

液氧

氧气是大气中第二大成分，占体积的 20.8%。液态氧为淡蓝色，极冷。氧气虽然不可燃，但却是强氧化剂。氧气是维持生命所必需的。

氧气可与几乎所有有机材料和金属发生反应，通常会形成氧化物。在空气中燃烧的物质在氧气中将燃烧得更加剧烈。用于氧气服务的设备必须满足严格的清洁要求，且系统必须由具有高燃点温度且在使用条件下与氧气不反应的材料制成。容器应按照国家机械工程师协会（ASME）的规范进行制造，并设计为能够承受工艺温度和压力。

液态氧是一种低温液体。低温液体是液化的气体，其正常沸点低于 -130°F (-90°C)。液态氧的沸点为 -297°F (-183°C)。

由于产品与周围环境之间的温差很大，即使在冬天保持液态氧与周围热量的绝缘也是必不可少的。该产品还需要用于处理和存储的专用设备。

氧气主要作为气体运用，但其存储形式通常为液体。与高压气体存储的相同容量相比，液体存储的容量较小且成本较低。典型的存储系统由一个低温存储罐，一个或多个蒸发器和一个压力控制系统组成。低温储罐原则上构造类似真空瓶。有一个被外部容器包围的内部容器。容器之间是一个环形空间，其中包含一个绝缘介质，所有空气均已从绝缘介质中去除。该空间使热量远离容纳在内部容器中的液态氧。蒸发器将液态氧转化为气态。然后，压力控制送入工艺或应用中的气压。

用于液氧服务的容器应根据所涉及的压力和温度进行设计。管道设计应遵循类似的设计原则，并符合国家标准和规范。

制造

氧气是通过空气分离装置（ASU）将大气液化并通过连续低温蒸馏分离来生产的。以低温液体存储。也可以使用选择性吸附工艺以非低温方式生产氧气，以生产气态产品。

ASU 的制造过程从主空气压缩机开始，到产品储罐的出口结束。空气被压缩并送入一个净化系统，该系统除去水分，二氧化碳和碳氢化合物。空气然后通过热交换器，在其中被冷却到低温。接下来，空气进入高压蒸馏塔，被物理分离成气态形式的氮气在塔顶部和液态的“粗制”氧气（约 90%O₂）在塔底部。

将该粗制氧液体从塔中抽出并送至低压塔，在此处进行蒸馏直至达到商业规格。液态氧被送到低温储罐。

使用

氧气通常是液化的，因此可以更有效地大量运输和存储。但是，大多数应用是在氧气蒸发成气态后使用。氧气的主要用途涉及其强大的氧化和维持生命的特性。

在健康和医疗应用中通常需要氧气。液态氧在导弹和火箭的推进系统中用作液态燃料的氧化剂。

氧气与乙炔和其它可燃气体一起广泛用于金属行业，用于金属切割，焊接，气割，硬化，清洁和熔化。钢铁制造商还广泛使用氧气或富氧空气来影响与除碳，还应用于其他氧化反应有关的化学精炼和加热。当空气充足或被更高纯度的氧气替代时，通常会获得诸如节省燃料和能源以及降低总排放量之类的好处。

在化学和石油工业中，氧气被用作进料成分，与碳氢化合物结构单元反应生成化学物质，例如醇和醛。在许多工艺中，用于反应的氧气可通过使用空气获得。但是，对于某些工艺，必须直接使用氧气或富氧。目前有几种主要的石油化工半成品是用高纯度氧气生产的，包括环氧乙烷和环氧丙烷（防冻剂），氯乙烯（用于PVC）和己内酰胺（用于尼龙）。

纸浆和造纸工业的用途，氧作为漂白和氧化药剂。多种工艺（液体）流显示经过氧气处理能强化其物理特性；工厂运营成本也可改善。同样地，氧气可提高制造玻璃，铝，铜，金，铅和水泥或涉及废物焚烧或修复行业的燃烧过程。最终用户可能会实现相应的生产力，能源，维护和排放效益。

废水处理厂成功利用氧气来提高其化学处理效率。当养殖环境被充氧时，水产养殖者（例如养鱼者）也会发现对其养植物健康或体型有益。

健康影响

通常空气中含有 21% 的氧气，氧气本质上是无毒的。在 1 个大气压下暴露在 50% 的浓度达 24 小时或更长时间的人群中，未观察到对健康有影响。

在含氧浓度 80% 氧气的 1 个大气压下吸入超过 12 小时会导致呼吸道刺激，肺活量逐渐下降，咳嗽，鼻塞，喉咙痛和胸痛，继而发生气管支气管炎，随后引起肺部充血或水肿。

在大气压力或更低压力下吸入纯氧会在 24 小时后引起肺部刺激和水肿。

在高于 1 个大气压的压力下，在 2 至 6 个小时内出现呼吸系统症状。肺的最早反应之一是在间隙和肺细胞内的积水。这可能导致肺功能下降，这是最早可测的中毒迹象。其他症状包括发烧，鼻窦和眼睛刺激。

当在大于 2 或 3 个大气压的压力下吸入纯氧时，可以观察到典型的神经系统症状。症状包括恶心，头晕，呕吐，疲倦，头重脚轻感，情绪变化，极度兴奋，精神错乱，不协调，肌肉抽搐，灼痛/刺痛感（特别是手指和脚趾）以及意识丧失。还会出现特征性的癫痫样抽搐，可能会先引起视觉障碍，例如周围视力丧失。持续暴露会引起严重的惊厥，甚至导致死亡。降低氧气压力后，效果可逆。

放置在保育箱中的早产儿呼吸的氧气浓度高于空气中的氧气，可能会导致不可逆转的眼部伤害。将婴儿置于高氧浓度中后六个小时内，会发生视网膜未成熟血管的血管收缩，如果立即将孩子放回空气中，这种收缩是可逆的，但是如果继续使用富氧疗法则是不可逆的。充分发育的血管对氧毒性是不敏感的。

暴露于液态氧或冷氧蒸气会导致广泛的组织损伤或低温灼伤。

容器

根据用户所需的数量，液态氧可以在几种类型的容器中存储，运输和处理。使用的容器类型包括杜瓦瓶，低温液体瓶和低温储罐。存储量从几升到数千加仑不等。由于始终存在热泄漏，因此会连续发生汽化。蒸发速度会有所不同，具体取决于容器的设计和所存储产品的体积。

容器根据适用的温度和压力规范和规范进行设计和制造。

杜瓦瓶

图 1 说明了典型的带真空套的杜瓦瓶。颈部出口处宽松的防尘盖可防止大气中的水分堵塞瓶颈，并使蒸发液体产生的气体逸出。这种类型的容器是非加压的。杜瓦瓶的容量最常见度量单位是公升。可以提供 5 至 200 公升的杜瓦瓶。液氧可以从小杜瓦瓶中倒出来，而较大尺寸的杜瓦瓶则需要输送管。有时将加压容器中的低温液体瓶误称为杜瓦瓶。

表 1: 液氧的物理和化学性质

化学式	O ₂
分子量	31.999
沸点 @ 1 atm	-297.4°F (-183.0°C)
凝固点 @ 1 atm	-361.9°F (-218.8°C)
临界温度	-181.8°F (-118.4°C)
临界压力	729.1 psia (49.6 atm)
密度, 液态, @ BP, 1 atm	71.23 lb/scf (1141 kg/m ³)
密度, 气态 @ 70° F (21.1 °C), 1 atm	0.0831 lb/scf (1.33 kg/m ³)
比重, 气态 (空气=1) @ 68° F (20° C), 1 atm	1.11
比重, 液态 (水=1) @ 68° F (20° C), 1 atm	1.14
比容 @ 68° F (0° C), 1 atm	12.08 scf/lb (0.754 m ³ /Kg)
汽化潜热	91.7 Btu/lb (213 KJ/Kg)
膨胀比, 液体和气体, BP to 68° F (20° C)	to 860
水中溶解度 @ 77° F (25° C), 1 atm	3.16% by volume

低温液体钢瓶

图 2 是一个典型的低温液体钢瓶。这是一个绝缘的有真空夹层的压力容器。它们配备了泄压阀和爆破片，以保护钢瓶气体升压。液体容器在最高 350 psig (24 atm) 的压力下运行，容量为 80 至 450 升液体。氧气可以通过使液体流过内部蒸发器而以气体形式抽出，也可以在其自身的蒸气压下以液体形式抽出。有关低温液体瓶的构造和操作的更多信息，请参阅 Air Products 的 Safetygram # 27 “低温液体容器”。

图 1: 典型的杜瓦瓶



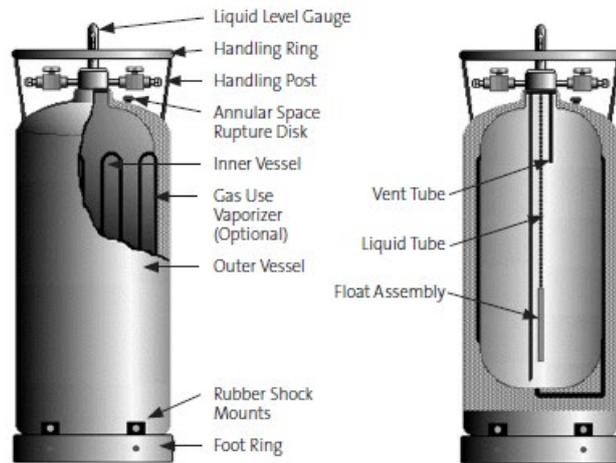
低温储罐

客户现场安装的设备通常包括储罐，蒸发器和压力控制歧管（请参见图 3）。储罐可以是球形或圆柱形，可以固定在固定位置上，作为固定容器，也可以安装在铁路车或卡车底盘上，以方便运输。大小范围从 500 到 420,000 加仑 (1,893 - 1,589,873 升)。所有储罐在环形空间中均采用粉末和真空绝缘，并配备有各种回路来控制产品填充，压力积累，压力释放，产品抽出和储罐真空。储罐的设计符合相关压力和温度的国家规范。

低温液体钢瓶

图 2 是一个典型的低温液体钢瓶。这是一个绝缘的有真空夹层的压力容器。它们配备了泄压阀和爆破片，以保护钢瓶气体升压。液体容器在最高 350 psig (24 atm) 的压力下运行，容量为 80 至 450 升液体。氧气可以通过使液体流过内部蒸发器而以气体形式抽出，也可以在其自身的蒸气压力下以液体形式抽出。有关低温液体瓶的构造和操作的更多信息，请参阅 Air Products 的 Safetygram #27 “低温液体容器”。

图 2a: 典型的低温液体钢瓶，侧视图



低温储槽

客户现场安装的设备通常包括储槽，蒸发器和压力控制歧管（请参见图 3）。储槽可以是球形或圆柱形，可以固定在固定位置上，作为固定容器，也可以安装在铁路车或卡车底盘上，以方便运输。大小范围从 500 到 420,000 加仑（1,893 - 1,589,873 升）。所有储槽在环形空间中均采用粉末和真空绝缘，并配备有各种回路来控制产品填充，压力积累，压力释放，产品抽出和储罐真空。储槽的设计符合相关压力和温度的国家规范。

图 2b: 典型的低温液体钢瓶，俯视图

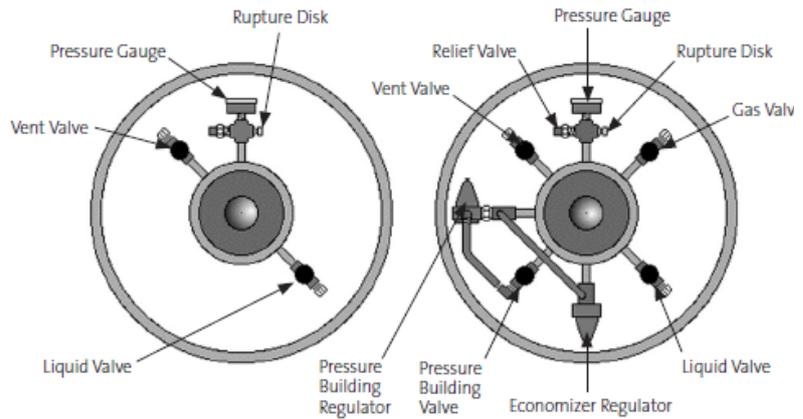
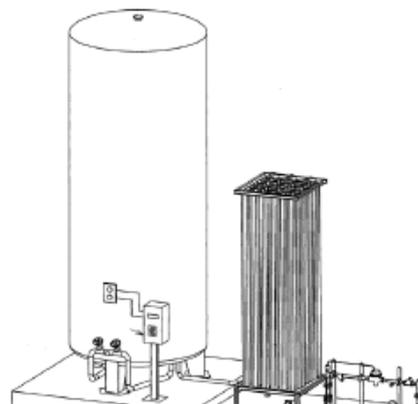


图 3: 典型的客户站低温液体储槽



传输管线

液体传输线用于从杜瓦瓶或低温液体瓶中安全地取出液体产品。用于杜瓦瓶的典型传输线连接到卡口，该卡口提供了一种使用产品蒸气压积累或外部压力源移出液体的方法。对于低温液体钢瓶，传输线连接到钢瓶的液体排出阀。

液体产品通常通过绝缘的抽出管线移出，以最大程度地减少液体产品气化的损失。绝缘的柔性或刚性管线用于从储罐中取出产品。管路和储罐上的连接因制造商而异。

注意：在美国，设计用于分配气态氧气的气瓶具有配备标准压缩气体协会（CGA）出口的阀门。可以连接合适的调压设备。用于抽取液体产品的阀门也配有标准的 CGA 出口，但不同于用于气体抽取的连接。这防止了使用液体或气体产物的工艺之间的交叉连接。

液态氧运输

所有液态氧的运输必须遵守运输法规（美国 DOT）。这适用于汽车，铁路，航空和水路的运输。对于空运，所有包裹还必须符合国际航空运输协会/国际民用航空组织（IATA / ICAO）的要求。

危险品规定：船运还必须按照国际海事组织（IMO）规定进行准备。在美国，所有用于运输氧气的包装必须符合“UN / DOT 规范”或“UN / DOT 授权”，并且处于适当的运输条件下。

用于运输液态氧的容器，压力低于 25 psig (40 psia) 压力是 UN / DOT 授权的容器。

这些不是根据 DOT 规范制造的容器，但是经 DOT 认可，可用于运输所批准的产品。

设计，制造和测试压力大于 25 psig (40 psia) 的液态氧的容器，需要按照 DOT 规范设计、制造和检测。DOT 联邦法规规范，第 49 章列明了这些标签和识别的要求。

DOT 联邦法规第 49 章规定以下标签和标识要求：

危险等级： 2.2

运输标签： 不可燃气体和氧化剂
(对于国内装运，只能使用氧气标签)

标识号： UN1073

正确的装运名称：氧气，冷冻液体

安全注意事项

- 与液氧相关的危害是暴露于低温下会导致严重的灼伤。由于通风不足的设备中少量液体膨胀成大量气体而导致的超压；周围大气中的氧气富集；如果氧气与不相容的材料接触，则可能发生燃烧反应。
- 液态氧及其释放的低温蒸气不仅对人体组织造成严重的烧伤危险，而且还可能导致许多建筑材料失去强度并变得足够脆以致破碎。

请记住，氧气没有任何警告特性！

- 重要的是要注意，随着氧气浓度的增加，火灾化学反应开始发生变化。在空气中易燃的材料不仅更容易着火，而且在有氧气的情况下燃烧时会更加剧烈。这些材料包括衣服和头发，它们具有容易捕获氧气的空间。会很快提高氧气浓度，所有人员必须意识到这一危害。
- 任何被液态氧喷溅或浸泡或暴露于高浓度氧气的衣物应立即脱下并通风至少一个小时。人员应留在通风良好的区域，并避免任何点火源，直到其衣服完全没有多余的氧气为止。充满氧气的衣服容易着火，并且会剧烈燃烧。
- 在任何存储或处理液氧的区域禁止吸烟或明火。请勿让液态氧或富氧空气与有机材料或任何类型的易燃或可燃物质接触。当被火花甚至机械冲击点燃时，与氧气剧烈反应的有机材料包括油，油脂，沥青，煤油，布，焦油以及可能包含油脂的污垢。如果液态氧泄漏到沥青或其它可燃物污染的表面上，请勿在泄漏区域上踩踏或滚动设备。远离所有点火源，直至所有霜或雾消失后。
- 用于氧气服务的系统必须满足严格的清洁要求，以消除任何不兼容的污染物。CGA 的手册 G-4.1 “供氧设备的清洁设备”介绍了供氧设备的清洁方法。CGA 的 O2-DIR 手册“氧气服务清洁剂目录”提供了用于清洁氧气设备的清洁剂的比较信息。此外，请阅读《化学品安全技术说明书》(SDS) 并遵守所有建议。

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

- 储存和使用具有足够通风的液体容器。请勿将容器存放在密闭区域或没有极端天气保护的区域。
- 低温容器配有泄压装置，用于控制内部压力。在正常情况下，这些容器会定期排放产品。请勿插拔，拆卸或篡改任何泄压装置。
- 氧气与易燃品之间应至少间隔 20 英尺或半小时防火墙。张贴“禁止吸烟”和“禁止明火”标志。
- 必须根据美国国家消防协会 (NFPA) 标准 55 安装容量超过 20,000 scf 的客户存储场所设备。
- 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。如果由于开口和通风口中冻结的水分或异物导致出口限制，请联系供应商以获取说明。限制和堵塞可能导致危险的过压。未经正确说明，请勿尝试消除限制。如果可能，将钢瓶移到远处。

处理方式

- 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。
- 切勿让身体任何未受保护的部分与未绝缘的管道或含有低温产品的设备接触。极冷会导致皮肉快速粘连，并有可能在撤回时撕裂。
- 仅使用与氧气兼容的材料和润滑剂。
- 如果操作容器阀门或容器连接有任何困难，请停止使用并联系供应商。请勿拆卸或互换连接。仅使用正确分配的连接。

禁止使用转换接头！

- 仅使用专为低温液体设计的传输线和设备。某些弹性体和金属（例如碳钢）在极低的温度下可能会变脆，并且容易断裂。在低温服务中必须避免使用这些材料。

- 建议将所有通风孔都通过管道连接到建筑物的外部。
- 在抽气系统上，使用止回阀或其他保护装置防止液体倒流到容器中。
- 在液体系统上，必须在阀间可能聚集液体的管线中使用泄压装置。

有关低温液体的存储和处理的其他信息，请参阅 Air Products 的 Safetygram-16，“安全处理低温液体”和 CGA 手册 P-12，“低温液体处理的安全性”

个人防护装备 (PPE)

人员必须完全熟悉其特性和安全注意事项，然后才能被授权使用液氧及其相关设备。

眼睛对液态氧和液态氧蒸气的极度寒冷最敏感。推荐的 PPE 是全面罩防护眼镜；清洁，宽松的隔热手套或皮革手套；长袖衬衫；和没有束口的裤子。在处理或使用液氧时，或存在因溢出而导致暴露的可能性时，请穿戴该 PPE。另外，对于那些涉及处理容器的人员，建议使用安全鞋。

在紧急情况下，必须使用自给式呼吸器 (SCBA)。在空气中耐火的衣服在富氧气氛中很容易着火。只有经过培训和认证的应急人员才能对紧急情况做出应变。

急救

如果皮肤与液态氧接触，请脱掉可能限制血液进入接触冰冻区域的任何衣物。请勿摩擦冷冻的部位，否则可能会损坏组织。尽快将患处放在温度不超过 105° F (40° C) 的温水浴中。切勿使用干热。尽快致电医生。冷冻的组织无痛且看起来像蜡状，可能是呈黄色。解冻后会肿胀，疼痛并容易感染。如果身体接触冰冻的部位已经解冻，请用干燥的无菌敷料覆盖该区域，并用大面积的防护罩覆盖，并进行医疗护理。万一大量接触，在用热水冲洗受害者的同时脱掉衣服。立即致电医生。

如果眼睛暴露在液体或蒸气的极端寒冷下，请立即用不超过 105° F (40° C) 的温水加热冻伤部位，并寻求医疗救护。

灭火

由于氧气是不可燃的，但会助燃，因此，灭火行动需要关闭氧气源（如果可能），然后根据所涉及的材料灭火。

注意：请勿将水流引向氧气排出口。水将冻结并堵塞泄压口，这可能会导致容器故障。

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