



中华人民共和国国家标准

GB/T ×××××—×××××
代替 GB/T

氢气加氢站 第3部分：阀门的安全要求
和测试方法

Gaseous hydrogen - Fueling stations Part 3: Valves

(ISO 19880-3:2018, Gaseous hydrogen—Fueling stations—
Part3:Valves, NEQ)

(征求意见稿)

××××—××—××发布

××××—××—××实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

1 围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 技术要求..... 3

5 一般试验方法与合格指标 3

6 单向阀..... 7

7 溢流阀..... 8

8 调节阀..... 10

9 拉断阀..... 11

10 手动阀..... 14

11 过滤器..... 15

12 安全阀..... 17

13 截止阀..... 19

14 标记..... 21

附 录 A （资料性附录） 氢气密度计算方法 22

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本文件由全国氢能标准化技术委员会（SAC/TC 309）提出并归口。

本文件主要起草单位：。

本文件主要起草人：。

加氢站 氢气阀门技术要求和试验方法

1 范围

本文件规定了加氢站氢气阀门的技术要求和试验方法。

本文件适用于工作介质为压缩氢气、公称工作压力不超过70 MPa、工作温度不低于40℃且不高于85℃的加氢站阀门。

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，仅所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 528 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定

GB/T 12220 工业阀门 标志

GB/T 14041.1 液压滤芯 第1部分：结构完整性验证和初始冒泡点的确定

GB/T 14041.3 液压滤芯 第3部分：抗压溃（破裂）特性检验方法

GB/T 14041.4 液压传动 滤芯 第4部分：额定轴向载荷检验方法

GB/T 17446 流体传动系统级组件 词汇

GB/T 17486 液压过滤器 压降流量特性的评定

GB/T 17488 液压滤芯 利用颗粒污染物测定抗流动疲劳特性

GB/T 18853 液压传动过滤器 评定滤芯过滤性能的多次通过方法

GB/T 21465 阀门 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

GB/T 34542.2 氢气储存运输系统 第2部分：金属材料与压缩氢环境相容性试验方法

GB/T 34542.3 氢气储存运输系统 第3部分：金属材料氢脆敏感度试验方法

GB/T 35544 车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶

GB/T 37244 质子交换膜燃料电池汽车用燃料 氢气

GB 50516 加氢站技术规范

3 术语和定义

GB/T 17446、GB/T 21465、GB/T 24499、GB/T 24548界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 工作温度范围 temperature range

阀门在公称工作压力下的最低温度和最高温度，由阀门制造商给定。

3.2 公称工作压力 component pressure rating

阀门在工作温度范围内允许的工作压力。

3.3 流量系数 flow coefficient

GB/T ×××××—××××

分为Kv和Cv，定义如下：

Kv：在规定条件下，即阀的两端压差为0.1 MPa，温度为5℃～40℃的水，某给定行程时流经阀门以t/h或m³/h计的流量数；

Cv：在规定条件下，即阀的两端压差为6.894 kPa，温度为15.56℃的水，某给定行程时流经阀门以gal/min计的流量数。

注：1 gal/min=0.227125 m³/h，Cv=1.167Kv。

3.4 加氢机 hydrogen dispenser

为储氢气瓶提供氢气燃料充装服务，并带有控制、计量和计价等功能的专用设备。

3.5 氢气工作压力等级 hydrogen service level (HSL)

加氢机的氢气工作压力等级，用“H+数值”表示，单位为MPa，其余公称工作压力（NWP）、最大工作压力（MOP）、最大允许工作压力（MAWP）的关系如表1所示。

表1 压力等级

加氢机工作压力等级 (HSL)	公称工作压力P (NWP) /MPa	最大工作压力MOP (1.25NWP) /MPa	最大允许工作压力MAWP (1.375NWP) /MPa
H35	35	43.8	48.1
H50	50	62.5	68.8
H70	70	87.5	96.3

3.6 单向阀 check valve

仅允许气体沿一个方向流动的阀门。

3.7 溢流阀 excess flow valve

当达到设定压力时，限制气体流动以限制压力的阀门。

3.8 调节阀 control valve

调节并稳定气体流量或压力的阀门，包括压力调节阀和流量调节阀。

3.9 拉断阀 breakaway device

安装在加氢软管上的装置，当加氢过程出现超过张拉极限的情况时，可断开加氢机上的加氢软管，并防止氢气从加氢机中泄漏。

3.10 手动针阀 manual needle valve

阀芯为针形，密封面为锥形，手动操作的用以精密调节气体流量或开关气路的阀门。

3.11 手动球阀 manual ball valve

阀芯为球形，密封面为球形，手动旋转90°可实现全开到全关的阀门。

3.12 过滤器 filter

阻留气体中污染物的装置。

3.13 安全阀 pressure safety valve

GB/T ×××××—××××

当气体压力超过规定值时，自动开启排出气体，以防止压力超过系统安全值。当压力恢复正常后，阀门自动关闭，并阻止气体继续排出。

3.14 截止阀 shut-off valve

采用平面密封的，用以控制气体流动的阀门。

4 技术要求

4.1 基本要求

4.1.1 加氢站氢气阀门除符合本文件规定的试验要求外，其设计、制造和检验还应符合 GB 50516 的规定。

4.1.2 在相关标准和法规允许的情况下，对于在相似的设计条件下采用相同材料制成的阀门可不按本文件重新进行试验。

4.1.3 除本文件规定的试验项目外，可参照其他可靠的试验方法测试阀门在高压氢气环境下服役性能。

4.2 氢气品质

阀门的设计、制造和运行过程都不得将其他杂质引入氢气中，以保证当输入氢气成分符合 GB/T 37244 氢燃料电池汽车用氢气品质的要求时，输出氢气成分仍满足标准要求。

4.3 材料

4.3.1 阀门材料应考虑耐腐蚀性、耐磨性、耐老化性、导电性、冲击强度、耐热性、耐低温冲击性性能、耐紫外线照射性能及抗氢脆性能。

4.3.2 金属材料应具有良好的氢相容性，其试验方法应按 GB/T 34542.2 和 GB/T 34542.3 的规定执行。

4.3.3 非金属材料应具有良好的氢相容性，其疲劳性能、耐久极限和蠕变强度在阀门设计寿命内应能满足设计文件的要求。

4.3.4 非金属材料密封件的使用温度范围应满足 -40℃~85℃ 的要求，其拉伸强度和断后伸长率应按 GB/T 528 测定，并满足设计文件的要求。

5 一般试验方法与合格指标

5.1 基本要求

5.1.1 加氢站阀门的一般性试验方法与合格指标见 5.3 至 5.10 条。对于指定阀门的试验规定见本文件 6 至 13 条。

5.1.2 阀门应按 5.3、5.4、5.5、5.6 顺序进行顺序试验，其余试验可采用平行试验。当对尺寸不同的一系列阀门进行试验时，应选择 3 个尺寸具有代表性的阀门进行试验。

5.2 试验条件

5.2.1 试验压力

除以下两种情况，试验压力应为阀门的公称工作压力：

a) 加氢机阀门的试验压力可用加氢机的 MAWP 代替；

- b) 压力系统阀门的试验压力可用该压力系统的MAWP代替。

5.2.2 试验温度

试验应在 $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 的室温下进行。对于加氢枪阀门,试验应在 -40°C ($+0^{\circ}\text{C}$, -3°C)和 85°C ($+3^{\circ}\text{C}$, -0°C)下进行。如有特殊要求,高温和低温试验温度可按要求的温度进行。

5.2.3 试验介质

试验介质应为:

- a) 用于氢气压力循环试验、泄漏试验、故障压力循环试验氢气、预冷氢气暴露试验的氢气;
- b) 用于静水压强度试验的液体(如水或油);
- c) 用于其他试验的氦气、氮气或干燥空气。

5.3 极限温度压力循环试验

5.3.1 试验方法

封堵阀门出气口,将阀门进气口与气源连接。阀门密封件应在16 000次压力循环后更换,并且试验应按以下步骤进行:

- a) 室温循环。在室温条件下,对阀门连续进行100 000次循环。循环压力下限应不超过0.05倍的阀门公称工作压力 P ,循环压力上限应在 $(P\sim 1.03P)$ 内。压力循环频率应不超过10次/min;
- b) 高温循环。在不低于 85°C 的试验温度下,对阀门连续进行1 000次循环。循环压力下限应不超过 $0.05P$,循环压力上限应在 $(P\sim 1.03P)$ 内。压力循环频率应不超过10次/min;
- c) 低温循环。在不低于 -40°C 的试验温度下,对阀门连续进行1 000次循环。循环压力下限应不超过 $0.05P$,循环压力上限应在 $(P\sim 1.03P)$ 内。压力循环频率应不超过10次/min。

5.3.2 合格指标

阀门在102 000次压力循环内不得发生泄漏或破裂。

5.4 泄漏试验

5.4.1 试验方法

用氮气吹扫待试验阀门后,以 $0.3P$ 的压力将其密封。对于高温和低温试验,应试验前将阀门在规定的温度下至少静置1 h。

5.4.1.1 外部泄漏试验

封堵阀门出气口,将阀门进气口与气源连接,在下列规定的试验温度下从阀门进气口充入氢气至不同的试验压力,保压1 min:

- a) 高温:在温度不低于 85°C 和不高于阀门公称工作压力 P 的试验压力下;
- b) 低温:在温度不高于 -40°C 和不高于阀门公称工作压力 P 的试验压力下。

5.4.1.2 内部泄漏试验

用管路连接阀门出气口,并将阀门进气口与气源连接。调节阀门,使其处于关闭状态,在下列规定的试验温度下从阀门进气口充入氢气至不同的试验压力,保压1 min:

- a) 高温:在温度不低于 85°C 和不高于 $0.025P$ 、不低于 P 的试验压力下;
- b) 低温:在温度不高于 -40°C 和不高于 $0.025P$ 、不低于 P 的试验压力下。

5.4.2 合格指标

阀门若在规定的试验时间内无气泡产生，则通过试验，若检测到气泡，则应继续保压，24 h后密度下降不超过初始密度的1%。密度核算公式参见附录A氢气密度计算方法。

5.5 故障压力循环试验

5.5.1 试验方法

封堵阀门出气口，将阀门进气口与气源连接，在室温下从阀门进气口充入氢气进行10次循环。循环压力下限应在 $(0.05P \sim 1.1P)$ 内，循环压力上限应不低于 $1.1P$ 。压力循环频率应不超过10次/min。之后，阀门按5.4条规定进行泄漏试验。

5.5.2 合格指标

阀门在故障压力循环试验过程中，不得发生泄漏或破裂，经泄漏试验后应符合5.4条规定。

5.6 耐压性试验

5.6.1 试验方法

5.6.1.1 耐压试验

封堵阀门出气口，将阀门进气口与压力源连接，打开阀门，在室温下对阀门进气口缓慢施加至 $1.5P$ ($+2/0$ MPa)的液压，并保压10 min。

5.6.1.2 静水压强强度试验

阀门按5.6.1.1条规定进行耐压试验后，在室温下继续加液压至 $2.4P$ ($+2/0$ MPa)，并保压1 min。

5.6.2 合格指标

阀门在耐压试验过程中，不得发生泄漏；在静水压强强度试验过程中，不得发生泄漏或破裂。

5.7 扭矩试验

5.7.1 试验方法

用卡具固定阀门后，用力矩扳手或其他能够设定扭矩的装置对阀门施加1.5倍设计最大扭矩，然后按5.4条规定进行泄漏试验。

5.7.2 合格指标

阀门不得发生变形、破裂，经泄漏试验后应符合5.4条规定。

5.8 弯曲试验

5.8.1 试验方法

试验步骤如下：

- 将阀门安装在试验装置上，如图 1 所示。阀门进气口与气源连接，进气口管路长度应不小于 300 mm，阀门出气口应与刚性支撑连接，支撑面距离阀门出气口应不小于 25 mm；
- 检查阀门进出气口连接的密封性，若存在泄漏应重新安装；
- 调阀门，使阀门处于关闭状态，从阀门入口充入氢气至 $0.05P$ ，然后在距离阀门进气口 300 mm 处施按表 2 规定施加载荷。15 min 后在不移除载荷的情况下，按 5.4 条规定进行泄漏试验；
- 重复 4 次上述 c) 的操作，每次卸去载荷，并调整水平轴旋转阀门 90° ，调节使阀门打开和关

GB/T ×××××—××××

闭各 3 次；

e) 拆下阀门按 5.4 条规定进行泄漏试验。

表2 弯曲试验载荷

管路外径/mm	重量/kg
3.18	0.9
6.95	1.6
9.53	2.3
12.7	4.5
19.1	8.2
25.4	14.5

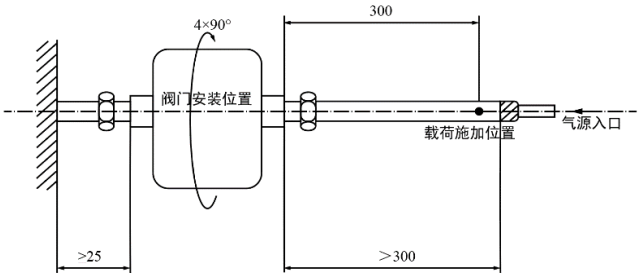


图1 弯曲试验示意图

5.8.2 合格指标

阀门在弯曲试验过程中不得发生变形、泄漏和破裂，经泄漏试验后应符合5.4条规定。

5.9 非金属密封件氢气相容性试验

5.9.1 试验方法

封堵阀门出气口，将阀门进气口与气源连接，在室温下，充入氢气至公称工作压力 P ，并保持压力。70 h 后，在 1 s 内降压至大气压力。试验后，阀门应按 5.4 条规定进行泄漏试验。

5.9.2 合格指标

阀门若在规定的试验时间内无气泡产生，则通过试验，若检测到气泡，则应继续保压，24 h 后密度下降不超过初始密度的1%。密度核算公式参见附录A氢气密度计算方法。

5.10 预冷氢气暴露试验

5.10.1 试验方法

在室温下以30 g/s的流速向阀门充入温度-40℃（+0/-3℃）的预冷氢气至少3 min，保压2 min后，降低阀门内压力。重复10次上述操作，直至保压时间达到15 min，否则应另外进行10次上述操作。试验后，阀门应按5.4条规定进行泄漏试验。

5.10.2 合格指标

阀门若在规定的试验时间内无气泡产生，则通过试验，若检测到气泡，则应继续保压，24 h 后密度下降不超过初始密度的1%。密度核算公式参见附录A氢气密度计算方法。

6 单向阀

6.1 试验项目

单向阀应进行的试验项目如表3所示。

表3 单向阀试验项目

项目	试验方法及合格指标
极限温度压力循环试验	6.2
泄漏试验	6.3
故障压力循环试验	5.5
耐压性试验	5.6
扭矩试验	5.7
弯曲试验	5.8
非金属密封件氢气相容性试验	5.9

6.2 极限温度压力循环试验

6.2.1 试验方法

封堵单向阀出气口，从其进气口充入氢气至（ $P \sim 1.03P$ ）。之后从单向阀进气口泄压，并打开出气口释放压力。在室温下，对单向阀进行上述循环100 000次，压力循环频率应不超过10次/min。之后分别在-40℃（+0/-3℃）的温度下进行1000次循环，在85℃（+3/-0℃）的温度下进行1000次循环。

6.2.2 合格指标

完成102 000次循环后，阀门应符合6.3条和6.5条的要求。

6.3 泄漏试验

6.3.1 试验方法

6.3.1.1 外部泄漏试验

按5.4.1.1条规定进行外部泄漏试验。

6.3.1.2 内部泄漏试验

用管路连接单向阀出气口，并将单向阀进气口与气源连接。调节阀门，使其处于打开状态，在下列规定的试验温度下静置1 h后，充入氢气至不同试验压力，保压1 min：

- 高温：在温度不低于85℃、不低于 P 、不高于 $0.1P$ 的试验压力下；
- 低温：在温度不高于-40℃、不低于 P 、不高于 $0.1P$ 的试验压力下。

6.3.2 合格指标

单向阀若在规定的试验时间内无气泡产生，则通过试验，若检测到气泡，则应继续保压，24 h后密度下降不超过初始密度的1%。密度核算公式参见附录A氢气密度计算方法。

6.4 故障压力循环试验

按5.5条规定进行故障压力循环试验。

6.5 耐压性试验

GB/T ×××××—××××

按5.6条规定进行耐压性试验。

6.6 扭矩试验

按5.7条规定进行扭矩试验。

6.7 弯曲试验

按5.8条规定进行弯曲试验。

6.8 非金属密封件氢气相容性试验

按5.9条规定进行非金属密封件氢气相容性试验。

7 溢流阀

7.1 试验项目

溢流阀应进行的试验项目如表4所示。

表4 溢流阀试验项目

项目	试验方法及合格指标
极限温度压力循环试验	5.3
泄漏试验	7.3
故障压力循环试验	5.5
耐压性试验	5.6
扭矩试验	5.7
弯曲试验	5.8
非金属密封件氢气相容性试验	5.9
动作循环试验	7.9
动作试验	7.10
压力脉冲循环试验	7.11

7.2 极限温度压力循环试验

按5.3条规定进行极限温度压力循环试验。

7.3 泄漏试验

仅对可手动重置的关闭型溢流阀进行内部泄漏试验。

7.3.1 试验方法

7.3.1.1 外部泄漏试验

按5.4.1.1条规定进行外部泄漏试验。

7.3.1.2 内部泄漏试验

用管路连接溢流阀出气口，并将阀门进气口与气源连接。手动设置阀门，使其处于关闭状态，在下列规定的试验温度下充入氢气至不同的试验压力，保压1 min:

- a) 高温：在温度不低于85 °C和不高于0.025*P*、不低于*P*的试验压力下；
- b) 低温：在温度不高于-40 °C和不高于0.025*P*、不低于*P*的试验压力下。

7.3.2 合格指标

溢流阀若在规定的试验时间内无气泡产生，则通过试验，若检测到气泡，则应继续保压，24 h后密度下降不超过初始密度的1%。密度核算公式参见附录A氢气密度计算方法。

7.4 故障压力循环试验

按5.3条规定进行故障压力循环试验。

7.5 耐压性试验

按5.4条规定进行耐压性试验。

7.6 扭矩试验

按5.5条规定进行扭矩试验。

7.7 弯曲试验

按5.6条规定进行弯曲试验。

7.8 非金属密封件氢气相容性试验

按5.7条规定进行非金属密封件氢气相容性试验。

7.9 动作循环试验

7.9.1 试验方法

封堵溢流阀出气口，进气口与气源连接，通入氢气使溢流阀动作，之后从阀门进气口泄压。对溢流阀进行上述循环10次，每次循环前，重置溢流阀。溢流阀经运行循环试验之后，按7.3条和7.10条规定进行泄漏试验和运行试验。

7.9.2 合格指标

试验后溢流阀应符合7.3条的规定。

7.10 动作试验

7.10.1 试验方法

在溢流阀设定的动作条件下进行试验，测量其动作时的流量和压差。

7.10.2 合格指标

流量和压差应满足制造商的要求。

7.11 压力脉冲循环试验

7.11.1 试验方法

试验步骤如下：

- a) 将溢流阀进气口、出气口与管路连接，同时进气口管路与气源连接，进气口和出气口连通管路长度至少为 1 m；
- b) 调节溢流阀出气口、进气口压力为大气压力；

GB/T ×××××—××××

- c) 从溢流阀进气口快速充入氢气至其公称工作压力 P ;
- d) 重复 b)、c) 100 次;
- e) 以与 b)、c) 相反的流向充入氢气至溢流阀公称工作压力, 并重复 100 次;
- f) 溢流阀经压力脉冲试验后, 按 7.9 规定进行动作循环试验。

7.11.2 合格指标

溢流阀经压力脉冲循环试验和动作循环试验后, 氢气的泄漏速率应符合7.3条规定。

8 调节阀

8.1 试验项目

调节阀应进行的试验项目如表5所示。

表5 调节阀试验项目

项目	试验方法和合格指标
极限温度压力循环试验	5.3
外部泄漏试验	5.4.1.1和5.4.2
故障压力循环试验	5.5
耐压性试验	5.6
扭矩试验	5.7
弯曲试验	5.8
非金属密封件氢气相容性试验	5.9
启闭循环试验	8.9

8.2 极限温度压力循环试验

按5.3条规定进行极限温度压力循环试验。

8.3 外部泄漏试验

按5.4.1.1条规定进行外部泄漏试验。

8.4 故障压力循环试验

按5.5条规定进行故障压力循环试验。

8.5 耐压性试验

按5.6条规定进行耐压性试验。

8.6 扭矩试验

按5.7条规定进行扭矩试验。

8.7 弯曲试验

按5.8条规定进行弯曲试验。

8.8 非金属密封件氢气相容性试验

按5.9条规定进行非金属密封件氢气相容性试验。

8.9 启闭循环试验

8.9.1 试验方法

封堵调节阀出气口，将阀门进气口与气源连接。打开阀门后，充入氢气至阀门公称工作压力 P 。在下列环境温度下，启闭调节阀，启闭循环频率应不超过10次/min。阀门经启闭循环试验后，按8.3规定进行外部泄漏试验。

- a) 室温：循环次数为 100 000 次；
- b) 高温：85 ℃（+3/-0 ℃），循环次数为 1 000 次；
- c) 低温：-40 ℃（+0/-3 ℃），循环次数为 1 000 次。

8.9.2 合格指标

调节阀经启闭循环试验后，应符合8.3条的规定。

9 拉断阀

9.1 试验项目

拉断阀应进行的试验项目如表6所示。

表6 拉断阀试验项目

项目	试验方法和合格指标
极限温度压力循环试验	5.3
外部泄漏试验	9.3
故障压力循环试验	5.5
耐压性试验	9.5
扭矩试验	5.7
弯曲试验	5.8
非金属密封件氢气相容性试验	5.9
轴向分离拉力试验	9.8
冲击试验	9.9
跌落试验	9.10
扭转循环试验	9.11
预冷氢气暴露试验	5.10

9.2 极限温度压力循环试验

按5.3条规定进行极限温度压力循环试验。

9.3 外部泄漏试验

应对组装好的拉断阀、输入侧、输出侧分别进行外部泄漏试验。

9.3.1 试验方法

对于组装好的拉断阀应封堵拉断阀出气口，将其进气口与气源连接。对于输入侧和输出侧，应将其与气源连接。在规定的下列试验温度静置至少2 h后，在该温度下充入氢气至公称工作压力 P ，并保压10 min。

- a) 高温：85 ℃（+3/-0 ℃）；
- b) 低温：-40℃（+0/-3 ℃）。

9.3.2 合格指标

拉断阀若在规定的试验时间内无气泡产生，则通过试验，若检测到气泡，则应继续保压，24 h后密度下降不超过初始密度的1%。密度核算公式参见附录A氢气密度计算方法。

9.4 故障压力循环试验

按5.5条规定进行故障压力循环试验。

9.5 耐压性试验

9.5.1 试验方法

9.5.1.1 耐压试验

按5.6.1.1条规定进行耐压试验。

9.5.1.2 静水压强强度试验

应对组装好的拉断阀、输入侧和输出侧分别进行静水压强强度试验：

- a) 对于组装好的拉断阀：用氮气吹扫拉断阀后，将拉断阀出口密封，在室温下对其进口施加 $2.4P$ 的液压，保持 3 min；
- b) 对于拉断阀输入侧、输出侧：用氮气吹扫拉断阀的输入侧、输出侧后，在室温下对输入侧、输出侧分别施加 $2.4P$ 的液压，保持 5 min。

注：若拉断阀输出侧设有泄放孔，应在试验前将其封堵。

9.5.2 合格指标

拉断阀在试验过程中不得发生破裂。对组装好的拉断阀进行静水压强强度试验时，若拉断阀在加压过程分离，且分离时压力不低于 $1.5P$ ，则应使用卡具将拉断阀输入侧和输出侧固定，并按9.5.1.2条规定重新进行静水压强强度试验；拉断阀不得在压力低于 $1.5P$ 的时发生泄漏。

9.6 扭矩试验

按5.7条规定进行扭矩试验。

9.7 弯曲试验

按5.8条规定进行弯曲试验。

注：若拉断阀两端均不固定，则无需进行弯曲试验。

9.8 非金属密封件氢气相容性试验

按5.9条规定进行非金属密封件氢气相容性试验。

9.9 轴向分离拉力试验

9.9.1 试验方法

将组装好的拉断阀进气口与气源连接，在下列规定的试验温度下静置至少2 h后，充入氢气至不同的试验压力，在该试验温度和压力下对拉断阀施加拉力并逐渐增加至拉断阀分离，起始拉力应不超过220 N。每次试验前，应按9.3规定进行外部泄漏试验。

- a) 低温：-40 °C，大气压力、公称工作压力 P ，对可重复使用的拉断阀在各试验压力下重复试验

GB/T ×××××—××××

5次，对不可重复使用的拉断阀在各试验压力下试验2次；

- b) 高温：85℃，大气压力、公称工作压力 P ，对可重复使用的拉断阀在各试验压力下重复试验5次，对不可重复使用的拉断阀在各试验压力下试验2次。

9.9.2 合格指标

拉断阀应在220 N~1 000 N的拉力范围内发生分离。分离后，拉断阀输入侧及输出侧24 h后密度下降应不超过初始密度的1%。密度核算公式参见附录A氢气密度计算方法。

9.10 冲击试验

9.10.1 试验方法

试验步骤如下：

- a) 将组装好的拉断阀置于-40℃（+0/-3℃）的环境温度下静置 2 h；
- b) 用卡具将拉断阀固定，冲击点应距拉断阀输出端末 6.5 mm；
- c) 对冲击点施加与拉断阀轴向垂直的冲击。冲击功大小为 20 J/25.4 mm（拉断阀公称直径）；
- d) 冲击 4 次，每次冲击后，拉断阀绕轴线旋转 90°；
- e) 试验完成后，应按 9.3 条和 9.9 条规定分别进行外部泄漏试验和轴向分离拉力试验。

9.10.2 合格指标

拉断阀在试验过程中不得发生分离、泄漏、破裂。

9.11 跌落试验

9.11.1 试验方法

试验步骤如下：

- a) 将组装好的拉断阀在-40℃（+0/-3℃）的试验温度下静置 2 h；
- b) 将拉断阀一端与长度为 4.6 m 的加氢软管相连；
- c) 拉断阀中心距跌落地面 1.8 m，跌落 5 次，如图 2 所示；
- d) 加压至公称压力，再重复 c) 操作；
- e) 将拉断阀输入侧、输出侧分离，各部分重复 c)、d) 操作，对于不可重复使用的拉断阀分离后的输入侧和输出侧，仅需跌落 1 次，若输出侧不能加压，应需将空载输出侧跌落 10 次；
- f) 试验完成后，按 9.3 条和 9.5 条进行外部泄漏试验和耐压性试验。

9.11.2 合格指标

拉断阀在跌落试验过程中不得发生分离和破裂。经外部泄露试验和耐压性试验不得发生泄漏和破裂。

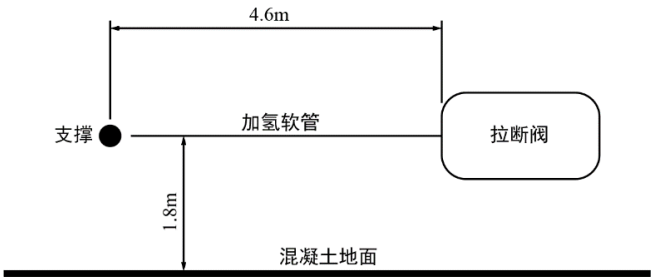


图2 跌落试验示意图

9.12 扭转循环试验

9.12.1 试验方法

将组装好的拉断阀输入侧固定，输出侧与可带动拉断阀绕轴向旋转180°的装置连接。封堵拉断阀出气口，经阀门进气口与气源连接。在下列规定的试验温度下，充入氢气至试验压力，对拉断阀输出侧施加20.5 N·m的力矩，将其绕轴线方向旋转180°，循环次数为25 000次，扭转循环频率不超过10次/min。试验完成后，按9.3和9.9规定进行外部泄漏试验和轴向分离拉力试验。

- a) 低温：在-40 ℃、大气压力、*P* 的试验压力下；
- b) 高温：在 85 ℃、大气压力、*P* 的试验压力下。

9.12.2 合格指标

拉断阀在试验规定的50 000次循环内不得发生泄漏、分离和破裂，且应符合9.3条和9.9条的规定。

9.13 预冷氢气暴露试验

按5.10条规定进行预冷氢气暴露试验。

10 手动阀

10.1 试验项目

手动阀应进行的试验项目如表7所示。

表7 手动阀试验项目

项目	试验方法和合格指标
极限温度压力循环试验	5.3
泄漏试验	5.4
故障压力循环试验	5.5
耐压性试验	5.6
扭矩试验	5.7
弯曲试验	5.8
非金属密封件氢气相容性材料	5.9
最大流量关闭试验	10.9
启闭循环试验	10.10
扭矩循环试验	10.11

10.2 极限温度压力循环试验

按5.3条规定进行极限温度压力循环试验。

10.3 泄漏试验

按5.4条规定进行泄漏试验。

10.4 故障压力循环试验

按5.5条规定进行故障压力循环试验。

10.5 耐压性试验

按5.6条规定进行耐压性试验

10.6 扭矩试验

按5.7条规定进行扭矩试验。

10.7 弯曲试验

按5.8条规定进行弯曲试验。

10.8 非金属密封件氢气相容性试验

按5.9条规定进行非金属密封件氢气相容性试验。

10.9 最大流量关闭试验

10.9.1 试验方法

在 -40°C ($+0/-3^{\circ}\text{C}$) 的试验温度下, 将手动阀进气口去气源连接, 出气口通向通风处, 充入氢气至不低于 $0.8P$, 使手动阀达到最大流量, 之后手动关闭阀门。试验后, 按5.4条规定进行泄漏试验。

10.9.2 合格指标

手动阀在试验过程中应能完全关闭且符合5.4条的规定。

10.10 启闭循环试验

10.10.1 试验方法

分别在 -40°C ($+0/-3^{\circ}\text{C}$)、 85°C ($+3/-0^{\circ}\text{C}$) 的试验温度下, 按下列步骤进行:

- 将手动阀进气口与气源连接, 出气口通向通风处, 调节手动阀, 使其内部处于关闭状态;
- 充入氢气至公称工作压力 P , 保持该压力, 打开手动阀, 使压力从出气口释放;
- 重复 a)、b) 操作 150 次;
- 试验完成后, 按 5.4 条规定进行泄漏试验。

10.10.2 合格指标

手动阀在试验过程中不得发生泄漏和破裂。

10.11 扭矩循环试验

10.11.1 试验方法

用卡具将手动阀固定, 使用力矩扳手或其他能够设定扭矩的装置对处于关闭状态的手动阀施加1.5倍设计最大扭矩使其完全打开, 循环次数为20次, 试验后, 按5.2条规定进行泄漏试验。

注: 该试验不适用于手动球阀。

10.11.2 合格指标

手动阀在规定的循环次数内不得发生变形、破裂, 且满足泄漏试验要求。

11 过滤器

11.1 试验项目

过滤器应进行的试验项目如表8所示。

表8 过滤器试验项目

项目	试验方法和合格指标
极限温度压力循环试验	5.3
结构完整性和初始冒泡点试验	11.3
滤芯过滤特性试验	11.4
压降流量特性试验	11.5
流动疲劳特性试验	11.6
额定轴向载荷试验	11.7
抗破裂特性试验	11.8

11.2 极限温度压力循环试验

按5.3条规定进行极限温度压力循环试验。

11.3 结构完整性和初始冒泡点试验

11.3.1 试验方法

按照GB/T 14041.1的试验方法，对过滤器的结构完整性和初始冒泡点进行测试。

11.3.2 合格指标

结构完整性和初始冒泡点满足设计文件的要求。

11.4 滤芯过滤特性试验

11.4.1 试验方法

按照GB/T 18853的试验方法，对过滤器滤芯过滤特性进行测试。

11.4.2 合格指标

滤芯过滤性能满足设计文件的要求。

11.5 压降流量特性试验

11.5.1 试验方法

按照GB/T 17486的试验方法，对过滤器压降流量特性进行测试。

11.5.2 合格指标

压降流量特性满足设计文件的要求。

11.6 流动疲劳特性试验

11.6.1 试验方法

按照GB/T 17488的试验方法，对过滤器流动疲劳特性进行测试。

11.6.2 合格指标

流动疲劳特性满足设计文件的要求。

11.7 额定轴向载荷试验

11.7.1 试验方法

GB/T ×××××—××××

按照GB/T 14041.4的试验方法，对过滤器额定轴向载荷进行测试。

11.7.2 合格指标

额定轴向载荷满足设计文件的要求。

11.8 抗破裂特性试验

11.8.1 试验方法

按照GB/T 14041.3的试验方法，对过滤器抗破裂特性进行测试。

11.8.2 合格指标

抗破裂特性满足设计文件的要求。

12 安全阀

12.1 试验项目

安全阀应进行的试验项目如表9所示。

表9 安全阀试验项目

项目	试验方法和合格指标
极限温度压力循环试验	12.2
泄漏试验	12.3
故障压力循环试验	12.4
耐压性试验	5.6
扭矩试验	5.7
弯曲试验	12.7
非金属密封件氢气相容性试验	5.9
动作试验	12.9

12.2 极限温度压力循环试验

12.2.1 试验方法

封堵安全阀阀座密封面，将阀门进气口与气源连接。循环压力下限应不超过0.05*P*，循环压力上限应在（*P*~1.03*P*）内。压力循环频率应不超过10次/min，安全阀的密封件应在16 000次循环后更换，并且试验应按以下步骤进行：

- a) 室温循环。在室温条件下，对阀门连续进行 100 000 次循环；
- b) 高温循环。在不低于 85℃的试验温度下，对阀门连续进行 1 000 次循环；
- c) 低温循环。在不高于-40℃的试验温度下，对阀门连续进行 1 000 次循环。

12.2.2 合格指标

安全阀在102 000次压力循环内不得发生泄漏或破裂。

12.3 泄漏试验

12.3.1 试验方法

12.3.1.1 外部泄漏试验

将安全阀进气口与气源连接，在阀座密封面施加最大设计排放压力，在下列规定的试验温度下进行泄漏试验，从阀门进气口充入氢气至不同的试验压力，保压1 min：

- a) 室温：在室温、公称工作压力 P 的试验压力下；
- b) 高温：在温度不低于 85℃、公称工作压力 P 的试验压力下；
- c) 低温：在温度不高于-40℃、公称工作压力 P 的试验压力下。

12.3.1.2 内部泄漏试验

将安全阀进气口与气源连接，在下列规定的试验温度下从阀门进气口充入氢气至不同的试验压力，保压1 min：

- a) 室温：在室温、0.9 倍整定压力的试验压力下；
- b) 高温：在温度不低于 85℃、0.9 倍整定压力的试验压力下；
- c) 低温：在温度不高于-40℃、0.9 倍整定压力的试验压力下。

12.3.2 合格指标

安全阀若在规定的试验时间内无气泡产生，则通过试验，若检测到气泡，则应继续保压，24 h后密度下降应不超过初始密度的1%。密度核算公式参见附录A氢气密度计算方法。

12.4 故障压力循环试验

按5.5条规定进行故障压力循环试验，但应防止安全阀动作，且不得封堵安全阀出气口。

12.5 耐压性试验

12.5.1 试验方法

12.5.1.1 耐压试验

按5.6.1.1条规定进行耐压试验，但应防止安全阀动作，且不得封堵安全阀出气口。

12.5.1.2 静水压强度试验

封堵安全阀阀座密封面，在进气口施加压力至2.4倍的阀门公称工作压力 P （+2/0 MPa），并保压1 min。当安全阀承受附加背压力时，应在其排放侧部位进行静水压强度试验，试验压力为 $2.4P$ （+2/0 MPa）。

12.5.2 合格指标

安全阀在耐压试验过程中，不得发生泄漏；在静水压强度试验过程中，不得发生泄漏或破裂。

12.6 扭矩试验

按5.7条规定进行扭矩试验。

12.7 弯曲试验

按5.8条规定进行弯曲试验。

12.8 非金属密封件氢气相容性试验

按5.9条规定进行非金属密封件氢气相容性试验。

12.9 动作试验

12.9.1 试验方法

对3个安全阀进行动作试验。试验介质宜采用为空气、氮气或氢气。3个安全阀分别在室温、-40℃（+0/-3℃）和85℃（+3/-0℃）下进行试验。从安全阀进气口缓慢加压至1.1倍的整定压力，记录其开启压力，然后降低进气口压力至安全阀开启高度为零，记录其回座压力。

12.9.2 合格指标

安全阀试验过程中，应满足如下所有规定：

- a) 在室温下：
 - 1) 开启压力应为（0.95~1.05）倍的整定压力；
 - 2) 回座压力不得低于 0.9 倍的整定压力，且应在（0.95~1.05）倍的平均回座压力范围内；
- b) 在-40℃（+0/-3℃）和 85℃（+3/-0℃）下：
 - 1) 开启压力应为（0.9~1.1）倍的整定压力；
 - 2) 回座压力不得低于 0.8 倍的整定压力，且应在（0.9~1.1）倍的平均回座压力范围内。

13 截止阀

截止阀分为：

- a) A类：系统正常运行用截止阀；
- b) B类：维修时系统停止用截止阀。

13.1 试验项目

截止阀应进行的试验项目如表10所示。

表10 截止阀试验项目

项目	试验方法和合格指标
极限温度压力循环试验	13.2
泄漏试验	5.4
故障压力循环试验	5.5
耐压性试验	5.6
扭矩试验	5.7
弯曲试验	5.8
非金属密封件氢气相容性试验	5.9
启闭循环试验	13.9
最大流量关闭试验	13.10
预冷氢气暴露试验	13.11

13.2 极限温度压力循环试验

13.2.1 试验方法

- a) 对于 A 类截止阀：在规定压力和温度下，采用氢气对截止阀进行压力循环。循环压力下限应不超过 0.05P，循环压力上限应在（P~1.03P）内。压力循环频率应不超过 10 次/min，循环次数室温下为 100 000 次，-40℃（+0/-3℃）下为 1 000 次，85℃（+3/-0℃）下为 1 000 次。截止阀应在 16 000 次循环后更换密封件。对于一个循环的定义如下：
 - 1) 关闭截止阀，从其进气口充入氢气至公称工作压力 P。然后，停止充入氢气，打开截止阀卸压至大气压力。；

2) 一个循环应包括一次上述操作和一次复位;

- b) 对于 B 类截止阀: 将截止阀进气口与气源连接, 对其进气口施加公称工作压力 P 。在试验压力下, 完全开启和关闭截止阀, 重复 100 次。

13.2.2 合格指标

A类截止阀在102 000次压力循环内不得发生泄漏或破裂, B类截止阀在100次开启和关闭循环内不得发生泄漏或破裂。

13.3 泄漏试验

按5.4条规定进行泄漏试验。

13.4 故障压力循环试验

按5.5条规定进行故障压力循环试验。

13.5 耐压性试验

按5.6条规定进行耐压性试验。

13.6 扭矩试验

按5.7条规定进行扭矩试验。

13.7 弯曲试验

按5.8条规定进行弯曲试验。

13.8 非金属密封件氢气相容性试验

按5.9条规定进行非金属密封件氢气相容性试验。

13.9 启闭循环试验

仅对A类截止阀执行该项试验。

13.9.1 试验方法

封堵截止阀出气口, 阀门进气口与气源连接, 打开截止阀, 充入氢气至公称工作压力 P 。在试验压力下, 完全开启和关闭阀门。在室温下, 启闭循环次数为100 000次, 在 -40°C ($+0/-3^{\circ}\text{C}$) 下为1 000次, 85°C ($+3/-0^{\circ}\text{C}$) 下为1 000次。启闭循环频率应不超过10次/min。试验完成后, 按12.3条规定进行泄漏试验。

13.9.2 合格指标

截止阀经启闭循环试验后, 应符合13.3条的规定。

13.10 最大流量关闭试验

13.10.1 试验方法

分别在 -40°C ($+0/-3^{\circ}\text{C}$)、 85°C ($+3/-0^{\circ}\text{C}$) 试验温度下静置1 h后, 将截止阀出气口通向通风处, 进气口与气源连接, 充入氢气至压力不低于公称工作压力 P , 使截止阀达到最大流量。保压1 min后, 关闭截止阀。

13.10.2 合格指标

截止阀在试验过程中应能完全关闭，且符合13.3条的规定。

13.11 预冷氢气暴露试验

按5.10条规定进行预冷氢气暴露试验。

注：该试验不适用于B类截止阀及加氢站上游的非低温阀门。

14 标记

14.1 标记信息

阀门出厂至少应包含以下信息：

- a) 制造商的厂名或商标；
- b) 型号；
- c) 产品标准号；
- d) 公称工作压力，MPa；
- e) 阀体材料牌号；
- f) 阀盖材料牌号
- g) 介质允许流向；
- h) 制造年、月。

如空间足够，可包含以下信息：

- a) 工作温度范围；
- b) 流量系数；
- c) 生产厂产品编号或批号；
- d) 最大允许工作压力，MPa。

注：每个阀门所需的具体信息可在本文件中找到。阀门由多个部分组成时，应至少某一个部件上可以找到包含其信息的识别代码。

14.2 标记方法

标记应在阀门的使用寿命内清晰、明显，排列整齐、均匀，易于辨认。可将标记蚀刻、冲压或模制到阀门中，以形成永久性标记。标记的具体要求按GB/T 12220的规定执行。

附 录 A
(资料性附录)
氢气密度计算方法

A.1 总则

本附录提供了压力为0.1 MPa~100 MPa、温度为220 K~500 K的氢气密度计算方法。

A.2 符号

M ——氢分子摩尔质量, $M=2.016\text{ g/mol}$;
 p ——氢气压力, MPa;
 Z ——氢气压缩因子;
 R ——气体常数, $R=0.008\,314\,5\text{ MPa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$;
 T ——氢气温度, K;
 ρ ——氢气密度, kg/m^3 ;
 v_{ij} ——常数, 见表 A.1。

A.3 氢气密度计算

氢气压缩因子 Z 按式 (A.1) 计算:

$$Z = \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^4 v_{ij} p^{i-1} (100/T)^{j-1} \tag{A.1}$$

氢气密度按式 (A.2) 计算:

$$\rho = Mp / (ZRT) \tag{A.2}$$

表A.1 系数 v_{ij}

系数 v_{ij}		j			
		1	2	3	4
i	1	1.000 18	-0.002 2546	0.010 53	-0.013 205
	2	-0.000 672 91	0.028 051	-0.024 126	-0.005 866 3
	3	0.000 010 817	-0.000 126 53	0.000 197 88	0.000 856 77
	4	-1.436 8E-07	1.217 1E-06	7.756 3E-07	-1.741 8E-05
	5	1.244 1E-09	-8.965E-09	-1.671 1E-08	1.469 7E-07
	6	-4.470 9E-12	3.027 1E-11	6.332 9E-11	-4.697 4E-10