



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX
代替 GB/T 31138-2014

汽车用压缩氢气加气机

Compressed hydrogen dispenser for vehicles

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2021 年 2 月 4 日)

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。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 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	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 型号	2
5 系统组成	3
6 技术要求	3
6.1 基本要求	3
6.2 外观与结构	5
6.3 功能及性能要求	5
6.4 安全性要求	7
7 试验方法	9
7.1 试验条件	9
7.2 基本功能检查	9
7.3 外观与结构检查	9
7.4 功能及性能试验	9
7.5 安全性能试验	15
7.6 出厂检验	17
7.7 型式试验	19
7.8 判定规则	19
8 标志、包装、运输和贮存、安装、维护	19
8.1 标志	19
8.2 包装	20
8.3 运输和贮存	20
8.4 安装	20
8.5 维护	20
附录 A (资料性) 氢气密度计算方法	21
A.1 总则	21
A.2 符号	21
A.3 氢气密度计算	21
附录 B (规范性) 35MPa 加氢机加注边界条件	22
附录 C (规范性) 70MPa 加氢机加注边界条件	23
附录 D (资料性) 标准加氢过程	24
附录 E (资料性) 加氢软管破裂测试装置	25

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。

本文件替代GB/T 31138-2014《汽车用压缩氢气加气机》。与GB/T 31138-2014相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了加氢机的型号要求（见4，2014年版的4）；
- 增加了加氢机系统组成（见5,2014年版的5、附录A），删除了附录A（见2014年版的附录A）；
- 增加了加氢机技术要求（见6.1.2-6.1.4、6.1.8-6.1.14）；
- 更改了加氢机适用压力范围（见表1,2014年版的表1）；
- 更改了气体过滤器要求（见6.1.7，2014年版的6.2.5）；
- 更改了安全阀要求（见6.1.9,2014年版的6.3.1）；
- 更改了加氢机外观与结构要求（见6.2，2014年版的6.1.2）；
- 更改了计量准确度和重复性要求（见6.3.1,2014年版的6.2.1、6.2.2）；
- 删除了环境适应性要求（见2014年版的6.2.7）；
- 更改了气密性要求（见6.3.5,2014年版的6.2.8），增加了氢气密度计算方法（见附录A）；
- 更改了掉电保护和复显要求（见6.3.7,2014年版的6.2.11）；
- 增加了功能和性能要求（见6.3.3、6.3.9-6.3.19）；
- 更改了加氢机安全性要求（将6.4,2014年版的6.3）；
- 更改了氢气加注流量要求（将6.4.5,2014年版的6.3.2）；
- 增加了试验条件（见7.1，2014版的7.1）；
- 更改了基本功能、外观和结构检查要求（见7.2、7.3，2014年版的7.3.1）；
- 更改了计量准确度试验要求（见7.4.1,2014年版的7.3.4）；
- 更改了试验介质要求（见7.4.1.1，2014年版的7.3.2.1）；
- 增加了电子天平校准要求（见7.4.1.4）；
- 更改了密封性试验要求（见7.4.1.5，2014年版的7.3.2）；
- 更改了示值误差试验要求（7.4.1.6，2014年版的7.3.4.3）；
- 更改了示值误差计算方法（7.4.1.8，2014年版的7.3.4.3）；
- 更改了重复性计算方法（7.4.1.9，2014年版的7.3.5）；
- 增加了电源适应性测试要求（7.4.2）；
- 增加了管道及阀门测试要求（7.4.3）；
- 更改了耐压强度试验要求（7.4.4，见2014年版的7.3.3.2）；
- 更改了气密性试验要求（7.4.5，见2014年版的7.3.2）；
- 更改了电磁兼容性试验要求（7.4.6，见2014年版的7.3.7）；
- 更改了掉电和复显要求（7.4.6，见2014年版的7.3.8）；
- 更改了环境温度适应性试验要求（7.4.8，见2014年版的7.3.6）；
- 增加了加注结束状态测试要求（7.4.9）；
- 增加了加氢软管导静电性能测试要求（7.4.10）；
- 增加了拉断阀测试要求（7.4.11）；
- 增加了加氢枪要求（7.4.12）；
- 增加了氢气品质要求（7.4.13）；

- 更改了安全试验要求（7.5，见 2014 年版的 7.3.9）；
- 更改了加氢机整机试验项目（表 8，见 2014 年版的表 2）；
- 更改了型式试验要求（7.7，见 2014 年版的 8.2）；
- 更改了加氢机标牌要求（8.1.3，见 2014 年版的 9.1.3）；
- 增加了安装要求（见 8.4）；
- 增加了维护要求（见 8.5）；
- 增加了氢气密度计算方法（见附录 A）；
- 增加了加氢机加注边界条件（见附录 B、附录 C）；
- 增加了标准加氢过程示意图（见附录 D）；
- 增加了加氢软管破裂测试装置（见附录 E）。

本文件由××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

汽车用压缩氢气加气机

1 范围

本文件规定了燃料电池汽车加氢站或加氢设施用加氢机的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存的要求。

本文件适用于加氢站或加氢设施用公称工作压力不大于70MPa的加氢机。氢能船舶、氢能有轨电车，氢能飞行器、氢能工程车辆、氢能发电装置等的加氢设施也可参照本文件。

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 191	包装储运图示标志
GB/T 2423.1	电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
GB/T 2423.2	电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
GB 3836	爆炸性气体环境用电气设备（所有部分）
GB 4943.1	信息技术设备安全 第一部分：通用要求
GB/T 10543	飞机地面加油和排油用橡胶软管及软管组合件
GB/T 13384	机电产品包装通用技术条件
GB/T 22380.2	燃油加油站防爆安全技术 第2部分：加油机用安全拉断阀结构和性能的安全要求
GB/T 24499	氢气、氢能与氢能系统术语
GB/T 34425	燃料电池电动汽车 加氢枪
GB/T 36126	汽车用液化天然气加气机
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
SJ/T 10694	电子产品制造与应用系统防静电检测通用规范
TSG 21	固定式压力容器安全技术监察规程

3 术语和定义

GB/T 24499、GB 50516界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

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，简称加氢机。

3.2

加氢枪 nozzle

安装在加氢机加氢软管末端，用于连接加氢机与车载储氢系统的加注接口。

3.3

加氢口 receptacle

车载储氢系统端与加氢枪相连接的部件总和。

3.4

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。

3.5

加氢软管 dispenser hose

为车辆加注氢燃料的柔性软管，加氢软管一端与拉断阀相连，一端与加氢枪相连。

3.6

目标压力 target pressure

加注正常结束时，储氢气瓶内预期压力值。

3.7

加注率 state of charge**SOC**

加注结束后，储氢气瓶内压力和温度对应的氢气密度与氢气在公称工作压力和15℃时的密度的比值。

$$\text{参见： } SOC = \frac{\rho(p,T)}{\rho(NWP,15^{\circ}\text{C})}。$$

注：密度计算参见附录A。

3.8

加注速率 fueling speed

氢气加注时，氢气的流量或储氢气瓶内压力升高的速率。

3.9

加注模式 fueling mode

加氢机加注时的流量调节方式，分为自动加注模式和普通加注模式。自动加注模式是指加注过程中加注速率可主动调节；普通加注模式是指加注过程中加注速率通过孔板或针阀进行调节。

3.10

车载储氢系统 onboard hydrogen storage system

燃料电池汽车中，由一个或多个储氢气瓶以及相关辅助阀门、管路组成的系统的统称。

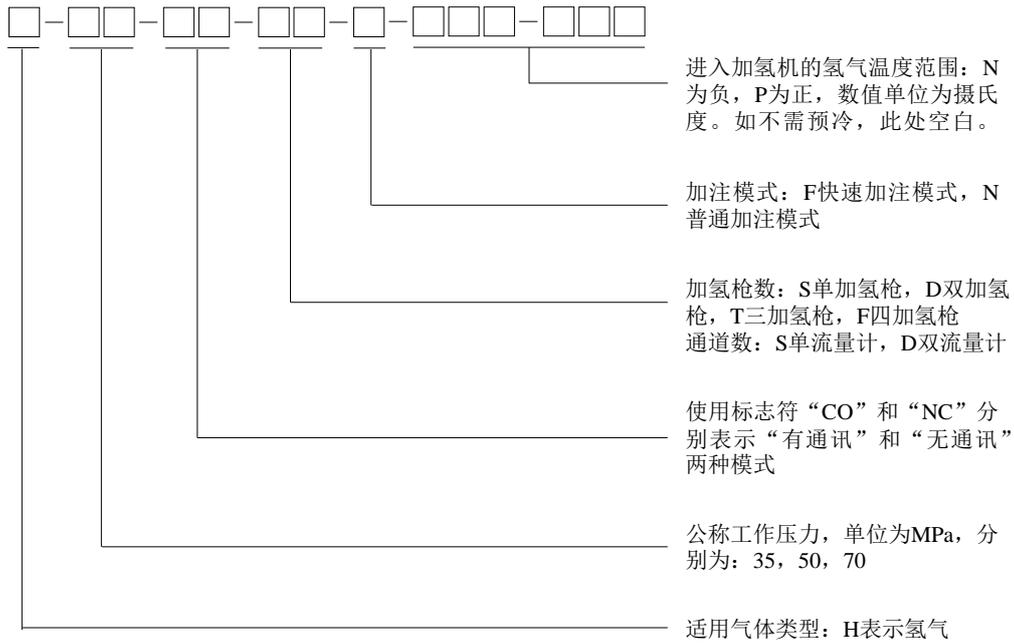
3.11

通讯 communication

加氢机与车载储氢系统之间通过有线或者无线的方式进行数据交换。

4 型号

加氢机型号由以下部分组成。



5 系统组成

加氢机的典型系统组成和 workflow 如图1所示: 氢气从气源接口进入加氢机进气管路, 依次经过气体过滤器、进气阀、质量流量计、换热器(可选)、流量调节装置、加氢软管、拉断阀、加氢枪后通过加氢口充入储氢气瓶。加氢机的控制系统自动控制加氢过程, 并与加氢站站控系统、加氢通讯接口等实时通讯。

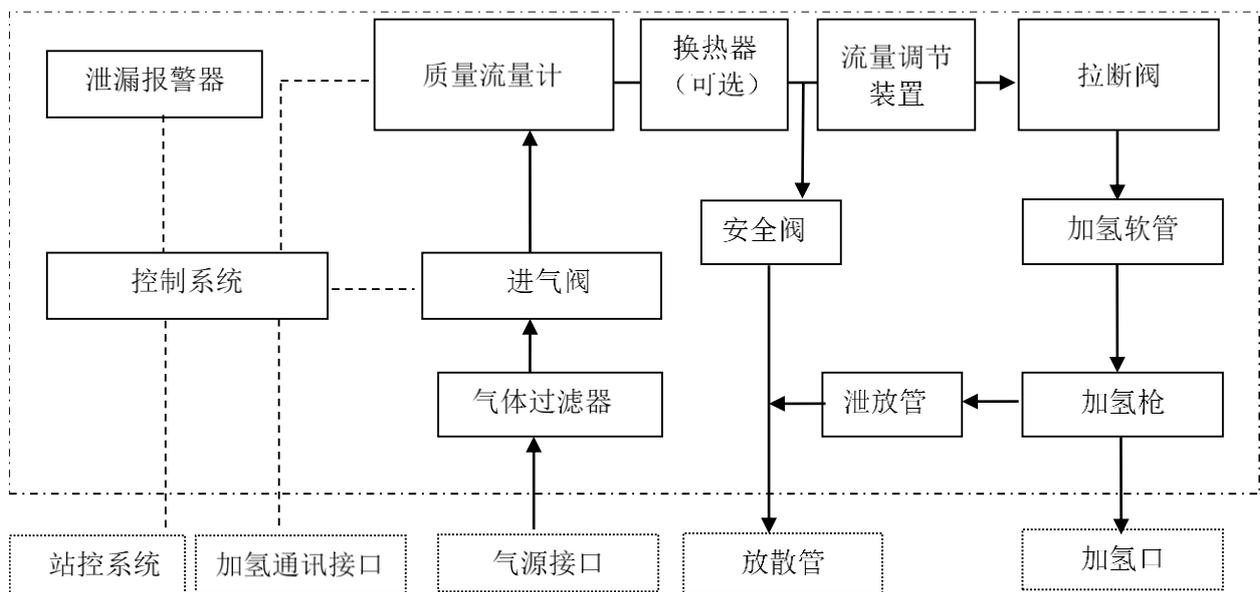


图1 加氢机典型系统组成

6 技术要求

6.1 基本要求

6.1.1 加氢机应符合本标准规定的要求，并按规定程序批准的图样及文件制造。

6.1.2 加氢机电气设备的设计，制造与检验应符合 GB 3836 系列标准规定的要求，并应取得整机防爆合格证。

6.1.3 压力传感器

加氢机选用的压力传感器的准确度等级应不超过满量程的0.25%。表征储氢气瓶加注压力的压力传感器应安装在加氢机拉断阀上游1米以内。

6.1.4 温度传感器

加氢机选用的温度传感器最大允许误差应在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内。为准确测量环境温度，环境温度传感器的安装位置应避免阳光直射或其他热源影响。氢气温度传感器应安装在加氢机拉断阀上游1米以内。

6.1.5 材料

与氢气相接触的金属和非金属材料应具有良好的氢相容性，且不能引入杂质。

6.1.6 适用压力范围

加氢机适用压力范围见表1。

表1 加氢机压力等级

加氢机工作压力等级 (HSL)	公称工作压力 (NWP) /MPa	最大工作压力 (1.25NWP) /MPa	最大允许工作压力 (1.375NWP) /MPa
H35	35	43.75	48.125
H50	50	62.5	68.75
H70	70	87.5	96.25

6.1.7 气体过滤器

气体过滤器应安装在加氢机拉断阀的上游，应能阻止粒径大于 $5\mu\text{m}$ 的颗粒物通过。

6.1.8 流量调节

加氢机应具备流量调节功能，包括采用调压阀、流量调节阀、孔板、针阀等进行调节。

6.1.9 安全阀

在加氢机的加注管道上应设置安全泄压装置或相应的安全措施，其中安全阀开启压力应设置为加氢机最大工作压力的1.05~1.1倍。当发生超压情况时，加氢机应能自动排放氢气泄压。安全阀的校验周期应符合TSG 21的相关规定。

6.1.10 氢气预冷

加氢机应根据压力等级和使用需求等，确定是否需要配置冷冻机和冷冻机的冷却能力。

6.1.11 卸压功能

加氢机应具备加氢枪卸压功能，并应将气体以安全的方式排放到安全的位置。

6.1.12 功能按钮

加氢机应设置开始、停止、紧急停机功能按钮或按键。

6.1.13 保护

加氢机应设置锁定装置，防止有人未经授权操作加氢机。

6.1.14 自动切断阀

加氢机至少应安装一个自动切断阀，自动切断阀宜安装在加氢机工艺管路和加氢站站內储氢容器之间，并应在自动切断阀上安装位置指示器。

6.2 外观与结构

加氢机的外观和结构应符合下列要求：

- 1) 整机外观表面涂层应光泽、均匀，无剥落、开裂等缺陷，镀铬件及标牌等外露件不得有漆污，表面涂层、镀层不应有明显的机械损伤；
- 2) 整机内零件与零件之间的同形状结合面的边缘、侧板及顶盖之间的结合面边缘应整齐、匀称，不应有明显的错位。外露件、装饰件不应有损伤、剥落、锈蚀等缺陷；
- 3) 各滑动、转动部件运动应轻便、灵活、平稳，无阻滞现象；
- 4) 紧固件应连接牢靠，无松动。连接导线应压接或焊接良好。各电气设备外壳接地线与整机接地线应连接良好，牢固。接插件应接触良好，应有防误插的互联结构，并有防脱拔措施；
- 5) 对直接影响计量准确度的部件和装置应有可靠的铅封或其他锁定装置；
- 6) 应有供用户察看的显示器，用于显示加氢量、加注金额、单价等信息；显示器应字符完整、清晰；
- 7) 所有需要例行检查和维护的零部件，都应便于维修和更换；
- 8) 加氢机应配置入口手动截止阀和泄放手动截止阀；
- 9) 封闭式加氢机外壳在顶部氢气易聚集处应设有排气孔，排气孔的位置和尺寸应能防止堵塞，且总面积不应小于 20cm^2 ；
- 10) 在机柜中可能造成积水的下陷或凹陷处，应当有方案将积水排至指定区域，以避免造成不安全情况；
- 11) 加氢机机柜应当为氢气管道及电气设备的现场连接预留空间。加氢机安装后，应设置用于连接以及检查和调试的开口，开口应需要钥匙或工具才能打开；
- 12) 加氢枪应设置安全的支撑以及保护措施，以避免其因外来物质的积聚（例如雪、冰或沙子）而影响操作。加氢枪应避免空气进入车辆燃料系统或者加氢站设备。

6.3 功能及性能要求

6.3.1 计量性能

6.3.1.1 基本要求

加氢计量的最大允许误差不应超过 $\pm 1.5\%$ ，加氢机的计量重复性不应超过相应最大允许误差绝对值的 $1/3$ 。

6.3.1.2 计量单位

加氢机的计量单位设置应符合下列要求：

- a) 加氢量：kg；
- b) 金额：元；
- c) 单价：元/kg；

6.3.1.3 计数示值范围

加氢机的计数示值范围设置应符合下列要求：

- a) 单次计数范围：（0.00~999.99）kg或（0.00~9999.99）元；
- b) 累计计数范围： 整数位8位，小数位2位；
- c) 单价设置范围：（0.01~999.99）元/kg。

6.3.2 电源适应性

加氢机应能在 $220V_{-15\%}^{+10\%}$ ，50Hz±1Hz的供电环境中正常工作。

6.3.3 管道及阀门

加氢机中与高压氢气接触的管道、阀门应具有良好的氢相容性，且在氢气条件下的疲劳寿命应不低于102000次。

6.3.4 耐压强度

加氢机在最大允许工作压力下，保持10min，不应出现永久性变形和破裂现象，同时气密检测后，应无气泡产生。

6.3.5 气密性

在最大工作压力下使用检漏液检查加氢机各个气路的连接处，保持10min，不应有气泡产生；保压12h，氢气密度下降不超过初始密度的1.5%。氢气密度计算参见附录A。

6.3.6 电磁兼容性

加氢机的电磁兼容性应符合GB/T 36126规定的要求。

6.3.7 掉电保护和复显

加氢机在加氢过程中，因故停电或紧急停机时，应停止氢气加注并关闭自动切断阀。同时，应完整保留所有数据，并能在恢复供电后重新显示。

6.3.8 工作温度

加氢机应能够在-40℃~50℃范围内正常工作。

6.3.9 加注结束状态

加注结束时，储氢气瓶状态应符合下列要求：

- a) 储氢气瓶内的氢气温度不超过85℃；
- b) 加注率宜 $\geq 95\%$ 且 $\leq 100\%$ ；
- c) 储氢气瓶内压力不应超过1.25倍公称工作压力。

加注边界条件应符合温度、压力、SOC的要求。公称工作压力35MPa和70MPa加氢机的加注边界条件见附录B和附录C。

6.3.10 加注速率

在不同的初始条件、环境条件下，加氢机应选择合适的加注速率以保证加注结束时储氢气瓶状态符合6.3.9中的有关规定，并符合相应的加注技术要求。

6.3.11 多通道

多通道加氢机的各通道应分别设置独立的控制系统。

6.3.12 标准加注过程

标准加注过程由初次检漏、车载储氢系统初始压力测量、体积测量、主加注过程、氢系统检漏等组成。加氢机标准加注过程见附录D。

6.3.13 预冷

带预冷的加氢机，加注速率的调节应充分考虑氢气的预冷响应时间、输送氢气的温度与设定的温度之间的误差以及预冷温度不满足预期等情况，以保证加注结束时，储氢气瓶内不超温。

6.3.14 体积测试

加氢机初始泄漏检测、储氢气瓶体积测量等过程中，充入储氢气瓶的氢气质量不应超过300g，且此部分氢气应计入到加注质量中。加氢机测得储氢气瓶体积误差应在±15%范围内。如果不能保证此准确度，或者储氢气瓶类别不确定，则加氢机应选择最保守的加注速率和目标压力对储氢气瓶或储氢设备进行加氢。

6.3.15 流量循环

加氢机不得通过反复启动和停止加注的循环方式来控制氢气流动。加氢机在主加注期间（含泄漏检查、氢源切换等操作）将气体流量减小到低于最大流量的10%以下的情况不应超过5次。

6.3.16 加氢软管

加氢枪、加氢软管与加氢机应可靠连接并导电良好，加氢软管的导静电性能应符合GB/T 10543规定的要求。

6.3.17 拉断阀

6.3.17.1 拉断阀性能要求

加氢软管上应设置拉断阀，拉断阀应符合下列要求：

- a) 拉断阀的分离拉力为220N~1000N；
- b) 拉断阀在外力作用下分开后，两端应自行封闭。

6.3.17.2 拉断阀安装要求

拉断阀的安装应符合下列要求：

- a) 拉断阀的功能不受加氢机的形状和特征所影响；
- b) 当沿轴线方向拉动加氢软管时，松开该软管将不会损坏加氢机机柜、加氢软管部件、排气软管部件(如有)、加氢枪或加氢机软管部件中的其他连接器。

6.3.18 加氢枪

加氢枪应符合GB/T 34425规定的要求。

6.3.19 氢气品质

加氢机制造和安装过程中，应防止引入杂质。加氢机在通入氢气试验前，应充分吹扫，防止氢气污染。

6.4 安全性要求

6.4.1 初始压力超限

加氢机启动时，加氢机测量储氢气瓶初始压力，如果测量的储氢气瓶初始压力小于2.0MPa或大于公称工作压力，应立即停止加氢。

6.4.2 环境温度超限

加氢机启动时，如果环境温度低于-40℃或大于50℃，加氢机不应开始加氢；如果加氢，加氢机应在5s内停止加氢。

6.4.3 氢气预冷温度超限

加氢机启动时，加氢机中氢气温度传感器采集到的氢气温度（冷却后）应不低于-40℃，否则，加氢机不应开始加氢；如果加氢，加氢机应在5s内停止加氢。

6.4.4 超压停机

具有通讯功能的加氢机在加注时，储氢气瓶的压力应小于等于1.25倍公称工作压力，否则，加氢机应在5s内停止加氢。

6.4.5 最大流量停机

加氢机的最大氢气流量应不大于7.2kg/min，并应与所使用加氢枪规定最大流量匹配，当测得的氢气最大流量超过规定值时，应在5s内停止加氢。

6.4.6 泄露停机

加注过程中，当加注程序判定车载储氢系统出现泄漏状况时，加氢机应自动报警，并在3s内停机。

6.4.7 氢气超温或通讯故障

具有通讯功能的加氢机，当发生超温情况时，应能自动停止加注氢气。如通讯中断，应能停止加氢或者在保证加注安全的条件下切换为非通讯加注。

6.4.8 紧急停机

在出现紧急情况按下紧急停机按钮时，加氢机应能关闭阀门，在3s内停止加氢，并向加氢站内控制系统发出停机信号，直到确认恢复安全状况后，由经过培训的操作员对其进行手动重置。

6.4.9 氢气浓度超限

加氢机内部氢气易积聚处应设置氢气检测报警装置。当氢气在空气中含量达0.4%时，应向加氢站内控制系统发出报警信号；当氢气在空气中含量达1.6%时，应向加氢站内控制系统发出停机信号，并自动关闭阀门停止加氢。

6.4.10 电气安全性能

加氢机的对地泄漏电流、抗电强度等应符合GB/T 36126规定的要求。

6.4.11 静电

加氢机应设置人体静电导释装置，并良好接地，接地电阻应不大于10Ω，可安装于加氢机旁易于接近的位置。

6.4.12 加氢枪互锁

由一条主管路分开的多枪加氢机，加氢枪之间应设置互锁，即同一时间只能用一把加氢枪进行加氢操作。

6.4.13 加注软管破裂安全

加氢机在正常加注过程中，如果加注软管破裂或者加注软管压力快速下降，加氢机应在3s内停止加氢。

6.4.14 加氢站控制系统协同

加氢站控制系统或者加氢站安全控制系统发出终止加氢信号时，加氢机应立即停止加注。

6.4.15 多通道加氢机安全

多通道加氢机的各通道应分别设置独立的控制系统。当一个通道故障时，另一个通道能够独立工作。

6.4.16 换热器

用于加氢机氢气预冷的换热器，其在氢气条件的疲劳寿命应不低于102000次。换热器的换热量应与加氢机的预冷要求匹配。

7 试验方法

7.1 试验条件

加氢机在装配完整并符合有关技术条件要求后，在下列条件下进行各项试验：

- a) 环境温度应在 -40°C ~ 50°C 范围内，试验过程中温度变化不超过 2°C ；
- b) 相对湿度：20%~95%；
- c) 大气压力：80kPa~110kPa；
- d) 供电电源：标准电压 $220\text{V}_{-15\%}^{+10\%}$ ，频率 $50\text{Hz} \pm 1\text{Hz}$ 。

所用介质除下述条款明确说明外，可采用高纯无油的氢气、氦气、氮气。

7.2 基本功能检查

采用目测和检查设计图纸、说明书等常规方法检查加氢机，应符合6.1中的相关规定。

7.3 外观与结构检查

采用目测和检查设计图纸、说明书等常规方法检查加氢机，应符合6.2中的相关规定。

7.4 功能及性能试验

7.4.1 计量准确度测试

7.4.1.1 试验介质

试验介质应为氮气或氢气等气体。

7.4.1.2 试验区间及试验次数

按加氢机的公称工作压力分为R(1)和R(2)试验区间进行试验，每个试验区间的试验次数不少于3次，单次测量时间不少于1min。各试验区间的充装压力控制范围见表2。

表2 加氢机公称工作压力与试验区间对应表

加氢机公称工作压力	试验区间	储氢气瓶起始压力	储氢气瓶终止压力	单次测量时间
35MPa	R(1)	(2~5)MPa	(30~35)MPa	≥1min
	R(2)	(10~15)MPa	(30~35)MPa	≥1min
50MPa	R(1)	(2~5)MPa	(40~50)MPa	≥1min
	R(2)	(10~15)MPa	(40~50)MPa	≥1min
70MPa	R(1)	(2~10)MPa	(60~70)MPa	≥1min
	R(2)	(20~30)MPa	(60~70)MPa	≥1min

7.4.1.3 试验设备

计量性能试验的主标准器及配套设备见表3。

表3 主标准器及配套设备的技术指标

设备名称		技术指标
主标准器	电子天平	准确度等级不低于 E_2 级，最大称量由加氢量、储氢气瓶、管路及支架等总质量确定
配套设备	流量指示仪	最大允许误差为 $\pm 1.5\%$
	储氢气瓶	公称工作压力满足加氢机公称工作压力要求，容积应不小于加氢机在最大加注流量下1min的充装量，同时满足压力容器监管要求
	压力计	压力范围满足加氢机公称工作压力要求，准确度等级不低于1.6级
	标准砝码	不低于F ₂ 等级

7.4.1.4 电子天平校准

电子天平校准应符合下列要求：

- 电子天平需放置在坚硬的平面上，位置调至水平，通电预热时间应不少于30min；
- 清除储氢气瓶表面的霜或水后平稳放置在电子天平上，将电子天平示值归零，使用标准砝码将天平校准，检验在要求的称量值时，电子天平是否在最大允许误差范围内。

7.4.1.5 密封性试验

加氢机密封性试验应符合下列要求：

- 将加氢机与气源系统以及试验设备相连接，见图2；
- 关闭试验设备的气瓶阀门，开启加氢机后端的出口阀，缓慢打开加氢机前端入口阀，试验介质应充满整个管路系统；
- 观察试验设备上压力计示值，当压力值达到试验要求的压力值时，关闭加氢机前端入口阀；
- 观察压力计示值，保持压力5min，再次观察压力计示值，压力变化不得超过0.1MPa，管路系统各连接处应无泄漏。

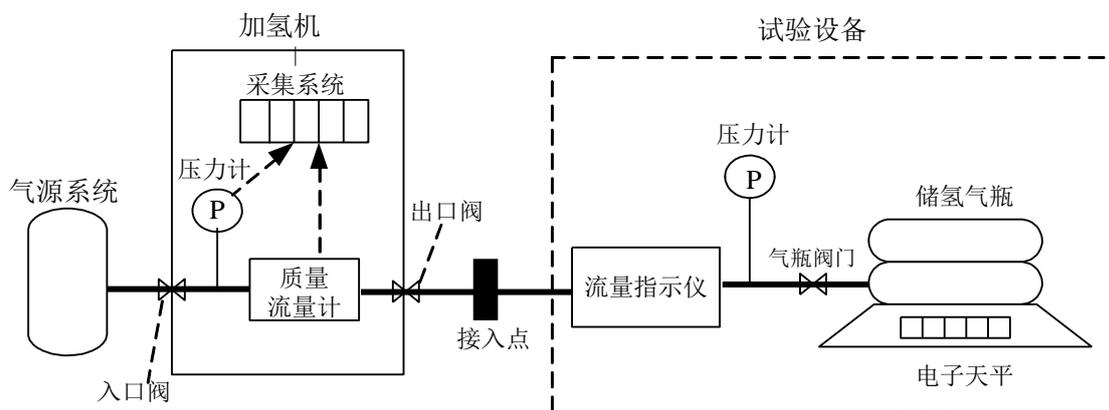


图2 加氢机计量性能测试原理图

7.4.1.6 示值误差试验

示值误差试验步骤如下：

- 1) 加氢机应良好接地，通电预热时间应不少于30min。
- 2) 清除储氢气瓶表面的霜或水后平稳放置在电子天平上，然后将电子天平示值归零，将储氢气瓶与加氢机在接入点通过加氢枪及软管连接，选择或调整气源系统的压力范围，使试验管路系统达到试验要求的初始压力，然后将加氢气瓶的累积流量值归零。
- 3) 打开储氢气瓶的气瓶阀门开始加气，观察流量指示仪示值，在某试验区间满足对应的质量流量范围和单次测量时间时，停止加注，关闭储氢气瓶阀门，在接入点断开加氢枪的连接。
- 4) 记录加氢机的累积质量流量。
- 5) 记录电子天平示值，得到加入储氢气瓶的标准值。
- 7) 加氢机的示值误差计算。
- 8) 根据试验需要，排放充入储氢气瓶的气体。
- 9) 按照试验区间要求的试验次数，重复以上步骤（2）到（8）。

注：本试验方法为质量法，也可采用经国家市场监督管理总局认可的标准表法等其他试验方法，对试验结果有异议时，本试验方法为仲裁方法。

7.4.1.7 重复性试验

重复性试验可与示值误差试验同步进行。

7.4.1.8 示值误差计算

7.4.1.8.1 单次示值误差

加氢机的单次示值误差 E_{ij} 按公式（1）计算：

$$E_{ij} = \frac{M_{ij} - (M_s)_{ij}}{(M_s)_{ij}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

式中：

E_{ij} —— i 试验区间第 j 次测量得到的加氢机单次示值误差，%；

M_{ij} —— i 试验区间第 j 次测量得到的加氢机累积流量示值，单位为千克（kg）；

$(M_s)_{ij}$ —— i 试验区间第 j 次测量得到的电子天平标准值，单位为千克（kg）。

7.4.1.8.2 示值误差

各试验区间多次测量后单次示值误差的平均值作为加氢机在该试验区间的示值误差，按公式（2）计算。

$$E_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n E_{ij} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

E_i —— i 试验区间加氢机示值误差的平均值，%；

n —— i 试验区间要求的试验次数。

加氢机在各试验区间示值误差的最大值作为加氢机的示值误差，并应符合6.3.1中的相关规定。

7.4.1.9 重复性计算

7.4.1.9.1 单次测量重复性

各试验区间单次测量重复性按公式（3）计算：

$$(E_r)_i = \frac{E_{max} - E_{min}}{C_n} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$(E_r)_i$ —— i 试验区间加氢机的测量重复性，%；

E_{max} —— i 试验区间加氢机单次示值误差的最大值，%；

E_{min} —— i 试验区间加氢机单次示值误差的最小值，%；

C_n —— 级差系数，见表4。

表4 级差系数表

n	3	4	5	6	7	8
C_n	1.69	2.06	2.33	2.53	2.70	2.85
n —— 试验区间要求的试验次数						

7.4.1.9.2 重复性

各试验区间单次测量重复性的最大值作为加氢机的重复性，按公式（4）计算，并应符合6.3.1中的相关规定。

$$E_r = ((E_r)_i)_{max} \dots\dots\dots (4)$$

7.4.2 电源适应性测试

电源适应性按照 GB/T 36126 描述的方法测试，测试结果应符合 6.3.2 中的相关规定。

7.4.3 管道及阀门测试

在室温下，以加氢机最大允许工作压力的 5%作为压力循环下限，以加氢机最大允许工作压力为压力上限（误差不超过-3%~0%），以不高于每分钟 6 次的频率，进行 10 万次氢气疲劳测试，然后在-40℃条件下进行 1000 次上述压力循环测试，最后在 85℃条件下进行 1000 次上述压力循环测试，应符合 6.3.3 中的相关规定。

7.4.4 耐压强度测试

将加氢机的入口与气源相连接，用堵头替换安全阀，关闭加氢枪，逐步升高压力达到最大允许工作压力，保持 10min，应符合 6.3.4 中的相关规定。

7.4.5 气密性测试

7.4.5.1 试验介质

加氢机的气密性试验宜使用氢气作为试验介质，如果使用氦气作为试验介质，则相应的限值应按照氢气条件下的限值乘以 75%计算。

7.4.5.2 试验方法

将加氢机的入口与气源连接，关闭加氢枪，每次将压力升高 5MPa，然后在该压力下保持 15min，使用检漏液检查全部管路系统，确定无泄漏后，逐级升高压力直至达到最大工作压力，保压 12h，应符合 6.3.5 中的相关规定。

7.4.6 电磁兼容性测试

电磁兼容性按照 GB/T 36126 描述的方法测试，测试结果应符合 6.3.6 中的有关规定。

7.4.7 掉电保护和复显测试

人工触发掉电操作，恢复后检查，应符合 6.3.7 中的相关规定。

7.4.8 环境温度适应性测试

按 GB/T 2423.1 和 GB/T 2423.2 描述的方法分别进行低温和高温试验，测试结果应符合 6.3.8 中的相关规定。

7.4.9 加注结束状态测试

以氢气为介质，选取下列工况条件，进行加注测试，测试结果应符合 6.3.9 中的相关规定。

表5 35MPa 加氢机测试条件（铝合金内胆碳纤维全缠绕气瓶）

测试要求	1	2	3	4	5	6	7	8
储氢气瓶初始压力 (MPa)	2	2	2	2	25	25	25	25
氢气温度 (°C)	加氢机型号中的氢气温度上限值	加氢机型号中的氢气温度下限值	加氢机型号中的氢气温度下限值	加氢机型号中的氢气温度上限值	加氢机型号中的氢气温度上限值	加氢机型号中的氢气温度下限值	加氢机型号中的氢气温度下限值	加氢机型号中的氢气温度上限值
储氢气瓶及周围环境温度 (°C)	40	-25	40	-25	40	-25	40	-25
储氢气瓶容积 (L)	280L							
加注速率 (kg/min)	≥1.0	≥1.0	≥1.0	≥1.0	≥1.0	≥1.0	≥1.0	≥1.0
结果判定	符合6.3.9							

注1：加注速率=总加注质量/主加注时间（不包括初始连接和初始泄露检查时间）；

注2：不同厂家的气瓶，其单体容积不同，以其具有代表性的单体容积为准，与表中规定数值差异不超过±10%；

注3：实验温度最大允许偏差±2°C，流量最大允许偏差±10%；

注4：如果氢气预冷上下限值之差不超过5°C，则可以用上限值作为实验条件，去掉重复的实验，表中实验数量减少一半；

注5：如果进入加氢机的氢气不需要预冷，则上表中去掉重复实验，实验数量可减为4组。

表6 70MPa 加氢机测试条件（铝合金内胆碳纤维全缠绕气瓶）

测试要求	1	2	3	4	5	6	7	8
储氢气瓶初始压力 (MPa)	2	2	2	2	50	50	50	50
氢气温度 (°C)	加氢机型号中的氢气温度上限值	加氢机型号中的氢气温度下限值	加氢机型号中的氢气温度下限值	加氢机型号中的氢气温度上限值	加氢机型号中的氢气温度上限值	加氢机型号中的氢气温度下限值	加氢机型号中的氢气温度下限值	加氢机型号中的氢气温度上限值
储氢气瓶及周围环境温度 (°C)	40	-25	40	-25	40	-25	40	-25
储氢气瓶（组）容积 (L)	140	140	140	140	140	140	140	140
加注速率 (kg/min)	≥1.0	≥1.0	≥1.0	≥1.0	≥1.0	≥1.0	≥1.0	≥1.0
结果判定	符合6.3.9							

注1：加注速率=总加注质量/主加注时间（不包括初始连接和初始泄露检查时间）；

注2：不同厂家的气瓶，其单体容积不同，以其具有代表性的单体容积为准，与表中规定数值差异不超过±10%；

注3：实验温度最大允许偏差±2°C，流量最大允许偏差±10%；

注4：如果氢气预冷上下限值之差不超过5°C，则可以用上限值作为实验条件，去掉重复的实验，表中实验数量减少一半；

注5：如果进入加氢机的氢气不需要预冷，则上表中去掉重复实验，实验数量可减为4组。

表7 70MPa 加氢机测试条件（塑料内胆碳纤维全缠绕气瓶）

测试要求	1	2	3	4	5	6	7	8
储氢气瓶初始压力 (MPa)	2	2	2	2	50	50	50	50
氢气温度 (°C)	加氢机型号中的氢气温度上限值	加氢机型号中的氢气温度下限值	加氢机型号中的氢气温度下限值	加氢机型号中的氢气温度上限值	加氢机型号中的氢气温度上限值	加氢机型号中的氢气温度下限值	加氢机型号中的氢气温度下限值	加氢机型号中的氢气温度上限值
储氢气瓶及周围环境温度 (°C)	40	-25	40	-25	40	-25	40	-25
储氢气瓶 (组) 容积 (L)	140	140	140	140	140	140	140	140
加注速率 (kg/min)	≥1.0	≥1.0	≥1.0	≥1.0	≥1.0	≥1.0	≥1.0	≥1.0
结果判定	符合6.3.9							

注1：加注速率=总加注质量/主加注时间（不包括初始连接和初始泄露检查时间）；

注2：不同厂家的气瓶，其单体容积不同，以其具有代表性的单体容积为准，与表中规定数值差异不超过±10%；

注3：实验温度最大允许偏差±2°C，流量最大允许偏差不超过±10%；

注4：如果氢气预冷上下限值之差不超过5°C，则可以用上限值作为实验条件，去掉重复的实验，表中实验数量减少一半；

注5：如果进入加氢机的氢气不需要预冷，则上表中去掉重复实验，实验数量可减为4组。

在上述实验过程中，检查加氢机的工作过程，满足6.3.9-6.3.15要求。

7.4.10 加氢软管测试

加氢软管的导静电性能按照GB/T 10543描述的方法测试，测试结果应符合6.3.16中的相关规定。

7.4.11 拉断阀测试

拉断阀按照GB/T 22380.2描述的方法测试，测试结果应符合6.3.17中的相关规定。

7.4.12 加氢枪测试

加氢枪按照GB/T 34425描述的方法测试，应符合6.3.18中的相关规定。

7.4.13 氢气品质测试

在加氢机正常工作时，通入符合GB/T 37244规定的氢气，在加氢枪出口进行氢气取样分析，氢气品质应符合GB/T 37244规定的要求。如果不符合，则需要对加氢机进行连续的吹扫，直至加氢枪出口氢气品质符合GB/T 37244规定的要求。

7.5 安全性能试验

7.5.1 初始压力超限测试

正常启动加氢机，设定储氢气瓶内压力低于2MPa，或者高于储氢气瓶公称工作压力，应符合6.4.1中的相关规定。

7.5.2 环境温度超限测试

通过下述a)或者b)方法，将加氢机控制系统采集到的环境温度调整到低于-40℃或大于50℃，启动加氢机，应符合6.4.2中的相关规定。

- a)加热或冷却环境温度传感器；
- b)设置温度模拟信号模拟到所需测试环境温度。

7.5.3 氢气预冷温度超限测试

通过下述a)或者b)方法，将加氢机控制系统采集到的预冷后的氢气温度调整到低于-40℃，启动加氢机，应符合6.4.3中的相关规定。

- a)加热或冷却氢气温度传感器；
- b)设置温度模拟信号模拟到所需测试的氢气温度。

7.5.4 超压停机测试

开始加氢30s后，设置储氢气瓶压力信号大于1.25倍公称工作压力，应符合6.4.4中的相关规定。

7.5.5 最大流量停机测试

开始加氢30s后，设置加氢机采集到流量超过最大氢气流量，应符合6.4.5中的相关规定。

7.5.6 泄露停机测试

7.5.6.1 初始泄漏检测

启动加氢机，设定初始泄露检测中与储氢气瓶距离最近的加氢机中氢气压力传感器15s后压力下降至2.0MPa以下，应符合6.4.6中的相关规定。

7.5.6.2 高压泄漏检测

公称工作压力为70MPa的加氢机，当加氢软管中的压力达到30MPa时，应进行二次停止，进行高压泄漏检测；当加氢软管中的压力达到60MPa时，应进行第三次停止，进行第二次高压泄漏检测。启动加氢机，设定与储氢气瓶距离最近的加氢机中氢气压力传感器15s后压力下降10MPa，应符合6.4.6中的相关规定。

7.5.7 氢气超温或通讯故障测试

启动加氢机，模拟通讯中断或者储氢气瓶中温度超过85℃，应符合6.4.7中的相关规定。

7.5.8 紧急停机测试

加氢机运行过程中，按下紧急停机按钮，应符合6.4.8中的相关规定。

7.5.9 氢气浓度超限测试

模拟加氢机中氢气检测器采集到信号数值达到6.4.9中的限值，应符合6.4.9中的相关规定。

7.5.10 电气安全性能测试

加氢机的对地泄漏电流、抗电强度等应按照GB 4943.1描述的方法测试，应符合6.4.10中的相关规定。

7.5.11 静电测试

接地电阻进行按照SJ/T 10694描述的方法测试，应符合6.4.11中的相关规定。

7.5.12 多枪加氢机安全测试

启动加氢机，连接正在工作之外的任意加氢枪与加氢口，按下开始按钮，应符合6.4.12中的相关规定。

7.5.13 加注软管破裂安全测试

加注软管破裂安全试验应符合下列要求：

a)三通接头安装在加氢机加注软管的末端和加氢枪的上游，加注软管应连接到三通型接头的“直通”端口之一，快速开启阀应安装在另一个“直通”端口上，加氢枪应连接到三通的“短管”端口，测试装置参见附录E，三通接头和阀门的组合Cv应尽可能接近实际值；

b)为测试安全，应将三通及快速开启阀可靠固定，加氢枪与储氢罐可靠连接；

c)加氢机的供气压力应小于加氢机的最高允许压力，在快速开启阀关闭的条件下，操作加氢机以使气体流入储存容器，5s后打开快速开启阀，加氢机应在快速开启阀打开后3s内停止气体流动；

d)在-40℃~50℃环境温度下进行5次测试，气源温度应在环境温度2℃变化范围以内。

试验结果应符合6.4.13中的相关规定。

7.5.14 与加氢站控制系统的协同测试

启动加氢机，对加氢机控制系统模拟输入来自加氢站控制系统的停机信号，应符合6.4.14中的相关规定。

7.5.15 多通道加氢机安全测试

加氢机正常启动后，设定其中一个通道故障，应符合6.4.15中的相关规定。

7.5.16 换热器测试

在室温下，以加氢机最高允许压力的5%作为压力循环下限，以加氢机最高允许压力为压力上限（误差不超过-3%~0%），以不高于每分钟6次的频率，进行10万次氢气疲劳测试，然后在-40℃条件下进行1000次上述压力循环测试，最后在85℃条件下进行1000次上述压力循环测试，应符合6.4.16中的相关规定。

7.6 出厂检验

7.6.1 加氢机出厂检验，按规定的检验项目逐台检查。

表8 加氢机整机试验项目

序号	检验项目	技术要求	检验方法	型式试验	出厂试验
1	基本功能	6.1.1 6.1.2 6.1.3 6.1.4 6.1.5	7.1	√	√

序号	检验项目	技术要求	检验方法	型式试验	出厂试验
		6.1.6			
		6.1.7			
		6.1.8			
		6.1.9			
		6.1.10			
		6.1.11			
		6.1.12			
		6.1.13			
		6.1.14			
		6.1.15			
2	外观和结构	6.2	7.2	√	√
3	计量	6.3.1	7.3.1	√	—
4	电源适用性	6.3.2	7.3.2	√	√
5	阀门	6.3.3	7.3.3	√	—
6	耐压强度	6.3.4	7.3.4	√	√
7	气密性	6.3.5	7.3.5	√	√
8	电磁兼容性	6.3.6	7.3.6	√	—
9	掉电保护和复显	6.3.7	7.3.7	√	√
10	工作温度	6.3.8	7.3.8	√	—
11	加注结束状态	6.3.9	7.3.9	√	—
12	加注协议	6.3.10		√	—
13	多通道	6.3.11		√	—
14	标准加注过程	6.3.12		√	—
15	预冷	6.3.13		√	—
16	体积测试	6.3.14		√	—
17	流量循环	6.3.15		√	—
18	压力控制偏差	6.3.16		√	—
19	加氢软管	6.3.17	7.3.10	√	—
20	拉断阀	6.3.18	7.3.11	√	—
21	加氢枪	6.3.19	7.3.12	√	—
22	氢气品质	6.3.20	7.3.13	√	—
23	初始压力超限	6.4.1	7.4.1	√	—

序号	检验项目	技术要求	检验方法	型式试验	出厂试验
24	环境温度超限	6.4.2	7.4.2	√	—
25	氢气预冷温度超限	6.4.3	7.4.3	√	—
26	超压停机	6.4.4	7.4.4	√	—
27	最大流量停机	6.4.5	7.4.5	√	—
28	泄漏停机	6.4.6	7.4.6	√	—
29	氢气超温或通讯故障	6.4.7	7.4.7	√	—
30	紧急停机	6.4.8	7.4.8	√	√
31	氢气浓度超限	6.4.9	7.4.9	√	—
32	电气安全性能	6.4.10	7.4.10	√	—
33	静电	6.4.11	7.4.11	√	—
34	多枪加氢机安全	6.4.12	7.4.12	√	—
35	加注软管破裂安全	6.4.13	7.4.13	√	√
36	加氢站控制系统协同	6.4.14	7.4.14	√	√
37	多通道加氢机安全	6.4.15	7.4.15	√	—
38	换热器	6.4.16	7.4.16	√	—

注：“√”表示要检项目“—”表示不检项目。

7.6.2 产品必须经过制造厂质量检验部门检验合格，签发产品合格证后方可出厂。

7.6.3 出厂产品应附带有技术文件规定的使用说明书和附件。

7.7 型式试验

型式试验样品应从出厂产品中随机抽取。型式试验按表8规定的项目进行。凡属于下列情况之一，需要重新进行型式试验：

- 1) 加氢机工艺管道及仪表流程设计发生改变；
- 2) 主要零部件选型发生变化：如换热器、流量调节装置、流量计、影响加注策略的控制系统改变等；
- 3) 加氢机的加注速率计算方法、加注结束时的压力、温度、加注率预测算法或逻辑发生变化。

7.8 判定规则

7.8.1 出厂产品经制造厂质量检验部门检验，符合本文件及专用技术条件规定的要求时，则认为产品合格。

7.8.2 型式试验经国家质量监督机构获第三方认证机构检验，符合本文件要求，则认为产品合格。

8 标志、包装、运输和贮存、安装、维护

8.1 标志

8.1.1 加氢机上应有永久性标牌。

8.1.2 标牌应可靠固定在加氢机的明显处，联接牢靠。

8.1.3 加氢机标牌

加氢机标牌应包括但不限于下列内容：

- a) 流量范围；
- b) 电源电压；
- c) 产品名称及型号；
- d) 制造厂名；
- e) CPA标志及计量器具型式批准证书编号（新产品预留相应内容位置）；
- f) 防爆标志和防爆合格证编号；
- g) 制造年月、出厂编号；

8.1.4 多枪加氢机应在加气枪位置处标明枪位编号。

8.1.5 各防爆电气部件应在明显位置固定标牌，标牌字迹应清晰无误，并保证在加氢机使用期内不脱落。

8.2 包装

8.2.1 加氢机包装内应包括有产品合格证、装箱单和使用说明书等规定的出厂文件。

8.2.2 加氢机的外包装物应符合 GB/T 13384 规定的要求。

8.2.3 包装箱的外壁应有明显清晰的标志和文字，应包括但不限于下列内容：

- a) 制造商名称；
- b) 产品型号、规格及出厂编号；
- c) 产品净重及毛重；
- d) 包装箱的外形尺寸。

8.2.4 外包装物的图示标志应符合 GB/T 191 规定的要求，应设有“易碎物品”、“向上”、“禁止翻滚”和“怕雨”等图形、文字标志。

8.3 运输和贮存

8.3.1 运输过程中，包装箱的倾斜度不应超过 30°。

8.3.2 加氢机应在包装条件下储存，应放置在干燥通风有遮盖的场所，场所内不得有腐蚀金属的有害气体存在。

8.4 安装

8.4.1 加氢机安装之前，应按照加氢机说明书的要求对加氢机的管路、电气连接等进行安装前检查。

8.4.2 加氢机应按照加氢机说明书的安装要求进行安装。

8.5 维护

加氢机制造商应提供设备关键零部件维修、维护的正确操作步骤，以确保人员在操作过程中不会受到不必要的危害，并且保证加氢机加氢枪出口处的氢气符合GB/T 37244的要求。

附录 A
(资料性)
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, 单位为克每摩尔 ($M=2.016 \text{ g/mol}$);

p : 氢气压力, 单位为兆帕 (MPa);

Z : 氢气压缩因子;

R : 气体常数 ($R=0.008\,314\,5 \text{ MPa L/(mol K)}$);

T : 氢气温度, 单位为开尔文 (K);

ρ : 氢气密度, 单位为千克每立方米 (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:

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

氢气密度按式 (A.2) 计算:

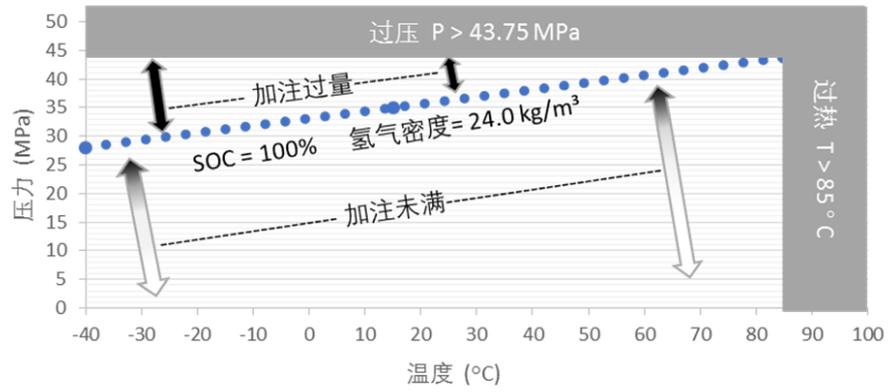
$$\rho = Mp/(ZRT) \dots\dots\dots (A.2)$$

表 A.1 系数 v_{ij}

系数 v_{ij}		j			
		1	2	3	4
i	1	1.000 18	-0.002 254 6	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

附录 B
(规范性)
35MPa 加氢机加注边界条件

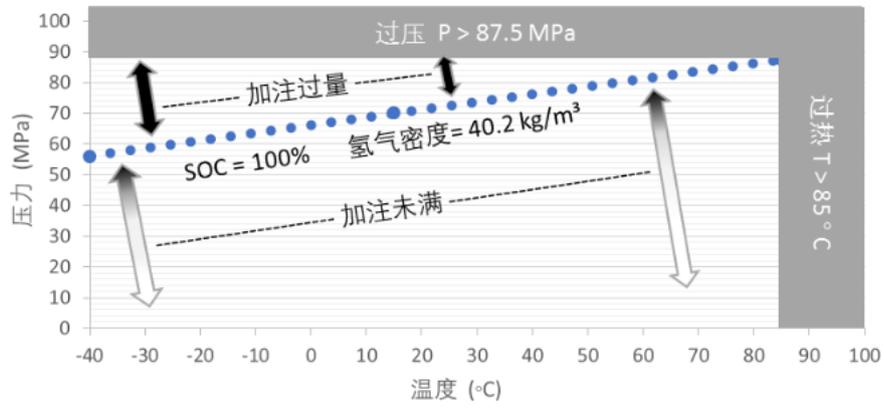
35MPa加氢机的加注边界条件见图B. 1。



图B. 1 35MPa 加氢机加注边界条件

附录 C
(规范性)
70MPa 加氢机加注边界条件

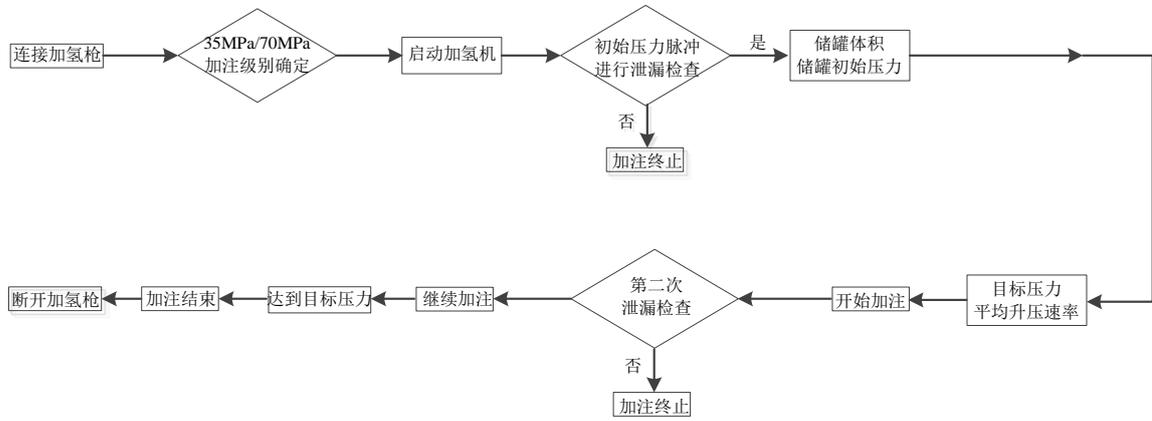
70MPa加氢机的加注边界条件见图C. 1。



图C. 1 70MPa 加氢机加注边界条件

附录 D
(资料性)
标准加氢过程

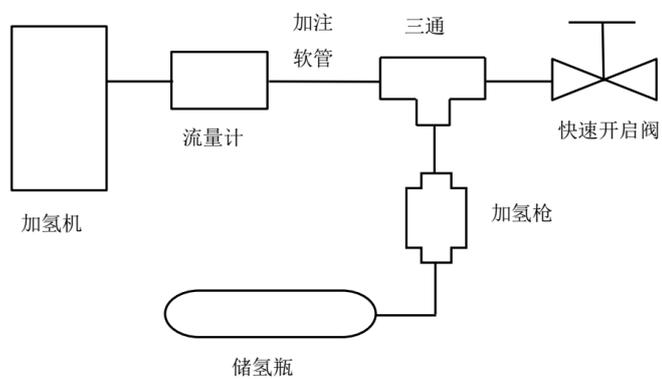
标准的加氢过程参见图D.1。



图D.1 加氢机标准加注过程

附录 E
(资料性)
加氢软管破裂测试装置

加氢软管破裂测试装置的流程图参见图E.1。



图E.1 加氢软管破裂测试装置流程图