

国际标准分类号 ICS

中国标准文献分类号 CCS

# 中国石油和化工勘察设计协会团体标准

T/HGJ 10600-2019

---

## 烧碱装置安全设计标准

**Design specification for safety of caustic soda plant**

**2019-07-30 发布**

**2019-10-01 实施**

---

中国石油和化工勘察设计协会发布

## 前 言

本标准根据中国石油和化工勘察设计协会《关于印发2018年第一批协会团体标准制修订计划的通知》（中石化勘设协[2018]74号）的要求，中国石油和化工勘察设计协会负责组织，由中国天辰工程有限公司会同有关单位组成标准工作组共同编制完成。

本标准在编制过程中，标准工作组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，最后经审查定稿。

本标准规定了烧碱装置设计过程中的风险分析、工艺、总平面布置、建（构）筑物、自动控制、电气、电信、设备、设备和管道布置、管道材料、消防、供暖通风与空气调节、个体防护及应急救援设施等安全设计内容。

本标准由中国石油和化工勘察设计协会负责管理，由中国天辰工程有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国天辰工程有限公司（地址：天津市北辰区京津路1号，邮编：300400，电子邮件：techd@cntcc.cn），以便今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主编单位：中国天辰工程有限公司

参编单位：中国成达工程有限公司

上海华谊工程有限公司

中国氯碱工业协会

主要起草人：邓兆敬 程 鹏 李 荣 梁军湘 李大为 唐 瑾 丁晓京 张 鑫 么恩琳  
沈志良 吴崎兵 曾宇峰 何 涛 刘 淼 张红柳 谢 蕊 苏晓妹 张二涛  
汪若梅 严永华 刘清胜 王志明 黎 海 纪维维 郭建岭 赵锡芳 阎锁岐  
王 弢 陈 滨 邓文晖 王连环 姚淑洁 谭中侠 张国辉 张卓然  
主要审查人：袁 军 王淑梅 宗文婷 王雅玲 桑兆虎 胡永强 唐必勇 黄华军 王金良

# 目次

1	总 则	1
2	术语和定义、缩略语	2
2.1	术语和定义	2
2.2	缩略语	2
3	烧碱装置危险有害因素及风险程度	4
3.1	烧碱装置组成	4
3.2	危险化学品分类	4
3.3	生产的火灾危险性类别	5
3.4	过程危险源分析	5
3.5	重大危险源分析	6
4	工艺安全设计	7
4.1	原盐储运及一次盐水	7
4.2	二次盐水、电解、淡盐水脱氯	7
4.3	氯气处理	8
4.4	废氯气处理	8
4.5	氢气处理	9
4.6	液氯	9
4.7	氯化氢合成及盐酸	10
4.8	蒸发及固碱	11
5	总平面布置安全设计	12
5.1	厂址选择	12
5.2	总平面布置	12
5.3	厂区道路	13
6	建（构）筑物安全设计	14
6.1	建（构）筑物火灾危险性分类、耐火等级及防火分区	14
6.2	建（构）筑物安全疏散和建筑构造	14
6.3	建（构）筑物防腐蚀	15
6.4	建（构）筑物结构形式的选择	16
6.5	建（构）筑物装修防火	16
6.6	建（构）筑物抗震设计	16
7	自动控制安全设计	18

7.1	一般规定	18
7.2	过程控制系统	18
7.3	安全仪表系统（SIS）	18
7.4	可燃、有毒气体检测	19
7.5	仪表选型	19
7.6	仪表供电、供气	19
7.7	仪表接地、防雷	20
8	电气安全设计	21
8.1	供、配电系统	21
8.2	环境特征	21
8.3	安全照明设计	23
8.4	防雷、接地设计	23
8.5	整流所	23
8.6	电气设备抗震设计	24
9	电信安全设计	25
9.1	火灾自动报警系统	25
9.2	工业电视监控系统	25
9.3	其他系统的设计	25
10	设备安全设计	26
10.1	设备结构安全设计	26
10.2	材料选择	26
11	设备和管道布置的安全设计	28
11.1	设备布置	28
11.2	管道布置	28
12	管道材料安全设计	30
12.1	盐水系统	30
12.2	碱系统	30
12.3	氢气系统	30
12.4	氯气及液氯系统	30
12.5	硫酸系统	30
12.6	盐酸系统	30
12.7	次氯酸钠系统	30

13 消防安全设计 .....	31
13.1 一般规定 .....	31
13.2 消防用水量 .....	31
13.3 消防设施 .....	31
13.4 消防排水 .....	32
14 供暖通风与空气调节安全设计 .....	33
14.1 供暖 .....	33
14.2 通风与空气调节 .....	33
15 个体防护、应急救援设施设计 .....	35
15.1 个人防护用品配备 .....	35
15.2 应急救援设施 .....	36
本标准用词说明 .....	37
引用标准名录 .....	38
附：条文说明 .....	41

## Contents

1	General provisions.....	1
2	Terms and definitions & Abbreviations .....	2
2.1	Terms and definitions.....	2
2.2	Abbreviations .....	2
3	Caustic soda plant hazardous factors and degree of risk.....	4
3.1	Caustic soda plant unit .....	4
3.2	Hazardous chemicals classification.....	4
3.3	Fire hazard classification.....	5
3.4	Process harzdous analysis .....	6
3.5	Identification of major hazard installations for hazardous chemicals .....	6
4	Process safety design.....	7
4.1	Primary brine & raw salt storage.....	7
4.2	Secondary brine & electrolysis & de-chlorination .....	7
4.3	Chlorine treatment.....	8
4.4	Waste chlorine treatment.....	9
4.5	Hydrogen treatment.....	9
4.6	Liquified chlorine.....	9
4.7	HCl synthesis .....	11
4.8	Caustic soda evaporation.....	11
5	Plant general layout safety design.....	13
5.1	Area planning .....	13
5.2	Plant general layout .....	13
5.3	On-site roads .....	14
6	Construction (structure) safety design.....	15
6.1	Classification of fire hazards & fire resistance class & fire zone.....	15
6.2	Safe evacuation and buliding construction.....	15
6.3	Anti-corrosion design.....	16
6.4	Structural form selection .....	17
6.5	Decoration fire prevention.....	17
6.6	Anti-seismic design .....	17
7	Automatic control safety design.....	19

7.1	General requirement.....	19
7.2	Process control system .....	19
7.3	Safety Instrumented System (SIS) .....	19
7.4	Main interlocking loop .....	20
7.5	Combustible & toxic gas detection .....	21
7.6	Instrument selection .....	21
7.7	Instrument power & gas supply.....	21
7.8	Instrument grounding & lightning protection.....	22
8	Electrical safety design.....	22
8.1	Power supply & distribution system .....	22
8.2	Environmental characteristics .....	23
8.3	Safe lighting design.....	24
8.4	Lightning protection & grounding design.....	24
8.5	Rectifier station .....	24
8.6	Seismic design of electrical equipment .....	25
9	Telecom safety design.....	26
9.1	Fire alarm system .....	26
9.2	Industrial television monitoring system .....	26
9.3	Design of other systems .....	26
10	Equipment safety design .....	27
10.1	Safety design of equipment structure .....	27
10.2	Material selection .....	27
11	Equipment and piping layout safety design.....	29
11.1	Equipment layout .....	29
11.2	Piping arrangement .....	29
12	Piping material safety design .....	31
12.1	Brine system.....	31
12.2	Alkali system.....	31
12.3	Hydrogen system.....	31
12.4	Chlorine gas and liquid chlorine syste.....	31
12.5	Sulfuric acid system .....	31
12.6	Hydrochloric acid system.....	31

12.7	Sodium hypochlorite system .....	31
13	Fire protection safety design .....	32
13.1	General requirement .....	32
13.2	Fire water quantity .....	32
13.3	Fire protection facilities .....	32
13.4	Fire protection drainage .....	33
14	Heating, ventilation and air conditioning safety design .....	34
14.1	Heating .....	34
14.2	Ventilation and air conditioning .....	34
15	Individual protection and emergency rescue facilities design .....	36
15.1	Individual protection equipments .....	36
15.2	Emergency rescue facilities .....	36
	Explanation of wording in this code .....	38
	List of quoted standards .....	39
	Addition: Explanation of provisions .....	41



# 1 总 则

- 1.1 为了加强烧碱建设项目工程设计，应将“安全第一、预防为主、综合治理”的方针贯彻在各专业设计中，通过设计的标准化，使烧碱装置做到安全可靠、技术先进、经济合理，最大限度地降低、减少、削弱危险，实现安全生产，制定本标准。
- 1.2 本标准适用于新建、扩建、改建的离子膜法烧碱装置的安全设计。本标准不适用于氢气充装站和液氯长输管道的安全设计。
- 1.3 烧碱装置安全设计除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和定义、缩略语

### 2.1 术语和定义

#### 2.1.1 本质安全设计 inherently safer design

在设计过程中，采用削减、缓解、替代、简化等手段，使工艺过程及其装备具有内在的能够从根本上防止事故发生的功能。

#### 2.1.2 危险源辨识 hazard identification

根据原材料、中间体、产品的理化性质，设备、设施、工艺流程、装置布置等情况，识别危险源的存在并确定其特性的过程。

#### 2.1.3 过程安全 process safety

防止对人身财产、环境造成严重影响的有害物质或能量的意外释放。

#### 2.1.4 安全完整性 safety integrity

安全仪表系统在规定时段内，在所有规定条件下满足执行要求的仪表安全功能的平均概率。

#### 2.1.5 基本过程控制系统 basic process control system

响应来自过程及其相关设备、其它仪表或控制系统及操作员的输入信号，按过程控制方式运行，产生输出信号，维持过程及其相关设备运行的系统，但它不执行任何具有被声明安全完整性等级大于和等于 1 的仪表安全功能。

#### 2.1.6 安全仪表系统 safety instrumented system

实现一个或几个安全仪表功能的仪表系统。安全仪表系统由测量仪表、逻辑控制器、最终元件及相关软件等组成。

#### 2.1.7 安全仪表功能 safety instrumented function

用一个或多个测量仪表、逻辑控制器、最终元件及相关软件等实现的仪表安全保护功能或仪表安全控制功能，防止减少危险事件发生或保持过程安全状态。

#### 2.1.8 安全完整性等级 safety integrity level

确定安全仪表系统执行安全功能的等级（SIL1~SIL4）。SIL4 是安全完整性高等级，SIL1 是安全完整性低等级。

#### 2.1.9 冗余 redundance

采用二个或多个部件或系统分别执行同一个功能，并且互为备用切换。

#### 2.1.10 分散控制系统 Distributed control system

控制功能分散、操作和管理集中，采用分组网络结构的以计算机为核心的控制系统。

#### 2.1.11 故障安全 fail-safety

安全仪表系统发生故障时，使被控制过程转入预定安全状态。

### 2.2 缩略语

BPCS 基本过程控制系统（Basic process control system）

SIS 安全仪表系统（Safety instrumented system）

DCS 分散控制系统（Distributed control system）

- UPS 不间断电源 (Uninterruptable power supply)
- ESD 紧急停车系统 (Emergency shutdown system)
- SIL 安全完整性等级 (Safety integrity level)
- GDS 可燃气体和有毒气体检测系统 (Gas detection system)

### 3 烧碱装置危险有害因素及风险程度

#### 3.1 烧碱装置组成

3.1.1 烧碱装置主要包括原盐储运、一次盐水、二次盐水、电解、淡盐水脱氯、氯气处理、废氯气处理、氢气处理、氯化氢合成及盐酸、液氯、蒸发、固碱、罐区、公用工程及辅助设施等。

#### 3.2 危险化学品分类

3.2.1 依照《危险化学品目录》、国家现行标准《职业性接触毒物危害程度分级》GBZ 230-2010 和《压力容器中化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类标准》HG/T 20660-2017 的有关规定，烧碱装置危险化学品分类应符合表 3.2.1 的规定。

表 3.2.1 烧碱装置危险化学品分类

序号	物质	危险性类别	火灾危险性	职业危害程度分级	备注
1	氢	易燃气体，类别 1 加压气体	甲类	——	
2	氯化氢	加压气体 急性毒性-吸入，类别 3 皮肤腐蚀/刺激，类别 1A 严重眼损伤/眼刺激，类别 1 危害水生环境-急性危害，类别 1	——	高度危害	
3	氮气	加压气体	——	——	
4	氯气/液氯	急性毒性-吸入，类别 2 皮肤腐蚀/刺激，类别 2 严重眼损伤/眼刺激，类别 2 特异性靶器官毒性-一次接触，类别 3(呼吸道刺激) 危害水生环境-急性危害，类别 1	乙类	高度危害	剧毒
5	盐酸	皮肤腐蚀/刺激，类别 1B 严重眼损伤/眼刺激，类别 1 特异性靶器官毒性-一次接触，类别 3(呼吸道刺激) 危害水生环境-急性危害，类别 2	——	高度危害	
6	硫酸	皮肤腐蚀/刺激，类别 1A 严重眼损伤/眼刺激，类别 1 特异性靶器官毒性-一次接触，类别 3(呼吸道刺激)	——	极度危害	
7	氢氧化钠	皮肤腐蚀/刺激，类别 1A 严重眼损伤/眼刺激，类别 1	——	轻度危害	
8	次氯酸钠	皮肤腐蚀/刺激，类别 1B 严重眼损伤/眼刺激，类别 1 危害水生环境-急性危害，类别 1 危害水生环境-长期危害，类别 1	——	——	

序号	物质	危险性类别	火灾危险性	职业危害程度分级	备注
9	氯化钡	急性毒性-经口, 类别 3	——	中度危害	
10	三氯化铁溶液	皮肤腐蚀/刺激, 类别 1 严重眼损伤/眼刺激, 类别 1 致生殖细胞突变性, 类别 2 特异性靶器官毒性-一次接触, 类别 2	——	——	
11	天然气	易燃气体, 类别 1 加压气体	甲类	——	

### 3.3 生产的火灾危险性类别

3.3.1 烧碱装置的电解、氯化氢合成及盐酸、氢气处理工序火灾危险性类别应为甲类；氯气处理、废氯气处理、液氯工序火灾危险性类别应为乙类。烧碱装置生产的火灾危险性类别应符合表 3.3.1 的规定。

表 3.3.1 烧碱装置生产的火灾危险性类别

序号	工序	生产的火灾危险性类别	工艺介质	备注
1	原盐储运	戊类	原盐	
2	一次盐水	戊类	盐酸、烧碱、盐水、碳酸钠、亚硫酸钠、三氯化铁, 氯化钡、次氯酸钠	包括化盐、卤水处理、除杂反应、过滤、盐泥压滤、除硝、淡盐水提浓等
3	二次盐水	戊类	盐酸、烧碱、盐水	
4	电解	甲类	氢气、氯气、盐水、烧碱、盐酸、氯水、含氯淡盐水	
5	淡盐水脱氯	乙类	盐水、亚硫酸钠、氯气、氯水、含氯淡盐水、氯酸盐	包括氯酸盐分解
6	氯气处理	乙类	氯气、硫酸、氯水	包括氯气洗涤冷却、干燥、压缩等
7	废氯气处理	乙类	氯气、烧碱、次氯酸钠	
8	氢气处理	甲类	氢气	包括氢气洗涤冷却、压缩、氢气提纯等
9	氯化氢合成及盐酸	甲类	氢气、氯气、氯化氢、盐酸	
10	液氯	乙类	氯气、液氯、烧碱、次氯酸钠	包括氯气液化、液氯储存、液氯包装、液氯汽化、三氯化氮处理等
11	蒸发	丁类	烧碱	
12	固碱	丁类	烧碱、导热熔盐、重油、天然气、煤气、氢气等	包括熔盐炉、烧碱浓缩、结片或造粒、包装、储存
13	罐区	戊类	烧碱、盐酸、次氯酸钠、硫酸	

注：当不同生产火灾危险性类别的工序合并布置在同一建（构）筑物时，该建（构）筑物的生产火灾危险性类别应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 相关条款确定。

### 3.4 过程危险源分析

3.4.1 烧碱项目应采用 HAZOP 方法开展过程危险源分析，说明过程危险源分析的情况和主要结论。

3.4.2 应根据国内外同类装置（设施）曾发生的事故案例和建设项目的危险、有害因素分析，结合建设项目曾开展过的过程危险源分析，分析辨识可能导致项目火灾、爆炸和毒气泄漏的主要事件，并说明其后果严重程度和影响范围。

### 3.5 重大危险源分析

3.5.1 烧碱装置应根据现行国家标准《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218 的规定进行危险化学品重大危险源辨识；根据国家对危险化学品重大危险源的分级要求进行分级，并应按照重大危险源的监控要求进行自动控制及信息系统设计。

## 4 工艺安全设计

### 4.1 原盐储运及一次盐水

- 4.1.1 粗盐水中总铵指标大于 2mg/L 或无机铵指标大于 1mg/L 时，应增加除铵设施。
- 4.1.2 用化学品除杂后的粗盐水，宜设置碱度在线分析仪。
- 4.1.3 盐酸罐的放空口宜设置正负水封或其他尾气吸收措施。烧碱装置其他工序中盐酸罐的放空口也宜按此进行设计。
- 4.1.4 盐水中的硫酸根离子宜采用物理法除去。
- 4.1.5 过滤盐水进入一次盐水储槽之前，应设置亚硫酸钠加入管线及游离氯在线分析仪。
- 4.1.6 采用过滤膜工艺，并涉及酸洗作业时，应设置尾气吸收措施。

### 4.2 二次盐水、电解、淡盐水脱氯

- 4.2.1 树脂塔再生时使用的化学品应进行计量。
- 4.2.2 直接使用盐酸管线对树脂塔进行再生时，盐酸管线应设置两个自动切断阀。两个自动切断阀之间应设置自动放空切断阀。
- 4.2.3 电解槽的流量控制措施应符合下列要求：
  - 1 应设置供每台电解槽的盐水流量调节和碱液流量检测，并设置高低流量偏差报警和低低流量联锁；
  - 2 应设置供每台电解槽的盐酸流量调节、高低流量偏差报警；
  - 3 宜设置加入供碱总管的纯水流量调节、高低流量偏差报警；
  - 4 盐水流量、盐酸流量、纯水流量宜与电解槽电流进行串级调节；
  - 5 单台电解槽联锁停车时，应联锁关闭单台电解槽的盐酸调节阀门。
- 4.2.4 单台电解槽的压力控制措施宜符合下列要求：
  - 1 宜采用氢气压力检测高低报警和高高联锁；
  - 2 宜采用氯气压力检测高低报警和高高联锁；
  - 3 宜采用氢气和氯气差压检测高、低报警，高高、低低联锁。
- 4.2.5 电解槽总管的压力控制措施应符合下列要求：
  - 1 应设置湿氯气总管压力调节、高低报警和高高联锁。当电解槽常压操作时，应设置氯气正压和负压水封；当电解槽带压操作时，宜设置氯气正压水封槽。
  - 2 应设置湿氢气总管压力调节、高低报警和高高联锁。当电解槽常压操作时，应设置氢气正压水封槽；当电解槽带压操作时，宜设置氢气正压水封槽。
  - 3 应设置氢气和氯气差压调节、高低报警和高高低低联锁。
- 4.2.6 每台电解槽出口宜设置碱液温度检测和高报警。
- 4.2.7 宜设置供电解槽的盐水高位槽和碱液高位槽，高位槽应设置低液位报警和低低液位联锁。液位低低联锁时高位槽内的持液量，应分别满足填充所有电解槽的阳极室和阴极室。
- 4.2.8 应设置阳极液受槽和阴极液受槽的液位调节，液位高低报警和高高低低联锁。
- 4.2.9 宜设置阳极液受槽的淡盐水浓度测量和高低报警；宜设置阴极液受槽碱液密度检测和高低报警。

- 4.2.10 每台电解槽出口宜设置淡盐水酸度检测高低报警。
- 4.2.11 应设置供每台电解槽的电流检测、高报警和高高联锁。
- 4.2.12 每台电解槽应设置总电压检测。并设置电压偏差检测、高低报警和高高低低联锁。
- 4.2.13 每台电解槽阴极侧末端应设置氮气管线。氮气管线应进行压力调节，减压后的管线应设置正水封。
- 4.2.14 阴极液受槽应设置氮气管线。
- 4.2.15 工艺氢气管线、放空氢气管线的起始端应设置氮气置换管线。放空氢气管线末端应设置阻火器，阻火器上游设置蒸汽灭火管线。寒冷地区室外氢气放空管线应采取防冻设施。
- 4.2.16 电解界区的氯气总管上应设置紧急事故泄压排放管线至废氯气处理工序，并应设置氮气吹扫管线或空气吸入口。
- 4.2.17 氯酸盐分解槽顶部气相区应有稀释二氧化氯的措施。

### 4.3 氯气处理

- 4.3.1 氯气总管宜设置氯气正压液封槽和负压液封槽。
- 4.3.2 湿氯气最终冷却器控制措施应符合下列要求：
- 1 应设置氯气出口温度自动调节，氯气温度低报警联锁关闭冷冻水；
  - 2 氯气进出口宜设置差压检测和高报警；
  - 3 冷却器出口氯水管线应设置视镜。
- 4.3.3 当采用鼓风机进行湿氯气增压输送时，应在风机入口管线上设置增湿措施。
- 4.3.4 氯气洗涤塔和干燥塔控制措施应符合下列要求：
- 1 应设置塔顶氯气出口温度检测和报警；
  - 2 宜设置循环液流量检测和低报警；应设置循环液冷却温度检测和高报警；
  - 3 应设置塔液位检测和高低报警。
- 4.3.5 浓硫酸槽放空管口宜设计水分干燥过滤器或顶部连续充入少量氮气。
- 4.3.6 氯气压缩宜采用透平式压缩机，氯压机应设置检测保护系统应符合下列要求：
- 1 防喘振、振动、位移，油温、油压的检测和保护；
  - 2 级间氯气冷却器的冷却水出口设置氯气泄漏在线检测仪；
  - 3 出口氯气含水在线分析检测、高报、高高联锁停氯压机。
- 4.3.7 氯气压缩机级间冷却器的管程应作防腐处理，从各级间冷却器管程流出循环回水应先汇流至无压回水池，再用泵提升至循环回水管网。
- 4.3.8 氯气压缩机入口应设置压力自动调节及高低报警；氯气压缩机出口应设置压力高报警及超压自动调节泄放阀。
- 4.3.9 氯气压缩机故障时，应联锁切断整流变压器，停止向电解槽供电。

### 4.4 废氯气处理

- 4.4.1 烧碱装置内各工序开车、停车、事故、维修排放的废氯气，应通过干废氯气总管、湿氯气总管收集至废氯气处理系统。废氯气处理系统的吸收能力应满足最大排放工况。经处理后的尾气应达标排放。
- 4.4.2 废氯气处理应按连续运行工况进行系统设置。碱液循环泵、吸收尾气引风机、供应废氯气处理工段的循环水或冷冻水泵应设置备用泵（风机）。



4.4.3 废氯气吸收塔的循环液宜设置在线氧化还原电位检测仪和温度检测仪表。

4.4.4 宜设置碱液高位槽。

4.4.5 控制要求吸收尾气引风机宜根据废氯气总管压力进行变频调节，压力变送器宜设置在废氯气总管的上游最远端。

4.4.6 废气排放口宜设置有毒气体检测报警仪。

#### 4.5 氢气处理

4.5.1 电解来的湿氢气管线应设置自动放空调节阀。当氢气系统未设置氢气气柜时，宜设置氢气正压水封槽。

4.5.2 氢气冷却塔，应设置塔顶氢气出口温度检测和高报警、循环液冷却温度检测和高报警、塔液位检测和高低报警。

4.5.3 当氢气系统设置氢气气柜时，进入气柜湿氢气管线应从冷却后的湿氢气总管引出。氢气气柜应符合下列要求：

1 钟罩位置调节、高低报警。可选择下列方式实现：

1) 氢气压缩机回流调节阀；

2) 湿氢气总管放空调节阀。

2 钟罩位置高高联锁放空阀。

3 钟罩位置低低联锁停氢气压缩机。

4.5.4 当氢气系统未设置氢气气柜时，氢气压缩机入口应设置压力自动调节、高低报警、低低联锁。氢气压缩机出口应设置压力高报警及超压自动调节泄放阀。

4.5.5 氢气排空管线应设置氮气连续吹扫、蒸汽间断灭火管线。氢气排空管线宜设置放空水封槽，放空末端应设置阻火器。冬季寒冷地区应设置防冻设施。

4.5.6 氢气系统应设置用于开车和停车的氮气间断置换管线。

4.5.7 每台氢气压缩机应设置止回阀。

#### 4.6 液氯

4.6.1 氯气液化宜选用制冷剂压缩机组直接液化工艺，选用的制冷剂应严禁与氯气发生反应。

4.6.2 当选用冷冻水或循环水作为冷源，进行液化氯气时，冷源应走管程。液化器内氯气压力应高于冷源压力。液化器的冷源出口管线应直接泄压至无压回收槽，且应设置氯气在线检测泄漏仪。

4.6.3 每台液化器应有氮气、干燥空气置换管线、废气排放管线。

4.6.4 每台液氯贮槽应符合下列要求：

1 进口和出口管线应设置手动双阀；

2 进口和出口管线应设置紧急切断遥控阀；

3 应设置安全阀。安全阀前宜设置爆破片，爆破片和安全阀之间应设置压力检测；

4 应设置氮气、干燥空气置换管线、废气排放管线；

5 应设置压力的就地及远传检测；

6 应设置液位的就地及远传检测。液位远传检测至少应配备两种不同类别的液位检测仪表。

4.6.5 至少有一台最大的液氯贮槽保持空槽，该空槽不应作为液氯储存能力考虑，只允许作为事故液氯应急备用接收槽。

4.6.6 液氯贮槽厂房的设置必须符合下列要求：

- 1 应采用封闭结构，厂房各门口处应设置门槛，使液氯贮槽厂房形成围堰；
- 2 门槛高度，应满足围堰容积大于单台最大液氯贮槽的公称容积的要求，且至少应高于室内地坪300mm以上；
- 3 在厂房内设置固定式废氯气吸风口；
- 4 在厂房内设置可移动式非金属软管废氯气吸风口；
- 5 厂房内严禁设计水（或碱等液体）喷淋系统。

4.6.7 液氯包装应采用机械泵充装工艺，机械泵宜采用变频技术，严禁采用汽化器液氯包装工艺。液氯的充装压力应小于1.1MPa，并应符合现行国家标准《氯气安全规程》GB 11984的相关要求。

4.6.8 液氯钢瓶充装应采用自动充装系统。应设置液氯钢瓶充装秤和复秤，以及至少两台起重行车。当采用1000kg钢瓶规格时，秤的称量范围不应小于3000kg，称量误差不应大于1kg，起重行车能力不应小于3000kg，应按规定设置行程及高度限位保护，采用双制动装置。严禁使用叉车装卸钢瓶。

4.6.9 液氯钢瓶充装场所，应设置移动式非金属软管吸风口和封闭处置室。处置室应设置固定吸风口将泄漏的氯气输送至废氯气吸收系统。液氯钢瓶充装、储存场所，严禁设计水（或碱等液体）喷淋系统或碱液中和池。

4.6.10 液氯槽车充装的设置应符合下列要求：

- 1 应采用万向充装管道系统等安全可靠的连接方式；
- 2 在充装管道上宜采用质量流量计；
- 3 应有紧急切断阀和紧急停泵连锁；
- 4 应设置氮气、干燥空气置换管线、废气排放管线；
- 5 应设置可移动式非金属软管废氯气吸风口。

4.6.11 当汽化氯作为下游原料时，液氯汽化宜采用全汽化工艺，全汽化工艺的设置应符合下列要求：

- 1 汽化器宜选用蒙乃尔合金材质；
- 2 汽化热源宜采用低压蒸汽，低压蒸汽温度应不大于121℃；
- 3 宜设置根据汽化压力自动调节液氯进料阀；
- 4 应根据汽化温度自动调节蒸汽进料阀。

4.6.12 汽化器应设置安全阀，安全阀前应设计爆破片，爆破片和安全阀之间应设置压力检测。

4.6.13 汽化氯气向下游输送途中，应采取防止汽化氯冷凝液化的措施。

4.6.14 液氯系统应设置液氯取样口。

4.6.15 液氯储槽和包装区域应设置视频监控系统，视频监控范围不应存在盲区。

4.6.16 液氯储槽和液氯汽化器应有排污及处理设施。

## 4.7 氯化氢合成及盐酸

4.7.1 氯气处理来的原氯气以及液氯工序液化尾气，应分别经减压调节阀进入氯气缓冲罐。氯气缓冲罐压力低和高时，应连锁停合成炉。缓冲罐出来的氯气总管的末端，应设置用于超压排放兼氯气管道置换的自动调节阀。

4.7.2 氢气处理来的氢气，宜经减压调节阀进入氢气缓冲罐。氢气缓冲罐压力低和高时，应连锁停合成炉。缓冲罐出来的氢气总管的末端，应设置用于超压排放兼氢气管道置换的自动调节阀。

4.7.3 进每台合成炉的氢气、氯气管线上应设置流量测量仪表和调节阀，以及联锁切断阀。氯气总管和氢气总管始端应设置温度测量仪表，氯气流量和氢气流量应分别和流量计所在管线的压力及总管温度形成补偿回路。每台合成炉的氢气切断阀与合成炉之间的管线上应设置氮气吹扫管线。氮气管线上应设置流量计和限流孔板以及联锁开关阀。由于系统配置原因，当合成炉的置换氮气无法同时置换下游的氯化氢吸收器时，还应设置吹扫吸收器的氮气管线。

4.7.4 调节阀和切断阀下游进合成炉前的氯气及氢气管路上应设置压力计，氢气管线上应设置阻器。

4.7.5 采用副产蒸汽的合成炉时，闪蒸罐及蒸汽分配台上应设置安全阀。

4.7.6 合成炉宜设置火焰探测器，火焰熄灭时联锁停合成炉。同时，宜设置火焰摄像仪，并远传至中控室进行监视。

4.7.7 用于合成炉冷却的循环水，应设置流量检测、低报警、低低停合成炉。

4.7.8 应设置合成炉出口氯化氢的温度、压力检测报警。氯化氢气体作为装置下游原料时，应设置氯化氢超压调节阀及氯化氢吸收系统，吸收系统应连续供应吸收水。氯化氢吸收尾气排放管线应设置阻火器。

4.7.9 盐酸槽顶部应设置氮气管线。各盐酸槽的放空口汇总后宜设置独立的填料塔尾气吸收系统。氯化氢被水吸收后，不凝气体排空应设置阻火器。

4.7.10 当氯化氢合成工序与下游工序的控制不在同一控制室，且氯化氢的品质或压力的波动对下游工序有安全隐患时，氯化氢合成工序应与下游工序互相设置安全声光报警器。

4.7.11 合成炉应设置超压爆破片。爆破片宜设置破碎检测、报警、联锁停合成炉。

#### 4.8 蒸发及固碱

4.8.1 应设置产品碱液温度检测、温度串级调节蒸汽流量。蒸汽调节阀下游应设置蒸汽超压安全阀。

4.8.2 固碱单元进料烧碱液中应添加还原剂蔗糖水溶液。

4.8.3 最终降膜浓缩器的烧碱液侧，应设置蒸汽吹扫管线，停车时用于防止空气腐蚀浓缩器，并防止设备和熔融碱管道降温过快产生应力破坏。严禁蒸汽管线中的冷凝液夹带进入最终降膜浓缩器。

4.8.4 熔融碱密封罐应设置安全溢流口、氮气保护管线、蒸汽吹出管线。安全溢流口溢流的熔融碱应经管道流入安全桶内。

4.8.5 片碱机运行信号应与进料调节阀联锁。片碱机故障时，应联锁关闭浓缩器进料调节阀。应设置事故桶。

4.8.6 熔盐加热器应设置温度检测。并联加热炉管上，每一路均应设置熔盐温度检测和高高联锁停燃烧器。加热器熔盐总管上，应设置熔盐温度检测、温度调节燃料流量回路、高高联锁停燃烧器、低低联锁停熔盐泵。

4.8.7 熔盐罐应设置连续通入氮气的保护管线。氮气的含氧量应小于 0.1wt%。熔盐罐应设置低温开关，熔盐的温度未达到最低可操作温度时，联锁防止熔盐泵启动。

4.8.8 采用氢气、天然气、煤制气作为熔盐炉热源时，炉前的自动控制阀上游应设置双开关阀及用于点火测漏使用的氮气开关阀组，双开关阀下游管线应设置用于停炉的氮气吹扫开关阀。

4.8.9 片碱机停机清洗水应采用热水管线。严禁采用冷水清洗片碱机弧形锅。

## 5 总平面布置安全设计

### 5.1 厂址选择

5.1.1 厂址选择应符合国家工业布局 and 当地城市总体规划、土地利用总体规划、安全卫生、环境保护、消防等方面的要求。

5.1.2 厂址应位于城镇或居住区的全年最小风频率风向的上风侧。

5.1.3 厂址应避开易形成逆温层及全年静风频率较高的区域。

5.1.4 厂址不应选在下列地段或地区：

- 1 地震断层及地震基本烈度为 9 度及高于 9 度的地震区；
- 2 工程地质严重不良地段；
- 3 重要矿床分布地段及采矿陷落（错动）区；
- 4 对飞机起降、电台通信、电视传播、雷达导航和天文、气象、地震观测以及军事设施等有影响的地区；
- 5 易受洪水危害或防洪工程量很大的地区；
- 6 爆破危险区范围内；
- 7 大型尾矿库及废料场（库）的坝下方；
- 8 有严重放射性物质污染影响区；
- 9 不能确保安全的水库，在库坝决溃后可能淹没的地区；
- 10 全年静风频率超过 60%的地区；
- 11 受海啸或湖涌危害的地区；
- 12 国家或地方规划的风景区、自然保护区及历史文物古迹保护区；
- 13 供水水源卫生保护区。

5.1.5 厂址不应受到洪水、潮水、和内涝威胁，其防洪标准应符合现行国家标准《防洪标准》GB 50201 的有关规定。

### 5.2 总平面布置

5.2.1 工厂总平面应根据工艺流程及单元的生产特点、毒性类别和火灾危险性，并结合地形、风向等条件，按功能分区集中布置。

5.2.2 厂前区、化验室、控制室等人员集中的场所应布置于工艺装置全年最小风频的下风侧。

5.2.3 工艺装置内部设备、建筑物区的设置应用道路将装置分割成为占地面积不大于 10000m<sup>2</sup>的设备、建筑物区。

5.2.4 设备、建筑物、构筑物宜布置在同一地平面上；当受地形限制时，应将控制室、机柜间、变配电所、化验室、办公室等布置在较高的地平面上；工艺设备、装置储罐等宜布置在较低的地平面上。

5.2.5 原盐堆场、液氯包装区、罐区、固碱仓库等宜相对集中并靠近相关装置和运输线路布置，并应位于厂区全年最小风频的上风侧，且应符合防火、防爆、安全、卫生的规定。

5.2.6 总变电所的布置原则应符合下列要求：

- 1 采用架空电力线路进出厂区时应布置在厂区边缘；

- 2 宜位于地势较高地段；
  - 3 宜布置在工艺装置及仓储区全年最小频率风向的下风侧和有水雾场所冬季盛行风向的上风侧；
  - 4 不宜布置在强烈振动源附近。
- 5.2.7 装置变电所宜布置在液氯、氯化氢合成及盐酸、氯气处理工序全年最小风频的下风侧且不宜贴邻布置。
- 5.2.8 液氯储罐、实瓶库及灌装站的布置，应符合下列要求：
- 1 应布置在厂区全年最小频率风向的上风侧及地势较低的开阔地带；
  - 2 应远离厂区人流主干道、易燃和易爆的生产、储存和人员集中场所；
- 5.2.9 厂区的绿化应符合下列规定：
- 1 生产区不应种植含油脂较多的树木，宜选择含水分较多的树种；
  - 2 工艺装置或可燃气体、可燃液体罐组与周围消防车道之间不宜种植绿篱或茂密的灌木丛；
  - 3 厂区的绿化不应妨碍消防操作。
- 5.2.10 烧碱装置总平面布置防火间距应按照现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 执行。

### 5.3 厂区道路

- 5.3.1 厂内道路宜设置环形道路。当出现尽头式道路时，应在其终端设置回车场，回车场面积不应小于 12m×12m；供重型消防车使用时，不宜小于 18m×18m。
- 5.3.2 工厂人流、货流出入口应分开设置。主要出入口不应少于两个，并宜位于不同方位。
- 5.3.3 货流运输道路宜布置在厂区边缘，运输方便的安全地带，避免运输车辆进入装置内部。
- 5.3.4 厂区内经常运输液氯及其他危险物料道路最大纵坡不应大于 6%。
- 5.3.5 工艺装置区外应设置环形消防道路，道路宽度不小于 6m，转弯半径不小于 12m，路面上的净空高度不应小于 5m。
- 5.3.6 工艺装置区内消防道路的设置应符合下列规定：
- 1 装置内应设贯通式道路，道路应有不少于两个出入口，且两个出入口宜位于不同方位。当装置外两侧消防道路间距不大于 120m 时，装置内可不设贯通式道路；
  - 2 道路的路面宽度不应小于 6m，路面上的净空高度不应小于 4.5m；路面内缘转弯半径不宜小于 6m；
  - 3 装置区内地坪和道路不应采用沥青面层。

## 6 建（构）筑物安全设计

### 6.1 建（构）筑物火灾危险性分类、耐火等级及防火分区

6.1.1 电解、氯化氢合成及盐酸、氢气处理工序火灾危险性类别为甲类；氯气处理、废氯气处理、淡盐水脱氯、液氯工序火灾危险性类别为乙类，烧碱装置危险建（构）筑物一览表见表 6.1.1。

表 6.1.1 烧碱装置危险建（构）筑物一览表

序号	建（构）筑物	常用结构形式	生产的火灾危险性类别	最低耐火等级	备注
1	电解（含整流）	排架结构 框架结构	甲类（电解） 丙类（整流）	二 二	电解厂房内危险性物质为氢气和氯气。氢气，有爆炸危险性；氯气，没有爆炸危险性，有毒，有腐蚀。 电解厂房需要设置天窗或通风屋脊等通风设施，与整流部分采用防火、防护墙分隔。
2	淡盐水脱氯	框架结构	乙类	二	危险性物质为氯气，没有爆炸危险性，有毒，有腐蚀，宜采用敞开式结构。
3	氯气处理	框架结构	乙类	二	危险性物质为氯气，没有爆炸危险性，有毒，有腐蚀，宜采用敞开式结构。
4	废氯气处理	框架结构	乙类	二	危险性物质为氯气，没有爆炸危险性，有毒，有腐蚀，宜采用敞开式结构。
5	氢气处理	框架结构	甲类	二	危险性物质为氢气，有爆炸危险性，宜采用敞开式结构。
6	氯化氢合成及盐酸	框架结构	甲类	二	危险性物质为氢气，有爆炸危险性，宜采用敞开式结构。
7	液氯	框架结构	乙类	二	危险性物质为氯气，没有爆炸危险性，有毒，有腐蚀，氯气液化宜采用敞开式结构。 液氯贮槽厂房应采用封闭式结构。

6.1.2 厂房建筑的构件燃烧性能及耐火极限应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 表 3.2.1 规定的要求。

6.1.3 生产的火灾危险性类别、耐火等级、层数、防火分区面积等应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 表 3.3.1 规定的要求；甲乙类厂房的耐火等级不应低于二级。

### 6.2 建（构）筑物安全疏散和建筑构造

6.2.1 建（构）筑物安全疏散口的数量及间距应符合下列要求：

1 厂房的安全出口应分散布置。每个防火分区或一个防火分区的每个楼层，其相邻 2 个安全出口最近边缘之间的水平距离不应小于 5.0m。

2 厂房内每个防火分区或一个防火分区内的每个楼层，其安全出口的数量应经计算确定，且不应少于 2 个；当符合下列条件时，可设置 1 个安全出口：

- 1) 甲类厂房，每层建筑面积不大于 100m<sup>2</sup>，且同一时间的作业人数不超过 5 人；
- 2) 乙类厂房，每层建筑面积不大于 150m<sup>2</sup>，且同一时间的作业人数不超过 10 人；
- 3) 丙类厂房，每层建筑面积不大于 250m<sup>2</sup>，且同一时间的作业人数不超过 20 人。

6.2.2 烧碱装置厂房内任一点至最近安全出口的直线距离应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 烧碱装置厂房内任一点至最近安全出口的直线距离 (m)

生产的火灾危险性类别	耐火等级	单层厂房	多层厂房	高层厂房	地下、半地下厂房或厂房的地下室、半地下室
甲	一、二级	30.0	25.0	不允许	不允许
乙	一、二级	75.0	50.0	30.0	不允许
丙	一、二级	80.0	60.0	40.0	30.0
	三级	60.0	40.0	不允许	不允许

6.2.3 厂房建筑的防火分区之间,应采用防火墙分隔。除甲类厂房外的一、二级耐火等级厂房,当其防火分区的建筑面积大于现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 表 3.3.1 规定,且设置防火墙确有困难时,可采用防火卷帘或防火水幕分隔,防火卷帘的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 中相关要求。

6.2.4 有爆炸危险的甲类厂房泄压面积应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 规定,氢气的 C 值应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 表 3.6.4 选取。泄压设施宜采用轻质屋面板、轻质墙体和易于泄压的门、窗等。

### 6.3 建(构)筑物防腐蚀

6.3.1 建(构)筑物防腐蚀设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 规定的要求。

6.3.2 烧碱装置建(构)筑物腐蚀特征见表 6.3.2。

表 6.3.2 烧碱装置建(构)筑物腐蚀特征

序号	建(构)筑物	腐 蚀 特 征
1	原盐堆场	固态腐蚀: G2 氯化钠
2	一次盐水	液态腐蚀: Y1 盐酸、Y7 氢氧化钠、Y8 氢氧化钠、Y10 碳酸钠、Y12 亚硫酸钠、Y15 三氯化铁、Y16 氯化钠溶液 强氧化性腐蚀: 次氯酸钠 固态腐蚀: G3 亚硫酸钠、G3 硫酸钠、G5 碳酸钠
3	二次盐水	液态腐蚀: Y1 盐酸、Y7 氢氧化钠、Y8 氢氧化钠、Y16 氯化钠溶液
4	电解	气态腐蚀: Q1 氯气、Q2 氯气 液态腐蚀: Y1 盐酸、Y7 氢氧化钠、Y8 氢氧化钠、Y16 氯化钠溶液 强氧化性腐蚀: 氯水、含氯淡盐水
5	淡盐水脱氯	气态腐蚀: Q1 氯气、Q2 氯气 液态腐蚀: Y12 亚硫酸钠、Y16 氯化钠溶液 强氧化性腐蚀: 氯水、含氯淡盐水
6	氯气处理	气态腐蚀: Q1 氯气、Q2 氯气 液态腐蚀: Y1 硫酸 强氧化性腐蚀: 氯水

序号	建（构）筑物	腐 蚀 特 征
7	废氯气处理	气态腐蚀：Q1 氯气、Q2 氯气 液态腐蚀：Y7 氢氧化钠、Y8 氢氧化钠、 强氧化性腐蚀：次氯酸钠
8	氯化氢合成及盐酸	气态腐蚀：Q1 氯气、Q2 氯气、Q3 氯化氢、Q4 氯化氢 液态腐蚀：Y1 盐酸
9	液氯	气态腐蚀：Q1 氯气、Q2 氯气 液态腐蚀：Y7 氢氧化钠、Y8 氢氧化钠 强氧化性腐蚀：次氯酸钠
10	蒸发	液态腐蚀：Y7 氢氧化钠、Y8 氢氧化钠
11	固碱	液态腐蚀：Y7 氢氧化钠、Y8 氢氧化钠 固态腐蚀：G9 氢氧化钠
12	罐区	液态腐蚀：Y1 盐酸、Y1 硫酸、Y7 氢氧化钠、Y8 氢氧化钠 强氧化性腐蚀：次氯酸钠

注：Q 代表气体物质，Y 代表液体物质，G 代表固体物质。气、液、固每类物质的代号分类详见国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 表格 3.1.4、3.1.5、3.1.6。

6.3.3 烧碱装置防腐蚀应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 规定，防腐蚀材料宜选用耐酸、耐碱性能优良的材料，使用年限宜为 5 年~10 年。

6.3.4 钢筋混凝土结构形式，结构混凝土强度要求应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 第 4.2.3 条规定。

6.3.5 钢筋保护层的厚度要求应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 第 4.2.5 条规定。

6.3.6 当采用钢结构时，钢铁基层的除锈等级应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 第 5.2.4 条要求，除锈标准不应低于 Sa2 级，不易维修的重要构件的除锈等级不应低于 Sa2½ 级，并涂刷防腐蚀涂料。

#### 6.4 建（构）筑物结构形式的选择

6.4.1 由于烧碱装置气态腐蚀性比较强，环境相对湿度大于 75% 的地区或部位，不宜采用钢结构和承重砖砌体结构。

6.4.2 在腐蚀环境下，不应采用钢与混凝土组合的屋架和吊车梁，不应采用以压型钢板为模板兼配筋的混凝土组合结构。

6.4.3 电解厂房应采用门窗、轻质屋面、轻质墙面进行泄压，同时应设置防止氢气聚集的构造措施。当采用坡屋面时，宜设置屋脊气窗；当采用平屋面时，每梁格中心宜设置换气气窗。

6.4.4 严寒、寒冷地区，当采用轻质屋面泄压时，应采取防冰雪积聚措施。

#### 6.5 建（构）筑物装修防火

6.5.1 甲、乙类厂房各部位装修材料应为 A 级。

6.5.2 丙类单、多层厂房的顶棚不应低于 A 级，墙面不应低于 B1 级，地面和隔断不应低于 B2 级。

#### 6.6 建（构）筑物抗震设计

6.6.1 烧碱装置的抗震设防参数应按现行国家标准《中国地震动参数区划图》GB 18306、《建筑抗震



设计规范》GB 50011 及批准的地震安全性评价结果确定。

6.6.2 电解（含整流）、氯气处理、废氯气处理、液氯、氢气处理、氯化氢合成及盐酸、蒸发、固碱抗震设防类别应为重点设防类，其中废氯气处理、氯化氢合成及盐酸、蒸发、固碱如果采用抗震性能优良的结构体系及材料时，其抗震措施可按标准设防类设防。

6.6.3 原盐储运、一次盐水、二次盐水、淡盐水脱氯、固碱仓库和罐区的抗震设防类别应为标准设防类。

## 7 自动控制安全设计

### 7.1 一般规定

7.1.1 烧碱装置的控制室应位于爆炸危险区域外、无火灾危险的区域内。当烧碱装置单独设置或与其它爆炸危险化工装置合用一个控制室时，控制室应采用抗爆结构设计；当设置全厂性中心控制室时，中心控制室建筑物的建筑、结构应根据抗爆强度计算、分析结果设计。

7.1.2 烧碱装置应设置独立的基本过程控制系统（BPCS）和安全仪表系统（SIS）来完成过程操作、控制、报警、联锁、管理和安全停车。

7.1.3 烧碱装置应设置独立的可燃气体（如，氢气）和有毒气体（如，氯气）检测报警系统（GDS）。

7.1.4 烧碱装置内的仪表外壳应满足抗氯气腐蚀的要求，与工艺介质接触的仪表材质应满足工艺介质的要求，并且不低于仪表所在管道或设备的材质。在爆炸危险区域内的仪表、设备应符合危险区域防爆等级的要求，本安型仪表不应低于 ExiaIICT4，隔爆型仪表不应低于 ExdIICT4。现场仪表的防护等级一般不低于 IP65。

7.1.5 根据现场情况和仪表要求应采取保温、伴热、遮阳、防酸雨、空调等措施。

### 7.2 过程控制系统

7.2.1 过程控制系统应当是成熟的、经过实际应用检验的系统。系统应安全可靠、便于扩展、满足烧碱生产过程控制、检测和管理的需要。

7.2.2 过程控制系统的控制器、电源单元和通讯单元均应采用冗余结构。重要的控制回路和重要检测点的 I/O 卡应冗余配置。控制系统采用客户/服务器结构时，应至少配置一对冗余的服务器。

7.2.3 过程控制系统应根据用户或设备的身份不同赋予不同的权限，保证网络信息资源不被非授权用户使用，并根据访问授权关系，对访问控制进行限制。

7.2.4 所有人机界面的数据接口均应设置操作访问权限措施。

7.2.5 过程控制系统的电磁兼容性应通过“中国国家强制性产品认证（CCC 认证）”或“欧洲统一认证（CE 认证）”。

7.2.6 机柜内的直流电源装置应按 1:1 冗余配置。

### 7.3 安全仪表系统（SIS）

7.3.1 烧碱装置的安全仪表功能（SIF），应采用安全仪表系统（SIS）实现。安全仪表系统设计应符合现行国家标准《石油化工安全仪表系统设计规范》GB 50770 的规定。

7.3.2 安全完整性等级应通过安全完整性等级评估确定。安全仪表系统应设计成故障安全型。

7.3.3 安全仪表系统可设置操作员站，在操作员站失效时，安全仪表系统的逻辑处理功能不受影响。操作员站功能不应具有修改安全仪表系统的编程软件的权限。

7.3.4 系统应设工程师站及事件顺序记录站。工程师站和事件顺序记录站可共用，并设不同级别的权限密码保护。

7.3.5 过程控制系统中设置的操作旁路开关和复位开关可采用通讯方式与安全仪表系统相连。过程控制系统中联锁输出应采用硬连接与安全仪表系统连接。

7.3.6 紧急停车按钮、重要的信号报警应安装在系统的辅助操作台上，采用硬线与安全仪表系统（SIS）

连接，信号报警器应具有区别第一报警功能。

7.3.7 所有进入安全仪表系统（SIS）的信号应采用通讯方式送入基本过程控制系统（BPCS）进行显示。

7.3.8 烧碱装置安全仪表功能（SIF）的具体数量及其安全完整性等级（SIL），应根据 HAZOP/LOPA 的分析结果确定。

#### 7.4 可燃、有毒气体检测

7.4.1 离子膜烧碱装置应设置有毒气体（氯气）和可燃气体（氢气）检测报警。可燃、有毒气体检测设计应符合现行国家标准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB 50493 的规定。

7.4.2 可燃和有毒气体检测报警系统应独立设置，并应符合现行国家标准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB 50493 要求。可燃和有毒气体报警除过程操作站上显示报警外，可设置一个专用的操作站用于可燃和有毒气体报警和显示。

7.4.3 现场报警器的设置宜根据设备及建筑物的布置、释放源的理化性质和现场空气流动特点及当地政府的相关规定综合确定。

7.4.4 压缩机、泵、储槽、阀组等容易泄漏的设备及气体易滞留的地方应设置可燃或有毒气体检测器。

7.4.5 氯气检测器宜选用电化学式，量程宜为 0ppm~10ppm，一级报警值宜为 1ppm，二级报警值宜为 3ppm。

7.4.6 氢气检测器宜选用催化燃烧式，量程宜为 0%LEL~100%LEL，一级报警值宜为 25%LEL，二级报警值宜为 50%LEL。

#### 7.5 仪表选型

7.5.1 电解槽周围的测量仪表应满足电解厂房内的电磁干扰环境。进电解槽阴极液（碱液）的流量计不应选用钽材，宜选用哈氏合金 C 材质。测量阳极液（盐水）的流量计材质宜选用钽材。

7.5.2 温度大于 85℃碱液的仪表材质不宜选用不锈钢，宜选用哈氏合金 C、钢衬 PTFE 或镍材。

7.5.3 测量盐水的仪表材质宜选用钛材或钢衬 PTFE。

7.5.4 测量干氯气的仪表材质严禁采用钛材，可选用钽材或钢衬 PTFE，湿氯气可选用钛材。

7.5.5 氯气、液氯的控制阀、开关阀（除隔膜阀外）应采用波纹管密封或双填料密封。

7.5.6 当出电解槽的氯气总管和氢气总管调节阀关闭时，在总管调节阀之前没有排放出口时，总管调节阀不得完全关断，应留有 10%~15%的死区。

7.5.7 测量氯气和液氯介质仪表的垫片宜选用金属缠绕垫或改性聚四氟乙烯垫，严禁使用橡胶垫。

7.5.8 测量氯气、液氯的压力表、压力变送器、差压变送器的填充介质应选用惰性油，严禁选用硅油。

7.5.9 液氯储罐的液位测量宜选用外测式液位计，并应同时设置另一种不同原理的液位检测。

7.5.10 酸度计（pH）或氧化还原电位计（ORP）检测器应选用抗氯离子中毒的产品。

7.5.11 现场仪表故障时，输出应趋于安全状态，当仪表气源故障时，调节阀、开关阀应位于安全位置。

7.5.12 电解槽区域的电缆应采用耐热型屏蔽阻燃电缆，穿管应采用非金属材料。

7.5.13 当氯化氢气体去下游工段与乙炔气混合生产氯乙烯时，可在氯化氢气体总管设置在线游离氯分析仪，并把分析仪报警信号送至氯乙烯工段。

#### 7.6 仪表供电、供气

7.6.1 基本过程控制系统（BPCS）、安全仪表系统（SIS）和现场仪表应由不间断电源（UPS）供电。不间断电源（UPS）容量应能保持控制系统和现场仪表正常工作至少 30 分钟时间。不间断电源（UPS）

应具有故障报警和保护功能。

7.6.2 基本过程控制系统（BPCS）控制站和安全仪表系统（SIS）控制站应冗余供电，至少采用一路不间断电源（UPS），一路市电供电。

7.6.3 仪表气源应配置备用贮罐，容量为：从 700kPaG 降到 400kPaG 至少 20 分钟。

#### 7.7 仪表接地、防雷

7.7.1 仪表接地应采用等电位接地方式。过程控制系统侧应设有仪表信号接地、本安接地（如果有）和保护接地汇流条，三种接地汇流条应分别接至仪表总接地板上，总接地板应与电气的接地网络相连接。

7.7.2 现场盘、仪表电缆桥架、仪表设备、仪表接线箱等的仪表保护接地在现场应与电气接地网连接；仪表的信号接地以及信号线缆的屏蔽层接地应在仪表控制系统侧接地。

7.7.3 非金属材料桥架应在桥架底层设置导体并在桥架两端设置接地柱。

7.7.4 根据所在区域的年平均雷暴日和经济、安全的重要程度，应采取防雷设计。

## 8 电气安全设计

### 8.1 供、配电系统

8.1.1 用电负荷应根据其在学习过程中的重要性及对供电可靠性、连续性的要求进行负荷分级。烧碱装置的用电负荷分级不应低于下列要求：

1 下列负荷应视为一级负荷中特别重要的负荷。

1) 电解系统的阴极液循环泵、阳极液循环泵、精盐水供给泵、脱氯淡盐水泵、纯水泵、电解槽油压单元；

2) 废氯气处理装置的碱液循环泵、吸收尾气引风机、供应废氯气处理工段的循环水或冷冻水泵；

3) 仪表空气压缩机；

4) 极化整流器；

5) 消防必需的消防水泵及其控制设施、防烟与排烟风机等；

6) 控制系统（分散控制系统 DCS、安全仪表系统 SIS、可燃气体和有毒气体检测系统 GDS 等）系统及仪表用电；

7) 事故照明及疏散照明；

8) 工艺要求的其他重要负荷。

2 生产装置除本节 8.1.1 第 1 款外均为二级负荷。

3 厂前区、辅助设施等为三级负荷。

8.1.2 供电电源必须符合下列要求：

1 一级负荷中特别重要负荷，应增设应急电源，并严禁将其他负荷接入应急供电系统。应急供电母线与正常工作电源母线间应设置自动切换装置，切换时间应满足负荷允许中断供电时间的要求。

2 根据允许中断供电时间的要求，烧碱装置应选择下列电源作为应急电源：

1) 带有自动投入装置的独立于正常电源的专用的馈电线路；

2) 独立于正常电源的可快速（ $\leq 15s$ ）自起动的柴油发电机组，发电机组应能在 30s 内供电，其容量应满足装置中所有特别重要负荷的供电要求及电动机的起动要求；

3) 控制系统（分散控制系统 DCS、安全仪表系统 SIS、可燃气体和有毒气体检测系统 GDS 等）系统应采用不间断电源（UPS）供电，极化电源宜采用应急电源（EPS）供电；

4) 事故照明及疏散照明可采用带蓄电池组的应急灯具或应急电源（EPS）供电。

3 应急电源与正常电源之间，应采取防止并列运行的措施。

8.1.3 宜采取下列措施，使整流设备所产生的谐波电压、谐波电流在公共连接点上满足国标关于公用电网谐波电压限值和谐波电流允许值的要求：

1 整流变压器采用有载调压，调压范围宜为 70%~105%；

2 提高整流单机组的整流脉冲数；

3 当同一供电母线上接有多台整流机组时，采用移相技术；

4 设置滤波器。

### 8.2 环境特征

8.2.1 爆炸性气体危险环境的设计应符合下列要求：

1 烧碱装置可能形成爆炸混合物的气体及存在场所应符合表 8.2.1 的规定；  
 2 爆炸危险环境的一般规定、区域划分及范围、电气装置的要求等，除下列特殊规定外均应遵循现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的要求：

- 1) 电解厂房电解槽顶部 1m 以上空间应划为 2 区爆炸危险区域。
- 2) 固碱熔盐炉采用易燃物为燃料时，明火点周围 1.5m 球形空间可划分为非爆炸危险区域。

表 8.2.1 烧碱装置可能形成爆炸混合物的气体及存在场所

场 所	介质名称	级别组别	危险区域划分原则	设备选型原则
电解	氢气	IICT1	见 8.2.1-2 (1)	GB 50058
氢气处理	氢气	IICT1	GB 50058	GB 50058
氯化氢合成及盐酸	氢气	IICT1	GB 50058	GB 50058
固碱	见注	GB 50058	见 8.2.1-2 (2)	GB 50058

注：固碱工段可能存在的危险介质取决于熔盐炉的燃料，通常有重油、天然气、氢气、煤制气等。

8.2.2 腐蚀危险环境的设计应符合下列要求：

1 烧碱装置化学腐蚀性物质存在场所及区域划分应符合见表 8.2.2 的规定。  
 2 腐蚀环境内的电力设计应遵循现行行业标准《化工企业腐蚀环境电力设计规程》HG/T 20666 的规定。

表 8.2.2 烧碱装置化学腐蚀性物质存在场所及区域划分

场 所	腐蚀介质	释放严酷度分级	腐蚀环境划分
原盐储运	食盐	3 级（经常存在）	2 类（强腐蚀环境）
一次盐水	盐水	2 级（有时滴漏）	1 类（中等腐蚀环境）
二次盐水	盐水	2 级（有时滴漏）	1 类（中等腐蚀环境）
电解	盐水、氢氧化钠、氯气	2 级（有时存在）	1 类（中等腐蚀环境）
淡盐水脱氯	盐水	2 级（有时滴漏）	1 类（中等腐蚀环境）
（废）氯气处理	氯气	2 级（偶能闻到）	1 类（中等腐蚀环境）
氯化氢合成及盐酸	氯气、氯化氢气体、盐酸	2 级（有时存在）	1 类（中等腐蚀环境）
液氯	氯气	2 级（偶能闻到）	1 类（中等腐蚀环境）
蒸发	氢氧化钠	2 级（有时滴漏）	1 类（中等腐蚀环境）
固碱	碱雾（氢氧化钠）	2 级	1 类（中等腐蚀环境）
罐区	烧碱，盐酸，次氯酸钠，浓硫酸、废硫酸	2 级（有时滴漏）	1 类（中等腐蚀环境）

注：腐蚀环境的划分可结合工艺专业提供的腐蚀性物质释放浓度，结合地区最湿月平均最高相对湿度及释放点通风情况调整，当相对湿度较低且通风情况良好时可适当降低防腐等级；反之则应提高防腐等级。

### 8.3 安全照明设计

8.3.1 安全照度标准、灯具选型及照明配电等除应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034的一般规定外，尚应根据爆炸、火灾、腐蚀等不同环境特征满足相关规范的要求。

8.3.2 控制室、屋内配电装置室、消防泵房、整流所及工艺装置中应急用电设备的操作区域内应设置备用照明；各建筑物主要疏散通道及安全出口处应设置疏散照明。备用照明及疏散照明宜采用应急灯，其连续供电时间不应少于 30min。

### 8.4 防雷、接地设计

8.4.1 防雷设计应符合下列要求：

1 依据现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的防雷分类原则对装置内各建构筑物进行防雷分类，且不得低于下列规定：

- 1) 易燃易爆建构筑物、整流所应按第二类防雷建构筑物设计；
- 2) DCS 控制室、装置总变配电所宜按第二类防雷建构筑物设计。

2 建构筑物的防雷措施除下列特殊规定外均应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 和《石油化工装置防雷设计规范》GB 50650 的要求：

- 1) 屋面宜采用接闪带；
- 2) 凸出屋面的壁厚符合直接接地要求的金属设备、所有的金属管道、放散口及金属构件均应和屋面接闪器相连；
- 3) 在屋面接闪器保护范围之外的非金属物体，当数量较少且凸出屋面的高度较低时宜局部装设接闪杆、接闪线、接闪网保护，并应和屋面避雷装置相连；
- 4) 在屋面接闪器保护范围之外的非金属物体，当屋面遍布且凸出屋面的高度较高时（如氯化氢合成框架）应协同布置专业进行防雷安全性评估，确定采用接闪杆、接闪线、接闪网或增设屋面；在雷电活动频繁地区宜采用增设屋面方案。

8.4.2 接地设计应符合下列要求：

1 交流电气装置应按规定接地，其接地范围及实施方案应符合现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB 50065 有关规定；

2 所有可能存在或发生静电危害的工艺生产设备及其管线应按规定做防静电接地，防静电接地的范围及实施方案应符合现行行业标准《化工企业静电接地设计规程》HG/T 20675 有关规定；

3 装置内防雷接地，防静电接地，保护接地（包括 DCS 系统、火警系统、通讯系统）及电气工作接地（特殊情况除外）应共用一个接地系统，总接地电阻不应大于  $4\Omega$ 。

### 8.5 整流所

8.5.1 整流变压器和整流柜宜采用紧凑式户内或半敞开式户内布置。当符合下列条件时，整流柜可设置在单独的房间内，但其布置应根据所对应整流变压器的相对位置宜缩短阀侧母线长度并使各相母线布置均匀对称：

- 1 整流变压器采用室外式；
- 2 地处寒冷地区一般的保温措施无法保证停车后整流柜和纯水冷却器冷却水路的安全。

8.5.2 整流变压器室的耐火等级、安全间距、储油设施、消防配置等防火要求等同于一般动力变压器的要求。

8.5.3 整流所内冷却油路管沟、冷却水路管沟、配电线路管沟应相互隔离，冷却水路管沟应设置排水措施。

8.5.4 直流母线穿越楼板、墙体、护栏时，其四周 0.5m 的净距内的钢构件不得构成闭合磁路，母线夹具的设计不得形成闭合磁路，直流母线穿墙至电解车间的空洞应采用封堵措施。

8.5.5 当整流柜采用绝缘安装时，应设置绝缘监视装置，动作时作用于信号。

8.5.6 整流变压器一次侧断路器及直流刀开关与整流柜间应设置安全联锁装置，安全联锁装置应符合下列要求：

- 1 仅当整流系统无故障且电流给定为零时，变压器一次侧断路器方可允许合闸；
- 2 仅当整流脉冲确认已封锁，且整流柜直流输出为零时，直流刀开关方可允许操作。

## 8.6 电气设备抗震设计

8.6.1 电气设备的安装抗震措施应符合现行国家标准《工业企业电气设备抗震设计规范》GB 50556 的相关规定。



## 9 电信安全设计

### 9.1 火灾自动报警系统

9.1.1 火灾报警控制器应设置在有人值班的场所，并应设专用报警电话。

9.1.2 生产装置区应设置手动报警按钮，并使用声光报警器作为警报设施。生产装置区内的火灾报警系统设备，应按照环境特征的要求进行选择。

9.1.3 公用及辅助生产设施和装置内重要设施的火灾危险场所应根据环境特征设置感烟探测器、感温探测器、线型光束感烟探测器、线型感温探测器、手动报警按钮等，并使用声光报警器作为警报设施。

### 9.2 工业电视监控系统

9.2.1 根据装置的安全生产要求，应设置工业电视监控系统。

9.2.2 应根据工艺流程、生产操作和管理等要求进行系统配置。存在重大危险源的场所应设置摄像机，并确保在控制室进行实时有效监控。应按照相关技术标准及环境特征的要求对摄像监控设备进行选型和安装。

### 9.3 其他系统的设计

9.3.1 根据装置的安全生产要求宜设置电话系统、无线通信系统、扩音对讲系统、广播系统等。

## 10 设备安全设计

### 10.1 设备结构安全设计

10.1.1 固定式压力容器的设计应符合现行国家标准《压力容器》GB/T 150.1~150.4、《管壳式换热器》GB/T 151 等相关标准的要求。

10.1.2 玻璃钢（FRP）设备的设计应符合现行行业标准《纤维增强塑料化工设备技术规范》HG/T 20696 的要求。

10.1.3 玻璃钢设备应设置地脚螺栓，一般不得少于 4 个，间距一般按不大于 3000mm（弧长）。

10.1.4 玻璃钢设备最外层应设抗老化层，该层厚度不应小于 1mm。

10.1.5 聚氯乙烯（硬 PVC）外包玻璃钢加强设备，其玻璃钢的厚度应不小于 8mm 且满足设备强度计算要求，玻璃钢抗老化层的要求按本标准 10.1.4 条设置。

10.1.6 对于安装在室外的非金属设备，当最低设计温度受地区环境温度控制时，应充分考虑环境温度对设备的影响。

10.1.7 碳钢（CS）设备内涂玻璃鳞片防腐涂层，一般设备涂层厚度应为 0.5 mm~1.0mm，主要设备涂层厚度应为 1mm~2mm。

10.1.8 设备管法兰宜按现行行业标准《钢制管法兰、垫片、紧固件》HG/T 20592 或《钢制管法兰》HG/T 20615 选用，压力等级不宜低于 PN16/150Lb。

10.1.9 氯介质设备的金属接管法兰应选带颈对焊法兰，法兰等级不低于 PN25/150Lb。

10.1.10 氢系统设备的金属接管法兰应选带颈对焊法兰或带颈平焊法兰，法兰等级不低于 PN16/150Lb。

10.1.11 金属设备管口补强应符合下列要求：

1 氯介质，应采用加强管补强结构；

2 其他介质：管口公称直径小于 50mm 时应采用加强管补强结构；管口公称直径大于等于 50mm 时应采用加强管补强结构或补强圈结构。

10.1.12 设备垫片选择应符合下列要求：

1 氢气介质金属设备垫片应选金属缠绕垫或改性聚四氟乙烯垫（RPTFE）；

2 干氯介质金属设备垫片应选金属缠绕垫。

10.1.13 当设计温度低于-20℃时的低温压力容器，选 30CrMoA、35CrMoA 材质的螺柱，螺柱应进行该设计温度下的低温冲击试验，试验指标应符合现行国家标准《压力容器》GB/T 150.2 的规定。

10.1.14 腐蚀裕度，除做防腐处理的设备外，一般碳钢及低合金钢设备不得小于 2mm，不锈钢设备为 0mm，液氯储罐不得小于 3mm。

10.1.15 金属设备（包括非金属衬里设备）应设置静电接地板，静电接地板材料等级不应低于 S30408 不锈钢。静电接地板设置个数应符合下列要求：

1 公称直径大于 2500mm 或公称容积大于 50m<sup>3</sup> 的立式储罐，应设置不少于 2 点；

2 公称直径大于 20000mm 的立式储罐，应设置不少于 4 点；

3 卧式储罐设备，每个鞍座应设置 1 点。

### 10.2 材料选择

10.2.1 压力容器受压元件材料选择应符合下列要求：

- 1 低合金钢板材按现行国家标准《锅炉和压力容器用钢板》GB/T 713 选用 Q245R 或 Q345R；
- 2 不锈钢板材按现行国家标准《承压设备用不锈钢钢板及钢带》GB/T 24511 选用；
- 3 一般钢管按现行国家标准《石油裂化用无缝钢管》GB/T 9948、《输送流体用无缝钢管》GB/T 8163 选用；Q345 系列钢管按现行国家标准《高压化肥设备用无缝钢管》GB/T 6479 选用；不锈钢钢管按现行国家标准《流体输送用不锈钢无缝钢管》GB/T 14976 选用；

10.2.2 碱介质的常压罐、低压罐、塔、压力容器、换热器设备材质的选用宜符合下列要求：

- 1 液碱浓度小于等于 33wt%、工作温度小于等于 50℃，宜选用碳钢、低合金钢及 S30408 不锈钢；
- 2 液碱浓度小于等于 30wt%、工作温度为 50℃~90℃，宜选用 S30408、S31608 不锈钢；
- 3 液碱浓度为 30wt%~50wt%、工作温度小于等于 50℃，宜选用 S30408、S31608、S31603 不锈钢，或不锈钢复合板；
- 4 液碱浓度为 30wt%~50wt%、工作温度为 50℃~90℃，宜选用 S31608、S31603、S31008 不锈钢；
- 5 液碱浓度为 30wt%~50wt%、工作温度为 90℃~200℃，宜选用 S31008 不锈钢、镍、镍-钢（复合板）；
- 6 液碱浓度大于 50wt%、工作温度为 90℃~200℃，宜选用镍、镍-钢（复合板）；
- 7 液碱浓度大于 50wt%、工作温度大于 200℃，宜选用镍或镍基合金。

10.2.3 湿氯气、氯水、含氯淡盐水介质的常压罐、低压罐、塔、换热器设备材质的选用宜符合下列要求：

- 1 工作温度小于等于 60℃，宜选用硬 PVC/FRP、乙烯基玻璃钢、钛；
- 2 工作温度大于 60℃，宜选用乙烯基玻璃钢、钛。

10.2.4 氯气干燥塔，最后一级宜选用碳钢或硬 PVC/FRP，其他级宜选用硬 PVC/FRP。

10.2.5 干氯气、液氯介质的常压罐、低压罐、容器、塔、换热器设备材质的选用必须符合下列要求：

- 1 宜选用碳钢或低合金钢；
- 2 液氯介质设备，设计压力应满足全真空和 1.58MPa（表压），设计温度应满足-25℃和 50℃，应按现行国家标准《低温压力容器用钢板》GB/T 3531 选用低温压力容器用钢板；
- 3 介质为干氯气和液氯时严禁使用钛或钛合金材料。

10.2.6 氢气介质的常压罐、低压罐、容器、塔、换热器的设备材质宜选用碳钢或低合金钢。

10.2.7 接触一次盐水介质的常压罐、低压罐、容器、塔的设备材质宜选用乙烯基玻璃钢、碳钢内涂玻璃鳞片防腐；一次盐水介质的换热器材质宜选用钛。

10.2.8 接触二次盐水介质的常压罐、低压罐、容器、塔的设备材质宜选用乙烯基玻璃钢、碳钢衬低钙镁橡胶；二次盐水介质的换热器材质宜选用钛。

10.2.9 接触次氯酸钠介质的常压罐、低压罐、塔的设备材质宜选用硬 PVC/FRP；次氯酸钠介质的换热器材质宜选用钛。

10.2.10 硫酸介质的常压罐、低压罐、容器的设备材质选用宜符合下列要求：

- 1 浓度为 93wt%~98wt%硫酸宜选用碳钢、硬 PVC/FRP；
- 2 浓度为 75%~93%硫酸宜选用硬 PVC/FRP。

10.2.11 盐酸介质的常压罐、低压罐、塔的设备材质宜选用耐酸型树脂玻璃钢。

## 11 设备和管道布置的安全设计

### 11.1 设备布置

- 11.1.1 化盐池、盐泥池、药剂配置池、配置槽等地下池（槽）应设置护栏、盖板、车挡、警示标志。
- 11.1.2 电解厂房内不应设置操作室和机柜间。
- 11.1.3 洗眼器及冲淋设施应布置在酸、碱操作区域附近，其周围不应有障碍物。
- 11.1.4 电解与氯气处理方位的布置宜使联系两个工序的湿氯气总管形成“U”型或“Z”型布置自然补偿；电解与氢气处理方位的布置宜使联系两个工序的湿氢气总管形成“U”型或“Z”型布置自然补偿。
- 11.1.5 在寒冷地区氯氢洗涤及冷却设施宜与电解单元合为一体布置。
- 11.1.6 氢气处理、氯化氢合成及盐酸、氢气压缩工序宜采用敞开布置，在寒冷地区封闭布置时建筑物顶部或外墙的上部应设置气窗或排气孔；顶部平面应平整。
- 11.1.7 酸碱储罐的布置应符合国家标准《石油化工工厂布置设计规范》GB 50984-2014 第 4.4.8 条。酸碱储罐周围应设置防护堤，堤内的有效容积不应小于罐组内 1 个最大储罐的容积；立式储罐至防护堤内堤脚线的距离不应小于罐壁高度的一半。
- 11.1.8 次氯酸钠区域的地沟严禁与酸性区域的地沟相连。

### 11.2 管道布置

- 11.2.1 电解产出的湿氯气与湿氢气及废氯气管道布置应设置坡度，当管道无法避免液袋，应设置排净措施。尤其是湿氯气、湿氢气总管在外管架上突然升高，总管的最低处应设计排液水封。
- 11.2.2 电解送往氯气处理的湿氯气管道采用非金属材料或薄壁金属时，湿氯气管道应设置管道应力补偿。
- 11.2.3 氢气放空管道的放空点标高应符合国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160-2008(2018 年版) 第 5.5.11 条。
- 11.2.4 在电解槽槽头，电解厂房、氯气干燥、氯气压缩区域、液氯包装区、汽化区、液氯储罐区应设置抽泄漏氯气的管道并送至氯气吸收装置，且管道端部应配置可移动的软管。
- 11.2.5 各单元置换管道的布置应保证氯气、氢气管线置换时不存在盲区。
- 11.2.6 吸收尾气引风机进口的所有管道不应存在液袋。
- 11.2.7 废氯气吸收塔至碱液循环储罐间管线应设置液封。
- 11.2.8 液氯储罐的进出管道严禁出现盲端，以避免三氯化氮积聚。液氯输送距离较长时，阀门之间的液相封闭管段，应当设置管道安全泄放设施或气囊。
- 11.2.9 熔盐管线布置应坡向熔盐储罐，保证停车后管线内的熔盐全部流回储罐。
- 11.2.10 蒸汽管道安全阀泄放口宜背向人行通道和检修通道，不宜朝向附近的设备或建筑物。
- 11.2.11 烧碱装置中所有属于甲类、乙类火灾危险性、腐蚀性及毒性的介质管道，除使用该管线所在的建筑物、构筑物外，均不得采用建筑物支撑式敷设。管架与建筑物、构筑物之间的最小水平间距，应符合国家标准《化工企业总图运输设计规范》GB 50489-2009 表 7.3.4 的规定。
- 11.2.12 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。氢气管道与其他可燃气体、可燃液体的管道共架敷设时，氢气管道与上述管道之间，

宜用公用工程管道隔开，或保持不小于 250mm 的净距离。分层敷设时，氢气管道应位于上方，符合现行国家标准《氢气使用安全技术规程》GB 4962 的要求。

11.2.13 氢气管道应避免穿过地沟、下水道等，当不得不穿过时，应设置套管。氢气管道不得穿过生活设施、办公室、配电室、仪表控制室、楼梯间和其他不使用氢气的房间，不宜穿过吊顶、技术（夹）层。氢气管道穿过墙壁或楼板时，应敷设在套管内，套管内管道不应有焊缝，氢气管道穿越处孔洞应用阻燃材料封堵。

11.2.14 在氢气管道与其相连的装置、设备之间应安装止回阀，界区间阀门应采取隔离措施。每台用氢设备的支管上应设置阻火器。

11.2.15 熔融碱排净管线设计宜短，不宜用弯头。

## 12 管道材料安全设计

### 12.1 盐水系统

12.1.1 二次盐水系统管道材料宜采用钢衬低钙镁橡胶、钢衬塑、钢衬 PTFE、氯化聚氯乙烯 (CPVC)、钢骨架聚乙烯。

12.1.2 含氯盐水宜采用钛材、钢衬 PTFE。

### 12.2 碱系统

12.2.1 液碱浓度小于等于 30wt%、工作温度小于等于 50℃，且无工艺要求时，可选用碳钢。

12.2.2 液碱浓度小于等于 30wt%、工作温度为 50℃~90℃，宜选用 S30408、S30403 不锈钢。

12.2.3 液碱浓度为 30wt%~50wt%、工作温度小于等于 50℃，宜选用 S30408、S30403、S31608、S31603 不锈钢。

12.2.4 液碱浓度为 30wt%~50wt%、工作温度为 50℃~90℃，宜选用 S31608、S31603、S31008 不锈钢。

12.2.5 液碱浓度为 30wt%~50wt%、工作温度为 90℃~200℃，宜选用 S31008 不锈钢、镍材。

12.2.6 液碱浓度大于 50wt%、工作温度大于 90℃，宜选用镍材。

### 12.3 氢气系统

12.3.1 氢气宜采用碳钢材料；含碱液湿氢气宜采用奥氏体不锈钢材料或非金属材料。氢气管道元件的选用应符合现行国家标准《氢气使用安全技术规程》GB 4962。

### 12.4 氯气及液氯系统

12.4.1 管道材质的选用必须符合下列要求：

1 湿氯气、氯水宜选用硬 PVC/FRP、CPVC、乙烯基树脂玻璃钢、钢衬 PTFE、钛材。湿氯气、氯水不应采用奥氏体不锈钢材料；

2 干氯气宜采用碳钢材料，严禁采用钛材；

3 液氯宜选用低温碳钢材料。

12.4.2 阀门的选用应符合下列要求：

1 液氯介质的阀门宜选用波纹管密封截止阀；

2 干氯气介质的阀门宜选用波纹管密封闸阀或截止阀，当选用球阀或蝶阀时，阀门应具有可靠的密封结构型式。

### 12.5 硫酸系统

12.5.1 不含氯气的浓硫酸 (95wt%及以上) 宜选用碳钢材料，阀门的内件宜选用不锈钢 S31608 或 Alloy 20 合金材质。

12.5.2 含氯气的硫酸宜选用钢衬氟塑料。

### 12.6 盐酸系统

12.6.1 盐酸宜选用耐酸型树脂玻璃钢、硬 PVC/FRP、CPVC、钢衬氟塑料、钢衬塑料。

### 12.7 次氯酸钠系统

12.7.1 次氯酸钠宜选用硬 PVC/FRP、CPVC、钢衬氟塑料、钢衬塑料。

## 13 消防安全设计

### 13.1 一般规定

13.1.1 消防用水应符合工厂用水规划，消防水源应有可靠保证。

13.1.2 消防系统应根据建（构）筑物用途、重要性、火灾危险性等综合因素设计。

### 13.2 消防用水量

13.2.1 消防用水量应按同一时间内的火灾处数和相应处的一次灭火用水量确定。

13.2.2 厂区同一时间内的火灾处数应按表 13.2.2 确定。

表 13.2.2 厂区同一时间内的火灾处数

厂区占地面积 (m <sup>2</sup> )	同一时间内火灾处数
≤1000000	1 处：厂区消防用水量最大处
>1000000	2 处：一处为厂区消防用水量最大处，另一处为厂区辅助生产设施

13.2.3 厂房、仓库、储罐以及民用建筑等的消防用水量宜按现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 计算确定。

### 13.3 消防设施

13.3.1 消防供水应符合下列要求：

- 1 采用低压室外消防给水时，室外消火栓栓口处的水压从室外设计地面算起不应小于 0.1MPa；
- 2 消防用水与其他用水合用的管道，当其他用水达到最大小时流量时，应能保证供应全部消防用水量；
- 3 消防给水管道应环状布置。环状管道的进水管不应少于 2 条；环状管道应用阀门分成若干独立段，每段消火栓和水炮的数量不宜超过 5 个；
- 4 消防给水管道应保持充水状态；在寒冷地区，应有防冻措施；
- 5 消防给水管道的管径应经计算确定。

13.3.2 室外消火栓、室内消火栓应符合下列要求：

- 1 烧碱装置应设室外消火栓。室外消火栓宜采用地上式消火栓，寒冷地区设置室外消火栓应有防冻措施；
- 2 建筑物按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 要求设置室内消火栓，室内消火栓应配直流-水雾两用枪；
- 3 敞开或半敞开布置的甲、乙类框架，宜按现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 的要求设置消防竖管。

13.3.3 消防水池（罐）和泵房设施在工厂水源直接供给不能满足消防用水量、水压和火灾延续时间内消防用水总量要求时，应建消防水池（罐），并应符合下列规定：

- 1 水池（罐）的容量应满足火灾延续时间内消防用水总量的要求。当发生火灾能保证向水池（罐）连续补水时，其容量可减去火灾延续时间内的补充水量；
- 2 消防水池进水管应根据其有效容积和补水时间确定，补水时间不宜大于 48h，但当消防水池有效

总容积大于 2000m<sup>3</sup> 时，不应大于 96h。消防水池进水管管径应经计算确定，且不应小于 DN100；

- 3 当消防水池（罐）与生活或生产水池（罐）合建时，应有消防用水不作他用的措施；
- 4 寒冷地区应设防冻措施；
- 5 消防水池（罐）应设液位检测，高低液位报警及自动补水设施。

13.3.4 其他消防设施应符合下列要求：

- 1 灭火器的配置应执行现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的规定。
- 2 中央控制室需要设置自动灭火设施的，可采用高压细水雾灭火系统、气体灭火系统等，有人值守的房间不宜采用气体灭火系统。

#### 13.4 消防排水

13.4.1 消防时可能产生有毒、有害或可燃性液体的场所，消防排水不可散排。污染的消防排水应排入事故池（罐）。

13.4.2 酸、碱储罐区排水管线应设置切换阀门，且应设置在罐区围堰外。

13.4.3 事故池（罐）有效容积不应小于最大着火点的消防排水量、泄漏物料量及进入事故池（罐）的降雨量之和。着火点设置围堰时，事故池（罐）的有效容积可减去围堰内的有效容积。

13.4.4 事故废水管线宜与雨排水管线分开设置，重力流事故废水管道不应按满流计算，设计充满度宜低于 0.9，管顶应平接，泄水能力应大于消防废水的最大瞬时流量。

13.4.5 事故废水管道材质应耐酸碱腐蚀，排水检查井内壁应防腐。

13.4.6 消防废水池最高液位宜低于重力流进水管管顶。



## 14 供暖通风与空气调节安全设计

### 14.1 供暖

14.1.1 对于具有爆炸和火灾危险的生产厂房和仓库，当所散发的可燃气体及粉尘，有可能同供暖系统的设备和管道热表面接触时，供暖热媒的温度不应高于上述物质引燃温度值的 80%（以℃计），且热水温度不应高于 130℃，蒸汽温度不应高于 110℃。

14.1.2 对于不散发可燃气体及粉尘的生产厂房和仓库，供暖热水温度不应高于 150℃，蒸汽温度不应高于 130℃。

14.1.3 对于采用高于 100℃介质作为热媒的散热器供暖系统，应在保证散热效果的基础上采用防护措施，防止接触烫伤。

14.1.4 配电间、机柜间、DCS 控制室等仪表电气用房严禁采用热水或蒸汽散热器供暖系统，且不应布置热水或蒸汽供暖管道。

### 14.2 通风与空气调节

14.2.1 下列厂房中的空气不应循环使用：

- 1 对于空气中含有氯气、氯化氢等有毒物质的厂房；
- 2 含有氢气等甲、乙类厂房；
- 3 建筑物内的甲、乙类火灾危险性的房间。

14.2.2 对于空气中含有氢气、氯气、氯化氢等有毒、易燃或有爆炸危险物质的场所，应设置独立的通风系统。该系统的设备和管道布置应满足下列要求：

- 1 送风设备与排风设备不应布置在同一通风机房内；
- 2 排风设备不应和其他系统的送、排风设备布置在同一通风机房内；
- 3 排除有燃烧或爆炸危险物质的风管不应穿过防火墙和有爆炸危险的车间隔墙，且不应穿过人员密集或可燃物较多的房间。

14.2.3 空气中含有氢气等易燃易爆危险物质的房间，其送、排风系统应采用防爆型的通风设备。当送风机布置在非爆炸危险性区域内且送风干管上设置防止回流设施时，可采用普通型的通风设备。

14.2.4 液氯储槽厂房通风系统，应设有隔绝室内室外空气连通的风阀，该风阀的控制开关应在室内、室外均可方便操作。

14.2.5 对于全面排风系统，用于排除氢气和空气混和物时，吸风口上缘距顶棚平面或屋顶的距离不应大于 0.1m，应符合现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 规定；用于排除氯气和空气混和物时，除液氯储槽厂房外，吸风口下缘距地板间距不应大于 0.3m；对于液氯储槽厂房，吸风口下缘不应低于门槛高度。

14.2.6 设置在爆炸危险场所的非防爆用电设备所在房间（氯化氢合成及盐酸的操作室等）或直接安装在爆炸危险车间内的正压型电气设备应设计正压通风，并应满足下列要求：

- 1 正压通风的正压值应为 30 Pa ~50Pa。
- 2 为正压室及正压型电气设备送风的采气口应设在爆炸危险区以外，且距防爆区边界至少 1.5m。
- 3 正压送风系统应设置备用风机，且所有风机应能自动切换。

4 正压室不应设置可开启的外窗以及与室外直接相通的外门，应设计门斗或门廊。内、外门均应为密闭型的，并应保证两道门不同时开启，同时门斗或门廊内应保持不低于 10Pa 的正压。正压通风控制室内应设置可燃、有毒气体浓度检测装置。与爆炸危险装置相邻的墙上不应设置可开启窗。室内管线穿孔应密封，管沟应填塞密实。

5 正压通风系统应与正压室内电气、仪表设备联锁。电气、仪表设备运行前，先开启正压通风系统置换室内空气，可燃气体浓度合格并达到设计正压值后，再向电气、仪表设备供电。正压通风系统应待正压室内电气、仪表设备电源切断后方可关闭。

6 正压室内应设正压检测仪表和失压报警装置，且与正压通风系统联锁。当室内正压值低于 25Pa 持续 1 分钟后，应发出报警信号，并使备用通风机自动投入运行。

14.2.7 排出有爆炸危险物质的局部排风系统，其风量应按在正常运行和事故情况下，风管内这些物质浓度不应大于爆炸下限的 50% 计算。

14.2.8 排除、输送有燃烧或爆炸危险混合物通风设备和风管，均应采取防静电接地措施（包括法兰跨接），且不应采用容易积聚静电的绝缘材料制作。

## 15 个体防护、应急救援设施设计

### 15.1 个人防护用品配备

15.1.1 化工企业劳动防护用品应按照现行行业标准《化工企业劳动防护用品选用及配备》AQ/T 3048 选用及配备，对烧碱装置各工序危险、有害因素进行识别，确定各工序作业类别见表 15.1.1。

表 15.1.1 烧碱装置各工序的作业类别

场 所	危险、有害因素	作业类别
原盐储运	铲车、天车	铲、装、吊、推机械操作
一次盐水	氯化钡溶液	沾染液体毒物作业
	袋装氯化钡	涉固态毒物作业
	烧碱、盐酸、次氯酸钠溶液	腐蚀性作业
	泵、离心机	噪声作业
二次盐水	烧碱、盐酸	腐蚀性作业
	泵	噪声作业
电 解	氢气	易燃易爆场所作业
	氯气	有毒有害气体作业
	烧碱、盐酸	腐蚀性作业
	泵	噪声作业
	电解槽	高温作业
淡盐水脱氯	氯气	有毒有害气体作业
	氯水、含氯淡盐水	腐蚀性作业
	泵、真空泵	噪声作业
氯气处理	氯气	有毒有害气体作业
	硫酸	腐蚀性作业
	泵、氯气压缩机	噪声作业
废氯气处理	氯气	有毒有害气体作业
	烧碱、次氯酸钠溶液	腐蚀性作业
	泵、风机	噪声作业；
氢气处理	氢气	易燃易爆场所作业
	泵、氢气压缩机	噪声作业
氯化氢合成及盐酸	氢气	易燃易爆场所作业
	氯气	有毒有害气体作业

场 所	危险、有害因素	作业类别
	盐酸	腐蚀性作业
	泵	噪声作业
液氯	氯气	有毒有害气体作业
	烧碱、次氯酸钠溶液	腐蚀性作业
	泵、冰机	噪声作业
	天车	铲、装、吊、推机械操作
蒸发	烧碱	腐蚀性作业
	泵、真空泵	噪声作业
	蒸发器	高温作业
固碱	片碱包装、粒碱包装	粉尘作业
	烧碱	腐蚀性作业
	泵、片碱机、真空泵	噪声作业
	熔盐炉	高温作业
罐区	烧碱、盐酸、硫酸、次氯酸钠溶液	腐蚀性作业
	泵	噪声作业

15.1.2 基于本标准表 15.1.1 确定的作业类别，个人防护用品的选用应符合现行行业标准《化工企业劳动防护用品选用及配备》AQ/T 3048 的要求。

## 15.2 应急救援设施

15.2.1 应按照国家标准《危险化学品单位应急救援物资配备要求》GB/T 30077 设置应急救援设施，气体防护站应按照国家标准《气体防护站设计规范》SY/T 6772 进行设计。

## 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本标准中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50019
- 《建筑照明设计标准》 GB 50034
- 《工业建筑防腐蚀设计标准》 GB/T 50046
- 《供配电系统设计规范》 GB 50052
- 《建筑物防雷设计规范》 GB 50057
- 《爆炸危险环境电力装置设计规范》 GB 50058
- 《交流电气装置的接地设计规范》 GB 50065
- 《建筑灭火器配置设计规范》 GB 50140
- 《石油化工企业设计防火标准》 GB 50160
- 《防洪标准》 GB 50201
- 《化工企业总图运输设计规范》 GB 50489
- 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》 GB 50493
- 《工业企业电气设备抗震设计规范》 GB 50556
- 《石油化工装置防雷设计规范》 GB 50650
- 《石油化工安全仪表系统设计规范》 GB 50770
- 《消防给水及消火栓系统技术规范》 GB 50974
- 《石油化工工厂布置设计规范》 GB 50984
- 《管壳式换热器》 GB/T 151
- 《压力容器》 GB/T 150.1~150.4
- 《锅炉和压力容器用钢板》 GB/T 713
- 《低温压力容器用钢板》 GB/T 3531
- 《氢气使用安全技术规程》 GB 4962
- 《高压化肥设备用无缝钢管》 GB/T 6479
- 《输送流体用无缝钢管》 GB/T 8163
- 《石油裂化用无缝钢管》 GB/T 9948
- 《氯气安全规程》 GB 11984
- 《危险化学品重大危险源辨识》 GB 18218
- 《中国地震动参数区划图》 GB 18306
- 《流体输送用不锈钢无缝钢管》 GB/T 14976
- 《承压设备用不锈钢钢板及钢带》 GB/T 24511
- 《危险化学品单位应急救援物资配备要求》 GB/T 30077
- 《职业性接触毒物危害程度分级》 GBZ 230

《化工企业劳动防护用品选用及配备》AQ/T 3048  
《钢制管法兰、垫片、紧固件》HG/T 20592  
《钢制管法兰》HG/T 20615  
《压力容器化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类标准》HG/T 20660  
《化工企业腐蚀环境电力设计规程》HG/T 20666  
《化工企业静电接地设计规程》HG/T 20675  
《纤维增强塑料化工设备技术规范》HG/T 20696  
《气体防护站设计规范》SY/T 6772

中华人民共和国团体标准

烧碱装置安全设计标准

T/HGT XXXX - 2019

条文说明



## 制订说明

《烧碱装置安全设计标准》HGJ ×××××，经中国石油和化工勘察设计协会2019年××月××日以第××号公告批准发布。

本标准制订过程中，编制组进行了××××的调查研究，总结了我国工程建设（具体某专业领域的情况）的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，通过试验取得了××××重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《烧碱装置安全设计标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

本标准为首次发布。

## 目 次

3	烧碱装置危险有害因素及风险程度 .....	44
4	工艺安全设计 .....	44
5	总平面布置安全设计 .....	44
6	建（构）筑物安全设计 .....	44
7	自动控制安全设计 .....	45
12	管道材料安全设计 .....	46
13	消防安全设计 .....	47

### 3 烧碱装置危险有害因素及风险程度

3.1.1 本条中氢气处理工序不含氢气钢瓶充装及配套设施，有关氢气钢瓶的相关内容，应按照《氢气站设计规范》GB 50177。

## 4 工艺安全设计

4.1.2 根据碱度在线分析仪测得粗盐水的 pH 值，自动调节加烧碱量。

4.1.5 设置亚硫酸钠加入管线及游离氯在线分析仪，目的在于避免游离氯进入二次盐水工序。

4.2.12 由于电解槽的专利商不同，对槽电压偏差联锁的要求不同，需满足专利商要求。

4.2.13 每台电解槽阴极侧末端设置的氮气管线，作用是用于停车后氢气的置换。

4.2.14 阴极液受槽设置的氮气管线，目的在于开停车时用于吹扫以及电解槽差压调节。

4.2.17 氯酸盐分解槽顶部气相区设置的稀释二氧化氯措施，目的在于防止二氧化氯积累导致爆炸。

4.3.2 本条为湿氯气最终冷却器控制措施应符合的要求。

3 冷却器出口氯水管线设置的视镜，目的在于供巡检检查氯水流动状态。

4.3.5 浓硫酸槽放空管口设计水分干燥过滤器或顶部连续充入少量氮气，目的在于防止浓硫酸吸收水分腐蚀储槽产生氢气。

4.3.9 如果烧碱装置中氯压机为一台（或一开备）时，当氯压机故障时，联锁停止向所有电解槽供电；当氯压机为两台或两台以上同时运行时，其中部分氯压机出现故障时，可以联锁停部分电解槽。

4.4.4 碱液循环泵故障时，碱液高位槽出口管线上的切断阀自动打开，碱液靠位差直接向废氯气吸收塔内喷淋。

4.6.1 淘汰氨冷冻盐水间接液化工艺。

4.6.2 液化氯气时，冷源应走管程，管程应进行防腐处理。

4.6.6 本条为液氯贮槽厂房的设置必须符合的要求。

3 在厂房内设置固定式废氯气吸风口，目的在于将大量泄漏的氯气用吸风口送至废氯气吸收系统；

4 在厂房内设置可移动式非金属软管废氯气吸风口，目的在于将局部少量泄漏的氯气用吸风口送至废氯气吸收系统；

4.6.9 液氯钢瓶充装场所，设置的移动式非金属软管吸风口和封闭处置室，用于处置泄漏的钢瓶。

4.6.10 本条为液氯槽车充装设置应符合的要求。

5 设置可移动式非金属软管废氯气吸风口，目的在于将泄漏的氯气用吸风口送至废氯气吸收系统。

4.6.11 本条为液氯全汽化工艺设置应符合的要求：

2 汽化热源也可用热水。

3 汽化压力高高时，通过氯气超压调节阀将氯气泄放至废氯气吸收，并连锁关闭液氯进料阀和蒸汽阀；

4 汽化温度高高时连锁关闭蒸汽进料阀。

- 4.7.9 盐酸槽指可能出现氢气析出的各种浓度的盐酸槽、废盐酸槽、吸收水槽。
- 4.7.10 当发生异常时，上下游应及时发出报警信号。
- 4.8.2 添加还原剂蔗糖水溶液，目的在于消除氯酸盐，防止腐蚀换热设备。
- 4.8.5 设置事故桶，收集片碱机事故时从弧形锅溢流口排出的熔融碱，以及正常停车时弧形锅倾倒出的熔融碱。
- 4.8.7 熔盐罐设置连续通入氮气保护管线，目的在于防止熔盐中的亚硝酸钠被空气氧化导致熔盐的熔点上升。

## 5 总平面布置安全设计

5.1.1 在厂址选择中，除满足城市规划和土地规划要求外，还应满足国家产业安全布局要求，比如，满足国家发展和改革委员会发布的《氯碱（烧碱、聚氯乙烯）行业准入条件》的要求。满足《基础化学原料制造业卫生防护距离 第1部分：烧碱制造业》GB 18071.1的要求。满足项目环境影响评价和安全评价对周边人员、重要设施、保护区等距离要求。满足项目厂区与周边设施的消防要求。

## 6 建（构）筑物安全设计

6.1.3 电解厂房火灾危险性为甲类，依据《建筑设计防火规范》第3.3.1条，耐火等级为二级的多层甲类厂房的防火分区的最大允许建筑面积为2000m<sup>2</sup>；实际工程中（特别是在北方地区）往往突破防火分区面积要求，此类厂房二层（电解槽）楼层平台局部漏空时可以作为操作平台考虑，面积不叠加，但是疏散应满足甲类多层建筑疏散距离要求。

6.2.1 本条要求来自于《建筑设计防火规范》GB50016第3.7.1和第3.7.2条规定。

6.2.2 本条为烧碱装置厂房内任一点至最近安全出口的直线距离的规定。

1 本条要求来自于《建筑设计防火规范》GB50016表3.7.4规定的要求。

2 改造项目中，可以局部设置不封闭的地坑，地坑中不能不知散发较空气重的可燃气体、可燃蒸气的设备，避免出现粉尘、纤维爆炸危险，如有危险需要采取相应的安全措施，如增加局部通风等。

6.2.3 在烧碱装置里仅有电解厂房有防火墙分隔防火分区，《建筑设计防火规范》GB 50016第3.3.1条注解1规定甲类厂房的防火分区必须采用防火墙分隔。

6.3.2 由于工艺流程不同各装置布置和名称都会有变化，根据具体工程具体确定腐蚀特征。

6.4.2 本条要求来自于《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046第4.4节，此种考虑原因是当腐蚀性介质进入钢与混凝土间隙时，对钢结构的腐蚀很难处理。

6.5.2 本条要求来自于《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222表4.0.1规定的要求。

## 7 自动控制安全设计

7.3.1 安全仪表系统（SIS）也称为紧急停车系统（ESD）、安全停车系统（SSD）、安全联锁系统（SIS）或安全保护系统（SPS），所以烧碱装置设置安全仪表系统（SIS）或紧急停车系统（ESD）是一样的，只是称谓不同，但设计均要符合现行国家标准《石油化工安全仪表系统设计规范》GB 50770 的规定。

7.3.8 主要联锁回路（仅作为参考）

（1）根据不同槽型和工艺，电解装置可选择下列参数的部分或全部进入安全仪表系统（SIS）：

电解槽整流器停  
淡盐水槽液位 HH  
碱液槽液位 HH  
氯气总管压力 HH  
氢气总管压力 HH  
氢气总管与氯气总管压差 HH  
氢气总管与氯气总管压差 LL  
紧急停车按钮  
仪表空气压力 LL  
氢气压缩机停  
氯气压缩机停  
电解槽接地故障  
进电解槽阳极精盐水流量 LL  
进电解槽阴极碱液流量 LL  
整流器电流 HH  
槽电压差 HH/LL

注：氢气压缩机停车参与全装置联锁是按没有氢气气柜来设计的。

（2）盐酸合成炉工段根据不同炉型，可选择下列参数中的部分或全部进入安全仪表系统（SIS）进行安全联锁保护：

进合成炉氯气总管压力 LL  
进合成炉氢气总管压力 LL  
进合成炉氢气流量 HH  
进合成炉氢气流量 LL  
进合成炉氯气流量 HH  
进合成炉氯气流量 LL  
进合成炉氢气/氯气流量比值 HH  
进合成炉氢气/氯气流量比值 LL  
汽包液位 LL  
汽包液位 HH  
进合成炉循环水流量 LL

合成炉火焰熄灭

(3) 液氯工段，可选择下列参数中的部分或全部进入安全仪表系统（SIS）进行安全连锁保护：

液氯储槽液位 HH

液氯汽化压力 HH

7.7.3 非金属材料桥架在桥架底层设置导体并在桥架两端设置接地柱，目的在于以便与全厂接地网相连，防止在危险区域静电积累引起危险。

## 8 电气安全设计

8.1.1 依据现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052 中电力负荷的分级原则，将装置中特别重要负荷及一级负荷（如消防负荷）统一归并为特别重要负荷，原因如下：1）装置中特别重要负荷及一级负荷的台数和容量在整个装置中的比重都不是很大，合并设计后不会对应急电源系统的配置产生大的影响；2）由于特别重要负荷由独立于正常供电电源的应急电源供电，系统中不再有一级负荷因此可以大大降低对主工作电源的要求，这在很大程度上适应现行电网的现状。

8.4.1 屋面采用接闪带作为防直击雷措施。

## 11 设备和管道布置的安全设计

11.1.6 顶部平面平整，目的在于防止氢气在顶部积聚。

11.2.2 湿氯气管道设置管道应力补偿，目的在于避免由于温度变化破坏管道，造成氯气泄漏事故。

11.2.14 在氢气管道与其相连的装置、设备之间设置的有效隔离措施，目的在于防止来自装置、设备的外部火焰回火至氢气系统。

11.2.15 熔融碱排净管线的设计方式，目的在于防止熔融碱排净时，管道变形造成碱液喷溅伤人或损坏设备。

## 12 管道材料安全设计

12.1.1 离子膜制碱工艺对盐水精制要求  $\text{Ca}^{2+}$ ， $\text{Mg}^{2+}$  含量控制在  $2 \times 10^{-8}$  之下，盐水精制的目的是去除  $\text{Ca}^{2+}$ ， $\text{Mg}^{2+}$ ， $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{SO}_4^{2-}$  等离子，因此盐水系统的管道材料的选择要耐盐水腐蚀和渗透、耐盐酸、次氯酸和氯酸盐等腐蚀，还要避免  $\text{Ca}^{2+}$ ， $\text{Mg}^{2+}$ ， $\text{Fe}^{3+}$  等离子的带入，因此适合采用钢衬橡胶、钢衬低钙镁橡胶或钢衬塑、钢衬 PTFE、CPVC 管道和阀门。另外，在电解槽区域，杂散电流会对管道材料包括法兰、螺栓产生电化学腐蚀，需同时采用局部牺牲阳极的措施。

12.2.5 烧碱对奥氏体不锈钢的腐蚀随浓度和温度的升高而加剧，当浓度大于 30wt%，温度超过 140℃ 时，超低碳奥氏体不锈钢的腐蚀速率大于 1.5mm/a，腐蚀严重，并有发生应力腐蚀的可能性，而镍材对高温、高浓度烧碱具有很强的耐蚀性。

12.4.1 常温干氯气对金属的腐蚀性很小，当氯气中含水量小于 0.015% 时，碳钢的腐蚀速率小于 0.04mm/a，因此干氯气适合采用碳钢材料。

氯中含水>0.015%时，湿氯会与金属铁起反应并很快被腐蚀且有氢气逸出。不锈钢在含 Cl<sup>-</sup>高于 0.015%时，氯离子会破坏奥氏体不锈钢表面的钝化膜而产生孔蚀或应力腐蚀破裂，因此不能用于湿氯气。

钛具有优良的耐湿氯性能，但钛不可用于干燥氯气，即使是 0℃以下的干燥氯气，也会与钛发生激烈反应，生成 TiCl<sub>4</sub>，接着分解为 TiCl<sub>2</sub>，并会伴随腐蚀产生着火危险。

氯气会渗透且与绝大多数高分子材料起反应，表面会生成一层黄色的油糊状的腐蚀生成物“氯奶油”。在 90℃的湿氯气中，天然硬橡胶衬里会腐蚀生成物淡黄色糊状；环氧乙烯基酯树脂玻璃钢的腐蚀生成物淡黄色糊状，但厚度薄而稍硬，硬 PVC 在 60℃以下的氯气中，会被湿氯渗透，在 90℃~100℃的湿氯气中，表面生成薄而稍硬的黄色生成物。在氯气系统中，聚丙烯的腐蚀速率大于硬 PVC，聚乙烯优于聚丙烯，但逊于硬 PVC。湿氯气管材选用钛材、FRP/PVC、CPVC、钢衬 PTFE 或乙烯基树脂玻璃钢。

氯水的腐蚀与湿氯相似，但随含水的增多而减弱，管材适合选用 FRP/PVC、CPVC、钢衬 PTFE 或乙烯基树脂玻璃钢。

液氯对碳钢腐蚀性很小，管材适合选用碳钢或低温碳钢。

干氯气和液氯按照 GB5044 是高度危害介质，适合选用波纹管密封的闸阀或截止阀，波纹管材质适合选用不锈钢 SS316L，但对空气潮湿地区，以防止湿空气进入后产生氯离子腐蚀，波纹管材质适合选用哈氏合金 C。当选用球阀或蝶阀时，阀门需采用低泄漏结构。阀门低泄漏的要求为阀门主要泄漏点填料函处的泄漏量需低于  $1.78 \times 10^{-8}$  (Pa·m<sup>3</sup>/s)，其阀杆的表面粗糙度控制在 Ra0.4 微米~0.8 微米，且不能有径向划痕。填料函的粗糙度需控制在最大 Ra3.2 微米，以保证一个良好的密封性能。

12.5.1 硫酸 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)，对金属和非金属材料的腐蚀随着浓度和温度变化有所不同。

12.6 盐酸是一种非氧化性酸，随着盐酸浓度的增加，碳钢的腐蚀速度也增大，普通不锈钢，即使在 1%浓度的盐酸中，也会发生孔蚀，因此盐酸采用非金属材料或非金属衬里材料，由于 PP 材料在游离氯的环境下，其寿命有限，因此尽量不选用 PP 材料。

## 13 消防安全设计

13.3.1 管网设计应能满足最不利点的水量和水压的要求，因消防水泵为间断运行，可适当提高水泵扬程减少管径

13.3.2 消防竖管可按现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB50160 的要求设计：消防竖管适合沿梯子敷设，按各层需要设置带阀门的管牙接口；平台面积小于或等于 50m<sup>2</sup>时，管径不小于 80mm；大于 50m<sup>2</sup>时，管径不小于 100mm；构架平台长度大于 25m 时，在另一侧梯子处增设消防给水竖管，且消防给水竖管的间距不大于 50m。

13.4.1 松花江污染事故后，中国石油化工集团公司编制了《水体环境风险防控要点》（试行）[2006]10 号和《水体污染防控紧急措施设计导则》，其中发生事故时罐区或装置的消防废水必须收集至事故池（罐），不可散排。烧碱装置发生火灾事故时，消防废水可能含有酸、碱、氯等污染物，必须有组织排放，并收集至事故废水池（罐）。

13.4.2 酸、碱、液氯属污染性物料，其储罐区排水分为初期雨水（及冲洗废水）、后期净雨水和事故

废水，除后期净雨水外，通常具有污染。因此，罐区排水管线必须设置阀门，以便通过切换实现清污分流，同时在事故时关闭阀门，防止泄漏物料外排。

#### 13.4.3 事故废水池（罐）的总有效容积

$$V_{\text{总}} = (V_1 + V_2 - V_3) \max + V_4 + V_5$$

其中 V1 指“发生事故时的物料泄漏量”，V2 指“事故期间的消防废水量”，V3 指“发生事故时可以转输至其他储存设施的物料量”。(V1+V2-V3) max 指“烧碱装置的不同装置（罐组）区分别计算后的最大值”。V4 指“发生事故时仍必须进入该收集系统的生产废水量”，V5 指“发生事故时可能进入废收集的降雨量”。

一般围堰的容积已经考虑了泄漏物料量，因此设置有围堰时，事故废水池（罐）有效容积可不计入泄漏物料量。

降雨量  $V_5 = qF$ ，其中 q 指“降雨强度，按平均日降雨强度计（mm/d）”，F 指“事故发生时必须进入事故废水收集系统的雨水汇水面积”。

13.4.4 由 13.4.3 条文说明可知，F 越大则 V5 也越大，事故废水池的有效容积也越大，投资将增加。将事故废水管线与雨排水管线分开设置，可避免事故期间其它非事故装置区的雨水进入事故废水收集系统。另外，重力流事故废水管道泄水能力需满足最大排水量要求，避免排水检查井溢流废水渗入地下而污染地下水。

13.4.5 烧碱装置排水常具有腐蚀性，故有此规定。

13.4.6 消防废水池最高液位过高，将降低重力流事故废水管线的水力坡降，泄水能力下降，导致排水检查井溢流。