



中华人民共和国国家标准

GB/T 33978—2017

道路车辆用质子交换膜燃料电池模块

Proton exchange membrane fuel cell modules for road vehicles

2017-07-12 发布

2018-02-01 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 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 要求 1

5 试验准备 3

6 试验方法 4

7 检验规则 7

8 标识、包装、运输和贮存 7

9 文档 8

附录 A（资料性附录） 振动试验 10

参考文献 14

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。

本标准负责起草单位：新源动力股份有限公司、上海汽车集团股份有限公司、同济大学、清华大学、武汉众宇动力系统科技有限公司、武汉理工大学、中国科学院大连化学物理研究所、北京亿华通科技有限公司、深圳市标准技术研究院、上海神力科技有限公司、宁波拜特测控技术有限公司、航天新长征电动汽车技术有限公司、机械工业北京电工技术经济研究所、南京大学昆山创新研究院、苏州弗尔赛能源科技股份有限公司。

本标准主要起草人：侯中军、李晓楠、吴兵、侯永平、裴普成、齐志刚、燕希强、李赏、衣宝廉、方亮、张若谷、侯明、张禾、王益群、卢琛钰、潘牧、俞红梅、黄平、靳殷实、陈晨、刘建国、黄萍、顾荣鑫。

道路车辆用质子交换膜燃料电池模块

1 范围

本标准规定了道路车辆用质子交换膜燃料电池模块的要求、试验设备、试验方法、检验规则及标识、包装、运输和贮存等。

本标准适用于道路车辆用质子交换膜燃料电池模块(以下简称模块)。

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 4208—2008 外壳防护等级(IP 代码)

GB/T 17619—1998 机动车电子电器组件的电磁辐射抗扰性限值和测量方法

GB/T 18384.3 电动汽车 安全要求 第3部分:人员触电防护

GB/T 18655—2010 车辆、船和内燃机 无线电骚扰特性 用于保护车载接收机的限值和测量方法

GB/T 19951—2005 道路车辆 静电放电产生的电骚扰试验方法

GB/T 20042.2—2008 质子交换膜燃料电池 电池堆通用技术条件

GB/T 21437.2—2008 道路车辆 由传导和耦合引起的电骚扰 第2部分:沿电源线的电瞬态传导

GB/T 24549—2009 燃料电池电动汽车 安全要求

GB/T 28816 燃料电池 术语

GB/T 29838—2013 燃料电池 模块

SAE J2578—2009 对于一般的燃料电池汽车的安全建议的做法(Recommended Practice for General Fuel Cell Vehicle Safety)

3 术语和定义

GB/T 28816 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

道路车辆 road vehicles

在道路上行驶的,有至少四个车轮的各类机动车及其挂车,主要指商务车和乘用车,包括农用运输车和其他道路运输机械及挂车。不包括利用轨道行驶的车辆,以及农业、林业、工程等非道路用各种机动机械和拖拉机。

4 要求

4.1 通用要求

模块应符合 GB/T 29838—2013 中 4.1 和 4.2 的规定。

GB/T 33978—2017**4.2 常规要求**

包括外观、极性、尺寸及质量要求。按 6.1 进行检查,外观不得有变形及裂纹,无外伤、无污物,且标识清晰、正确;极性应与标识的极性一致;尺寸及质量数字应满足技术文件要求。

4.3 气体泄漏要求

根据设计的不同,有可能会产生易燃气体或液体泄漏,按 6.2 测试,气体泄漏率不应超过制造商规定。

4.4 氢泄漏量要求

按 6.3 测试,模块氢气泄漏浓度值不超过 25%LFL。氢气泄漏率应符合 SAE J2578—2009 中规定燃料电池电动汽车零部件氢气泄漏要求。

4.5 许可工作压力要求

按 6.4 测试,模块不应有破裂、裂缝、永久变形或物理损伤。

4.6 冷却系统耐压要求

按 6.5 测试,模块冷却系统不得有破裂、裂缝、永久变形或其他物理损坏;如果系统含液体冷却剂,试验中冷却剂不得泄漏。

4.7 过压要求

若整车对模块有要求,则按照整车的要求。若无特殊要求,按 6.6 测试,模块应满足 GB/T 29838—2013 中 5.8 中规定的过压要求。

4.8 压差要求

若整车对模块有要求,则按照整车的要求。若无特殊要求,按 6.7 测试,模块不得有破裂、裂缝、永久变形或其他物理损坏。

4.9 电磁兼容性要求

按 6.8 测试,模块应具有一定电磁兼容性,应满足 GB/T 18655—2010、GB/T 17619—1998 和 GB/T 21437.2—2008 相关要求。

4.10 防水、防尘要求

若整车对模块有要求,则按照整车的要求。若无特殊要求,按 6.9 测试,模块防水应满足 GB/T 4208—2008 中 IPX5 等级要求,防尘应满足 GB/T 4208—2008 中 IP5X 等级要求。

4.11 性能要求

制造商与需求方协商具体的试验项目和条件,按 6.10 测试,功率和极化曲线满足需求方要求。

4.12 绝缘要求

按 6.11 测试,绝缘应满足 GB/T 24549—2009 中的相关要求。

4.13 振动要求

模块可耐受车辆振动。参照 6.12 进行振动测试,振动试验完成后应满足 4.4、4.10、4.12 的要求。

4.14 储存温度要求

按 6.13 测试,模块储存温度范围为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4.15 接地保护要求

当模块输出最高电压高于 60 V,模块外壳需有接地点,接地点与外壳金属间电阻小于 $0.1\text{ }\Omega$ 。

4.16 高压电缆要求

高压总线电缆应满足 GB/T 18384.3 的要求。

5 试验准备

5.1 试验设备

模块试验所需的试验设备至少包括燃料电池测试平台、高低温环境试验箱、振动测试台、防水防尘试验设备、电磁兼容检测设备,设备至少能满足以下要求:

5.1.1 燃料电池测试平台

燃料电池测试平台具有对模块的电压,电流,功率,可靠性,寿命,及单体电压随时间的衰减进行检测的功能。

反应气体流量的调节——可以对模块运行过程中的燃料和氧化剂气体的流量进行测量和控制。

反应气体湿度的控制——模块运行过程中,对输送给模块前反应气体的湿度进行控制和测量。

反应气体压力的控制——模块运行过程中,对模块内反应气体的压强进行控制和测量。

负载控制——根据需要对负载的电流、电压和功率进行控制。负载可以按照恒电流模式,恒压模式及恒功率模式运行。

模块温度的监测和控制——根据需要可以检测和控制模块的冷却循环液温度、反应气体进出模块的温度。

模块电流、电压、功率监控和数据采集仪器——在试验过程中测量和记录模块的电流、电压、功率。

安全控制系统——安全控制系统应该能够在监测模块报警情况下自动停止试验。建议对阳极和阴极管路有惰性气体吹扫能力。对于高/低电池电压、压力和温度以及气体泄漏的超限报警,也建议设置联动触发装置,同时应具备合适的通风设备。

单体电压检测——可以检测模块的单体电压,监测其一致性及衰减。

循环冷却液的电导率检测——对模块的循环冷却液电导率进行检测。

5.1.2 高低温环境试验箱

高低温环境试验箱应能满足试验要求的高低温环境条件,箱内的温度均匀性及温度控制精度满足设定温度 $\pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的要求。高低温试验箱配有模块运行用供气、冷却剂以及电路的接口,箱内设置氢气报警器、排风口,以保证试验过程的安全性。

5.1.3 振动测试台

振动测试台能够满足模块振动试验要求,能够进行纵向、横向、垂直等方向震动。

5.2 测量仪器及精度

模块试验所需的测量仪器至少应包括:

- a) 测量环境条件的仪器：气压计、湿度计、温度测量仪；
- b) 测量燃料的仪器：燃料流量计、压力测量仪、温度测量仪、湿度测量仪；
- c) 测量氧化剂的仪器：氧化剂流量计、压力测量仪、温度测量仪、湿度测量仪；
- d) 测试循环水(液)的仪器：液体流量计、压力测量仪、温度测量仪；
- e) 测量电能输出的仪器：电压测量仪、电流测量仪、其他附件。

测量仪器要求的精度见表 1。

表 1 测量仪器及精度

测量仪器	计量单位	精度
气压计	kPa	±1.0%(满量程)
湿度测量仪	%	±1.0% RH
温度测量仪	℃	±1.0%(满量程)
压力测量仪	kPa	±1.0%(满量程)
燃料质量流量控制器	L/min(标准状态下)	±1.0%(满量程)
水(液)流量计	L/min	±2.0%(满量程)
氧化剂质量流量控制器	L/min(标准状态下)	±1.0%(满量程)
电压测量仪	V	±1.0%(满量程)
电流测量仪	A	±1.0%(满量程)
氢浓度泄漏检测仪	%vol	±1.0%(满量程)

试验设备、测量仪器应符合相关国家标准,应适合制造商规定的测量指标的不确定度。如有必要,应增加获取要求数值的外部仪器。

6 试验方法

建议按下述顺序执行试验：

6.1 常规检查

- 包括标签、外观、尺寸、极性、重量检查,具体为：
- 标签、外观检查。出厂前用目测法检查标签是否按要求粘贴(或固定)在设计位置,标签内容是否完整。产品外观是否完好,无损坏、划伤等缺陷。在模块上表面是否有高压电警示标识；
 - 极性检查。在进行 6.12 测试时用电压表检查模块接线端子极性；
 - 尺寸、重量检查。用量具和衡器测量模块的外形尺寸和质量。

6.2 气密性试验

在室温下把模块用阳极气体或氦气通入模块中的阳极腔、阴极腔及冷却液腔并逐渐加压到最高操作压力即标称压力 1.5 倍条件下进行气密性试验,气体泄漏量低于需求方要求值。维持模块入口压力稳定,使用安装在模块入口处的流量计测量气体 10 min 的泄漏量。

6.3 氢泄漏量试验

6.3.1 氢外漏试验

在模块正常工作的电堆温度和进气压力条件下,测试运行过程中模块氢气外泄漏情况。测试在室

内无风条件下进行,测试点和泄漏浓度上限要求可由需求方和制造商协商确定,如果没有明确要求将按以下要求进行测量。

带封装的模块,要求有进风口(1个)和出风口(1个或多个),一定量空气或惰性气体(具体通气量由需求方和制造商决定)通过模块进风口通入模块内部,再由出气口排除;模块运行中利用氢浓度泄漏检测仪检测模块出风口管道内氢气浓度,取测试过程中最高浓度值,浓度应小于 $<25\%LFL$;

同时测试模块上表面所有螺钉正上方 20 mm 处及 4 个边角正上方 20 mm 处氢气浓度。确保封装达到密封要求。每个测试点的测试时间应 $>10\text{ s}$,取测试过程中最高浓度值,浓度应小于 $<25\%LFL$ 。

不带封装模块,采用氢浓度泄漏检测仪检测模块四周距离模块 20 mm 处氢气浓度,取测试过程中最高浓度值,浓度应小于 $<25\%LFL$ 。

测试设备选用氢浓度泄漏检测仪。

6.3.2 氢气泄漏量试验

氢腔总泄漏是指从氢路到大气、空气或冷却液路的总泄漏。氢气泄漏总量测试采用氢气为检测气体,在保持模块空气腔和水腔和大气相通状态下,将检测气体通过稳压器和流量计通过氢气入口进入模块氢气腔,关闭模块氢气出口,向模块氢腔内充气,慢慢地增加模块氢腔内压力至 50 kPa,并保持压力恒定在 50 kPa,直至流量计显示的流量保持稳定,读取流量计上显示的流量,使用测试气体和压力的校准曲线,将流量计的流量读数转换为 SCCM 单位(标准 mL/min)即为氢腔总泄漏量。

6.4 许可工作压力试验

按 GB/T 29838—2013 中 5.5 的规定进行。

6.5 冷却系统耐压试验

按 GB/T 29838—2013 中 5.6 的规定进行。

6.6 过压试验

按 GB/T 29838—2013 中 5.8 的规定进行。

6.7 压差试验

按 GB/T 29838—2013 中 5.11 的规定进行。

6.8 电磁兼容试验

6.8.1 电磁发射试验

按 GB/T 18655—2010 中 6.2 规定的试验方法进行模块控制器传导发射—电压法试验。

按 GB/T 18655—2010 中 6.3 规定的试验方法进行模块控制器传导发射—电流法试验。

按 GB/T 18655—2010 中 6.4 规定的试验方法进行模块控制器辐射发射试验。

6.8.2 电磁辐射抗扰度试验

按 GB/T 17619—1998 第 4 章的规定进行。

6.8.3 电磁传导抗扰度试验

按 GB/T 21437.2—1998 第 4 章和第 5 章的规定进行。

GB/T 33978—2017

6.8.4 静电抗扰度试验

按 GB/T 19951—2005 第 5 章规定的测试方法进行模块控制器通电情况下的静电放电试验。

按 GB/T 19951—2005 第 7 章规定的试验方法进行模块控制器不通电情况下的静电放电试验。

6.9 防水防尘试验

按 GB 4208—2008 的规定进行。

6.10 运行试验

6.10.1 模块运行试验

制造商与需求方协商具体的试验项目和条件,试验方法按 GB/T 29838—2013 中 5.4 的规定进行。

6.10.2 持续和短时电功率

按 GB/T 29838—2013 中 5.7 的规定进行。

6.11 绝缘试验

6.11.1 绝缘强度试验

绝缘强度试验应在所有完成装配的产品上进行,试验方法按 GB/T 29838—2013 中 5.9 的规定进行。

6.11.2 绝缘(静态)试验

测量位置:

- a) 电池堆集流体和包装/外壳的表面裸露的金属部分;
- b) 电池堆集流体和电池堆安装外框上裸露的金属面、考虑安装变形。

测定条件:模块内充满冷却液(不循环),使用模块开放电压(使用系统为已知的情况下的最大工作电压)以上的电压。将电压增加到稳定的指定值,至少维持 5 s,读出稳定的绝缘电阻值。绝缘电阻的数值应在 100 Ω/V 以上。如果不能满足这个值,则必须向系统集成商提供试验数据。由系统集成商采取减少危险性的措施。

6.12 振动试验

模块水腔、空气、氢气腔分别加满水、空气、氢气,压力为额定工作压力。可参照 SAE J2380—2009,具体参见附录 A 中的振动强度要求对模块进行振动试验。模块在振动台上的夹具按照道路车辆的总布置的集成框架进行设计,模块按照相关要求安装,模块底部增加 5 mm 厚硅橡胶垫,对模块封装上的固定点进行固定。振动后分别按照 GB/T 29838—2013 中规定进行模块气密性、绝缘性、防护性是否满足要求的测试。

振动后观察封装壳体和封装安装固定部件是否出现裂缝、扭曲变形等缺陷,模块可以正常运行。

6.13 储存试验

6.13.1 低温储存试验

按照制造商规定的要求处理后,进行低温储存试验。

- a) 模块置于低温存储试验环境温度中,静置 12 h 以上,至模块内温度达到预定的储存温度

(-10℃, -20℃, -30℃, -40℃);

- b) 试验环境温度升至室温,静置 12 h 以上;
- c) 重复以上过程,共 3 次。

试验后观察模块封装壳体和封装安装固定部件是否出现裂缝、扭曲变形等缺陷;模块按照 GB/T 29838—2013 中 5.3、5.4 的规定进行模块气密性和运行试验;模块按照 GB/T 20042.2—2008 中 5.6 的规定进行模块的燃料腔、氧化剂腔、冷却剂腔的窜气试验。

6.13.2 高温储存试验

按照制造商规定的要求处理后,进行高温储存试验。

- a) 模块置于高温存储试验环境温度中,静置 12 h 以上,至模块内温度达到预定的储存温度 (60℃);
- b) 模块试验环境温度降至室温,静置 12 h 以上;
- c) 重复以上过程,共 3 次。

试验后观察模块封装壳体和封装安装固定部件是否出现裂缝、扭曲变形等缺陷;模块按照 GB/T 29838—2013 中 5.3、5.4 的规定进行模块气密性和运行试验;模块按照 GB/T 20042.2—2008 中 5.6 的规定进行模块的燃料腔、氧化剂腔、冷却剂腔的窜气试验。

6.14 接地试验

当模块输出最高电压高于 60 V,模块外壳需有接地点,进行接地点与外壳金属之间电阻测试,两者之间电阻小于 0.1 Ω。

6.15 高压电缆检测试验

按照 GB/T 18384.3 规定对高压总线电缆进行检测。

7 检验规则

7.1 型式试验

以上 6.1~6.15 为型式试验。

7.2 例行试验

6.1、6.2、6.3、6.10、6.11 为例行试验。

8 标识、包装、运输和贮存

8.1 铭牌

铭牌应粘贴或固定在模块上,考虑化学腐蚀、热和环境影响,铭牌应持久而易见。

铭牌应至少包含如下信息:

- a) 制造商名称,或注册商标;
- b) 额定功率;
- c) 模块 ID;
- d) 日期编码或者可追溯到生产日期的序列号。

8.2 警示标签

根据情况使用如下警示标签：

- 振动危险；
- 高温；
- 易燃气体或液体；
- 腐蚀性介质；
- 有毒介质。

高电压(DC>60 V 或 AC>25 V)需要在模块上贴示“高压电警示”标签。

8.3 包装

包装应符合防潮防振的要求。

包装箱外壁标志的基本内容应包括：

- a) 与发货有关的产品标志内容：产品名称及商标，产品型号或代号、规格、适用车型；
- b) 生产企业名称、详细地址、邮政编码及电话号码；
- c) 生产日期(或编号)或生产批号；
- d) 执行的产品标准(国家标准、行业标准、地方标准或者经备案的企业标准)编号；
- e) 包装储运图示标志；
- f) 运输作业的文字：包装箱的体积(长×宽×高)尺寸，每箱内装产品数量，每箱产品总质量。

注：也可按用户的要求或根据产品的具体情况进行标注。

包装箱内应装入同产品提供的文件：

- a) 装箱单；
- b) 产品合格证、检查报告；
- c) 产品说明书。

8.4 运输

在运输过程中，产品不得受剧烈机械冲撞、暴晒、雨淋。

如有要求，产品要按指定方向放置。

在装卸过程中，产品应轻放，严防摔掷、翻滚和重压。

8.5 贮存

应存储在温度 5℃~40℃，干燥、清洁及通风良好的仓库内。

不能阳光直射，距离热源不得少于 2 m。

按指定方向放置，并避免机械冲击或重压。

9 文档

9.1 产品说明书

9.1.1 产品安装说明

说明产品的正确安装方法，如：吊装点说明、安装螺丝扭矩、管路接口安装说明等。

9.1.2 产品规格说明

说明本产品的主要性能指标。

9.1.3 维护说明

说明产品的正确维护方法,如:定期检查气密,检查绝缘性能等。

9.1.4 产品使用注意事项

需要在调试和使用过程中注意的内容。紧急故障处理方法,联系电话及联系人。

9.2 检查报告

9.2.1 产品尺寸检查

根据设计图纸,对关键尺寸和安装尺寸进行检查。并逐项说明检查结论。

9.2.2 产品性能检查

根据产品出厂例行性能检查要求进行性能检查,并说明检查结论;如:功率、电压、电流、效率等。

9.2.3 产品功能性检查

根据产品出厂例行功能检查要求进行检查,并说明检查结论;如:无泄漏等。

9.2.4 产品装箱单

将产品包装箱内部的全部物料、文件等物品逐项列出,说明数量和名称,以便收货人进行核对。

附 录 A
(资料性附录)
振动试验

表 A.1 给出了振动试验所需的试验频率、强度、时间参考信息。

表 A.1 振动试验频率、强度、时间参考信息

振动方向	频率/Hz	振动加速度/g rms	振动时间/h
1 垂直振动	10	1.99	0.15
	16		
	19.35		
	25.2		
	34.9		
	45		
	80		
	168		
	188.5		
2 垂直振动	10	0.95	3.5
	16		
	19.35		
	25.2		
	34.9		
	45		
	80		
	168		
	188.5		
3 垂直振动	10	1.94	0.15
	16		
	17.1		
	21.9		
	25		
	35		
	44.7		
	80		
	169		
	189		

表 A.1 (续)

振动方向	频率/Hz	振动加速度/g rms	振动时间/h
4 垂直振动	10	0.95	3.5
	16		
	17.1		
	21.9		
	25		
	35		
	44.7		
	80		
	169		
	189		
5 纵向振动	10	1.59	0.09
	14		
	24		
	78.5		
	124		
	188.5		
6 纵向振动	10	0.76	6.7
	14		
	24		
	78.5		
	124		
	188.5		
7 纵向振动	10	1.59	0.09
	14		
	24		
	78.5		
	124		
	188.5		
8 纵向振动	10	0.76	6.7
	14		
	24		
	78.5		
	124		
	188.5		

表 A.1 (续)

振动方向	频率/Hz	振动加速度/g rms	振动时间/h
9 横向振动	10	1.59	0.09
	14		
	24		
	78.5		
	124		
	188.5		
10 横向振动	10	0.76	6.7
	14		
	24		
	78.5		
	124		
	188.5		
11 横向振动	10	1.59	0.09
	14		
	24		
	78.5		
	124		
	188.5		
12 横向振动	10	0.76	6.7
	14		
	24		
	78.5		
	124		
	188.5		
13 垂直振动	10	1.96	0.15
	21.9		
	23.95		
	29.85		
	35		
	44.7		
	79.5		
	170		
	188.5		

表 A.1 (续)

振动方向	频率/Hz	振动加速度/g rms	振动时间/h
14 垂直振动	10	0.96	3.5
	21.9		
	23.95		
	29.85		
	35		
	44.7		
	79.5		
	170		
	188.5		

参 考 文 献

- [1] SAE J2380—2009 电动汽车蓄电池的振动试验(Vibration Testing of Electric Vehicle Batteries)
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
道路车辆用质子交换膜燃料电池模块
GB/T 33978—2017

*

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

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

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 1.25 字数 30 千字
2017年7月第一版 2017年7月第一次印刷

*

书号: 155066·1-56039 定价 21.00 元



GB/T 33978—2017