

T/ACCEM

团 体 标 准

T/ACCEM XXXX-XXXX

水电解制氢测试技术规范

Technical specification for testing hydrogen production by water
electrolysis

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国商业企业管理协会

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 测试原理 1

5 仪器设备 2

6 测试条件 2

7 测试前准备 2

8 测试内容 3

9 测试流程 4

10 判定标准 5

11 测试安全 5

12 测试报告 6

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。

本文件由安立杰（武汉）氢能源科技有限公司提出。

本文件由中国商业企业管理协会归口。

本文件起草单位：安立杰（武汉）氢能源科技有限公司、.....。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX.....。

水电解制氢测试技术规范

1 范围

本文件规定了水电解制氢测试技术规范测试原理、仪器设备、测试条件、测试前准备、测试内容、测试流程、判定标准、测试安全、测试报告。

本文件适用于水电解制氢系统的测试。

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 3634.2 氢气 第2部分：纯氢、高纯氢和超纯氢

GB/T 3863 工业氧

GB 4793.1 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 5831 气体中微量氧的测定 比色法

GB/T 5832.1 气体分析 微量水分的测定 第1部分：电解法

GB/T 5832.2 气体分析 微量水分的测定 第2部分：露点法

GB/T 6285 气体中微量氧的测定 电化学法

GB/T 8984 气体中一氧化碳、二氧化碳和碳氢化合物的测定 气相色谱法

GB/T 16895.23 低压电气装置 第6部分：检验

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 测试原理

4.1 通过电流将水分解成氢气和氧气。当直流电通过电解槽时，水分子在电极表面发生电解反应，阳极产生氧气，阴极产生氢气。这一过程遵循法拉第电解定律，电解效率和产气量与电流强度和电解时间成正比。

4.2 在水电解过程中，氢气的生成机制步骤主要为：

- 水分子在阴极表面获得电子，分解成氢离子（ H^+ ）和氢氧根离子（ OH^- ）；
- 氢离子迁移到阳极，进一步分解成氢气和水；
- 氢气在阴极附近形成气泡，逐渐上升并被收集。

4.3 原理如图1所示。

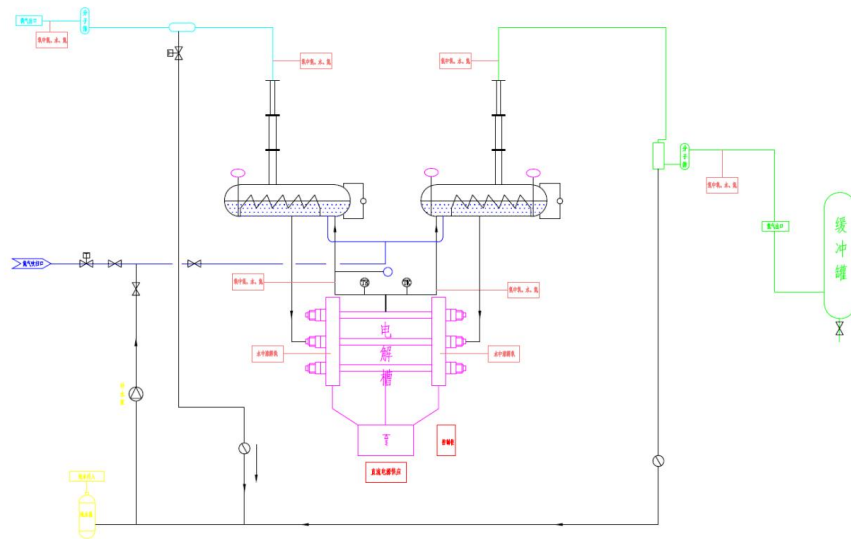


图 1 原理图

5 仪器设备

所用主要仪器设备有氢气检测仪、温湿度传感器、氢气压力传感器、氢气浓度传感器、氮气压力传感器、压缩空气压力传感器、气体流量计、气体分析仪。

6 测试条件

6.1 测试环境

试验操作环境应不低于生产环境的洁净级别。测试现场温度应为（15～35）℃，湿度不超过75%，检测现场保证充足照明条件。

6.2 测试器具

测试器具及其它所需的用品均应洁净。

6.3 测试人员

充分理解本文件规定的检测方法。具备有一定的检验检测专业知识。

6.4 测试文件

测试具备以下文件要求：

- a) 测试仪器使用说明书；
- b) 检测测试记录文件；
- c) 检测分析文件；
- d) 其他技术资料等。

7 测试前准备

7.1.1 文件检查

在试验前应检查制造厂提供的合格证、技术文件、包括全部例行试验记录和证书、图纸资料、压力容器产品的安全性能监督检验证书等文件、资料齐全后方能进行试验。

7.1.2 外观检查

外观检查应在整套水电解制氢系统组装完成后进行，主要检查外观和相关尺寸，检查各类液体、气体管路和电气线路连接的准确性等。

7.1.3 工况确认

在进行测试时，整套制氢系统应依据生产厂家说明书组装完成，并确保其系统设备在试验检测中的工况与真实工况相同。

8 测试内容

8.1 电气试验

8.1.1 回路阻抗测试

故障回路阻抗测量试验应按GB/T 16895.23的规定进行验证。

8.1.2 电压试验

8.1.2.1 电绝缘强度应符合 GB 4793.1 的规定。

8.1.2.2 当制氢系统不需要过高的湿度预处理时，试验电压不应低于 GB/T 5226.1 的规定，取最大试验电压具有两倍的电气设备额定电源电压值或 1 000 V 之中的较大者。

- a) 电压测试应在故障回路阻抗测量试验之后进行；
- b) 绝缘性能试验应在水电解槽施加电压之前进行。

8.1.3 主电源

主电源的标志应按照GB 4793.1的要求进行检查。

8.2 气密性试验

8.2.1 对碱性水电解制氢系统使用清洁空气或氮气进行气密性试验。气密性试验压力为设计压力。试验开始后逐渐升压，达到规定压力后，保持 30 min。

8.2.2 采用涂刷专用检漏液的方法，巡回检查所有阀门、法兰或螺纹连接处，焊缝、垫片等密封点，以无漏气为合格。

8.3 泄漏率试验

8.3.1 水电解制氢系统应在气密性试验合格后，以氮气进行泄漏量试验。试验压力为系统设计压力，试验时间为 24 h。

8.3.2 泄漏量试验过程应准确记录系统内气体的温度、压力。以平均每小时泄漏率不超过 0.5% 为合格。平均每小时泄漏率 A 按式(1)进行计算。

$$A = \frac{100}{t} \left(1 - \frac{P_2 T_1}{P_1 T_2} \right) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

A——平均每小时泄漏率, %;

t——试验时间, h;

P_1 , P_2 ——试验开始、结束时的绝对压力, MPa;

T_1 , T_2 ——试验开始、结束时的气体热力学温度, K。

8.4 性能验收试验

8.4.1 氢气产量

采用氢气质量流量计法、容积法和电流法进行。

8.4.2 氢气、氧气纯度

8.4.2.1 普通氢气纯度和氢中杂质含量采用连续分析仪器检测。纯氢中杂质含量应符合 GB/T 3634.2 的要求, 采用 GB/T 5831、GB/T 5832.1、GB/T 5832.2、GB/T 6285、GB/T 8984 的方法进行检测。

8.4.2.2 氧气纯度和氧中杂质含量采用连续分析仪器检测。氧中杂质含量应符合 GB/T 3863 的要求, 采用 GB/T 5832.1、GB/T 5832.2 的方法进行检测。

8.4.2.3 氢气、氧气纯度检测的取样点, 应在水电解制氢系统中气体冷却器之后, 气体储罐之前进行取样。

8.4.3 直流电压、电流

8.4.3.1 水电解槽的总直流电流(槽电流)用直流电流表检测。电流表的精度等级应不低于 0.5 级。

8.4.3.2 水电解槽的总直流电压(槽电压)用直流电压表检测。检测位置应在水电解槽的正极、负极端板处。电压表的精度等级应不低于 0.5 级。

8.4.3.3 每个电解小室电压采用万用表或专用电压表检测。仪器精度等级应不低于 0.5 级。水电解槽的各个电解小室电压应分布均匀。

9 测试流程

9.1 准备阶段

9.1.1 确保所有仪器设备处于正常工作状态, 检查电解槽、电源、气体收集装置等。

9.1.2 确保所有仪器设备经过校准, 电解槽清洁无污染, 电源稳定。

9.2 电解阶段

9.2.1 将水电解装置连接到电源, 启动电解过程, 监测电流、电压和气体生成情况。

9.2.2 控制电流密度和电解时间, 确保电解过程平稳进行, 避免电流波动。

9.3 气体收集阶段

使用惰性气体保护的收集装置收集生成的氢气, 防止氢气与空气混合, 确保气体纯度, 并记录收集时间和气体体积。

9.4 检测阶段

使用氢气检测仪、氢气浓度传感器、温度传感器和压力传感器等设备, 按设备操作手册进行测量氢气的纯度、温度和压力。

9.5 数据分析阶段

根据检测数据，使用专业的数据分析软件，分析氢气的质量和电解效率，生成检测报告。

10 判定标准

检测合格判定标准按表1的规定执行。

表 1 合格判定标准

序号	检测项目	检测指标	合格标准
1	直流电	电流、电压	880 VDC/～7 000 A
2	交流电	电压	380 V
3	去离子水	电导率、水流量	电导率满足0.1 uS/cm～0.25 uS/cm
4	冷却水	水流量、温度	去离子水水质，进水压力6 bar，进水温度不高于40℃，出水温度不高于50℃。
5	冷冻水	水流量、温度	去离子水水质，6 bar，进水温度10℃，出水温度15℃。
6	压缩空气	流量、压力	(6～8) bar
7	氮气	流量、压力	泄漏测试需4.2 bar压力，吹扫需10 bar。

11 测试安全

11.1 安全操作要求

11.1.1 操作人员应佩戴适当的防护装备，包括护目镜、防护手套和防护服，以防止电解液溅射和高压电击。

11.1.2 在实验前，应仔细检查所有仪器设备，确保其正常工作。特别是电源、电解槽和气体收集装置，必须确认其连接牢固、无损坏。

11.1.3 实验场所应通风良好，远离火源和易燃物品，必须采取措施防止氢气积聚和爆炸。

11.1.4 应严格按照操作手册进行实验，避免超负荷运行设备，控制电流和电压在安全范围内。

11.2 常见问题处理

常见问题处理方法参考表2。

表 2 常见问题及处理方法

序号	常见问题	处理方法
1	电流不稳定	首先检查电源和电解槽的连接是否牢固，是否有松动或接触不良的地方。确保电源稳定，电解槽内部无杂质干扰。
2	气体纯度不达标	检查气体收集装置是否密封良好，排除漏气点。同时，确保电解过程中无杂质混入，影响气体纯度。
3	电解液泄漏	立即停止实验，清理泄漏的电解液，并检查电解槽的密封性。确保电解槽完好无损，重新进行实验。
4	气体收集困难	检查气体收集装置是否正确连接，是否有堵塞现象。确保气体通道畅通，气体能够顺利收集。通过遵循以上安全操作规程和常见问题处理方法，可以有效预防和解决水电解制氢测试过程中可能出现的问题，确保实验的安全和顺利进行。

12 测试报告

测试报告应具备以下内容：

- a) 测试目的；
 - b) 测定日期；
 - c) 测试样品；
 - d) 仪器设备名称、型号；
 - e) 测试方法；
 - f) 结果表述；
 - g) 结论等。
-