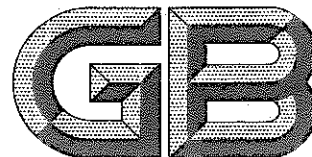


ICS 43.060.01  
T 47



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 24554—2009

## 燃料电池发动机性能试验方法

Performance test methods for fuel cell engines

2009-10-30 发布

2010-07-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

## 前 言

本标准由国家发展和改革委员会提出。

本标准由全国汽车标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：同济大学。

本标准参加起草单位：中国汽车技术研究中心、清华大学。

本标准主要起草人：侯永平、孙泽昌、余卓平、赵静炜、何云堂、马建新、王哲、周铤、裴普成。

# 燃料电池发动机性能试验方法

## 1 范围

本标准规定了燃料电池发动机起动特性、稳态特性、动态响应特性、气密性检测、绝缘电阻检测等试验方法。

本标准适用于车用质子交换膜燃料电池发动机。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 18384(所有部分) 电动汽车 安全要求

GB/T 24548 燃料电池电动汽车 术语

GB/T 24549 燃料电池电动汽车 安全要求

## 3 术语和定义

GB/T 24548确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**冷机状态 cold state**

燃料电池发动机内部温度(冷却液出口温度)与环境温度相同。

### 3.2

**热机状态 hot state**

燃料电池发动机内部温度处于正常工作温度范围(正常工作温度由制造厂规定)。

## 4 测试用仪表精度的要求

测试用仪表精度要求见表1。

表1 测试用仪表精度要求

名称	规定精度	备注
电压传感器	≤0.5%FS	
电流传感器	≤0.5%FS	
温度计	±1℃	
湿度计	±3%	
氢气流量计	≤1%	按照相对误差计
冷却液流量计	≤1%FS	
称重衡器	≤0.5%FS	

## 5 试验前准备工作

试验前按照6.3做好燃料电池发动机的准备工作,然后将燃料电池发动机封存12 h,封存后不应

## GB/T 24554—2009

燃料电池发动机做任何改动。

## 6 一般试验条件及试验要求

## 6.1 燃料电池发动机的要求

燃料电池发动机应满足以下要求：

- 燃料电池发动机各系统要完整；
- 燃料电池发动机要有可靠的安全保障系统。

## 6.2 测试条件

测试方应提供以下测试条件：

- 氢气高压气源,纯度满足使用要求；
- 控制电源(如 DC12V 电源、DC24V 电源等)；
- 直流辅助动力电源等。

## 6.3 测试前燃料电池发动机状态规定

测试前燃料电池发动机状态应符合以下规定：

- 冷却液加注完成；
- 通氢气后燃料电池发动机即可工作。

## 6.4 一般试验要求

测试应按以下要求进行：

- 在整个试验项目中,首先按照 7.9 进行气密性检测,如果气密性达不到要求,则终止试验；
- 气密性检测完成后,按照 7.10 进行绝缘电阻的预检测(冷却泵处于运转状态),如果绝缘电阻值不满足 GB/T 24549 的规定,则终止试验(此绝缘电阻值不作为最终的绝缘电阻检测结果)；
- 所有性能测试项目(7.3~7.8)完成后,才能按照 7.10 进行绝缘电阻检测及质量测试；
- 性能测试项目(7.3~7.8)可以根据实际需要安排测试顺序；
- 燃料电池发动机在测试过程中不允许补充冷却液及加湿用水。

## 7 性能试验方法

## 7.1 冷机方法

燃料电池发动机(冷却液加注完成)在规定的温度和湿度条件下保温足够长的时间以保证燃料电池发动机内部温度与环境温度相同,静置时间至少为 12 h。

## 7.2 热机方法

按照制造厂的使用规定,使燃料电池发动机工作在一定功率,同时监测燃料电池堆冷却液的出口温度,一旦燃料电池堆冷却液的出口温度达到正常工作温度,即认为燃料电池发动机达到热机状态。

## 7.3 起动特性试验

## 7.3.1 冷起动特性试验

## 7.3.1.1 试验条件

试验前燃料电池发动机处于冷机状态。试验过程应自动进行,不能有人工干预。

## 7.3.1.2 试验方法

冷起动特性试验按以下方法进行：

- a) 按照制造厂规定的起动操作步骤起动燃料电池发动机；
- b) 燃料电池发动机起动后,在怠速状态下持续稳定运行 10 min。

## 7.3.1.3 试验过程中测量记录的数据

试验中测量的数据:冷起动时间、燃料电池发动机系统电压。

### 7.3.2 热起动试验

#### 7.3.2.1 试验条件

试验前燃料电池发动机处于热机状态,试验过程应自动进行,不能有人工干预。

#### 7.3.2.2 试验方法

热起动试验按以下方法进行:

- a) 按照制造厂规定的起动操作步骤起动燃料电池发动机;
- b) 燃料电池发动机起动后,在怠速状态下持续稳定运行 10 min。

#### 7.3.2.3 试验过程中测量记录的数据

试验中测量的数据:热起动时间、燃料电池发动机系统电压。

### 7.4 额定功率试验

#### 7.4.1 试验条件

试验前燃料电池发动机的状态为热机状态,试验过程应自动进行,不能有人工干预。

#### 7.4.2 试验方法

额定功率试验按以下方法进行:

- a) 热机过程结束后,回到怠速状态运行 10 s;
- b) 测试平台按照规定的加载方法进行加载,加载到额定功率后持续稳定运行 60 min。

#### 7.4.3 试验过程中测量记录的数据

试验中测量的数据:燃料电池发动机系统的电压、电流,氢气的消耗量,辅助系统的电压、电流。

### 7.5 峰值功率试验

#### 7.5.1 试验条件

试验前燃料电池发动机的状态为热机状态。试验过程应自动进行,不能有人工干预。

#### 7.5.2 试验方法

峰值功率试验按以下方法进行:

- a) 热机过程结束后,回到怠速状态运行 10 s;
- b) 测试平台按照规定的加载方法进行加载,加载到额定功率后在该功率点至少稳定运行 10 min,然后按照规定的加载方式加载到设定的峰值功率,在该功率点持续稳定运行设定的时间(根据产品技术要求确定),到达设定的时间后按照制造厂规定的卸载方式进行卸载。

#### 7.5.3 试验过程中测量记录的数据

试验中测量的数据:峰值功率运行的时间,燃料电池发动机系统的电压、电流,氢气的消耗量,辅助系统的电压、电流。

### 7.6 动态响应特性试验

#### 7.6.1 试验条件

试验前燃料电池发动机处于热机状态。试验过程应自动进行,不能有人工干预。

#### 7.6.2 试验方法

##### 7.6.2.1 加载动态响应测试

加载动态响应测试按以下方法进行:

- a) 热机过程结束后,回到怠速状态运行 10 s;
- b) 按照规定的加载方式加载到动态响应的起始功率点,在该功率点至少稳定运行 1 min;
- c) 测试平台向燃料电池发动机发送动态阶跃工作指令,同时测试平台按照规定的加载方式加载,直至达到动态阶跃的截止点,燃料电池发动机在该功率点至少持续稳定运行 10 min。

推荐取  $10\% P_E \sim 90\% P_E$  的响应时间作为评价燃料电池发动机的动态响应指标。 $P_E$  为燃料电池发动机额定功率。

## GB/T 24554—2009

## 7.6.2.2 卸载动态响应测试

卸载动态响应测试按以下方法进行:

- a) 热机过程结束后,回到怠速状态运行 10 s;
- b) 按照规定的加载方式加载到动态响应的起始功率点,在该功率点至少稳定运行 1 min;
- c) 测试平台向燃料电池发动机发送动态阶跃工作指令,同时测试平台按照规定的卸载方式卸载,在规定的时间内达到动态阶跃的截止点,燃料电池发动机在该功率点至少持续稳定运行 10 min。

## 7.6.3 试验过程中测量记录的数据

试验中测量的数据:动态阶跃响应时间,燃料电池发动机系统的电压、电流,氢气的消耗量,辅助系统的电压、电流。

## 7.7 稳态特性试验

## 7.7.1 试验条件

试验前燃料电池发动机处于热机状态。试验过程应自动进行,不能有人工干预。

## 7.7.2 试验方法

稳态特性试验按以下方法进行:

- a) 在燃料电池发动机工作范围内均匀选择至少 10 个工况点;
- b) 热机过程结束后,回到怠速状态运行 10 s;
- c) 按照规定的加载方法加载到预先确定的工况点,在每个工况点至少持续稳定运行 3 min。

## 7.7.3 试验过程中测量记录的数据

试验中测量的数据:燃料电池发动机系统的电压、电流,氢气的消耗量,辅助系统的电压、电流。

由此可以得到燃料电池堆的极化特性曲线(V-I 曲线)、燃料电池堆的功率曲线、燃料电池堆的效率曲线;燃料电池发动机的功率曲线、燃料电池发动机的效率曲线;辅助系统的功率曲线等。

## 7.8 紧急停机功能测试

## 7.8.1 试验条件

燃料电池发动机处于工作状态。试验过程应自动进行,不能有人工干预。

## 7.8.2 试验方法

按照规定的加载方式,把燃料电池发动机加载到一定的功率点(功率值不低于 50%  $P_E$ ),持续运行一定时间,然后测试平台紧急切断气源,5 min 后重新启动燃料电池发动机,检查燃料电池发动机是否正常启动。

## 7.9 燃料电池发动机气密性测试

7.9.1 关闭燃料电池发动机排氢阀,将燃料电池发动机氢气系统中充满惰性气体(氮气、氩气、氦气,或者氮气浓度不低于 5% 的氮氮混合气),压力设定为 50 kPa,压力稳定后,关闭氢气的进气阀,保持 20 min。

7.9.2 关闭燃料电池发动机排氢阀,燃料电池发动机空气排气口封闭。将燃料电池发动机氢气系统和阴极流道中充满惰性气体,两侧压力都设定为正常工作压力,压力稳定后,关闭两侧的进气阀,保持 20 min。

## 7.9.3 数据记录

记录压力下降值。

## 7.10 绝缘电阻测试

测试条件:上述测试项目完成后,燃料电池发动机冷却泵处于运转状态,燃料电池发动机处于热机状态。

测试方法:按照 GB/T 24549 规定的方法测量燃料电池堆正极和负极分别对地的绝缘电阻;绝缘电阻值应满足 GB/T 24549 的规定。

7.11 质量测试

测量燃料电池堆和辅助系统的质量[包括氢气供应系统(不包括高压氢气瓶)、空气供应系统、控制系统、水热管理系统(不包括散热器总成)等,应包括冷却液及加湿用水的质量]。

8 试验数据的计算

8.1 燃料电池发动机功率

燃料电池发动机功率按下式计算:

$$P_F = U_F I_F / 1\,000 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- $P_F$ ——燃料电池发动机的功率,单位为千瓦(kW);
- $U_F$ ——燃料电池发动机系统的电压,单位为伏特(V);
- $I_F$ ——燃料电池发动机系统的电流,单位为安培(A)。

8.2 燃料电池发动机效率

燃料电池发动机效率按下式计算:

$$\eta_e = \frac{1\,000 P_F}{m_{H_2} LHV_{H_2}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- $\eta_e$ ——燃料电池发动机效率;
- $m_{H_2}$ ——氢气流量,单位为克每秒(g/s);
- $LHV_{H_2}$ ——氢气低热值,  $1.2 \times 10^8$  kJ/kg。

8.3 燃料电池堆的功率

燃料电池堆的功率按下式计算:

$$P_S = U_S I_S / 1\,000 \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

- $P_S$ ——燃料电池堆的功率,单位为千瓦(kW);
- $U_S$ ——燃料电池堆的电压,单位为伏特(V);
- $I_S$ ——燃料电池堆的电流,单位为安培(A)。

8.4 燃料电池堆效率

燃料电池堆效率按下式计算:

$$\eta_s = \frac{1\,000 P_S}{m_{H_2} LHV_{H_2}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

- $\eta_s$ ——燃料电池堆效率。

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
燃料电池发动机性能试验方法  
GB/T 24554—2009

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号  
邮政编码:100045

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

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

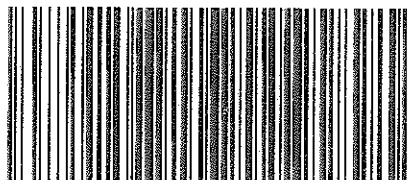
\*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 11 千字  
2010年1月第一版 2010年3月第二次印刷

\*

书号: 155066·1-39538 定价 16.00 元

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)68533533



GB/T 24554-2009