

团 体 标 准

T/CASMES 517—2025

碱性水电解制氢电解槽设计与自动化
技术要求

Design and Automation Technical Requirements for Alkaline Water Electrolysis
Hydrogen Production Electrolyzers

2025 - 03 - 31 发布

2025 - 04 - 30 实施

中国中小企业协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 设计原则	1
5 技术要求	1
6 自动化监测要求	4

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。

本文件由中国中小企业协会提出并归口。

本文件起草单位：西安隆基氢能科技有限公司、南通安思卓新能源有限公司、氢源嘉创(浙江)新能源科技有限公司、江苏中信博新能源科技股份有限公司、江苏氢芯动力科技有限公司、金铠仪器(大连)股份有限公司、国科绿氢(湖州)科技有限公司、华兴中科标准技术(北京)有限公司。

本文件主要起草人：张珂、周长龙、王永谋、李海明、梁刚、窦鹏敏、陈昌宏、邵元江、葛升、赵强、李久广、李华、刘俊林、徐亚芳。

碱性水电解制氢电解槽设计与自动化 技术要求

1 范围

本文件规定了碱性水电解制氢电解槽的总体设计要求、技术要求、自动化监测要求。
本文件适用于碱性水电解制氢电解槽的设计与生产。

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 629 化学试剂 氢氧化钠
- GB/T 1972.2 碟形弹簧 第2部分：技术条件
- GB/T 2306 化学试剂 氢氧化钾
- GB/T 12519 分析仪器通用技术条件
- GB 16808 可燃气体报警控制器
- GB/T 19774 水电解制氢系统技术要求
- GB/T 28474.1 工业过程测量和控制系统用压力/差压变送器 第1部分：通用技术条件
- GB/T 30121 工业铂热电阻及铂感温元件
- GB/T 37562 压力型水电解制氢系统技术条件
- 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
- JB/T 6844 金属管浮子流量计

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 设计原则

电解槽是制氢系统的主体设备，它的性能参数将决定水电解制氢的技术性能，其设计应考虑下列方面的要求：

- 水电解槽的性能参数、结构设计应以降低单位氢气的电能消耗、减少制造成本、提高电流密度并延长使用寿命为基本要求；
- 应合理选择水电解槽的结构形式、电解小室及隔膜的构造、涂层和材质以降低单位氢气的电能消耗、减少制造成本、延长使用时间。

5 技术要求

5.1 工作条件

5.1.1 系统应在下述环境中使用：

- 制氢系统工作环境温度 5℃~40℃；
- 相对湿度≤75%；

- 碱性水电解制氢系统电解槽的工作温度宜为 75℃~95℃；（工作温度提升可以提高电解效率，随着材料科学的提升，温度升高导致的腐蚀、衰减或蠕变影响将变小）；
- 制氢系统所处的场所属于有爆炸危险环境，其爆炸危险区域等级范围划分应符合 GB 50058 的要求，电气设施的设防等级应为 1 区；
- 供电电源输出侧应能将外部交流电力系统输入的交流电能转换成碱性水电解制氢系统需要的直流电能，并可工作在稳功率控制模式、稳压控制模式以及稳流控制模式。

5.1.2 碱性水电解槽要求原料水品质应符合表 1 的规定。

表1 碱性水电解槽原料水水质

名称	指标
电导率/25℃ (mS/m)	≤1
铁离子含量/(mg/L)	<1.0
氯离子含量/(mg/L)	<2.0
悬浮物/(mg/L)	<1.0

5.1.3 小型制氢系统需配备冷却系统以保证电解槽的工作温度，循环冷却水的水压宜为 0.15 MPa~0.35 MPa，水质应符合表 2 的要求。

表2 循环冷却水水质

名称	指标
pH值	6.5~8.0
氯离子含量 (mg/L)	<200
硫酸根含量 (mg/L)	<200
钙离子含量 (mg/L)	<200
铁离子含量 (mg/L)	<1.0
铵离子含量 (mg/L)	<1.0
溶解硅酸含量 (mg/L)	<50

5.1.4 碱性水电解槽采用的氢氧化钾或氢氧化钠应符合 GB/T 2306、GB/T 629 的规定。

5.1.5 碱性水电解槽运行中，电解液品质要求应符合表 3 的规定。

表3 碱性 KOH 水电解制氢系统电解液品质要求

名称	指标
浓度 (%)	27° —32°
CO ₃ ²⁻ 含量 (mg/L)	<100
铁离子含量 (mg/L)	<3
氯离子含量 (mg/L)	<800

注：此浓度为采用KOH水溶液时。

5.2 端压板

5.2.1 端压板不限于使用热轧板机加工或铸造成型，加工完成后需进行无损检测，确保其内部缺陷符合相关规范要求，表面应光滑整洁，无毛刺、裂痕、锐边和表面粗糙不平缺陷。

5.2.2 端压板应具有良好的耐腐蚀性能，能够长时间承受电解液和生成气体的冲击，且结构不被破坏。

5.2.3 端压板的材料应正火状态交付，其力学性能应该符合 GB 150 或相关压力容器规范对材料的要求，应具有足够的机械强度，以承受电解槽在运行过程中可能产生的压力和冲击。

5.2.4 端压板的尺寸和形状应满足设计要求，确保能够与电解槽的其他部件精确配合。

5.3 密封垫

电解槽密封垫应符合表4的要求。

表4 密封垫要求

名称	参数
邵氏硬度	>60
压缩率	≤7%
回弹率	≥70%
蠕变率	≤6%
厚度公差	≤±0.01 mm

5.4 极板

5.4.1 极板应进行防腐处理。

5.4.2 极板的尺寸应根据电解槽的具体设计进行定制，以确保与电解槽的其他部件精确配合。

5.5 隔膜

5.5.1 隔膜应耐高浓度碱液腐蚀且具有较好的机械强度。

5.5.2 隔膜孔隙率应尽可能高。

5.5.3 在电解温度和碱液条件下应保持化学稳定。

5.5.4 隔膜原料应符合易得、无毒、无污染，废弃物易处理的原则。

5.5.5 电解槽装配阶段，目测检测隔膜是否存在破碎、褶皱及其他缺陷。

5.5.6 隔膜性能指标见表5。

表5 隔膜性能指标

序号	检测项目	指标	
		PPS类隔膜	复合隔膜
1	泡点/bar	≥0.05	≥2.0
2	面电阻/ $\Omega \cdot \text{cm}^2$	≤1.0	≤0.3
3	拉伸强度/MPa	≥30	≥20

5.6 电极

5.6.1 电极应具有良好的电催化性能，包括较低的过电位、合适的塔菲尔斜率和足够的工作电流密度。

5.6.2 电极的电化学活性比表面积应尽可能大，以提高电解效率。

5.6.3 电极应具有良好的稳定性，包括电流保持率和耐启停性能，以保证长期连续运行。

5.6.4 电极材料应耐高温、耐碱，能够在高浓度碱液中长期稳定工作。

5.7 电解小室

5.7.1 应根据设计电流密度及有效电解区域直径计算出电解槽电流，确定所需的电解小室数量。

5.7.2 电解小室的设计应确保电解槽的总电压和总电流符合预期的生产需求。

5.7.3 设计时应计算电解槽的耗水量，确保有足够的水供应来维持电解反应。单个电解小室的反应水耗量也应计算在内。

5.8 组装要求

电解槽组装时：

——应使用绝缘螺栓固定，密封垫片的选择应确保水电解槽在工作状态不渗漏，并能承受槽体开、停车时的工作状态变化；

——碟形弹簧的制造要求应符合 GB/T 1972.2 的规定；

——焊缝不应有气孔、夹渣和裂纹等缺陷；

——电解槽的安装应采用单端固定。

5.9 其他电解槽连接相关组件

其他电解槽连接相关组件应符合 GB/T 37562 的规定。

6 自动化监测要求

6.1 压力传感器

6.1.1 应在电解槽出口设置压力传感器,信号传至控制器,压力传感器实时监测电解过程中压力变化,根据 Hazop 分析结果配置传感器,或者进入安全仪表系统,压力报警值宜设置为 1.05 倍最大工作压力,连锁值宜设置为 1.1 倍最大工作压力,压力到达连锁值后连锁停止整流柜。

6.1.2 压力传感器应符合 GB/T 28474.1 的要求。

6.2 温度传感器

6.2.1 应在电解槽氢侧、氧侧出口及电解槽进碱口处设置温度传感器,信号传至控制器,系统通过温度传感器电位的信号输入对电解槽的工作温度进行控制。

6.2.2 电解槽的工作温度宜控制为 75℃~95℃,根据 Hazop 分析结果配置传感器,或者进入安全仪表系统,温度报警连锁值根据厂家电解槽设计值设置,当温度达到连锁值后连锁停止整流柜。

6.2.3 温度传感器宜满足现场电磁兼容需求。

6.2.4 温度传感器应符合 GB/T 30121 的要求。

6.3 气体纯度检测器

6.3.1 应在电解槽出口设置在线氧分析仪、在线氢分析仪,信号传至控制器。根据工艺需求设置报警连锁值。当气体纯度到达连锁值后连锁停止整流柜。

6.3.2 气体纯度检测器应符合 GB/T 12519 要求。

6.3.3 在线分析仪的预处理装置上设置单独的取样口和校验口,定期对产品取样,采用更精密的仪器对样品进行检测。另外定期采用标气对仪表重新标定。

6.4 碱液流量监测

6.4.1 应在电解槽入口设置碱液流量计,信号传至控制器。

6.4.2 碱液流量计实时监控进入电解槽的流量,碱液流量的最小值应符合电解槽的最小设计需求,当碱液流量小于连锁值后连锁停止整流柜。

6.4.3 碱液流量检测仪表宜满足电磁兼容的需求。

6.4.4 碱液流量计监测宜用转子流量计,转子流量计应符合 JB/T 6844 的要求。

6.5 水质监测装置

6.5.1 在原料水箱或者管道上宜设置在线水质监测仪表,信号传至控制器,在参数大于 1 mS/m 时发出报警。

6.5.2 水质应符合 GB/T 19774 要求。

6.5.3 对电解槽的原料水定期取样检测。

6.6 氢气泄漏监测装置

6.6.1 应设置水电解制氢系统的房间内应在室内最高处或最易积聚氢气处设置空气中氢浓度检测、报警装置,信号引入可燃/有毒气体监测系统,仪表本体或报警装置应设置声光报警。

6.6.2 仪表应符合 GB 16808 的要求。

6.6.3 氢气监测报警值分为两级,一级报警设定值应小于 10% LVL,应启动相应的事故排风机,二级报警设定值应小于 25% LVL,当超过 2 个氢气泄漏监测装置时,连锁相应的制氢电解槽。

6.6.4 氢气泄漏检测装置报警的相关动作应符合 GB 50177 的要求。

6.7 自动停机

6.7.1 自控监测装置在报警后,应立即确定人员安全,再检查故障源,并做出相应调整。

6.7.2 当发生下列情况之一时,应启动连锁停机:

- 系统压力到达设计连锁值时;
- 电解槽出口温度到达设计连锁值时;
- 当氢气或氧气纯度到达设计连锁值时;

- 碱液流量到达设计连锁值时；
 - 氢氧分离器的液位差到达设计连锁值时；
 - 发生电力故障时；
 - 监测的空气中氢浓度超过 25% LEL。
-