



中华人民共和国国家标准

GB/T 20042.2—2023

代替 GB/T 20042.2—2008

质子交换膜燃料电池 第2部分：电池堆通用技术条件

Proton exchange membrane fuel cell—
Part 2: General technical specification of fuel cell stacks

2023-03-17 发布

2023-10-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

引言 V

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 要求 2

 4.1 通用安全措施 2

 4.2 设计要求 2

 4.3 技术要求 4

 4.4 仪器设备和精度要求 5

5 试验方法 6

 5.1 通则 6

 5.2 外观检查 7

 5.3 安全性试验 7

 5.4 气体泄漏试验 8

 5.5 窜气试验 9

 5.6 允许工作压力试验 10

 5.7 冷却系统耐压试验 11

 5.8 压力差试验 11

 5.9 绝缘试验 11

 5.10 正常运行试验 11

 5.11 额定功率试验 12

 5.12 电气过载试验 12

 5.13 易燃气体浓度试验 13

 5.14 环境适应性试验 13

 5.15 燃料电池堆质量比功率 15

 5.16 燃料电池堆芯体积比功率 15

6 标志和说明 16

 6.1 一般规定 16

 6.2 铭牌 16

 6.3 连接件的标志 16

 6.4 警示标志 17

 6.5 给用户提供的技术文件 17

附录 A (资料性) 燃料电池堆被试样品参数参考信息 19

附录 B (资料性) 燃料电池堆试验结果记录表 20

附录 C (资料性) 燃料电池堆电效率 21

参考文献 22

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。

本文件是 GB/T 20042《质子交换膜燃料电池》的第2部分。GB/T 20042 已经发布了以下部分：

- 第1部分：术语；
- 第2部分：电池堆通用技术条件；
- 第3部分：质子交换膜测试方法；
- 第4部分：电催化剂测试方法；
- 第5部分：膜电极测试方法；
- 第6部分：双极板特性测试方法；
- 第7部分：炭纸特性测试方法。

本文件代替 GB/T 20042.2—2008《质子交换膜燃料电池 电池堆通用技术条件》，与 GB/T 20042.2—2008 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 增加了部分术语及定义(见 3.1~3.5)；
- 更改了使用条件的要求(见 5.1, 2008 年版的 4.1)；
- 更改了通用安全措施和技术要求的部分内容(见 4.1 和 4.2, 2008 年版的 4.2 和 4.3)；
- 增加了对仪器设备和精度的要求的说明(见 4.4)；
- 更改了概述中的内容描述(见 5.1, 2008 年版的 5.1)；
- 增加了外观检查和安全性试验的要求(见 5.2 和 5.3)；
- 更改了允许工作压力试验、冷却系统耐压试验和压力差试验的试验要求(见 5.6~5.8, 2008 年版的 5.4、5.5、5.10)；
- 更改了耐振动和冲击试验的试验依据(见 5.14.4, 2008 年版的 5.7)；
- 删除了介电强度试验(见 2008 年版的 5.9)；
- 增加了绝缘试验(见 5.9)；
- 增加了额定功率、峰值功率试验(见 5.11、5.12)；
- 更改了易燃气体的浓度试验的试验要求(见 5.13, 2008 年版的 5.13)；
- 删除了冷冻/解冻循环试验(见 2008 年版的 5.14)；
- 增加了低温储存和高温储存试验(见 5.14.2、5.14.3)；
- 增加了燃料电池堆质量比功率和燃料电池堆芯体积比功率测量(见 5.15、5.16)；
- 删除了例行检验和检验规则的要求(见 2008 年版的 6 和 7)。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件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。

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。

本文件起草单位：上海神力科技有限公司、中国科学院大连化学物理研究所、上海捷氢科技股份有限公司、同济大学、潍柴动力股份有限公司、武汉理工大学、北京亿华通科技股份有限公司、新源动力股份有限公司、新研氢能科技有限公司、北京长征天民高科技有限公司、机械工业北京电工技术经济研究所、中国质量认证中心、中国汽车技术研究中心有限公司、襄阳达安汽车检测中心有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、上海攀业氢能科技股份有限公司、广东国鸿氢能科技股份有限公司、无锡市检验检测认证研究院、上海韵量新能源科技有限公司、特嗨氢能检测(保定)有限公司、爱德曼

氢能源装备有限公司、天能电池集团股份有限公司、山东国创燃料电池技术创新中心有限公司。

本文件主要起草人：周斌、杜晓莉、陈沛、马天才、侯明、俞红梅、侯永平、潘牧、李飞强、王钦普、邢丹敏、齐志刚、戴威、靳殷实、张亮、王刚、燕希强、何云堂、郝冬、王丹、裴冯来、董辉、陈耀、邸志岗、段志洁、陈玉雷、曹寅亮、潘凤文。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2008年首次发布为 GB/T 20042.2—2008；

——本次为第一次修订。

引 言

鉴于质子交换膜燃料电池技术发展,为服务质子交换膜燃料电池发电系统上下游制造商及其用户,GB/T 20042 提供了统一的术语及定义,并针对质子交换膜燃料电池堆及其关键零部件提供了统一的试验方法。

GB/T 20042《质子交换膜燃料电池》由以下七部分构成。

- 第1部分:术语。界定了质子交换膜燃料电池技术及其应用领域内使用的术语和定义。
- 第2部分:电池堆通用技术条件。给出了质子交换膜燃料电池堆的通用技术要求、试验方法、检验规则等内容。
- 第3部分:质子交换膜测试方法。给出了质子交换膜燃料电池中质子交换膜厚度均匀性、质子传导率等测试方法。
- 第4部分:电催化剂测试方法。给出了质子交换膜燃料电池电催化剂铂含量、电化学活性面积等测试方法。
- 第5部分:膜电极测试方法。给出了质子交换膜燃料电池膜电极厚度均匀性、Pt 担载量等测试方法。
- 第6部分:双极板特性测试方法。给出了质子交换膜燃料电池双极板气体致密性、抗弯强度、密度等测试方法。
- 第7部分:炭纸特性测试方法。给出了质子交换膜燃料电池炭纸厚度均匀性、电阻、机械强度等测试方法。

质子交换膜燃料电池

第2部分:电池堆通用技术条件

1 范围

本文件规定了质子交换膜燃料电池堆(包括直接醇类燃料电池堆,以下简称燃料电池堆)的安全、基本性能、试验项目、试验方法以及标志与说明文件等方面的要求。

注1:本文件中提及的电池堆也称为燃料电池堆。

注2:如果有更好的材料或新的结构,又能通过本文件规定的试验并满足相关要求,也可以认为是符合本文件的。

本文件适用于质子交换膜燃料电池堆(包括直接醇类燃料电池堆)的设计及检测。

本文件仅涉及会对人体和燃料电池堆外部环境造成危害的情形,对燃料电池堆内部损伤的防护,只要不影响燃料电池堆外的安全,本文件不作规定。

本文件不包括对燃料和氧化剂的储存装置和输送装置的要求。

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 2423.43 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 振动、冲击和类似动力学试验样品的安装

GB/T 2423.56 环境试验 第2部分:试验方法 试验 Fh:宽带随机振动和导则

GB/T 3512 硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验

GB/T 3836.1—2021 爆炸性环境 第1部分:设备 通用要求

GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)

GB/T 5169.16—2017 电工电子产品着火危险试验 第16部分:试验火焰 50 W 水平与垂直火焰试验方法

GB/T 5563 橡胶和塑料软管及软管组合件 静液压试验方法

GB/T 7826 系统可靠性分析技术 失效模式和影响分析(FMEA)程序

GB/T 15329 橡胶软管及软管组合件 油基或水基流体适用的织物增强液压型 规范

GB/T 20042.1 质子交换膜燃料电池 第1部分:术语

GB/T 28816 燃料电池 术语

IEC 61508(所有部分) 电工电子可编程的电子安全相关系统的功能安全(Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems)

3 术语和定义

GB/T 20042.1 和 GB/T 28816 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

燃料电池堆芯 **fuel cell stack core**

燃料电池堆中集流板之间的部分,由极板、膜电极组件及其他结构件以串联方式层叠组成。

注:燃料电池堆芯不包括端板、绝缘板、集流板。如燃料电池堆中有不输出电能的单电池,则其包含在内。

3.2

燃料电池堆芯体积 **volume of fuel cell stack core**

燃料电池堆芯的外轮廓体积。

3.3

燃料电池堆芯体积比功率 **volumetric power density of fuel cell stack core**

燃料电池堆的额定功率与其堆芯体积的比值。

3.4

爆炸性环境 **explosive atmosphere**

在大气条件下,可燃性物质以气体、蒸气、粉尘、纤维或飞絮的形式与空气形成的混合物,被点燃后,能够保持燃烧自行传播的环境。

[来源:GB 3836.14—2014,3.1]

3.5

区域 **zones**

根据爆炸性气体环境出现的频次和持续时间把危险场所分为0区、1区和2区。

注1:0区指爆炸性气体环境连续出现或频繁出现或长时间存在的场所。

注2:1区指在正常运行时,可能偶尔出现爆炸性气体环境的场所。

注3:2区指在正常运行时,不可能出现爆炸性气体环境,如果出现,仅是短时间存在的场所。

[来源:GB 3836.14—2014,3.5,有修改]

4 要求

4.1 通用安全措施

由于燃料电池堆中有燃料和其他已经储备能量的储能物质(例如:易燃物质、加压介质、电能、机械能等),燃料电池堆制造商应对所有合理的可预见的危险进行评估,在实际可行的条件下按照以下顺序为燃料电池堆采取相应安全措施。

- a) 在这些能量尚未释放时,首先消除燃料电池堆外部的隐患。
- b) 对这些能量进行被动控制(如采用泄压阀、隔热构件等),确保能量释放时不危及周围环境。
- c) 对这些能量进行主动控制(如通过燃料电池中的电控装置)。在这种情况下,由控制装置故障引发的危险应逐一加以考虑,对功能安全的评价应符合 IEC 61508(所有部分)的规定。另一方面,可将危险告知燃料电池系统集成制造商。
- d) 提供适当的、与残存危险有关的安全标记。

4.2 设计要求

4.2.1 通用要求

燃料电池堆制造商应根据风险评估进行设计。风险评估应符合 GB/T 7826 和 IEC 61508(所有部分)规定。

燃料电池堆及其所有零部件应:

- a) 适合于预期使用时的温度、压力、流量、电压及电流范围;

- b) 在预期使用中,能耐受燃料电池堆所处环境的各种作用、各种运行过程和其他条件对燃料电池堆的不良影响。

注:除另有规定外,本文件中的气体压力均指表压。

如果燃料电池堆带有封装外壳,则外壳防护应根据燃料电池堆的不同使用环境,并按 GB/T 4208 的要求选择适当的防护等级并予以标志。

4.2.2 正常运行条件下的特性

燃料电池堆在按制造商说明书中规定的所有正常运行条件运行时,不应产生任何损坏。

4.2.3 着火和点燃

应对燃料电池堆采取保护措施(如通风、气体检测等),以确保燃料电池堆内部泄漏或对外泄漏的气体不致达到其爆炸浓度。这些措施的设计规范(如要求的通风速率)应由燃料电池堆制造商提供,并在说明书中加以说明,以便燃料电池系统集成制造商采取预防措施,确保安全。

对难以采取保护措施(通风、气体检测等)的产品,且处于爆炸性环境或区域中的零部件应由满足 GB/T 5169.16—2017 中表 2 规定的 V-0、V-1 或 V-2 的阻燃材料制造。

4.2.4 管路和管件装配

4.2.4.1 通用要求

管路的尺寸应符合设计要求,其材料应满足预期输送的温度、压力的要求,并免于遭受流体介质对管材机械性能劣化的影响。

管路系统应满足 5.4 规定的气体泄漏试验要求。

应彻底清理管路的内表面以除去颗粒物及有机污染物,管路端口应仔细清除障碍物和毛刺。

用来传输气体的柔性管道和相关配件应符合 GB/T 3512、GB/T 5563、GB/T 15329 的规定,输送氢气的管路应作特殊考虑。

4.2.4.2 非金属管路系统

在下列情况下,可使用塑料和橡胶管材、管路和组件。

非金属管路系统应适应最高运行温度和最高运行压力的共同作用,不应释放出对燃料电池堆有害的物质,并能与使用、维修和保养时所接触的其他材料、化学品相容,应具有足够的机械强度,满足 5.6 和 5.7 的要求。

必要时应加防护套管或外罩来防止燃料电池堆上的塑料或橡胶管件受到机械损伤。

所有安装有输送易燃气体的塑料或橡胶管件的腔室,都应防止可能的过热。如有这种过热的可能时,应告知燃料电池系统集成制造商这一部位允许的最高温度,以便他们提供一个控制系统,腔室温度应比输送燃料管件所用材料的最低热变形温度下限低 10 °C 以上,否则即切断燃料输入。

用于危险区域(如爆炸性环境)内的塑料或橡胶材料应是能导电的,除非设计上能做到避免静电电荷累积,其应符合 GB/T 3836.1—2021 中 7.4.2 的要求。

4.2.4.3 金属管路系统

金属管路系统应适应最高运行温度和压力的共同作用,不应析出对燃料电池堆有害的物质,并能与使用、维修和保养时所接触的其他材料、化学品相容,金属管路系统应保持完好,应具有足够的机械强度。

金属成型的弯管在弯曲时不应引起影响使用的缺陷。

4.2.5 接线端子和电气连接件

对外电路供电的电气连接件应满足下述要求：

- a) 固定在其安装构件上,并保持足够的接触压力,不会自行松动;
- b) 导电部分不会从其预定位置滑脱;
- c) 正确连接以确保导电部分不致受到损伤而影响其功能;
- d) 在正常紧固过程中能防止发生旋转、扭曲或永久变形;
- e) 导电连接件应有防护措施,不可裸露;
- f) 应采取防腐措施,使金属表面不发生腐蚀且相互连接的金属件之间不应发生化学腐蚀;
- g) 接线端子和电气连接件应符合电力负荷的要求,母线端子标出正负极。

4.2.6 带电零部件

制造商应在技术文件中详细说明存在的带电零部件,特别是系统关闭后由于残余电压而存在危险的带电部分,告知燃料电池系统集成制造商应采取防止电击的措施,还应预防燃料电池堆带电部分的意外短路。

4.2.7 监控要求

为确保燃料电池堆的安全,宜提供相关参数的监控措施,如:

- a) 燃料电池堆温度;
- b) 燃料电池堆和/或单电池的电压。

监控点的位置由燃料电池堆制造商规定并向燃料电池系统集成制造商加以说明。

在用其他方式对燃料电池堆提供安全运行保障的情况下,这些方式应具有和对温度及电压监控等效的安全保障能力。

4.3 技术要求

4.3.1 气密性要求

按照本文件的测试方法对燃料电池堆进行气密性测试[气体泄漏试验(5.4)、窜气试验(5.5)],结果应满足制造商在技术文件中对泄漏速率的要求;

对于带集中安全通风系统和吹扫程序的带有封装外壳的燃料电池堆,易燃气体浓度试验(5.13)的结果应低于低可燃极限的 25%。

4.3.2 压力耐受要求

燃料电池堆在经受本文件规定的允许工作压力试验(5.6)、冷却系统耐压试验(5.7)和压力差试验(5.8)后,燃料电池堆及其零部件不应出现开裂、永久变形或其他物理损伤,且满足 5.4~5.5 的要求。

4.3.3 绝缘性能要求

燃料电池堆中带电部分和不带电的导电部分之间的所有绝缘结构设计,都应符合电气绝缘结构有关标准的相应要求。影响结构件功能的材料的机械特性(如抗拉强度)应得到保证,当其所在部位温度比正常运行温度的最高值还高 20℃(但不应低于 80℃)时,仍应符合设计要求。

按照 5.9 的方法进行试验,燃料电池堆在加注冷却液且冷却液处于冷态不循环状态下,正负极对地绝缘比阻值不应低于 100 Ω/V ,如果在绝缘试验中,不能满足要求,则应停止后续试验,且应向系统集成商提供试验数据,由系统集成商采取减少危险的措施。

4.3.4 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,其性能输出指标[正常运行试验(5.10)和额定功率试验(5.11)]应不低于制造商在技术文件中的规定值。

电气过载试验(5.12)后,燃料电池堆不应出现开裂、永久变形或其他物理损伤。

4.3.5 环境适应性要求

4.3.5.1 高低温环境储存要求

燃料电池堆按制造商规定的温度条件在进行低温储存试验(5.14.2)或高温储存试验(5.14.3)后,不应出现开裂、破碎、永久变形或其他物理损伤。

气密性和性能试验结果均应满足制造商在技术文件中的规定。

4.3.5.2 耐振动与冲击要求

被试样品在经受与预期使用过程中的冲击及振动环境[耐振动和冲击试验(5.14.4)]相同或相似的情形下,不应引起任何危险或功能失效。

气密性、绝缘性和性能试验均应满足制造商在技术文件中的规定。

4.4 仪器设备和精度要求

用于试验的仪器至少应包括:

- 测量环境条件的仪器:气压计、温湿度计;
- 测量燃料条件的仪器:燃料流量计、压力测量仪、温度测量仪、湿度测量仪/露点温度计;
- 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/露点温度计;
- 测量循环水(冷却液)的仪器:液体流量计、压力测量仪、温度测量仪;
- 测量电能输出的仪器:电压测量仪、电流测量仪、其他附件;
- 常规检查要用到的仪器:称重衡器、秒表、游标卡尺等。

试验设备及仪器应符合相关国家标准的规定,使用仪器的计量单位及精度的要求参见表 1。

注:测量气体泄漏的流量计量程范围和泄漏量相匹配。

表 1 测量仪器及精度

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

表 1 测量仪器及精度 (续)

测量仪器	计量单位	精度
氢气浓度检测仪	—	不低于 5% LEL
称重衡器	kg	不低于 0.1%FS
秒表	s	±0.1
游标卡尺	mm	不低于±0.02
电导率测试仪	μS/cm	不低于±0.1
耐压测试仪	MΩ	±0.01
影像测试仪	mm	不低于±0.02

5 试验方法

5.1 通则

除非另有规定,燃料电池堆宜在如下所述的环境条件下进行试验:

- a) 海拔不超过 1 000 m;
- b) 环境温度 5℃~40℃。

试验前,制造商根据测试项目需求提供被试样品的参数信息,宜包含附录 A 中的全部或部分信息。对于单件生产的产品宜按表 2 顺序进行试验,批量生产的样品采用随机抽样的方法完成下述规定的测试项目。

表 2 测试项目列表

序号	章节编号	测试项目
1	5.2	外观检查
2	5.3	安全性试验
3	5.4	气体泄漏试验
4	5.5	窜气试验
5	5.6	允许工作压力试验
6	5.7	冷却系统耐压试验
7	5.8	压力差试验
8	5.9	绝缘试验
9	5.10	正常运行试验
10	5.11	额定功率试验
11	5.12	电气过载试验
12	5.13	易燃气体浓度试验

表 2 测试项目列表 (续)

序号	章节编号	测试项目
13	5.14	环境适应性试验
14	5.15	燃料电池堆质量比功率
15	5.16	燃料电池堆芯体积比功率

5.2 外观检查

外观检查的内容如下:

- 标签、外观检查:采用目测法检查被试样品的外观是否完好,有无损坏、划伤等缺陷;标签是否按要求粘贴在设计位置,标签的内容是否完整,清晰;在燃料电池堆表面是否有正负极标识;
- 极性检查:对接线端子和电气连接进行检验,确认是否符合要求;在进行 5.10 正常运行试验时用电压表检查样品接线端子极性。

5.3 安全性试验

5.3.1 通则

为确保试验的安全性,在正式试验开始前,应对燃料电池堆进行气密性、绝缘电阻等安全性试验,若测试未通过,则停止后续试验。

5.3.2 气密性试验

燃料电池堆处于冷态,关闭燃料电池堆的阳极出口、阴极出口和冷却液出口,同时向阳极腔、阴极腔及冷却液腔通入氮气,并逐渐加压至最大允许工作压力的 1.3 倍,压力稳定后关闭进气阀门,保压 20 min。记录压力下降值,结果向上保留小数点后一位。

压力下降值应不大于初始值的 15%。

注:该条款不适用于风冷燃料电池堆。

5.3.3 干态绝缘电阻试验

试验前,燃料电池堆的端电压应小于 36 V(DC)。

试验时,燃料电池堆冷却液腔不充冷却液。

试验的测量位置如下:

- a) 燃料电池堆集流体与燃料电池堆端板(适用于端板接地的设计);
- b) 燃料电池堆集流体与燃料电池堆固定点(适用于固定点接地的设计)或其他指定接地点。

绝缘电阻试验的试验电压取值见表 3。

表 3 绝缘电阻试验电压

序号	燃料电池堆最高设计电压 V_{stack}^a 的 1.5 倍/V	试验电压 V_{IR} /V(DC)
1	$(V_{stack} \times 1.5) \leq 250$	250
2	$250 < (V_{stack} \times 1.5) \leq 500$	500
3	$500 < (V_{stack} \times 1.5) \leq 1\ 000$	1 000

表 3 绝缘电阻试验电压 (续)

序号	燃料电池堆最高设计电压 V_{stack} ^a 的 1.5 倍/V	试验电压 V_{IR} /V(DC)
4	$(V_{stack} \times 1.5) > 1\ 000$	2 500
V_{stack} ——燃料电池堆最高设计电压,单位为伏特(V); V_{IR} ——绝缘电阻试验的试验电压,单位为伏特(V)。		
^a 当被测样品的最高设计电压 $> 667\ V$ 时,试验电压可由制造商和买方协商确定。		

将绝缘电阻测试仪设置到指定的挡位,将电压稳步增加到指定值,维持至少 5 s 以便获得稳定的绝缘电阻读数。试验过程中,燃料电池堆应与台架绝缘。

绝缘比电阻值按照公式(1)进行计算:

$$R = R_x \times 10^5 / V_{stack} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

R ——绝缘比电阻值计算结果,单位为欧每伏(Ω/V);

R_x ——绝缘电阻测试仪读数,单位为兆欧($M\Omega$);

V_{stack} ——燃料电池堆最高设计电压,单位为伏特(V);

绝缘比电阻值的计算结果应向下保留小数点后一位。绝缘比电阻值应在 $100\ \Omega/V$ 以上,如果不能满足要求,则试验数据应提供给燃料电池系统集成制造商。

5.4 气体泄漏试验

本试验应在按照制造商规定的方法停机后,在室温下静置 1 h 后进行。

封闭燃料电池堆的阳极腔、阴极腔和冷却液腔的出口,在室温下将氮气通过稳压器和流量计同时通入燃料电池堆的阳极腔、阴极腔和不含液体的冷却液腔,慢慢调整压力直至压力达到最高工作压力(表压)并稳定 1 min。在泄漏试验过程中入口压力应稳定不变(即压力波动不超过 $2\ kPa$),用串联于燃料电池堆入口并联管路处的流量计测量气体 10 min 的泄漏量,计算平均泄漏速率。

相应的气体泄漏速率应该按照公式(2)进行计算:

$$q_{fuel} = 2 \times R \times q_{test} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

q_{fuel} ——燃料气体泄漏速率(常压室温),单位为毫升每秒或毫升每分钟(mL/s 或 mL/min);

q_{test} ——试验气体平均泄漏速率(常压室温),单位为毫升每秒或毫升每分钟(mL/s 或 mL/min);

R ——修正系数,见公式(3)或公式(4)。

按照公式(2)计算得出的结果,应不超过给用户提供的技术文件气体泄漏速率 6.5.1 中 d) 的规定值。

应采用公式(3)或公式(4)计算修正系数 R ,取较高值,并应写入试验报告。当使用氮气作为试验气体,燃料气体为氢气时,修正系数 R 取 3.74。

$$R = (d_{test} / d_{fuel})^{1/2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

d_{test} ——试验气体的相对密度;

d_{fuel} ——燃料气体的相对密度。

或者:

$$R = \mu_{test} / \mu_{fuel} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

μ_{test} ——试验气体的动力黏度,单位为牛顿秒每平方米($\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$);

μ_{fuel} ——燃料气体的动力黏度,单位为牛顿秒每平方米($\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$)。

5.5 窜气试验

5.5.1 通则

该试验应在按照制造商规定的方法停机后,于室温下静置 1 h 后进行。如前置步骤为 5.4,则该步骤可省略。

所测得的窜气速度不大于 6.5.1 中 e) 的规定值,则可判定为符合要求。

5.5.2 阳极腔向阴极腔窜气速度的测定

试验时,将燃料电池堆的阳极腔出口、阴极腔进口以及冷却液腔进出口全部封住。在阴极腔的出口接上流量计,由阳极腔的进气口通入氮气,缓慢调整压力至允许最大工作压力差,试验过程中入口压力应稳定不变(即压力波动不超过 2 kPa),稳定 1 min 后,在流量计上读取氮气向阴极腔的窜气速度 L_1 ,相应窜气速度 X_1 按照公式(5)进行计算:

$$X_1 = 2 \times R \times L_1 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

X_1 ——阳极腔向阴极腔的窜气速度,单位为毫升每分钟(mL/min);

R ——按公式(3)或公式(4)计算得出的修正系数中的较大者,当燃料气体为氢气时, R 取 3.74;

L_1 ——阳极腔向阴极腔的氮气窜气速度,单位为毫升每分钟(mL/min)。

5.5.3 阳极腔和阴极腔向冷却液腔的窜气速度的测定

试验时,将燃料电池堆的阳极腔出口、阴极腔出口以及冷却液腔入口全部封住。在冷却液腔出口接上流量计,由阳极腔和阴极腔的进气口同时通入氮气,缓慢调整压力至阳极腔和阴极腔的最大运行压力(表压,取两压力中的较高值),试验过程中入口压力应稳定不变(即压力波动不超过 2 kPa),稳定 1 min 后,在流量计上读取阳极腔和阴极腔向冷却液腔的窜气速度 L_2 。相应窜气速度 X_2 按照公式(6)进行计算:

$$X_2 = 2 \times R \times L_2 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

X_2 ——阳极腔和阴极腔向冷却液腔的窜气速度,单位为毫升每分钟(mL/min);

R ——按公式(3)或公式(4)计算得出的修正系数中的较大者,当燃料气体为氢气时, R 取 3.74;

L_2 ——阳极腔和阴极腔向冷却液腔的氮气窜气速度,单位为毫升每分钟(mL/min)。

注:对于无冷却液腔或冷却液腔为开放型的燃料电池堆,不进行阳极腔和阴极腔对冷却液腔的窜气的测定。

5.5.4 冷却液腔向阳极腔的窜气速度的测定

试验时,将燃料电池堆的阳极腔入口和冷却液腔出口全部封住。在阳极腔出口接上流量计,由冷却液腔入口通入氮气,缓慢调整压力至允许最大工作压力差,试验过程中入口压力应稳定不变(即压力波动不超过 2 kPa),稳定 1 min 后,在流量计上读取冷却液腔向阳极腔的氮气窜气速度 L_3 。相应窜气速度 X_3 按照公式(7)进行计算:

$$X_3 = 2 \times R \times L_3 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

X_3 ——冷却液腔向阳极腔的窜气速度,单位为毫升每分钟(mL/min);

R ——按公式(3)或公式(4)计算得出的修正系数中的较大者,当燃料气体为氢气时, R 取 3.74;

L_3 ——冷却液腔向阳极腔的氮气窜气速度,单位为毫升每分钟(mL/min)。

注:对于无冷却液腔或冷却液腔为开放型的燃料电池堆,不进行阳极腔和阴极腔对冷却液腔的窜气的测定。

5.5.5 冷却液腔向阴极腔的窜气速度的测定

试验时,将燃料电池堆的阴极腔入口和冷却液腔出口全部封住。在阴极腔出口接上流量计,由冷却液腔入口通入氮气,缓慢调整压力至允许最大工作压力差,试验过程中入口压力应稳定不变(即压力波动不超过 2 kPa),稳定 1 min 后,在流量计上读取冷却液腔向阴极腔的氮气窜气速度 L_4 。相应窜气速度 X_4 按照公式(8)进行计算:

$$X_4 = R_{\text{氧化剂/氮气}} \times L_4 \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中:

X_4 ——冷却液腔向阴极腔的窜气速度,单位为毫升每分钟(mL/min);

$R_{\text{氧化剂/氮气}}$ ——氧化剂与氮气的相对密度比值成正比,当氧化剂为空气时, $R_{\text{氧化剂/氮气}}$ 取 1.02;

L_4 ——冷却液腔向阴极腔的氮气窜气速度,单位为毫升每分钟(mL/min)。

注:对于无冷却液腔或冷却液腔为开放型的燃料电池堆,不进行阳极腔和阴极腔对冷却液腔的窜气的测定。

5.6 允许工作压力试验

5.6.1 概述

燃料电池堆的允许工作压力试验应分别在最高和最低运行温度下进行,试验介质为氮气。

若制造商提供了严酷等级,则按照制造商提供的严酷等级高的条件执行,若未提供,则按照如下要求进行试验。

如果在正常运行时燃料电池堆的阳极腔和阴极腔的内部压力相同或压差 ≤ 30 kPa,试验时可将其相互连通。如果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 ≤ 30 kPa,则该通道也可同时按相同方法进行允许工作压力试验。

试验过程中,环境的平均升降温速率不大于 2 °C/min。

5.6.2 高温压力试验

将燃料电池堆置于制造商给定的最高运行温度的环境中,静置 12 h 以上;

应对燃料电池堆(阳极和阴极通道、冷却液通道)逐步加压,直到压力达到制造商规定的该温度下的最大允许工作压力(表压)的 1.3 倍,至少保持压力稳定 5 min,过程中压力波动不超过 2 kPa。

试验环境温度降至 25 °C,静置 12 h 以上。

试验报告中应注明试验压力值、压力稳定时间和试验环境条件。

试验中,燃料电池堆不应出现开裂、永久变形或其他物理损伤。

试验后,重复进行气体泄漏试验(5.4)和窜气试验(5.5),试验结果均应满足制造商在技术文件中的规定。

5.6.3 低温压力试验

将燃料电池堆置于制造商给定的最低运行温度的环境中,静置 12 h 以上。

应对燃料电池堆(阳极和阴极通道、冷却液通道)逐步加压,直到压力达到制造商规定的该温度下的最大允许工作压力(表压)的 1.3 倍,至少保持压力稳定 5 min,过程中压力波动不超过 2 kPa。

试验环境温度升至 25 °C,静置 12 h 以上。

试验报告中应注明试验压力值、压力稳定时间和试验环境条件。

试验中,燃料电池堆不应出现开裂、永久变形或其他物理损伤。

试验后,重复进行气体泄漏试验(5.4)和窜气试验(5.5),试验结果均应满足制造商在技术文件中的规定。

5.7 冷却系统耐压试验

如果在允许工作压力试验中没有对冷却系统进行试验,则应对冷却系统进行压力试验。若制造商提供了严酷等级,则按照制造商提供的严酷等级高的条件执行。否则,应分别在制造商规定的最高运行温度和最低运行温度下进行,试验介质为氮气。

试验前燃料电池堆应在目标试验温度下静置 12 h 以上。

试验时,对燃料电池堆的冷却系统逐步加压,直到压力达到制造商规定的该温度下的允许工作压力的 1.3 倍,至少保持压力稳定 5 min,过程中压力波动不超过 2 kPa。

试验完成后将环境温度恢复至 25 °C,静置 12 h 以上后再进行后续试验。

试验报告中应注明试验压力值、压力稳定时间和试验环境条件。燃料电池堆不应出现开裂、永久变形或其他物理损伤。

试验后,重复进行气体泄漏试验(5.4)和窜气试验(5.5),试验结果均应满足制造商在技术文件中的规定。

5.8 压力差试验

对阳极和阴极通道内工作压力不同的燃料电池堆,应进行压力差试验。若制造商提供了严酷等级,则按照制造商提供的严酷等级高的条件执行。否则,应分别在制造商规定的最高运行温度和最低运行温度下进行,试验介质为氮气。

试验前燃料电池堆应在目标试验温度下静置 12 h 以上。

向阳极腔通入氮气,阴极腔与大气相通,并逐渐加压,直到压力达到制造商规定的该温度下最大允许工作压力差的 1.3 倍,保持压力稳定不少于 5 min,过程中压力波动不超过 2 kPa。

试验完成后将环境温度恢复至 25 °C,静置 12 h 以上后再进行后续试验。

燃料电池堆不能有开裂、永久变形或其他物理损伤。

试验后,重复进行阳极腔向阴极腔窜气速度的测定(5.5.2),窜气速度应在制造商规定的范围内。

若电堆设计不存在阴阳极压差,该试验可以省略。

5.9 绝缘试验

试验前,燃料电池堆的电池堆电端电压应小于 36 V(DC)。

试验时,将燃料电池堆冷却液腔内充满制造商指定的冷却液(冷态不循环),冷却液在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下的电导率应 $\leq 20 \mu\text{S}/\text{cm}$ 。

测量位置:

- a) 燃料电池堆集流体与燃料电池堆端板(设计中端板接地);
- b) 燃料电池堆集流体与燃料电池堆固定点(设计中固定点接地)或其他指定接地点。

根据表 3 选择相应的试验电压。

将绝缘电阻测试仪设置到指定的挡位,将电压稳步增加到指定值,维持至少 5 s 以便获得稳定的绝缘电阻读数。试验过程中,燃料电池堆应与台架绝缘。

按照公式(1)计算绝缘比电阻值,绝缘比电阻值应在 $100 \Omega/\text{V}$ 以上,如果不能满足要求,则试验数据应提供给燃料电池系统集成制造商。试验报告中应注明冷却液的温度、电导率。

5.10 正常运行试验

进行正常运行试验前,用电压表检查样品接线端子极性是否正确,按照制造商提供的活化方法对燃

料电池堆进行活化。

正常运行试验步骤如下：

- a) 按照制造商规定的方式进行加载,调节试验平台参数,使燃料电池堆的运行条件达到制造商规定的范围后,每个工况点持续运行 5 min 以上,稳态运行点应至少包含 10 个工况点;
- b) 应在额定电流点至少持续运行 10 min,持续运行期间,燃料电池堆端电压波动不应超过 3%,即该时间段内的燃料电池堆端电压应始终处于平均电压的 97%~103%之间;
- c) 按照制造商规定的正常关机规程停机;
- d) 若试验中断,应重新执行。

参照附录 B 记录正常运行过程中燃料电池堆的参数,各工况点结果取电流加载阶跃前的 1 min 内的平均值。除单片电压(V)向下保留三位小数外,其余参数均向下保留 1 位小数。

在试验报告中,应明确各个工况点所对应的阴阳极操作压力(表压)、过量系数、温度、湿度和冷却液的温度、电堆最高表面温度等。

5.11 额定功率试验

额定功率试验的步骤如下：

- a) 按照制造商规定的条件进行加载,在指定工况点运行条件达到制造商规定的范围后,稳定运行 1 min,直接加载至额定电流点;
- b) 在额定电流点至少持续运行 60 min,持续运行期间,燃料电池堆端电压波动不应超过 3%,即该时间段内的燃料电池堆端电压应始终处于平均电压的 97%~103%之间;
- c) 按照制造商规定的正常关机规程停机;
- d) 若试验中断,应重新执行。

参照附录 B 记录额定功率试验过程中燃料电池堆的参数,结果取电流稳定运行阶段最后 1 min 内的平均值。以额定电流下最后 1 min 内的功率均值作为额定功率。除单片电压(V)向下保留三位小数外,其余参数均向下保留 1 位小数。

参照附录 C 计算燃料电池堆的电效率。

在试验报告中,应明确额定电流点所对应的阴阳极操作压力(表压)、过量系数、温度、湿度、电压效率和冷却液的温度等。

在确保运行时间不低于 60 min 的条件下,本试验可与正常运行试验(5.10)中 b)同步进行。

5.12 电气过载试验

为检验燃料电池堆是否具有规定的过载能力,应进行电气过载试验。

电气过载试验步骤如下：

- a) 按照制造商规定的条件进行加载,在指定工况点运行条件达到制造商规定的范围后,稳定运行 1 min,直接加载至额定电流点,在额定电流点至少持续运行 10 min;
- b) 按照制造商规定的加载方式将电流逐渐增加到 6.5.1 中 t)的规定值,并维持制造商允许的最大过载时间,在该时间内电压波动不应超过 3%;
- c) 按照制造商规定的正常关机规程停机;
- d) 若试验中断,应重新执行。

试验后燃料电池堆不应出现开裂、永久变形或其他物理损伤。

参照附录 B 记录电气过载试验过程中燃料电池堆的参数,结果取电流稳定运行阶段最后 1 min 内的平均值,如运行时间不超过 1 min,则取最后 30 s 内的平均值。除单片电压(V)向下保留三位小数外,其余参数均向下保留 1 位小数。

在试验报告中,应明确过载电流点所对应的阴阳极操作压力(表压)、过量系数、温度、湿度和冷却液

的温度等。

本试验可在正常运行试验(5.10)中 b) 和 c) 之间进行。

5.13 易燃气体浓度试验

本试验只适用于带有集中安全通风系统和吹扫程序的带有封装外壳的燃料电池堆,其运行温度低于易燃气体的自燃温度。

在燃料电池堆正常运行的温度和进气压力条件下运行达到热平衡条件后,测试运行过程中燃料电池堆可能存在氢气泄漏情况。测试在室内无风条件下进行,测试点位置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。

带有集中安全通风系统和吹扫程序的封闭系统,要求有进气风口(一个)和出风口(至少一个),一定量的空气或氮气(通风量由需求方和制造商商定)通过进风口进入封闭系统中,再由出风口排出。利用氢浓度泄漏检测仪在距吹扫口和出风口 1 cm 的位置进行测试,以保证测得的易燃气体浓度是燃料电池堆外壳内的浓度。此试验应连续进行,两个测量读数间的时间间隔应不少于 15 min,取测试过程中 4 次测量结果的最高浓度值,浓度应小于低可燃极限的 25%。

其中正常运行条件是指燃料电池堆在制造商规定的额定电流点所对应的条件。

本试验可在 5.11 试验过程中进行。

5.14 环境适应性试验

5.14.1 通则

本试验项目是为了评价燃料电池堆在规定的寿命周期内,在预期的运输、储存温度及使用过程中产品对环境的适应能力是否可以达到规定的要求。

试验开始前需先按照 5.4 和 5.5 进行气密性试验,试验结果应满足制造商的规定值;之后按照制造商规定的要求对燃料电池堆进行前处理,包含运行、吹扫以及静置等。

在试验过程中,环境的平均升降温速率不大于 2 °C/min。

5.14.2 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。

低温储存试验步骤如下:

- a) 燃料电池堆置于低温储存试验环境箱中,至试验箱内环境温度与预定的最低储存温度(具体温度根据试验要求确定)的偏差满足 ± 2 °C,静置 12 h 以上;
- 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,燃料电池堆不应出现开裂、破损、永久变形或其他物理损伤,如试验使用了冷却液,则不应有冷却液流出。

按照 5.4 进行气体泄漏试验;按照 5.5 进行窜气试验;试验结果应满足制造商的规定值。

按照 5.10 进行正常运行试验,性能满足制造商的规定。

5.14.3 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。

高温储存试验步骤如下:

- a) 燃料电池堆置于高温储存试验环境箱中,至试验箱内环境温度与预定的最高储存温度(具体温度根据试验要求确定)的偏差满足 ± 2 °C,静置 12 h 以上;

- b) 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,燃料电池堆不应出现开裂、破损、永久变形或其他物理损伤,如试验使用了冷却液,则不应有冷却液流出。

按照 5.4 进行气体泄漏试验;按照 5.5 进行窜气试验;试验结果应满足制造商的规定值。

按照 5.10 进行正常运行试验,性能满足制造商的规定。

5.14.4 耐振动和冲击试验

试验前对燃料电池堆的外观进行检查,应无破损、断裂、变形和脱落情况。

制造商在规定允许值的同时,也应规定试验的严酷条件和试验方法。

注:由于燃料电池堆大小和使用条件相差很大,所以振动和冲击试验条件与严酷程度随产品的结构和使用条件不同而不同。

若制造商未提供试验方法,则按照本文件规定的方法进行振动和冲击试验。

振动试验按如下方法进行:

按照测试对象实际安装方式和 GB/T 2423.43 中的规定,将测试对象安装在振动台上。振动试验在三个轴向上进行,试验从 Z 轴开始,其次为 Y 轴,最后为 X 轴。试验过程按照 GB/T 2423.56 的规定进行,每个轴向试验时间为 21 h。

试验参照表 4、表 5、表 6 进行。

表 4 Z 轴功率谱密度

频率 Hz	PSD g^2/Hz
5	0.05
10	0.06
20	0.06
200	0.000 8
均方根(RMS)	1.44g

表 5 Y 轴功率谱密度

频率 Hz	PSD g^2/Hz
5	0.04
20	0.04
200	0.000 8
均方根(RMS)	1.23g

表 6 X 轴功率谱密度

频率 Hz	PSD g^2/Hz
5	0.0125
10	0.03
20	0.03
200	0.000 25
均方根(RMS)	0.96 g

振动试验后应将样品在实验室环境温度下静置 2 h,对样品的外观进行检查,燃料电池堆不应出现开裂、破碎或其他物理损伤。按照 5.3 进行安全性试验后结果应满足制造商的规定值。按照 5.10 进行正常运行试验,性能满足制造商的规定。

冲击试验按如下方法进行:

燃料电池堆安装固定后,在 3 个轴向:X 向、Y 向、Z 向上以 5.0 g 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。

冲击试验后应将样品在实验室环境温度下静置 2 h,对样品的外观进行检查,燃料电池堆不应出现开裂、破损、变形或其他物理损伤。按照 5.3 进行安全性试验后结果应满足制造商的规定值。按照 5.10 进行正常运行试验,性能满足制造商的规定。

5.15 燃料电池堆质量比功率

5.15.1 燃料电池堆的质量测量

测量燃料电池堆的质量 m ,单位为千克(kg),测量结果向上保留小数点后两位。

注:质量测量包括端板、端板之间的全部组件、紧固部件、及作为电堆部分不可拆卸的管接头,不含冷却液。如质量测量含有封装外壳,可在测试结果中注明。

5.15.2 燃料电池堆质量比功率

根据 5.15.1 的测试结果,燃料电池堆的质量比功率按照公式(9)进行计算:

$$P_{EG} = P_E / m \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

- P_{EG} ——燃料电池堆额定功率下的质量比功率,单位为千瓦每千克(kW/kg);
- P_E ——燃料电池堆在 5.11 中测得的额定功率,单位为千瓦(kW);
- m ——燃料电池堆的质量,单位为千克(kg)。

注:计算结果向下保留小数点后 2 位。

5.16 燃料电池堆芯体积比功率

5.16.1 燃料电池堆芯的体积测量

采用双极板在垂直于板面方向上的外轮廓投影面积与燃料电池堆集流板的间距的乘积计算燃料电池堆芯体积。进行本试验时,应提供与被试样品中双极板外形轮廓尺寸完全相同的极板或光板。

试验时,应校核所提供的极板或光板的关键尺寸并记录校核过程数据。该极板或光板的最长和最宽处的尺寸应与燃料电池堆相同位置的实测尺寸一致,两个尺寸的差值应<0.5 mm。

如燃料电池堆带有封装壳体,在测量燃料电池堆芯长度时,应将该外壳全部或部分拆除后测量。

体积测量步骤如下:

- a) 采用真空吸盘或粘贴的方式,将极板平整地吸附或粘贴在刚性平面上,确保该极板不发生翘曲和变形等会导致投影面积可能变小的情况;
- b) 用影像测试仪或类似设备,从极板上方进行极板的外轮廓扫描,将扫描结果保存并导入到计算机中,通过计算机软件计算出该单极板的投影面积,重复进行三次扫描和测量,取三次测量的算术平均值作为该燃料电池堆所采用极板的投影面积 S_1 ,结果保留至小数点后 1 位;
- c) 用游标卡尺在至少 4 个不同点位测量燃料电池堆集流板之间的间距,即燃料电池堆芯长度 L ,计算平均值,结果保留至小数点后 1 位;
- d) 燃料电池堆芯体积按照公式(10)进行计算,结果向上保留至小数点后 2 位;

$$V = S_1 \times L \times 10^{-6} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

- V ——燃料电池堆芯体积,单位为升(L);
- S_1 ——极板投影面积,单位为平方毫米(mm^2);
- L ——燃料电池堆芯长度,单位为毫米(mm)。

5.16.2 燃料电池堆芯体积比功率

根据 5.16.1 的测试结果,燃料电池堆芯体积比功率按照公式(11)进行计算:

$$P_{EV} = P_E / V \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

- P_{EV} ——燃料电池堆额定功率下的堆芯体积比功率,单位为千瓦每升(kW/L);
- P_E ——燃料电池堆在 5.11 中测得的额定功率,单位为千瓦(kW);
- V ——燃料电池堆芯的体积,单位为升(L)。

注:计算结果向下保留小数点后 2 位。

6 标志和说明

6.1 一般规定

每台燃料电池堆上都应有必要的标志牌或标签且保证其唯一性,标志牌或标签上标志的内容应清晰、耐久。所标志的符号、代号及其颜色都应符合有关标准和法规的规定。

标志牌和标签应可靠固定放置在明显醒目又不妨碍检验的地方,应保证在燃料电池堆整个寿命期内不致脱落。尤其是金属或带有金属层的复合箔制作的标志牌和标签,更应防止因其脱落而造成带电部分之间的短路或发生接地故障。

6.2 铭牌

燃料电池堆上应有铭牌。铭牌应可靠地固定在易于观察到的部位。

铭牌标志至少应包含:

- a) 制造商名称或注册商标;
- b) 产品型号;
- c) 生产日期代码或可查询生产日期的序列号。

6.3 连接件的标志

如果由于连接件的连接错误可能导致不安全或损坏被测样品,则制造商应给出明确的识别标志。

如果电气接头有极性之分,或有接地端子与接地连接线,都应予以标明。

6.4 警示标志

存在危险的部位宜使用警示标志,例如:

- a) 触电危险;
- b) 高温;
- c) 易燃气体或液体;

6.5 给用户提供的技术文件

6.5.1 一般要求

燃料电池系统的集成、安装、操作和维护所必需的燃料电池堆的信息应以图样、表格、说明书的形式给予说明。除非燃料电池系统集成制造商和燃料电池堆制造商另有协议,否则燃料电池堆制造商应为每个燃料电池堆提供这些技术文件。

应向燃料电池系统集成制造商提供以下信息:

- a) 燃料和氧化剂的种类,可用的燃料和氧化剂种类(包括气体成分、杂质含量等);
- b) 燃料、氧化剂气体、冷却液的最高和最低工作压力、允许最大工作压力差;
- c) 在额定及最大功率下燃料和氧化剂的消耗量;
- d) 燃料最大泄漏速率;
- e) 最大窜气速率(包括阳极腔对阴极腔、阳极腔和阴极腔对冷却液腔、冷却液腔向阳极腔、冷却液腔向阴极腔);
- f) 燃料和氧化剂供气的允许温度;
- g) 最高排气温度;
- h) 典型排放物;
- i) 运行和存储时周围环境的温度和湿度范围;
- j) 运行时允许的海拔范围;

注:输出功率有赖于氧的浓度,在高海拔地区运行时可能降低性能。

- k) 允许的耐冲击和振动水平;
- l) 燃料电池堆的正常运行温度,允许的最高和最低运行温度(包括工作环境温度和操作温度);
- m) 最高表面温度;
- n) 冷却液种类和品质;
- o) 冷却液入口和出口温度规定值;
- p) 冷却液供给压力和流量范围;
- q) 吹扫要求;
- r) 尺寸和重量;
- s) 电气输出定额(额定电压、额定电流、额定功率、开路电压、满载电流时的电池堆电端电压);
- t) 最大过载电流和过载时间;
- u) 接地点的位置;
- v) 与寿命相关的信息。

6.5.2 安装指南

安装指南应对燃料电池堆的安装和固定,电气线路、燃料管路、氧化剂管路、冷却系统管路的连接,给出清晰、详细的说明。

安装指南应包括：

- a) 装卸、运输和存储；
- b) 安装前的准备；
- c) 安装方位(向上或向下等)；
- d) 固定方法；
- e) 输气管路和冷却液管路的接口规格；
- f) 电路和传感器的连接方法；
- g) 注意事项和禁止的操作；
- h) 安装图。

6.5.3 安装图

安装图应给出安装燃料电池堆的准备工作所有必需的信息。

安装图应清晰地标出所附的器材、线缆、软接管件和其他安装物件的类型和推荐安装位置。对所需的各种保护设备的选型、特性、额定值和设定值的必要数据应予以说明。

燃料电池堆和用户配套的相关设备之间的连接管路、底板或支撑件的尺寸、型式和用途应予以详细说明。

必要时，图中应说明燃料电池堆搬运或维修所需的空間。另外，应提供连接图表，给出所有外部连接的完整信息。

6.5.4 操作手册

技术文件中应包含操作手册，详尽地说明燃料电池堆正确启动和使用的程序，对安全措施和可能出现的不正确操作应予以特别提醒。

当燃料电池堆编程运行时，应提供程序设计的详细资料、必要设备、程序校验以及必要的安全规程的详细信息。

操作手册应包含：

- a) 燃料电池堆运行时各个操作条件的边界；
- b) 燃料电池堆的活化方法；
- c) 启动和运行操作规程；
- d) 检测频次；
- e) 正常和紧急关机规程；
- f) 储存要求；
- g) 注意事项和禁止的操作；
- h) 使用环境(如振动烈度、大气污染物等)限值信息。

6.5.5 维护手册

技术文件应包含维护手册。维护手册应详尽地说明调试、维修和预防性检查、修理的要求和时间间隔。应详细说明正确操作的确认方法(如软件测试程序)。

维护手册中最好还应包括维修记录。

燃料电池堆制造商还应对零部件和元器件的处置和再生利用加以说明。

6.5.6 零部件清单

为保障用户燃料电池堆的正常运行、预防性维护或故障检修，零部件清单至少应包含定购的备件或备品(如组件、装置、软件、试验设备、技术文件)的必要信息，包括名称、型号、一般特性等。

附 录 A

(资料性)

燃料电池堆被试样品参数参考信息

制造商需提供的试验样品的参数信息可根据当次试验项目的内容进行调整,以确保实验室可准确评估试验项目的可执行性。

如果表 A.1 不能涵盖试验过程所需的其他参数信息,则在样品送检时宜一并提供。

表 A.1 被试样品参数信息表

序号	项目		参数	备注
1	样品名称			
2	型号规格			
3	燃料电池类型			
4	冷却方式			
5	单电池数量			
6	有效活性面积/cm ²			
7	接口尺寸与样式	阳极		
8		阴极		
9		冷却液		
10	质量/kg			
11	额定电流/A			
12	额定功率/kW			
13	峰值电流/A			
14	峰值功率/kW			
15	工作电压范围/V			
16	操作压力范围/kPa			
17	允许工作压差/kPa			
18	正常工作温度范围/℃			
19	存储温度范围/℃			
20	燃料种类和最大流量/(L/min)			
21	氧化剂种类和最大流量/(L/min)			
22	单电池电压采集方式			
23	最低单电池电压保护值/V			
24	冷却液种类和品质			
25	冷却液进出口温度/℃			
26	最大过载电流/A			
27	最大过载电流下的运行时间/s			

附 录 B
(资料性)

燃料电池堆试验结果记录表

燃料电池堆试验结果记录表见表 B.1。

表 B.1 燃料电池堆试验结果记录表

加载步骤	电 流 A	电 压 V	运行 时间 min	化学计量 比或流量 L/min		入口压力 kPa		入口温度 ℃			入口湿度 (%RH) 或露点温度 ℃		冷却液 出入口 温差 ℃	出入口 压差 kPa		
				阳极	阴极	阳极	阴极	阳极	阴极	冷却液	阳极	阴极		阳极	阴极	冷却液
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
...																

附 录 C
(资料性)
燃料电池堆电效率

燃料电池堆的电效率是燃料电池堆或发动系统产生的净电功率和向燃料电池堆或发动系统提供的总焓流的百分比。

注：燃料电池堆电效率的术语定义见 GB/T 20042.1。

由于燃料电池堆在不同运行条件下的低热值等效电压会随工作温度、工作压力等发生变化。本文件为了简化燃料电池堆电效率的计算，当燃料为氢气时，取低热值等效电压为 1.254 V。

燃料电池堆的电效率可按公式(C.1)简化计算：

$$\eta_s = V_{\text{mean}} / 1.254 \times 100\% \quad \text{.....(C.1)}$$

式中：

η_s —— 燃料电池堆在该运行条件下的效率；

V_{mean} —— 燃料电池堆在该运行条件下的平均单片电压，单位为伏(V)；

注：计算结果向下保留一位小数。

参 考 文 献

- [1] GB 3836.14—2014 爆炸性环境 第14部分：场所分类 爆炸性气体环境
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
质子交换膜燃料电池
第 2 部分：电池堆通用技术条件
GB/T 20042.2—2023

*

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 2 字数 54 千字
2023 年 3 月第一版 2023 年 3 月第一次印刷

*

书号：155066·1-72529 定价 46.00 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)68510107



GB/T 20042.2-2023



码上扫一扫 正版服务到

