



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 34872—2017

---

## 质子交换膜燃料电池供氢系统技术要求

Technical requirements of hydrogen supply system for proton exchange  
membrane fuel cells

2017-11-01 发布

2018-05-01 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



## 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:北京亿华通科技股份有限公司、上海汽车集团股份有限公司、上海攀业氢能源科技有限公司、新研氢能源科技有限公司、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、武汉理工大学、上海神力科技有限公司、中国质量认证中心、武汉众宇动力系统科技有限公司、广东合即得能源科技有限公司、中国电器工业协会。

本标准主要起草人:谢添、张禾、刘萍、吴兵、董辉、齐志刚、靳殷实、崔鹤松、李赏、张若谷、王刚、潘牧、陈晨、李骁、黄平。



# 质子交换膜燃料电池供氢系统技术要求

## 1 范围

本标准规定了质子交换膜燃料电池供氢系统(以下简称“燃料电池供氢系统”或“供氢系统”)的系统分类、技术要求、试验方法、标识、包装及运输。

本标准适用于质子交换膜燃料电池提供氢气的系统。

## 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 3634.1 氢气 第1部分:工业氢

GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP代码)

GB/T 6681 气体化工产品采样通则

GB 12358 作业场所环境气体检测报警仪 通用技术要求

GB 16808 可燃气体报警控制器

GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3—2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 18384(所有部分) 电动汽车 安全要求

GB/T 20042.1 质子交换膜燃料电池 第1部分:术语

GB/T 24499 氢气、氢能与氢能系统术语

GB/T 24548 燃料电池电动汽车 术语

IEC 61779-6 可燃性气体的检测和测量的电气装置 第6部分:可燃气体检测和测量装置的选择、安装、使用和维护指南(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、GB/T 24499 和 GB/T 24548 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**燃料电池供氢系统 fuel cell hydrogen supply system**

为燃料电池供应氢气,与氢气的制备、存储与供给相关的装置总和。

### 3.2

**储氢容器 hydrogen storage vessel**

用于容纳氢气或储氢材料的容器,不包括放置或嵌在容器内部或外部的任何附件。

### 3.3

**产氢物质 hydrogen production material**

本身或与其他物质通过物理或化学过程产生氢气的物质。

3.4

**制氢装置 hydrogen production equipment**

通过产氢物质的物理或化学过程产生氢气的装置。

注：该装置包括产氢物质的加注口。

4 系统分类

供氢系统按照储氢的化学形态不同可分为：

- 以气态单质形式储存氢气的质子交换膜燃料电池供氢系统，即将氢气存储于储氢容器直接为燃料电池供应氢气的系统，包括下列单体设备或装置：储氢容器、氢气管路、截止阀、减压阀、压力释放装置、换热装置、监测装置和其他附属装置等。结构示意图如图 1 所示。图中管件总成包括与氢直接接触或者成为供氢系统一部分的元件、管路及接头等，可以由金属和非金属管件构成。
- 以化合物形式储存氢气的质子交换膜燃料电池供氢系统，即利用产氢物质，主要有金属储氢化合物、液态有机储氢化合物、氨类储氢化合物、甲醇、液态水等通过物理或化学过程制备氢气，实现向燃料电池供应氢气的系统，包括下列装置：制氢反应装置、防护罩/外壳、散热器、氢气纯化装置、气体缓冲装置、管路、监测装置和其他附属装置等。结构示意图如图 2 所示。

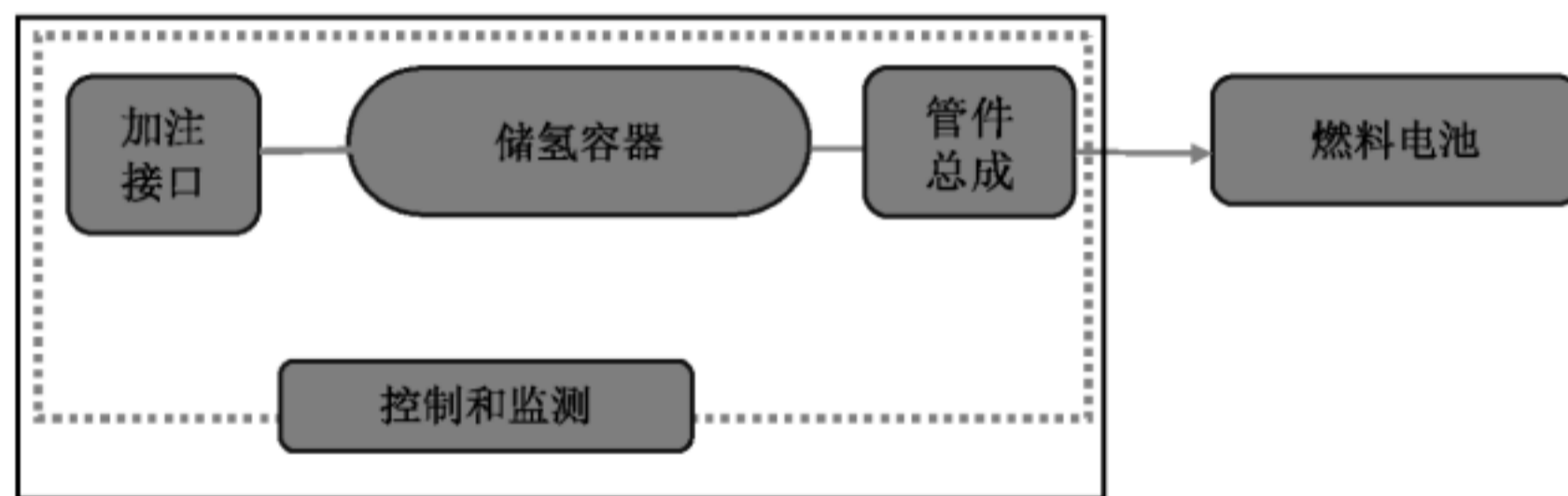


图 1 以气态单质形式储存氢气的燃料电池供氢系统结构示意图

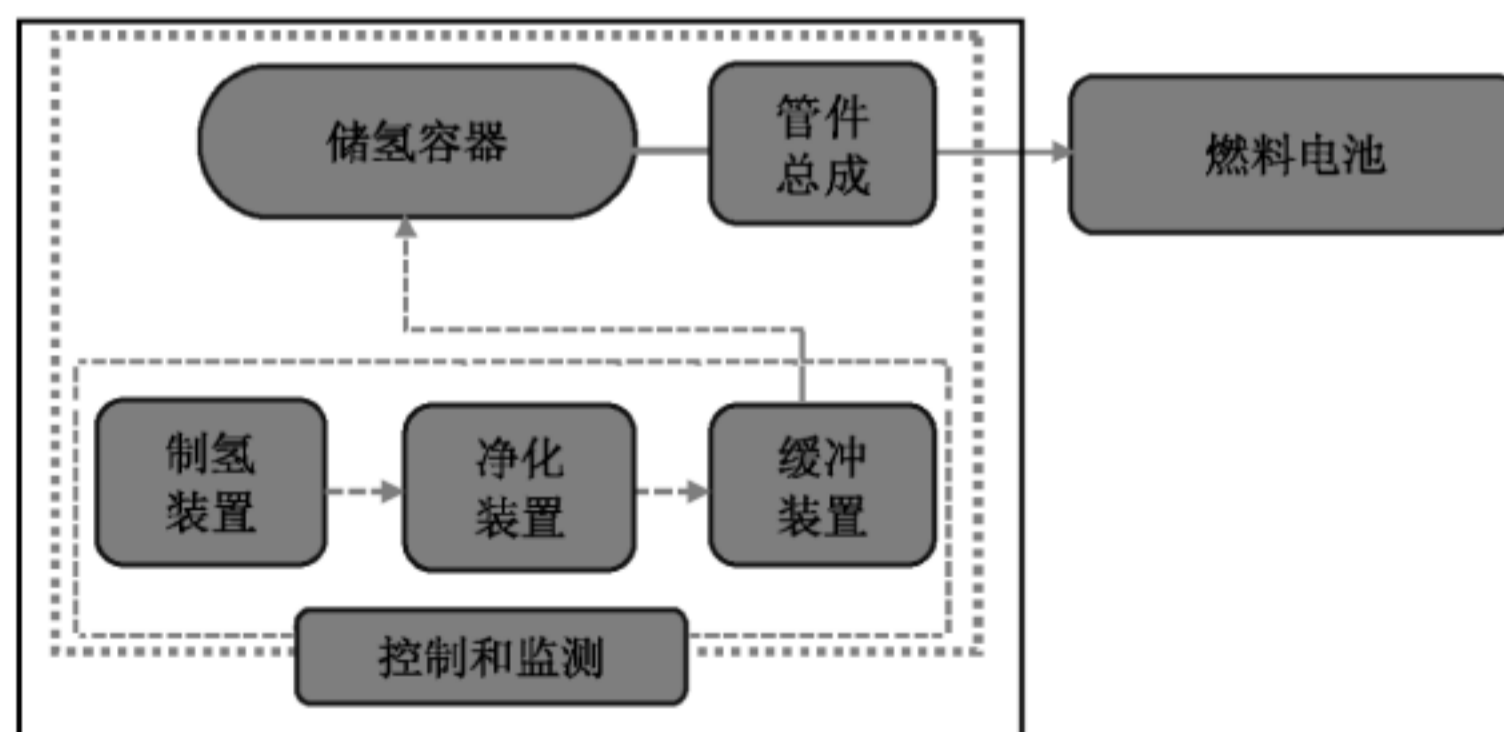


图 2 以化合物形式储存氢气的燃料电池供氢系统结构示意图

## 5 技术要求

### 5.1 一般要求

#### 5.1.1 总则

燃料电池供氢系统应满足燃料电池用氢气规模、对氢气品质的技术要求,合理配置。使用的单体设备或装置、管件、材料等的设计、制造、检验和验收应符合相关标准规定。

#### 5.1.2 振动与冲击

燃料电池供氢系统应具备一定的抗振动和冲击的能力,保证正常使用、运输或储存过程中产生的振动和冲击不会对供氢系统各部件产生损害。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,包括由系统自身中的单体及辅助设备所产生的、以及由外部环境产生的振动和撞击。

供氢系统经历不良振动和撞击后,需满足 6.2.1 和 6.2.2 的要求,应有预防措施确保人员和财产安全。

#### 5.1.3 材料选择

燃料电池供氢系统由于直接或间接与氢气接触,应具有与氢气相容特性,所选材料应满足以下要求:

- 在所有的使用条件下,具有必要的化学稳定性,使用中不会发生各种形式的化学反应,以避免这些反应形成对氢气的污染。最大可能的避免发生氢脆、氢腐蚀、应力腐蚀和其他形式的腐蚀。所选材料的抗氢脆性,可以参照 ISO 11114-4 进行试验。
- 适应供氢系统物理环境的变化,符合各项机械性能要求,并在使用条件下保持稳定的力学性能。
- 非金属管道和相关配件材料满足相应标准的规定要求。
- 所选用材料满足供氢系统整体预期寿命的要求。
- 当已知所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,以最大程度地降低人身安全与健康风险。

#### 5.1.4 电气系统

5.1.4.1 供氢系统所有电气元件和接线应该在机械强度、绝缘和电流承载能力方面满足氢气安全使用要求。线束走向等应合理布置,且卡固良好,尽量避免与相邻部件摩擦。线路中宜设置过电流保护装置。

5.1.4.2 电气元件的材料应该能够满足供氢系统的使用环境,在选择电绝缘材料时,应考虑材料的机械强度、电绝缘强度和热绝缘特性,即使在出现火灾和事故时也能够起到防护作用。

5.1.4.3 供氢系统所用电磁启闭的元件、部件采取必要的措施,避免同其他电磁设备因电磁干扰产生不良影响。

5.1.4.4 供氢系统所有电气元件的开口或接头应采取保护措施防止破损。有产生电火花危险的电气元件,应予以适当的包覆。

5.1.4.5 电气元件所发出的电磁波,不应对其他电气设备的功能产生持续且重大的干扰。

5.1.4.6 为防止电气系统使用过程中产生破损、短路,并且避免电火花等对使用者或操作人员产生的危害,线路应加以适当的保护或在没有妨碍的位置装设防护。电源接口应避免设置在氢气入口附近。

5.1.4.7 根据供氢系统结构特点对电气系统及配线等进行接地检查。

### 5.1.5 安装

5.1.5.1 燃料电池供氢系统安装前,应检查供氢系统单体设备、管路及附件的各种合格证、技术文件,制定安装就位方案和相关安全措施。

5.1.5.2 要充分考虑使用环境对供氢系统可能造成的伤害,采取必要措施,避免热源以及电器、蓄电池等可能产生电弧的部件对供氢系统的安全影响。

5.1.5.3 供氢系统可能产生静电的地方要可靠接地,或采取其他控制氢泄漏量及浓度的措施,以使得即便在产生静电的地方,也不至发生安全问题。金属管路和金属连接件应可靠接地,适应氢气环境。

5.1.5.4 供氢系统应安装牢固,应避开易摩擦、易受冲击的位置,或者采取缓冲保护措施,以防止应用时发生位移或损坏。

5.1.5.5 供氢系统涉及的压力容器,应符合压力容器的相关标准。

5.1.5.6 供氢系统安装在不能充分换气的封闭或半封闭空间时,应该使用密封箱或其他等效处理方法,密封箱应满足如下要求:

- a) 密封箱的排风口位于装置最高点,且排放气体流动的方位、方向应远离人、电源、火源。排放方向满足如下要求:
  - 1) 不应直接排到燃料电池应用装置操作室等密闭空间;
  - 2) 不应排向容易产生静电的装置;
  - 3) 不应排向露出的电气端子、电气开关器件及其他引火源;
  - 4) 不应排向其他储氢容器。
- b) 密封箱按照附录 A 进行密封和排气测试。
- c) 密封箱的电子接头和元件不能产生火花。
- d) 密封测试时,密封箱不发生任何永久变形。

5.1.5.7 供氢系统安装完成后,应检查各相关尺寸、连接管线的正确性、气密性;检查电气接地的正确性和接地电阻。

### 5.1.6 使用环境

5.1.6.1 制造商应规定燃料电池供氢系统的使用条件,应包括以下因素:

- a) 海拔高度;
- b) 工作温度;
- c) 相对湿度;
- d) 储存温度;
- e) 使用寿命。

5.1.6.2 建议燃料电池供氢系统应能在下列环境条件下正常运行:

- a) 海拔高度: $\leq 3\ 000\ \text{m}$ ;
- b) 环境温度: $-10\ ^\circ\text{C} \sim 50\ ^\circ\text{C}$ ;
- c) 相对湿度: $\leq 95\%$ ;
- d) 储存温度: $-40\ ^\circ\text{C} \sim 60\ ^\circ\text{C}$ 。

### 5.1.7 动态响应

供氢系统供氢流量应满足燃料电池需求。即在供氢系统供氢压力达到要求范围时,其提供的氢气流量可以跟随燃料电池系统的需求而动态跟随,满足燃料电池系统的用氢量需求。



## 5.2 功能要求

### 5.2.1 供氢能力

供氢系统在可用压力范围内应能够满足燃料电池系统的氢气需求。

供氢系统应有过流保护装置或其他措施,当检测到储氢容器或管道内压力异常降低或流量异常增大时,能自动关断储氢瓶内的氢气供应;如采用过流保护阀,该阀应安装在主关断阀上或紧靠主关断阀处。

主关断阀、储氢容器的单向阀以及压力释放阀应集成在一起,装在储氢容器端头。对于多氢瓶系统,每个储氢瓶的端头应分别安装手动关断阀或其他装置,在加氢、排氢及维修时可根据需要单独隔断每个储氢瓶。

### 5.2.2 氢气品质

燃料电池供氢系统供应的氢气品质应能满足表 1 要求。

表 1 氢气品质要求

序号	项目名称	指标
1	氢含量(最小摩尔分数)	99.99%
非氢组分最大浓度		
2	气体总量	100 $\mu\text{mol/mol}$
3	氧( $\text{O}_2$ )	5 $\mu\text{mol/mol}$
4	水	5 $\mu\text{mol/mol}$
5	总硫含量	0.004 $\mu\text{mol/mol}$
6	甲醛( $\text{HCHO}$ )	0.01 $\mu\text{mol/mol}$
7	甲酸( $\text{HCOOH}$ )	0.2 $\mu\text{mol/mol}$
8	氨( $\text{NH}_3$ )	0.1 $\mu\text{mol/mol}$
9	一氧化碳	0.2 $\mu\text{mol/mol}$
10	二氧化碳	2 $\mu\text{mol/mol}$
11	总烃(以 $\text{CH}_4$ 计)	2 $\mu\text{mol/mol}$
12	氦( $\text{He}$ )、氮( $\text{N}_2$ )、氩( $\text{Ar}$ )	100 $\mu\text{mol/mol}$
13	卤化物(以氯化氢计)	0.05 $\mu\text{mol/mol}$
注:颗粒物的指标可参考 ISO 14687(所有部分)的规定。		

### 5.2.3 控制和监测

#### 5.2.3.1 余量监测

在易于观察处,设置氢气剩余量仪表。

#### 5.2.3.2 实时监测

供氢系统应具有能够实时监测储氢容器或管路压力及温度的能力,相应传感器材料应能够与氢完全兼容。当氢系统检测到气瓶或管路压力超过允许最大压力或检测到气瓶温度超过最高允许温度时,

应主动报警,同时关断气瓶阀停止供氢。

当氢系统检测到储氢容器压力低于安全值时,应主动关断阀件停止供氢。

### 5.3 安全要求

#### 5.3.1 气密性

在 1.05 倍~1.1 倍额定工作压力下,储氢容器、压力容器、焊接点、法兰、垫片、阀门及连接处用中性发泡液检漏,3 min 内所有检测点不能产生可见气泡或者泡沫。

#### 5.3.2 泄漏量

在 1.05 倍~1.1 倍额定工作压力下,供氢系统在稳态下每小时氢气泄漏量应小于 0.5%。在安装供氢系统的封闭或半封闭空间上方合适位置,至少安装一个氢气浓度传感器,实时监测氢气的泄漏量,并将信号传递给氢气泄漏报警装置。

#### 5.3.3 安全措施

##### 5.3.3.1 压力保护

系统应该带有检测压力的部件,当系统检测到供氢压力低于产品规定的最低压力,应发出报警;当系统检测到供氢压力高于产品规定的最高压力时,应发出报警,同时关断气瓶阀停止供氢。

##### 5.3.3.2 泄压装置

系统应该有泄压装置,当系统压力大于设计压力时可以及时释放压力。为便于供氢系统操作及维护可根据需要安装手动泄压阀。

##### 5.3.3.3 接地性能

系统应具有接地点,且应有明显的标志,接地点应用铜螺母;供氢系统外壳、所有可触及的金属零部件与接地端子间的电阻应不大于 0.1  $\Omega$ 。

##### 5.3.3.4 防护等级

系统防护等级应符合 IP53。当完成防护等级试验后,系统部件不应有损坏或故障的迹象,也不应出现水在发电系统任何部件中的有害聚集。

##### 5.3.3.5 氢气泄漏探测、压力释放装置

###### 5.3.3.5.1 氢气浓度传感器报警

供氢系统或其安装使用位置应设置氢气泄漏浓度连续测定和报警装置。氢气浓度传感器应符合 GB 16808 和 GB 12358 的规定要求。报警装置应根据氢气浓度的大小发出不同等级的报警信号。浓度与报警信号的级别可由供氢系统使用者根据具体的使用环境和要求决定。

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。

###### 5.3.3.5.2 压力释放装置

供氢系统应设置压力释放装置(PRD),在释放管路的出口处采取必要的保护措施,防止在使用过程中被异物堵塞,影响气体释放。通过压力释放装置释放的氢气,不应:

- a) 直接排到密闭或半封闭空间;

- b) 排向容易产生静电的装置或空间；
- c) 排向露出的电气端子、电气开关器件及其他引火源；
- d) 排向其他储氢容器。

#### 5.3.4 电磁兼容性

燃料电池供氢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，供氢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。具体要求如下：

供氢系统的静电放电抗扰度限值应符合 GB/T 17626.2—2006 中试验等级 3 的规定。试验期间，被测样品不应损坏、故障或发生状态改变，但允许指示灯闪烁，试验后系统应能正常工作。

射频电磁场辐射抗扰度限值应符合 GB/T 17626.3—2016 中试验等级 3 的规定。试验后设备性能不应发生永久性的损伤或降低，系统应能正常工作。

#### 5.3.5 绝缘要求

供氢系统触电防护应符合 GB/T 18384 要求。

### 5.4 启动及关断

#### 5.4.1 启动

当所有防护装置均已到位且起作用时，供氢系统才能启动。为保证下次正常启动，可采用适当的联锁装置，应具备手动、自动启动功能。

#### 5.4.2 关断

根据燃料电池供氢系统的功能性要求，供氢系统应提供关断功能：

- a) 紧急关断：当供氢系统内部或外部情况恶化，继续运行供氢系统会带来危害时，应能够通过手动启动应急按钮而终止供氢系统的运行并同时自动切断氢气的供给。应具备如下功能：
  - 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；
  - 不论供氢系统处于何种运行，紧急开关启动后，紧急关断具有第一运行权；
  - 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。
- b) 正常关断：供氢系统处于正常运行状态通过启动控制设备而终止供氢系统运行。在正常运行情况下能够自动或手动安全关断。
- c) 非正常关断：供氢系统处于非正常运行状态时，通过启动控制设备而终止系统的运行。在不会立即带来危险的非正常状态下能够自动关断，但不能自动重新启动。

当出现下列情况之一时，应停机检查：

- 监测的空气中氢气浓度超过 1.0%；
- 电力供应故障；
- 系统检测到制氢系统内富氢化合物余量低于设定值；
- 系统氢气压力超过/低于设定安全值；
- 系统监测到温度超过设计安全值；
- 系统监测到储氢容器或管道流量反常增大或压力快速下降。

#### 5.4.3 启动时间

对于以单质形式储存氢气的供氢系统，高压储氢启动时间由电磁阀控制，按燃料电池需求启动

供氢。

对于以化合物形式储存氢气的供氢系统启动时间可根据用户要求确定,一般:

- a) 在热待机条件下,额定流量从 0 到 80% 额定流量的启动时间不应大于 10 min,0 到 100% 额定流量的启动时间不大于 15 min;
- b) 在停机条件下且利用燃料燃烧实现氢气产生设备加热时,额定流量从 0 到 80% 额定流量的启动时间不应大于 45 min,0 到 100% 额定流量的启动时间不大于 50 min;
- c) 在停机条件下且利用电加热装置实现氢气产生设备加热时,额定流量从 0 到 80% 额定流量的启动时间不应大于 120 min,0 到 100% 额定流量的启动时间不大于 125 min。

## 6 试验方法

### 6.1 氢气品质

供氢系统供应氢气中杂质的检测,可参照 GB/T 3634.2—2011 规定的方法检测。气体样品的采样原则及一般规定应符合 GB/T 6681 规定。氢气品质检测的取样点,应在供氢系统氢气冷却装置之后、存储容器之前。

### 6.2 安全要求

#### 6.2.1 气密性

试验介质采用氢气、氦气或者其他惰性的混合物,应包含 5% 的氢气或者 10% 的氦气,或者其他已被证明可检测的含量。如果有一种介质得到相关技术部门、公告机构或者监督部门的许可后也可以作为试验介质。

气密性试验压力为设计压力,试验开始后逐渐升压,达到规定压力后保持 30 min,检查所有储氢容器、压力容器、焊接点、法兰、垫片、阀门及连接处等。

#### 6.2.2 泄漏量

供氢系统应当将泄漏试验气体压缩到规定压力,3 min 内表面活性剂不产生气泡;或者使用已被证实等效的办法进行泄漏试验。允许的泄漏速率只适用于 100% 氢气,其他气体或者混合气允许的泄漏速率应当被等效成 100% 氢气的泄漏速率。

在供气系统的出口处安装精度为 0.5% 的压力计和截止阀。关闭截止阀后打开氢气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  $p_1$ 。关闭氢阀门,24 h 后记录压力传感器测得的压力  $p_2$ 。按照式(1)进行计算,泄漏率以平均每小时小于 0.5% 为合格。当  $p_1$  和  $p_2$  只略高于大气压,且两者相差不大时,在式(1)中可不必带入氢气的压缩因子。

$$L = \frac{1 - \frac{p_2 T_1 Z_1}{p_1 T_2 Z_2}}{T} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $L$  —— 泄漏率;
- $T$  —— 测试时间,单位为小时(h);
- $p_1$  —— 为测量开始时记录的的压力,单位为兆帕(MPa);
- $p_2$  —— 为测量结束时记录的的压力,单位为兆帕(MPa);
- $Z_1$  ——  $p_1$  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,单位为开尔文(K)；

$T_2$  ——记录  $p_2$  时的环境温度,单位为开尔文(K)。

氢气的压缩因子按照式(2)进行计算：

$$Z = \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^4 \nu_{ij} p^{i-1} (100/T)^{j-1} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\nu_{ij}$  ——系数,参见附录 B；

$p$  ——需要计算压缩因子的压力,单位为兆帕(MPa)；

$T$  ——绝对温度,单位为开尔文(K)。

### 6.2.3 压力保护

检测系统是否有压力测量装置,当压力高于或低于设定压力时是否有报警。

### 6.2.4 泄压装置

检测系统中是否有泄压装置;当系统压力大于设计压力时,泄压装置可以及时释放压力。

### 6.2.5 接地性能

接地检查,按以下步骤进行试验：

- a) 被测系统的内部电路、监控设备及所有外部电路完全断开；
- b) 使用数字微欧计、开尔文电桥等微电阻测量仪器,按微电阻测量仪器测量接线方法(双线或四线),测量线主接线端接主保护接地端子;测量线另一端依次接可以触及的金属部件；
- c) 从微电阻测量仪器依次、直接读出主保护地端子与各测量点之间的连接电阻值。

### 6.2.6 防护等级

按照 GB/T 4208—2017 中 13.4 和 14.2.4 的规定分别进行防尘和防水试验。对于安装在舱室内或外壳内的供氢系统,该试验进行时需要把供氢系统安装在舱室内或外壳内。

## 6.3 电磁兼容性

静电放电抗扰度试验根据 GB/T 17626.2—2006 进行。

射频电磁场辐射抗扰度试验根据 GB/T 17626.3—2016 进行。

## 6.4 启动及关断

### 6.4.1 启动及关断

测试手动启动方式,手动启动或关闭燃料系统,检查系统是否正常启动或关闭。

测试遥控启动方式,远程启动或关闭燃料系统,检查系统是否正常启动或关闭。

测试自动方式时,定时启动或关闭燃料系统,检查系统是否正常启动或关闭。

### 6.4.2 启动时间

按以下步骤进行测量：

- a) 按要求连接好供氢系统；
- b) 记录从启动被测供氢系统到满足电堆额定供气流量所用时间。

## 7 标识

- 7.1 供氢系统及其单体设备的标牌制作、安装位置,可参考 GB/T 13306 规定执行。
- 7.2 标牌的内容应简洁、明确,显示主要性能参数、指标和要求。标牌应固定在易于观察的明显位置。
- 7.3 供氢系统主要单体设备应根据需要分别设标牌。
- 7.4 供氢系统及单体设备标志牌应包括下列内容:
  - a) 制造厂家名称、地址;
  - b) 产品型号和商标;
  - c) 制造日期和编号;
  - d) 主要技术参数。
- 7.5 供氢系统显著位置应贴有氢气警示标识,标识应含有以下信息:
  - a) 氢气;
  - b) 正常工作压力(MPa)。

## 8 包装、运输

- 8.1 供氢系统的包装应符合相关规定的要求,并按装箱单的编号、项目名称和件数进行装箱。
- 8.2 压力容器的包装、运输应符合 GB/T 3634.1 相关规定的要求。
- 8.3 产品出厂时,相应设备应进行充氮气保护。此类设备的开口处应进行封堵。

附 录 A  
(规范性附录)  
密封箱密封/排气测试

## A.1 测试项目

### A.1.1 密封箱的密封测试

将排气孔完全密封,检查燃料电池供氢系统相关设备运行/停止运行时密封箱有无气体漏出。

### A.1.2 密封箱的换气测试

将排气孔完全开放,测量燃料电池应用设备运行/停止运行时密封箱内气体浓度变化。

## A.2 测试方法

### A.2.1 测试用气体

测试用气体,为氢气或氮气。

### A.2.2 密封箱的密封测试

密封测试的步骤如下:

- a) 在密封箱的排气孔中插入测试用气体导管、检测器用导管及压力计用导管,然后将排气孔完全密封;
- b) 向密封箱内充入测试气体,使箱内气体表压达到 10 kPa 后,保持这种状态 5 min;
- c) 之后,利用气体检测器检测有无气体泄漏现象出现。

### A.2.3 密封箱的换气测试

A.2.2 的测试结束后,打开排气孔并打开充气口的密封,之后每隔 30 s 测量并记录密封箱内测试用气体的浓度变化。测量及记录应持续 20 min 或利用气体检测器检测无气体泄漏现象出现。

## A.3 判定标准

A.3.1 在进行 A.2.2 的测试时,应无气体漏出。

A.3.2 在进行 A.2.3 的测试时,供氢系统密封箱内的气体浓度降低到 90% 以下所需的时间,应在 180 s 以内。

**附录 B**  
(资料性附录)  
**氢气压缩因子方程及系数**

氢气压缩因子,参考《Standardized equation for hydrogen gas compressibility factor for fuel consumption applications》中提到的方法进行计算,具体方程如下:

$$Z = \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^4 \nu_{ij} p^{i-1} (100/T)^{j-1} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

- Z —— 氢气压缩因子;
- $\nu_{ij}$  —— 系数,参见表 B.1;
- $p$  —— 需要计算压缩因子的压力,单位为兆帕(MPa);
- $T$  —— 绝对温度,单位为开尔文(K)。

式(B.1)中系数如表 B.1 所示。

**表 B.1 氢气压缩因子系数**

$\nu_{ij}$		$j$				
		1	2	3	4	5
$i$	1	1.000 004 5E+00	3.054 475 0E-04	-1.458 452 9E-03	2.344 609 0E-03	5.203 869 3E-04
	2	-4.278 457 4E-04	2.474 938 6E-02	-8.763 050 7E-03	-3.200 529 0E-02	1.358 589 5E-02
	3	-5.033 354 8E-06	7.602 374 5E-05	-6.129 600 1E-04	1.589 397 5E-03	2.781 085 1E-04
	4	3.259 409 0E-07	-3.771 211 8E-06	1.061 371 5E-05	2.460 125 9E-05	-7.691 121 8E-05
	5	-3.247 101 9E-09	-1.041 240 0E-08	5.529 450 4E-07	-3.120 963 6E-06	3.716 108 6E-06
	6	-8.725 021 0E-11	2.560 744 2E-09	-2.392 608 1E-08	8.810 122 5E-08	-8.607 826 5E-08
	7	2.303 618 3E-12	-4.809 303 4E-11	3.664 968 4E-10	-1.166 825 8E-09	1.047 394 9E-09
	8	-1.935 948 1E-14	3.647 519 3E-13	-2.549 931 0E-12	7.533 934 0E-12	-6.450 148 0E-12
	9	5.684 409 6E-17	-1.017 927 0E-15	6.781 300 4E-15	-1.914 695 0E-14	1.589 726 0E-14



## 参 考 文 献

- [1] GB/T 3634.2—2011 氢气 第2部分:纯氢、高纯氢和超纯氢
  - [2] GB/T 13306 标牌
  - [3] ISO 11114-4 Transportable gas cylinders—Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents—Test methods for selecting metallic materials resistant to hydrogen embrittlement
  - [4] ISO 14687(all parts) Hydrogen fuel—Product specification
  - [5] Jinyang Zheng, Xin Zhang, Ping Xu, etl. Standardized equation for hydrogen gas compressibility factor for fuel consumption applications. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41(2016), 6610-6617
-





中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
质子交换膜燃料电池供氢系统技术要求  
GB/T 34872—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.org.cn](http://www.spc.org.cn)

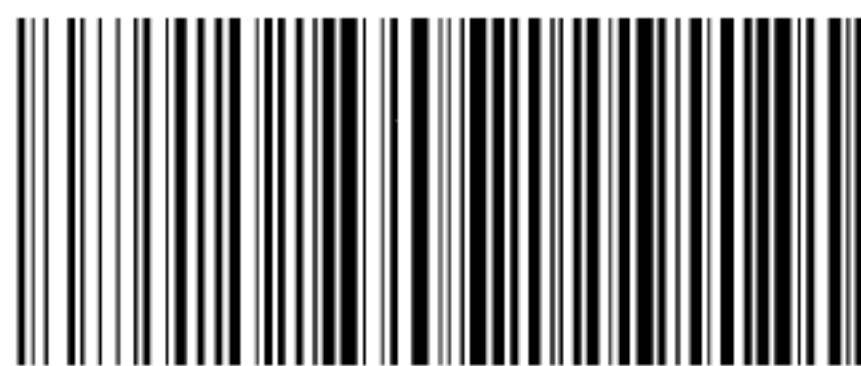
服务热线: 400-168-0010

2017年11月第一版

\*

书号: 155066·1-58300

版权专有 侵权必究



GB/T 34872—2017