

ICS 27.180

N 7459

T/JNM

济南计量测试学会团体标准

T/JNM 0002-2026

## 宽范围电解水制氢系统现场测试方法

On-site Test Method for Wide-Range Water Electrolysis  
Hydrogen Generation

(发布稿)

2026-03-20 发布

2026-03-23 实施

济南计量测试学会 发布



## 目录

前 言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 额定功率	1
3.2 动态功率调节范围	1
3.3 单位制氢系统能耗	1
3.4 氢气纯度	1
4 测试条件	1
4.1 校准环境	1
4.2 试样条件	2
4.3 测试仪器	2
5 测试项目	2
6 测试方法	2
6.1 电解水制氢额定功率测试	2
6.2 电解制氢动态功率调节范围测试	3
6.3 单位制氢系统能耗	3
6.4 氢气纯度测试	4
7 结果判定	5
8 试验记录与报告	5
附 录 A	6
附 录 B	8

## 前 言

本标准按 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草。

本标准由济南市计量检定测试院提出。

本标准由济南计量测试学会归口。

本标准起草单位：济南市计量检定测试院、山东赛克赛斯氢能源有限公司、山东艾诺智能仪器有限公司、山东氢谷新能源技术研究院、上海兰斯汀仪表研究所、淄博市检验检测计量研究总院。

主要起草人：崔浩南、王天如、杨毅、胡伟艳、宋欣洋、陈玉杰、张文帅、张建坤、丁孝涛、宫宏宇、秦春林、王志强、史继虎、刘艳玲、张真、苗乃乾、张蕾蕾、朱敏睿。

# 宽范围电解水制氢系统现场测试方法

## 1 范围

本文件适用于宽范围电解水制氢系统的现场测试，实验室内的电解制氢系统测试可参照执行。

## 2 引用文件

本标准引用了下列文件：

GB/T 19774-2005 水电解制氢系统技术要求

GB/T 32311-2015 水电解制氢系统能效限定值及能效等级

GB/T 37562-2019 压力型水电解制氢系统技术条件

GB/T 5832.2-2016 气体分析 微量水分的测定 第2部分：露点法

GB/T 3634.1-2025 氢气 第1部分 工业氢

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范，凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

## 3 术语和定义

### 3.1 额定功率

在标准规定的运行条件下，制氢系统可长期连续稳定运行的设计标称直流输入功率。

### 3.2 动态功率调节范围

在保障设备安全、可靠、连续运行的前提下，制氢系统允许的输入功率调节极值与额定功率的比值，以百分比表示。

### 3.3 单位制氢系统能耗

标准状态下系统生产单位体积氢气所消耗的总电能，包含电解槽直流电能与辅机系统消耗电能，单位为 kWh/Nm<sup>3</sup>。

### 3.4 氢气纯度

扣除气体中水蒸气、氧气等杂质组分后的氢气体积分数，以百分比表示。

## 4 测试条件

### 4.1 校准环境

温度：（0~40）℃

环境气压：（950~1050）hPa；

无影响仪器正常工作的电磁干扰、无腐蚀性气体，满足设备与测试仪器正常工作要求。

#### 4.2 试样条件

测试样机应完成安装、调试、气密性检测及安全联锁校验，系统运行正常，无泄漏、无报警、无故障，具备连续稳定运行能力。

#### 4.3 测试仪器

序号	仪器名称	测量范围	准确度等级或最大允许误差或测量结果的不确定度
1	电压表	直流电压（0.1~1000）V，交流电压（0.1~1000）V，交/直流电流（0.0001~20）A，电阻（10-10000000）Ω	0.5 级
2	电流测量设备	（1 A~2000 A）	MPE: ±0.5%
3	功率分析仪	（0.01~1000）V；（0.001~20）A	MPE: ±0.1%
4	露点仪	-80 °C~20 °C	≤±1°C（-60 °C~0 °C） ≤±2°C（-60 °C 以下）
5	微量氧分析仪	1000 ppm	MPE: ±1%

### 5 测试项目

#### 5.1 电解水制氢额定功率

#### 5.2 电解制氢动态功率调节范围

#### 5.3 水电解制氢系统单位制氢系统能耗

#### 5.4 氢气纯度

### 6 测试方法

#### 6.1 电解水制氢额定功率测试

##### 6.1.1 测试步骤

将制氢系统与外部电源相连，进行开机前各项安全检查，在满足安全运行的情况下开机。根据运行程序，进行状态自检。自检通过后，按照200 kW额定功率条件运行，使用测试仪器测试加到PEM电解池上（用于制氢）的电压、电流的数值，测试次数不少于3次，每次数据误差不大于1%，且所得功率值结果位于200 kW±2kW（100%±1%）区间视为有效数据，每次测试时间不低于3分钟，取有效数据计算平均电压值、电流值，并记录数据。

水电解槽的总直流电压的检测部位为水电解槽的阳极、阴极端板处，总直流电流的检测部位为PEM电解槽，见附录B。

### 6.1.2 数据处理

按所记录的电压、电流结果，计算实际功率值，判断是否达标。

功率依据公式计算： $W=UI/1000$

W：电解槽功率，单位千瓦（kW）

U：测得直流电压值，单位伏特（V）

I：测得直流电流值，单位安培（A）

## 6.2 电解制氢动态功率调节范围测试

### 6.2.1 测试步骤

将制氢系统与外部电源相连，进行开机前各项安全检查，在满足安全运行的情况下开机。根据运行程序，进行状态自检，自检通过后，按照选定条件（不同功率）运行，待运行平稳后，使用测试仪器测试加到PEM电解池上（用于制氢）的电压、电流的数值，测试次数不少于3次，每个功率下测试时间不低于3分钟，测得总电压、总电流，取有效数据计算平均电压值、电流值，并记录数据。通过调控输入PEM电解槽电流值来实现功率的宽范围调节，具体测量范围不低于40 kW（20%）~300 kW（150%），步长为20 kW±2 kW（10%±1%）。

水电解槽的总直流电压的检测部位为水电解槽的阳极、阴极端板处，总直流电流的检测部位为PEM电解槽，见附录B。

按所记录的电压、电流结果，计算实际功率值，并根据不同工作条件下所达到的功率值与额定功率进行比较，判断是否达标。

## 6.3 单位制氢系统能耗

### 6.3.1 测试步骤

用恒电流电解的方法在PEM电解槽200kW的额定工况运行状态下测量直流电压值（V），直流电流值（A），测试次数不少于3次。保持稳定输出30分钟以上，每次数据测量间隔10分钟，取有效数据计算平均电压值、电流值。

### 6.3.2 产气量计算

在标准状况下，用 $2 \times 96500$ C电量，可电解1 mol水制取1 mol氢和0.5 mol的氧，1 mol氢气在标准状况体积为 $22.43 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ，则在标准状况下，制取 $1 \text{ m}^3$ 氢气所需理论用电量为：

$$\frac{2 \times 96500 \times 1000}{3600 \times 22.43} = 2390 \text{ A} \cdot \text{h} / \text{m}^3$$

氢气的产气量使用直流电流测试值计算法：

$$Q = \frac{I n \eta}{2390}$$

Q—氢气产量，单位为立方米每小时（m<sup>3</sup>/h）

I—通过电解小室的直流工作电流，单位为安培（A）

n—电解小室数，单位为个

η—电流效率（设计选定），单位用（%）表示，参照GB 32311选定100%

### 6.3.3 能耗计算

系统能耗 = 电解槽直流电耗 + 辅机电耗。

根据如下公式计算得到电解槽直流电耗指标。计算公式如下：

$$\text{水电解制氢直流电耗 (kWh/m}^3\text{)} = \frac{UIT}{Q} \times 10^{-3}$$

I：水电解槽的总直流电流，单位为安培（A）

U：水电解槽的总直流电压，单位为伏特（V）

T：检测时间，单位为小时（h）

Q：检测期间氢气产量，单位为立方米每小时（m<sup>3</sup>/h）

水电解槽的总直流电压的检测部位为水电解槽的阳极、阴极端板处，总直流电流的检测部位为PEM电解槽，见附录B。

辅机电耗包含电控、冷却、氢气纯化等（除PEM电解槽以外），使用测试仪器测定输入辅机系统的总功耗。在制氢系统达到额定功率稳定工作时，开始计量辅机电耗，测试并记录1小时内的辅机电耗，根据产气量进行换算。

## 6.4 氢气纯度测试

### 6.4.1 测试步骤

将制氢系统样机与外部电源相连，进行开机前各项安全检查，在满足安全运行的情况下开机。根据样机的运行程序，进行状态自检。自检通过后，逐渐调整至额定工况200 kW运行，并保持稳定输出10分钟以上，露点仪安装接入氢气输出管路上，在线监测不低于10分钟，记录不低于两次的测试温度；氧气含量测试使用微量氧分析仪进行测定。共进行不少于3次的取样测量。

#### 6.4.1.1 水蒸气含量测定:

当记录测试温度两次相差温度小于1℃时,取其算术平均值作为测定结果,测定结果以露点表示,然后按照GB/T 5832.2-2016中露点与体积分数的对应关系,求得气体中水蒸气含量 $C_1$ 。

#### 6.4.1.2 氧含量测定:

氧气含量 $C_2$ 测试使用微量氧分析仪进行测定:

氢气纯度 $C$ :  $C=100-C_1-C_2$ 。

### 7 结果判定

7.1 所有测试项目取有效数据的算术平均值作为最终测试结果。

7.2 全部测试项目均满足本文件指标要求,判定为合格;任一项目不满足要求,判定为不合格。

7.3 测试过程出现设备故障、参数异常等情况,该组数据作废,重新进行测试。

### 8 试验记录与报告

8.1 测试全过程应形成完整原始记录,包含设备信息、环境参数、仪器信息、测试数据、计算过程、运行状态、测试人员等内容,见附录A。

8.2 测试报告应包含测试依据、测试对象、测试条件、测试项目、数据处理、结果判定、签字盖章等内容,报告应具有唯一性与可追溯性。

## 附 录 A

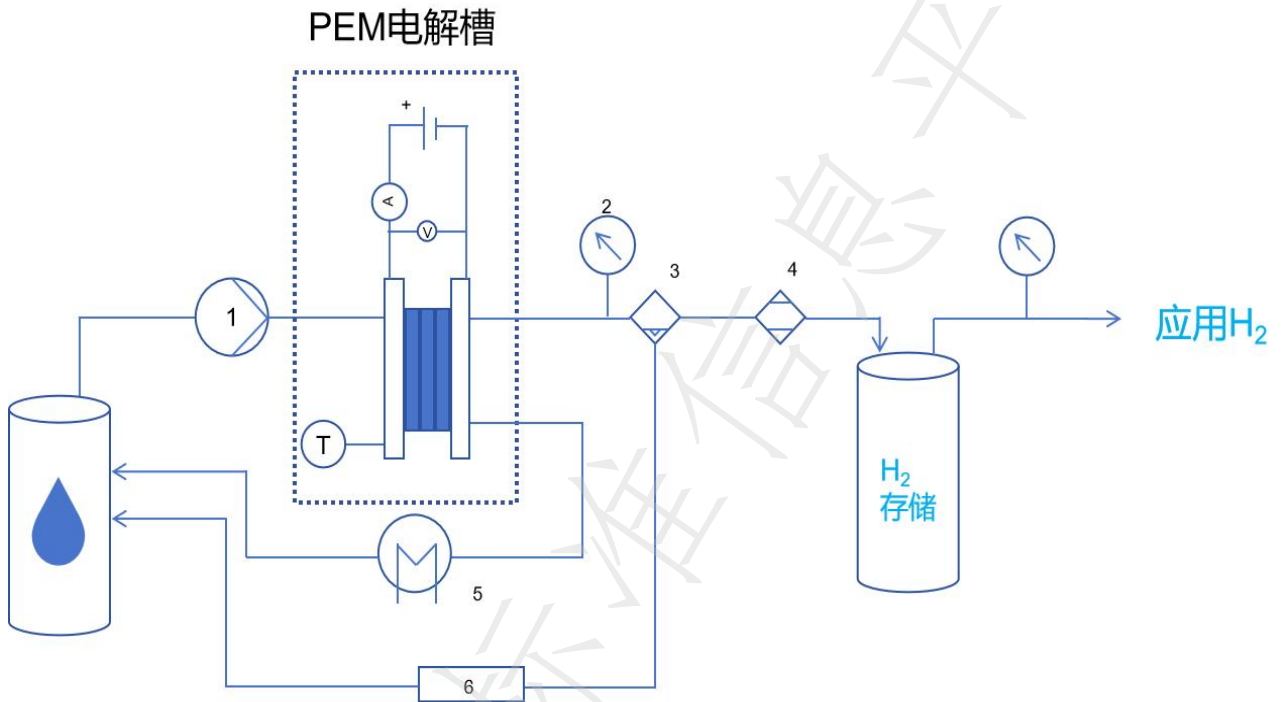
(资料性附录)

委托单位				记录编号					
送检样品	样品名称				型号规格				
	额定产氢量				额定工作压力				
	出厂编号				生产厂家				
测试用仪器设备	名称		型号规格		编号		准确度等级/ 最大允许误差 /不确定度		
检测依据									
检测地点									
环境温度:        °C		相对湿度:        %		电源条件:    V/ HZ					
1.电解槽额定功率									
测试序号		电流 (A)		电压 (V)		功率(KW)			
测试结果:									
2. 功率调节范围									
项目		电流 (A)		电压 (V)		功率(KW)			
测试结果:									
3.制氢系统能耗:									
项目		测试值		实测1		实测2		实测3	
电解槽能耗		电压值							

	电流值			
	产气总量			
	平均直流能耗			
换算后辅机能耗				
系统能耗				
测定结果				
氢气纯度检测				
名称		实测1	实测2	氢气纯度
	露点温度			
	水含量			
	氧含量			
测试结果				
测试人员		核验人员		
测试日期		证书编号		

## 附录 B

(资料性附录)



附图B: PEM水电解系统简图 (分为PEM电解槽和辅机系统)

1. 水泵
2. 氢气出口压力表
3. 除水
4. 纯化系统
5. 回流水
6. 离子交换水