

低温流体安全处理现行规范

澳大利亚标准 AS 1894—1976

【内容摘要】 本规范叙述了低温液体或气体在使用中可能出现的各种危险、预防措施、贮罐和辅助设备使用时的注意事项、操作程序,以及氧气、液化空气、氮、氩、氦、氖、氪、氙、液化天然气的有关安全事项。并附录了各种事故过程的处理、医疗处理、距大型液氧贮罐的最小间距等。

为配合贯彻国际标准或国外先进标准,下面译载澳大利亚1976年颁布的一个现行规范。该规范是参考英国低温学会1970年出版的《低温安全手册》,在安全标准局指导下由低温液体安全处理联合委员会制订的。

——本刊编者

第一章 规范的适用范围和宗旨

1.1. 适用范围

本规范适用于低温流体的生产、运输和最终使用的各个阶段。不涉到低温流体的生产、输送和贮存设备以及容器的具体设计,也不涉及到大生产和加工工厂的设备和预防。

附录中列出:普通低温流体的物理性质(附录A),事故处理(附录B),医疗治理(附录C)和大型液氧贮存指导(附录D)。

1.2. 定义

本规范按照下述定义使用:低温流体——指在大气压下(101.325千帕)其沸点低于 -150°C 的流体。

(注:本规范中使用的“流体”一词,是指气态或液态物质。)

1.3. 规范宗旨

本规范的宗旨是详细叙述在处理低温流体过程中,应注意的安全防护措施。

本规范详细条款不能直接应用于生产厂。因为在这种场合遵守的防护措施,是随着生产过程中产品产量的变化而变化的。

第二章 危险综述

2.1. 危险类别

在低温流体处理过程中,必须提防由于液体本身的性质和低温所引起的危险,其中包括人体接触、火灾、爆炸、超压和本章中详细叙述的各种危险。

2.2. 人体接触

2.2.1. 概述:操作深冷设备的人员,会遇到冷接触烫伤、冻伤、窒息、中毒、肺部障碍及一般身体冷接触的可能性。人的眼睛很湿,特别怕受冷冻作用。

2.2.2. 冷冻接触烫伤:液体、蒸汽或由低温液体蒸发出来的低温气体,对人体皮肤和肌肉所产生的作用与严重烫伤相类似。袒露着或未加严格保护的皮肤与未绝热的管道接触,或者移动低温液体设备时出现泄漏,可能会突然遇到冷接触烫伤事故。应用已经冷却的设备,其表面尚未结霜时特别危险。

2.2.3. 冻伤:皮肤和肉体暴露于冷空气中会被冻伤。

2.2.4. 窒息(假死):大气中氧含量减少,会发生不同程度的窒息,由于低温液体的低温造成大气

中氧气的减少,此时能发生窒息(详见附录C)。

2.2.5. 中毒:商业上所用低温液体大多数是低毒的。某些来自烃类低温液体的蒸汽会引起呕吐、疲倦或失去知觉。一氧化碳是毒性的,按1.2条未定义为低温液体。

2.2.6. 肺部障碍:短暂的处于冷蒸汽或气体中,将会发生呼吸困难。吸入这类物质时间延长,即使是在安全呼吸浓度范围内,这类物质的低温也会引起肺部的严重疾病。由于吸入这种冷的大气所引起的后果,可能不是立即明显表现出来。

2.2.7. 一般身体受冷:低温对各人的反应是不同的,各人对低温的适应也是不同的。低温对人的影响,有时外表上看不出来。

2.3. 着火和爆炸

2.3.1. 概述:低温液体蒸发为气体,其体积相对于液体体积来讲要大得多。如果系统中没有设置适当的排出口,大量液体蒸发时就可能引起设备超压。那怕是小的溢流也会产生大量的气体。当液体溅出来,如果是溅在水中,则液体变为气体,速度异常迅速。

氧、氢和液化天然气(LNG)会产生着火和爆炸,特别危险。危险情况见本规范第六、九和十章。

空气中的氧气与温度低于 -180°C 表面接触,部分氧气便冷凝。由于这种作用,冷凝液便变成富氧液空,而其蒸发可产生富氧空气,会发生火灾危险。

2.3.2. 着火:由可燃性气体的低温液体蒸发出来的大量气体,极其容易产生火灾危险。因为蒸汽层是在热表面和液体之间形成的,溅出来的液体能很快蔓延,可能形成火灾。

2.3.3. 氧的危险性:虽然氧是非易燃气体,但能助燃。在正常条件下认为非易燃的材料,在氧气中会燃烧,象钢和铝就是这样的金属。当氧和有机成分,如油类、柏油、木材、炭、橡胶和塑料等相接触,能形成一种不稳定的爆炸混合物。

2.4. 机械事故

2.4.1. 概述:低温容器和设备可能由于低温液体的低温和气体的膨胀引起机械事故。也可能由于容器和设备的冷缩和热胀引起机械事故。

2.4.2. 压力爆破:当盛有低温液体或冷气体的容器、设备和管线受热时,容器、设备和管线可因气化超压而爆破。

2.4.3. 冷脆事故:在常温下和低温下材料的机械性能是不同的。低温脆裂是结构钢的一种特性。金属材料机械性能的这种变化并非逐渐发生的,到达某个温度范围时,只要超过一点,脆裂就会产生。在低温条件下材料脆性的增加,可能导致突然的广泛的冷脆事故,尤其在震动荷载作用下更容易发生。

2.4.4. 冻漏:如果系统在冷却前出现水份,则有限空间在冷冻过程中由于冰的膨胀而会破裂。这种破裂只有待冰融化了才能观察出来。

2.4.5. 冷收缩泄漏:材料与低温液体接触时会收缩,这可能导致收缩事故,螺栓法兰和类似接头处会泄漏。

2.5. 沸腾与溅没

把低温液体灌入一个其温度比低温液体要高的容器时,或把一个物体扔在低温液体中,将会引起低温液体沸腾或飞溅。当低温液体贮存系统减压时,也会迅速发生沸腾现象。

2.6. 雾沫形成

溅出低温液体场所的大气中,水汽将凝结形成雾沫。当低温液体大量溅出时所形成雾沫,会使人迷失方向。溅出的低温液体蒸发形成气体的范围,不受这种雾沫范围所限。

2.7. 冻结

当系统冷却前如果有水或清洗溶剂之类液体存在,则可能冻结进出口管线或操作阀门。

第三章 一般预防措施

3.1. 适用范围

本章中提出的预防措施,适用于所有低温液体。本章论及的预防措施与以后各章中特定流体所列举的

预防措施, 同样应受到重视。只有训练有素, 受过严格事故处理练习的人员, 才能使用低温液体。

3.2. 人员防护

3.2.1. 衣服: 当人员在处理低温液体设备或贮存容器、管线, 或分配设备附近的工作时, 应穿清洁而干的天然纤维衣服。衣服应该完全覆盖手臂和腿部, 同时应该是宽大的, 这样一旦出现事故, 衣服可以立即脱去, 与皮肤脱离接触。衣服上不应有敞口的口袋或卷袖。袖口应该紧扣住手腕, 裤腿应罩在鞋袜外面。

3.2.2. 手套: 在处理低温设备时, 为了防止可能产生飞溅, 应该戴干的皮质手套。手套应当宽大些, 当低温液体溅入时能很容易的脱掉。长手套或袖口设计时, 应考虑防止低温液体的流入。

3.2.3. 面罩: 眼睛防护按照 AS1337 执行。当轻轻倾倒低温流体、连接或断开软管时, 或在低温液体中浸入物体时, 可能产生低温液体飞溅, 此时应戴上工业眼睛保护罩。

3.2.4. 鞋袜: 在处理低温液体时, 应穿戴不渗透低温液体并经过妥善处理的可靠鞋袜。

3.3. 防火与防爆

低温液体所使用的贮存容器和设备, 应按照危险物品安全处理现行规范 AS1216 第一部分“危险物品分类和标志”, 表明设计或使用的容器设备所装的液体名称。为安全起见应当小心。设计时确定容器装的流体, 不能随意更换用于装别的流体。为尽量减少冷却部分的热冲击及减少液体蒸发量的影响, 阀门应慢慢打开。

3.4. 沸腾与淹没

当往容器里灌输低温液体, 或物体浸入低温液体中, 或系统进行减压时, 这时操作要缓慢进行, 以减少沸腾。把物体浸入低温液体, 或从低温液中取出物体时, 要使用夹子。

3.5. 冻结

当系统冷却下来之前, 为了确保安全起见, 所有内表面应是清洁和干燥的, 这是很重要的。

3.6. 通风

3.6.1. 概述: 为防止蒸汽或气体的聚集, 贮存或使用低温液体的所有场所, 都应进行良好的通风。

3.6.2. 压力容器: 设于建筑物内, 其容积在600立升或更大者的受压低温液体容器, 应有排气口或安全阀, 其管道应通往大气或设有返回系统。

3.6.3. 贮存室: 经常关闭着的贮存室, 人员进入其中, 事先应进行良好的通风。为确保安全, 室内大气应用氧气分析仪进行含氧量分析。

3.6.4. 正常氧含量的保持: 贮存室和工作区内, 含氧量应维持在正常水平, 也就是按体积计算不小于18%, 不大于23%。如果气体漏入室内, 为了使含氧量维持在正常水平, 必须进行通风, 其风量应是气体泄漏率的许多倍。如下所示:

- a. 如果漏入室内的气体不是氧气, 进行通风时, 其通风量应为低温液体蒸发率的20倍。
- b. 如果漏入室内的气体是氧气, 进行通风时, 其通风量应为低温液体蒸发率的80倍。

3.7. 槽车用的坚固场地

需用槽车来补充的贮罐设置场地, 应考虑坚固的地面。对于液氧, 应是无孔的混凝土地面, 应保持无油。柏油和沥青铺砌的场地, 或是用松散的石子铺砌的场地, 在设备搬运过程中可能产生火花, 不宜采用。

第四章 贮罐和辅助设备

4.1. 概述

贮罐、输送槽车和辅助设备, 应根据使用要求进行设计。贮罐应标明其贮存物的名称。如果容器要改变用途, 事前应和低温液体供应者取得联系。

注: ①大型液氧贮罐设置与建筑物最小距离见附录D推荐数字。②注意事项见有关法令规范要求。

4.2. 杜瓦瓶或真空长颈瓶

4.2.1. 概述: 对于低温液体需采用特殊设计的长颈瓶。设计低温液体贮罐时, 应考虑到能耐极低的温度和温度的急剧变化。输送和贮存所有低温液体的长颈瓶都是易碎的, 使用和处理时要特别小心, 避免碰

撞和剧烈震动。

4.2.2. 盖子：长颈瓶不用时，为防止扩散应当盖上顶盖。如顶盖随长颈瓶一同供货时，其顶盖应和长颈瓶设计联成一体。长颈瓶只能使用随瓶供货的顶盖，不能弄乱而张冠李戴。设计时未考虑承受压力的长颈瓶，不能密封。

4.2.3. 冻结堵塞的形成：如果盛有低温液体的长颈瓶，其低部出口被冻结物堵塞。容器要承受所形成的压力是不行的。具有下述一种或两种现象，表明堵塞已经形成：①原先联通的输送管线现在不通了。②无法接通输送系统。③明显看出蒸发量不足。④长颈瓶颈部周围结冰。

堵塞的长颈瓶应当防护起来，人员应疏散，需有实际经验的熟练人员去执行清除堵塞任务。

4.3. 排放口

贮罐、运输容器及管线为防止水分的聚集，均需设立排放口。为保证排放口不因冻结的水分而影响工作，要进行定期检查。

4.4. 绝热材料

对盛有低于 -183°C 低温液体的容器和管线进行绝热时，在非真空条件下应采用无油的无机绝热材料进行绝热。最好绝热空间用一种惰性气体加压或连续地清洗。液氧容器和管线周围空间夹层需抽真空者，推荐采用无油无机物绝热。

所有绝热材料均需复盖蒸汽防护层。如果使用软质隔层。为防止绝热层的机械损伤，需做金属保护壳。为防止容器遭到外界火灾危险，有机绝热外面需包上一层无机绝热矿物棉毡，然后整个地包上一层薄铁皮或高熔点的铝薄板。

4.5. 阀门

低温液体系统所采用的阀门，应根据阀门在低温下的适应性进行选择。

为避免外面湿气进入引起填料函结冰或冻结卡住，推荐采用长杆式阀门。

4.6. 管线、软管和接头

4.6.1. 概述：应根据使用的温度、压力和特定低温液体，来选择管线、软管和接头。

4.6.2. 管道：设计管道时应考虑能克服管道的热胀冷缩。任何一个管网终点应设置压力安全系统。法兰接头和管网设计时，应考虑防止收缩泄漏。

4.6.3. 软管和接头：为防止灰尘、水和油的污染，平时软管应收藏起来。接头不用时应盖上盖。用于不同低温液体的接头不能互换，因为当一种低温液体接头换作另一种低温液体接头而引起污染时，可能产生危险，所以在接头上应明显地标志出所适用的低温流体名称。

接头及使用工具，应采用不产生火花材料制造。

4.7. 压力计量

用于低温液体的所有压力表，应该按照AS1349一般要求采用布尔登管式压力表和真空表。在AS1349规范中规定用于高压气体的压力表，应是安全的。

4.8. 周期检查

为安全起见，贮罐和周围环境应规定周期进行检查。典型检查程序如表2*所示。

表 2 周 期 检 查 表

检 查 频 率	检 查 内 容
操作人员例行检查 (如容器检查)	操作人员应报告可能表明该处绝热或容器出现事故的异常蒸发和不正常的冰块。容器周围场地应保持清洁，无杂草、纸片和破布等。

表1内容与正文重复，篇幅关系本刊略。——编者

限定检查周期应不超过12个月	压力表应当校验,安全阀应当检查和调整。对防爆膜要进行外观检查。应检查保冷阀动作是否灵活。要检查回墙和栅栏。贮罐和紧挨着的周围环境,包括警报信号,都应做到透彻的外观检查。
限定检查周期应不超过5年	蒸发盘管应当检查,因油而要清洗,

第五章 操作程序

5.1. 概 述

所有从事低温液体和辅助设备工作的人员,应当受过实际工作锻炼的,对操作与处理事故是很熟练的。操作或处理事故时,最好按照工艺流程进行。

5.2. 清洁要求

对于贮存和使用低温液体的场所,保持正常清洁是必要的。在这种情况下氧气见6.6.条规定。当设备正在进行清洗时,应当采用适合的溶剂和适当的处理工艺。

石油基的溶剂能燃烧,不能用于低温液体设备的清洗。如果要用,为了避免危险,需采取严格的措施,确保不发生危险。如使用1:1:1—三氯乙烷和三氯乙烯的氯化氢溶剂,因其毒性使用时应注意。四氯化碳不能用于清洗低温液体设备。

5.3. 设备维修

容器、管线和辅助设备在进行维修之前,对大气应进行检验,以确保工作区附近大气中含氧量在安全范围内。

5.4. 进入大型贮罐(容器)

需要进入大型贮罐的场合,应按照如下程序:

- 人员进入贮罐前应吹除,所有管道应盲上,或确实是关闭的。
- 为保证人员进入容器的安全,容器内温度应进行检查。
- 可燃气体容器用空气吹除之前,应先用惰性气体进行吹除。
- 人员进入前,应对容器内大气的含氧量进行分析,人员进入后应不断地进行监视。
- 进入容器的任何人员均应穿工作服,安全方面应符合AS1891工业安全带及其保护装置的要求。为协助工作人员从容器内迅速撤离,容器入口应有观察人员。

5. 如果对容器内氧气含量有怀疑,任何人进入容器时,应按照AS1716呼吸保护装置的规定,戴上供气的防毒面具。

5.5. 低温液体的处理

低温液体不能排入沟道、地坑、阴沟或接近人群的地方,也不能排放到可能会接触承受荷载的碳钢构件。液氧或富氧液空不能排入可能侵害无防护的灯具、火炉或可燃性材料,如木头、油类、油漆或柏油马路。设备解冻前须排放大量低温液体时,应做好快速蒸发低温液体和消除蒸汽的准备。

5.6. 防止沸腾

当容器内下面液体温度比上面液体温度要暖和,且比相对于该气压下液体的沸点温度要暖和时,就要发生沸腾。由于下面液体突然沸腾,上面液体会迅速蒸发而成为气体。蒸发可能发生得很快,此时按正常排放量设计的排放已不能满足要求,因而容器内压力可能增高。在大型液化天然气贮槽内,产品是由各种不同比容的液体组成,沸腾现象特别容易发生。这种现象在用液氮容器围护层的液氮中也可能发生。在大多数液氧、液氮或液氩中,不会发生沸腾现象。

为防止沸腾现象发生,必须将容器内的低温液体周期地循环。当设计液化天然气贮罐时,应考虑其合适的灌充方法,保证灌充时新产品与原有的产品能得到充分混合。

5.7. 输送操作

5.7.1. 概 述: 当低温液体从一个容器灌到另一个容器时,溢出和溅泼是可能的。如输送可燃低温液体时,应尽量避免产生火花。

5.7.2. 槽车输送：由铁路或公路槽车输送低温液体时，有经验的称职的人员应随车护送，同时应注意如下预防措施：

- a. 运输前应对槽车或贮槽上的设备进行外观检查，如果对某个位号设备使用性能存在疑问，应马上报告，必要时输送前应进行修复。
- b. 为保证运输车辆不致移动，必要时需使用拖车木（轮楔）。
- c. 设置警戒标志，如“不许抽烟”。
- d. 输送可燃液体之前，槽车与容器之间应接地。
- e. 如果必要，应吹除软管。
- f. 在可采用试验考克处，采用试验考克检查液面计。
- g. 完成输送任务后，应关闭阀门、排放口，或按要求吹除软管，盖上盖子，卷起软管和接地电缆。当设备上这些部位复温至环境温度时，关上检查阀。

5.8. 输 送

5.8.1. 预防措施：低温液体正在输送时，要遵守有关输送当局的要求（例如铁道部门）。

5.8.2. 轻便的和可输送的容器：为减少冷损失，低温液体外层容器的低压和内层支撑断面极小，是易出毛病的。运输中使用这类容器，应注意下列预防措施：

- a. 搬运容器时要轻放，不能跌落。
- b. 容器外部四周的阀门和管道其结构应可靠，以防止处理过程中出危险。
- c. 为防止处理过程中外层容器受损害，适当部位必须增加相应的防护结构。
- d. 能提升的容器要设吊点或呈长脖子形状。
- e. 起吊容器时应拴住容器的吊点，而不能拴住容器的外壳。
- f. 要在容器上标出重心的确切位置（要考虑容器由满到空以及波浪的影响）。

作为运输低温液体的容器一定要专门设计。盛有低温液体的固定容器不能运输。

5.8.3. 装卸：输送容器进行装卸时，应注意下列程序：

- a. 明确地标明容器内所贮存的低温液体的名称。
- b. 确保泄漏出来的低温液体或气体，不致侵害相邻的结构或货物。
- c. 装在容器上的安全阀，万一动作时要保证气体不致在室内聚集起来。

第六章 氧气和液化空气

6.1. 概 述

液氧与其它燃烧物质结合起来特别危险。若大气中氧含量超过正常值就会增加火灾的危险性。若按体积计，氧含量超过23%就会产生严重的火灾危险。大气中含氧浓度非常高时，即使是金属也极易容易燃烧。液氧与有机材料尤其是与粉末状有机材料混合起来可能产生爆炸危险，有时可能引燃起爆。

液化空气与大气相接触会很快变成富氧空气。贮存起来的液化空气由于氮气首先蒸发形成富氧液空。所以液化空气必须当作富氧空气来处理。

利用槽车重新灌充容器的场所，推荐四周修一小的围堤，利用槽车上的软管伸入围堤灌充，防止低温液体如溢出的话不会流回到槽车底下。

第三、四和五章的各条措施也适用于本章。

6.2. 人员防护

6.2.1. 防护衣：应该穿能完全遮住正常衣服的外衣。衣服应由无绒毛的天然纤维织成，且应做成尽量减少氧化作用。所有衣服都应是清洁无油的。

6.2.2. 防火防爆：火柴不能带入液氧、液氧容器或设备附近。

6.2.3. 吸烟：禁止工作人员在液氧、液氧容器或设备附近吸烟。在操作液氧设备之后至少10分钟之内不准点香烟。正常条件下距液氧设备或容器5米之内禁止吸烟。万一出现大的泄漏和溅泼时，上述距离就不适用，需根据具体情况确定。

6.2.4. 进入富氧空气环境：工作人员不准进入富氧空气环境，如果发生事故必须进入富氧空气环境时，工作人员事先应穿着完全浸透水的衣服，以减少火灾危险。

6.3. 计量仪表

所有用于液氧设备上的各种计量仪表，均应是无油的。这些计量仪表只能用清洁水、无油空气或适合的惰性气体进行试验。同时应标明“氧——不准用油！”字样。

6.4. 工具

用于液氧设备上的所有工具，均应保持清洁无油。这些工具不能用于其他任何目的。

6.5. 设备

当我们为液氧装置选择如阀门和泵等一类设备时，应获得制造厂家为这类设备所提供的技术资料。含有有机材料的真空泵不应用来抽氧气。

6.6. 脱脂

设备进行清洗和脱脂，一定要采用设备制造厂所推荐的溶剂。石油基溶剂由于可燃性的原因应禁止使用（5.2条）。所有溶剂都应利用空气或惰性气体从设备中吹除掉。已经吹除的设备如不立即投入使用，应装在聚乙烯塑料袋里封存，设备封存前无防腐要求。设备是否清洁，最简单的检查方法是利用清洁的白布擦拭设备，其白布擦拭后不应显示有任何油污和灰尘。

6.7. 材料

用于氧设备的材料，选择时应特别仔细，应征求气体供应部门和设备制造厂家的意见。所有黑色金属在氧中都能点燃，还能激烈地燃烧起来。不锈钢也是如此，因为它具有较高的燃点，相对来讲，在氧气中着火和燃烧的程度就减小了。大多数塑料、天然的或人工合成的橡胶、粘合剂和润滑油，在氧气存在下都会猛烈地燃烧。选择材料时应小心，避免使用这类不合适的材料。

6.8. 电气设备

用于氧装置的电气设备，选择时应当小心，电气设备不用防火罩。因为氧气有可能在防护罩中积存而引起危险。电气设备和导管都应敞开，通风要良好，确保不发生氧积存。

6.9. 润滑剂

通常润滑剂，如石油和动物脂肪对于氧贮存设备都不能采用。氧贮存设备采用何种润滑剂，应严格地根据设备制造厂家要求选用。

第七章 氮、氩、氖和氦

7.1. 概述

本章列举的预防措施适用于所有惰性气体之低温液体。基于当惰性气体取代工作区大气时，产生一种缺氧的大气环境，因此这些液体特别危险。除本章条文外，三、四、五章条文也适用。

7.2. 氮的富化

氮和氩的沸点较氧的沸点低得多。如果液氮和液氩暴露于大气，氧就会从大气中冷凝成液体。如果液氮和液氩连续不断长时间暴露于大气中，液体中含氧量将会变得可观。因此也需要采用与液氧相同的预防方法预防。为了防止液体被氧气污染。必须使液体表面有足够的蒸发而确保在液体上面形成一层气幕。

惰性气体低温液体不宜长期贮存于如杜瓦瓶一类的敞口容器中。氧气富化的标志是液体呈微蓝色。液氮或液氩中氧杂质由于它挥发性低，将逐渐浓缩起来。

7.3. 冷冻隔室

利用低温液体作为制冷剂的场合，就是在隔室内形成一种冷的惰性气体。应遵守“使用膨胀制冷剂冷冻车辆安全预防措施”条文的规定，同时也应注意本规范2.2.4条、附录C和C2.1.1.节的有关规定。

第八章 氦

8.1. 概述

氦是一种惰性气体，液态时由于它的汽化潜热特别低，所以需要特别预防。这意味着当一个热的物体

浸入或是空气冷凝其中,都会引起大量液氮极其迅速地蒸发。除本章条文外,第三、四、五和七章条文也适用。

8.2.贮存

为避免空气进入系统,液氮应当在正压下贮存。如果空气进入系统就会冻结,可能会堵塞出口。出口堵塞后将会引起压力升高。

8.3.吹除与预冷

贮存液氮设备的吹除和预冷,若随便使用一种流体吹除,会引起冻结,使得问题复杂化。如果系统必须预冷,推荐采用氮气吹除和预冷。当液氮输入系统前,须用氮气将氮气吹除干净。

第九章 氢

9.1.概述

空气中气态氢按体积计当含量达4~75%时是可燃的。氢气燃烧时火焰传播速度极快,甚至会产生爆炸。氢处于液态时,空气会冷凝其中,分离成多种成份,这种情况是很危险的。除本章条文外,第三、四、五章条文同样适用。

9.2.贮存

为了避免空气污染,所有液氢设备都应保持正压,所有容器和管道在装液氢之前,均须用惰性气体吹除。液氢贮槽应放在室外,设置氢气贮罐应从严要求,应制订具有法律权威的规定,以国家防火协会规范NF506为指南,确定这些要求。任何贮存和使用液氢的建筑物应很好通风,通常是通过屋顶进行通风。置于室内的液氢贮存设备,排放口应穿过屋顶直通大气。

9.3.防止火星

9.3.1.概述:液氢贮罐或设备附近不允许火星出现。

9.3.2.电气安装:所有液氢贮存设备附近的电气设备安装,均应按AS 3000 第一篇1—SAA 布线规范中所阐明的I级1类区设备要求处理。如果需要强制通风的话,电气设备应是正压式,通常不能采用排气风扇进行通风。

9.3.3.防止静电形成:参看AS 1020、SAA 静电规范有关章节。所有设备和管道金属部分均应接地,工作人员处理杜瓦瓶时,须在导电地板上穿导电鞋袜,方能与杜瓦瓶接触。工作人员应选择抗静电性质的衣服,氢贮罐和设备附近应避免梳刷头发。

9.3.4.使用工具:大气中含有氢气时不能使用工具。因为氢氧混合物所需要的着火能量很小,即使是低火星的工具也不足以防止初始火星的产生(见附录B)。在氢气设备上从事任何工作,四周事先应进行全面吹除。

9.3.5.防止金属撞击:由于撞击会产生放热反应,因而在氢气设备和贮罐附近要特别仔细,要确保铝和镁的合金不与锈蚀的黑色金属相撞。锈蚀的黑色金属上面不能喷铝。

第十章 液化天然气

10.1.概述

天然气主要是由甲烷与其它碳氢化合物组成。天然气气态时在空气中其体积占4~15%时,是易燃的。除本章条文外,第三、四、五章有关条文也适用。

10.2.贮存

排气口直接通大气的容器不能用于液化天然气贮存。应该准备一种技术措施来处理由安全装置和排污管线来的天然气。液化天然气贮罐不得安装于室内或在室内使用。灌装贮罐的槽车应设有通畅的出口通道,以防万一发生事故,槽车可迅速离开。

10.3.防止火星

10.3.1.概述:液化天然气贮槽或设备附近切不可出现火星。

10.3.2.电气安装:天然气贮罐附近电气安装,应按照AS3000 第一篇1—SAA 布线规范中I级1

类区设备要求处理。

10.3.3.防止静电形成：应遵守 AS1020 SAA 静电法规有关章节。设备和管道所有金属部分都应接地，工作人员处理杜瓦瓶时，应在导电的地板上穿导电的鞋袜才能和杜瓦瓶接触。

10.3.4.防止金属撞击：在液化天然气贮槽 或设备附近，要特别仔细，要确保铝、镁合金不与锈蚀的黑色金属相碰撞。

10.4.吹除和预冷

液化天然气贮存系统在初装前，应用惰性气体吹除和干燥。倘若该系统是按液氮温度进行设计的，就可用液氮进行吹除和干燥。并要妥善处理系统在冷却过程中和初装液化天然气时，蒸发出来的气体的安全问题。

附录 A 低温液体的物理性质

名	称	氧	氮	氩	氦	氖	氪	氢	甲烷*
化 学 符 号		O ₂	N ₂	Ar	He	Ne	Kr	H ₂	CH ₄
分 子 量		32	28	39	4	20	84	2	16
正 常 沸 点	℃	-183	-196	-186	-269	-246	-153	-253	-162
	K	90	77	87	4	27	120	20	111
临 界 温 度	℃	-119	-147	-122	-268	-229	-64	-240	-81
	K	154	126	151	5	44	209	33	192
冰 （熔） 点	℃	-219	-210	-189		-249	-157	-259	-183
	K	54	63	84		24	116	14	90
体 积 比	气体(STP)/液体(NBP)	800	646	784	700	1341	576	790	578
	气体(NTP)/液体(NBP)	853	691	839	749	1435	617	845	619
汽 化 热	KJ/kg	213	199	163	20	86	107	452	510
气 体 密 度	(STP) g/l	1.43	1.25	1.78	0.179	0.9	3.74	0.09	0.718
液 体 密 度	(NBP) kg/l	1.142	0.808	1.40	0.125	1.207	2.155	0.071	0.415

- * 其含量占液化天然气的90%。
- ①STP(标准温度和压力)是0℃，1atm(101.325KPa)；NBP(正常沸点)是在1atm(101.325KPa)；NTP(正常温度和压力)是指15℃、1bar(100KPa)。
- ②所有这些液体均无溴无味。
- ③所有这些气体气态时均无色，除氧外液态均无色(液氧呈微蓝色)。
- ④氧与可燃材料接触会产生爆炸危险，氧可以助燃。
- ⑤液氮、液氮和液氖会使空气冷凝，这样会使大气中氧气富化而产生危险。
- ⑥氢气可自燃，液态时可以冷凝空气。最小的着火能量为0.02mJ，火焰温度为2050℃，火焰传播速度为2.7m/s。

附录 B 各种事故过程的处理

B1.概 述

万一遇到低温液体大的泄漏事故，低温液体使用者应记录下所观察到的过程。本附录对这些过程作出描述；更详细资料可从低温液体供应部门获得。

B2.液 氧

可用水龙带来的水对着溢出的液氧喷射，使水结冰，把溢出的液氧封住或包围起来。喷水同时可加速

液氧的蒸发。万一发生火灾,可使用干粉BCF和CO₂灭火器灭火。消防人员应进行喷水。

B3. 氮、氟、氖、氦

遇有氮、氟、氖、氦液体溢出,可用水龙带来的水产生的冰将溢出液体封住或包围起来。由这些液体蒸发出来的气体,能够复盖在火焰上面隔绝空气达到灭火目的。如果这些液体溢出来又可使大气中氧气富化,而液氮除外。贮存这些液体的容器万一遇上火灾,应用水保持容器处于冷却状态。防止容器内已蒸发的组份压力升高,引起容器破裂。

B4. 氢和液化天然气

B4.1. 概述:在泄漏出来的液体已着火的情况下,首先必须切断泄漏液体的来源。当这些液体着火时的首要原则是“不准灭火”。如果火焰正对着其它暴露的设备燃烧时,采取这种行动要慎重。如果泄漏未能切断,在采取灭火手段之前,应考虑游离出来的未燃烧气体的危险性。通常是泄漏掉的气体让它烧掉,也比冒着可能产生爆炸混合物的危险要强一些。通常用水去冷却周围环境,用水产生的冰将溅出的液体封住,或者用水直接喷射液体把它包围住。对于正在燃烧的液体不能喷水,因为喷水后会增加液体的蒸发量。

B4.2. 氢:氢着火几乎看不见火焰。所以氢气着火时灭火,应站在一定距离之外的上风向处。液氢或液氢蒸汽可冷凝空气,而必须知道这种冷凝物是富氧,它是一种威力大而激烈爆炸的混合物。由大气中水汽冷凝所形成的可见雾,并不表明就存在那种富于爆炸性富氧和氢的混合物气团。如遇氢气着火,用干粉或CO₂灭火很有效,但消防人员仍需继续喷水。

B4.3. 液化天然气:未燃烧液化天然气贮槽上面应覆盖上低密度泡沫灭火剂。用于液化天然气灭火的泡沫用量是正常用量的10倍。如遇火灾采用泡沫灭火剂,同时消防人员应继续不断进行喷水。

附录C 医疗处理

C1. 冷接触烫伤

C1.1. 救护:为保证身体受伤部位不进一步扩大,需将伤员移开,与低温液体脱离接触,立即打电话给医疗站请前来救护。冷接触烫伤的当时,冻伤组织无痛感,呈现苍白蜡黄颜色。当冻伤部位暖和过来时会觉得很痛、肿胀,同时很易感染。切记不能快速解冻。

C1.2. 急救措施

①用无菌干净衣服覆盖冻伤部位。脱掉可能影响冻伤部位血液循环的紧身衣服,接着把伤员送至诊所或医院。

②喝酒和抽烟会降低冻伤组织的血液循环,应当禁止。

C1.3. 临时诊所或医院处治

①如果身体冻伤部份在获得治疗时已解冻,就不用再暖和了,可用干的无菌衣服或宽大的防护覆盖物盖好,不要缚得过紧。

②如果冻伤部位还没有解冻,应将身体冻伤部位置于温度不低于41℃而不高于46℃的水中进行暖浴。暖浴温度尽可能保持接近身体温度。温度超过46℃时将会烫伤冻伤组织。温暖15~30分钟,直到皮肤颜色变为粉红色或红色为止。温暖期间要进行医疗处治作为辅助,采用安乃近或其它止痛药物控制疼痛。

③如果身体大部分浸入低温液体中,整个身体温度降低,伤员整个身体都应浸在高于体温的水中进行暖浴,使其身体复温。在复温中可能会产生抽搐颤抖。

C1.4. 医疗处治建议:伤员送医院后应注射破伤风预防针,需要注射抗菌素。应考虑注射抗血液凝结和抗血浆膨胀。应考虑使用氧气。根据情况,有时伤员需要送至重点看护病房或送至烧伤病房治疗。

C2. 窒息

C2.1. 症状

C2.1.1. 突然窒息:突然和急剧的窒息,如同吸入纯氮一样立即不省人事。遇害者如同头部遇到猛烈打击一样倒下,可能在几分钟内死亡。

C2.1.2. 逐渐窒息:当空气中氧成份逐渐减少,窒息慢慢发展,遇害者有一点知觉。当局医生(He-

Anderson and Haggard) 认为可分为四个阶段:

- ①第一阶段——按体积计氧含量由21%降至14%，缺氧症状开始发生。呼吸量、呼吸次数增加，脉搏加速，记忆力和神智明显减退，肌肉运动有些扰乱。
- ②第二阶段——按体积计氧含量减少到14~10%，此时人仍有意识，但出现判断力失调。受缺氧侵害是无痛的。肌肉运动导致迅速疲劳，感情上容易产生烦躁情绪。
- ③第三阶段——按体积计氧含量降至10~6%，可能会出现呕吐、恶心。遇害者失去肌肉活动能力，甚至完全不能活动。在本阶段前乃至本阶段内，遇害者甚至失去判别能力。进一步发展，遇害者失掉活动能力，不能站立、不能走路甚至不能爬行，这往往是初次表现的症状，也是唯一的预感。但这种预感来得太晚，遇害者可能感到他正在处于死亡之中，但其本人已无能为力、漠不关心了。缺氧到这种程度是没有任何疼痛的。即使可以复苏，脑子可能已造成永久性损伤。
- ④第四阶段——按单位体积计氧含量降到6%以下。呼吸喘息持续时间越来越长，可能产生一种不规则的喘息动作，然后呼吸停止，最后心脏跳动还能再维持几分钟。

C 2.2. 处治方法

- ①立即将受害者转移到通风良好的地方。
- ②如果呼吸已停止，应采取口对口人工呼吸。尽可能快地进行输氧，在等待输氧设备到达时，应抓紧进行人工呼吸。
- ③如果血液循环已经停止，应该采取外部心脏按摩。要使因冷冻而突然致死的人复苏，需要长时间的复苏过程。
- ④使用强心药物。

附录 D 推荐距大容量液氧贮罐的最小间距

(系一个表格，已载本刊上期“小资料”专栏第55~56页。——编者)
(纺织工业部设计院总师室 胡德英译)

低温可液化气体对健康的危害

项 目	氧	氮	氩	氦	氖	氪	氟	甲烷	乙烯	乙烷	氢
局部作用											
由于皮肤触及液体，伤害性气化物或在液态温度下显露造成冷接触“烧灼”	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有
由于低温造成冻伤或低温	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有
麻醉全身作用											
吸入冷的气化物造成呼吸不适或困难	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有
暴露于冷气体或气化物中，而产生冻伤或低温麻醉	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有
窒息											
在全封闭空间要求清除后才允许使用	不是为窒息而是为防火灾	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有
毒性	无	无	无	无	无	无	无	无	麻醉剂	麻醉剂	无

——转载《低温安全手册》(劳动出版社，1982年)