

---

# 氢能领跑者行动规范文件

CHATR-S001

版本号 2024

---

## 氢能领跑者行动碱性水电解制氢 系统产品评价通则

Hydrogen Top Runner Evaluation Guidelines of Alkaline Water  
Electrolysis System for Hydrogen Production

2024-9-30 发布

2024-10-01 实施

---

中国氢能联盟





版权保护文件

版权所有归属于该规范的发布机构。除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以其他形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可于发布机构获取。



## 前言

本规则由氢能领跑者行动管理委员会提出，由中国氢能联盟发布，版权归中国氢能联盟所有，任何组织及个人未经中国氢能联盟许可，不得以任何形式全部或部分使用。

制定单位：中国氢能联盟

指导单位：国家能源局、中国科学技术协会

## 1 引言

经过 4 个五年国家科技计划的组织实施，我国氢能产业从水电解制氢系统、储氢瓶、燃料电池电堆、系统到关键部件技术研发均取得一系列关键突破，形成了涵盖制氢、储氢、氢安全及燃料电池及整车应用等技术的产学研用研发体系。氢能已具备产业化发展基础：全产业链重点企业超过 1,000 家，亿华通等先行企业登陆资本市场；相关国家标准 99 项，地方氢能政策 170 项，财政部等五部门已批复启动北京、上海、广东燃料电池汽车城市群示范应用。

但是，也必须清楚地看到，我国氢能全产业链体系发展刚刚起步，还存在系统性设计尚不全面、核心技术及材料尚在跟跑、标准检测体系尚不完善、商业模式尚未成熟等问题。这使得业界出现技术装备指标宣传迭创新高、供应链体系化不足、终端应用信息不对称等苗头逐步凸显，对处于产业化早起的氢能产业运行效率和规模应用带来不小的挑战。在此背景下，迫切需要从全产业链视角推动完善氢能标准检测体系，促进技术装备创新迭代，以支持氢能产业发展形成新格局。

中国氢能联盟通过氢能领跑者行动，助力我国氢能技术装备从“跟跑”到“并跑”再到“领跑”，加快氢能商业化进程。立足于我国尚处于“跟跑”阶段以及标准体系不健全的现状，中国氢能联盟发起氢能领跑者行动，特制定评价计划导则，增强标准化治理效能，促进氢能产品市场准入标准的循环递进，加快构建推动氢能核心技术迭代创新的标准体系，完善并提升氢能装备技术的检测、认证、应用等领域基础服务能力。本准则规定了氢能领跑者行动运行过程中的基础要求。

## 2 申请条件

申请产品为量产的定型产品，通过氢能领跑者行动信息管理平台申请并经过入围的合格测试机构的测试，取得第三方检测报告。

生产企业为中国大陆境内合法的独立法人，具备健全的供应体系和良好的售后服务能力，承诺“领跑者”产品在主流销售渠道正常供货。

生产企业近三年无较大环境、安全、质量事故；无不良信用记录。

## 3 碱性水电解制氢系统“领跑者”评价要求

### 3.1 目的

对碱性水电解制氢系统的核心指标（直流能耗、交流能耗、最大电流密度、单位体积产气量、功率波动范围、小室电压一致性）与基础指标（紧急停机保护、气密性、泄漏量、额定氢气产量、氢气纯度、功率运行范围内氧中氢含量）进行综合评价。

### 3.2 评价依据

按照 T/CSTE 0637-2024《质量分级及“领跑者”评价要求 碱性水电解制氢系统》实施评价。

### 3.3 评价结果

满足基础指标和基准水平的产品按照碱性水电解制氢系统“领跑者”性能综合评价原则（见表 1 和表 2）进行评级，颁发相应的等级证书并附等级标识（如表 1 所示）。

表 1 碱性水电解制氢系统评价指标体系框架

序号	指标类型	评价指标	指标来源	指标水平分级			判定依据/方法	
				先进水平 (5 星级)	平均水平 (4 星级)	基准水平 (3 星级)		
1	基础指标	气密性	GB/T 37562	符合 GB/T 37562 要求			T/CSTE 0637-2024 附录 B	
2		泄漏量	T/CSTE 0637-2024	小于 0.5%/h			T/CSTE 0637-2024 附录 C	
3		额定氢气产量	T/CSTE 0637-2024	符合系统设计指标要求			T/CSTE 0637-2024 附录 D	
4		氢气纯度	T/CSTE 0637-2024	99.7			T/CSTE 0637-2024 附录 E	
5		功率运行范围内氧中氢含量	T/CSTE 0637-2024	≤1.5%			T/CSTE 0637-2024 附录 F	
6	核心指标	电解槽直流能耗 (kWh/Nm <sup>3</sup> @额定产气量)	T/CSTE 0637-2024	≤4.3	(4.3-4.5)	(4.5-4.6)	T/CSTE 0637-2024 附录G	
7		制氢系统交流能耗 (kWh/Nm <sup>3</sup> @额定产气量)	T/CSTE 0637-2024	≤4.35	(4.35-4.55)	(4.55-4.65)	T/CSTE 0637-2024 附录G	
8		电流密度 (A/m <sup>2</sup> @1.92V)	T/CSTE 0637-2024	≥4000	[3000-4000)	[2500-3000)	T/CSTE 0637-2024 附录H	
9		电解槽单位体积产气量 (Nm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> )	T/CSTE 0637-2024	≥80	[60-80)	[50-60)	T/CSTE 0637-2024 附录I	
10		功率波动范围	稳定低载 负荷 (%)	T/CSTE 0637-2024	≤30	(30-40)	(40-50)	T/CSTE 0637-2024 附录G
11			稳定过载 负荷 (%)	T/CSTE 0637-2024	≥120	[110-120)	[100-110)	T/CSTE 0637-2024 附录G
12			小室电压一致性 (%)	T/CSTE 0637-2024	≤4	(4-6)	(6-8)	T/CSTE 0637-2024 附录K

13	创新指标	一键热启动	本文件	只做测试记录 不分级	附录A
14		一键热备启动	本文件		附录B
15		一键冷启动	本文件		附录C
16		动态响应（升负荷）	本文件		附录D
17		动态响应（降负荷）	本文件		附录E
18		关机曲线	本文件		附录F
19		保温测试（自然散热&维持温度）	本文件		附录G
20		风力发电曲线模拟波动试验	本文件		附录H
21		特性参数测定方式	本文件		附录I

表2 碱性水电解制氢系统性能评价原则-等级评定

标准等级	满足条件		
1级	基本要求	基础指标要求	核心指标领跑者水平（5星级）要求
2级			核心指标不低于优质水平（4星级）要求
3级			核心指标不低于达标水平（3星级）要求

#### 4 氢能领跑者行动评价计划评价获证产品列名管理

对符合氢能领跑者行动评价计划的产品及制造商,通过氢能领跑者行动信息管理平台进行统一管理,相关结果通过氢能领跑者行动网站实时发布。



## 附录 A

### (规范性) 一键热启动测试方法

#### A.1 范围

该方法适用于碱性水电解制氢系统。

#### A.2 初始状态

系统处于停机状态、初始额定槽温，额定压力；

#### A.3 测试条件

制氢装备在电流模式、调整速率为 $\geq 1\%I_n/s$ ，启动到额定功率；

#### A.4 记录参数

记录启动时间及启动过程中电流、电压、功率、压力、液位、碱液流量、气体纯度、能耗等数据；

#### A.5 试验方法

试验开始前，在环境温度  $25^{\circ}\text{C}$ 、初始额定状态（额定槽温 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 、额定压力 $\pm 0.5\%$ ）稳定  $15\text{min}$  以上，并记录试验开始时刻；

试验过程中，启动电解槽电源，从制氢系统开始运行至额定功率点（功率波动范围 $\pm 2\%$ ）并稳定产生额定量氢气（氢气流量波动范围 $\pm 1.5\%$ ），氢中氧、氧中氢、氢气纯度等指标均合格（氢中氧浓度 $\leq 0.5\%$ ，氧中氢浓度 $\leq 1.5\%$ ，分离装置出口氢气纯度 $\geq 99.8\%$ ）时所花费的时间；

试验过程中，以  $1\text{s}$  或更短时间间隔分别测量电流、电压、功率的变化情况，以  $10\text{s}$  或更短时间间隔分别测量压力、液位、碱液流量、氧中氢、氢中氧的变化情况。

（记录时间点 1：功率达到额定功率；记录时间点 2：稳定产生额定量氢气，并且氢中氧、氧中氢、氢气纯度等指标均合格）。

## 附录 B

### (规范性) 一键热备启动测试方法

#### B.1 范围

该方法适用于碱性水电解制氢系统；

#### B.2 初始状态

制氢系统处于停机状态、初始温度热备（50℃）、初始系统压力 $\geq 1\text{MPa}$ ；

#### B.3 测试条件

电流模式、调整速率为 $\geq 1\%I_n/s$ ，启动到额定功率和最佳工作温度下额定功率；

#### B.4 记录参数

启动时间及启动过程中电流、电压、功率、压力、液位、碱液流量、气体纯度、能耗等数据；

#### B.5 试验方法

试验开始前，在环境温度 $25\pm 5^\circ\text{C}$ ，系统热备状态下（槽温 $50^\circ\text{C}\pm 1.5^\circ\text{C}$ 、系统压力 $\geq 1\text{MPa}$ ）保持至少15min以上，并记录试验开始时刻；

试验过程中，从电解槽电源启动开始，制氢系统运行至额定功率点，稳定产生额定量氢气，并且氢中氧、氧中氢、氢气纯度等指标均合格（氢中氧浓度 $\leq 0.5\%$ ，氧中氢浓度 $\leq 1.5\%$ ，分离装置出口氢气纯度 $\geq 99.8\%$ ）时所花费的时间。

试验过程中，以1s或更短时间间隔分别测量电流、电压、功率的变化情况，以10s或更短时间间隔分别测量压力、液位、碱液流量、氧中氢、氢中氧的变化情况。

（记录时间点1：功率达到额定功率；记录时间点2：功率达到额定功率且槽温达到额定槽温；记录时间点3：稳定产生额定量氢气，并且氢中氧、氧中氢、氢气纯度等指标均合格）

## 附录 C

### (规范性) 一键冷启动测试方法

#### C.1 范围

该方法适用于碱性水电解制氢系统；

#### C.2 初始状态

初始状态：系统处于停机状态、初始温度冷备（25℃）、初始系统压力 0.1MPa；

#### C.3 测试条件

电流模式、调整速率为 $\geq 1\%I_n/s$ ，启动到额定功率和最佳工作温度下额定功率；

#### C.4 记录参数

启动时间及启动过程中电流、电压、功率、压力、液位、碱液流量、气体纯度、能耗等数据；

#### C.5 试验方法

试验开始前，在环境温度  $25 \pm 5^\circ\text{C}$ ，系统热备状态下（槽温  $50^\circ\text{C} \pm 1.5^\circ\text{C}$ 、系统压力 $\geq 1\text{MPa}$ ）保持至少 15min 以上，并记录试验开始时刻；

试验过程中，从电解槽电源启动开始，制氢系统运行至额定功率点，稳定产生额定量氢气，并且氢中氧、氧中氢、氢气纯度等指标均合格（氢中氧浓度 $\leq 0.5\%$ ，氧中氢浓度 $\leq 1.5\%$ ，分离装置出口氢气纯度 $\geq 99.8\%$ ）时所花费的时间。

试验过程中，试验过程中，以 1s 或更短时间间隔分别测量电流、电压、功率的变化情况，以 10s 或更短时间间隔分别测量压力、液位、碱液流量、氧中氢、氢中氧的变化情况。

（记录时间点 1：功率达到额定功率；记录时间点 2：功率达到额定功率且槽温达到额定槽温；记录时间点 3：稳定产生额定量氢气，并且氢中氧、氧中氢、氢气纯度等指标均合格）

## 附录 D

(规范性)

### 动态响应（升电荷）测试方法

#### D.1 范围

该方法适用于碱性水电解制氢系统；

#### D.2 初始状态

额定工况下（额定槽温、额定压力）；

#### D.3 测试条件

功率从 30%（宣称的最低功率工作点）→100%，变化速率 $\geq 1\%$  In/s；

#### D.4 记录参数

动态功率变化下的电流、电压、功率、压力、液位、气体纯度、气体流量数据；

#### D.5 试验方法

试验开始前，保持最低功率稳定运行 15min 以上，并记录试验开始时刻；

试验过程中，在额定槽温 $\pm 1.5^\circ\text{C}$ 、额定压力 $\pm 0.5\%$ 下，制氢系统以电流控制模式，以 $\geq 1\%$  In/s 的速度从最低功率点调节至最高功率点（功率波动范围 $\pm 2\%$ ），且调节过程中氢气纯度、氢中氧、氧中氢浓度不超标，液位差波动范围不超标（各功率点氧中氢 $\leq 1.5\%$ 、氢中氧 $\leq 1\%$ ，液位差 $\leq 50\text{mm}$ ）。

以 200ms 或者更短的时间间隔测量电源转化单元、电解槽的电流、电压输入，直至试验完成。

## 附录 E

(规范性)

### 动态响应（降电荷）测试方法

#### E.1 范围

该方法适用于碱性水电解制氢系统；

#### E.2 初始状态

额定工况下（额定槽温、额定压力）；

#### E.3 测试条件

功率从 100%→30%（宣称的最低功率工作点），变化速率 $\geq 1\%$  In/s；

#### E.4 记录参数

动态功率变化下的电流、电压、功率、压力、液位、气体纯度、气体流量数据；

#### E.5 试验方法

试验开始前，保持最低功率稳定运行 15min 以上，并记录试验开始时刻；

试验过程中，在额定槽温 $\pm 1.5^\circ\text{C}$ 、额定压力 $\pm 0.5\%$ 下，制氢系统以电流控制模式，以 $\geq 1\%$  In/s 的速度从最高功率点调节至最低功率点，且调节过程中氢气纯度、氢中氧、氧中氢浓度不超标，液位差波动范围不超标（各功率点氧中氢 $\leq 1.5\%$ 、氢中氧 $\leq 1\%$ ，液位差 $\leq 50\text{mm}$ ）。

以 200ms 或者更短的时间间隔测量电源转化单元、电解槽的电流、电压输入，直至试验完成。

## 附录 F

### (规范性) 关机曲线测试方法

#### F.1 范围

该方法适用于碱性水电解制氢系统；

#### F.2 初始状态

额定工况下（额定槽温、额定压力）；

#### F.3 测试条件

功率从 100%→30%（宣称的最低功率工作点），变化速率 $\geq 1\%$  In/s；

#### F.4 记录参数

动态功率变化下的电流、电压、功率、压力、液位数据；

#### F.5 试验方法

试验开始前，保持额定功率、在额定工况（额定槽温 $\pm 1.5^\circ\text{C}$ 、额定压力 $\pm 0.5\%$ ）稳定运行 15min 以上，并记录试验开始时刻；

试验过程应自动进行，不能有人工干预；

试验过程中，切断电解槽电源对系统进行停机，直至碱液循环装置在延迟工作一段时间后停止（需保证装置运行至安全状态，不影响下一次的冷启动）；

以 1s 或更短时间间隔分别测量直流电压、电流的变化情况，以 10s 或更短时间间隔分别测量温度、压力、液位、氧中氢、氢中氧、氢气纯度等数据。关机过程中氢中氧浓度不超标（氢中氧浓度 $\leq 1.5\%$ 、氢中氧 $\leq 1\%$ ）。

## 附录 G

### (规范性) 保温测试方法

#### G.1 范围

该方法适用于碱性水电解制氢系统；

#### G.2 初始状态

额定工况下（额定槽温、额定压力）；

#### G.3 测试条件

电流从 100%→0%（额定电流），冷却循环停止运行；

#### G.4 记录参数

停机时间及停机后压力、液位、碱液温度等数据，热备稳定状态下的加热系统电流、加热系统电压、加热系统功率、温度；

#### G.5 试验方法

试验开始前，在给定环境温度、在额定功率、额定工况下（额定槽温 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 、额定压力 $\pm 0.5\%$ ）稳定运行 15min 以上，并记录试验开始时刻；

试验过程中，切断电解槽电源对系统进行停机。

按工艺流程规定延时停止冷却循环后，在槽温高于  $50^{\circ}\text{C}$  时以 1s 时间间隔分别测量系统碱液温度（电解槽、分离罐）、系统压力、分离罐液位、氧中氢、氢中氧等数据。

试验过程应自动进行，不能有人工干预。

待系统冷却至热备状态（ $50^{\circ}\text{C} \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ ），保持系统压力稳定在一定压力 $\geq 1\text{MPa}$ 。

试验过程中以 1s 或更短时间间隔分别测量加热系统电流、加热系统电压、加热系统功率、系统碱液温度（电解槽、分离罐）（试验持续时间不应低于 1h，测量数据次数不宜少于 6 次）。记录系统达到稳定状态时（碱液温度稳定在  $50^{\circ}\text{C} \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ ）加热器的功率及环境温度。

而后继续冷却至室温，在槽温低于  $50^{\circ}\text{C}$  时以 10min 时间间隔分别测量系统碱液温度（电解槽、分离罐）、系统压力、分离罐液位、氧中氢、氢中氧等数据。

## 附录 H

(规范性)

### 风力发电曲线模拟波动试验

#### H.1 范围

该方法适用于碱性水电解制氢系统；

#### H.2 初始状态

额定工况下（额定槽温、额定压力）；

#### H.3 测试条件

电流按如下表格数据进行循环，测试总共 1 小时；

#### H.4 记录参数

动态功率变化下的电流、电压、功率、压力、液位、气体纯度、气体流量数据；

#### H.5 试验方法

试验开始前，在额定工况下（额定槽温 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 、额定压力 $\pm 0.5\%$ ）稳定运行 15min 以上，并记录试验开始时刻；

试验过程中，在额定工况下（额定槽温 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 、额定压力 $\pm 0.5\%$ ）制氢系统以电流控制模式，分别按给定曲线进行拟合模拟，循环往复 20 个周期，且调节过程中氢气纯度、氢中氧、氧中氢浓度不超标，液位差波动范围不超标（氢中氧浓度 $\leq 0.5\%$ ，氧中氢浓度 $\leq 1.5\%$ ），液位差 $\leq 50\text{mm}$ ）。

试验过程中以 1s 或更短时间间隔分别测量电流、电压、功率、压力、液位、气体纯度、气体流量数据（测量数据次数不宜少于 6 次）。

风力发电拟合曲线（3min）		
功率拟合点	时间（s）	功率（ln）
1	1	100%
2	2	99.89%
3	3	99.33%
4	4	99.02%
5	5	98.34%



6	6	96.89%
7	7	95.64%
8	8	95.34%
9	9	93.61%
10	10	92.33%
11	11	92.35%
12	12	91.27%
13	13	89.88%
14	14	90.27%
15	15	90.12%
16	16	89.09%
17	17	88.83%
18	18	88.66%
19	19	88.27%
20	20	86.87%
21	21	85.23%
22	22	83.79%
23	23	81.61%
24	24	79.44%
25	25	77.80%
26	26	77.78%
27	27	77.84%
28	28	78.19%
29	29	78.96%
30	30	79.52%
31	31	80.45%
32	32	82.01%
33	33	83.44%
34	34	84.46%
35	35	86.10%
36	36	87.78%
37	37	88.67%
38	38	89.83%
39	39	91.66%

40	40	92.73%
41	41	92.27%
42	42	90.18%
43	43	90.41%
44	44	91.13%
45	45	90.18%
46	46	90.79%
47	47	92.24%
48	48	91.56%
49	49	91.31%
50	50	93.33%
51	51	92.75%
52	52	90.49%
53	53	90.07%
54	54	89.13%
55	55	89.86%
56	56	89.76%
57	57	88.28%
58	58	87.25%
59	59	86.38%
60	60	84.48%
61	61	82.61%
62	62	81.94%
63	63	81.47%
64	64	80.89%
65	65	80.05%
66	66	79.43%
67	67	78.75%
68	68	78.09%
69	69	77.38%
70	70	76.93%
71	71	76.58%
72	72	75.94%
73	73	75.84%

74	74	76.06%
75	75	75.56%
76	76	75.45%
77	77	75.10%
78	78	74.32%
79	79	74.93%
80	80	74.85%
81	81	73.61%
82	82	72.75%
83	83	72.02%
84	84	70.44%
85	85	68.88%
86	86	69.68%
87	87	69.88%
88	88	69.54%
89	89	70.62%
90	90	71.14%
91	91	70.71%
92	92	71.44%
93	93	72.20%
94	94	71.57%
95	95	71.76%
96	96	72.66%
97	97	72.24%
98	98	72.08%
99	99	72.76%
100	100	73.39%
101	101	74.05%
102	102	75.28%
103	103	76.22%
104	104	76.92%
105	105	76.69%
106	106	76.55%
107	107	77.18%
108	108	77.56%

109	109	77.15%
110	110	77.33%
111	111	78.12%
112	112	78.06%
113	113	77.92%
114	114	78.69%
115	115	78.81%
116	116	79.17%
117	117	79.47%
118	118	80.31%
119	119	81.47%
120	120	82.46%
121	121	82.74%
122	122	82.95%
123	123	83.45%
124	124	84.48%
125	125	85.47%
126	126	86.55%
127	127	88.08%
128	128	88.59%
129	129	88.96%
130	130	90.78%
131	131	91.06%
132	132	91.35%
133	133	93.06%
134	134	93.79%
135	135	93.55%
136	136	94.91%
137	137	93.48%
138	138	93.16%
139	139	93.60%
140	140	92.75%
141	141	92.38%
142	142	93.08%
143	143	92.69%
144	144	92.26%
145	145	93.19%
146	146	93.30%
147	147	92.77%
148	148	93.50%
149	149	94.33%
150	150	94.16%
151	151	94.60%

152	152	95.58%
153	153	95.32%
154	154	94.63%
155	155	95.01%
156	156	95.06%
157	157	93.99%
158	158	94.52%
159	159	94.67%
160	160	93.52%
161	161	93.69%
162	162	94.40%
163	163	93.96%
164	164	93.46%
165	165	93.90%
166	166	93.31%
167	167	91.95%
168	168	90.66%
169	169	90.38%
170	170	90.50%
171	171	90.56%
172	172	90.97%
173	173	91.87%
174	174	92.52%
175	175	93.60%
176	176	95.42%
177	177	97.08%
178	178	98.27%
179	179	99.56%
180	180	100%

## 附 录 I

(规范性)

### 特性参数测定方式

#### I.1 范围

该方法适用于碱性水电解制氢系统；

#### I.2 测试条件

测试前电解槽满足已满功率运行 24 小时，启停 3 次以上；

#### I.3 试验方法

测试时电解槽运行至额定状态（额定功率 $\pm 2\%$ 范围内波动、额定槽温 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 、额定压力 $\pm 0.5\%$ ），并稳定运行 1h 以上，而后按电解槽可接受的调节速率，调节至 30%功率状态；

升功率特性参数：从 30%功率点升至 110%功率点，每 5%（或 1%，该取值取决于 EMS 系统控制的颗粒度）取一个测量点，记录电解槽在该测量点稳定运行 5min 后的电压、电流、氢气产量；

降功率特性参数：从 110%功率点降至 30%功率点，每 5%（或 1%，该取值取决于 EMS 系统控制的颗粒度）取一个测量点，记录电解槽在该测量点稳定运行 5min 后的电压、电流、氢气产量。