



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 31035—2014

---

## 质子交换膜燃料电池电堆 低温特性试验方法

Test methods for proton exchange membrane fuel cell stack  
at subzero environment

2014-12-05 发布

2015-07-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	Ⅲ
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 通用安全要求 .....	2
5 试验条件 .....	2
6 试验平台 .....	2
7 低温试验前的例行试验 .....	4
8 低温试验 .....	5
9 试验报告 .....	9
附录 A (资料性附录) 启动程序 .....	11
附录 B (资料性附录) 低温存储用关机程序 .....	12
附录 C (资料性附录) 试验报告 .....	13

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国燃料电池及液流电池标准化技术委员会(SAC/TC 342)归口。

本标准起草单位:中国科学院大连化学物理研究所、机械工业北京电工技术经济研究所、上海神力科技有限公司、同济大学、新源动力股份有限公司、清华大学、武汉理工大学、宁波拜特测控技术有限公司。

本标准起草人:俞红梅、卢琛钰、衣宝廉、张若谷、侯永平、侯中军、裴普成、詹志刚、燕希强、陈晨、黄平。

# 质子交换膜燃料电池电堆 低温特性试验方法

## 1 范围

本标准规定了低温(0℃以下)条件下,质子交换膜燃料电池电堆的通用安全要求、试验条件、试验仪器精度、低温试验前的例行试验及低温试验方法和试验报告。

本标准适用于质子交换膜燃料电池电堆低温(0℃以下)条件下的存储、启动、工作性能的试验。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 28816 燃料电池 术语

GB/T 20042.2—2008 质子交换膜燃料电池 电池堆通用技术条件

## 3 术语和定义

GB/T 28816 界定的及下列术语适用于本文件。

### 3.1

**环境试验箱 climate chamber**

温度、湿度可按实验要求稳定控制,内部可放置被测燃料电池电堆的设备。

### 3.2

**冷却剂 coolant**

在设定的零度以下低温环境中不发生相变,对燃料电池电堆材料没有物理与化学的影响,在燃料电池电堆工作时,通入燃料电池电堆冷却腔将燃料电池电堆的热量交换到外围环境的循环介质。

### 3.3

**辅助电能输入 auxiliary electric energy input**

在燃料电池电堆低温启动时所消耗的电能,单位为焦[耳](J)。计算公式为:

$$E_{\text{ele}} = \int_{t=0}^{t=t_{\text{start}}} UI t$$

式中:

$U$  ——外加电压,单位为伏(V);

$I$  ——外加电流,单位为安(A);

$t$  ——时间,单位为秒(s);

$t_{\text{start}}$  ——燃料电池电堆从静置状态启动达到额定工作点时的启动时间,单位为秒(s)。

### 3.4

**辅助热能输入 auxiliary thermal energy input**

在燃料电池电堆低温启动时所消耗的热能,单位为焦[耳](J)。计算公式为:

$$E_{\text{heat}} = \int_{t=0}^{t=t_{\text{start}}} Q_{\text{in}t} dt$$

式中，

$Q_{\text{in}}$ ——输入的热流量，单位为焦[耳]每秒(J/s)；

$t$ ——时间，单位为秒(s)。

#### 4 通用安全要求

质子交换膜燃料电池电堆的通用安全要求应符合 GB/T 20042.2—2008 中 4.2 的规定。

进行燃料电池电堆试验的人员应进行操作培训，有操作燃料电池电堆试验系统的经验，并应熟知燃料电池电堆试验过程中涉及的安全操作规程(包括电器设备操作、化学反应、压缩气体)。安全操作燃料电池电堆试验平台需要适当的技术培训和经验，以及安全设施和设备，上述内容不在本标准规定的范围内。

#### 5 试验条件

进行试验时，试验条件应符合如下规定：

——环境温度：室温 25℃，低温环境温度 0℃、-5℃、-10℃、-20℃、-30℃、-40℃。具体的试验中，试验各方根据试验目的协商确定试验采用的环境温度，环境温度控制误差在±1℃范围内；

——试验环境气压：86 kPa~106 kPa。

试验前准备工作：

燃料电池电堆泄漏检查，依据 GB/T 20042.2—2008 中 5.2 的规定，对燃料电池电堆进行气体泄漏试验，燃料电池电堆的外部 and 内部泄漏不应超过制造商规定的最大泄漏量，燃料电池电堆内隔膜两侧的压差不应该超过制造商规定的最大压差。

#### 6 试验平台

##### 6.1 试验设备及要求

燃料电池电堆试验所需的低温环境试验箱与燃料电池电堆试验平台至少应满足以下要求：

——低温环境试验箱

低温环境试验箱应能满足试验要求的低温环境条件、箱内的温度均匀性及温度控制精度(设定温度±2℃)。供气、冷却剂以及电路的接口均置于环境试验箱内，以保证燃料电池电堆的空气与燃料入口气体温度为设定的环境温度。箱内应设置氢气报警器、排风口，以保证试验过程的安全性。

——燃料电池电堆试验平台，燃料电池电堆试验平台应具备以下功能：

- 反应气体流量的调节：测量燃料电池电堆在所要求的化学计量比下的燃料和氧化剂气体的流率。
- 反应气体增湿的控制：在气体输送给燃料电池电堆前增湿反应气体达到所需的露点。

注：可加热增湿器与电池之间的气体传输管线，至少在露点温度以上 5℃~10℃，以使得冷凝最小。为降低热量损失，应将该段管线作隔热处理。

- 反应气体压强的控制：调节燃料电池电堆反应气体进气压强。

- 负载控制:加载燃料电池电堆达到规定的电流。负载控制应既能以恒电流模式,又能以恒压模式、恒功率运行。
- 燃料电池电堆温度的监测:根据供货商提供的要求监测燃料电池电堆的温度(建议提供燃料电池电堆中心位置与边缘位置的温度监测值,即电堆内部最高温度与最低温度点)。
- 燃料电池电堆的电流、电压、功率监控和数据采集仪器:在试验过程中实时测量和记录燃料电池电堆电流、电压、功率。
- 外加功耗的控制:根据供货商的要求提供燃料电池电堆运行所需的外加功耗,包括辅助电/热能功耗、气体、冷却剂用量。
- 试验台控制:试验台应能够控制并实时记录试验参数。
- 安全系统:安全系统应该能够在监测到电堆报警情况下自动停止试验。建议阳极和阴极管路具备惰性气体吹扫能力。也建议对高/低单电池电压、压强和温度以及气体泄漏有实时联动保护功能,同时应配备合适的通风设备。

## 6.2 试验仪器及精度

用于试验的仪器及精度要求如下:

- 测量环境条件的仪器:气压计、湿度计和温度传感器;
- 测量燃料条件的仪器:燃料流量计、压力传感器、温度传感器、湿度传感器;
- 测量氧化剂条件的仪器:氧化剂流量计、压力传感器、温度传感器、湿度传感器;
- 测量电能输出、输入的仪器:功率表、电压表、电流表、其他附件;
- 测量启动时间的仪器:电子计时器。

表1为试验中使用仪器测量值的计量单位及试验仪器的精度要求。

表1 测量仪器及精度

测量仪器	计量单位	精度
气压计	MPa	±1%
湿度计/湿度传感器	%	±5%RH
温度传感器	℃	±1℃
压力传感器	MPa	±1%
质量流量计	g/s	±1%
电压表	V	±1%
电流表	A	±1%

试验设备及仪器应符合相关国家标准的规定。

## 6.3 试验项目

在规定的低温环境条件下,主要在以下两个方面对质子交换膜燃料电池电堆进行评估:

- 安全方面:低温环境对燃料电池电堆存储、运行安全性能的影响;
- 性能方面:燃料电池电堆的启动、关机、运行的试验。

在规定低温环境条件下质子交换膜燃料电池电堆的试验项目及分类如表2所示。

表 2 试验项目及试验分类

项目	试 验
安全方面	
1	燃料电池电堆气体泄漏试验
性能试验	
1	启动特性试验
2	关机特性试验
3	发电性能试验

## 7 低温试验前的例行试验

### 7.1 概述

由燃料电池电堆制造商提供完整的试验用燃料电池电堆,以及燃料电池电堆运行所要求的燃料、氧化剂、冷却剂、辅助电输入、辅助热输入等相关技术参数。

试验开始前应由燃料电池电堆或部件制造商规定以下的标准试验条件。如果没有规定,将根据实施的试验确定条件,并应记录这些试验条件。

——试验环境条件:

- 试验所在的环境箱温度;
- 大气压力。

——燃料电池电堆本身特性:

- 燃料电池电堆温度(推荐使用电池堆内部的温度,并提供燃料电池电堆端板处温度);
- 燃料电池电堆排气温度(代表值:紧靠燃料电池电堆的上下游,按照温度、湿度、压强的顺序取值);
- 燃料进气与排气流量;
- 氧化剂进气与排气流量;
- 燃料运行压强(代表值:紧靠燃料电池电堆的上游取值);
- 氧化剂运行压强(代表值:紧靠燃料电池电堆的上游取值);
- 燃料电池工作温度下的燃料湿度(代表值:紧靠燃料电池电堆的上、下游取值);
- 燃料电池工作温度下的氧化剂湿度(代表值:紧靠燃料电池电堆的上、下游取值);
- 燃料电池关机时的燃料湿度(代表值:紧靠燃料电池电堆的下游取值);
- 燃料电池关机时的氧化剂湿度(代表值:紧靠燃料电池电堆的下游取值);
- 燃料组成;
- 氧化剂组成;
- 燃料化学计量比;
- 氧化剂化学计量比;
- 工作电流密度;
- 工作电压;
- 最大电流密度;
- 最小电池电压。

在标准室温环境下,应按照以下顺序进行燃料电池电堆的气密性试验、运行试验、允许工作压力试验、冷却系统压力试验、窜气试验、压力差试验、启动试验、关机试验、发电性能试验。

## 7.2 气密性试验

按照 GB/T 20042.2—2008 中 5.2 的规定进行燃料电池电堆的气体泄漏试验。

## 7.3 运行试验

按照 GB/T 20042.2—2008 中的 5.3 的规定进行燃料电池电堆的正常运行试验。

## 7.4 允许工作压力试验

按照 GB/T 20042.2—2008 中 5.4 的规定进行燃料电池电堆的允许工作压力试验。

## 7.5 冷却系统压力试验

按照 GB/T 20042.2—2008 中 5.5 的规定进行燃料电池电堆的冷却系统压力试验。

## 7.6 窜气试验

按照 GB/T 20042.2—2008 中 5.6 的规定进行燃料电池电堆的燃料腔、氧化剂腔、冷却剂腔的窜气试验。

## 7.7 压力差试验

按照 GB/T 20042.2—2008 中 5.10 的规定进行燃料电池电堆的压力差试验。

## 7.8 启动试验

根据燃料电池电堆制造商规定的启动程序进行燃料电池电堆启动试验,分别记录燃料电池电堆冷启动到怠速状态、额定功率输出所需的时间、燃料输入与输出流量、氧化剂(空气)输入与输出流量、辅助电能输入、辅助热能输入、吹扫时间及能耗。

## 7.9 发电性能试验

根据燃料电池电堆制造商规定,燃料电池电堆稳定运行在怠速状态和额定功率输出状态,分别记录燃料电池电堆在规定运行时间段内的燃料输入、氧化剂(空气)输入、辅助电能输入、辅助热能输入,以及电能输出和热能输出。

## 7.10 关机试验

根据燃料电池电堆制造商规定的关机程序进行燃料电池电堆关机试验,分别记录燃料电池电堆从额定功率输出、怠速状态、过载输出功率到关机所需时间、燃料输入与输出流量、氧化剂(空气)输入与输出流量、辅助电能输入、辅助热能输入、吹扫时间及能耗。

## 7.11 结论

通过 7.2~7.10 可得出燃料电池电堆的气体泄漏率、启动时间及能耗、关机时间及能耗、吹扫时间及能耗、外部能量消耗量等燃料电池电堆的性能参数。

# 8 低温试验

## 8.1 试验时燃料电池电堆的状态

对于燃料电池电堆低温存储、低温启动试验项目,应根据试验目的在燃料电池电堆处于不同的状态



下进行,按照表 3 记录燃料电池电堆状态。

表 3 试验项目和燃料电池电堆状态

项目	试验	试验值	备注
低温储存安全特性	燃料电池电堆气体泄漏量		
	燃料电池电堆窜气量		
低温启动特性	功率输出为 0~怠速状态的时间		
	怠速状态~额定功率输出的时间		
	额定功率输出~峰值功率输出的时间		

注: 每一个试验项目的过程都应测量并记录如下环境条件:

- 试验所在的环境试验箱温度;
- 大气压力。

8.2 试验项目的最大容许偏差

试验期间的涉及到的参数的最大允许偏差见表 4。

表 4 试验项目最大容许偏差

参数	试验项目容许偏差
试验地点大气压力	±1%
电功率输出/kW	±1%
气态燃料输入压力	±1%
燃料输入温度	±2 °C
燃料输出温度	±2 °C
燃料输入流量	±1%
燃料输出流量	±1%
燃料热值(单位体积)	±1%
氧化剂(空气)输入绝对压力	±1%
氧化剂(空气)输入温度	±2 °C
氧化剂(空气)输出温度	±2 °C
氧化剂(空气)输入流量	±1%
氧化剂(空气)输出流量	±1%
排气绝对压力	±1%

注: 表 4 不适用于燃料电池电堆的启动和关机试验。

8.3 试验数据采集

燃料电池燃料电池电堆气体泄漏、启动特性、关机特性和发电性能试验所需采集的数据如下:

- 燃料电池电堆泄漏试验项目:通过燃料电池电堆气密性试验、允许工作压力试验、冷却系统压力试验、窜气试验、压力差试验,测量燃料电池电堆的气体泄漏量和泄漏速率。

- 启动特性试验项目与热平衡试验项目:应同时测量启动时间、燃料输入、氧化剂(空气)输入、外部辅助电输入、辅助热能输入、吹扫气体输入、燃料输出温度与流量、氧化剂(空气)输出与流量。
- 关机特性试验项目:应同时测量关机时间、燃料输入、氧化剂(空气)输入、外部辅助电输入、辅助热能输入、吹扫气体输入。
- 发电性能试验项目:应同时测量燃料输入、氧化剂(空气)输入、外部辅助电输入、辅助热能输入、电输出和热输出。

应根据被测燃料电池电堆的类型确定适当的试验持续时间,数据采集频次应大于或等于 1 次/min。

## 8.4 低温试验过程

### 8.4.1 概述

根据试验要求,进行燃料电池电堆在低温环境(如 0 °C、-5 °C、-10 °C、-20 °C、-30 °C、-40 °C)下的存储以及启动试验,具体环境温度根据试验要求而定。试验过程中燃料电池电堆按照制造商的要求或者附录 A 给出的启动程序自动运行。

本标准只描述了试验方法,未设定性能指标。

### 8.4.2 低温存储试验

#### 8.4.2.1 试验步骤

应按以下步骤进行燃料电池电堆的低温存储试验:

- a) 燃料电池电堆正常稳定运行条件下且燃料电池电堆内部温度达到正常工作温度,按照制造商规定的低温存储前的关机程序或附录 B 给出的关机程序进行燃料电池电堆关机,记录关机所用的时间与消耗的能量与物质的量;
- b) 将燃料电池电堆置于低温存储试验箱中,按试验要求设置试验箱温度,静置 12 h 以上;
- c) 将燃料电池电堆试验环境温度升至室温,静置 12 h 以上;
- d) 按照制造商规定的燃料电池电堆低温存储后的启动程序,或者按照附录 A 给出的启动程序进行燃料电池电堆的启动;
- e) 重复 a)、b)、c)过程,达到连续成功启动 2 次;
- f) 在室温下,按照 7.2~7.10 进行燃料电池电堆的气密性试验、运行试验、允许工作压力试验、冷却系统压力试验、窜气试验、压力差试验、启动试验、关机试验、发电性能试验。

#### 8.4.2.2 试验数据处理

按照如下要求对试验数据进行处理:

- a) 燃料电池电堆在进行 8.4.2.1e) 试验时,按照 7.2~7.10 试验的要求采集试验数据,并进行计算;
- b) 试验数据按 7.11 中的规定进行汇总;
- c) 将低温存储试验后的燃料电池电堆性能参数与低温存储试验前标准温度环境下燃料电池电堆的性能参数进行比较;
- d) 从上述比较中得出燃料电池电堆在低温存储前后的气体泄漏、启动时间及能耗、关机时间及能耗、吹扫时间及能耗、外部能量消耗量等燃料电池电堆性能参数的变化。进而得出该燃料电池电堆的低温存储特性。

## 8.4.3 低温启动试验

## 8.4.3.1 试验步骤

应按照以下步骤进行燃料电池电堆低温启动试验：

- a) 燃料电池电堆正常稳定运行情况下,按照制造商规定或者附录 B 的关机程序,对低温存储前的燃料电池电堆进行关机;
- b) 将燃料电池电堆置于低温存储试验箱中,按试验要求设置试验箱温度,静置 12 h 以上;
- c) 将燃料电池电堆在低温试验环境中,按照制造商规定的低温启动程序或附录 A 的程序启动,记录达到额定功率输出的时间、气体消耗及相关的电流、电压;
- d) 将燃料电池电堆在额定功率输出稳定运行 10 min(功率加载误差 $\leq 2\%$ );
- e) 重复 a)、b)、c)、d),达到连续成功启动 2 次;
- f) 在室温下,按照 7.2~7.10 进行燃料电池电堆的气密性试验、运行试验、允许工作压力试验、冷却系统压力试验、窜气试验、压力差试验、启动试验、关机试验、发电性能试验;
- g) 按照燃料电池电堆制造商提供的程序关机并保存燃料电池电堆。

## 8.4.3.2 试验数据处理

按照如下要求对试验数据进行处理：

- a) 燃料电池电堆在进行 8.4.3.1 f) 试验时,按照 7.2~7.10 试验的要求采集试验数据,并计算;
- b) 试验数据按 7.11 的规定进行汇总;
- c) 将低温启动试验后的燃料电池电堆性能参数与低温启动试验前标准温度环境燃料电池电堆的性能参数进行比较;
- d) 从上述比较中得出燃料电池电堆在低温启动前后的流体泄漏、启动时间及能耗与燃料与氧化剂的消耗量、关机时间及能耗、吹扫时间及能耗、外部能量与物质消耗量等燃料电池电堆性能参数的变化,进而得出该燃料电池电堆的低温启动特性。

表 5 给出了燃料电池电堆低温启动能耗、气体消耗及热平衡数据。表 6 给出了燃料电池电堆低温存储前后性能参数及差别。

表 5 燃料电池电堆低温启动的能耗与气体消耗及热平衡数据

项目	参数	试验值	备注
低温启动时间	时间		
低温启动能耗	燃料电池电堆外加电能		
	燃料电池电堆外加热能		
低温启动气体消耗	燃料气流量		
	氧化剂流量		
	输入燃料气与输出燃料气温差		
	输入氧化剂与输出氧化剂温差		

表 6 低温存储和启动前后燃料电池电堆数据比较

项目	试验	低温存储启动前数据	低温存储启动后数据	差别/%
安全特性				
1	燃料电池电堆气体泄漏			
2	燃料电池电堆气体内窜			
运行特性				
1	额定输出功率			
2	峰值输出功率			

## 9 试验报告

### 9.1 概述

试验报告应提供足够多的准确、清晰和客观的试验数据以用来进行分析和参考。报告包括三种形式：摘要、详细和完整。每种形式的报告都应包含相应的标题页和目录。根据本标准进行的试验，摘要报告将提供给有关各方。

### 9.2 标题页

标题页应介绍下列信息：

- a) 报告编号(可选)；
- b) 报告形式(摘要、详细和完整)；
- c) 报告作者；
- d) 试验执行单位；
- e) 报告日期；
- f) 试验地址；
- g) 试验名称；
- h) 试验日期和时间；
- i) 发电系统标识和制造商名称。

### 9.3 目录

每种形式的报告都应提供相应目录。

### 9.4 摘要报告

摘要报告应包括下列信息：

- a) 试验目的；
- b) 试验、仪器和设备的描述；
- c) 试验项目的顺序和日期，以及所有的试验结果；
- d) 相应结论。

## 9.5 详细报告

详细报告应在摘要报告内容外增加下列信息：

- a) 燃料电池电堆的类型、规格、运行配置和说明试验边界的流程图；
- b) 仪器和设备的安排、布置和运行条件的描述；
- c) 仪器设备校准情况；
- d) 计算方法；
- e) 显示试验结果的表格和图形；
- f) 试验及其结果的讨论(如,评论和记录)。

## 9.6 完整报告

完整报告应在详细报告内容外增加原始数据表复印件。原始数据表应在测量数据中增加下列信息：

- a) 试验进行日期和时间；
- b) 用于试验的设备的型号和测量精度；
- c) 试验的环境条件；
- d) 试验者的姓名。

附录 C 为试验报告的参考模板。

附录 A  
(资料性附录)  
启动程序

燃料电池电堆的低温启动应按如下程序进行：

- a) 将燃料电池电堆放置于环境试验箱中,按照燃料电池供货商提供的启动要求,并按下图连接好气体管路、双向开关控制器与启动用外加直流电源及负载,按试验要求设置环境试验箱温度,保持 12 h 以上;
- b) 控制直流电源的启动电流,以  $0 \text{ mA/cm}^2 \sim 1\,000 \text{ mA/cm}^2$  的电流密度启动燃料电池电堆,氢气与空气的计量比分别为 1.2 与 1.5,记录燃料电池电堆温度到达零度的启动时间与功耗;
- c) 按照燃料电池电堆制造商规定的条件加载至额定输出功率,记录从燃料电池电堆温度到达零度至额定功率输出所用时间与功耗;
- d) 按照燃料电池电堆制造商规定的条件继续运行燃料电池电堆,至关机。

图 A.1 为上述燃料电池电堆的低温启动装置示意图。

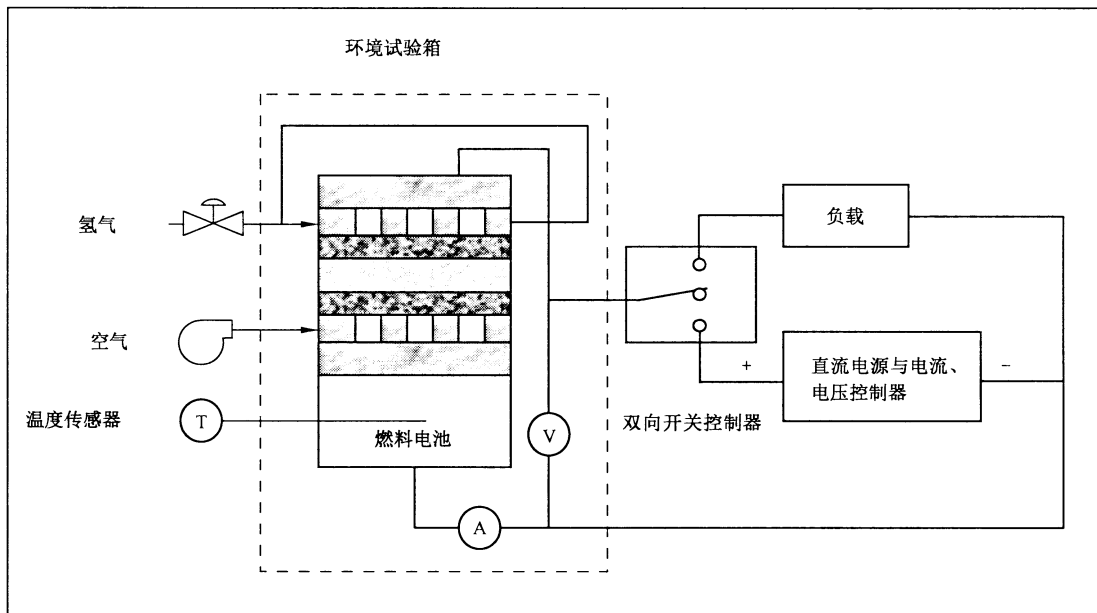


图 A.1 低温启动装置示意图

**附 录 B**  
**(资料性附录)**  
**低温存储用关机程序**

低温存储之前的关机应按如下程序进行：

- a) 根据燃料电池电堆的操作要求进行卸载,至开路状态。
- b) 调节进气管道开关,在燃料电池电堆内部温度测温点温度降至零度之前,将燃料气与氧化剂进气分别切换为不增湿的干燥惰性气体,如  $N_2$ ;根据燃料电池电堆供货商的操作压力与流量调节惰性气体进气压力与流量,对燃料电池电堆进行吹扫,记录吹扫压力、流量与起始时间;
- c) 根据尾气排放处湿度传感器测定的相对湿度控制吹扫时间,当相对湿度达到规定值(10%~20%)时,停止吹扫,记录吹扫停止时间与湿度。

**附 录 C**  
(资料性附录)  
**试验报告**

下面给出质子交换膜燃料电池低温特性试验的试验报告参考模板。

### C.1 概要信息

#### C.1.1 试验报告的概要信息

试验报告单位(应用单位)	
试验报告题目	
作者	

#### C.1.2 有关试验的概要信息

试验序号		试验日期	
试验版本		执行试验的公司	
需要试验的公司		试验地点	
试验次数		试验电池/设备	

### C.2 介绍

供试验者参考：

- 实施过程和试验程序选择的解释；
- 试验者和顾客之间约定的试验方案,可能包括验收标准；
- 试验报告或试验中用到的其他文件(专业术语文件、符号统一等)。

### C.3 试验目的和范围

试验目的是确定在规定环境条件下燃料电池的特性。

测量电池性能从开路电压一直到最大电流密度,设定如下：

- 试验对象的特性；
- 考虑应用的技术规范；
- 测量方法。

试验目的：

- 质子交换膜燃料电池的低温储存性能；
- 质子交换膜燃料电池的低温启动性能；
- 质子交换膜燃料电池的低温启动耗能情况。



C.4 试验对象描述

试验对象描述见表 C.1。

表 C.1 试验对象描述

电池制造商	
燃料电池技术	
电池模型	
产品或者试验对象	
产品编码	
试验对象识别号码	
允许的最低电池电压值(V)	
阳极和阴极间允许的压差(kPa)	
制造商建议的空气计量比	

注：制造商提供的电池电堆其他补充说明或信息。

C.5 试验对象的状况

简单描述有关电池的试验历史包括所有的诊断试验,特别或者基本试验及其相应的顺序标识。

C.6 试验方案的描述

详细描述使用的试验设备和方案,包括传感器类型、位置以及特殊装置(如,加热/冷却和增湿子系统),都应在试验报告中给出,以利于对试验结果的理解。

C.7 运行条件,输入和输出的描述

表 C.2 列举了试验中所有的输入、输入值,试验者将填写每个试验的输入值栏。表 C.3 列举了试验中的输出参数。

表 C.2 试验输入参数

输入	描述	单位	输入值
$T$	环境试验箱温度	°C	
$i$	电流密度 ( $i$ =实际电流/活性几何面积)	A/cm <sup>2</sup>	
$T_c$	电池温度	°C	
$X_{fuel}$	燃料组分	%氢气;%其他气体	
$X_{ox}$	氧化剂组分	%空气或氧气;%其他组分	
$p_{Air}$	氧化剂在电池进口压力或出口压力的背压 <sup>c</sup>	kPa	

表 C.2 (续)

输入	描述	单位	输入值
$p_{H_2}$	氢气在电池进口或出口的背压 <sup>c</sup>	kPa	
$Q_{\lambda fuel}$	燃料流量 <sup>a</sup>	m <sup>3</sup> /s	
$Q_{\lambda ox}$	氧化剂流量 <sup>a</sup>	m <sup>3</sup> /s	
$Q_{fuel.min}$	燃料最小流量	m <sup>3</sup> /s	
$Q_{ox.min}$	氧化剂最小流量	m <sup>3</sup> /s	
$\lambda_{fuel}$	燃料化学计量比	无量纲	
$\lambda_{ox}$	空气化学计量比	无量纲	
$RH_{ox}$	进气口氧化剂相对湿度 <sup>b</sup>	%	
$RH_{fuel}$	进气口燃料相对湿度 <sup>b</sup>	%	
$T_{ox}$	氧化剂露点	℃	
$T_{fuel}$	燃料露点	℃	
$Tb_{ox}$	氧化剂沸点	℃	
$Tb_{fuel}$	燃料沸点	℃	
$Tl_{ox}$	氧化剂入口温度	℃	
$Tl_{ox}$	氧化剂出口温度	℃	
$Tl_{fuel}$	燃料入口温度	℃	
$Tl_{fuel}$	燃料出口温度	℃	
$Qw_{ox}$	冷却剂流量 (氧化剂侧)	cm <sup>3</sup> /min	
$Qw_{fuel}$	冷却剂流量 (燃料侧)	cm <sup>3</sup> /min	
$T_{amb}$	环境温度	℃	
$P_{amb}$	环境压力	kPa	
$RH_{amb}$	环境相对湿度	%	
<p><sup>a</sup> <math>Q_{\lambda fuel}</math> 和 <math>Q_{\lambda ox}</math> 分别是燃料和氧化剂化学计量比约束的体积流量。试验时实际的体积流量是化学计量比约束的流量,除非该值小于最小流量:<math>Q_{fuel.min}</math> 和 <math>Q_{ox.min}</math>。</p> <p><sup>b</sup> 试验过程中不规定反应物增湿方法。但是,试验报告中应有相关输入(例如鼓泡增湿时水和管路的温度或喷水增湿时注入水的流量),露点与气体的相对湿度有关,也应在报告中给出(计算或在气体进口有湿度传感器时测量出)。</p> <p><sup>c</sup> 请指出该报告中的可选项,电池进出口压力是否控制在稳定值。</p>			

表 C.3 试验输出参数

输出	描述	单位	仪器精度
$t$	加载时间	s	
$V$	电池电压	V	
$P$	电池功率密度	W/cm <sup>2</sup>	计算结果

C.8 试验过程和结果

C.8.1 启动和预活化步骤描述

详细描述条件的设定(输入和输出有关的描述,以表格或者图表的形式),并填写表 C.4。

表 C.4 测量步骤前的功能性运行(启动和活化)

运行时间 min	电流密度 A/cm <sup>2</sup>	平均电池电压 mV	电堆最高电压与最低电压偏差 mV

输入和输出有关的图表:应包含启动和活化时主要的输入和输出的时间,有助于对主要结果的理解。

C.8.2 测试步骤和结果的描述

测量步骤和结果描述如下:

- 活化步骤;
- 设定试验条件(初始试验输入);
- 测试步骤终止的原因;
- 测量结果。

记录表 C.5 所列的参数。

表 C.5 极化步骤中的功能性运行

运行时间 min	电流密度 A/cm <sup>2</sup>	电池平均电压 V	电池平均功率 W/cm <sup>2</sup>

主要结果:主要输出与主要输入对比。

对于极化曲线: $V(V)$  和  $P(W/cm^2) = f[i(A/cm^2)]$ 。

C.8.3 关机描述

C.8.4 操作步骤引起的偏差

C.9 数据后处理

C.10 结论和验收标准

中华人民共和国  
国家标准  
质子交换膜燃料电池电堆  
低温特性试验方法  
GB/T 31035—2014

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235  
读者服务部:(010)68523946

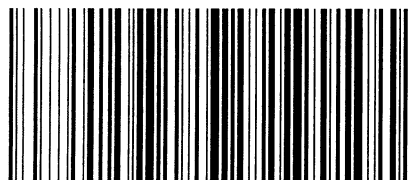
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 32 千字  
2014年12月第一版 2014年12月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-50527 定价 24.00 元



GB/T 31035—2014

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107