

液氮

液氮是惰性的，无色，无嗅，无腐蚀性，不可燃，温度极低。氮构成了大气的大部分（体积比 78.03%，重量比 75.5%）。氮是不活泼的，不能助燃，同时也不是维持生命的必要元素。

一般情况下，氮是不活泼的。当加热到非常高的温度时它会与更加活泼的金属，如与锂和镁反应生成氮化物。它还会与氧反应生成氮氧化物，而且当在有催化剂存在时它会与氢反应生成氨。

由于氮无腐蚀性，因此不需要特殊的施工材料来防蚀。但是，选择的建材必须能抗液氮的低温。容器和管线系统要能符合美国机械工程师协会（ASME）的标准或按照美国运输部门（DOT）规定的压力和温度来设计。

尽管通常作为气体使用，氮一般以液态存储和运输，从而提供了一种更具成本效益的产品供应方式。

液氮是低温液体。低温液体的定义为其沸点温度一般在 -130°F (-90°C) 以下的液化气体。液氮的沸点是 -320°F (-196°C)。因为产品和周围环境的温差即使是在冬天也非常大，保持液氮和周围环境隔离是很重要的。产品还要求专门的使用和储存设备。

一个典型的储存系统由一个低温储槽，一个或多个蒸发器，一个压力和温度控制系统组成。低温储槽原理像一个真空瓶。设计得使热量无法进入容器内层中的液氮。蒸发器把液氮转化成气态。压力控制歧管控制输入到工艺设备中的气体压力。使用液氮的工艺不要求有蒸发器和压力控制歧管。

物理和化学性质见表 1.

健康影响

由于无嗅、无色、无味、无刺激性，氮没有警告性特性。人类的器官无法探测到氮的存在。尽管氮无毒且很大程度上不活泼，但通过取代空气中的氧，使之下降到维持生命所必须的浓度以下，它可以成为简单的窒息剂。吸入过量的氮会导致眩晕、恶心、呕吐、失去知觉和死亡。死亡可能是由于判断错误，精神混乱或失去知觉而导致无法自救的结果。在低氧浓度情况下，意识不清和死亡会在几秒钟内发生，而且没有警告。

除非备有自给式呼吸器 (SCBA) 或空气管呼吸器，任何人，包括救援人员，都不能进入氧浓度低于 19.5% 的区域。

要得到关于缺氧环境的更多资讯，请参考 Air Products 的产品安全说明书-17，“缺氧环境的危险”。暴露于液氮或低温氮蒸气会导致大面积组织损伤或冻伤。

容器

根据用户要求的量在几种类型的容器中存储、运输和处理液态氮。常用的容器类型包括杜瓦瓶、低温液体钢瓶和低温储槽。储存量从几公升到成千上万加仑。由于热泄露总是存在，蒸发不断地发生。蒸发率随容器的设计和储存产品的体积而变化。

容器的设计和制造是按照相应的压力和温度所适用的法规和规范。

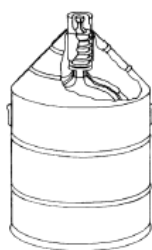
表 1: 液氮的物理和化学性质

化学式	N ₂
分子量	28.01
沸点 @ 1 atm	-320.5°F (-195.8°C)
凝固点 @ 1 atm	-346.0°F (-210.0°C)
临界温度	-232.5°F (-146.9°C)
临界压力	492.3 psia (33.5 atm)
密度, 液态, @ BP, 1 atm	50.47 lb/scf (808.5 Kg/m ³)
密度, 气态 @ 70° F (21.1 °C), 1 atm	0.0725 lb/scf (1.16 Kg/m ³)
比重, 气态 (空气=1) @ 68° F (20° C), 1 atm	0.967
比重, 液态 (水=1) @ 68° F (20° C), 1 atm	0.808
比容 @ 68° F (0° C), 1 atm	13.80 scf/lb (0.861 m ³ /kg)
汽化潜热	85.6 Btu/lb (199.1 kJ/kg)
膨胀比, 液体和气体, BP to 68° F (20° C)	1 to 694

杜瓦瓶

图 1 说明了一个典型的带有真空夹层的杜瓦瓶。颈部出口上的宽松的防尘盖可以防止空气中的水蒸汽堵塞瓶颈，同时允许液体蒸发产生的气体逸出。这是种非加压型容器。杜瓦瓶的容积最常用的单位是公升。从 5 到 200 公升的杜瓦瓶都有。液氮可以从小杜瓦瓶中倒出来，而较大尺寸的杜瓦瓶需要传输管来取出液体。作为加压容器的低温液体钢瓶有时候被错误地称作杜瓦瓶。

图 1: 典型的杜瓦瓶



低温液体钢瓶

典型的低温液体钢瓶如图 2 所示。这是一个隔热的有真空夹层的压力容器。它们配备有减压阀和爆破片，以保护钢瓶，防止压力积累。液体容器可以在压力小于 350 psig 的情况下工作，容积在 80 到 450 公升液体之间。

可以通过使液体流过内蒸发器取出气态氮，或者直接取出在它自己的蒸气压下的液态氮。要得到关于低温气体钢瓶建造和操作的更多细节，请参考 Air Products 的产品安全说明书-27，“低温液体容器”。

图 2a: 钢瓶的内部结构

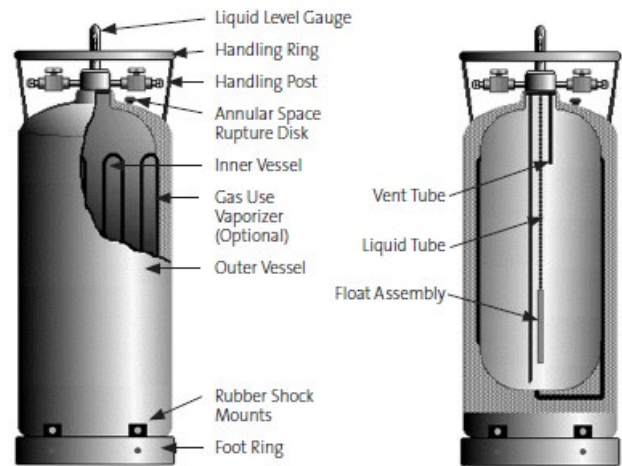


图 2b: 典型的低温液体钢瓶, 俯视图

低温储槽

用户使用的设备一般包括储槽、蒸发器和压力控制歧管（见图 3）。储槽的形状可以为球体或柱状，作为固定容器安装在固定位置，或者安装在有轨车或卡车底座上，以便于运输。大小从 500 到 420,000 加仑的都有。所有储槽都通过粉末或真空以形成环形隔热层。储槽配备有各种控制产品灌装、加压、减压、产品取出和储槽真空的管线。储槽根据相关的压力和温度按照 ASME 规范设计。

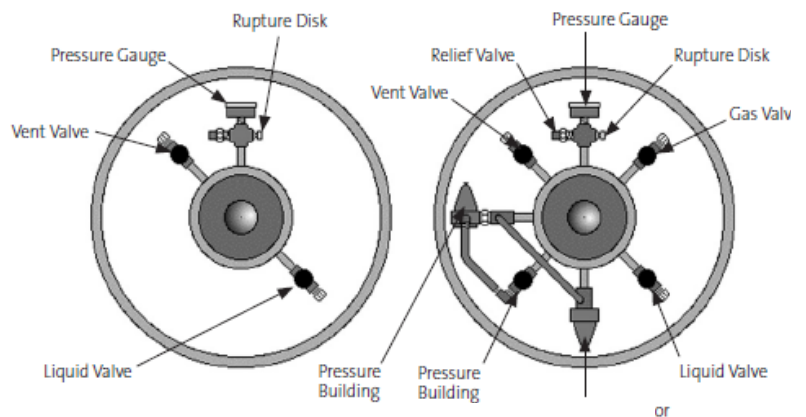
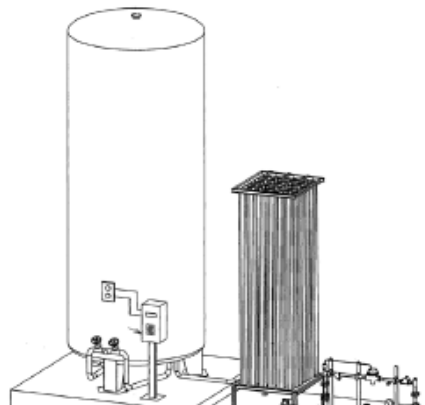


图 3: 典型的客户站低温液体储槽



传输管线

液体传输管线用于从杜瓦瓶或低温液体钢瓶中安全地提取液体产品。用于杜瓦瓶的典型传输管线连接到容器插入口上，利用产品累积的蒸气压或外部的压力源来取出液体。对于低温液体钢瓶，传输管线连接到钢瓶的液体提取阀门上。

一般通过隔热提取管线来取出液体产品，以尽量减小液体汽化的损失。使用隔热的弹性或刚性管线来从储槽中取出液体产品。管线和储槽上的接头随制造商的不同而不同。

注意：设计用于输出气态氮的液体钢瓶上装有配有标准的压缩气体协会（CGA）排气口的阀门。或许还附带有合适的压力调节器。用于液体产品提取的阀门也配有标准的CGA的排气口，但它不同于用于气体提取的排气口。这就避免了在使用液体或气体产品之间的交叉连接。

液态氮运输

用于运输压力小于 25 psig (40 psia) 的液态氮的容器是 UN/DOT 认可的容器。这些容器的制造不必遵守 DOT 规范，只是得到了来自 DOT 的用于运输已核准产品的授权。用于运输压力大于 25 psig (40 psia) 的液态氮的容器需要按照 DOT 规范设计、制造和检测。

对于空运，所有包装还要遵守国际空运协会/国际民航协会（IATA/ICAO）危险货物的规定，以及 DOT 的规定。

危险等级： 2.2

运输标签： 非易燃气体（包括 23 psig 以下的货物容器）

标识号： UN1977

适当的货物运输名称： 氮，冷冻液体，2.2, UN1977

安全注意事项

- 与液氮有关的危险有：会导致严重冻伤的低温暴露；在通风不充分的设备里，小量液体汽化成大量气体造成的过压；和局限作业空间内的氧被取代造成的窒息。
- 如果怀疑空气中缺氧或可能发生缺氧，使用氧检测设备来测试缺氧环境。可以参考合适的美国（SDS）。

记住，氮没有警告性特性！

建筑物

由于膨胀比大，在使用液氧的区域提供足够的通风非常重要。建议每小时最少换气六次。美国 OSHA 已将富氧环境定义为氧气浓度超过 23.5% 的大气。

储存和操作

储存和使用液氮要充分通风。禁止储存在局限空间内或未被保护的有可能接触极端天气的地方。低温容器要配备有减压装置，以控制内部压力。正常情况下这些容器要定时排放出产品。禁止拉拽、移动或篡改任何减压装置。

低温容器必须直立存放、搬运和运输。移动时切勿倾斜，滑动或滚动容器。使用合适的手推车搬运较小的容器。推动而不是拉动较大的容器。避免机械和热冲击。

禁止身体任何没有得到保护的部分接触非隔热管线或装有低温产品的设备。温度极低的金属能够很快粘住皮肤，当试图拉开时，皮肤会被撕裂。

如果你在操作容器阀门或容器接头时遇到任何困难，马上停止使用，并与供应商取得联系。请勿移动或转换接头。仅使用适当设计的连接。**禁止使用转接头！**

使用设计得可以与低温液体兼容的传输管线和设备。一些人造橡胶和金属，如碳钢在低温下会变脆，从而容易破裂。低温设施要避免使用这些材料。

在抽气系统上，使用止回阀或其他保护装置防止倒流到容器中。在液体系统上，必须在阀之间或者可能捕集液体的管线中使用泄压装置。建议所有的通风孔都通过管道送到建筑物外部。

液体容器不应长时间暴露在大气中。不使用时请保持所有阀门关闭并关闭出口盖。如果由于开口和排放口中冻结的水分或异物导致堵塞，请联系供应商以获取指引协助。限制和堵塞可能导致危险的过压。未经正确指引协助，请勿尝试消除堵塞。如果可能，将气瓶移到远处。

要得到关于低温液体储存和使用的其他资料，请查阅 Air Products 的产品安全说明书-16 的“低温液体的安全操作”和 CGA 手册 P-12 “低温液体的安全操作”。

个人防护装备 (PPE)

在被允许使用液氮和其附属设备之前，操作人员必须对它们的性质和安全问题十分熟悉。

眼睛最容易受到极低温的液氮和其蒸气的影响。建议使用的个人防护装备有套在安全眼镜外的全罩式面罩、乾淨的宽松的防冻或皮手套、长袖衬衣和束口长裤。当操作或使用液氮时，特别是任何有（液氮）溢出而存在暴露的可能性的场合，都要穿戴个人防护装备。另外，建议操作容器的有关人员使用安全鞋。

在紧急情况下，必须使用自给式呼吸器（SCBA）。

急救

必须把缺氧的人搬移到新鲜空气处。如果伤者停止呼吸，立刻进行人工呼吸。如果呼吸困难，立即供给氧气并寻求医生的帮助。

可能要求备有自给式呼吸器（SCBA），以防止救援人员窒息。

如果皮肤接触到液氮，脱掉任何可能限制冻伤区域血液循环的衣服。因为可能导致组织损伤，不要摩擦冻伤部位。尽可能对受伤部位进行不超过 105° F (40° C) 的温水淋浴。禁止烘干冻伤部位。

尽快送医治疗。冻伤的组织不会感到疼痛，看起来像黄色的蜡一样。解冻时，会变得肿胀、疼痛和易于感染。如果冻伤部位已经解冻，用覆盖面很大的消过毒的乾淨纱布盖住患处，等待救治。

在大面积暴露的情况下，脱掉衣服，用温水淋浴。立刻送医治疗。

如果眼睛暴露于液体或蒸气的低温，马上用不超过 105° F (40° C) 的温水温暖冻伤部位，同时寻求医生的帮助。

灭火

由于氮不可燃，不需要特殊的灭火设备和指导。但是，一定要注意：禁止直接将水柱喷向正排气的氮气。水会结冰并堵塞减压装置的出口，造成容器故障。

应急响应系统

T 800-523-9374 (美国大陆和波多黎各)

T +1-610-481-7711 (其他区域)

中国大陆: 0532-83889090

对于其它区域涉及空气化工产品公司产品事件的应急反应电话号码, 请参见当地 SDS 上的一周七天, 一天 24 小时服务电话以寻求帮助。

技术资讯中心

T 800-752-1597 (美国.)

T +1-610-481-8565 (其他区域)

周一 - 周五, 8:00 a.m. - 5:00 p.m.

传真 610-481-8690

gastech@airproducts.com

如需更多信息, 请联系:

总部

Air Products and Chemicals, Inc.

1940 Air Products Blvd.

Allentown, PA 18106-5500

T: 610-481-4911



tell me more
airproducts.com