



中华人民共和国国家标准

GB/T 31036—2014

质子交换膜燃料电池备用电源系统 安全

Proton exchange membrane fuel cell backup power system—Safety

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	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	3
4 安全要求和保护性措施	5
5 型式试验	11
6 例行试验	16
7 标识、标签和包装	16
附录 A (资料性附录) 本标准中涉及的重要危险、危险情况及事件	18

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：上海攀业氢能源科技有限公司、武汉邮电科学研究院、机械工业北京电工技术经济研究所、新源动力股份有限公司、中国质量认证中心、中国科学院大连化学物理研究所、昆山弗尔赛能源有限公司、南阳防爆电气研究所有限公司、上海神力科技有限公司、清华大学、工业和信息化部电信研究院、双登集团股份有限公司、中国东方电气集团有限公司。

本标准主要起草人：董辉、齐志刚、王刚、卢琛钰、侯中军、侯明、顾荣鑫、田丙伦、张若谷、马天才、陈晨、裴普成、张刚、石伟玉、齐曙光、王利生、汤浩、田超贺。

质子交换膜燃料电池备用电源系统 安全

1 范围

本标准规定了质子交换膜燃料电池备用电源系统相关的术语和定义、安全要求和保护性措施、型式试验、例行试验以及标识、标签和包装等方面的内容。

本标准适用于质子交换膜燃料电池备用电源系统(以下简称 PEMFC 备用电源系统),包括:

- 提供交流电或直流电的 PEMFC 备用电源系统;
- 使用氢气和空气作为反应气体的 PEMFC 备用电源系统。

对安装场地的安全要求不在本标准中规定。

图 1 为典型的 PEMFC 备用电源系统边界示意图。

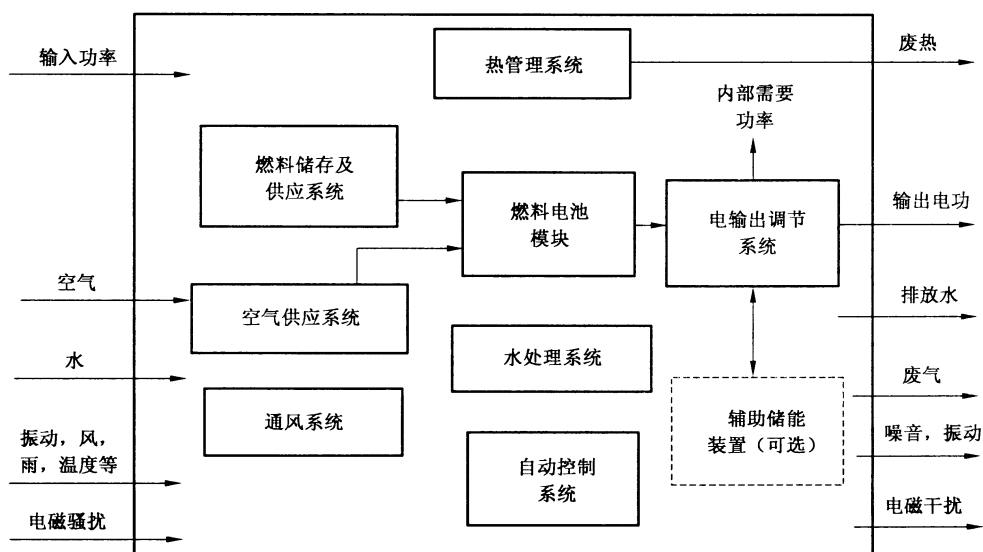


图 1 PEMFC 备用电源系统边界示意图

适用于本标准的 PEMFC 备用电源系统应构成一个完整的系统。为实现设定的功能,该系统应由下列部分或全部的部件组成:

- 燃料储存及供应系统:用于储存 PEMFC 备用电源系统所用燃料及为 PEMFC 备用电源系统提供燃料的系统;
- 空气供应系统:用于计量、调节、处理并对 PEMFC 备用电源系统所需空气进行加压的系统;
- 热管理系统:为保持 PEMFC 备用电源系统内部的热平衡而提供冷却、散热功能,和/或加热功能的系统;
- 水处理系统:对回收或添加的水进行处理和净化,以供 PEMFC 备用电源系统使用的系统;
- 电输出调节系统:控制或转换所产生的电能,可在制造商设计范围内满足用电需求的系统;
- 自动控制系统:由传感器、执行器、阀门、开关、逻辑元件和控制板等组成,用于将 PEMFC 备用电源系统参数维持在制造商设定的范围内而无需人工进行干预的系统;
- 通风系统:通过强制或者自然通风的方法实现 PEMFC 备用电源系统的机柜内外空气交换的系统;

- 燃料电池模块:由一个或多个燃料电池堆、输送电堆电能的电连接装置以及监控装置构成的能将化学能转化为电能和热能的模块。
- 辅助储能装置:系统内部所带的可充、放电的,用于帮助或补充燃料电池模块向内部或外部负载供电的储能装置。(可选)

本标准适用于设备周围环境无危险(未划分类别)区域中商用、工业用和家用的 PEMFC 备用电源系统。

本标准仅考虑可能对 PEMFC 备用电源系统之外的人身、物体或环境造成伤害的危险情况,提出针对此类危险情况的安全规定要求,不包括可能对 PEMFC 备用电源系统自身造成损害时应采取的安全措施。本部分中的必备条件并非旨在限制创新。当采用与本部分不同的材料、设计或制造时,它们应与本部分规定的安全和性能等同或水平相当。

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 150(所有部分) 压力容器
- GB/T 2893.2—2008 图形符号 安全色和安全标志 第2部分:产品安全标签的设计原则
- GB/T 3512—2001 硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验
- GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分:设备通用要求
- GB 3836.5 爆炸性气体环境用电气设备 第5部分:正压外壳型“p”
- GB 3836.14 爆炸性气体环境用电气设备 第14部分:危险场所分类
- GB 4208 外壳防护等级(IP代码)
- GB 4706.71 家用和类似用途电器的安全 加热和供水装置固定循环泵的特殊要求
- GB 4943.1—2011 信息技术设备 安全 第1部分:通用要求
- GB/T 5169(所有部分) 电工电子产品着火危险试验
- GB/T 5563—2006 橡胶和塑料软管及软管组合件 静液压试验方法
- GB 7260.1 不间断电源设备 第1-1部分:操作人员触及区使用的 UPS 的一般规定和安全要求
- 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 10892 固定的空气压缩机 安全规则 and 操作规程
- GB 14536.1 家用和类似用途电自动控制器 第1部分:通用要求
- GB 14536.19 家用和类似用途电自动控制器 电动燃气阀的特殊要求,包括机械要求
- GB/T 15329.1 橡胶软管及软管组合件 织物增强液压型 第1部分:油基流体用
- GB/T 17799.1 电磁兼容 通用标准 居住、商业和轻工业环境中的抗扰度试验
- GB/T 17799.2 电磁兼容 通用标准 工业环境中的抗扰度试验
- GB 17799.3 电磁兼容 通用标准 居住、商业和轻工业环境中的发射
- GB 17799.4 电磁兼容 通用标准 工业环境中的发射
- GB/T 20042.1—2005 质子交换膜燃料电池 术语
- GB/T 20801(所有部分) 压力管道规范 工业管道
- GB/T 20972.1—2007 石油天然气工业 油气开采中用于含硫化氢环境的材料 第1部分:选择抗裂纹材料的一般原则
- GB/T 28816—2012 燃料电池 术语
- IEC 61779-6 可燃性气体的检测和测量用电气设备 第6部分:可燃性气体检测和测量设备的选择、安装、使用和维护导则 (Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable

gases—Part 6: Guide for the selection, installation, use and maintenance of apparatus for the detection and measurement of flammable gases)

3 术语和定义

GB/T 20042.1—2005 及 GB/T 28816—2012 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为便于使用,以下重复列出了某些术语和定义。

3.1

低可燃极限 lower flammability limit; LFL

燃料—空气混合物中的燃料能被火源点燃的最低浓度。

注:若火源可引发燃烧则该燃料—空气混合物易燃。主要是燃料—空气混合物比例或构成。混合物浓度低于低可燃极限(LFL)或高于高可燃极限(UFL)的临界比例不会引发燃烧。

3.2

热稳定状态 thermal stability

稳定的温度条件,准稳态。间隔 15 min 读取两次温度,温度变化不超过 3 °C 或不超过绝对运行温度的 1% 的任意状态,温度以读数较高的那次为准。

3.3

可接近区域 accessible areas

在正常操作条件下,符合下列因素之一的区域:

- a) 不使用工具的情况下可以接近;
- b) 专门为操作人员提供接近方式后,可以接近;
- c) 无论是否需要使用工具,操作人员均可通过引导接近。

注 1:除非另有界定,术语“接近”和“可接近性”仅涉及操作人员接近上述定义中的区域。

注 2:仅维修人员可以进入不可接近区域,在进入不可接近区域时维修人员可能需要按照维修手册做好恰当的个人防护。

3.4

可燃物 combustible materials

能够燃烧的材料。

注:能够燃烧的材料在经过耐火处理、阻燃剂处理或涂以灰泥处理后也应视为可燃物。

3.5

设计压力 design pressure

在所有操作模式下,包括稳态与瞬态下可能出现的最高压力值。

3.6

废气 exhaust gas

从备用电源设备中排放出的反应产物及过剩的空气和氢气。

3.7

电磁骚扰 electromagnetic disturbance; EMD

任何可能降低装置、设备或系统性能或者对生物或非生物产生不良影响的电磁现象。

[GB/T 20042.1—2005, 定义 5.4]

3.8

电磁兼容性 electromagnetic compatibility; EMC

设备或系统在其所处电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能承受的电磁骚扰的能力。

[GB/T 20042.1—2005, 定义 5.3]

3.9

电磁干扰 electromagnetic interference; EMI

由电磁骚扰引起的设备、传输通道或系统性能下降的电磁现象。

注：改写 GB/T 20042.1—2005, 定义 5.5。

3.10

电气设备 electrical equipment

材料、配件、设备、固定件、仪器等与电有关的模块或部件及在电气安装中的连接件或组件。

3.11

紧急关机 emergency shutdown

为避免仪器损坏及人身危害, 紧急停止燃料电池备用电源系统及其的所有反应的控制动作。

3.12

燃料柜 fuel compartment

储存燃料罐及其辅助器件的机柜。

3.13

危险区域 hazardous area

出现或预期可能出现的易燃气体量达到足以要求对电气设备的结构、安装和使用采取专门预防措施的区域。

根据易燃气体出现的频率和持续时间, 危险区域可分为:

0 区: 易燃气体连续出现或长时间存在的区域。

1 区: 正常运行时, 可能出现易燃气体的区域。

2 区: 正常运行时, 不可能出现易燃气体, 如果出现也是偶尔发生并且仅是短时间存在的区域。

3.14

废气排放通道 flue gas vent

从备用电源系统中将尾气输送到外界环境的管路。

3.15

联锁 interlock

监测规定条件满足与否并保证相关控制设备执行安全动作的控制方式。

3.16

状态 state

3.16.1

冷态 cold state

燃料电池发电系统处在环境温度下、既没有能量输入也没有能量输出的状态。

[GB/T 28816—2012, 定义 3.110.1]

3.16.2

运行状态 operational state

燃料电池发电系统有正常电力输出的状态。

[GB/T 28816—2012, 定义 3.110.2]

3.16.3

待机状态 pre-generation

燃料电池发电系统电输出功率为零, 但能够立刻切换到有效输出功率的状态。在该状态下, 燃料电池备用电源系统应实时监测各种相关信号。

4 安全要求和保护性措施

4.1 通用安全要求

4.1.1 PEMFC 备用电源系统的设计和制造应充分考虑在正常或非正常使用过程中可能遇到的各种故障和/或事故的安全风险,采取相应的处理措施加以避免。并参照 GB/T 7826 进行相应的风险评估,以及可靠性分析。

对无法避免的安全风险,应提供安全提示标识和处理说明,以及声、光等警示以及自动和/或手动处理措施。

4.1.2 PEMFC 备用电源系统的可接触部件不得具有可能造成人身伤害的尖利的边、角和粗糙表面;若无法避免,则制造商应设置相关的警示标识。

4.1.3 PEMFC 备用电源系统的各个部件及其连接件在正常使用过程中,应能避免可能导致危害其安全性能的失稳、变形、断裂或磨损。

4.1.4 制造商应采取措施避免因接触或靠近 PEMFC 备用电源系统温度较高的部件而带来的危害。

制造商应根据表 1 对上述部件外表面的温度进行限制或安装防护罩或保护装置以防止可能导致事故的接触风险。(最高表面温升是未配备个人防护装置的操作人员在操作过程中可接触的上述部件外表面温度高于环境温度的最大值)。

表 1 允许表面温升

部件	最高表面温升值/℃
外壳(正常使用中的操作杆除外)	60
在正常使用过程中仅短时间握持的操作杆、把手、旋钮和类似部件的外表面:	
金属材质	35
陶瓷材质	45
铸模材料(塑料)、橡胶或木质材料	60

与 PEMFC 备用电源系统相邻的墙壁、地板和天花板的温度不得超过环境温度 50℃ 以上。

4.1.5 当管道内含有爆炸性、可燃性或有毒流体时,在设计过程中应采取适当的预防措施并对取样点与出口处进行标识。

4.2 物理环境与运行条件

4.2.1 概述

设计和制造 PEMFC 备用电源系统及其保护性装置时应使其能够在制造商规定的物理环境和运行条件下达到设定的功能。

4.2.2 电能输入

PEMFC 备用电源系统应设计成能在制造商规定的电能输入条件下正常运行。

4.2.3 环境条件

制造商应规定 PEMFC 备用电源系统运行的环境条件,应包括以下因素:

——PEMFC 备用电源系统能够正常运行的空气温度、湿度及海拔高度等范围;

——PEMFC 备用电源系统是否可被安置在地震区及震区的烈度等级。

4.2.4 燃料输入

在用户手册中,制造商应规定用于 PEMFC 备用电源系统的燃料种类、纯度、压力范围和输入方式。

4.2.5 振动与撞击

PEMFC 备用电源系统应具备一定的抗撞击和振动的能力,保证正常使用、运输或储存过程中所产生的冲击和振动不会对 PEMFC 备用电源系统各个部件产生损害。可通过安装防振动设施来避免振动和撞击产生的不良影响(包括由机器本身及辅助设备所产生的、以及由物理环境产生的振动和撞击)。上述不良影响不包括地震冲击造成的影响;若制造商认为其产品适于在地震区使用,应单独说明。

4.2.6 运输和贮存温度要求

PEMFC 备用电源系统的设计应能够承受或采取适当的预防措施后能承受 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的运输和贮存温度。制造商也可规定替代的温度范围。

4.3 材料的选择

PEMFC 备用电源系统在设计和制造阶段进行材料选择时,应满足以下要求:

- 当已知所使用的材料在某些条件下会发生危险时,制造商应采取各种防范措施,并向用户提供必要的信息,以最大程度地减小危及人身安全与健康的风险;
- 充分考虑这些材料可能出现的腐蚀、磨损、侵蚀等情况,并且应尽量选择具有阻燃性(见 GB/T 5169 所有部分)、抗氢脆及环境友好的材料;
- 金属管路和金属连接件应符合 GB/T 20972.1—2007 中的规定;
- 非金属管道和相关配件应符合 GB/T 5563—2006、GB/T 15329.1、GB/T 20801(所有部分)中的规定;
- 硫化橡胶和热塑性橡胶部件应按 GB/T 3512—2001 的规定进行热空气加速老化试验和耐热试验(老化时间不低于 96 h),确保试验后的性能(弹性、拉伸强度等)仍能满足发电系统在预期寿命内安全使用。

4.4 压力设备与管道

4.4.1 压力设备

压力容器应按照 4.3 中的规定,采用适当的材料制造并应满足 4.1 中的相关要求。上述容器及其相关接头与配件在设计和制造时应具有足够的强度以保证正常工作并防止意外泄漏。压力容器的设计与制造应符合 GB 150(所有部分)的规定。

4.4.2 管道系统

管道及其相关接头与配件在设计和制造时应具有足够的强度以保证正常工作并防止意外泄漏。

4.4.3 废气排放系统

PEMFC 备用电源系统应配备能将尾气从系统内部传送到外界的排放装置。制造商应设计和制造符合下列要求的排气管道或在产品技术说明书中提供设计和制造排气管道的说明:

- a) 材料应满足 4.3 中规定的要求,排放系统应采用抗冷凝物腐蚀的材料制作。非金属材料应鉴定其耐温、强度和抗冷凝物反应的性能;

- b) 排气管道应具有适当的支撑并配备防雨盖或其他不限制或不阻碍气体垂直向上排放的部件；
- c) 应配备排水装置或措施，以防冰、雪和其他杂物在排气管内积聚或阻塞排气管道；
- d) 排气管道末端应置于室外安全地区，远离点火源和室内进风口；
- e) 除出口外 PEMFC 备用电源系统的排气系统应密封，不得有泄漏；
- f) 制造排气系统所用材料的耐受温度应高于输送废气的最高温度；
- g) 废气排放系统出口的氢气浓度应小于 75% LFL。

4.5 防火防爆措施(燃料柜与燃料电池机柜)

4.5.1 燃料柜的防火防爆措施

燃料柜应采取以下措施进行防火防爆：

- a) 燃料柜的设计要求如下：
 - 燃料柜要与外界有空气交换，以避免氢气在燃料柜内聚集；
 - 燃料柜内因安全需要使用的泄压装置的排出口应在室外安全区，远离点火源和室内进风口。泄压装置排出口的设计应考虑到在正常运行情况下不会被尘埃、雪花或植物堵塞。
- b) 燃料柜内部属于危险区域等级为 2 级区域，在此区域内制造商应通过以下措施确保消除点火源：
 - 区域内所安装的电气设备应符合 GB 3836 系列标准中 1、5 与 14 的规定；
 - 通过搭接、接地及选择适当的材料等方式消除静电。
- c) 可通过选用具有足够导电性的管道材料消除静电电荷的放电和积聚，或将气流速度限制在静电电荷难以积聚的数值以下。
- d) 当非金属管道壁内的金属导线或壁外的辫线和与其相连的导体断开时，可能会增加静电电荷放电的几率。此类导体应采用主动式的机械固定方式。

4.5.2 燃料电池机柜氢气浓度控制措施

燃料电池机柜为安装燃料电池模块及其辅助器件的机柜。通过下列方式保证燃料电池机柜内氢气浓度低于 50% LFL：

- a) 在燃料电池机柜的适当位置(氢气浓度最高点)安装氢气浓度传感器，实时监测燃料电池机柜内氢气浓度值；
- b) 当氢气浓度高于 25% LFL 时，设备要有声、光报警，同时启动通风设备将燃料电池机柜内的气体进行稀释保证氢气浓度值低于 25% LFL；
- c) 氢气浓度高于 50% LFL 时，自动切断氢气供应。

4.6 电气安全

电气系统的设计与结构应与电气及电子设备(包括电动马达及配件)的应用一样，需要满足相关电气产品的应用标准。如：

- GB 4943.1；
- GB 7260.1。

技术规范中应提供适用于 PEMFC 备用电源系统的应用场合。

制造商还应考虑燃料电池堆上的残余电荷。

4.7 电磁兼容性

PEMFC 备用电源系统不得在其周围产生超过规定水平的电磁干扰。除此以外，PEMFC 备用电源

系统电气设备应对电磁干扰具有足够的抵抗能力以便在其工作环境中正常运行。PEMFC 备用电源系统的电磁兼容性应符合 GB/T 17799.1、GB/T 17799.2、GB 17799.3、GB 17799.4 标准。

4.8 控制系统与保护部件

4.8.1 一般要求

PEMFC 备用电源系统在设计时应确保系统部件的单一故障不会升级为危险情况。

4.8.2 控制系统

设计和制造 PEMFC 备用电源系统的自动化电气和电子控制装置时,应满足 4.1.1 中规定的安全与可靠性分析的要求。民用、商用和轻工业用 PEMFC 备用电源系统应符合 GB 14536.1 中的要求。

手动装置应有明确标识,且其设计样式可防止意外调节、启动与关闭。

4.8.2.1 启动

仅当所有防护装置均已到位且起作用时,PEMFC 备用电源系统才能启动。

为保证下次进行正常启动,可采用适当的联锁装置。

4.8.2.2 关机系统

4.8.2.2.1 概述

根据 4.1.1 中规定的可靠性分析和 PEMFC 备用电源系统的功能性要求,PEMFC 备用电源系统应提供以下关机功能:

- 紧急关机:当 PEMFC 备用电源系统内部或外部情况恶化,继续运行 PEMFC 备用电源系统会带来危害时,应能够通过手动启动应急按钮而终止 PEMFC 备用电源系统的运行并同时自动切断氢气的供给;
- 正常关机:PEMFC 备用电源系统处于正常运行状态,通过启动控制设备而终止 PEMFC 备用电源系统的运行,关机后系统返回至待机状态;
- 非正常关机:PEMFC 备用电源系统处于非正常运行状态时,通过启动控制设备而终止 PEMFC 备用电源系统的运行。

4.8.2.2.2 紧急关机

紧急关机应是 PEMFC 备用电源系统控制系统的一部分,为了避免实际的或迫近的危险(该危险无法被控制装置更正),它应具备下列功能:

- 在不产生新的危险情况下阻止危险发生;
- 在必要情况下,触发或允许触发某些防护措施;
- 不论燃料电池处于何种运行模式,紧急开关启动后,紧急关机具有第一运行权;
- 在紧急开关没有复位的情况下系统不能重新启动;
- 紧急开关的复位不得导致任何危险情况的发生。

若根据 4.1.1 中的安全和可靠性要求采用手动紧急关机装置,则其应配备清晰可见、易于辨别并能迅速接触的诸如按钮等控制部件。

控制系统发生故障时应具有:

- 在关机按钮启动后,PEMFC 备用电源系统应能实现关机;
- 关机按钮不得受到妨碍;
- 保护装置应保持完整的效力;

——PEMFC 备用电源系统不应发生意外重启。

4.8.2.2.3 正常关机

在正常运行情况下能够自动或手动安全关机。关机后 PEMFC 备用电源系统返回至待机状态。

4.8.2.2.4 非正常关机

在不会立即带来危险的非正常状态下能够自动关机。非正常关机后 PEMFC 备用电源系统返回至待机状态并不能自动重新启动。

4.8.2.3 遥控系统

可遥控操作的 PEMFC 备用电源系统应具有一个贴有操作标识的操作开关或其他方法将 PEMFC 备用电源系统与遥控信号断开,以便就地操作人员对系统进行检查或维护。遥控系统应满足:

- 仅当遥控不会导致不安全状况时,方能在 PEMFC 备用电源系统上使用;
- 不得优先于就地设置的各种保护性安全控制措施。

4.8.3 保护性部件

为保证 PEMFC 备用电源系统能够正常运行,应安装恰当的保护设备与组件,并应满足以下条款:

- a) 恰当的保护设备与组件应由以下部件构成:
 - 保护装置;
 - 在合适的位置有足够的监控设备诸如指示器和/或报警器等,它们能够自动或手动操作,以保持 PEMFC 备用电源系统在允许限度内运行。
- b) 保护装置应符合:
 - 安装的位置满足维护和检测要求;
 - 独立于其他可能具有的各种功能。
- c) 应提供诸如安全阀等限压装置。
- d) 涉及安全的气体传感器应根据 IEC 61779-6 规定进行选择、安装、校对、使用和维护。
- e) 其他控制和设定装置应做出明确标识并详细说明预防操作错误的方法。其设计应能阻止意外操作发生。
- f) 在压力容器、高压气瓶等重型设备工作位置,需安装有防倒链、防护栏等机械结构。

4.9 阀门

4.9.1 关闭阀

关闭阀应符合以下要求:

- 所有传输流体的设备和系统,均应配备关闭阀,以便在关闭、试验、维护、失常或紧急情况下使用;
- 关闭阀应根据阀门的工作压力、温度和流体特征进行分级;
- 安装在关闭阀上的调节器应具有耐热性,可以承受从阀体传导来的热量;
- 电子式、液压式或气动式操作的各种类型的关闭阀,应能在驱动能量消失时转换到对系统的安全状态。

4.9.2 燃料供应阀

燃料供应阀应符合以下要求:

- 向 PEMFC 备用电源系统供应所用燃料,既具有操作阀的功能,又具有安全关闭阀的功能;
- 电气操作的燃料供应阀应符合 GB 14536.19 规定的要求。

4.9.3 泄压阀

泄压阀应符合以下要求:

- 当传输流体的压力高于泄压阀的排放压力后,流体从泄压阀排出;
- 当传输流体压力低于泄压阀排放压力,该泄压阀处于关闭状态,流体不能从该阀流出;
- 当管路中可能产生高于该段管路所能承受的压力时,需要安装泄压阀;
- 通过泄压阀排出的燃料,需通过专用排放管路或废气排放系统将释放的气体排放到外界。

4.10 流体驱动设备(可选)

4.10.1 一般要求

流体驱动设备应满足如下要求:

- 流体驱动设备的设计应满足正常运行条件下压力、温度和流体要求;
- 应对流体进口与出口管道采取适当的保护措施,以防止因振动而受到损坏;
- 轴密封件应该与所泵送的流体,以及预期在正常及紧急关机条件下的操作温度和压力相适应;
- 轴密封件设计应能避免出现危险性流体泄漏。若轴密封件出现危险性流体泄漏,则制造商应提供必要的抑制危险性流体的措施或稀释方法以避免对人身健康和安全的危害;
- 电机、轴承和密封件应适于预期工况;
- 旋转轴等旋转部件不能直接暴露,或在直接暴露旋转部件的环向位置安装保护装置,避免因设备异常导致飞出的物体直接损伤设备或人员。

4.10.2 压缩机(空压机及鼓风机)

4.10.2.1 压缩机应符合标准 GB 10892 中规定的要求。

4.10.2.2 除非安全可靠分析认为没必要配备,以下装置应与压缩机或压缩机系统一并提供:

- 泄压装置:用于将压缩气缸和不同压力段的相关压力限制在最大运行压力之内;
- 控制装置:用于排放压力过高和吸入压力过低时的自动关闭;
- 限压装置:用于避免入口处出现过压。

4.10.2.3 因容量小或排放压力过低而不属于 GB 10892 中规定标准范围内的压缩机仅需配备 4.10.2.2 中的配备装置。

4.10.3 液体泵(如水泵)

4.10.3.1 供水用电力泵应符合 GB 4706.71 中的规定。

4.10.3.2 电力泵或电力泵系统应配备以下装置:

- 将泵的入口压力和出口压力限制在管道设计压力以下的泄压装置。若电力泵的关闭压力小于管道的压力等级,则可不配备安全阀。
- 控制排放压力过高的自动关闭装置。

4.10.3.3 因容量小或排放压力小于 0.05 MPa 的泵仅需配备符合 4.10.3.2 中的配备装置。

4.11 机柜

4.11.1 PEMFC 备用电源系统机柜应具有足够的强度、刚性、耐用性、耐腐蚀性及其他物理性能,以确保在存储、运输、安装及最终使用地区的工作环境条件下,支撑和保护所有 PEMFC 备用电源系统部件

和管道。

4.11.2 根据 GB 4208 规定,拟用于室内不受气候条件影响的 PEMFC 备用电源系统机柜的设计和试验最低应符合 IP22 的等级。

4.11.3 拟用于受气候影响的室外环境的 PEMFC 备用电源系统,应根据 GB 4208 进行试验且符合防水防护等级的 4 级,并应保证启动和操作正常,同时不可有损坏或部件功能故障导致的危险情况发生。

4.11.4 根据预期应用,通风口的设计应考虑到在正常运行情况下不会被尘埃、雪花或植物堵塞。

4.11.5 用于制造 PEMFC 备用电源系统机柜的所有部件,包括接头、排气口和柜门垫片,应能承受在整个 PEMFC 备用电源系统使用寿命中可预见的物理、化学和热状态。

4.11.6 若工作人员能够完全进入机柜,则该机柜应视为受限空间且应在产品技术说明书内提供明确说明。

注:物理条件同时符合以下条件的称之为受限空间:

- a) 有足够的空间,让员工可以进入并进行指定的工作;
- b) 进入和撤离受到限制,不能自如进出;
- c) 并非设计用来给员工长时间在内工作。

4.12 隔热材料

PEMFC 备用电源系统所使用的隔热材料应保证:

——保护被隔热系统不受预计的冷、热与机械损害(包括受到大气环境损害);

——通过限制发热物体的表面温度,防止周围的可燃性材料被点燃;

——未来对管道、配件等进行维修时可以接触(该隔热材料不会对人体造成伤害)。

安装在 PEMFC 备用电源系统部件上的隔热材料和其内部连接件或胶粘件应满足:

——用机械或粘合方式固定其位置时,防止预计载荷与维修作业造成错位或损坏;

——可承受正常运行过程中所涉及流体的速度和温度。

为避免危害健康与安全的情况出现,制造商有必要在维护手册中规定隔热系统的检验方法与安全要求。

5 型式试验

5.1 一般要求

用来检测设计是否符合本标准的安全要求,检测的样本应该是 PEMFC 备用电源系统的代表性产品。

每个新设计都应进行型式试验(见表 2)。已经提前检测过的、构成本系统的部件在其额定或规定要求范围内使用时不需要重新进行试验。

试验燃料为:制造商指定纯度的氢气。

试验参考条件为:温度:15℃~35℃;湿度:45%~75%;大气压力:86 kPa~106 kPa。

5.2 泄漏试验

5.2.1 燃料电池机柜氢气泄漏试验

在进入燃料电池机柜的气体管路前安装一个能够测量泄漏率的、精度为 2%且泄漏量不低于流量计满量程四分之一的流量测量装置,使所有相关部件处于开启位置,以在试验区段的所有部件上均保持所要求的试验压力。气体进入试验区在大约 1 min 内逐渐达到不低于最大工作压力 1.1 倍的压力,该压力应保持 30 min,然后读取流量测量装置上的数值,该数值为泄露量。如果用氦气或氮气做试验气

体,漏气速率应该按照式(1)校正:

$$q_{\text{fuel}} = Rq_{\text{test}} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

q_{fuel} ——燃料气体泄漏速率, NmL/s 或 NmL/min;

q_{test} ——试验气体泄漏速率, NmL/s 或 NmL/min;

R ——修正系数,计算方法见式(2)或式(3)。

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

式中:

d_{test} ——试验气体的比重;

d_{fuel} ——燃料气体的比重。

或者

$$R = \mu_{\text{test}}/\mu_{\text{fuel}} \dots\dots\dots(3)$$

式中:

μ_{test} ——试验气体的绝对黏度;

μ_{fuel} ——燃料气体的绝对黏度。

应采用式(2)和式(3)计算修正系数 R ,取较高值。

可接受的泄漏率应为在自然通风的条件下不会导致某个区域的燃料浓度超过其燃烧下限(LFL) 25%的泄漏率。

若采用机械通风稀释泄漏燃料的浓度,则最大允许泄漏率可通过式(4)确定:

$$L = 0.01 \times (V/R) \dots\dots\dots(4)$$

式中:

L ——每个部件或者所有部件的最大允许泄漏率,单位为立方米每小时(m^3/h);

V ——最低通风率,单位为立方米空气量每小时(m^3/h)。

应采用式(2)和式(3)计算修正系数 R ,取较高值。

当使用低于 100%的燃料气体时,最大允许泄漏率可通过式(5)计算:

$$L = 0.01 \times (V/R) \times (1/C) \dots\dots\dots(5)$$

式中:

C ——燃料气体的体积浓度。

5.2.2 燃料柜气体泄漏试验

在燃料柜气体进入燃料电池机柜的接口处安装精度为 0.5%的压力传感器和截止阀。关闭截止阀后打开氢气瓶阀门及管路上其他的阀门,系统达到额定工作压力并稳定 1 min 后,记录压力传感器测得的压力。关闭氢气瓶阀门,24 h 后记录压力传感器测得的压力。按照式(6)进行计算,泄漏率以平均每小时小于 0.5%为合格。

$$L = 1 - P_2 T_1 Z_1 / P_1 T_2 Z_2 \dots\dots\dots(6)$$

式中:

P_1 ——测量开始时记录的压力;

P_2 ——测量结束时记录的压力;

Z_1 —— P_1 压力下的压缩因子;

Z_2 —— P_2 压力下的压缩因子;

T_1 ——记录 P_1 时的环境温度;

T_2 ——记录 P_2 时的环境温度。

氢气的压缩因子按照式(7)进行计算,如下所示:

$$Z = 0.006 8P + 0.996 4 \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中:

P ——需要计算压缩因子的压力,单位为 MPa。

5.2.3 液体泄漏试验

该试验方法是用来评价包括诸如液体燃料和液体冷却剂的泄漏情况。

试验流体应为设计流体。若制造商认为利用设计流体进行试验不切实际,则可选择水或其他无毒液体作为试验液体。若该液体可燃,则其燃点至少应为 50 °C,并应考虑试验环境。

- a) 金属区:金属部件制成的试验区在任何一点的静水试验压力均应符合以下要求:
- 不低于最高设计压力的 1.1 倍;
 - 当设计温度高于试验温度时,应根据以下式(8)计算最低试验压力,当 S_T/S 大于 6.5 时,取 6.5 进行计算。

$$P_T = 1.1PS_T/S \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中:

- P_T —— 试验表压的最低压力;
- P —— 内部最高设计表压;
- S_T —— 试验温度下,管子的许用应力;
- S —— 设计温度下,管子的许用应力。

- b) 非金属区:由非金属部件制成的试验区在任何一点的静水试验压力应符合以下要求:
- 不低于最高设计压力的 1.1 倍,且不得超过系统中最低额定部件的最大额定压力的 1.1 倍;
 - 当设计温度高于试验温度时,最低试验压力应根据式(8)给出的计算方法进行计算。

注 1:如果在试验温度下,试验压力产生超出屈服强度的一个公称应力或者纵向应力,则应将该试验压力降至在高温下不会超出屈服强度的最大压力。

注 2:在静水压试验之前,可在大于 170 kPa 的表压下利用合适的试验流体进行一次初步试验,以找到主要的泄漏点。

输送液体部分的所有外部表面应外露以方便泄漏检查。若某些部件看不见,则应采取措施将泄漏捕捉并追溯到一个可视点。若泄漏不能追溯,则应由制造商制定出其他泄漏检查方法。

被测部分应充满液体介质并连接到一个合适的液压系统,包括能够保持所需试验压力的压力测量装置。如果实验介质为可燃,则在液体填充过程中应对试验区进行通风。

应逐渐增加试验压力以达到所需要的表压。该压力应保持 30 min,必要时可以延长以完成泄漏检查。同时还应检查系统的所有外表面是否有任何泄漏迹象。不允许有液体泄漏。任何可见的渗漏证据均可作为产品不合格的依据。

5.3 强度试验

5.3.1 概述

PEMFC 备用电源系统中输送可燃气体燃料的所有部分应按照以下要求的条款进行强度试验。

5.3.2 气体部分

输送可燃气体(包括接头和连接处)的部件应能够承受以下表压且不出现破裂、断裂、变形或者其他物理损坏:

- 对于承受低于 3.4 kPa 的最大工作压力的试验区,应施加 5 倍于其最大允许工作压力的内部静态压力;
- 对于承受 3.4 kPa~11 kPa 之间的最大工作压力的试验段,应施加 17 kPa 的内部静态压力;

——对于承受大于 11 kPa 的最大工作压力,但不超过国家压力标准范围的最低压力值的试验段,应施加不低于最大允许工作压力 1.5 倍的试验压力。

试验介质应该逐渐进入试验段,在大约 1 min 内达到上述规定的均匀表压。该压力应保持至少 1 min,在此压力保持过程中,不得发生破裂、断裂、变形或者其他物理损坏。

5.3.3 液体部分

试验段应充满液体介质并连接到一个合适的液压系统,包括能够保持所需试验压力的一个压力测量装置。应小心排空试验段的空气。

应逐渐增加液体压力以达到不超过最大允许工作压力 1.5 倍的均匀表压。该压力应保持至少 1 min,且在此压力保持过程中不得发生破裂、断裂、变形或者其他物理损坏。

5.4 电气过载试验

PEMFC 备用电源系统应能够承受电气过载。在制造商允许输出电流高于额定电流,且能工作一段时间的情况下,PEMFC 备用电源系统应先在额定电流下达到热稳定状态,然后将输出电流增加到制造商允许的数值并在 10 min 内保持不变。

PEMFC 备用电源系统不应有起火、震动、破裂、断裂、永久变形或者其他物理损坏的危险。

若制造商规定不允许 PEMFC 备用电源系统在高于额定电流下运行,则可以不进行该试验。

5.5 电介质要求

5.5.1 泄漏电流

PEMFC 备用电源系统直流部分的泄漏电流应符合 GB 4943.1—2011 中 5.1 的要求。

5.5.2 介电强度

固体电介质应符合 GB 4943.1—2011 中 5.2 的要求。固体绝缘体应预热到相当于正常运行的温度。

注:本试验不包括液体电介质,例如冷却剂使用的那些电介质。

本试验可隔离燃料电池堆进行。

5.5.3 接地性能

系统应具有工作地和保护地,且应有明显的标志,接地点应用铜螺母(直径 \geq M8),接地线截面积应不小于 10 mm²;配电单元外壳、所有可触及的金属零部件与接地螺母间的电阻应不大于 0.1 Ω 。

5.6 停机参数验证试验

应使用模拟试验处理异常情况或者制造商提供支持性证据来证实能实现所需要的功能。

针对 4.1.1 所描述的安全与可靠性分析引起的任何重要异常情况,应提供 PEMFC 备用电源系统的相关系统的自动停机方法。

5.7 氢气排气口浓度试验

PEMFC 备用电源系统气体排出口的氢浓度应低于 75%LFL。

在 PEMFC 备用电源系统额定运行时,在气体排放口中轴延长线 10 cm 处安放氢气浓度检测仪,测定并记录运行 10 min 内排放气体中氢气的浓度。在测试过程中不允许氢气浓度超过 75%LFL。

5.8 排气温度试验

试验方法 PEMFC 备用电源系统达到额定运行工况 30 min 后,使用热电偶或者类似的装置测量排气口的温度,构成该通风系统的材料至少应能够承受的温度高于测得温度 20 ℃。

5.9 表面和部件的温度测量

表面和部件的温度测量及要求如下:

- a) 当 PEMFC 备用电源系统达到热平衡条件时,应使用红外温度测量装置对温度进行测量,测量的温度值应满足以下要求:
 - PEMFC 备用电源系统工作时,进行常规检验和日常工作的人员可能接触到的任何表面的最高温升值不得超过 4.1.4 规定的限值;
 - 任何其他可能暴露于可燃气体或者蒸汽中的表面的最高温度应满足 4.5.1b) 规定的要求;
 - 系统部件的最高温度不得超过部件的额定温度。
- b) 墙壁、地面和天花板的温度

本试验仅适用于拟安装在易燃表面上或其附近的 PEMFC 备用电源系统。

试验时,将 PEMFC 备用电源系统放置在木质的试验台上。制造商应规定出 PEMFC 备用电源系统和试验台的后面墙壁、侧面墙壁、天花板(以及门面板)之间的距离。

PEMFC 备用电源系统应于额定功率输出下运行。在达到平衡温度后,应使用红外温度测量装置测量试验台的温度,以确认是否满足 4.1.4 的规定。

5.10 淋雨试验

淋雨试验适用于安装在室外的 PEMFC 备用电源系统。应依照厂商声明的 IP 等级进行淋雨试验,试验结果要满足给出的 IP 等级的要求。

表 2 型式试验列表

序号	项目	试验内容	判断标准
1	燃料电池机柜氢气泄漏试验	5.2.1	1. 在自然通风的条件下不会导致某个区域的燃料浓度超过其燃烧下限(LFL)25%的泄漏率。 2. 采用机械通风,泄露量小于式(4)计算出的数值
2	燃料柜气体泄漏试验	5.2.2	泄漏率不能大于 0.5%
3	液体泄漏试验	5.2.3	不允许有液体泄漏
4	气体部分	5.3.2	在压力保持过程中,不得发生破裂、断裂、变形或者其他物理损坏
5	液体部分	5.3.3	在压力保持过程中,不得发生破裂、断裂、变形或者其他物理损坏
6	电气过载试验	5.4	系统不应有起火、震动、破裂、断裂、永久变形或者其他物理损坏的危险
7	泄漏电流	5.5.1	符合 GB 4943.1—2011 中 5.1 的要求
8	介电强度	5.5.2	符合 GB 4943.1—2011 中 5.2 的要求
9	接地性能	5.5.3	所有可触及的金属零部件与接地螺母间的电阻应不大于 0.1 Ω
10	停机参数验证试验	5.6	针对 4.1.1 所描述的安全与可靠性分析引起的任何重要异常情况,应提供 PEMFC 备用电源系统的相关系统的自动停机方法,并进行验证

表 2 (续)

序号	项目	试验内容	判断标准
11	氢气排气口浓度试验	5.7	氢气浓度超过 75% LFL
12	排气温度试验	5.8	通风系统的材料至少应能够承受的温度高于测得温度 20 °C
13	表面和部件的温度测量	5.9	满足 4.1.4 的规定
14	淋雨试验	5.10	应依照厂商声明的 IP 等级进行淋雨试验, 试验结果要满足该 IP 等级的要求

6 例行试验

所有产品均应进行表 3 中所列出的例行试验项目。例行试验应在模拟 PEMFC 备用电源系统所设计的应用环境下进行, 以获得所需的运行状态。

若例行试验直接与 PEMFC 备用电源系统的初始启动和调节步骤一起进行, 则应将 PEMFC 备用电源系统连接到调节设备并使其处于制造商规定的运行条件下。

表 3 例行试验列表

序号	项目	对应章节	判断标准
1	燃料电池机柜氢气泄漏试验	5.2.1	1. 在自然通风的条件下不会导致某个区域的燃料浓度超过其燃烧下限(LFL)25%的泄漏率。 2. 采用机械通风, 泄露量小于式(4)计算出的数值
2	燃料柜气体泄漏试验	5.2.2	泄漏率不能大于 0.5%
3	液体泄漏试验	5.2.3	不允许有液体泄漏
4	电气过载试验	5.4	系统不应有起火、震动、破裂、断裂、永久变形或者其他物理损坏的危险
5	泄漏电流	5.5.1	符合 GB 4943.1—2011 中 5.1 的要求
6	介电强度	5.5.2	符合 GB 4943.1—2011 中 5.2 的要求
7	接地性能	5.5.3	所有可触及的金属零部件与接地螺母间的电阻应不大于 0.1 Ω
8	停机参数验证试验	5.6	针对 4.1.1 所描述的安全与可靠性分析引起的任何重要异常情况, 应提供 PEMFC 备用电源系统的相关系统的自动停机方法, 并进行验证
9	氢气排气口浓度试验	5.7	氢气浓度不超过 75% LFL

7 标识、标签和包装

7.1 一般要求

PEMFC 备用电源系统应根据 GB/T 2893.2—2008 中的规定进行标识。

7.2 安全标识

应对用户所用的所有部件进行标识,以便与用户手册中的 PEMFC 备用电源系统图纸进行核对。

警示标志应放置在明显的位置,对电气危险、排放阀、高热部件和机械危害进行“警示”标识。

人机界面中使用的控制装置、视觉指示器以及显示器(尤其是那些与安全有关的),应将其功能清楚地标识在旁边或者相邻的地方。

7.3 文件

对于每个 PEMFC 备用电源系统,制造商应提供安全、安装、操作、维护和保养所必需的资料,可以以安装手册、操作手册和维护保养手册的形式出现。

附录 A 给出了本标准中涉及的重要危险、危险情况及事件。

附录 A
(资料性附录)

本标准中涉及的重要危险、危险情况及事件

表 A.1 给出了本标准中涉及的重要危险因素、危险情况及事件,包括相关的章节号。

表 A.1 重要危险、危险情况及事件

重要危险、危险情况及事件	章节号
由于以下原因造成的机械危险、电气、热危险	
形状(尖锐表面)	4.1
质量和稳定性(元件的势能可能会使元件在重力的作用下发生移动)	4.1
质量和速度(元件在受控或非受控运动中产生的动能)	4.1、4.12
机械强度不足(材料或几何尺寸不符合规范)	4.1、4.4、4.11
压力下的流体(压力过大,流体在压力下的喷射,真空)	4.1、4.4
静电现象	4.5
电磁现象	4.7
人员与高温表面的接触	4.1
高温流体的释放	4.4
热疲劳	4.3、4.4
设备温度过高导致不安全运转	4.8
材料和物质产生的危险	
由于接触、吸入流体、气体、烟雾、烟气以及粉尘造成的危害	4.1
由于可燃流体泄露造成的火灾或者爆炸危害	4.5
内部可燃混合物聚集造成的火灾或者爆炸危害	4.5
由于材料变质(例如腐蚀)或者累积(例如结垢)造成的危险情况	4.3
由故障造成的危害	
由故障或软件或控制逻辑不适宜造成的不安全运转	4.8
因控制电路或防护/安全部件故障造成的不安全运转	4.8
因停电造成的不安全运转	4.8
因忽略人机工程理论原则而导致的危害	
因涉及不当、手动控制位置或标识不当造成的危害	4.8
因涉及不当或图像显示装置和警告标志位置不当造成的危害	4.8
因偏离正确操作造成的危害	4.8

表 A.1 (续)

重要危险、危险情况及事件	章节号
因制造/装配/安装失误造成的危害	4.1
环境危害	
在极热/极冷环境下的不安全运转	4.11
雨,洪水	4.11
地震	4.2
雪,冰	4.11
大气污染	4.1

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
质子交换膜燃料电池备用电源系统 安全
GB/T 31036—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

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

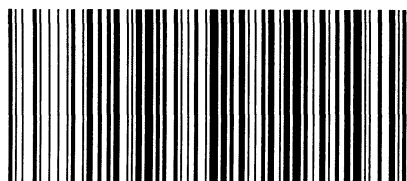
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 37 千字
2014年12月第一版 2014年12月第一次印刷

*

书号: 155066·1-50387 定价 24.00 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 31036—2014