

液氮

液氮是惰性的，無色，無嗅，無腐蝕性，不可燃，溫度極低。氮構成了大氣的大部分（體積比 78.03%，重量比 75.5%）。氮是不活潑的，不能助燃，同時也不是維持生命的必要元素。

一般情況下，氮是不活潑的。當加熱到非常高的溫度時它會與更加活潑的金屬，如鋰和鎂反應生成氮化物。它還會與氧反應生成氮氧化物，而且當在有催化劑存在時它會與氫反應生成氨。

由於氮無腐蝕性，因此不需要特殊的建構材料來防蝕。但是，選擇的建材必須能抗液氮的低溫。容器和管線系統要能符合美國機械工程師協會（ASME）的標準或美國運輸部門（DOT）規定的壓力和溫度來設計。

儘管通常作為氣體使用，氮一般以液態存儲和運輸，從而提供了一種更具成本效益的產品供應方式。

當氮轉化成液態，就成為低溫液體。其沸點溫度一般在 -130°F (-90°C) 以下的液化氣體。液氮的沸點是 -320°F (-196°C)。因為產品和周圍環境的溫差即使是在冬天也非常大，保持液氮和周圍環境隔離是很重要的。產品還要求專門的使用和儲存設備。

一個典型的儲存系統由一個低溫儲槽，一或多個蒸發器，一個壓力控制系統和所用於灌裝、汽化、供給的管線系統組成。低溫儲槽原理像一個真空瓶。設計得使熱量無法進入內桶中的液氮。蒸發器把液氮轉化成氣態。壓力控制盤控制著輸入到製程的氣體壓力。使用液氮的製程不要求有蒸發器和壓力控制盤。

物理和化學性質列於表 1

製造

在空氣分離工廠，通過空氣液化和蒸餾分離出氮。並以此方式獲得低溫液態氮

使用

氮是世界上銷售量最大的無機化學品，有著廣泛的商業和技術應用。作為液體，氮用於食品冷凍、塑膠和橡膠拋光、冷卻、金屬處理、金屬噴鍍和其他與溫度相關的應用

對健康的影響

由於無嗅、無色、無味、無刺激性，氮沒有警告性特徵。人類的官能無法探測到氮的存在。儘管氮無毒且很大程度上不活潑，通過取代空氣中的氧，使之下降到維持生命所必須的濃度以下，它可以成為簡單的窒息劑。吸入過量的氮會導致眩暈、噁心、嘔吐、失去知覺和死亡。死亡可能是由於判斷錯誤，困惑或失去知覺而導致無法自救的結果。在低氧濃度情況下，意識不清和死亡會在幾秒鐘內發生，而且沒有警告。

除非備有自給式呼吸器 (SCBA) 或空氣管呼吸器，任何人，包括救援人員，都不能進入氧濃度低於 19.5% 的區域。

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

根據使用者要求的量在幾種類型的容器中存儲、運輸和處理液態氮。常用的容器類型包括杜瓦瓶、低溫液體鋼瓶和低溫儲槽。儲存量從幾公升到成千上萬加侖。由於熱洩露總是存在，蒸發不斷地發生。蒸發率隨容器的設計和儲存產品的體積而變化。

容器的設計和製造是按照相應的壓力和溫度所適用的法規和規範。

表 1：液氮的物理和化學性質

化學式	N ₂
分子量	28.01
沸點 @ 1 atm	-320.5°F (-195.8°C)
凝固點 @ 1 atm	-346.0°F (-210.0°C)
臨界溫度	-232.5°F (-146.9°C)
臨界壓力	492.3 psia (33.5 atm)
密度，液態，@ BP, 1 atm	50.47 lb/scf (808.5 Kg/m ³)
密度，氣態 @ 70° F (21.1 °C), 1 atm	0.0725 lb/scf (1.16 Kg/m ³)
比重，氣態 (空氣=1) @ 68° F (20° C), 1 atm	0.967
比重，液態 (水=1) @ 68° F (20° C), 1 atm	0.808
比容積 @ 68° F (0° C), 1 atm	13.80 scf/lb (0.861 m ³ /kg)
汽化潛熱	85.6 Btu/lb (199.1 kJ/kg)
膨脹比，液體和氣體，BP to 68° F (20° C)	1 to 694

杜瓦瓶

圖 1 說明了一個典型的帶有真空夾層的杜瓦瓶。頸部出口上的寬鬆的防塵蓋可以防止空氣中的水蒸汽堵塞瓶頸，同時允許液體蒸發產生的氣體逸出。這是種非加壓型容器。杜瓦瓶的容積最常用的單位是公升。從 5 到 200 公升的杜瓦瓶都有。液氮可以從小杜瓦瓶中倒出來，而較大尺寸的杜瓦瓶需要傳輸管來取出液體。作為加壓容器的低溫液體鋼瓶有時候被錯誤地稱作杜瓦瓶

圖 1：典型的杜瓦瓶



低溫液體鋼瓶

典型的低溫液體鋼瓶如圖 2 所示。這是一個隔熱的有真空夾層的壓力容器。它們配備有減壓閥和破裂盤，以保護鋼瓶，防止壓力積累。液體容器可以在壓力小於 350 psig 的情況下工作，容積在 80 到 450 公升液體之間。

可以通過使液體流過內蒸發器取出氣態氮，或者直接取出在它自己的蒸氣壓下的液態氮。要得到關於低溫氣體鋼瓶建造和操作的更多細節，請參考 Air Products 的 Safetygram-27 “低溫液體容器”。

低溫儲槽

用戶使用的設備一般包括儲槽、蒸發器和壓力控制盤（見圖 3）。儲槽的形狀可以使球形或柱狀，作為固定容器安裝在固定位置，或者安裝在有軌車或卡車底座上，以便於運輸。大小從 500 到 420,000 加侖的都有。所有儲槽都有真空環形隔熱層。儲槽配備有各種控制產品灌裝、加壓、減壓、產品取出和儲槽真空的管線。儲槽根據相關的壓力和溫度按照 ASME 規範設計。

圖 2a: 鋼瓶的內部結構

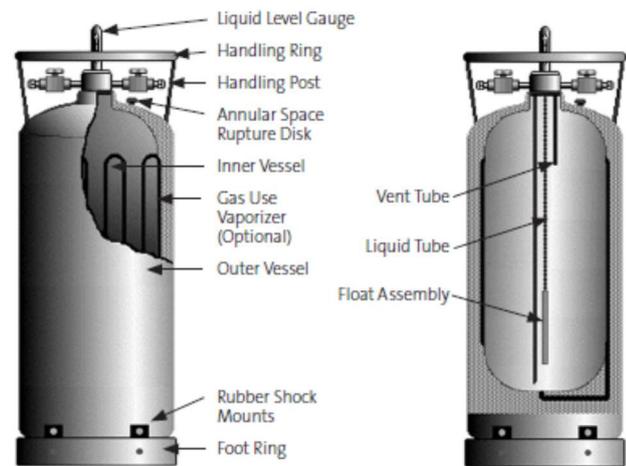


圖 2b: 典型的低溫液體鋼瓶, 俯視圖

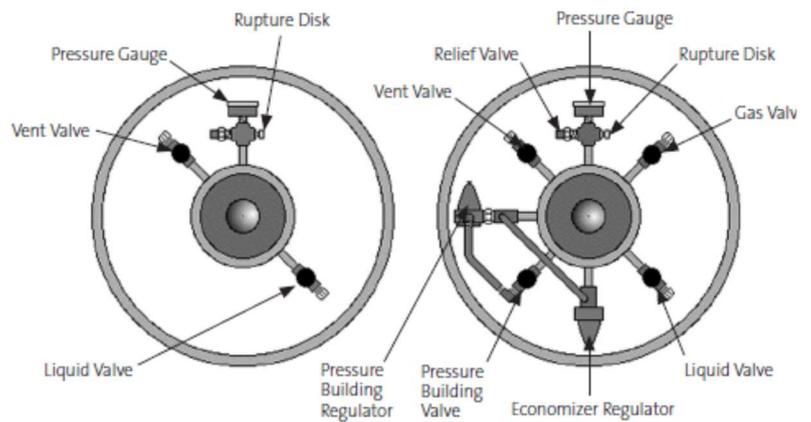
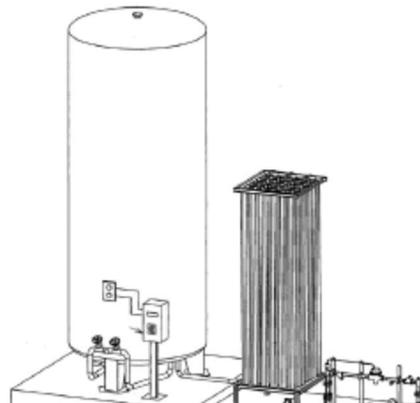


圖 3: 典型的客戶站低溫液體儲槽



傳輸管線

液體傳輸管線用於從杜瓦瓶或低溫液體鋼瓶中安全地提取液體產品。用於杜瓦瓶的典型的傳輸管線連接到容器插入口上，利用產品累積的蒸氣壓或外部的壓力源來取出液體。對於低溫液體鋼瓶，傳輸管線連接到鋼瓶的液體提取閥門上。

一般通過隔熱提取管來取出液體產品，以儘量減小液體汽化的損失。使用隔熱的彈性或剛性管線來從儲槽中取出液體產品。管線和儲槽上的接頭隨製造商的不同而不同。

注意：設計來輸出氣態氮的液體鋼瓶上裝有配有標準的壓縮氣體協會排氣口的閥門。或許還附帶著合適的壓力調節器。用於液體產品提取的閥門也配有標準的 CGA 的排氣口，但它不同於用於氣體提取的排氣口。這就避免了在使用液體或氣體產品之間的交叉連接。

液氮的運輸

用於運輸壓力小於 25 psig (40 psia) 的液態氮的容器是 UN/DOT 認可的容器。這些容器的製造不必遵守 DOT 規範，只是得到了 DOT 的用於運輸已核准產品的授權。用於運輸壓力大於 25 psig (40 psia) 的液態氮的容器需要按照 DOT 規範設計、製造和檢測。

對於空運，所有包裝還要遵守國際空運協會/國際民航協會 (IATA/ICAO) 危險貨物的規定，以及 DOT 的規定。

危險等級：2.2

運輸標籤：非易燃氣體（包括 23 psig 以下的貨物容器）

識別號碼：UN1977

適當的貨物運輸名稱：氮，冷凍液體，2.2, UN1977

安全注意事項

- 與液氮有關的危險有：會導致嚴重凍傷的低溫暴露；在通風不充分的設備裏，小量液體汽化成大量氣體造成的過壓；和侷限作業空間內的氧被取代造成的窒息。
- 如果懷疑空氣中缺氧或缺氧可能發生，使用氧檢測設備來測試缺氧環境。可以參考合適的安全資料表 (SDS)。

記住，氮沒有警告性特性！

建築物

因為液體到氣體的大膨脹率，為正在使用液氮的地方提供充分的通風非常重要。建議每小時最少換氣 6 次。監測氧氣可能被置換的地方。OSHA 規定作為沒有補充空氣情況下工作時氧的最小濃度為 19.5%。

儲存和操作

儲存和使用液氮要充分通風。禁止儲存在侷限空間內。低溫容器要配備有減壓裝置，以控制內部壓力。正常情況下這些容器要定時排出產品。禁止拉拽、移動或堵塞任何減壓裝置。

低溫容器必須直立存放、搬運和運輸。移動時切勿傾斜，滑動或滾動容器。使用合適的手推車搬運較小的容器。推動而不是拉動較大的容器。避免機械和熱衝擊。

禁止身體任何沒有得到保護的部分接觸非隔熱管線或裝有低溫產品的設備。溫度極低的金屬能夠很快粘住皮膚，當試圖拉開時，皮膚會被撕裂。

如果你在操作容器閥門或容器接頭時遇到任何困難，馬上停止使用，並與供應商取得聯繫。**禁止使用轉接頭！**

使用設計得可以承受所遇壓力的管線和設備。一些人造橡膠和金屬，如碳鋼在低溫下會變脆，從而容易破裂。低溫設施要避免使用這些材料。

在抽氣系統上，使用止回閥或其他保護裝置防止倒流到容器中。在液體系統上，必須在可能在閥之間捕集液體的管線中使用洩壓裝置。。建議所有的通風孔都輸送到建築物外部。

液體容器不應長時間暴露在大氣中。不使用時請保持所有閥門關閉並關閉出口蓋。如果由於開口和排放口中凍結的水分或異物導致堵塞，請聯繫供應商以獲取指引協助。堵塞可能導致危險的過壓。未經正確指引協助，請勿嘗試消除堵塞。如果可能，將圓柱體移到遠處。

要得到關於低溫液體儲存和使用的其他資料，請查閱 Air Products 的 Safetygram-16 “低溫液體的安全操作”和 CGA 手冊第 12 頁“低溫液體的安全操作”。

個人防護裝備 (PPE)

在被允許使用氮和它的附件之前，操作人員必須對它們的性質和安全問題十分熟悉。

眼睛最容易受到極低溫的液氮和其蒸氣的影響。建議使用的個人防護裝備有套在安全眼鏡外的全罩式面罩、乾淨的寬鬆的防凍或皮手套、長袖襯衣和束口長褲。當操作或使用液氮時，或任何有（液氮）溢出而存在暴露的可能性的時候，都要穿戴個人防護裝備。另外，向與操作容器有關的人員建議使用安全鞋。

緊急情況下，必須使用自給式呼吸器 (SCBA)。

急救

必須把缺氧的人搬移到新鮮空氣處。如果傷者停止呼吸，立刻進行人工呼吸。如果呼吸困難，立即供給氧氣並尋求醫生的幫助。

可能要求備有自給式呼吸器 (SCBA)，以防止救援人員窒息。

如果皮膚接觸到液氮，脫掉任何可能限制凍傷區域血液循環的衣服。因為可能導致組織損傷，不要摩擦凍傷部位。盡可能對受傷部位進行不超過 105° F (40° C) 的溫水淋浴。禁止用烘乾凍傷部位。

儘快送醫治療。凍傷的組織不會感到疼痛，看起來象黃顏色的蠟一樣。解凍時，會變得腫脹、疼痛和易於感染。如果凍傷部位已經解凍，用覆蓋面很大得消過毒的乾淨紗布蓋住傷處，直到醫生到達。

在大面積暴露的情況下，脫掉衣服，用溫水淋浴。立刻送醫治療。

如果眼睛暴露於液體或蒸氣的低溫，馬上用不超過 105° F (40° C) 的溫水溫暖凍傷部位，同時尋求醫生的幫助。

滅火

由於氮不可燃，不需要特殊的滅火設備和指導。但是，一定要注意：禁止直接將水柱噴向正排氣的氮氣。水會結冰並堵塞減壓裝置的出口，造成容器故障。

緊急應變系統

T 800-523-9374 (美國大陸和波多黎各)

T +1-610-481-7711 (其他區域)

台灣：0800-014000

對於其它區域涉及空氣化工產品公司產品事件的緊急應變電話號碼，
請參見當地 SDS 上的一周七天，一天 24 小時服務電話以尋求說明。

技術資訊中心

T 800-752-1597 (美國.)

T +1-610-481-8565 (其他區域)

週一 - 週五, 8:00 a.m. - 5:00 p.m.

傳真 610-481-8690

gastech@airproducts.com

如需更多資訊，請聯繫：

總部

Air Products and Chemicals, Inc.

1940 Air Products Blvd.

Allentown, PA 18106-5500

T: 610-481-4911

臺灣公司聯繫方式

<http://www.airproducts.com.tw/customer-support/customer-support-overview.aspx>



tell me more
airproducts.com