

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/ZHFCA

团 体 标 准

T/ZHFCA XXXX—20XX

氢燃料电池叉车用电堆安全及性能要求

Safety and performance requirements of stacks used for hydrogen fuel cell forklifts

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中关村氢能与燃料电池技术创新产业联盟 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 总则.....	1
5 安全要求.....	1
5.1 机械冲击.....	1
5.2 振动.....	1
5.3 气密性.....	2
5.4 电气安全.....	2
5.5 电气过载.....	2
5.6 耐压.....	2
6 性能要求.....	2
6.1 低温特性.....	2
6.2 输出性能要求.....	2
7 试验环境及试验条件.....	2
7.1 试验环境.....	2
7.2 测试仪器设备及精度.....	2
8 试验方法.....	3
8.1 机械冲击试验.....	3
8.2 振动试验.....	3
8.3 气密性及耐压试验.....	3
8.4 电气安全试验.....	3
8.5 电气过载试验.....	3
8.6 低温特性测试方法.....	3
8.7 输出性能试验.....	3
9 标识.....	4
10 产品说明书.....	4

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。

本文件由中关村氢能与燃料电池技术创新产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：暂略

本文件主要起草人：暂略

氢燃料电池叉车用电池堆安全及性能要求

1 范围

本文件规定了氢燃料电池叉车用燃料电池堆的安全要求、技术要求、试验环境及仪器设备要求、试验方法、标志、服务手册。

本文件适用于氢燃料电池叉车用氢燃料电池水冷电堆（质子交换膜燃料电池堆），其它工业车辆用氢燃料电池堆可参考使用。

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 20042.2-2023 质子交换膜燃料电池 第2部分：电池堆通用技术条件

GB/T 24548 燃料电池电动汽车 术语

GB/T 28816 燃料电池 术语

GB/T 31035-2014 质子交换膜燃料电池电堆低温特性试验方法

GB/T 36288-2018 燃料电池电动汽车 燃料电池堆安全要求

3 术语和定义

GB/T 24548、GB/T 28816界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

氢燃料电池叉车 hydrogen fuel cell forklift

以氢燃料电池发电系统为动力的叉车。

3.2

氢燃料电池堆 Hydrogen fuel cell stacks

使用氢气为反应物的燃料电池堆。

4 总则

4.1 氢燃料电池堆的使用环境包括振动、冲击、温湿度变化以及腐蚀环境，氢燃料电池堆使用的材料应对使用环境有耐受性；在氢燃料电池堆易受腐蚀、碰撞的部位应采取必要的保护措施。

4.2 氢燃料电池堆在出厂前应进行安全和性能测试（各项性能合格标准由制造商出具）同时应对氢燃料电池堆外观进行检查，以确保其外观无明显缺损。

4.3 氢燃料电池堆机械结构应具有较强的抗振动，抗冲击的能力。

5 安全要求

5.1 机械冲击

在氢燃料电池堆进行机械冲击测试后，其机械结构应不发生损坏，且气密性应符合5.3、绝缘性应符合5.4的规定。

5.2 振动

氢燃料电池堆应能够承受叉车长时间在复杂路况（如搓板路、颠簸路、起伏路等）下行驶，并符合以下要求：

- 氢燃料电池堆连接可靠、结构完好，氢燃料电池堆内部无错位，无明显位移、扭转和弯曲；
- 最小监控单元电压无锐变、最大电压差不大于 0.15V；
- 不发生短路、气体泄漏、外壳破裂、爆炸或着火等现象；；
- 气密性性能和绝缘性能无明显下降，气密性应符合 5.3、绝缘性应符合 5.4 的规定。

5.3 气密性

氢燃料电池堆阳极腔和阴极腔在耐压压力下的总外漏、阳极腔和阴极腔的泄漏、冷却腔的泄漏达到制造商规定的要求。

5.4 电气安全

氢燃料电池堆在加注冷却液而且冷却液处于冷态循环状态下，正负极的对地绝缘性要求分别不应低于 $100\Omega/V$ 。

5.5 电气过载

按照制造商提供的文件步骤进行加载,将电流加载至最大电流，同时维持允许的最大过载时间，在该时间内电压波动不超过3%；且试验后氢燃料电池堆不应出现开裂、永久变形或其它物理损伤。

5.6 耐压

5.6.1 在制造商指定的压力下运行，氢燃料电堆不应出现开裂、破碎、永久变形或其它物理损伤。

5.6.2 若制造商提供了压力等级，则按照制造商提供的等级高的条件执行，若未提供,则可在下列条件下进行试验：

- a) 如果在正常运行时氢燃料电池堆的阳极腔和阴极腔的内部压力相同或压差 $\leq 30\text{kPa}$ ，试验时可将阳极腔和阴极腔相互连通；
- b) 如果氢燃料电池堆有冷却通道且工作压力与阳极腔和阴极腔相同或压差 $\leq 30\text{kPa}$ ，则该通道也可同时按将阳极腔、阴极腔和冷却通道相互连通的方法进行耐压试验。

6 性能要求

6.1 低温特性

在供应商给定的低温条件下可以成功启动，且低温存储试验和低温启动试验后，燃料电池堆性能参数的变化符合供应商给定的文件要求。

6.2 输出性能要求

燃料电池堆按制造商给定的技术条件运行时,其正常运行试验和额定功率试验的输出指标应不低于制造商在技术文件中的规定值。

7 试验环境及试验条件

7.1 试验环境

除非另有规定，试验在下列条件下进行：

- c) 温度： $20^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- d) 相对湿度： $\leq 100\%$ ；
- e) 气压： $86\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ 。

7.2 测试仪器设备及精度

相对于规定值或实际值，所有控制值或测量值的精度应符合表 1 的要求。

表1 测试仪器及精度

测量仪器	计量单位	精度
气压计	kPa	不低于±2
湿度计	%	不低于±5%
温度测量仪	°C	不低于±1
压力测量仪	kPa	不低于±2
露点温度计	°C	不低于±2
气体流量计	L/min	不低于±1.0%FS
液体流量计	L/min	不低于±2.0%FS
电压测量仪	V	不低于±0.5%FS
电流测量仪	A	不低于±0.5%FS

8 试验方法

8.1 机械冲击试验

按GB/T 20042.2-2023中5.14.4规定的冲击试验要求，按如下方法进行试验：

氢燃料电池堆安装固定在试验台上后，在3个轴向：X向、Y向、Z向上以5.0g的冲击加速度进行冲击试验。机械冲击脉冲采用半正弦波形、持续时间15 ms,每个方向各进行一次。

注：X向是车辆前进方向，Y向是侧向，Z向是垂直方向。

8.2 振动试验

按GB/T 20042.2-2023中5.14.4规定的振动试验要求进行试验，对氢燃料电池堆进行X、Y、Z三个方向的振动测试，每个方向试验时间为21h。

8.3 气密性及耐压试验

8.3.1 氢燃料电池堆阳极腔和阴极腔在耐压压力下总外漏试验、阳极腔和阴极腔的压力试验

氢燃料电池堆阳极腔和阴极腔的入口并联，接入流量计，阳极腔和阴极腔的出口关闭，其它口打开。

按照制造商要求的耐压压力输入氮气，持续1h，每隔5min读取流量计数据一次，取平均值就是氢燃料电池堆阳极腔和阴极腔在耐压压力下总外漏。

8.3.2 阳极腔和阴极腔的泄漏

氢燃料电池堆阳极腔入口接入流量计，出口关闭，其它口打开，按照制造商要求的允许阳极和阴极压差压力输入氮气，压力稳定后持续10min，每1min读取流量计数据一次，各次流量数据的平均值即为氢燃料电池堆阳极腔的泄漏。

氢燃料电池堆阴极腔入口接入流量计，出口关闭，其它口打开，按照制造商要求的允许阳极和阴极压差压力输入氮气，压力稳定后持续10min，每1min读取流量计数据一次，各次流量数据的平均值即为氢燃料电池堆阴极腔的泄漏。

8.3.3 冷却腔的泄漏试验及压力试验

氢燃料电池堆冷却腔入口接入流量计，出口关闭，其它口打开，按照制造商要求的耐压压力输入氮气，持续1h，每隔5min读取流量计数据一次，取平均值就是氢燃料电池堆在耐压压力下冷却腔的泄漏。

8.4 电气安全试验

绝缘性能测试方法应按照GB/T 20042.2-2023中5.9的规定进行，其结果应符合5.4的要求。

8.5 电气过载试验

电气过载试验应按照GB/T 20042.2-2023中5.12的规定进行，其结果应符合5.5的要求。

8.6 低温特性测试方法

低温特性测试方法应按照GB/T 31035-2014中8.4的规定进行，其结果应符合6.1的要求。

8.7 输出性能试验

输出性能试验应按照GB/T 20042.2-2023中5.10, 5.11的规定进行, 其结果应符合6.2的要求。

9 标识

氢燃料电池堆的警示标识应满足以下规定:

- a) 当氢燃料电池堆的输出最高电压超过 60 V 时, 其表面应有高电压标识, 且电缆线皮应统一由橙色和/或橙色套管组成;
- b) 氢燃料电池堆电流输出端需要区分正负极, 正极使用红色, 负极使用黑色;
- c) 氢燃料电池堆上应有铭牌标识, 固定在易于观察的部位;
- d) 氢燃料电池堆表面应有高温警示标识。

10 产品说明书

氢燃料电池堆应附有产品说明书, 详细说明产品的型号、功率、所用燃料类型、工作压力、工作温度、质量等技术参数, 以及操作安全注意事项等。

产品操作安全注意事项应当包括下列信息:

- a) 在连接正负极线缆时, 必须先确认线缆标识和接口端子的极性;
 - b) 在连接线缆过程中, 必须使用绝缘工具;
 - c) 在操作过程中严禁佩戴戒指、手链等易导电物体。
-