

ICS 23.020.40
CCS J 74

T/CCGA

中国工业气体工业协会团体标准

T/CCGA 20015—2024

液氦贮罐安全使用技术规范

Safety technical rule for use of liquid helium tank

2024 - 04 - 08 发布

2024 - 05 - 31 实施

中国工业气体工业协会 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 设计制造要求	2
5 安装	2
6 充装及转注	3
7 操作安全与防护	3
8 应急预案与演练	4
附录 A（规范性） 安全距离	5
参考文献	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这些专利的责任。

本文件由中国工业气体工业协会提出并归口。

本文件起草单位：中国石油工程建设有限公司、张家港中集圣达因低温装备有限公司、四川空分设备（集团）有限责任公司、南通中集能源装备有限公司、陕西秦风气体股份有限公司、航天氢能科技有限公司、无锡特莱姆气体设备有限公司、中国石油塔里木油田公司、中国特种设备检测研究院、查特深冷工程系统（常州）有限公司。

本文件主要起草人：徐敬、郭超、沙敏、刘根仓、孙娟、吴京国、肖赞山、曹春艳、周小翔、海航、蒋平安、饶伟、王亚宏、兰玉岐、余炳延、李士军、李超、刘发安、张朝阳、雷勇、李建江、朱鸣、邹应勇、韩占方、赵艺皓、张建国、李群石、徐鸿、俞斌、刘清华、朱长浩、黄禧、李孝军、秦超、马树辉、刘嘉峻。

液氦贮罐安全使用技术规范

1 范围

本文件规定了液氦贮罐的术语和定义、设计制造要求、安装、充装及转注、操作安全与防护、应急预案与演练。

本文件适用于装载液氦，在正常环境温度（-40℃~60℃）下使用，设计压力为不小于0.1MPa、几何容积不小于5m³、采用冷屏结构加高真空多层绝热方式的液氦贮罐。

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 150（所有部分） 压力容器
- GB/T 713.7 承压设备用钢板和钢带 第7部分：不锈钢和耐热钢
- GB 6220 呼吸防护 长管呼吸器
- GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管
- GB/T 16556 自给开路式压缩空气呼吸器
- GB/T 18442（所有部分） 固定式真空绝热深冷压力容器
- GB/T 18443（所有部分） 真空绝热深冷设备性能试验方法
- GB/T 26929 压力容器术语
- GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则
- TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程
- AQ/T 9007 生产安全事故应急演练指南
- AQ/T 9009 生产安全要事故应急演练评估指南
- AQ/T 9011 生产经营单位生产安全要事故应急演练评估指南
- T/CCGA 20016 液氦罐式集装箱安全使用技术规范
- T/CCGA 20017 液氦杜瓦技术要求
- T/CCGA 70003 氦

3 术语和定义

GB/T 150（所有部分）、GB/T 18442（所有部分）、GB/T 26929界定的及以下术语和定义适用。

3.1

液氦贮罐 liquid helium storage tank (lHe storage tank)

用于贮存液氦的固定式低温压力容器，其结构包括盛装液氦介质的内罐、与外界隔离的外罐，以及内容器和外壳之间的真空夹层。部分液氦贮罐真空夹层内设置液氮冷屏以增加绝热效果。

3.2

高真空多层绝热 high vacuum multi-layer insulation

罐体的真空夹层空间内设置多层由绝热材料间隔的防热辐射屏，并抽高真空所形成的绝热方式。

3.3

冷屏 thermal shield

为保障液氮贮罐运行的安全性和经济性，夹层空间常采用低温介质进行主动隔热，并采用独立装卸管线的系统化绝热屏蔽方式。

4 设计制造要求

- 4.1 液氮贮罐设计、制造、检验、验收应符合 TSG 21、GB/T 150（所有部分）、GB/T 18442（所有部分）、GB/T 18443（所有部分）及相关标准规范要求。
- 4.2 与液氮相接触的元件材料应与液氮相容。内胆材料应采用奥氏体不锈钢，且应符合 GB/T 713.7 等材料标准的规定，化学成分和力学性能不应低于 GB/T 713.7 标准相应牌号材料的规定。不锈钢管材料应符合 GB/T 14976 要求。
- 4.3 焊在内胆上所有的零部件，应采用与内胆材料性质相适应的奥氏体不锈钢材料，并应符合相应技术标准的规定。
- 4.4 所采用的不锈钢焊接材料焊成的焊接接头，其熔敷金属化学成分应与母材相同或相近，且抗拉强度不应低于母材抗拉强度规定值的下限且不低于设计图纸的规定。
- 4.5 高真空多层绝热用纤维布、纤维纸应采用导热系数小、放气速率低的脱脂纤维布或者脱脂纤维纸等材料。
- 4.6 冷屏是保障液氮贮罐绝热性能的重要装置，设计制造单位通过其他方式使得液氮贮罐满足本规范性性能要求，可不设置冷屏。
- 4.7 液氮贮罐静态蒸发率应符合表 1 的规定。
- 4.8 液氮贮罐真空夹层的漏气速率应符合表 1 的规定。
- 4.9 液氮贮罐真空夹层的漏放气速率应符合表 1 的规定。
- 4.10 常温下罐体真空夹层的封结真空度应不低于 1.0×10^{-2} Pa。真空夹层的冷态真空度应不大于封结真空度的 0.1 倍。
- 4.11 罐体夹层真空性能 3 年内应不超过本文件要求的 120%。

表1 液氮贮罐的真空夹层漏气速率、漏放气速率

有效容积 (m ³)	≤10	10~100	≥100
静态蒸发率 (%)	1.5	1	0.8
真空夹层漏气速率 ≤Pa·m ³ ·S ⁻¹	1×10^{-8}	5×10^{-8}	1×10^{-7}
真空夹层漏放气速率 ≤Pa·m ³ ·S ⁻¹	1×10^{-6}	5×10^{-6}	1×10^{-5}
注：有效容积为推荐参考值。			

4.12 液氮贮罐的安全标识应按照对应标准要求进行涂敷和维护，其安全防护应符合 TSG 21 相关标准的要求。

5 安装

5.1 一般要求

液氮贮罐应妥善安装和操作，以保证不危及人员安全，同时还应保证必要的安全距离，详见附录A。

液氮贮罐的铭牌应安装在便于读取位置。

液氮贮罐安装后应能够对液氮贮罐进行全方位检查，所有的液氮贮罐控制设备及附件应能够安全操作。

压力泄放装置和放空口排出的氦气应排放至安全的地方。

液氮属超低温液体，可能存在输送液氮管道周围将空气液化而形成富氧危险，应考虑与氧化性介质相似的防范措施。

5.2 安装场所要求

液氮贮罐应安装在具有足够通风条件的场所，以避免出现富氧或缺氧的环境。

液氮贮罐的安装场所应保证有足够的空间用于液氮贮罐的维护和清洁，以及紧急情况的预留空间。

液氮贮罐不应安装在通道、门厅、楼梯间或靠近台阶处，液氮贮罐不应安装于交通通道、逃生路线或其他受限区域。

液氮贮罐下方的拆卸性连接件和配件下方的地面应采用不可燃材料，且无其它可燃性污染物。

安全泄放装置应能够防止连接在液氮贮罐出口下游的设备出现超压。

5.3 室外安装

液氮贮罐及其附件应妥善保护以免机械损伤，如采用车辆缓冲杆、围墙、安全距离等方法。应采取措施避免液氮泄漏对液氮贮罐支撑件造成破坏。

6 充装及转注

6.1 充装

充装前应测量并确保设备处于良好的工作状态，并且处于定检期限内。

首次充装前，液氮贮罐应进行吹扫置换，直至纯度达到要求。

充装前液氮贮罐内若没有残余压力，则应对液氮贮罐进行吹扫置换，若贮罐为热罐，则充装前应按照操作规程对液氮贮罐逐渐冷却降温。

充装前应分析并记录液氮贮罐内残余介质的纯度，若残余介质的纯度达不到标准值，则应对液氮贮罐进行吹扫，直至符合要求。

充装完成后，应检查液氮贮罐液位，以及液氮贮罐的压力。必要时，应对液氮贮罐进行排放，以满足说明书要求。

6.2 转注

液氮贮罐在进行转注前，应至少检查以下内容：

——罐式集装箱应符合T/CCGA 20016的要求，液氮杜瓦应符合T/CCGA 20017的要求；

——罐式集装箱或杜瓦铭牌/产品标识、标签；

——仪表、管路的正确连接；

——转注的其他条件（无损坏、污染及过度结冰等）。

液氮贮罐排放的氦气应重新液化利用或收集，如无特殊情况不应直接排放大气。

7 操作安全与防护

7.1 操作安全

7.1.1 液氮贮罐使用期间，应定期检查夹层真空度，原则上不应低于 0.01Pa。

7.1.2 液氮贮罐具有特殊性，在使用前应检查液氮和液氮两套阀门、仪表、安全装置是否满足操作要求。特别是真空夹套阀门的可靠性。

7.1.3 液氮贮罐应按照纯度要求进行分析，并按照 T/CCGA 70003 的指标进行分析和判别。

7.2 安全防护

7.2.1 液氮属于超低温液体，有严重冻伤的危险，因此在装卸或处理液氮时，为预防可能产生的液氮喷射或飞溅，操作人员须依照安全要求戴上防护面罩和长臂的绝热手套。

7.2.2 氦气是惰性气体，高浓度时可使氧分压降低有窒息性危险，所以处理大规模液氮泄露时，泄露区人员应立即撤离至上风处。执行应急处理的操作人员，应穿上防护鞋，按照佩戴符合 GB/T 16556 规

定的自给开路式压缩气体呼吸器或者符合 GB 6220 规定的长管呼吸器，同时应有安全监护人员在场情况下进行操作。

7.2.3 操作人员的皮肤因接触液氮而冻伤时，应及时把受伤部位放入流动的温水冲洗，不应干加热，严重的冻伤应迅速至医院治疗。

8 应急预案与演练

8.1 充装单位应按 GB/T 29639 的规定编制应急预案，并按 AQ/T 9011 的要求进行评估。

8.2 充装单位应按 AQ/T 9007 的规定制定本单位的应急预案演练计划，每年至少组织一次综合应急预案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练。同时按 AQ/T 9009 的要求进行评估，以促进本单位应急预案的提升。

附录 A
(规范性)
安全距离

暴露类型	安全距离 (m)
场地边缘、车辆停放区、公路/铁路线	3
允许有明火、吸烟或火种的区域	3
固体可燃材料的堆场，如木材、包括木材建筑及结构	3
地坑、下水道、地面排水管、地面以下系统的开口	3
办公室、餐厅等员工或访客可能聚集的场所	3
压缩机或通风设备的进风口，燃料气体的排放口等	3
大量的可燃性介质	3
高架电缆	---

参 考 文 献

- [1] BS EN 13458-1:2003 Cryogenic Vessels. Static Vacuum Insulated Vessels. Part1: Fundamental Requirements.
- [2] BS EN 13458-3:2003 Cryogenic Vessels. Static Vacuum Insulated Vessels. Part3: Operational Requirements.
- [3] 中国工业气体工业协会. 中国工业气体大全: 第三册. 大连: 大连理工大学出版社, 2008.
-



中国工业气体工业协会
CHINA INDUSTRIAL GASES INDUSTRY ASSOCIATION
北京市朝阳区惠新南里6号天建大厦700室
电话: 010-6737 8841
010-6731 5044
传真: 010-6731 5244
邮编: 100029
邮箱: cigia@263.net
网址: www.cigia.org.cn