



中华人民共和国国家标准

GB/T 40045—2021

氢能汽车用燃料 液氢

Fuel specification for hydrogen powered vehicles—Liquid hydrogen(LH₂)

2021-04-30 发布

2021-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国氢能标准化技术委员会(SCA/TC 309)提出并归口。

本标准起草单位:北京航天试验技术研究所、中国标准化研究院、佛山绿色发展创新研究院、北京低碳清洁能源研究院、浙江大学、北京海德利森科技有限公司、中国电子工程设计院有限公司、江苏国富氢能技术装备有限公司、中国科学院理化技术研究所、北京航天雷特机电工程有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、高质标准化研究院(山东)有限公司。

本标准主要起草人:杨思锋、杨昌乐、杨燕梅、刘玉涛、郑津洋、王赓、何广利、鲍威、韩武林、刘建虎、李青、魏蔚、顾超华、时云卿、花争立、潘珂、张邦强、张慧、邓波、王志远、路征。

氢能汽车用燃料 液氢

1 范围

本标准规定了氢能汽车用燃料液氢(以下简称液氢)的技术指标、试验方法以及包装、标志、贮存及运输的要求。

本标准适用于贮罐贮存、管道或罐车输送的质子交换膜燃料电池汽车用燃料液氢。

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 3634.2 氢气 第2部分:纯氢、高纯氢和超纯氢

GB/T 3723 工业用化学产品采样安全通则

GB/T 5832.2 气体分析 微量水分的测定 第2部分:露点法

GB/T 6285 气体中微量氧的测定 电化学法

GB/T 6681 气体化工产品采样通则

GB/T 8984 气体中一氧化碳、二氧化碳和碳氢化合物的测定 气相色谱法

GB/T 24499 氢气、氢能系统与氢能系统术语

GB/T 27894.3 天然气 在一定不确定度下用气相色谱法测定组成 第3部分:用两根填充柱测定氢、氮、氧、氮、二氧化碳和直至 C₈ 的烃类

GB/T 27894.6 天然气 在一定不确定度下用气相色谱法测定组成 第6部分:用三根毛细管色谱柱测定氢、氮、氧、氮、二氧化碳和 C₁ 至 C₈ 的烃类

GB/T 37244 质子交换膜燃料电池汽车用燃料 氢气

GB/T 40060 液氢贮存和运输技术要求

3 术语和定义

GB/T 24499 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

仲氢转化测定装置 parahydrogen conversion and measurement device

将常温平衡氢转化为液氮温区下的平衡氢,以获得测定用标准样品的装置。

4 要求

液氢的技术指标应符合表 1 的规定。

表 1 液氢的技术指标

项目名称	指标
氢纯度(摩尔分数)	$\geq 99.97\%$
仲氢含量(体积分数)	$\geq 95\%$
非氢气体总量	$\leq 300\ \mu\text{mol/mol}$
水(H ₂ O)含量	$\leq 5\ \mu\text{mol/mol}$
总烃(按 CH ₄ 计) ^a 含量	$\leq 2\ \mu\text{mol/mol}$
氧(O ₂)含量	$\leq 5\ \mu\text{mol/mol}$
氦(He)含量	$\leq 300\ \mu\text{mol/mol}$
总氮(N ₂)和氩(Ar)含量	$\leq 100\ \mu\text{mol/mol}$
二氧化碳(CO ₂)含量	$\leq 2\ \mu\text{mol/mol}$
一氧化碳(CO)含量	$\leq 0.2\ \mu\text{mol/mol}$
总硫(按 H ₂ S 计)含量	$\leq 0.004\ \mu\text{mol/mol}$
甲醛(HCHO)含量	$\leq 0.01\ \mu\text{mol/mol}$
甲酸(HCOOH)含量	$\leq 0.2\ \mu\text{mol/mol}$
氨(NH ₃)含量	$\leq 0.1\ \mu\text{mol/mol}$
总卤化物(按卤离子计)含量	$\leq 0.05\ \mu\text{mol/mol}$
颗粒物浓度	$\leq 1\ \text{mg/kg}$
^a 当液氢中含甲烷,且总烃含量大于 $2\ \mu\text{mol/mol}$ 时,甲烷、氮气和氩气的总含量不得超过 $100\ \mu\text{mol/mol}$ 。	

5 试验方法

5.1 采样和判定

- 5.1.1 液氢在液相采样,经采样管完全汽化后,使用采样钢瓶进行采样或直接经采样管送入测定仪器。采样要求应符合 GB/T 6681 的规定。
- 5.1.2 对稳定生产的管道输送的液氢,由供需双方确定抽样频次。管道输送的液氢产品应符合本标准的技术要求。
- 5.1.3 罐车或贮罐充装的液氢,充装结束后以罐为单位,逐一检验。当检验结果有任何一项指标不符合表 1 技术要求时则判该批产品不合格。
- 5.1.4 采样安全应符合 GB/T 3723 的相关规定。

5.2 氢纯度

液氢的氢纯度按式(1)进行计算:

$$\varphi = 100 - (\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 + \varphi_5 + \varphi_6 + \varphi_7 + \varphi_8 + \varphi_9 + \varphi_{10} + \varphi_{11} + \varphi_{12}) \times 10^{-4} \quad \cdots (1)$$

式中:

- φ ——氢纯度(摩尔分数),%;
- φ_1 ——水含量,单位为微摩尔每摩尔($\mu\text{mol/mol}$);
- φ_2 ——总烃含量,单位为微摩尔每摩尔($\mu\text{mol/mol}$);

- φ_3 ——氧含量,单位为微摩尔每摩尔($\mu\text{mol/mol}$);
- φ_4 ——氮含量,单位为微摩尔每摩尔($\mu\text{mol/mol}$);
- φ_5 ——总氮和氩的含量,单位为微摩尔每摩尔($\mu\text{mol/mol}$);
- φ_6 ——二氧化碳含量,单位为微摩尔每摩尔($\mu\text{mol/mol}$);
- φ_7 ——一氧化碳含量,单位为微摩尔每摩尔($\mu\text{mol/mol}$);
- φ_8 ——总硫含量,单位为微摩尔每摩尔($\mu\text{mol/mol}$);
- φ_9 ——甲醛含量,单位为微摩尔每摩尔($\mu\text{mol/mol}$);
- φ_{10} ——甲酸含量,单位为微摩尔每摩尔($\mu\text{mol/mol}$);
- φ_{11} ——氨含量,单位为微摩尔每摩尔($\mu\text{mol/mol}$);
- φ_{12} ——总卤化物含量,单位为微摩尔每摩尔($\mu\text{mol/mol}$)。

5.3 仲氢含量的测定

5.3.1 方法和仪器

采用仲氢转化测定装置获取液氮温区下的平衡氢作为标准样品。采用热导气相色谱法测定仲氢含量,热导气相色谱仪对仲氢的检出限应低于 30×10^{-2} (体积分数)。仪器安装及调试按仪器说明书进行。气相色谱仪的气路流程参见附录 A。

5.3.2 仪器条件

5.3.2.1 色谱柱

柱长约 3 m,内径约 2 mm 的不锈钢柱,内装 13X 分子筛,或 5A 分子筛,或 NaY 型分子筛。

5.3.2.2 操作参数

仪器各操作参数按仪器说明书和检测限要求选定。

5.3.3 测定步骤

- 5.3.3.1 按仪器说明书开启仪器,调节各操作参数,至仪器的各参数稳定。
- 5.3.3.2 选定适当的色谱条件,包括:载气流量,样气流量,仪器气路平衡等。
- 5.3.3.3 测定标准样品。将仲氢转化测定装置的转化柱浸泡在液氮中,测定装置气体出口接入气相色谱仪,流量 60 mL/min~80 mL/min,在充分置换取得代表样后进行测定。平行测定至少两次,直至相邻两次测定的待测组分的色谱响应值的相对偏差不大于 5%,取其平均值。
- 5.3.3.4 测定样品。在与标准样品完全相同的测定条件下,将待测样品接入气相色谱仪,在充分置换取得代表样后进行测定。平行测定至少两次,直至相邻两次测定的待测组分的色谱响应值的相对偏差不大于 5%,取其平均值。
- 5.3.3.5 完成分析操作后,按说明书的相关要求停机。

5.3.4 结果计算

仲氢含量按式(2)计算:

$$\varphi_{PH} = 25.08 + \frac{\varphi_{LN} - 25.08}{A_{LN}} \cdot A \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- φ_{PH} ——液氢中仲氢的含量(体积分数), 10^{-2} ;
- φ_{LN} ——液氮温度时仲氢的平衡含量,测定时通过读取仲氢转化测定装置智能仪表上显示的温度

值,并查阅附录 B 中图 B.1 获得(体积分数), 10^{-2} ;

A_{LN} ——液氮温度下经转化后的氢中实测的仲氢色谱峰峰面积或峰高;

A ——试样中实测的仲氢色谱峰峰面积或峰高。

注:室温时仲氢的平衡含量(体积分数)为 25.08%。

5.4 水含量的测定

水含量的测定按 GB/T 5832.2 的规定执行。允许采用其他等效的方法测定氢中水含量,当测定结果有异议时,以 GB/T 5832.2 规定的方法为仲裁方法。

5.5 总烃含量的测定

总烃含量的测定按 GB/T 8984 的规定执行。允许采用其他等效方法,当测定结果存在异议时,以 GB/T 8984 规定的方法为仲裁法。

5.6 氧含量的测定

氧含量的测定按 GB/T 6285 的规定执行。允许采用其他等效方法,当测定结果存在异议时,以 GB/T 6285 规定的方法为仲裁法。

5.7 氮含量的测定

氮含量的测定按 GB/T 27894.6 的规定执行。允许按 GB/T 27894.3 规定的方法进行氮含量的测定。当测定结果存在异议时,以 GB/T 27894.6 规定的方法为仲裁法。

5.8 氮和氩、二氧化碳、一氧化碳含量的测定

氮和氩、二氧化碳、一氧化碳的含量的测定按 GB/T 3634.2 的规定执行。

5.9 总硫、甲醛、甲酸、氨、总卤化物含量、颗粒物浓度的测定

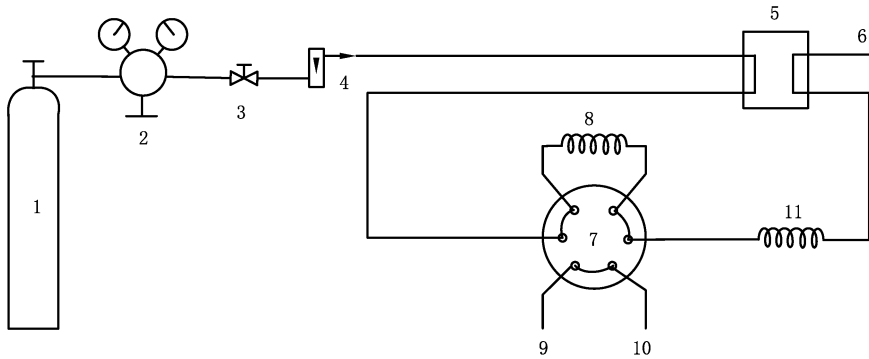
总硫、甲醛、甲酸、氨、总卤化物含量、颗粒物浓度的测定按 GB/T 37244 的规定执行。允许采用其他等效方法,当测定结果存在异议时,以 GB/T 37244 规定的方法为仲裁法。

6 包装、标志、贮存及运输

液氢的包装、标志、贮存及运输应符合 GB/T 40060 的规定。

附录 A
(资料性附录)
气相色谱仪的气路流程示意图

用于仲氢含量测定的气相色谱仪的气路流程参见图 A.1。



说明：

- | | | |
|-------------|-----------|------------|
| 1——载气瓶； | 5——热导检测器； | 9 ——样品气入口； |
| 2——钢瓶压力调节器； | 6——载气出口； | 10——样品气出口； |
| 3——调节阀； | 7——进样六通阀； | 11——色谱柱。 |
| 4——流量计； | 8——定体积量管； | |

图 A.1 气相色谱仪气路流程示意图

附 录 B
(规范性附录)
温度-仲氢含量曲线

测定仲氢含量时,通过读取仲氢转化测定装置智能仪表上显示的温度值,并查阅温度-仲氢含量曲线获得对应温度下的仲氢含量。温度-仲氢含量曲线见图 B.1。

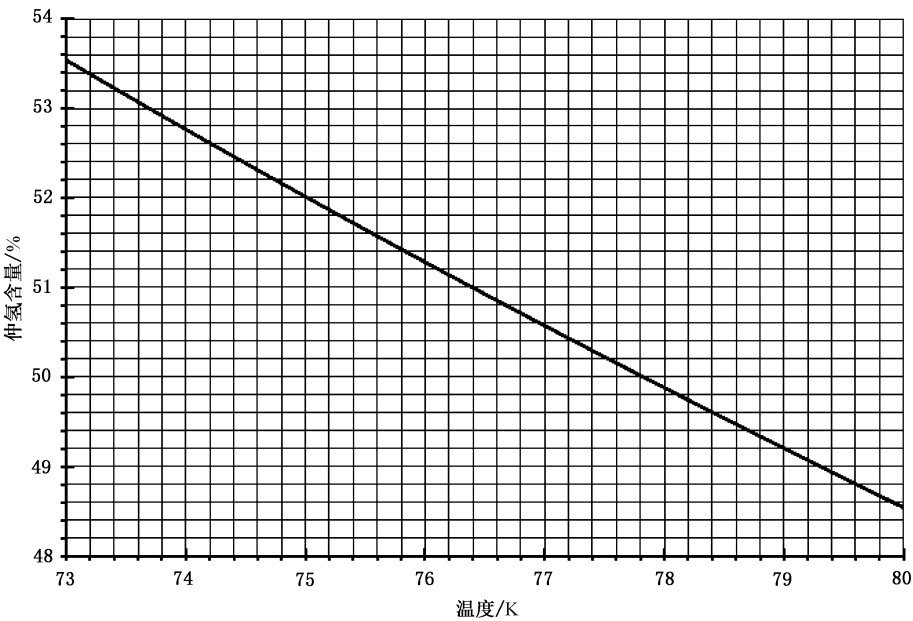


图 B.1 温度-仲氢含量曲线