



中华人民共和国国家标准

GB/T 40060—2021

液氢贮存和运输技术要求

Technical requirements for storage and transportation of liquid hydrogen

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

目 次

前言 I

引言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 液氢贮罐的设置 2

5 罐车、罐式集装箱的运输..... 2

6 吹扫与置换 3

7 安全与防护 3

8 事故处置 4

附录 A（资料性附录） 液氢的危险性 5

附录 B（资料性附录） 液氢的主要特性 6

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(SAC/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、浙江大学、中国标准化研究院、北京低碳清洁能源研究院、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、深圳国氢新能源科技有限公司、中铝山东有限公司、佛山绿色发展创新研究院、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、山东冰轮海卓氢能技术研究院有限公司、广东普发氢能源科技有限公司、北京特种工程设计研究院、高质标准化研究院(山东)有限公司。

本标准主要起草人:曲胜、杨晓阳、郑津洋、刘玉涛、杨燕梅、鲍威、韩武林、王赓、何广利、花争立、周向荣、李青、魏蔚、顾超华、王成林、潘珂、张邦强、王德新、董晓辉、骆明强、凡双玉、衣君、张会明、陈虹、雷刚、路征。

引 言

本标准液氢贮存和运输提供技术参考,液氢贮存和运输的安全要求以法律法规、强制性国家标准等有关规定为准。



液氢贮存和运输技术要求

1 范围

本标准规定了液氢贮存和运输过程中液氢贮罐的设置、罐车和罐式集装箱的运输、吹扫与置换、安全与防护、事故处理的要求。

本标准适用于液氢贮罐、液氢运输车和罐式集装箱的贮存和运输的技术要求。

本标准不适用于军事、国防、航天领域液氢的贮存和运输。

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 2894 安全标志及其使用导则

GB 4387 工业企业厂内铁路、道路运输安全规程

GB 12014 防护服装 防静电服

GB 21148 足部防护 安全鞋

GB 21668 危险货物运输车辆结构要求

GB/T 24499 氢气、氢能与氢能系统术语

GB/T 31421 防静电工作帽

GB 50140 建筑灭火器配置设计规范

GB 50169 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范

GB 50177 氢气站设计规范

GB 50974 消防给水及消火栓系统技术规范

JT/T 617(所有部分) 危险货物道路运输规则

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

液氢容器 liquid hydrogen vessel

用于长期或短期贮存液氢的容器。

注:液氢容器包括液氢贮罐、液氢罐车的贮罐、罐式集装箱等。

3.2

液氢贮罐 liquid hydrogen storage vessel

贮存液氢的压力容器。

3.3

液氢罐车 liquid hydrogen tank vehicle

配置液氢贮罐的运输车。

3.4

罐式集装箱 liquid hydrogen tank containers

贮存液氢的低温罐箱。

4 液氢贮罐的设置

- 4.1 液氢贮罐不得安装在室内。
- 4.2 液氢贮存场所应保证通风良好。
- 4.3 液氢贮罐的场所应设有安全出口,周围应设置安全标志,安全标志的设置应符合 GB 2894 的有关规定。
- 4.4 设置液氢贮罐的场所应与居民建筑物、公用道路及库房保持相应的安全距离,并应不小于 GB 50177 的有关规定。
- 4.5 液氢贮罐的场所应设置灭火器、消防栓等消防救护器材,灭火器配置应符合 GB 50140 的有关规定,灭火器宜采用干粉灭火器,消防栓的设置应符合 GB 50974 的规定。
- 4.6 液氢贮罐场所应设有液氢罐车和消防通道,道路的宽度不应小于 4 m,路面上的净空高度不应小于 4.5 m。
- 4.7 液氢的贮存、使用场所宜设置围墙或栅栏及防撞设施。
- 4.8 液氢贮存场所中,液氢贮罐应安装在高于地面的基座上,基座宜高于地面 30 cm。
- 4.9 液氢贮罐区应设有氢气浓度监测报警系统,报警浓度限值不大于 0.4%(体积分数),响应时间不大于 30 s。
- 4.10 液氢贮罐区应设置紫外火焰探测器和红外火焰探测器。
- 4.11 液氢贮罐应设置接地装置,并应符合 GB 50177 的有关规定。
- 4.12 液氢输送管道应设置导除静电的接地装置,并应符合 GB 50177 的有关规定。
- 4.13 液氢贮罐放空时,放空管口温度不低于 90 K。

5 罐车、罐式集装箱的运输

- 5.1 罐车、罐式集装箱的使用、运输、检修和管理应符合 GB 21668、JT/T 617(所有部分)的有关规定。
- 5.2 液氢罐车出发前,应确认罐车的运输时间和运输距离,并制定紧急情况排放措施,以确保运输过程中不在公路上排放液氢。罐车、罐式集装箱运输液氢时,要经常监视压力表的读数,不应超过压力规定值。当压力表读数异常升高时,罐车应开到人稀、空旷处,打开放空阀排气泄压。
- 5.3 液氢罐车压力接近安全阀起跳压力时,应将罐车行驶到空旷处排放,并设警戒线。
- 5.4 在工业企业厂区内,液氢的运输应按 GB 4387 的规定执行,液氢罐车或载有液氢罐式集装箱的车辆行驶速度不应超过 10 km/h,不应用手推行,禁止溜放。
- 5.5 装载液氢的液氢运输车应露天停放,不得停放在靠近桥梁、隧道或地下通道的场所。
- 5.6 液氢罐车、罐式集装箱的拖车停放间距不小于 3 m。
- 5.7 液氢罐车及罐式集装箱应有导静电接地装置,接地装置应符合 GB 50169 的规定。
- 5.8 罐车、罐式集装箱只有在得到有关人员同意后方可进入充灌场所进行充灌。充灌前,应对充灌的连接管道进行置换,直至管道内气体中杂质含量符合液氢容器的置换指标要求。充灌时,操作人员应在现场。充灌操作应按操作规程进行,并应防止低温液体外溢。
- 5.9 罐车的液氢接收口应安装 10 μ m 的过滤器,滤芯采用与氢相容性材料,连续固定使用的氢过滤器宜采用可切换式。
- 5.10 罐车拖车尾部在进入加注、转注场所前应安装汽车防火帽。
- 5.11 罐车、罐式集装箱在连接充灌输液管前应处于制动状态,防止移动,并应设置防滑块。罐车、罐式集装箱在充装过程中应采取相应安全措施,配置防拉脱装置。
- 5.12 罐车、罐式集装箱充灌结束后应将输液管置换至非氢气环境,确认安全后再脱开输液管,方可

- 离开。
- 5.13 罐车、罐式集装箱在充灌装卸作业时，汽车发动机应熄火关闭。充装过程中，驾驶员不得驻留车内。
- 5.14 罐车、罐式集装箱内液氢不宜长期储存，更不得混装其他液体，漆色标志应符合相关规定。
- 5.15 液氢加注、转注期间，应对管道连接处再次进行检查确认，防止泄漏。

6 吹扫与置换

- 6.1 液氢容器在充灌液氢前应检查内部状态，管道应干燥清洁，应采用氮气吹干，装配后用适当的堵帽或堵塞封堵外接管口。
- 6.2 液氢罐车超过 7 d 不用，应在使用前检测贮罐内的气体指标，若不合格，应对罐车内氢气进行置换。
- 6.3 液氢容器新用或被其他气体(如空气等)污染，充灌液氢前应进行正压置换，并符合下列要求：
- a) 正压置换应分别采用纯度不低于 99.99%的氮气、氢气，置换压力不超过液氢容器的工作压力；
 - b) 吹扫置换空气时，应以氮气反复充排，直至检测排气中的氧含量不大于 0.5% (体积分数)；
 - c) 吹扫置换氮气时，应以氢气反复充排，直至罐内余气杂质含量符合表 1 要求。
- 6.4 液氢容器内氢气所含的杂质应符合表 1 的置换指标，方能充灌液氢。

表 1 液氢容器置换指标

项目	指标×10 ⁻⁶ (体积分数)
氮(N ₂)含量	≤100
氧+氩(O ₂ +Ar)总含量	≤20
水(H ₂ O)含量	≤20

6.5 对原来装过液氢或仍存在部分液氢的容器，充灌前，亦需对容器内气体进行检验，符合液氢容器置换指标者，不必再作置换；不符者，应按 6.3 的规定进行置换。

7 安全与防护

7.1 操作安全

- 7.1.1 液氢具有一定的危险性，液氢的危险性参见附录 A。
- 7.1.2 液氢容器在使用前应检查各种阀门、仪表、安全装置是否齐全有效、灵敏可靠、在检验有效期内。液氢容器应配置禁油压力表、手动或自动泄放阀、安全阀、爆破片，爆破片安全装置的材质应选用不锈钢、铜或铝，并应脱脂去油。
- 7.1.3 液氢容器的充装量应符合贮罐的设计文件要求，液氢容器(用于生产系统的液氢专用接收容器除外)泄出后剩余量不应少于总容积的 5%。
- 7.1.4 液氢容器常温充灌时，加注口阀门的开度应不大于 20%，缓慢充灌预冷，预冷时间不小于 30 min。
- 7.1.5 当液氢容器上的阀门和仪表、管道连接接头等处被冻结时，不应用铁锤敲打或明火加热，宜用 70℃~80℃ 洁净无油的热氮气或温水进行融化解冻。
- 7.1.6 使用单位应制定安全使用操作规程。操作人员独立上岗操作前，应进行安全教育培训，经考核合格后持安全操作证上岗。



7.1.7 操作人员应熟悉液氢的特性及其危害,并熟悉相关设施的使用说明书,设备工艺流程,设备上各种阀门、仪表及其作用和操作程序;在发生故障及意外事故时应能独立采取应急安全措施。液氢的主要特性参见附录 B 表 B.1。

7.1.8 液氢容器的故障排除应按使用说明书的规定来处理。

7.2 安全防护

7.2.1 操作人员在充灌或处理液氢时应穿着符合 GB 21148 规定的导电鞋或导电长筒靴,外穿符合 GB 12014 规定的 A 级防静电工作服,佩戴符合 GB/T 31421 规定的防静电帽,裤管应罩在鞋(靴)帮外面,带上干净易脱的长臂纯棉手套和护目镜,若有可能产生液氢喷射或飞溅的作业,应带上防护面罩(或护目镜)和长臂纯棉手套。处理大量液氢泄漏时应穿上无钉皮靴,裤脚套在皮靴外面。

7.2.2 操作人员操作前,应先导散自身静电,不应用手触摸非绝热或表面结露、结霜的液氢容器与管道表面。

7.2.3 不应进入液氢大量泄漏的场所。

7.2.4 操作人员的皮肤因接触液氢而被冻伤时,应及时将受伤部位放入 40℃左右的温水中浸泡,切勿干加热,严重的冻伤应迅速到医院治疗。

8 事故处置

8.1 罐车、罐式集装箱容器管路系统有微小泄漏时应及时检修处理;有严重泄漏时,应将罐车、罐式集装箱移到人稀、空旷安全处,逐渐排放,并应严格监护。排放时,人、车应处在上风向,排放液体时,应关闭汽车发动机,人员不得滞留车内,排放液氢波及区域内应禁止明火。

8.2 当罐车、罐式集装箱在运输途中发生事故时,应及时报告当地有关部门进行处理,同时应按规定采取应急措施。

附 录 A
(资料性附录)
液氢的危险性

A.1 液氢具有低温危险性。它是无色无味、透明的低温液化气体,没有腐蚀性,在一定条件下,金属材料与液氢接触会发生氢脆现象。

A.2 液氢在受限空间内大量泄漏可能会造成人员的缺氧窒息。

A.3 液氢具有爆燃和爆轰危险性。液氢汽化为氢气并与空气混合易形成可燃爆混合物,遇火源易产生爆炸危险。氢的燃烧速度快、火焰温度高、隐形火焰苍白、无色,白天不易察觉,需设置紫外火焰探测器和红外火焰探测器。

A.4 液氢管路和设备绝热保温失效时,会使操作人员冻伤。液氢贮罐或管路系统中混入空气会形成固体颗粒,其中固体氧的积累可能造成系统爆炸着火的风险。

A.5 雷雨天气应禁止液氢相关操作。



附 录 B
(资料性附录)
液氢的主要特性

液氢的主要特性见表 B.1。

表 B.1 液氢的主要特性

项目	物化性能
特征	无色无味透明
摩尔质量/(kg/kmol)	2.0159
标准大气压下的沸点/℃	−252.8
凝固点/℃	−259.2
在空气中的燃烧极限范围,体积分数	4%~75%
标准大气压下的密度/(kg/m³)	70.79
变为标准大气压下气体体积倍数	790
临界温度/K	33.1
临界压力/MPa	1.3
危险货物编号	UN1966
危险货物类别	第二类气体中易燃气体

