



团 体 标 准

T/CCASC 0051—2024

氯碱副产氢纯化技术规范

Technical specifications for purification of chlor-alkali by-product hydrogen

2024-12-15 发布

2025-03-15 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 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 通用要求	2
5 技术要求	3
6 技术指标	5
附录 A (资料性) 氯碱副产氢纯化典型工艺流程框图	6
附录 B (资料性) 吸附剂水分吸附容量和部分气体的沸点	8
参考文献	9

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。

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：山东大地盐化集团有限公司。

本文件参与起草单位：陕西北元化工集团股份有限公司、福建环洋新材料有限公司、广东永恒化学制剂有限公司、山东昊邦化学有限公司、佳安氢源(重庆)新能源科技股份有限公司。

本文件主要起草人：孙文勇、徐生智、郁翔、高谦、李迎堂、江风、董俊杰、张军锋、陈天、刘超亮、孙文杰、吴红晓、袁晓波、王奋中、单海龙、宋增荣、张隆刚、宋涛、张国奇。

本文件由中国氯碱工业协会负责管理和解释。

氯碱副产氢纯化技术规范

1 范围

本文件规定了氯碱副产氢气纯化的通用要求、技术要求和指标要求等内容。
本文件适用于氯碱副产氢气的纯化,其他氢气纯化亦可参考。

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/T 3634.1 氢气 第1部分:工业氢
- GB/T 3634.2 氢气 第2部分:纯氢、高纯氢和超纯氢
- GB/T 21447 钢质管道外腐蚀控制规范
- GB/T 37244 质子交换膜燃料电池汽车用燃料 氢气
- GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范
- GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- GB 50177 氢气站设计规范
- GB 50235 工业金属管道工程施工规范
- GB 50264 工业设备及管道绝热工程设计规范
- GB 50316 工业金属管道设计规范
- 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 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

副产氢纯化系统 by-product hydrogen purification system

采用变压吸附、冷冻分离、膜分离和化学吸收技术中的一种或技术组合,从氯碱副产氢中提纯氢气的制氢系统。

3.2

变压吸附技术 pressure swing adsorption technology

基于多孔性固体物质(吸附剂)内部表面对气体分子的物理吸附作用,通过周期性压力变换实现气体分离和提纯的技术。

3.3

冷冻分离技术 freezing separation technology

基于物质在不同温度下呈现不同物理性质的原理,通过降低混合物中各组分的凝固点来实现分离的技术。

3.4

膜分离技术 **membrane separation technology**

在分子水平上,利用不同粒径分子的混合物通过半透膜时,实现选择性分离的技术。

3.5

化学吸收技术 **chemical absorption technology**

利用化学吸收溶剂对杂质气体进行吸收,实现分离的技术。

4 通用要求

4.1 纯化系统宜根据氯碱副产氢的氢气成分及纯化设备的特点,确定采用变压吸附、冷冻分离、膜分离、化学吸收等一种或多种联合工艺。

4.2 副产氢纯化系统的再生气,可根据需要回收利用或直接排入大气。当回收利用时,应根据要求分别设置再生气储罐、压缩机或罗茨风机等。当排入大气时,应当符合国家及地区对环境保护、工业卫生制定的有关排放标准。

4.3 环境温度根据建设地址的气象条件和具体情况确定副产氢纯化系统的工作环境温度。在没有确定的数据时,工作环境温度宜按小于 40℃考虑。

4.4 副产氢纯化系统所处场所各部分危险区域的范围及等级的划分,应符合 GB 50058 和 GB 50177 的规定。

4.5 氯碱副产氢纯化系统的自动控制系统是确保氢气生产过程顺利进行、生产安全的技术措施。自控系统应满足工艺要求,宜设置自适应优化操作系统以保证较高的氢气回收率和氢气产品质量,设置故障诊断和程序切换系统,以确保系统安全性及不间断输出氢气。自动控制系统应能承受可能事故的发生,当故障发生时,能及时报警、停车,并进行妥善处理。

4.6 氯碱副产氢纯化系统的管路、附件的材质选择,应符合 GB 50177、GB 50235 和 GB 50316 的规定;氯碱副产氢纯化系统的管道保温应符合 GB 50264 的规定;氯碱副产氢纯化系统的管道防腐应符合 GB/T 21447 的规定。

4.7 氯碱副产氢纯化系统生产区域应设置氢气浓度检测报警系统(GDS)。氢气浓度检测报警系统(GDS)应符合 GB/T 50493 的要求。

4.8 氯碱副产氢纯化系统出口宜设置氢气纯度在线检测仪。

4.9 纯化系统使用的冷却水水质应符合 GB/T 50050 的要求。

4.10 氢气压缩机前宜设置氢气缓冲罐。氢气缓冲罐容积满足副产氢纯化系统生产需求。

4.11 氢气压缩机的选型需根据氢气压缩机进气/排气压力、氢气流量、氢气纯度的要求进行合理选择,包括但不限于选用活塞式、隔膜式、离心式等类型压缩机。

4.12 真空泵、氢气压缩机等动力设备应配置防爆型电动机,电力装置设计应符合 GB 50058 的规定。当氢气压缩机等动力设备布置在厂房内时,防爆等级不低于 GB 50058 规定的 d II CT1;当氢气压缩机等动力设备布置在室外或敞开式、半敞开式厂房时,防爆等级不低于 GB 50058 规定的 e II CT1。

4.13 氢气压缩机应设置安全阀。安全阀应装铅封,排出的氢气应接至室外。氢气压缩机的进气管设置高低压超限报警装置、高低压超限停机联锁,排气管设置高压超限报警装置、高压超限停机联锁。泄放管宜设计成垂直方向,其口径应不小于泄放装置的出口直径。

5 技术要求

5.1 变压吸附技术

5.1.1 工艺流程

自氯碱装置来低压氢气,经压缩机压缩升压后,输送至净化工序;在净化工序氢气进入脱氯塔、脱氧塔,冷却后进入吸附塔,将水分、氨(NH₃)、一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO₂)、氮(N₂)等杂质除去。通过压缩机进一步压缩,送至充装工序,充装至管束式集装箱供客户使用。

5.1.2 工艺流程框图

典型的变压吸附工艺流程见附录 A 中图 A.1。

5.1.3 主要设备

氢压机、脱氯塔、脱氧塔、吸附塔等。

5.1.4 吸附剂选择

吸附塔用吸附剂主要有:活性炭、分子筛、活性氧化铝和硅胶。企业宜根据各自工况选择适宜的吸附剂。不同温度下吸附剂水分吸附容量见附录 B 中表 B.1。

5.1.5 吸附床结构要求

宜采用包含多个吸附层的氢气纯化吸附床结构。在多层吸附床中,各个吸附层材料的选择、尺寸的设计以及排布方式均由上游原料气组分和下游目标产品纯度来确定。

5.1.6 适用范围

主要适用于氯碱副产氢等粗氢制备后的纯化。

5.2 冷冻分离技术

5.2.1 工艺流程

原料气经过预处理除去部分杂质后,进入低温冷凝装置,根据杂质气体的沸点实现气体分离。

5.2.2 工艺流程框图

典型的冷冻分离工艺流程见图 A.2。

5.2.3 主要设备

压缩机、换热器、节流阀等。

5.2.4 分离温度要求

宜根据氢原料气所含杂质气体在低于其自身沸点但高于氢气沸点的温度来液化分离温度。部分气体的沸点见表 B.2。

5.2.5 应用多级冷凝

冷冻分离技术的纯化效果很大程度上由操作压力与温度决定,操作压力越高、温度越低,氢气纯化程度越高,但同时装置能耗也会相应增加。纯化分离单元宜采用多级冷凝工艺,以确保原料气的充分冷凝。

5.2.6 适用范围

主要适用于氢含量不小于 98.5%的原料气回收氢,产氢纯度高。

5.3 膜分离技术

5.3.1 工艺流程

原料气经过预处理除去部分杂质后,进入膜分离装置,实现高纯度的氢气纯化。

5.3.2 工艺流程框图

典型的膜分离工艺流程见图 A.3。

5.3.3 主要设备

膜分离器、分离罐、压缩机、冷却器等。

5.3.4 膜种类要求

分离膜主要包含高分子聚合物膜、无机膜、金属钯膜等。

5.3.5 膜材料要求

主要聚合物膜材料包括聚砜、聚酰亚胺、醋酸纤维、聚醚酰亚胺等材料,其结构类型主要分为中空纤维型与螺旋缠绕型。无机膜类型主要有陶瓷膜、金属膜、碳分子筛膜等。

5.3.6 组合工艺要求

膜分离工艺宜与其他纯化技术结合,降低投资成本和能耗,提升系统运行稳定性。

5.3.7 适用范围

适用于较小规模且对氢气纯度要求高的纯化过程。

5.4 化学吸收技术

5.4.1 工艺流程

利用化学吸收溶剂对杂质气体进行吸收,达到纯化的目的,并在特定条件下,对吸收杂质后的溶剂进行再生,实现溶剂的循环利用。

5.4.2 工艺流程框图

典型的化学吸收工艺流程见图 A.4。

5.4.3 主要设备

吸收塔、换热器、压缩机、再生塔等

5.4.4 化学吸收溶剂选取

常用的化学吸收溶剂为醇胺溶液和热碳酸钾溶液。

5.4.5 杂质气体脱除

部分吸收溶液及其气体脱除见表 1。

表 1 部分吸收溶液及其气体脱除

序号	吸收溶液	脱除气体种类
1	N-甲基二乙醇胺(MDEA)溶液	选择性脱除 H ₂ S、酸气提浓
2	热碳酸钾	酸性气体脱除
3	MDEA 混合溶液	同时脱除 H ₂ S 和 CO ₂

5.4.6 适用范围

适用于氢气中特定组分的脱除。

6 技术指标

- 6.1 氯碱副产的工业氢应符合 GB/T 3634.1 的规定。
- 6.2 氯碱副产的纯氢、高纯氢、超纯氢应符合 GB/T 3634.2 的规定。
- 6.3 氯碱副产的质子交换膜燃料电池汽车用燃料氢气应符合 GB/T 37244 的规定。

CCAI A

附录 A

(资料性)

氯碱副产氢纯化典型工艺流程框图

A.1 典型变压吸附工艺流程框图

典型的变压吸附工艺流程见图 A.1。

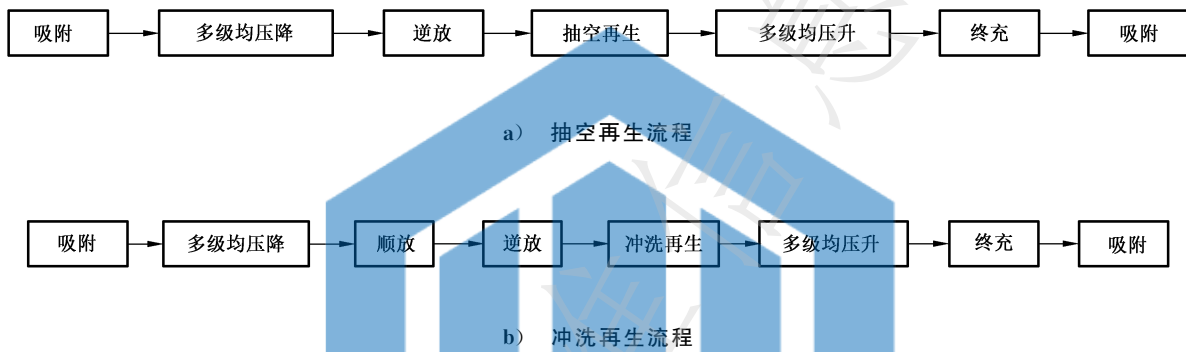


图 A.1 典型变压吸附工艺流程框图

A.2 典型冷冻分离工艺流程框图

典型的冷冻分离工艺流程见图 A.2。

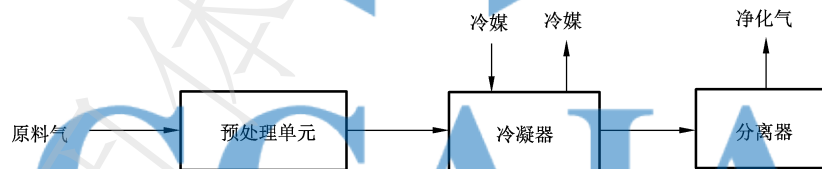


图 A.2 典型冷冻分离工艺流程框图

A.3 典型膜分离工艺流程框图

典型的膜分离工艺流程见图 A.3。

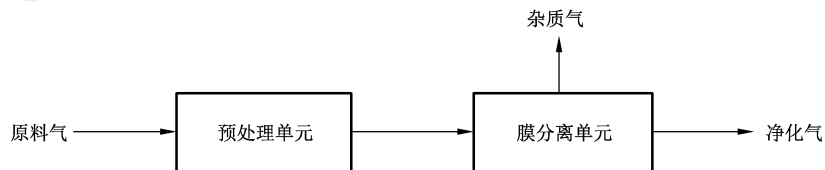


图 A.3 典型膜分离工艺流程框图

A.4 典型化学吸收工艺流程框图

典型的化学吸收工艺流程见图 A.4。

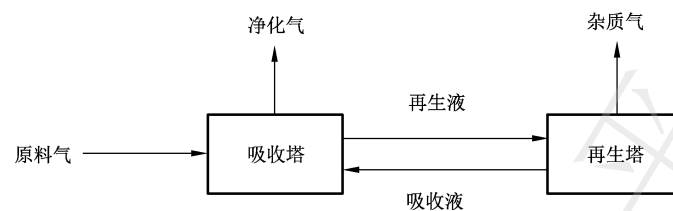


图 A.4 典型化学吸收工艺流程框图



附录 B

(资料性)

吸附剂水分吸附容量和部分气体的沸点

B.1 不同温度下吸附剂水分吸附容量

不同温度下吸附剂水分吸附容量见表 B.1。

表 B.1 不同温度下吸附剂水分吸附容量

序号	温度/°C	吸附容量/%		
		分子筛	活性氧化铝	硅胶
1	25	22	10	22
2	50	21	6	12
3	75	18.5	2.5	3
4	100	15	<3	<1
5	125	9	<1	约 0

B.2 部分气体的沸点

部分气体的沸点见表 B.2。

表 B.2 部分气体的沸点

序号	气体	沸点/°C
1	H ₂	-252.8
2	N ₂	-195.6
3	CO	-191.5
4	CO ₂	-78.5
5	CH ₄	-161.3
6	C ₂ H ₆	-88.6

参 考 文 献

- [1] GB 4962 氢气使用安全技术规程
- [2] GB 50057 建筑物防雷设计规范
- [3] GB 50516 加氢站技术规范
- [4] GB/T 19773 变压吸附提纯氢系统技术要求
- [5] TSG 23 气瓶安全技术规程
- [6] 危险化学品安全管理条例(中华人民共和国国务院令 第 645 号)
- [7] 特种设备安全监察条例(中华人民共和国国务院令 第 549 号)



CCAIA



CCAI

中国氯碱工业协会

团体标准

氯碱副产氢纯化技术规范

T/CCASC 0051—2024

*

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

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 19 千字
2025年1月第1版 2025年1月第1次印刷

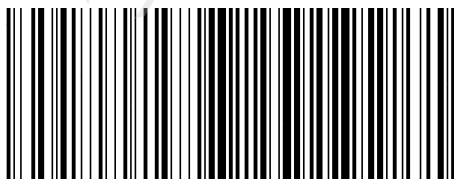
*

书号: 155066·5-11039 定价 31.00 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 0051-2024