

T/CWDPA

团 体 标 准

T/CWDPA XXX—2026

钒基固溶体储氢合金储释氢性能测试方法

Test method for hydrogen storage and release performance of vanadium-based solid
solution hydrogen storage alloys

2026 – XX – XX 发布

2026 – XX – XX 实施

中国西部开发促进会 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 测试设备 1

 4.1 储氢性能测试系统 1

 4.2 样品反应器 1

 4.3 辅助设备 1

 4.4 设备校准 1

5 样品要求 1

 5.1 样品状态 2

 5.2 样品制备 2

 5.3 样品预处理 2

6 测试环境 2

7 测试方法 2

 7.1 基本要求 2

 7.2 储氢容量及 P-C-I 曲线测试 2

 7.3 吸/放氢动力学测试 2

 7.4 循环稳定性测试 2

8 数据处理 3

9 测试报告 3

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。

本文件由中国西部开发促进会提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

钒基固溶体储氢合金储释氢性能测试方法

1 范围

本文件规定了钒基固溶体储氢合金储释氢的测试设备、样品要求、测试环境、测试方法等内容。本文件适用于钒基固溶体储氢合金储释氢性能的测试。

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 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 29918—2023 稀土系储氢合金 压力-组成等温线（PCI）的测试方法

GB/T 42656—2023 稀土系储氢合金 吸放氢反应动力学性能测试方法

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 测试设备

4.1 储氢性能测试系统

由高压氢气源、真空系统、恒温控制系统、压力传感器、温度传感器、样品反应器、数据采集系统组成，满足以下指标：

- 压力测量精度： $\pm 0.25\%$ FS；
- 温度控制精度： $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 真空度： $\leq 1 \times 10^{-3}\text{ Pa}$ ；
- 氢气纯度： $\geq 99.999\%$ 。

4.2 样品反应器

采用不锈钢或哈氏合金材质，耐压 $\geq 15\text{ MPa}$ ，耐高温 $\leq 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，容积已知且密封可靠。

4.3 辅助设备

满足以下指标：

- 分析天平：精度 0.0001 g ；
- 真空干燥箱：控温范围为室温 $\sim 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，精度 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 氢气泄漏检测仪：检测限 $\leq 5 \times 10^{-6}\text{ mol/mol}$ ；
- 惰性气体保护箱：氧含量 $\leq 1 \times 10^{-6}\text{ mol/mol}$ ，水含量 $\leq 1 \times 10^{-6}\text{ mol/mol}$ 。

4.4 设备校准

压力传感器、温度传感器、天平应定期校准，并在有效期内使用。

5 样品要求

5.1 样品状态

5.1.1 样品为块状、碎屑或粉末，粉末粒径 $\leq 75\ \mu\text{m}$ （200目）。

5.1.2 无氧化、无油污、无明显杂质。

5.1.3 样品质量：1.0 g~5.0 g，可根据设备调整。

5.2 样品制备

5.2.1 合金铸锭经机械破碎、研磨、筛分，在氩气保护下完成。

5.2.2 避免吸潮、氧化，制备后 24 h 内完成测试或惰性气体封存。

5.3 样品预处理

5.3.1 将样品装入反应器，按 GB/T 42656—2023 的要求抽真空至 $\leq 1 \times 10^{-3}\ \text{MPa}$ 。

5.3.2 升温至 300 °C~400 °C，真空活化 2 h~4 h。

5.3.3 冷却至测试温度，完成预处理。

6 测试环境

6.1 测试环境应保持清洁、干燥，温度控制在 15 °C~30 °C，相对湿度不超过 60%，避免灰尘、腐蚀性气体等影响测试设备及样品性能。

6.2 测试现场应配备氢气泄漏检测仪、灭火器、急救箱等安全设施，严禁明火、静电产生。

7 测试方法

7.1 基本要求

所有测试在恒温、恒容条件下进行，每组测试平行不少于3次。

7.2 储氢容量及 P-C-I 曲线测试

按GB/T 29918—2023的规定执行。

7.3 吸/放氢动力学测试

按GB/T 42656—2023的规定执行。

7.3.1 吸氢动力学

应按以下步骤进行测试：

- 预处理后抽真空，设定测试温度；
- 充氢 5s 至恒定驱动压力（如 5 MPa、8 MPa）；
- 连续记录压力-时间数据，计算 t_{90} 。

7.3.2 放氢动力学

应按以下步骤进行测试：

- 样品吸氢至饱和；
- 泄压 5 s 至恒定背压（如 0.1 MPa、常压）；
- 记录压力-时间数据，计算 t_{90} 。

7.4 循环稳定性测试

应按以下步骤进行测试：

- 按“吸氢-放氢”为一次循环；
- 设定循环次数：50 次、100 次、500 次、1000 次；
- 每 50 次或 100 次测试一次容量与动力学；
- 按公式（1）计算容量保持率。

$$R_n = \frac{C_n}{C_1} \times 100\% \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：
R_n——第n次循环容量保持率，单位为百分比（%）；
C_n——第n次有效容量，单位为质量百分比（wt.%）；
C₁——首次有效容量，单位为质量百分比（wt.%）。

8 数据处理

- 8.1 数据按 GB/T 8170 修约，保留至小数点后两位。
 - 8.2 平行测试不少于 3 次，取算术平均值为最终结果。
 - 8.3 平行样相对偏差≤3%，超出应重新测试。
 - 8.4 给出曲线、表格、特征值（平台压力、滞后系数、t₉₀、保持率）。
- 注：平台压、滞后系数的取值方法按GB/T 29918—2023的规定执行。

9 测试报告

测试报告应完整、准确、清晰，包含以下内容：

- a) 报告标题；
- b) 测试基本信息；
- c) 样品信息；
- d) 测试条件；
- e) 测试设备；
- f) 测试结果；
- g) 异常情况说明：测试过程中出现的异常现象及处理方法；
- h) 结论：根据测试结果，评价样品的储释氢性能；
- i) 签字确认：测试人员、审核人员、批准人员签字，测试单位盖章。