

质子交换膜燃料电池膜电极 工况适应性测试方法 (GB/Z 27753-2011)

1 范围

本指导性技术文件规定了质子交换膜燃料电池 (PEMFC) 膜电极 (MEA) 典型汽车运行工况测试方法的术语和定义、边界条件、测试环境条件、测试准备、质子交换膜燃料电池膜电极工况适应性测试实验及试验报告。

本指导性技术文件适用于符合被检测方提出的性能要求的膜电极, 采用活性面积为 $5\text{cm} \times 5\text{cm}$ 的单电池进行测试, 用来评价膜电极 (MEA) 对燃料电池典型工况的适应性, 但不考虑加速测试寿命和实际寿命的对应关系。

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 3095-1996环境空气质量标准

GB/T 20042.1质子交换膜燃料电池术语

GB/T 20042.5-2009质子交换膜燃料电池第5部分: 膜电极测试方法

GB/T 24548-2009燃料电池电动汽车术语

3 术语和定义

GB/T 20042.1, GB/T 24548-2009界定的以及下列术语和定义适用于本指导性技术文件。

3.1

工况operating condition

燃料电池的工作状态, 本文件的工作状态相应于汽车的工作状态。

3.2

典型工况typical condition

燃料电池运行时主要存在的工作状态, 包括开路工况、额定工况、怠速工况和过载工况等。

3.3

开路工况open circuit condition

燃料电池不加负载时的工作状态。

3.4

额定工况rated condition

送检方规定的燃料电池能够长时间持续工作的工作状态。

3.5

额定功率rated power

燃料电池在额定工况条件下的净输出功率。

3.6

怠速工况idle condition

燃料电池处于工作状态,但燃料电池系统净输出功率为零的状态,也就是仅给自身供电而不对系统外供电的工作状态。

3.7

过载工况overload condition

送检方规定的燃料电池的净输出功率大于额定功率时的工作状态。

3.8

怠速—额定循环工况idle-rated cycle condition

燃料电池在怠速工况和额定工况之间交替循环运行。

3.9

怠速—过载循环工况idle-overloading cycle condition

燃料电池在怠速工况和过载工况之间交替循环运行。

3.10

开路—怠速循环工况open circuit-idle cycle condition

燃料电池在开路工况和怠速工况之间交替循环运行。

3.11

组合循环工况combined cycle condition

将燃料电池各典型工况按照对燃料电池性能影响的比重组为一个循环谱图,以检测燃料电池的性能。

注:在测试中各典型工况既可以用功率和电流表示,也可以用电压表示,本指导性技术文件推荐用电压表示。

4边界条件

4.1样品的边界条件

本指导性技术文件不考虑下列因素的影响:

——燃料电池性能;

——双极板的耐久性;

——流场板的性能。

4.2测试的边界条件

本指导性技术文件不考虑下列因素的影响:

- 杂质气体;
- 低温启动 (小于0);
- 控制微扰;
- 工作环境的振动;
- 突发事件。

5 N试环境条件

本指导性技术文件的测试环境条件为:

- 海拔: < 1000m;
- 温度: 15 —30 ;
- 测试气体:

——测试气体:

- 燃料: 电解水生成的无 CO、SO₂、HS 等杂质的氢气;
- 氧化剂: 经过干燥处理的无油空气, 或纯度 ≥99.9% 的压缩氧气。

——大气环境质量: 二氧化硫、氮氧化物的浓度应等于或高于 GB 3095—1996 所定义的日常平均三级标准, 碳氧化物、碳氢化合物和水蒸气的浓度应等于或高于以下要求: CO₂ 浓度 ≤ 0.5 × 10⁻⁶, CO 浓度 ≤ 1.0 × 10⁻⁶, 碳氢化合物浓度 ≤ 0.5 × 10⁻⁶, 水蒸气浓度 ≤ 1 × 10⁻⁶;

——加湿水: 去离子水的电导率应小于 0.25 μS/cm。

6 测试准备

6.1 测试仪器和设备

6.1.1 集流板 (也作为端板)

集流板采用镀金不锈钢板。

6.1.2 流场板

流场板为采用带有电脑刻绘的蛇形流场的纯石墨板。

6.1.3 燃料电池耐久性测试平台

采用 GB/T 20042.5-2009 的测试平台。电流调节精度为 0.1A; 调节时间 (100ms); 电压调节精度为 (0.01V); 电压表量程 2V。并可以恒电流或 / 和恒电压方式放电, 放电电流、电压、时间按程序可以自动控制, 电压调节速率可人为设定。

6.2 测试取样

测试取样的要求如下:

a) 测试样品 MEA: 为由质子交换膜 (Membrane)、催化剂层 (Catalyst layer) 和气体扩散层 (GDL) 组成的五合一结构。

b) 样品尺寸: 为使测试结果具有代表性, 活性面积为 $5\text{cm} \times 5\text{cm}$ 并对样品有效面积之外的四周进行密封处理。

c) 测试试样应无油污、无折皱, 也不应该有缺陷和破损。

d) 样品数量5个, 以满足3次有效试验的要求。

6.3 其他要求

测试准备的其他要求参见附录A。

7 质子交换膜燃料电池膜电极工况适应性测试试验

7.1 总则

本指导性技术文件的质子交换膜燃料电池膜电极工况适应性测试试验包括单一工况及组合循环工况的适应性测试。

7.2 测试条件设定

根据送检方的要求确定工况适应性测试项目。

测试条件根据送检方要求可以设定功率, 电流或电压。本指导性技术文件推荐在工况适应性测试试验中燃料电池的运行状态均用电压控制。在测试中, 由送检方提供测试样品的各工况操作条件或各工况输出参数和极化曲线, 检测方根据送检方要求及提供的数据制定测试方案。

7.3 游料电池组装

将送测样品与相应规格的流场板、集流板及端板等组装为单电池, 组装应满足如下条件:

a) 气体扩散层与双极板之间的接触电阻最小。

注: 可提前进行流场板与气体扩散材料接触电阻测试, 获得二者之间最小接触电阻所需夹紧力, 并根据如下公式进行满足上述要求的组装力的计算:

$$T = F \times K_s \times D_b / N_b$$

式中: T ——夹紧扭矩, 单位为牛米(Nm);

F ——夹紧力(Clamping Force), 单位为牛(N);

K_s ——摩擦系数(对干螺栓为0.20, 对经过润滑处理的螺栓为0.17);

D_b ——螺栓直径, 单位为米(m);

N_b ——螺栓数量。

b) 扩散层厚度方向的压缩应力不破坏膜电极及气体扩散介质的微观结构。

7.4 燃料电池试漏

7.4.1 堵住燃料电池阴极的人口、出口以及阳极的出口, 向阳极的人口通入送检方规定的最高工作压力的测试气体(如空气或氮气), 保持此压力时间)5min。如果气体压力降)5kPa, 则认为该单电池阳极存在外漏。检查并确定漏气部位, 进行相应处理; 同理, 堵住燃料电池阳极的人口、出口以及阴极的出口, 向阴极的人口通入送检方规定的最高工作压力的测试气体(如空气或氮气), 保持此压力时间>5min。如果气体压力降)5kPa, 则认为该单电池阴极存在外漏。检查并确定漏气部位, 进行相应处理。

7.4.2 如果没有检测到外漏, 按照7.4.1中相近的方法, 堵住阳极的出口及阴极的人口, 向阳极的人口通入送检方规定的最高工作压力的测试气体(如空气或氮气), 保持此压力时间)10min, 如果气体压力降)2kPa, 则膜电极出现串气, 送检样品不能进行工况性在线加速测试。

7.5 单电池活化

7.5.1 将单电池安装到燃料电池测试平台上。

7.5.2 以反应气体为活化介质, 按膜电极 (MEA) 送检方要求控制操作工况, 活化条件由送检方提出, 包括加湿度、气体的过量系数、电池温度、背压保持恒定值以及燃料电池运行的电流密度和燃料电池运行时间, 对单电池进行活化处理。当电池在同一电流密度下电压稳定在同一值时, 电池活化完成。

7.6 开路工况试验

7.6.1 用活化好的单电池测定极化曲线、催化剂的电化学活性面积和氢渗透率。测试方法参见GB/T 20042.5-2009。

7.6.2 将单电池在开路状态保持80h后进行测试。测试条件由送检方提出, 包括加湿度、气体的过量系数、电池温度、背压保持恒定值等。

7.6.3 每8h测定一次单电池的极化曲线、催化剂的电化学活性面积和氢渗透率, 并计算每次循环后极化曲线测试结果中电流密度为600mA/cm²时的电压降、催化剂的电化学活性面积的减少量和氢渗透率的增加量。

7.6.4 计算600mA/cm²时每小时的电压衰减率、电化学活性面积损失率和氢渗透增加率。

7.7 怠速工况试验

7.7.1 用活化好的单电池测定极化曲线、催化剂的电化学活性面积和氢渗透率。

7.7.2 将单电池在怠速工况保持80h后进行测试。加载条件根据送检方要求可以设定功率、电流或电压。测试条件由送检方提出, 包括加湿度、气体的过量系数、电池温度、背压保持恒定值、加载速率等。

7.7.3 每8h测定一次单电池的极化曲线、催化剂的电化学活性面积和氢渗透率, 并计算每次循环后极化曲线测试结果中电流密度为600mA/cm²时的电压降、催化剂电化学活性面积的减少量和氢渗透率的增加量。

7.7.4 计算600mA/cm²时每小时的电压衰减率、电化学活性面积损失率和氢渗透增加率。

7.8 过载工况试验

7.8.1 用活化好的单电池测定极化曲线、催化剂的电化学活性面积和氢渗透率。

7.8.2 将单电池在过载工况保持80h后进行测试。加载条件根据送检方要求可以设定功率、电流或电压。测试条件由送检方提出, 包括加湿度、气体的过量系数、电池温度、背压保持恒定值、加载速率等。

7.8.3 每8h测定一次单电池的极化曲线、催化剂的电化学活性面积和氢渗透率, 并计算每次循环后极化曲线测试结果中电流密度为600mA/cm²时的电压降、催化剂电化学活性面积的减少量和氢渗透率的增加量。

7.8.4 计算600mA/cm²时每小时的电压衰减率、电化学活性面积损失率和氢渗透增加率。

7.9 怠速—额定循环工况试验

7.9.1 用活化好的单电池测定极化曲线、催化剂的电化学活性面积和氢渗透率。

7.9.2 将单电池在怠速工况和额定工况之间循环变化, 每一工况保持2min, 加载条件根据送检方要求可以设定功率、电流或电压。测试条件由送检方提出, 包括加湿度、气体的过量系数、电池温度、背压保持恒定值、加载速率等。

7.9.3 分别在怠速工况—额定工况循环0次、120次、240次、360次、480次、600次、720次、840次、960次、1080次和1200次后测定单电池的极化曲线、催化剂的电化学活性面积和氢渗透率, 并计算每次循环后极化曲线测试结果中电流密度为600mA/cm²时的电压降、催化剂电化学活性面积的减少量和氢渗透率的增加量。

7.9.4 计算每个循环600mA/cm²时的电压衰减率、电化学活性面积损失率和氢渗透增加率。

7.10 怠速—过载循环工况试验

7.10.1 用活化好的单电池测定极化曲线、催化剂的电化学活性面积和氢渗透率。

7.10.2 将单电池在怠速工况和过载工况之间循环变化, 每一工况保持2min, 加载条件根据送检方要求可以设定功率、电流或电压。测试条件由送检方提出, 包括加湿度、气体的过量系数、电池温度、背压保持恒定值、加载速率等。

7.10.3 分别在怠速工况—过载工况循环。次、120次、240次、360次、480次、600次、720次、840次、960次、1080次和1200次后测定单电池的极化曲线、催化剂的电化学活性面积和氢渗透率, 并计算每次循环后极化曲线测试结果中电流密度为600mA/cm²时的电压降、催化剂电化学活性面积的减少量和氢渗透率的增加量。

7.10.4 计算每个循环600mA/cm²时的电压衰减率、电化学活性面积损失率和氢渗透增加率。

7.11 开路—怠速循环工况试验

7.11.1 用活化好的单电池测定极化曲线、催化剂的电化学活性面积和氢渗透率。

7.11.2 将单电池在开路工况和怠速工况之间循环变化, 每一工况保持2min, 加载条件根据送检方要求可以设定功率、电流或电压。测试条件由送检方提出, 包括加湿度、气体的过量系数、电池温度、背压保持恒定值、加载速率等。

7.11.3 分别在开路工况—怠速工况循环0次、120次、240次、360次、480次、600次、720次、840次、960次、1080次和1200次后测定单电池的极化曲线、催化剂的电化学活性面积和氢渗透率, 并计算每

次循环后极化曲线测试结果中电流密度为600mA/cm²时的电压降、催化剂电化学活性面积的减少量和氢渗透率的增加量。

7.11.4 计算每个循环600mA/cm²时的电压衰减率、电化学活性面积损失率和氢渗透增加率。

7.12 组合循环工况试验

7.12.1 用活化好的单电池测定极化曲线、催化剂的电化学活性面积和氢渗透率。

7.12.2 将单电池按表1所示进行组合循环工况测试, 加载条件根据送检方要求可以设定功率、电流或电压。测试条件由送检方提出, 包括加湿度、气体的过量系数、电池温度、背压保持恒定值、加载速率等。

表 1 组合循环工况试验

| 工况号 | 工况名称 | 稳定时间/min |
|-----|-----------|------------------------------|
| 1 | 开路工况 | 10 |
| 2 | 怠速工况 | 30 |
| 3 | 额定工况 | 50 |
| 4 | 过载工况 | 10 |
| 5 | 怠速-额定循环工况 | 160(循环 40 次, 怠速和额定各保持 2 min) |
| 6 | 怠速-过载循环工况 | 20(循环 5 次, 怠速和过载各保持 2 min) |
| 7 | 开路-怠速循环工况 | 40(循环 10 次, 开路和怠速各保持 2 min) |

7.12.3 每侧完一个循环后应测定单电池的极化曲线、催化剂的有效活性面积和氢渗透率, 并计算每次循环后极化曲线测试结果中电流密度为600mA/cm²时的电压降、催化剂电化学活性面积的减少量和氢渗透率的增加量。

7.12.4当电池性能低于下面任何一项或循环次数达到40次时，停止循环测试：氢渗透率 $20\text{mA}/\text{cm}^2$ ，电化学活性面积小于 $15\text{m}^2/\text{g}$ ， $600\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电压损失 30mV 。

7.12.5给出最终结果：平均每循环 $600\text{mA}/\text{cm}^2$ 时电压衰减率、电化学活性面积损失率和氢渗透增加率，并注明总循环次数。

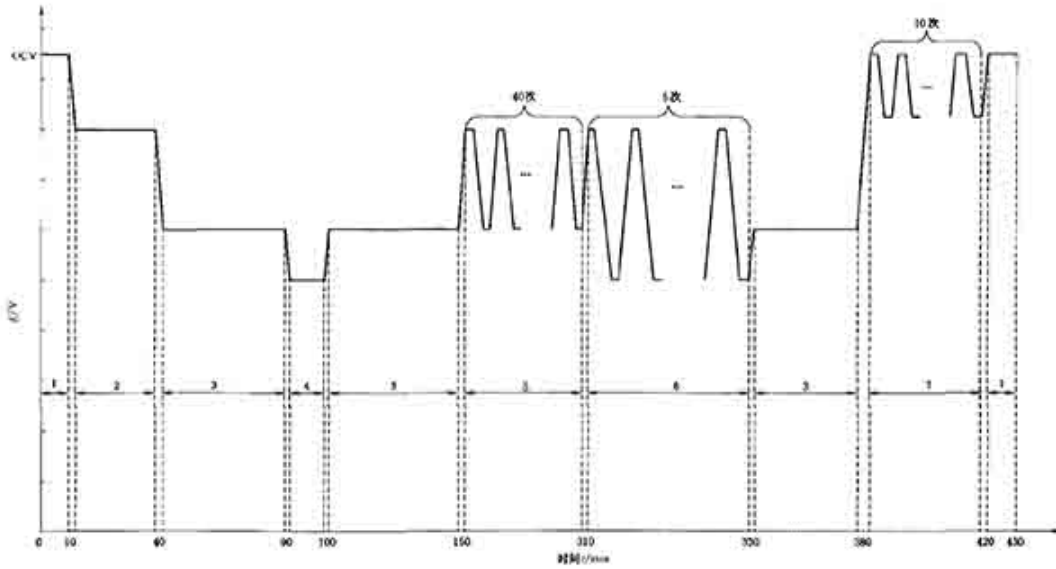


图 1 组合循环工况试验加载工况图(电压控制)

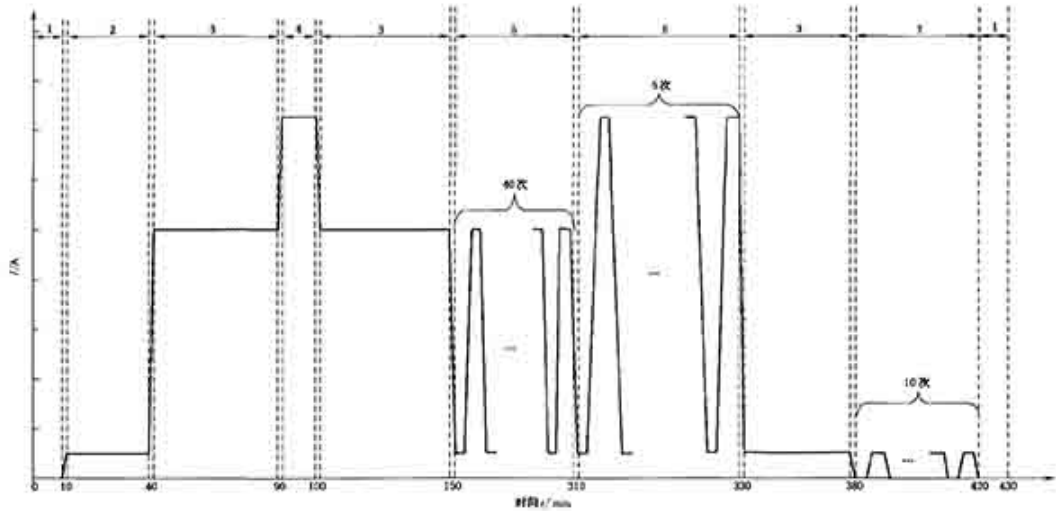


图 2 组合循环工况试验加载工况图(电流控制)

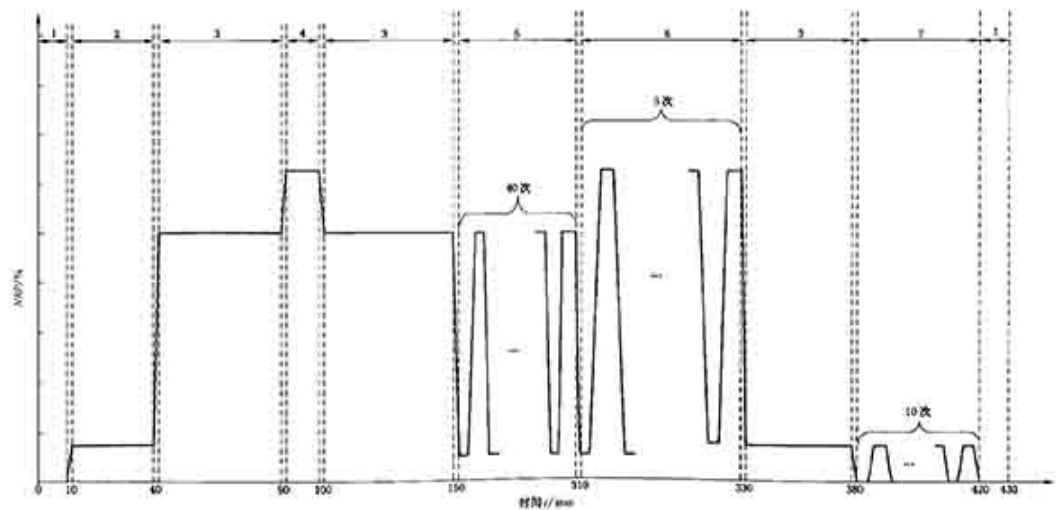


图 3 组合循环工况试验加载工况图(功率控制)

8 试验报告

8.1 概述

根据所做试验, 试验报告应提供足够多的正确、清晰和客观的数据用来进行分析和参考。报告应包含各章中所有的数据。报告有三种形式, 摘要式、详细式和完整式。每个类型的报告都应包含相同的标题页和内容目录。

8.2 测试报告内容

8.2.1 标题页

标题页应介绍下列各项信息:

- 国家标准代号;
- 样品名称、材料组成、规格;
- 试样状态调节及测试标准环境,
- 试验机型号;
- 试验日期、人员。

标题页应包括下列各项内容:

- 报告编号(可选择),
- 报告的类型(摘要式、详细式和完整式);
- 报告的作者;
- 试验者;
- 报告日期,
- 试验的场所;
- 试验的名称;
- 试验日期和时间;
- 试验申请单位。

8.2.2 内容目录

每种类型的报告都应提供一个目录。

8.2.3 测试报告形式

8.2.3.1 摘要式报告

摘要式报告应包括下列各项信息:

- 试验的目的;

- 试验的种类, 仪器和设备;
- 所有的试验结果;
- 每个试验结果的不确定因素和确定因素;
- 摘要性结论。

8.2.3.2详细式报告

详细式报告除包含摘要式报告的内容外, 还应包括下列各项信息:

- 试验操作方式和试验流程图;
- 仪器和设备的安排、布置和操作条件的描述;
- 仪器设备校准情况;
- 用图或表的形式说明试验结果;
- 试验结果的讨论分析。

8.2.3.3完整式报告

完整式报告除了包含详细内容, 还应有原始数据的副本, 此外还应包括下列各项信息:

- 试验进行时间;
- 用于试验的测量设备的精度;
- 试验的环境条件;
- 试验者的姓名和资格;
- 完整和详细的不确定度分析。

附录A

(资料性附录)

测试准备

A.1概述

本指导性技术文件描述在进行测试之前应该考虑的典型项目。对于每项试验来说, 应选择高精度的检测仪器及设备, 以便将不确定因素减到最少。应准备一个书面的测试计划, 下列各项应该列入测试计划:

- a) 目的;
- b) 测试规范;
- c) 测试人员资格,
- d) 质量保证标准 (符合ISO 9000和相关标准);

- e) 结果不确定度 (符合IEC/ISO检测值不确定度的表述指南) ;
- f) 对测量仪器及设备的要求 ;
- g) 测试参数范围的估计 ;
- h) 数据采集计划 (符合A.2的要求) ;
- i) 必要时, 列出以氢气作为燃料的最低安全要求事项 (由最终产品制造者提供说明文件)。

A.2 数据采集和记录

为满足目标误差要求, 数据采集系统和数据记录设备应满足采集频次与采集速度的需要, 其性能应优于性能试验设备。

原文地址: <http://www.china-nengyuan.com/tech/73013.html>