

DB37

山东省地方标准

DB37/T 3068—2017

真空绝热深冷压力容器安全使用规则

2017-12-13 发布

2018-01-13 实施

山东省质量技术监督局 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 冷冻液化气体的特性 2

 4.1 冷冻液化气体物理特性 2

 4.2 液氧和气氧是一种强助燃剂 2

 4.3 液化天然气（易爆介质） 2

5 设备的安全使用 2

 5.1 使用前准备工作 2

 5.2 安全使用 2

 5.3 移动式真空绝热压力容器充装与卸载及运输 3

 5.4 改造与重大维修（变更使用条件） 4

 5.5 设备检验 4

 5.6 安全防护 5

6 事故处理 5

附录 A（资料性附录） 液化天然气的健康与安全规定 6

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由山东省特种设备检验研究院有限公司提出。

本标准由山东安全生产标准化技术委员会特种设备安全分技术委员会归口。

本标准起草单位：山东省特种设备检验研究院有限公司。

本标准主要起草人：曹怀祥、左晓杰、衣粟、韩伟、邵莺、田家鹏、袁希、刘丹、朱元东、李彦桦、张皓、朱乾、宋天圣、赵路宁、姚小静。

引 言

本标准在JB 6898的基础上，结合TSG R0005、TSG R0004、TSG R5002等法规和标准的现行规定，规定了有关真空绝热深冷压力容器介质特性、设备安装、充装与卸载、设备检修分类与相应项目、应急救援事故处理等有关内容，有利于真空绝热深冷压力容器的安全使用。

真空绝热深冷压力容器安全使用规则

1 范围

本标准规定了真空绝热深冷压力容器的安全使用要求及应急救援事故处理。

本标准适用冷冻液化气体（液氧、液氮、液氩、液化天然气）的固定式和移动式真空绝热深冷压力容器，液态二氧化碳储罐和罐车也可参照本标准。

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，仅所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。

TSG R0004 固定式压力容器安全技术监察规程

TSG R0005 移动式压力容器安全技术监察规程

TSG R5002 压力容器使用管理规则

TSG R7001 压力容器定期检验规则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

真空绝热深冷

夹层内填充或不填充绝热材料，并抽成真空的绝热方式的统称。绝热材料指粉末、纤维、多层及多层内放置多屏等材料。

3.2

真空绝热深冷深冷设备

一种在采用真空绝热深冷结构的深冷压力容器、深冷常压容器、真空绝热深冷深冷焊接气瓶、真空绝热深冷管及其管件等设备的统称。

3.3

作业人员

移动式压力容器充装的使用操作及相关安全管理人员。

3.4

改造与重大维修

改造是指改变固定式压力容器主要受压元件的结构或者改变压力容器运行参数、盛装介质、用途等，重大维修是指固定式压力容器的主要受压元件的更换、矫形、挖补、以及TSG R0004中3.14.1规定的对接焊接接头的补焊。

4 冷冻液化气体的特性

4.1 冷冻液化气体物理特性

4.1.1 液氧、液氮、液氩均为冷冻液化气体。在 101.325 KPa 压力下，液态氧呈浅蓝色，液氧沸点为 -182.83 °C；液氮沸点为 -195.65 °C；液氩沸点为 -185.71 °C，液化天然气的沸点为 -161.5 °C，当与人体皮肤、眼睛接触会引起冻伤（冷烧灼）。

4.1.2 冷冻液体汽化为气体时，体积会迅速膨胀，在 0 °C，101.325 KPa 状态下。1 L 液体汽化为气体：氧为 800 L；氮为 647 L；氩为 780 L；液化天然气为 600 L。在密闭容器内，因液化气体吸热使压力升高，易引起容器超压危险。

4.1.3 氮气、氩气是一种无色、无味、无毒、不可燃的惰性气体，有很强的窒息性，会引起窒息危险。

4.2 液氧和气氧是一种强助燃剂

4.2.1 液氧与可燃物接近时，遇明火极易引起燃烧危险。

4.2.2 液氧与可燃物接触时，因撞击易产生爆震危险；液氧与可燃物混合时，潜在爆炸危险。

4.2.3 液氧蒸发成气氧时，能被衣服等织物吸附，遇火源易引起闪烁燃烧危险。

4.3 液化天然气（易爆介质）

似于其他气态烃类化合物，天然气是易燃的。在大气环境下，与空气混合时，其体积约占 5%~15% 的情况下就是可燃的。

5 设备的安全使用

5.1 使用前准备工作

5.1.1 使用单位应按照 TSG R5002 的规定建立安全管理制度，并进行年度检查和日常管理工作。

5.1.2 压力容器在投入使用前或者投入使用后 30 日内，应当按照 TSG R5002 的规定向所在地设区的质量技术监督部门申请办理使用登记。

5.1.3 容器投入使用前，应按 TSG R0005、TSG R0004 的规定，各种阀门、仪表、安全装置是否齐全有效、灵敏可靠，以保证安全使用。

5.1.4 所用压力表必须是禁油压力表；安全阀、防爆装置的材质应选用不锈钢、铜或铝，并必须脱脂去油。

5.2 安全使用

5.2.1 固定式真空绝热深冷压力容器和充装易燃、易爆介质的移动式真空绝热深冷压力容器，最大充满率不得大于 0.95，充装其他介质的移动式真空绝热深冷罐体，最大充满率不得大于 0.98，严禁过量充装。

5.2.2 充装介质对含水量有要求的，首次充装前，必须按照使用说明书的要求对罐体内含水量进行处理和分析。

5.2.3 容器、汽化器及管路系统在使用前，应用无油干燥空气或氮气，吹除水分或潮湿气。

- 5.2.4 低温液体汽化器的气体出口温度不低于-20℃。
- 5.2.5 在初次充灌时，开始应缓慢充灌（阀门应缓慢打开），然后逐渐加快，以减少对容器的热冲击破坏和减少液体蒸发。
- 5.2.6 当设备上的阀门和仪表、管道连接接头等处被冻结时，严禁用铁锤敲打或明火加热。宜用70℃~80℃干净无油的热空气、热氮气或温水进行融化解冻。
- 5.2.7 设备须按铭牌上表明的介质专用；需改换允许的介质时，应按照相应安全技术规范的要求进行设计变更，并必须彻底清洗吹除，并经测试分析合格，符合适合充灌另一种介质，并改变相应色标。
- 5.2.8 液氧容器和液氧罐车内的液氧应定期进行乙炔含量分析，至少每月分析一次，其乙炔含量不得超过 0.1×10^{-6} ，否则应排放液氧。乙炔含量的测定方法按“比色法”化学分析或色谱进行测定。
- 5.2.9 使用单位必须制定安全使用操作规程。罐车操作人员应持特种设备作业人员证上岗。
- 5.2.10 操作人员应熟悉 TSG R0005、TSG R0004 的有关规定和低温液体的特性及其危险性。
- 5.2.11 操作人员应熟悉产品使用说明书、设备工艺流程、设备上各种阀门、仪表及其作用和操作程序；在发生故障和意外事故时必须能独立采取紧急安全措施。
- 5.2.12 容器和罐车上的其他故障排除应按使用说明书的有关规定来处理。
- 5.2.13 运输过程中，任何操作阀门必须置于闭止状态。
- 5.2.14 充装冷冻液化气体介质的移动式压力容器，停放时间不得超过其标态维持时间。
- 5.2.15 罐车到达卸载站点后，具备卸载条件的，必须及时卸载；充装易燃、易爆介质的，卸载后罐体内余压不得小于 0.05 MPa。
- 5.2.16 除应急救援外，禁止移动式压力容器之间相互装卸作业，禁止移动式压力容器直接向气瓶进行充装。
- 5.2.17 罐式集装箱或者管束式集装箱按照规定的要求进行吊装和堆放。

5.3 移动式真空绝热压力容器充装与卸载及运输

- 5.3.1 移动式真空绝热压力容器的设计、制造、维修、改造、使用管理、定期检验应符合 TSG R0005、TSG R5002、TSG R7001 等有关规定。
- 5.3.2 移动式真空绝热压力容器的充装场地应能够满足车辆回转半径和停靠位置的要，场地地面承载能力和水平度符合充装要求。
- 5.3.3 槽车只有得到有关人员同意后，方可进入充灌场所进行充灌；充灌时，操作人员必须现场。充灌操作应按操作规程进行，防止低温液体外溢。充灌液氧时，5 m 内不得有明火。
- 5.3.4 槽车在连接充灌输液管前，必须处于制动状态，防止移动；在斜坡处应设置防滑块。
- 5.3.5 装卸用管与移动式压力容器的连接应当可靠，且有防止装卸用管拉脱的安全保护措施。
- 5.3.6 充装单位或者使用单位对装卸用管必须每半年进行 1 次耐压试验，试验压力为装卸用管公称压力的 1.5 倍，试验结果要有记录和试验人员的签字。
- 5.3.7 装卸用管必须标志开始使用日期，其使用年限严格按照有关规定执行。
- 5.3.8 槽车在充灌装卸作业时，汽车发动机必须关闭。
- 5.3.9 槽车充灌结束后应及时离开，如果充灌工作中断时间过（过夜或假日中断），应解脱输液管连接。
- 5.3.10 液氧槽车必须有导静电接地装置。
- 5.3.11 真空绝热压力容器罐车的行驶速度一般为：一级公路最高速度为 60 km/h；二、三级公路为 30 km/h~50 km/h；在高速公路上宜低速行驶，应避免紧急制动，严防撞击。
- 5.3.12 槽车输送液体时，要经常监视压力表的读数，严禁超过压力规定值。当压力表读数有异常升高时，槽车应开到人稀、空旷处，打开放空阀，排气泄压。排放氧气时，排放波及区内严禁明火。
- 5.3.13 液氧槽车必须有导静电接地装置。

5.4 改造与重大维修（变更使用条件）

固定式真空绝热深冷压力容器发生改造和重大维修或罐车变更使用条件时，应执行TSG R0004或TSG R0005的相关规定。

5.5 设备检验

应按照TSG R5002和TSG R7001的要求进行日常检查、年度检查、定期检验报检工作。

5.5.1 设备检修原则

设备检修原则包括：

- a) 大修应在产品制造厂或有相应制造资质的单位进行，并出具相应的监督检验报告；
- b) 容器的检修应简便、有效、安全、经济合理，且在规定的时间内完成；
- c) 大修后的容器，封口真空度、漏放气速率、日蒸发率应符合相应产品标准的规定；
- d) 设备修理前，必须用无油干燥空气吹除置换，并使设备温度升至常温；动火必须严格执行动火制度的规定。
- e) 在设备检修前排放液体或气体时，应将排放物排放到通风良好的大气中或专用排放处，必须有专人监护；排放处应设有明显的标志和警告牌，以保证排放安全。排放液氧时，排放波及区内严禁明火。
- f) 设备上的阀门、仪表应由专业人员修理；用于氧的阀门、仪表修理后应严格脱脂去油，并用无油干燥空气或氮气吹洗。

5.5.2 设备检修分类

检修分为小修、中修、大修。

5.5.2.1 小修

对容器在使用过程中发生可由使用单位自行进行检修的问题和故障。

5.5.2.2 中修

5.5.2.2.1 中修由使用单位（在制造单位或有相应制造资质单位的指导下）进行。

5.5.2.2.2 有下列情况之一是，应进行中修：

- 零部件严重损伤时；
- 发现容器有异常现场需检查时；
- 容器外壳出现结霜或出汗等异常现象时。

5.5.2.3 大修

5.5.2.3.1 大修由制造厂或有相应制造资质的单位进行。

5.5.2.3.2 固定式容器定期检验或者日常检验真空度和日蒸发率测量结果超出表1的2倍规定时，应进行大修。

表1 真空度和日蒸发率

绝热方式	真空度		日蒸发率测量
	测量状态	数值 (Pa)	
粉末绝热	未装介质	≤65	实测日蒸发率数值小于 2 倍额定日蒸发率指标
	装有介质	≤10	
多层绝热	未装介质	≤20	
	装有介质	≤0.2	

5.5.2.3.3 常温下测量真空多层绝热罐车夹层真空度大于 1.33 Pa 或者真空粉末绝热罐车夹层真空度大于 13.3 Pa 时，应进行大修。

5.6 安全防护

5.6.1 作业人员在充灌或处理低温液体时，应根据戴上干净易脱的皮革手套、长袖衣服，无袋长裤。若有产生液体喷射或飞溅可能，应戴上护目镜或面罩。处理大量低温液体或低温液体严重泄漏时，应穿上无钉皮靴，裤脚套在皮靴外面。

5.6.2 操作人员在充灌或处理液氧时，不得穿戴被油脂沾污的工作服和个人防护装备，凡被油脂沾污过的衣服和防护用品必须更换；不得穿着有静电效应的化纤服装；不得穿有钉鞋。操作人员的服装若已渗透了氧，则不得进入有明火的场所。必要时，必须更换衣服或经过充分的吹除，在大气中至少吹除 15 min。

5.6.3 在进入通风不良有发生窒息危险场所处理液氮、液氩及其气体时必须分析大气含氧量，当含氧量低于 18 %或超过 23 %时，操作员必须戴上自供式防护面具，并需在有专人监护下进行操作处理。空气中含氧检测方法可用“化学分析法”来测定。

5.6.4 操作人员的皮肤因接触低温液体或低温气体而被冻伤时，应及时将受伤部位放入温水中浸泡或冲洗，切勿干加热。严重的冻伤应迅速到医院治疗。

6 事故处理

6.1 罐车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，必须将罐车开到人稀、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。排放液氧时，必须关闭汽车发动机；液氧波及区内严禁明火。

6.2 当罐车在途中发生重大事故，须及时报告当地有关部门进行处理，同时须做应急措施。

6.3 容器附近发生火灾，若环境温度有可能加速液体汽化时，可使用冷却水喷射到容器外壳上进行降温，但不得直接朝泄漏处直接喷水，防止泄漏处冻结。

附 录 A
(资料性附录)
液化天然气的健康与安全规定

有关液化天然气的健康与安全规定是为了给操作LNG设施的有关人员提供指导，而不是为了取代国家法规的要求。

A.1 液化天然气常见物理现象

A.1.1 翻滚

翻滚是指大量气体在短时间内从LNG容器中释放的过程。除非采取预防措施或对容器进行特殊设计，翻滚将使容器受到超压。

在储存LNG的容器中可能存在两个稳定的分层或单元，这是由于新注入的LNG与密度不同的底部LNG混合不充分造成的。在每个单元内部液体密度是均匀的，但是底部单元液体的密度大于上部单元液体的密度。

随后，由于热量输入到容器中而产生单元间的传热、传质及液体表面的蒸发，单元之间的密度将达到均衡并且最终混为一体。这种白发的混合称之为翻滚，而且与经常出现的情况一样，如果底部单元液体的温度过高（相对于容器蒸气空间的压力而言），翻滚将伴随着蒸气逸出的增加。有时这种增加速度快且量大。在有些情况下，容器内部的压力增加到一定程度将引起泄压阀的开启。

潜在翻滚事故发生之前，通常有一个时期其气化速率远低于正常情况。因此应密切监测气化速率以保证液体不是在积蓄热量。如果对此有怀疑，则应设法使液体循环以促进混合。

通过良好的储存管理，翻滚可以防止。最好将不同来源和组分不同的LNG分罐储存。如果做不到，在注入储罐时应保证充分混合。

用于调峰的LNG中，高含氮量在储罐注入停止后不久也可能引起翻滚。

经验表明，预防此类型翻滚的最好方法是保持LNG的含氮量低于1%，并且密切监测气化速率。

A.1.2 快速相变

当温度不同的两种液体在一定条件下接触时，可产生爆炸力。当LNG与水接触时，这种称为快速相变的现象就会发生。尽管不发生燃烧，但是这种现象具有爆炸的所有其他特征。

LNG洒到水面上而引发的RPT是罕见的，而且影响也有限。

与实验结果相符的通用理论可简述如下。当两种温差很大的液体直接接触时，如果较热液体的热力学（开氏）温度大于较冷液体沸点的1.11倍时，后者温度将迅速上升，其表层温度可能超过白发核化温度（当液体中产生气泡时）。在某些情况下，过热液体将通过复杂的链式反应机制在短时间内蒸发，而且以爆炸的速率产生蒸气。

A.2 健康与安全规定

A.2.1 置身于低温环境中

LNG造成的低温能对身体暴露的部分产生各种影响，如果对处于低温环境的人体未能适当地加以保护，则其反应和能力将受到不利的影响。

A.2.2 操作中的冷灼伤

LNG接触到皮肤时，可造成与烧伤类似的起疱灼伤。从LNG中漏出的气体也非常冷，并且能致灼伤。如暴露于这种寒冷气体中，即使时间很短，不足以影响面部和手部的皮肤，但是，象眼睛一类脆弱的组织仍会受到伤害。

人体未受保护的部分不允许接触装有LNG而未经隔离的管道和容器，这种极冷的金属会粘住皮肉而且拉开时将会将其撕裂。

A.2.3 冻伤

严重或长时间地暴露在寒冷的蒸气和气体中能引起冻伤。局部疼痛经常给出冻伤的警示，但有时会感觉不到疼痛。

A.2.4 低温环境对肺部的影响

较长时间在极冷的环境中呼吸能损伤肺部。短时间暴露可引起呼吸不适。

A.2.5 体温过低

10℃以下的低温都可以导致体温过低的伤害。对于明显地受到体温过低影响的人，应迅速地从寒冷地带移开并用热水洗浴使体温恢复，水温应在40℃～42℃之间，不应该用干热的方法提升体温。

A.2.6 推荐使用的防护服

当处理LNG时，如果预见到将暴露于LNG的环境之中，则应使用合适的面罩或安全护目镜以保护眼睛。

操作任何物品时，如其正在或已经与寒冷的液体或气体接触，则应一直戴上皮手套。应戴宽松的手套并在接触到溅落的液体时能够迅速脱去。即使戴上手套，也只应短时间握住设备。

防护服或者类似的服装应是紧身的，最好是没有口袋也没有卷起的部分。裤子也应穿在鞋或靴了的外面。

当防护服被寒冷的液体或蒸气附着后，穿用者在进入狭窄的空间或接近火源之前应对其做通风处理。操作者应该明白，防护服只是在偶然出现LNG溅落时起保护作用，应避免与LNG接触。

A.2.7 窒息

天然气是一种窒息剂。氧气通常占空气体积的20.9%。大气中的氧气含量低于18%时，会引起窒息。在空气中含高浓度天然气时由于缺氧会产生恶心和头晕。然而一旦从暴露环境中撤离，则症状会很快消失。在进入可能存在天然气的地方之前，应测量该处大气中氧气和烃类的含量。

注：即使氧气含量足够多，小会引起窒息，进入前也应进行可燃性检测，而且应使用专用于此目的仪器进行检测。

A.2.8 火灾的预防和保护

在处理LNG失火时，推荐使用干粉（最好是碳酸钾）灭火器。与处理LNG有关的人员应经过对液体引发的火灾使用干粉灭火器的训练。

高倍数泡沫材料或泡沫玻璃块可用于覆盖LNG池火并能极大地降低其辐射作用。只能用水进行冷却，但不能用水灭火。