

《质子交换膜水电解制氢膜电极测试方法》

编制说明

一、任务来源及计划要求

上海氢锐科技有限公司负责编制的《质子交换膜水电解制氢膜电极测试方法》标准，来源于 2023 年申请立项的中国可再生能源学会团体标准编制任务。本文件由中国可再生能源学会归口管理。

二、主要参加单位

上海氢锐科技有限公司、中国科学院上海高等研究院、武汉理工大学、中国科学院大连化学物理研究所、上海唐锋能源科技有限公司、鸿基创能科技(佛山)有限公司、山东赛克赛斯氢能源有限公司、北京科技大学、德凯质量认证(上海)有限公司、怀柔实验室、中国石化石油化工科学研究院、南开大学。

三、工作简要过程

2023 年 9 月，成立了团体标准起草组（以下简称：起草组），编制标准调研方案及编写工作大纲。

2023 年 11 月，起草组完成相关调研和资料收集工作，查阅了国内外关于“质子交换膜水电解制氢膜电极测试”方面的相关文献和技术资料，以及国内外关于“质子交换膜燃料电池膜电极测试”方面的资料作为参考。

2023 年 12 月，起草组组织讨论会，并形成了标准的初稿。

2024 年 1 月，起草组根据内部讨论意见，对标准初稿做进一步修改完善，形成征求意见稿。

2024 年 2 月，提交中国可再生能源学会，开展公开征求意见工作。

四、编制情况

1. 标准介绍

该标准为方法标准，界定了质子交换膜水电解制氢膜电极的测试方法。低能

耗、大电流密度、长寿命是质子交换膜水电解制氢产品的核心竞争力，其主要取决于核心部件膜电极的性能，因此膜电极性能的衡量标准至关重要。

2. 编制原则

本标准编制原则如下：

a) 标准严格按照 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；

b) 标准应符合国家有关法律法规及相关产业政策要求；

c) 对标国际先进水平，与现行有效的国家标准、行业标准协调一致；

d) 适应我国质子交换膜水电解制氢膜电极技术发展需求。

五、目的、意义或必要性

本标准涉及绿色制氢产业，具体为质子交换膜水电解制氢技术，该技术具有能效高、气体纯度高、功率应变性强等特点，是当前绿色制氢发展的主流方向。国家已明确氢能为国家能源战略，国家发改委发布的《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》——2025年初步建立以工业副产氢和可再生能源制氢就近利用为主的氢能供应体系。预计到2030年氢能将在中国终端能源体系中占约为5.5%，氢气需求量3800万吨以上，我国电解槽装机规模有望达100GW，其中PEM制氢占10~20%，市场规模达千亿元，PEM水电解制氢市场前景广阔。

膜电极是质子交换膜水电解系统的核心部件，其电性能决定了水电解系统的性能。然而，目前膜电极技术“百家争鸣”、市场准入门槛尚不明确、产品电性能等测试方法不统一、缺乏产品电性能衡量标准。同时，国家标准委等六部门联合印发《氢能产业标准体系建设指南（2023版）》，旨在充分发挥标准对氢能产业发展的规范和引领作用。调研国内外相关标准，包括《ISO 22734:2019 Hydrogen generators using water electrolysis — Industrial, commercial, and residential applications》、《GB32311-2015 水电解制氢系统能效限定值及能效等级》、

《GB/T37562-2019 压力型水电解制氢系统技术条件》、《GB37563-2019 压力型水电解制氢系统安全要求》、《T/CES 175-2022 质子交换膜水电解制氢系统性能试验方法》、《T/CAB 0084-2021 小型质子交换膜水电解制氢系统》等，以上现有标准主要界定了水电解制氢技术的基本要求和系统的技术要求，属于对水电解制氢技术整体框架的界定，缺乏对膜电极测试方法的规定。因此，十分必要开展膜电极测试标准的制定，该标准的制定将有利于我国水电解制氢产品的质量控制和市场规范，对推动产业发展具有重要意义。

六、 标准于同类标准主要差异

与现有的标准的差异如下：

表1 差异对照表

序号	对比标准	差异
1	《Hydrogen generators using water electrolysis — Industrial, commercial, and residential applications》(ISO 22734:2019)	该标准仅规定了模块化或工厂匹配氢气发生装置的结构、安全和性能要求，未规定膜电极检测方法。
2	《水电解制氢系统能效限定值及能效等级》(GB32311-2015)	该标准仅规定了水电解制氢系统的能效限定值、试验方法和检验规则等，适用于固定式或移动式制氢系统，其水电解槽结构为双极性、压滤式，不适用于 PEM 电解水槽。
3	《压力型水电解制氢系统技术条件》(GB/T37562-2019)	该标准仅规定了压力型碱性水电解制氢系统和 PEM 水电解制氢系统的术语和定义、分类与命名、技术要求、试验与检测、标志、包装等，未涉及膜电极检测方法。
4	《压力型水电解制氢系统安全要求》(GB37563-2019)	该标准规定了压力型水电解制氢系统安全基本要求等。不涉及部件测试方法。
5	《质子交换膜水电解制氢系统性能试验方法》(T/CES 175-2022)	该标准规定了 PEM 水电解制氢系统产氢性能、电能消耗、热回收、效率、水消耗量、功率变载性能等试验，未涉及膜电极检测方法。
6	《小型质子交换膜水电解制氢系统》(T/CAB 0084-2021)	该标准规定了 PEM 水电解制氢系统的术语和定义、分类与命名、技术要求、试验与检测、标志、包装等，适用于压力不小于 0.3MPa 不

		高于 5MPa，单个电解槽氢气输出量在标准状况下不大于 10Nm ³ /h 的 PEM 水电解制氢系统，未涉及膜电极检测方法。
--	--	--

七、标准主要内容

本标准规定了质子交换膜水电解制氢膜电极的术语和定义、测试仪器、测试样品与单电解池、测试方法和测试报告等。

本标准适用于各类质子交换膜水电解制氢膜电极测试。

标准的主要技术内容包括：

1、贵金属担载量测试方法

使用电感耦合等离子体发射光谱法检测膜电极找贵金属担载量，应列出催化剂中所有贵金属载量。同时采用 X 射线荧光光谱法作为补充，便于膜电极贵金属担载量的批量、快速检测，满足膜电极贵金属担载量的无损检测需求。

2、串漏率测试方法

用于检测膜电极阴极向阳极的串漏流量，为确保安全性应使用氢气作为检测气体。

3、极化曲线测试方法

组装好单电解池后，采取恒定电流方式进行测试，每个电流密度下施加电流时间应 ≥ 15 min。前一次极化曲线测试结束时间超过 0.5 h 后，再进行第二次检测，每个 MEA 至少测试三次极化曲线。极化曲线数据应标明膜电极使用的质子膜厚度和测试进口温度等。

4、氢气渗透率测试方法

采用在阳极侧增加氢气浓度传感器或连接气相色谱的方式，在线监测膜电极测试过程中的氢气渗透率和氧中氢含量。应在工作电流范围内至少取 3 个点（额定工作点、波动下限和波动上限）进行氢气渗透率测试。

5、设计寿命测试方法

膜电极的设计寿命根据衰减率和边界条件推算得出，特别地，寿命测试过程中膜电极中阳极侧氧中氢含量应满足 $\leq 2\%$ 。衰减率测试过程中设置的进口温度

必须与极化曲线测试温度保持一致，测试采用恒流模式，建议以 60 或 65℃ 下的性能作为标准值。设计寿命的测试分为稳定工况和变工况两类，以稳定工况衰减率为准、变工况衰减率作为参考。

6、一致性测试方法

包括厚度一致性、贵金属担载量一致性和电性能一致性。其中，电性能一致性应选用同一电解池对抽检的 n 个 ($n \geq 10$) 膜电极轮流进行测试。

八、 试验验证情况

无。

九、 与现有的标准关系

与该项目相关的现有标准主要界定了水电解制氢技术的基本要求和系统的技术要求，属于对水电解制氢技术整体框架的界定。而本项目聚焦 PEM 水电解制氢膜电极的测试标准方法，属于对上述标准界定对象细化内容的填补。

十、 预期的社会经济效果

膜电极是质子交换膜水电解系统的核心部件，其电性能决定了水电解系统的性能。然而，目前膜电极技术“百家争鸣”、市场准入门槛尚不明确、产品电性能测试方法不统一、缺乏产品电性能衡量标准。同时，国家标准委等六部门联合印发《氢能产业标准体系建设指南（2023 版）》，旨在充分发挥标准对氢能产业发展的规范和引领作用。因此，十分必要开展膜电极测试标准的制定，该标准的制定将有利于我国水电解制氢产品的质量控制和市场规范，对推动产业发展具有重要意义。

十一、 标准涉及的知识产权情况说明

无。

十二、 与现行法律法规、标准的关系

无。

十三、 参考资料清单

ISO 22734:2019 《Hydrogen generators using water electrolysis — Industrial, commercial, and residential applications》

GB32311-2015 《水电解制氢系统能效限定值及能效等级》

GB/T37562-2019 《压力型水电解制氢系统技术条件》

GB37563-2019 《压力型水电解制氢系统安全要求》

T/CES 175-2022 《质子交换膜水电解制氢系统性能试验方法》

T/CAB 0084-2021 《小型质子交换膜水电解制氢系统》