



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

压力型水电解制氢系统安全要求

Safety of pressurized water electrolyte system

for producing hydrogen

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目录

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 压力型水电解制氢系统危险因素 2

 4.1 火灾和爆炸 2

 4.2 带压气体 3

 4.3 腐蚀 3

 4.4 窒息 3

 4.5 灼烫 3

 4.6 机械伤害 4

 4.7 触电 4

5 基本要求 4

6 环境条件 4

 6.1 一般要求 4

 6.2 制氢系统设置场所 4

7 设备及管路 4

 7.1 一般要求 5

 7.2 单体设备 5

 7.3 管路及附件 6

8 电气及仪表控制 6

 8.1 一般要求 6

 8.2 直流电源 6

 8.3 电热元件 7

 8.4 接地 7

 8.5 氢气泄漏和氢火焰检测装置 7

 8.6 仪表控制系统 7

9 运行和维护 8

 9.1 首次开车前准备 8

 9.2 设备运行 9

 9.3 设备维护 9

10 作业人员 9

11 应急处理 10

 11.1 应急预案 10

 11.2 泄漏 10

 11.3 火灾和爆炸 10

附录 A(资料性附录) 典型压力型水电解制氢系统框图 11

附录 B(资料性附录) 压力型水电解制氢系统主要危险物及单元设备危险性 12

前言

本标准由全国氢能标准化技术委员会（SAC/TC 309）提出。

本标准由全国氢能标准化技术委员会（SAC/TC 309）归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

本标准为首次发布。

压力型水电解制氢系统安全要求

Safety requirements for pressurized water electrolysis system for hydrogen production

1 范围

本标准规定了以水电解法制取氢气、氧气的压力型制氢系统的设计、制造、安装和运行相关的安全要求。

本标准适用于工作压力大于等于 0.3MPa 的固定式水电解制氢装置，包括碱性水电解装置和质子交换膜水电解装置。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 150 （所有部分）压力容器

GB/T 151 热交换器

GB 2893 安全色

GB 2894 安全标志及其使用导则

GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求

GB/T 3859.1 半导体变流器 通用要求和电网换向变流器 第1-1部分：基本要求规范

GB 7231 工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识

GB/T 8175 设备及管道绝热设计导则

GB 12014 防静电服

GB/T 12241 安全阀 一般要求

GB/T 13422 半导体变流器 电气试验方法

GB/T 19774 水电解制氢系统技术要求

GB 21146 个体防护装备 职业鞋

GB/T 24499 氢气、氢能与氢能系统术语

GB/T 27921-2011 风险管理 风险评估技术

GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则

GB/T 29729-2013 氢系统安全的基本要求

GB 30871 化学品生产单位特殊作业安全规范

GB 50030 氧气站设计规范

GB 50057 建筑物防雷设计规范

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 50217 电力工程电缆设计规范

GB 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范

HG 20202 脱脂工程施工及验收规范

JB/T 2379 金属管状电热元件
TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程
TSG D0001 压力管道安全技术监察规程-工业管道
TSG ZF001 安全阀安全技术监察规程

3 术语和定义

GB/T 24499 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

固定式压力型水电解制氢系统 stationary pressurized water electrolysis system for hydrogen production

压力型水电解制氢系统的各类设备、管道全部布置在厂房内或厂房外，用设备基础、管道支架固定设置的制氢系统。

3.2

爆炸性气体环境 explosive gas atmosphere

在大气条件下，气体或蒸汽可燃性物质与空气的混合物引燃后，能够保持燃烧自行传播的环境。

3.3

风险评估 risk assessment

包括风险识别、风险分析和风险评价的全过程。

3.4

富氧环境 oxygen-enriched atmosphere

空气中氧的体积分数大于23.5%的环境。

3.5

动火作业 hot work

直接或间接产生明火的工艺设备以外的禁火区内可能产生火焰、火花或炽热表面的非常规作业，如使用电焊、气焊（割）、喷灯、电钻、砂轮等进行的作业。

4 压力型水电解制氢系统危险因素

压力型水电解制氢系统（以下简称制氢系统）包括下列单体设备或装置：水电解槽及其附属设备单元；氢气纯化单元；氢气储罐；分析仪器；直流电源、自控装置等。

典型制氢系统框图参见附录A。

制氢系统主要危险物及单元设备危险性参见附录B。

4.1 火灾和爆炸

氢气发生着火或爆炸的要素是氢气与氧化剂混合达到可燃或爆炸极限并存在适当的点燃源。制氢系统具有潜在的爆炸性气体环境和点燃源，可能存在但不限于下述场景：

- a) 系统设计存在缺陷、设备选型错误、控制系统工作异常等原因造成系统中的氢氧气体混合、泄漏。
- b) 电解槽为制氢系统的核心设备，其结构、组件或组装过程存在缺陷，造成槽体内氢氧气体混合或向外泄漏。电解槽泄漏严重时，槽内液体会随气体喷射而出并雾化。
- c) 压力容器、管道及安全附件设计、选材、制造、安装存在缺陷，容器、管道未按期检验、安全附件缺失或故障等原因造成容器、管道泄漏甚至爆炸。
- d) 氢气系统在使用前置换不充分；电解槽电源正负极接反，使氢气系统产生氧气，进入氢气储罐，造成氢氧气体混合。
- e) 气体纯度分析仪表工作异常，未及时发现气体纯度超标。氢气泄漏检测装置或机械排风系统故障，造成氢气浓度超标。
- f) 含有过量氧气的氢气直接进入氢气纯化器的脱氧塔，在其内部氢气和氧气在催化剂的作用下复合成水，放出大量热量，造成脱氧塔内部温度过高。
- g) 氢气管道法兰跨接线接触不良、含杂质的氢气流速过快、工作人员未穿防静电工作服等原因，而产生静电火花。
- h) 高速氧气流中的杂质颗粒、油脂接触高压氧气、快速打开氧气阀门都可能导致燃烧。
- i) 生产装置区的防雷设计不符合规范要求，不能覆盖保护区域，雷击损坏设备，导致氢气泄漏并被点燃。
- j) 电气设备由于漏电、短路、过载、接触电阻过大等原因产生电弧或火花；电气设备的防爆等级不满足使用要求，也可能成为点燃源。
- k) 作业时未使用防爆工具，摩擦、撞击引起火花。
- l) 检修过程中，检修设备与在用生产系统未采取有效隔离措施；动火作业前未彻底置换；取样分析不具备代表性，分析数据不准确也可能引发火灾和爆炸事故。

4.2 带压气体

制氢系统设备或管道失效可能导致带压氢气、氧气能量迅速释放，形成冲击波，造成周围人员损伤、设施破坏。

4.3 腐蚀

制氢系统的设备和管道存在与氢相关的腐蚀和碱应力腐蚀。

a) 氢脆和氢腐蚀

氢进入金属材料内部，引起金属塑性下降、诱发裂纹或延迟断裂，这种现象称为氢脆。在一定温度、压力的氢环境内，钢中的碳与氢反应生成甲烷，导致钢性能不可逆的劣化，这种现象称为氢腐蚀。氢分压越大，氢脆和氢腐蚀越严重。

b) 碱应力腐蚀

金属材料在碱性溶液环境中，由于应力和腐蚀介质的共同作用而产生开裂。金属碱应力腐蚀敏感性与碱液浓度、温度和应力水平有关，升高碱液的浓度和温度会增加开裂的可能性和严重程度。

4.4 窒息

氢气为单纯性窒息性气体，仅在高浓度时，由于空气中氧分压降低才引起缺氧性窒息。

4.5 灼烫

碱性制氢系统涉及的氢氧化钾或氢氧化钠，具有强腐蚀性，直接接触皮肤和眼睛可引起灼伤。

制氢系统中电解槽及部分附属设备工作温度范围在60~90℃，氢气纯化器脱氧催化床工作温度可达150℃，氢气纯化器干燥床（变温吸附）再生温度可达300℃，人体接触时会造成高温烫伤。

4.6 机械伤害

制氢系统机械伤害主要指机械设备的运动部件直接与人体接触所造成的人身伤害。本系统存在机泵和维修机械，如防护措施不当或违规操作，有可能发生机械伤害。

4.7 触电

制氢系统内可能造成人身触电事故的带电设备包括电解槽、输电铜排、整流变压器、整流柜、电气柜、电机和照明设施等。作业人员进行设备安装、维护和操作时，有发生触电的危险。

5 基本要求

5.1 应对制氢系统进行风险评估，评估方法宜采用 GB/T 27921-2011 附录 B 中的一种或几种技术。风险评估结果应显示出所采取的风险应对措施将系统的风险等级控制在可接受水平。

5.2 在可能的情况下，减少危险环境中的人员数量并缩短停留时间。

5.3 应制定事故应急预案。

6 环境条件

6.1 一般要求

6.1.1 制氢系统的设计和安装应考虑如下用户现场环境条件对安全运行的影响：环境温度和湿度、海拔高度、地震烈度等。

6.1.2 制氢系统的平面布置应符合 GB 50177 的规定。

6.1.3 制氢系统使用区域应通风良好，保证空气中最高含氢量不超过 1%（体积分数）。

6.2 制氢系统设置场所

6.2.1 制氢系统的生产火灾危险类别应为“甲”类，设置场所消防设施的配置应符合 GB 50177 的规定。

6.2.2 制氢场所禁止堆放易燃、易爆物品，并严禁烟火。

6.2.3 制氢系统及周围区域应设置禁区，禁止无关人员入内。

6.2.4 有爆炸危险区域内的地坪，应采用不发生火花地面。

6.2.5 制氢场所宜设置应急照明。

6.2.6 有碱液区域，包括碱性电解质装卸、储存和分析取样点附近，应设置安全喷淋洗眼器，并备有浓度为 2%~3%的硼酸水溶液。

6.2.7 制氢场所应设置明显的安全警示标志，写明紧急情况下的应急处置办法。

7 设备及管路

7.1 一般要求

7.1.1 制氢系统的副产品-氧气，可根据需要回收利用或直接排入大气，当回收利用时应符合 GB/T 19774 和 GB 50177 的规定。

7.1.2 对于氧气排入封闭空间的小型制氢系统，氧气应被通风气流有效稀释，防止富氧环境风险。

7.1.3 设备及管路的材料应根据使用条件（设计温度、设计压力、介质特性）、耐腐蚀性能、加工工艺性能、焊接性能和经济合理性等选用。压力容器用钢材应符合GB 150和TSG 21的规定；氢气管道应符合GB 50177的规定；氧气管道应符合GB 50030的规定。合理选材，降低腐蚀风险。

7.1.4 与氧气接触的设备、管道及其阀门、附件的脱脂应符合 GB 50030 和 HG 20202 的规定。

7.1.5 设备和管路的布置应便于操作和维护，出现紧急情况时应便于人员撤离。

7.1.6 设备及管路应根据环境条件及工艺要求采取符合 GB/T 8175 规定的保温、防烫措施。

7.1.7 所有转动设备均应设置安全罩或采取其他防护措施。

7.1.8 对噪声大的设备和管路应采取消声、隔声措施。

7.1.9 在设备、管路上有发生人员高处坠落危险的部位，应配置扶梯、平台、围栏和系挂装置等附属设施，且应有防滑措施。

7.1.10 设备、管道和阀门要统一编号，按照 GB 7231、GB 2893 和 GB 2894 的规定涂安全色，并设安全标志和标识。

7.2 单体设备

7.2.1 电解槽

水电解槽的性能参数、结构应以降低单位氢气电能消耗、减少制造成本、延长使用寿命为基本要求。应合理选择水电解槽的结构型式、电解小室及其电极、隔膜的构造、涂层和材质。

电极应选择催化活性强、性能稳定、过电位低材料。隔膜和密封垫片材料应满足槽体设计的技术要求。

7.2.2 压力容器

制氢系统的压力容器主要用于气液分离、冷却和储存。压力容器的设计、制造、安装、使用、改造、维修和检验，应符合 GB 150、GB/T 151 及 TSG 21 的规定。

在寒冷和严寒地区，室外含湿气罐底部，应采取防冻措施。

7.2.3 氢气纯化器

氢气纯化器采取的保温、防烫措施，应符合本标准 7.1.6 的规定。氢气纯化器入口宜设置流量测量仪表。氢气纯化过程的温度控制和阀门切换等，宜采用自动控制。

7.2.4 循环泵和补水泵

机泵的流量、扬程、工作温度和压力应满足工艺要求，与输送介质接触的材质适用于碱液/纯水。如其安装在爆炸危险区域，应符合本标准 8.1.2 的规定。

7.2.5 关闭阀/切断阀

关闭阀/切断阀应符合GB/T 19774、GB 50177的规定。如电动阀门安装在爆炸危险区域，应符合本标准8.1.2的规定。

7.2.6 压力泄放装置

安全阀应符合 GB/T 12241 和 TSG ZF001 的规定。安全阀应靠近被保护设备或管道垂直装设，其位置要易于检查和维修。应在安全阀的出口设置导管，不得将排放介质直接排入室内。

7.2.7 阻火器

氢气放空管应按照 GB 50177 的规定设置阻火器，阻火器材质应选用耐压、耐腐蚀、具有阻火性能的材料。

7.3 管路及附件

7.3.1 制氢系统管路及附件的设计、安装、检验和维护应符合 GB 50177、GB 50030 和 TSG D0001 的规定。

7.3.2 制氢系统管路及附件的布置应符合工程设计图纸的要求。

7.3.3 管路内的冷凝水，均应经各自的专用疏水装置或排水水封排至室外。水封上的气体放空管，应分别接至室外安全处。

7.3.4 制氢系统应设置氮气置换吹扫口。所有吹扫口前应配置切断阀、止回阀。

7.3.5 氢、氧气管道的支、吊架应采用不燃烧体制作。

7.3.6 氢气管道与其他管道共架或分层敷设时，宜布置在外侧上层。

7.3.7 氢、氧气管道安装后，应进行强度试验、气密性试验和泄漏量试验，此类试验应按 GB 50177、GB 50030 的规定进行。

7.3.8 氢、氧气管道泄漏量试验合格后应采用无油、干燥的空气或氮气以不小于 20m/s 的流速进行吹扫，直至出口无铁锈、焊渣及其他杂物为合格。使用氮气吹扫时，应采取防止人员窒息的措施。

7.3.9 氢气、氧气放空管应在避雷保护范围之内，并应采取防止雨雪侵入和杂物堵塞的措施。

8 电气及仪表控制

8.1 一般要求

8.1.1 制氢系统所处场所有爆炸危险的区域及等级的划分应符合 GB 50177 和 GB 50058 的规定。

8.1.2 爆炸危险区域内的电气设备应符合 GB 3836.1 和 GB 50058 的规定，防爆等级不应低于该爆炸性气体环境内爆炸性气体混合物的级别和组别。因需要在爆炸危险区域使用非防爆设备时应采取有效的隔爆措施。

8.1.3 爆炸危险区域内的电缆及导线的敷设，应符合 GB 50217 的规定。

8.1.4 富氧环境中的电气设备，应满足使用要求，避免成为点燃源。

8.1.5 应在电解间和控制室设置手动紧急停车按钮，该按钮动作应切断电解槽的直流电源。

8.1.6 电解槽及输电铜排周围应设置防触电隔离措施。制氢系统电气设备和输电线路应确保绝缘合格，必要时加装防护设施。

8.1.7 应有防止导电体掉落在电解槽体上的安全措施。

8.2 直流电源

8.2.1 每台水电解槽的直流电源均应独立配置，一般采用高频开关电源、晶闸管整流器或整流二极管整流器。直流电源应符合 GB/T 3859.1 和 GB/T 13422 的规定。

8.2.2 直流电源配备的高压整流变压器应设在单独的变压器室内。

8.2.3 直流电源应设有调压和自动稳流功能，并应具备直流过流、交流缺相等停车保护功能。

8.2.4 制氢系统的所有安全联锁信号均应切断直流电源。安全联锁停车信号应符合本标准 8.6.1 的规定。

8.3 电热元件

8.3.1 电热元件的技术要求应符合 JB/T 2379 的规定。

8.3.2 应根据电热元件的工作温度，在电热丝和外壳之间填充合适的绝缘材料。电热元件长期存放或使用后，电热丝和外壳之间的绝缘电阻应不低于 $1.0\text{M}\Omega$ 。

8.3.3 用于压力介质中的电热元件，应采取措施避免外壳、焊缝、密封件损坏造成事故。

8.3.4 氢气纯化器的电热元件应符合本标准 8.1.2 的规定。

8.4 接地

8.4.1 制氢系统的所有金属外壳、金属管道、金属底座和框架均应接地。接地应符合 GB 50057 和 GB 50177 的规定。

8.4.2 氢气和氧气设备、管道的法兰、阀门等连接处应采用金属线跨接，跨接电阻应小于 0.03Ω 。

8.4.3 电解槽应按结构特点进行接地电阻检查。对两端分别接入直流电源正负极的电解槽，其对地电阻应不小于 $1.0\text{M}\Omega$ 。

8.4.4 电气装置的接地，应以单独接地线与接地干线相连接，不得采用串接方式。

8.4.5 所有防雷、防静电接地装置，应定期检测接地电阻，每年至少检测一次。

8.5 氢气泄漏和氢火焰检测装置

8.5.1 制氢系统应设置固定式氢气检测报警装置，其技术性能应符合 GB 50493 的规定。氢气检测报警装置监测空气中氢气的浓度，当达到 0.4%（体积分数）时，应报警并开启事故风机；当达到 1%（体积分数）时，应联锁停车。

8.5.2 固定式氢气检测报警装置探头应安装在氢气易泄漏和积聚处。

8.5.3 制氢系统应配备便携式氢气检测报警装置。

8.5.4 氢火焰检测报警装置应根据响应时间、检测距离、覆盖范围、灵敏度等因素选用，并应符合本标准 8.1.2 的规定。

8.5.5 氢气检测报警装置在设备维护期间也应正常工作。

8.6 仪表控制系统

8.6.1 为保证整个制氢系统安全可靠运行，应设置重要工艺参数的自动检测、控制、记录、报警和联锁保护。

如适用，控制系统应具备下列报警、联锁停车功能：

系统压力高；

氧压力高；

氢氧两侧差压高/低；

电解槽温度高；

碱液/纯水液位高/低；

碱液/纯水流量低；

直流过电流/直流电源故障；

普氢中氧含量高；

普氧中氢含量高；
空气中氢含量高；
纯水电导率高；
氢纯化器脱氧塔催化剂床层温度高；
机械通风/正压保护系统故障；
手动紧急停车按钮动作/外部紧急停车信号。
如适用，控制系统宜具备下列报警、联锁停车功能：
冷却水故障；
仪表气源故障；
火灾报警。
如适用，控制系统应具备下列报警功能：
行程开关显示自动阀门故障；
氢纯化器干燥塔分子筛床层温度高；
纯氢微氧高；
纯氢露点高。

8.6.2 仪器仪表的量程和精度等级应满足使用要求，并应定期校核。与氧气接触的仪表应禁油。

8.6.3 新设备投产前或检修后，必须根据工艺要求进行测试和模拟试验，确保控制及联锁保护动作灵敏可靠、各种阀门开关到位，达到设计要求。

8.6.4 每台水电解槽应设置氢中氧和氧中氢含量在线分析仪，实时监测氢气、氧气的纯度。对于氢气纯化系统，应设置氢气中杂质含量分析。

8.6.5 仪表控制系统应可接受外部紧急停车信号。

8.6.6 仪表控制系统的不间断电源应时刻处于正常状态。

9 运行和维护

9.1 首次开车前准备

9.1.1 制氢系统现场安装应验收合格。设备、管路的布置、连接应符合施工图纸要求，试压、吹扫应符合本标准 7.3.7 和 7.3.8 的规定；应检查电气设备的绝缘和接线情况，机泵等运动类设备，应按相关标准完成负荷试车；仪表控制系统应完成测试，符合本标准 8.6.3 的规定。

9.1.2 应检查所有制造厂提供的各种合格证、技术文件，资料应齐全无误。应包括但不限于如下资料：

- a) 制氢系统及主要零部件合格证；
- b) 全部例行试验记录；
- c) 仪器仪表、机泵等说明书；
- d) 自控图册、工艺图册、整流柜图册及系统安装维护手册；
- e) 电解槽各部件、管道及附件的原材料材质证明文件；
- f) 压力容器相关技术资料和质量证明文件；
- g) 产品及辅料的化学品安全技术说明书。

9.1.3 试车计划和方案应由主管部门批准。

9.1.4 开车前应进行全面安全检查，并应对查出的问题逐项进行整改。

9.1.5 现场的生产环境符合设计要求，各种生产辅助系统均应达到开车所应具备的条件。

9.1.6 应对制氢系统的氢气设备、管路进行置换。使用氮气置换氢气系统时，氮气的含氧量应小于 0.5% (体积分数)。氢气系统内氧或氢的含量应至少连续 2 次分析合格，氢气系统内氧含量小于等于 0.5% (体积分数)，氢的含量小于等于 0.4% (体积分数) 时置换结束。吹扫置换后的气体应通过排放管排放。

9.1.7 日常开车前准备应符合本标准 9.1.5 和 9.1.6 的规定。如系统为保压状态开车，则无需置换。

9.2 设备运行

9.2.1 制氢系统开车前应符合本标准 9.1.7 的规定。

9.2.2 送电前，应检查电解槽体上是否有杂物，防止短路。送电前后，应检查电解槽直流电源极性，防止接错而产生相反气体。

9.2.3 氢、氧气体相关手动阀门应缓慢开关。

9.2.4 系统开车后，应关注气体纯度。氢气、氧气纯度合格后，才能对外送气。

9.2.5 操作人员应对运行设备进行巡视检查，定时记录电解槽小室电压。各个电解小室电压应分布均匀。

9.2.6 系统在开车或运行过程中，发生报警或联锁停车时，应查明原因，严禁随意改变保护设定值或取消联锁。

9.2.7 制氢系统停车时，应严格按照操作程序进行。

9.2.8 短暂停车时系统应保持正压状态。长时间停车，应排空系统中氢气、氧气，并按本标准 9.1.6 的规定置换系统。

9.3 设备维护

9.3.1 制氢系统维护、检修应制定作业方案及相应的安全防护措施，经批准后方可组织实施。

9.3.2 设备维护、检修应执行上锁/挂牌程序。

9.3.3 如果对安全保护装置进行维护，而没有其它方式代替其安全功能，那么它所保护的设备也应停止运行。

9.3.4 应按照系统维护手册的要求，定期检查、清洗或更换设备的零部件；定期检查、调校各类电气设备和仪器、仪表。

9.3.5 设备、管道、阀门严禁带压拆卸。压力容器、压力管道及安全附件的维护、检修应符合本标准 7.2.2 和 7.3.1 的规定。

9.3.6 制氢系统在动火作业前，应可靠隔离，置换应符合本标准 9.1.6 的规定。接触过氢气的吸附剂、保温层，动火前也必须认真吹扫。动火作业应严格遵守 GB 30871 的规定。

9.3.7 维护、检修过程应采取措施，防止与氧气接触部分沾有油脂。

9.3.8 制氢系统的维护、检修记录应至少保存三年。

9.3.9 设备拆除工作应在没有雷电的天气进行。在设备拆除期间，应连续监测空气中的氢气含量，一旦氢含量超过 0.4% (体积分数)，应立即停止拆除工作。

10 作业人员

10.1 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 21146 规定的防静电鞋，且应配戴必要的个人防护装置。

10.2 作业人员应接受所接触物品的危险性和紧急情况时的应对措施的培训，培训内容深度应与被培训人员承担的职责一致。设备操作人员应掌握制氢系统相关的理论知识和操作技能，考试合格后持证上岗。

10.3 作业人员应严格遵守有关操作规程和安全守则。

10.4 作业人员应无色盲或其他影响正常作业的生理缺陷或疾病，且作业前不应进行影响正常作业的活动。

11 应急处理

11.1 应急预案

11.1.1 应建立健全各级安全生产责任制和安全规章制度，各级人员应对其所管辖范围的安全负责。应制定事故应急预案，配备应急救援人员和必要的应急救援器材、设备。

11.1.2 应急预案应符合本标准 11.2、11.3 和 GB/T 29639 的规定，并应与相关部门和单位应急预案相衔接。

11.1.3 应定期进行事故应急预案演练。

11.1.4 应急预案应定期进行评审和修订，实现可持续改进。

11.1.5 发生突发事件后，应立即启动已批准的应急预案。

11.2 泄漏

11.2.1 应迅速查明泄漏情况，根据泄漏部位和泄漏程度，采取措施阻止或控制泄漏，并按照应急预案进行报告。

11.2.2 碱液少量泄漏时，将泄漏液体收集在可密闭的容器中或用沙土、活性炭或其它惰性材料吸收。大量泄漏时，封闭排水管道，收集回收或运至废物处理场所处置。

11.2.3 氢气泄漏现场应被隔离，严禁火种。采取的措施应符合本标准 8.5.1 的规定。

11.2.4 应急处理人员应配戴个人防护装置避免窒息和碱液灼伤。

11.2.5 如有窒息人员，应及时救至通风良好处，实施人工呼吸，并迅速就医。

11.2.6 当氢气泄漏不能控制时，应立即疏散泄漏污染区人员。

11.3 火灾和爆炸

11.3.1 系统一旦发生火灾或者爆炸事故，应立即发出警报。

11.3.2 应及时切断电解槽电源。若不能立即切断氢源，应保持氢气系统正压状态，防止回火发生，并用消防水雾强制冷却着火设备。

11.3.3 应采取有效措施，防止火灾扩大。

11.3.4 氢火焰不易察觉，应急处理人员应配戴个人防护装置，预防外露皮肤烧伤。

11.3.5 如火势难以控制、火灾或容器、管道超压失效导致爆炸，应立即疏散危险区域人员，并迅速组织救援。

附录A
(资料性附录)

典型压力型水电解制氢系统框图

制氢系统的主体设备为水电解槽。水电解槽由若干个电解小室组成，每个电解小室由电极、隔膜和电解质等构成。根据所产氢气、氧气用途而配置不同的气液处理、气体纯化、存储设备，从而构成了整个制氢系统。典型制氢系统框图见图 A.1。

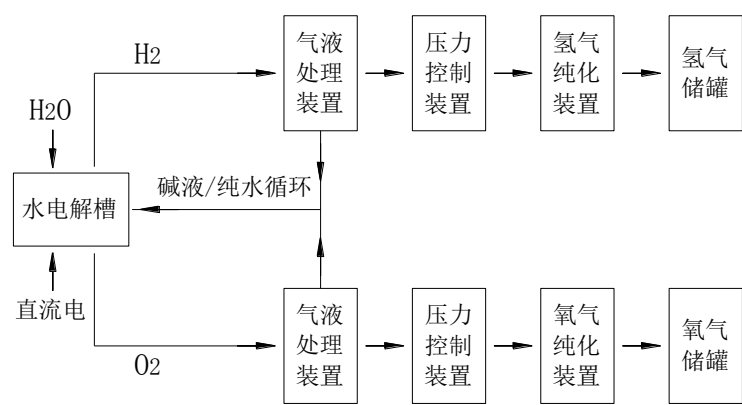


图 A. 1 制氢系统框图

附录B
(资料性附录)

压力型水电解制氢系统主要危险物及单元设备危险性

制氢系统的产品、副产品涉及氢气、氧气（压缩的），碱性水电解系统还涉及氢氧化钾或氢氧化钠，均属于危险化学品。

氢气的相对分子质量为 2.016，无色、无味、无嗅，具有窒息性。

氢气比空气轻，泄漏后会迅速向高处扩散。氢气燃烧范围较宽，在常温常压空气中的可燃极限为 4%~75%（体积分数），在常温常压氧气中的可燃极限为 4%~94%（体积分数）。氢气点火能量很低，在空气中的最小点火能为 0.017mJ，在氧气中的最小点火能为 0.007mJ。与许多其他气体不同，在由高压向低压的节流膨胀过程中氢气温度是升高的。氢的性质及其燃烧特性见 GB/T 29729-2013 的附录 B 和附录 C。

氧气的相对分子质量为 31.9988，无色、无味、无嗅。

氧气比空气重，是强氧化剂、强助燃剂，能与可燃物和还原物质发生猛烈反应，氧气与油、脂肪接触有着火和爆炸危险。

氢氧化钾和氢氧化钠具有强腐蚀性，粉尘刺激眼和呼吸道，直接接触皮肤和眼睛可引起灼伤，误服可造成消化道灼伤。氢氧化钠职业性接触毒物危害程度为轻度危害（IV级）。

制氢系统主要单元设备危险性见表 B.1。

表 B.1 制氢系统主要单元设备危险性

序号	单元设备	介质	危险性
1	电解槽	氢气、氧气、碱液 ¹ /纯水 ²	泄漏时易燃易爆、有腐蚀性 ¹ 、带压、灼烫、触电
2	氢分离器	氢气、碱液 ¹ /纯水 ²	泄漏时易燃易爆、有腐蚀性 ¹ 、带压、灼烫
3	氧分离器	氧气、碱液 ¹ /纯水 ²	泄漏时易燃易爆、有腐蚀性 ¹ 、带压、灼烫
4	碱液 ¹ /纯水 ² 过滤器、冷却器	碱液 ¹ /纯水 ²	泄漏时有腐蚀性 ¹ 、带压、灼烫
5	氢气冷却器	氢气	泄漏时易燃易爆、带压、灼烫
6	氧气冷却器	氧气	泄漏时易燃易爆、带压、灼烫
7	循环泵	碱液 ¹ /纯水 ²	泄漏时有腐蚀性 ¹ 、带压、灼烫、机械伤害、触电
8	去离子器 ²	纯水 ²	带压、灼烫
9	补水泵	纯水	带压、机械伤害、触电
10	电解液制备及贮存装置 ¹	碱液 ¹	泄漏时有腐蚀性 ¹
11	氢纯化器脱氧、干燥塔	氢气	泄漏时易燃易爆、带压、灼烫、触电
12	氢气储罐	氢气	泄漏时易燃易爆、带压、窒息
13	直流电源、自控装置	—	触电
注1：碱性水电解装置			
注2：质子交换膜水电解装置			

