过下水道、通风系统和有限空间扩散。

C.1.10 现场恢复

事故处理结束后，清扫现场，现场可能仍有大量的残余物会对人员安全、生态环境造成危害，因此必须在事故结束后对现场残留物进行洗消和清除。洗消作业以不导致二次事故或二次污染为原则。洗消结束后，分析现场内的空气，质量符合要求后，操作人员方可进入车间检查设备及管道阀门，重新组织开车或经上级同意后恢复生产。

C.1.11 报警系统

企业应在控制中心明显位置张贴调度电话和消防站电话。

- a) 调度电话：XXXXXXXX
- b) 消防站电话：XXXXXXXX

C.1.12 报警形式及内容

报警形式及内容如下：

- a) 通过内线、外线电话等形式报警；

- b) 报警人准确讲明事故发生地点、状况、类型、人员伤害等情况。

C.1.13 注意事项

注意事项如下：

- a) 佩戴个人防护器具方面，氯气泄漏，要戴好隔绝式防毒服、橡胶手套、过滤式防毒面具（全面罩）等，做好自身防护措施，不得盲目施救；
- b) 使用抢险救援器材方面，要根据现场的物质特性选择恰当的应急工具；
- c) 采取救援对策或措施方面，应急救援时，一定要坚持“以人为本”的原则，先抢救受伤人员，要科学救援；
- d) 现场应急处置能力确认和人员安全防护方面，要在确保自身安全和有救援能力的条件下进行；
- e) 应急救援结束后，及时清理现场和与有关的方面沟通处理相关事宜；
- f) 其他需要特别警示是事故发生后，应注意保护好现场，除救援人员外，其他人员不得进入事故现场。

C.2 氢气泄漏/着火应急处置

C.2.1 制定应急预案或应急处置程序

企业应制定氢气泄漏/着火应急预案或应急处置程序，预案的编制应符合 GB/T 29639 中的有关内容，定期组织应急人员培训、演练和适时修订。

C.2.2 险情初期

险情初期要求如下：

- a) 险情侦查，进入现场的人员必须配备个人防护器具(防火防爆)，消除静电，对现场泄漏位置、泄漏量进行侦查，及时报告。
- b) 有关人员坚守岗位，采取合理的工艺措施，防止事故扩大。
- c) 依据侦查的险情确定采取的对策，同时根据事故大小及性质向上级汇报，并建议是否启动某一级应急预案及上报范围。
- d) 通知现场所有作业立即停止，现场泄漏区域进行警戒处理。

C.2.3 个体防护

个体防护要求如下：

- a) 人员佩戴好安全帽、穿防静电工作服、劳保鞋、佩戴正压式空气呼吸器。
- b) 现场处置人员使用防爆手机。
- c) 泄漏现场做好警戒。

C.2.4 现场处置

现场处置要求如下：

- a) 事故发现人立即班长报告，班长立即通知当日值班领导；
- b) 中控岗位向车间领导报告；

- c) 车间领导到达现场后初步判断事故可能发展的趋势，再向公司应急指挥总指挥报告，通知应急救援小组。必要时拨打公司应急指挥部办公室值守电话；
- d) 事故需报告的内容有：事发时间、地点、事故状态、人员受伤情况等；
- e) 若泄漏点为氢气洗涤塔洗涤水循环泵：条件允许时，应立即倒泵运行，并关闭进出口阀门；
- f) 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。
- g) 若氢气放空着火：迅速打开蒸汽阀或氮气阀，充蒸汽或氮气进行灭火，着火期间禁止急停系统，防止负压回火。
- h) 氢气泄漏点在室内时，打开门窗，应加强通风。
- i) 在未分析或分析不合格的情况下，严禁动火处理。

C.2.5 警戒疏散

警戒疏散要求如下：

- a) 警戒疏散组迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。
- b) 为了避免氢气发生积聚达到爆炸浓度，应加强通风。
- c) 将氢气泄漏区域设定为危险区，在此范围内，对通往该区域的各道路设立安全警戒区，禁止非救援人员、车辆来往。

C.2.6 扩大应急

若事故不断扩大，部门领导应立即向应急总指挥报告，并请求启动公司综合(氢气泄漏/着火专项)应急预案和向集团应急救援中心报告，请求援助，应启动专项应急预案或综合应急预案，双报备。

C.2.8 消防、医疗救助

必要时，拨打 119/120 报警，并打开消防通道，接应消防、医疗救护等车辆及外部应急增援力量到来。

C.2.9 环境保护

合理通风，加速扩散。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方。

C.2.10 现场恢复

事故处理结束后，分析现场内的空气，质量符合要求后，操作人员方可进入车间检查设备及管道阀门，重新组织开车或经上级同意后恢复生产。

C.2.11 报警系统

企业应在控制中心明显位置张贴调度电话和消防站电话：

- a) 调度电话：XXXXXXXX
- b) 消防站电话：XXXXXXXX

C.2.12 报警形式及内容

报警形式及内容如下：

- a) 通过内线、外线电话等形式报警；
- b) 报警人准确讲明事故发生地点、状况、类型、人员伤害等情况。

C.2.13 注意事项

注意事项如下：

- a) 佩戴个人防护器具方面，氢气泄漏，要戴防静电工作服，做好自身防护措施，不得盲目施救；
- b) 使用抢险救援器材方面，使用防爆工具；
- c) 采取救援对策或措施方面，应急救援时，一定要坚持“以人为本”的原则，先抢救受伤人员，要科学救援；
- d) 现场应急处置能力确认和人员安全防护方面，要在确保自身安全和有救援能力的条件下进行；
- e) 应急救援结束后，及时清理现场和与有关的方面沟通处理相关事宜；
- f) 其他需要特别警示是事故发生后，应注意保护好现场，除救援人员外，其他人员不得进入事故现场。

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] GB 2894 安全标志及其使用导则
 - [6] GB 7231 工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识
 - [7] GB 11984 化工企业氯气安全技术规范
 - [8] GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则
 - [9] GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范
 - [10] T/CCSAS 026 化工企业操作规程管理规范
-