**ICS** 43.060.99

**CCS** T 47

|  |
| --- |
|  |

团体标准

T/CAAMTB XXXX—202x

|  |
| --- |
|       |

车用氢喷射器

Automotive hydrogen injectors

|  |
| --- |
| （征求意见稿）（完成时间：2025年7月） |
| 在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。 |

202X - XX - XX发布

202X - XX - XX实施

中国汽车工业协会 发布

目  次

[前言 II](#_Toc59717190)

[1　范围 1](#_Toc59717191)

[2　规范性引用文件 1](#_Toc59717192)

[3　术语和定义 2](#_Toc59717193)

[4　要求 3](#_Toc59717193)

[5　试验方法 5](#_Toc59717193)

[6　检验规则 12](#_Toc59717193)

[7　标志、包装、运输、储存 13](#_Toc59717193)

[8　出厂文件 13](#_Toc59717193)

[附录A（规范性）　脉宽流量试验方法 1](#_Toc59717193)4

[附录B（规范性）　流量一致性试验方法 1](#_Toc59717193)5

[附录C（规范性）　响应时间与电压的关系试验方法 1](#_Toc59717193)6

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。

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。

本文件由中国汽车工业协会低碳燃料汽车分会提出。

本文件由中国汽车工业协会归口。

本文件起草单位：中国汽车工程研究院股份有限公司、西安交通大学、电子科技大学、潍柴动力股份有限公司、中汽院新能源科技有限公司、重庆凯瑞动力科技有限公司。

本文件主要起草人：郭文军、曾燃、刘军、崔波、胡发跃、敬世海、黄跃均、蒋三青、刘安民、刘明、黄兴、兰楠、吴岳羲。

车用氢喷射器

1. 范围

本文件规定了车用氢喷射器（以下简称氢喷嘴）的技术要求，描述了试验方法、检验规则、标志、包装、运输、储存、出厂文件。

本文件适用于以气态氢气为工作介质的车用氢喷射器。

1. 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文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期的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 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 4942.2 低压电器外壳防护等级

GB/T 7762 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐臭氧龟裂 静态拉伸试验

GB/T 16422.3 塑料 实验室光源暴露试验方法 第3部分：荧光紫外灯

1. 术语和定义

以下术语和定义适用于本文件。

周期 period

从一个喷射脉冲开始到下一个喷射脉冲开始之间的时间段，单位为ms。

额定工作压力 nominal working pressure

氢喷嘴在15℃下工作时所承受的稳定压力。

最大工作压力 maximum working pressure

氢喷嘴工作时所承受的最大压力。

额定电压 nominal working voltage

产品的标称工作电压。

最小开启电压 minimum opening voltage

氢喷嘴在工作状态下，开闭动作灵活，无异常响声，输入的最小开启电压值。

最大工作电压 maximum opening voltage

氢喷嘴在工作状态下，开闭动作灵活，无异常响声，输入的最大工作电压值。

响应时间 response time

氢喷嘴接收到开启信号的时间与氢喷嘴实际打开的时间之差，即氢喷嘴开启迟后时间。

响应频率 working response frequency

氢喷嘴在工作状态下的实际工作频率。

最大响应频率 maximum working response frequency

氢喷嘴在工作状态下的实际最大工作频率。

理想流量 nominal fuel flow；Q

氢喷嘴在额定工作压力和额定电压条件下，氢喷嘴工作周期时间为全开启时间的工作流量。

脉宽流量 pulse width fuel flow；QV

氢喷嘴在额定工作压力和额定电压条件下，氢喷嘴在某个脉宽的工作流量。

流量误差 fuel flow error variability

在某个脉宽时，某个氢喷嘴的流量与氢喷嘴组在该脉宽流量的平均值之差相对平均值的比值。

1. 要求
	1. 一般要求
		1. 氢喷嘴应符合本文件的规定，应按照经规定程序批准的产品图样和技术文件制造。
		2. 氢喷嘴额定电压为DC12V或DC24V。
		3. 氢喷嘴额定电压DC12V时，最小开启电压为DC9V；额定电压DC24V时，最小开启电压为DC18V。
		4. 氢喷嘴额定电压DC12V时，最大工作电压为DC18V；额定电压DC24V时，最大工作电压为DC36V。
		5. 氢喷嘴在断电时应处于关闭状态。
		6. 氢喷嘴的防溅水性能应符合GB/T 4942.2的规定。
		7. 工作温度：-40℃～120℃。
		8. 氢喷嘴的外观表面应光洁，不应有划伤等缺陷。
	2. 性能要求
		1. 液静压强度

按5.3规定的试验方法进行液静压试验时，可发生泄漏，但泄漏前不应出现破裂。对于已进行过其他试验的氢喷嘴，其实测失效压力应不低于基准失效压力的80%。

* + 1. 电气特性
			1. 最小开启电压：按5.4.1规定的试验方法进行试验时应能正常工作且无异响。
			2. 最大工作电压：按5.4.2规定的试验方法进行试验时应能正常工作且无异响。
			3. 最大响应频率：按5.4.3规定的试验方法进行试验，应符合生产商产品标准的规定。
			4. 允许过电压：按5.4.4规定的试验方法进行试验，氢喷嘴开闭动作应灵活且无异响。
		2. 工作特性
			1. 按5.5.1规定的试验方法或生产商产品标准规定的试验方法进行试验，理想流量应符合生产商产品标准的规定。
			2. 按5.5.2规定的试验方法或生产商产品标准规定的试验方法进行试验，脉宽流量应符合生产商产品标准的规定。
			3. 按5.5.3规定的试验方法或生产商产品标准规定的试验方法进行试验，流量一致性应符合生产商产品标准的规定。
			4. 按5.5.4规定的试验方法或生产商产品标准规定的试验方法进行试验，响应时间与电压的关系应符合生产商产品标准的规定。
		3. 泄漏

使用规定的试验方法对氢喷嘴进行试验。若氢喷嘴的氢气泄漏率小于10 Ncm3/h，则氢喷嘴通过测试。如果试验气体不是纯氢气，泄漏率应换算为氢气泄漏率当量。

* + 1. 扭矩

按5.7规定的试验方法进行试验，而不会变形、断裂或泄漏。

* + 1. 弯矩

按5.8规定的试验方法进行试验，氢喷嘴不应有影响其正常使用的开裂、断裂或泄漏等损伤出现，并符合4.2.4和4.2.1的规定。

* + 1. 跌落

按5.9的试验方法进行跌落试验后，应符合4.2.3.1与4.2.3.2的规定。

* + 1. 绝缘性
			1. 按5.10.1规定的试验方法进行试验，绝缘电阻应不小于10MΩ。
			2. 按5.10.2规定的试验方法进行试验，试件不应被击穿。
		2. 耐用性

按5.12规定的试验方法进行试验，应符合4.2.3.1、4.2.3.2、4.2.4和4.2.8.1的规定。

* + 1. 耐温性

按5.12规定的试验方法进行试验，应符合4.2.4的规定。

* + 1. 耐腐蚀性
			1. 氢喷嘴中黄铜制零件按5.13.1规定的试验方法进行试验后，应无裂纹或分层现象。
			2. 氢喷嘴按5.13.2规定的试验方法进行试验后，应符合4.2.1和4.2.4的规定。
			3. 氢喷嘴按5.13.3规定的试验方法进行试验后，不得有影响其功能的裂纹、软化、膨胀等物理损伤（不包括凹痕、表面变色）。且应符合4.2.1和4.2.4的规定。
		2. 耐氧老化性

氢喷嘴中非金属密封件按5.14规定的试验方法进行试验后，无裂纹或其他可见缺陷。

* + 1. 耐臭氧性

氢喷嘴中橡胶零部件按5.15规定的试验方法进行试验后，不应有裂纹产生。

* + 1. 热空气老化

氢喷嘴中非金属零部件按5.16规定的试验方法进行试验后，抗拉强度的允许变化应不超过25%。断裂伸长率增幅应不超过10%或降幅不超过30%。

* + 1. 氢气相容性

氢喷嘴中非金属零部件按5.17规定的试验方法进行试验后，应无破损等异常现象，其体积膨胀率应不超过25%或者体积收缩率应不超过1%，质量损失率应不超过10%。

* + 1. 耐紫外线性

氢喷嘴按5.18规定的试验方法进行试验后，氢喷嘴不得有起泡、开裂、粉化或软化的迹象。如果非金属材料是压力容器或装置功能的组成部分，则在本试验结束时，氢喷嘴应符合4.2.1和4.2.4的规定。

* + 1. 耐振性

按5.20规定的试验方法经过6h振动试验后，应符合4.2.4、4.2.3.1、4.2.3.2和4.2.1的规定。

1. 试验方法
	1. 试验条件和仪表准确度
		1. 除非另有规定，试验环境条件和试验介质应符合以下要求：
2. 试验环境温度15℃～25℃；
3. 相对湿度不大于85%；
4. 环境压力86kPa～106kPa；
5. 试验由合格人员进行，并采取适当的安全措施。
	* 1. 除非另有规定，仪表的准确度和量程应符合下列规定：
6. 电工仪表：准确度不低于1.0级，量程为测量值的1.5倍～3倍；
7. 压力仪表：准确度不低于1.5级，量程为测量值的1.5倍～3倍；
8. 流量仪表：准确度不低于1.5级，量程为测量值的1.5倍～3倍；
9. 温度仪表：准确度为±0.5℃，最小分辨力不大于测量值的2倍（即1℃）。
	* 1. 除非另有规定，否则所有试验气体应符合下列规定：
10. 使用干氢气、氦气或至少含5%氢气的氢气混合物进行；
11. 试验气体在试验压力和试验温度下为无结冰、水合物或液体形成的，即试验温度高于露点温度。
	1. 外观检验

用目测法对氢喷嘴部件进行外观检验。

* 1. 液静压试验

先对1个未经试验的氢喷嘴进行该项试验，以其失效压力作为氢喷嘴的基准失效压力。

试验要求如下：

1. 堵住氢喷嘴出口，使氢喷嘴处于打开位置；
2. 在氢喷嘴入口处施加2.5倍额定工作压力的试验液体，保持此压力不少于3min后，对氢喷嘴进行检查；
3. 以小于或等于1.4MPa/s的升压速率继续加压，直到阀失效。记录氢喷嘴失效的压力。

本试验的样品不允许再用于其他试验。

* 1. 电气特性参数试验
		1. 最小开启电压试验

氢喷嘴入口压力为额定工作压力，出口开放，施加最小工作电压值。检查氢喷嘴开闭动作是否灵活，有无异常响声。

* + 1. 最大工作电压试验

氢喷嘴入口压力为额定工作压力，出口开放，施加最大工作电压值，检查氢喷嘴开闭动作是否灵活，有无异常响声。

* + 1. 最大响应频率试验

在专用试验台上，氢喷嘴入口压力为额定工作压力，出口开放，用信号发生器给氢喷嘴施加脉冲信号，用专用设备检测氢喷嘴的最大响应频率。

* + 1. 允许过电压试验

对氢喷嘴施加1.5倍额定电压，稳定（温度恒定）至少1h。然后将电压增大到2倍额定电压或60V中的较小值，持续至少1min，检查氢喷嘴是否有外泄漏、常开或产生烟雾、火灾或熔化等不安全状态。

* 1. 工作特性试验
		1. 理想流量：试验以脉宽20ms按附录A规定的方法进行。
		2. 脉宽流量：试验以脉宽3ms～16ms按附录A规定的方法进行。
		3. 流量一致性：试验按附录B规定的方法进行。
		4. 响应时间与电压的关系：试验按附录C规定的方法进行。
	2. 泄漏试验

在试验前，使用氮气吹扫试件，然后向试件通入30%最大工作压力的试验气体，并进行密封。然后将试件在规定的温度及压力下进行试验，在所有试验温度下，将氢喷嘴浸入对应温度的液体中至少2分钟或使用氦真空试验（累积法）或其他等效方法测量泄漏率。泄漏试验应分别进行5.6.2和5.6.3试验。

* + 1. 试验条件

向氢喷嘴充入试验气体至试验压力P，调节试验温度为−40℃，并实现温度平衡，并在该温度下保持至少30分钟。然后，保持试验压力0.05P，并在这一温度下保持最少30分钟。

向氢喷嘴充入试验气体至试验压力0.05P，调节试验温度为20℃±5℃，并实现温度平衡，并在该温度下保持至少30分钟。然后，保持试验压力1.5P，并在这一温度下保持最少30分钟。

向氢喷嘴充入试验气体至试验压力0.05P，调节试验温度为120℃，并实现温度平衡，并在该温度下保持至少30分钟。然后，保持试验压力1.5P，并在这一温度下保持最少30分钟。

P为氢喷嘴的额定工作压力。

* + 1. 外泄漏试验

用适当的配合连接密封试件出口，向试样入口充入试验压力的试验气体，氢喷嘴保持打开，按照5.6.1的试验条件依次进行试验。

* + 1. 内泄漏试验

氢喷嘴出口保持开放，向试样入口充入试验压力的试验气体，氢喷嘴保持关闭，按照5.6.1的试验条件依次进行试验。

* 1. 扭矩试验

此试验项目为针对设计为直接连接至螺纹配件的氢喷嘴，试验要求如下：

1. 对未经试验氢喷嘴进行试验，固定氢喷嘴，安装氢喷嘴的的螺纹配件，对螺纹施加额定安装值150%的扭矩；
2. 对于具有一个或多个螺纹连接的部件，施加15分钟的转动力，然后拆下部件检查其是否变形和断裂；
3. 对氢喷嘴按5.6规定的试验方法进行试验；
4. 对氢喷嘴按5.3规定的试验方法进行试验。
	1. 弯矩试验

试验要求如下。

1. 按照设计连接状态将氢喷嘴的进出气口安装到一个或多个设计状态的配合连接上。安装后，进气管的长度应大于300mm（见图1）。
2. 距离氢喷嘴出口25mm处的连接应刚性支撑，以下情况除外：
* 如果氢喷嘴具有独立于入口和出口连接的整体安装方式，则应使用制造商规定的整体安装方法安装氢喷嘴；
* 如果可以通过整体安装方式或使用氢喷嘴出口进行固定安装，则应使用能产生最严重变形条件的安装方式。
1. 在对氢喷嘴进行d)试验之前，检查其是否泄漏。
2. 在氢喷嘴关闭的情况下，对氢喷嘴入口加压至0.25倍的最大工作压力，并根据表1在距离入口300mm处施加力，保持15min。在不消除力的情况下根据泄漏试验方法，在室温下检查氢喷嘴是否泄漏。

根据该试验的执行方式，可能需要增加负载以补偿预紧力。

1. 执行步骤d)四次，在每次试验完成后将氢喷嘴绕水平轴旋转90°。每次试验前，需在去除外加力的情况下打开和关闭（如适用）氢喷嘴三次。
2. 完成上述试验后，拆除部件并检查其变形情况。然后按5.6规定的试验方法进行试验，并按5.3规定的试验方法进行试验。
3. 弯矩试验力

|  |  |
| --- | --- |
| 进气管外径/mm | 力/N |
| 6 | 3.4 |
| 8 | 9 |
| 12 | 17 |

标引线说明：

1——氢喷嘴；

2——受力点；

a——4×90°旋转。

1. 矩试验连接示意图
	1. 跌落试验

将氢喷嘴从1m空中自由垂直坠落到水泥地面上，然后按5.5.1及5.5.2规定的试验方法进行试验。

* 1. 绝缘性试验
		1. 绝缘电阻试验

氢喷嘴不接通电源，线圈接线端短路，按以下条件测量线圈接线端与外壳间的绝缘电阻：

a） 对于用不超过3.8mm厚度合成材料封装电路的氢喷嘴，施加100V直流电压保持60s以后；

b）对其他氢喷嘴，施加500V直流电压保持60s以后。

* + 1. 绝缘强度试验

氢喷嘴不接通电源，线圈接线端短路，然后在输出功率不小于250W、电源频率为50Hz的高压试验装置上进行测定，试验时应使试验电压由零平稳地上升到500V，并保持1min，然后将试验电压平稳地下降到零，并切断电源。

出厂检验中，试验时间可缩短至1s，但试验电压需升高25%。

* 1. 耐用性试验

试验要求如下：

a）在进行耐用性试验前，氢喷嘴需进行泄漏试验和绝缘电阻试验，并符合试验要求；

b）氢喷嘴在最大工作压力和室温条件下进行耐用性试验，氢喷嘴的一个脉冲试验次数为一个工作周期（脉冲特性按生产商产品规定），脉冲的最小频率应为50Hz；

c） 耐用性试验每进行1.2×108次试验后，进行按照5.6常温试验和5.10.1规定的试验方法进行试验；

d）完成6×108个工作周期后，氢喷嘴应按5.6、5.10.1、5.5.1和5.5.2规定的试验方法进行试验。

* 1. 耐温试验
		1. 耐高温试验

在氢喷嘴处于不工作状态下，向氢喷嘴进气口充入试验气体至最大工作压力，然后将加压后的氢喷嘴暴露在稳定温度为140℃±2℃的环境中16h后，按5.6和5.10规定的试验方法进行试验。

* + 1. 耐低温试验

在氢喷嘴处于不工作状态下，向氢喷嘴进气口充入试验气体至最大工作压力，然后将加压后的氢喷嘴暴露在稳定温度为-40℃±2℃的环境中16h后，按5.6和5.10规定的试验方法进行试验。

* + 1. 热循环试验

向氢喷嘴进气口充入试验气体至最大工作压力，然后将加压后的氢喷嘴按照图1所示的热循环试验规范进行热循环试验，总共140个循环。氢喷嘴只能在图1所示的D至E段期间运行，工作占空比为50%，周期为10ms。



1. a表示下一循环。
2. 热循环试验规范

在按照5.12.1、5.12.2和5.12.3规定的试验方法进行试验后，氢喷嘴应按5.6和5.10规定的试验方法进行试验。

* 1. 耐腐蚀性试验
		1. 应力腐蚀开裂试验

对单个氢喷嘴进行试验，要求如下:

1. 使氢喷嘴的受力状态与装车受力状态一致。不得在螺纹上使用聚四氟乙烯（PTFE）胶带或管道化合物；
2. 去除三个样品的油脂，将其连续暴露于装有氨水的玻璃环境箱中240h；
3. 环境箱内氨水溶液比重应为0.94，氨水溶液体积应为环境箱容积的2%；
4. 将样品放置在氨水溶液上方40 mm处，由托盘支撑(托盘不应于氨水反应)。保持氨水溶液和环境箱在大气压力和34°C±2°C的温度下；
5. 在≥25倍放大倍数下检查样品。
	* 1. 耐盐雾腐蚀性试验

试验要求如下：

1. 应将1个氢喷嘴固定在试验装置上，使其处于正常安装状态，将其暴露在规定的盐雾试验中500h；
2. 盐雾室内的温度保持在33℃～36℃之间。盐水溶液应由5%的氯化钠和95%的蒸馏水（质量分数）组成；
3. 腐蚀试验结束后，立即冲洗样品，并轻轻清洁样品中的盐渍，然后按5.6规定的试验方法进行试验；
4. 腐蚀试验和泄漏试验后，应立即按照5.3规定的试验方法进行试验。
	* 1. 耐冷凝腐蚀性试验

试验要求如下。

1. 氢喷嘴的进气口和出气口应按照生产商的安装说明进行连接或封堵相应的端口。
2. 在常温下，每小时使用以下溶液通过喷涂氢喷嘴外部（可以采用三天内3×8h或连续24h），应对规定的三种溶液的分别进行24h试验。或者，可以在溶液中分别浸泡24小时。
3. 若使用浸泡法，在试验过程中应根据需要补充溶液，调整溶液浓度符合以下试验要求：
	1. 体积浓度为19%的硫酸水溶液（电池酸）；
	2. 体积浓度为10%的乙醇汽油溶液（E10汽油）；
	3. 体积浓度为50%的甲醇水溶液（挡风玻璃清洗液）。
4. 采用一个氢喷嘴完成此项试验，用每种溶液浸泡后，将氢喷嘴上残留溶液擦除并用水冲洗干净。
	1. 耐氧老化性试验

将代表性样品置于温度为70℃±5℃、试验压力≥2MPa氧气（纯度≥99.5%）中至少96h。

* 1. 耐臭氧试验

对氢喷嘴中与氢气接触的橡胶件按GB 7762的规定拉伸20%后，置于臭氧浓度为50×10-8±5×10-8，温度为40℃±2℃的臭氧室中，历时120h，用2倍放大镜检查样件表面。

* 1. 热空气老化试验

试验应符合GB/T 3512规定，试件应暴露在温度120℃的空气中168h。然后检查试件抗拉强度和断裂伸长率。

* 1. 氢气相容性试验

对氢喷嘴与氢气相接触的每种非金属合成材料的进行试验，要求如下：

1. 对3个非金属密封件测量体积，并称重；
2. 将非金属材料在压力为最大工作压力、温度为15℃的氢气中放置168h后，将压力在10s内降至大气压力；
3. 将非金属材料在压力为最大工作压力、温度为-40℃的氢气中放置168h后，将压力在10s内降至大气压力；
4. 取出非金属材料，并立即测量其体积变化率和质量损失率。
	1. 耐紫外线性试验

氢喷嘴的进气口和出气口应按照生产商的安装说明进行连接或封堵相应的端口。对氢喷嘴的外部非金属表面，包括涂层，根据GB/T 16422.3的规定，使用UVA340灯照射1000h。

* 1. 耐振性试验

试验要求如下：

1. 用试验气体从进口将氢喷嘴加压至最大工作压力，并在两端密封；
2. 将氢喷嘴可靠地固定在振动试验台上，安装状态应考虑试件在车辆上的安装状态；
3. 以1.5g的加速度正弦扫频，频率范围10Hz～500Hz，确定氢喷嘴的共振频率，若未发现共振频率则试验以500Hz的频率进行；
4. 沿3个正交轴方向以设定频率各振动2h；
5. 试验完成时，部件不得出现任何疲劳或部件损坏迹象，并按照5.5.1、5.5.2、5.6和5.3规定的试验方法进行试验。
6. 检验规则
	1. 产品须经制造厂的质量检验部门检验合格后方能出厂。
	2. 出厂检验

出厂检验应按表1规定的检验项目进行检验。

1. 检验项目表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 出厂检验 | 型式检验 | 判定依据 |
| 1 | 外观 | ★注1 | ★ | 4.1.8 |
| 2 | 液静压强度 |  | ★ | 4.2.1 |
| 3 | 最小开启电压 |  | ★ | 4.2.2.1 |
| 4 | 最大工作电压 |  | ★ | 4.2.2.2 |
| 5 | 响应频率 |  | ★ | 4.2.2.3 |
| 6 | 允许过电压 |  | ★ | 4.2.2.4 |
| 7 | 理想流量 |  | ★ | 4.2.3.1 |
| 8 | 脉宽流量 | ★注2 | ★ | 4.2.3.2 |
| 9 | 流量一致性 |  | ★ | 4.2.3.3 |
| 10 | 响应时间与电压的关系 |  | ★ | 4.2.3.4 |
| 11 | 气压耐压性 |  | ★ | 4.2.4 |
| 12 | 常温泄漏试验 | ★ | ★ | 4.2.5 |
| 13 | 高温泄漏试验 |  | ★ | 4.2.5 |
| 14 | 低温泄漏试验 |  | ★ | 4.2.5 |
| 15 | 扭矩试验 |  | ★ | 4.2.6 |
| 16 | 弯矩试验 |  | ★ | 4.2.7 |
| 17 | 跌落试验 |  | ★ | 4.2.8 |
| 18 | 绝缘电阻 |  | ★ | 4.2.9.1 |
| 19 | 绝缘强度 |  | ★ | 4.2.9.2 |
| 20 | 耐用性 |  | ★ | 4.2.10 |
| 20 | 耐温性 |  | ★ | 4.2.11 |
| 21 | 耐应力腐蚀开裂 |  | ★ | 4.2.12.1 |
| 22 | 耐盐雾腐蚀性 |  | ★ | 4.2.12.2 |
| 23 | 耐冷凝腐蚀性 |  | ★ | 4.2.12.3 |
| 24 | 耐氧老化性 |  | ★ | 4.2.13 |
| 25 | 耐臭氧性 |  | ★ | 4.2.14 |
| 26 | 相容性 |  | ★ | 4.2.16 |

表2 检验项目表（续）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 出厂检验 | 型式检验 | 判定依据 |
| 27 | 耐紫外线性 |  | ★ | 4.2.17 |
| 28 | 耐振性 |  | ★ | 4.2.18 |

* 1. 型式检验

对新设计的产品应按4.1的要求进行产品设计审查。

有下列情况之一时，产品应按表1进行型式检验：

a） 新产品定型或者产品在结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

b）产品在停产1年以上恢复生产时；

c）出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

1. 标志、包装、运输、储存
	1. 标志

氢喷嘴的壳体上应有永久性标记，标记应清晰。标记应包括以下内容：

a）制造厂名称或商标；

b）产品型号；

c）所用氢气标记；

d）额定工作压力；

e）生产零件编号。

* 1. 包装

产品的包装应保证搬运过程中不被损坏，包装箱外表面的标志，应符合GB/T 191的有关规定。

产品的包装箱内应附有产品合格证、使用说明书及必要的装箱清单。包装箱上应标有下列内容：

a）制造厂名称；

b）产品型号和编号；

c）数量和毛重；

d）出厂日期；

e）外形尺寸（长×宽×高）；

f）搬运注意事项。

* 1. 运输、储存

产品装运时，应轻装轻放，防止重压及碰撞，严防雨淋及化学品的浸蚀。

产品储存在通风、干燥、清洁的室内。

1. 出厂文件

出厂文件包括产品合格证、装箱清单及产品使用说明书。

* 1. 产品合格证

产品合格证应注明以下内容：

a）制造厂名称和商标；

b）产品型号和编号；

c）检验部门和签章及检验日期。

* 1. 装箱清单

当包装箱内另有氢喷嘴以外的附件（如接头、专用工具等）时，应附装箱清单。

* 1. 产品使用说明书

说明书按GB 9969.1进行编写，并特别要说明以下内容：

a）氢喷嘴的结构型式、功能介绍；

b）使用过程中的故障判别及排除方法。

附录A

(规范性)
脉宽流量试验方法

氢喷嘴安装在专用试验台上，氢喷嘴工作压力为额定工作压力，工作电压为额定电压，工作频率为50Hz，分别在20℃、80℃和-15℃下，用质量流量计测量空气或氢气流量值，然后按式(A.1)换算成标准状态下的氢气流量值。

$Q=Q\_{0}×\sqrt{\frac{R\_{0}}{R}}$ (A.1)

式中：

$Q$——氢气在标准状态下的流量，g/s；

$Q\_{0}$——氢气或空气在标准状态下的流量，g/s；

$R$——氢气气体常数；

$R\_{0}$——氢气或空气的气体常数。

表A.1 理想流量记录表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 试验温度 | 试验压力 | 试验电压 | 脉宽 | $Q\_{0}$(g/s) | $Q$(g/s) |
| 1 | 20℃ | 额定工作压力 | 额定电压 | 3ms |  |  |
| 2 | 6ms |  |  |
| 3 | 8ms |  |  |
| 4 | 10ms |  |  |
| 5 | 12ms |  |  |
| 6 | 14ms |  |  |
| 7 | 16 ms |  |  |
| 8 | 20 ms |  |  |
| 9 | 80℃ | 3ms |  |  |
| 10 | 6ms |  |  |
| 11 | 8ms |  |  |
| 12 | 10ms |  |  |
| 13 | 12ms |  |  |
| 14 | 14ms |  |  |
| 15 | 16ms |  |  |
| 16 | 20ms |  |  |
| 17 | -15℃ | 3ms |  |  |
| 18 | 6ms |  |  |
| 19 | 8ms |  |  |
| 20 | 10ms |  |  |
| 21 | 12ms |  |  |
| 22 | 14ms |  |  |
| 23 | 16ms |  |  |
| 24 |  |  | 20ms |  |  |

附录B

(规范性)
流量一致性试验方法

一组氢喷嘴中若干只氢喷嘴按附录A规定的试验方法进行试验，按式(B.1)计算，统计氢喷嘴流量误差。

$ΔQ\_{i}=\left(Q\_{i}−\frac{\sum\_{i=1}^{n}Q\_{i}}{n}\right)/\left(\frac{\sum\_{i=1}^{n}Q\_{i}}{n}\right)$ （B.1）

式中：

$ΔQ\_{i}$**——**在某个脉宽时，某个氢喷嘴的流量误差；

$Q\_{i}$——第*i*个氢喷嘴在某个脉宽时的流量；

*n*——氢喷嘴组内氢喷嘴数。

表B.1 流量误差记录表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 脉宽 | 脉宽流量$Q$(g/s) | 流量误差(g/s) | 流量误差限值 |
| 1 | 实际脉宽 | 3 ms |  |  |  |
| 2 | 6ms |  |  |  |
| 3 | 8 ms |  |  |  |
| 4 | 10ms |  |  |  |
| 5 | 12ms |  |  |  |
| 6 | 14ms |  |  |  |
| 7 | 16ms |  |  |  |
| 8 | 20ms |  |  |  |
| 1. 流量误差限值由生产商产品标准规定。
 |

附录C

（规范性）

响应时间与电压的关系试验方法

搭建氢喷嘴响应时间测试装置，如图C.1所示，按照以下步骤进行响应时间测试：

a) 将氢喷嘴安装在氢喷嘴测试装置上；

b) 试验温度为室温，入口压力为额定工作压力，出口开放，试验频率为50Hz（周期时间:T=20ms±0.5ms），对氢喷嘴施加不同的工作电压（从最小开启电压到最大工作电压，电压增幅为1V或2V），氢喷嘴按照规定设定工作脉宽，稳定运行1min；

c) 记录氢喷嘴由关闭状态到全开状态时的响应时间。



图C.1 氢喷嘴响应时间测试示意图

表C.1 响应时间与电压关系

|  |  |
| --- | --- |
| DC12V额定电压时 | DC24V额定电压时 |
| $$U\_{电池}$$(V) | 脉宽(ms) | 响应时间 | $$U\_{电池}$$(V) | $$t\_{i2}$$(ms) | 响应时间 |
| 18 | 9.0 |  | 36 | 9.0 |  |
| 17 | 9.5 |  | 34 | 9.5 |  |
| 16 | 10.0 |  | 32 | 10.0 |  |
| ˙˙˙ | ˙˙˙ |  | ˙˙˙ | ˙˙˙ |  |
| 9 | 13.5 |  | 18 | 13.5 |  |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_