

# 《太阳能热化学氢热联产装置性能测试方法》 标准编制说明书

《太阳能热化学氢热联产装置性能测试方法》联盟标准编制组

2026年4月

# 目 次

1、 任务来源 .....	3
2、 编制背景 .....	3
3、 项目组成员单位情况 .....	4
4、 编制情况 .....	5
4.1 编制进程 .....	5
4.2 编制内容 .....	6

## 1、 任务来源

本标准由太阳能光热联盟立项，由中国科学院大学、南京师范大学、中国石油大学（北京）、中国科学院工程热物理研究所、北京理工大学、首航高科能源技术股份有限公司、国家电投集团生产经营支持中心、青岛地铁集团有限公司负责起草。本标准于 2026 年 4 月立项。

## 2、 编制背景

太阳能热化学氢热联产技术是太阳能规模化高效利用与绿氢低成本制备的核心技术路径之一，其原理是以聚光太阳能为驱动热源，通过碳氢燃料的热化学重整转化，同步实现高纯氢气制备与高温热能协同产出，完成太阳能向化学能与热能的高效转化与梯级利用。目前主流的太阳能热化学氢热联产装置采用预处理、气化、精制连续化工艺流程，核心涵盖太阳能驱动热化学反应单元、透氢膜原位分离提纯单元两大核心模块，可适配固相、液相、气相多类碳氢燃料，产出的高纯氢气可作为清洁二次能源，联产的高温高压蒸汽可直接用于工业供热、稠油热采等场景。利用太阳能热化学氢热联产装置实现能量转化，具有太阳能转化效率高、氢能制备与热能供应协同、产品适配场景广、碳排放强度低等优势，此外，该技术可通过氢能载体实现太阳能的长周期化学储能与跨季节调峰，适配可再生能源消纳与电网调峰需求，与国家“双碳”战略下能源绿色转型的发展要求高度契合，因此具有广阔的产业化应用前景。

当前，太阳能热化学氢热联产技术已完成实验室机理验证与小试试验，已建成多套代表性示范工程，逐步进入工程化放大与产业化落地的关键阶段。对于太阳能热化学氢热联产装置的性能评价，累计产氢量、太阳能热化学转化效

率、系统连续稳定运行时间、累计产热量是四项核心性能参数。其中，累计产氢量与累计产热量直接决定了装置的产能规模与产品供给能力，是衡量装置工程应用价值的核心指标；太阳能热化学转化效率决定了装置的太阳能利用水平与能量转化效果，是影响系统运行成本与经济性的关键因素；系统连续稳定运行时间决定了装置的长周期运行能力与工程可靠性，是装置规模化推广应用的核心理前提。四项核心参数的精准、规范测试，直接决定了装置性能评价的科学性与准确性，合理、统一的测试方法能够有效提升装置研发优化效率，降低系统全生命周期成本，推动技术产业化落地。

对于上述四项核心性能参数的测试，伴随太阳能热化学氢热联产技术的研发迭代与示范工程建设推进，行业内针对装置核心性能已开展多轮测试验证工作，逐步形成了适配不同试验场景与工程工况的测试实施思路。然而，当前尚未形成针对太阳能热化学氢热联产装置性能测试的专项国家标准、行业标准与国际标准，行业内尚未建立统一规范的全流程测试流程、数据采集规范、参数计算口径与性能评价规则。针对同类型太阳能热化学氢热联产系统，不同研发与工程实施主体在测试过程中，因测试边界设定、操作流程控制、核心参数计算逻辑的差异，测得的太阳能热化学转化效率、单位原料累计产氢量等核心指标数值存在明显偏差，使得不同主体的性能测试数据难以实现行业内的横向对标与互认，造成技术成果验证、工程应用对接、市场推广落地等环节缺乏统一、权威的评价依据，不利于技术的工程化放大与规模化推广应用。因此，制定一套统一、规范的太阳能热化学氢热联产装置性能测试方法专项标准，能够有效规范行业测试行为，提升测试结果的可信度、一致性与可比性，对推动该技术从实验室研发、示范验证走向规模化产业化应用具有重要的现实意义。

综上，太阳能热化学氢热联产装置的核心性能参数，直接影响着太阳能制氢系统的运行效率、工程可靠性、经济性与规模化应用前景，因此《太阳能热化学氢热联产装置性能测试方法》标准的制定，对太阳能热化学制氢领域乃至整个氢能与可再生能源行业的高质量可持续发展具有重大意义。装置核心性能的精准、规范测试，直接关系到太阳能热化学氢热联产装置的性能优劣评价与工程化应用落地，建立统一的装置性能测试方法与评价体系，对于规范行业测试行为、实现技术成果对标互认、推动技术研发优化与产业化规模化推广，具有至关重要的作用。

### 3、项目组成员单位情况

本标准负责起草单位：中国科学院大学。

本标准参加起草单位：南京师范大学、中国石油大学（北京）、中国科学院工程热物理研究所、北京理工大学、首航高科能源技术股份有限公司、国家电投集团生产经营支持中心、青岛地铁集团有限公司。

本标准主要起草人有：王宏圣（中国科学院大学）等成员组成。

本标准负责起草单位：中国科学院大学太阳能研究团队长期围绕太阳能高效利用、热化学储能、碳捕集与转化方向开展系统性研究，重点聚焦太阳能高效转换、碳捕集利用、稠油热采耦合等核心领域，进行了长期的理论攻关与工程化技术研发。团队构建了多产物次序分离热力学系统，提出并优化了化学能-质能-势能理论，相关创新成果在 *Nature Communications*、*Energy & Environmental Science* 等领域顶级期刊发表高水平论文 70 余篇，获授权国家发明专利 7 项。团队先后主持国家自然科学基金优秀青年科学基金项目（海外）、国家自然科学基金面上项目、国家重点研发计划青年科学家项目等国家级科研

项目。研究团队依托基础科学中心、全国重点实验室、国家级技术研发中心、省部级重点实验室及工程研究中心等高水平科研平台，建成了国内领先的太阳能热化学转化专项实验平台，在太阳能热化学转化、氢热联产系统集成、核心装备研制等方面形成了完备的研发与测试能力，能够全面支撑本标准的研究、编制与落地验证工作。团队经多年深耕建设，已形成一支在太阳能高效利用与热化学转化领域具有重要行业影响力，涵盖工程热物理、化学工程、能源动力、材料科学等多学科交叉方向，以中青年学术骨干为核心，贯通基础理论研究、核心技术研发、工程化应用示范全环节的高水平创新团队，具备开展标准编制、技术验证与行业推广的完备综合能力。

## **4、 编制情况**

### **4.1 编制进程**

2026年1月28日，中国科学院大学启动《太阳能热化学氢热联产装置性能测试方法》起草工作，并初步拟定了标准的编写大纲。

2026年2月15日，初步完成《太阳能热化学氢热联产装置性能测试方法》初稿。

2026年2月24日，开展内部讨论，提出修改意见，对提纲进行完善。

2026年3月20日，《太阳能热化学氢热联产装置性能测试方法》联盟标准通过专家预审。

2026年4月上旬，《太阳能热化学氢热联产装置性能测试方法》标准编写完成，并立项通过。

### **4.2 编制内容**

**本标准的前言**

参照GB/T 1.1的要求，编写本标准的前言。

## 本标准的范围

根据GB/T 1.1的要求，范围应明确表明标准的对象和所涉及的方面，指明标准的适用范围。本标准的对象为太阳能热化学氢热联产装置，其主要规定了太阳能热化学氢热联产装置性能的测试方法与评价规范。本标准规定了太阳能热化学氢热联产装置性能测试所用的测试设备要求、测试条件、通用试验步骤、核心性能指标的测试与计算方法、数据记录与处理要求、测试报告编制规范，以及配套的术语和定义、符号代号和缩略语、装置基本技术要求等。本标准适用于以聚光太阳能（含室内模拟太阳能光源）为驱动热源，在工作压力0.1MPa-30MPa、工作温度200℃-1000℃工况下，同步实现氢气制备与热能输出的太阳能热化学氢热联产装置的性能测试与评价，也可适用于同类兼具制氢与供热联产功能的热化学转化装置的技术对标及规范化性能管理。

### 本标准规定了以下检验项目：

#### （1）累计产氢量

由装置配套的氢气流量计量装置可得到运行过程中的氢气质量流量数据。针对太阳能热化学氢热联产装置稳定运行工况，在规定计量周期内，装置产生的氢气总质量，即为累计产氢量，单位为千克（kg）。

#### （2）累计产热量

由装置配套的流体流量计量装置、温度压力检测装置可得到运行过程中的水蒸气质量流量及比焓相关数据。针对太阳能热化学氢热联产装置稳定运行工况，在规定计量周期内，各有效计量时段的水蒸气平均质量流量与装置进出口水蒸气比焓差值的乘积，对应时长累加后的总和，即为累计产热量，单位为千

焦 (kJ)。

### (3) 太阳能热化学转化效率

以装置热化学转化过程中输出的净化学能增量，与输入至热化学转化环节的有效太阳能能量的比值，表征太阳能热化学转化效率，以百分数 (%) 表示。计算基于装置产出燃料与输入碳氢燃料的高位热值、对应质量流量，以及热化学转化环节的太阳能输入功率得到；装置同步对外供热时，需从总太阳能输入量中扣除非热化学制氢环节耗用的太阳能，以驱动热化学制氢转化过程的有效太阳能输入量为计算基数。

### (4) 太阳能热化学转化系统连续稳定运行时间

由装置全流程运行监测系统可得到装置运行时长、停机时段及对应停机原因数据。针对太阳能热化学氢热联产装置实际运行场景，排除太阳能资源天然间断性、计划内必要维护及不可抗力等非系统自身稳定性缺陷导致的停机时段后，设备满足稳定运行判定条件的持续无故障运行累计时长，即为太阳能热化学转化系统连续稳定运行时间，单位为小时 (h)。

## 本标准内容编制依据介绍

(1) 本标准对太阳能热利用、氢能系统、热化学转化相关术语的定义，依据 GB/T 12936-2007 太阳能热利用术语、GB/T 24499-2009 氢气、氢能与氢能系统术语、GB/T 31163-2014 太阳能资源术语、GB/T 40104-2021 太阳能光热发电术语制定，同时结合太阳能热化学氢热联产技术的工艺特性与装置特点，补充了专属术语及明确定义。

(2) 本标准中规定的太阳能热化学氢热联产装置性能测试方法，是在对太阳能热化学制氢、氢热联产系统多年理论研究、装置研发与工程示范实践基础上，

参考相关技术文献及标准 GB/T 40703-2021 太阳能中温工业热利用系统设计规范、NB/T 10974-2022 线性菲涅耳式太阳能热发电厂集热系统设计规范，明确了装置性能测试的通用试验步骤、测试条件、核心性能指标体系与测试实施要求。

(3) 本标准中核心性能指标的计算方法、测试数据处理规则，遵循 GB/T 11062-2020 天然气发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法、GB/T 30727-2014 固体生物质燃料发热量测定方法相关规定；测试结果的数值修约、准确度与重复性评价，遵循 GB/T 8170-2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定、GB/T 6379.2-2004 测量方法与结果的准确度 第 2 部分：确定标准测量方法重复性与再现性的基本方法相关要求。

(4) 本标准中测试用温度、压力、流量、气体组分检测、太阳能光功率测量等仪器设备的性能要求与校准规范，以及装置运行工况的控制与测试要求，参考上述太阳能热利用、氢能系统相关国家及行业标准，结合太阳能热化学氢热联产装置的高温高压运行工况特性与工程化测试实践制定，保障测试全流程的规范性与测试结果的准确性、可比性。

### **与执行现行法律、法规政策及相关标准的关系**

本标准制定的内容符合国家相关法律、法规、政策的规定，并且符合 GB/T 1《标准化工作导则》系列标准的要求。本标准不存在与相关法律法规相抵触之处，也不与其他标准相冲突。