

二氧化碳

液态和气态时二氧化碳是不可燃、无色、无臭的。二氧化碳在空气中的含量较小，但却是其极重要的组成成分，体积比平均约为 0.036% 或 360 ppm。它也是人类和动物新陈代谢的正常产物。

干燥的二氧化碳是相对不活泼的气体，在高浓度水汽存在的情况下，可以生成碳酸，这时应使用耐酸的材料。系统的高流速或迅速降压可以在系统内获得接近升华点 -109.3°F (-78.5°C) 的温度。如果液体压力降到 76 psia (61 psig) 以下，二氧化碳直接从液态转化到固态。在预期温度低于 -20°F (-29°C) 的应用中应该避免使用在低温下变脆的材料。用于二氧化碳设施的容器和管道要根据相关的压力和温度按照美国机械工程师协会 (ASME) 或交通部 (DOT) 的规范来设计。

物理特性见附表 1。气态的二氧化碳无色无臭，不易检测。气态二氧化碳的密度是空气的 1.5 倍，因此在较低的地方其浓度更高，通风系统排气应该设计在地板位置，进气应该设计在房顶位置。

制造

二氧化碳是许多工业生产过程中产生的粗副产品。二氧化碳是甲烷、丙烷或石脑油的蒸气重整的一个副产品。糖发酵成酒精和石灰和磷酸钠的生产也产生二氧化碳。另外，二氧化碳存在于天然井里。产品分离出来以后，过滤掉杂质，在干燥剂里去除水分，净化了的二氧化碳被压缩液化。

使用

液态二氧化碳在食品工业中应用广泛，用于冷冻肉类、家禽、蔬菜和水果。固态二氧化碳（干冰）用于在粉碎之前给肉类降温，还用于在运输过程中冷藏肉类和家禽。使用气态二氧化碳利用碳酸化作用生产软饮料、葡萄酒和啤酒。在水处理中，二氧化碳用于中和碱性水。液态二氧化碳还用于油井和天然气井以增加开采。其它的工业用途包括生产化学品、塑料、橡胶、金属和电子元器件。

健康影响

二氧化碳的生理作用是独特的，因为它是新陈代谢的产物，是控制血液 pH 值的酸碱机制的重要组成部分，是连接呼吸、循环和血管反应的活性信使物质。

血液和细胞液实际上是碳酸氢钠和其他物质的溶液。严重暴露在二氧化碳中会在血液中形成碳酸，超过了碳酸氢钠的缓冲能力。由于神经控制系统被过度驱动，pH 值的降低产生了快速的毒性效应。这些效应与大气中的氧气量无关。

低浓度的二氧化碳可以在相当长的一段时间内被耐受而没有明显的反应，或者可能只会导致一种不自然的呼吸急促的感觉。持续暴露在 5% 的二氧化碳中会产生紧张的快速呼吸。当二氧化碳浓度超过 7% 时，快速呼吸变得吃力，出现烦躁、昏厥、剧烈头痛和意识迟钝。在 15% 的情况下，会在不到 1 分钟的时间内失去意识，并伴有僵硬和震颤；在 20% 到 30% 的范围内，会在不到 30 秒的时间内产生无意识和惊厥。由于二氧化碳在组织液中的扩散速度比氧气快大约 20 倍，所以这种效应产生得很快。高浓度的二氧化碳会在没有任何征兆的情况下让人迅速窒息，无论氧气浓度如何，都不可能自救。

职业暴露限值

美国职业安全与健康管理局 (OSHA) 规定，员工在 8 小时的每周 40 小时的轮班工作中接触的二氧化碳不得超过 8 小时时间加权平均值 (TWA-PEL) 5000 ppm (0.5%，9000 mg / m³)。根据美国政府工业卫生会议 (ACGIH)，15 分钟以内的短期接触限值 (STEL/上限) 是 30,000 ppm (3%；54000 mg / m³)。由于氧暴露限值和定义因地区/国家而异，请咨询相关立法部门以确定适当的限值。

表 1：二氧化碳的物理和化学性质

化学式	CO ₂
分子量	44.01
沸点 @ 1 atm (sublimes)	-109.3°F (-78.5°C)
凝固点 t @ 76 psia	-69.9°F (-56.6°C)
临界温度	87.9°F (31.0°C)
临界压力	1,070 psia (72.9 atm)
密度, 液态 @ -35°F (-37°C), 11 atm	68.74 lb/cu. ft.
密度, 气态 @ 68°F (20°C), 1 atm	0.115 lb/cu. ft.
密度, 固态 @ -110°F (-79°C), 1 atm	97.4 lb/cu. ft.
比重, 气态(空气=1) @ 68°F (20°C), 1 atm	1.53
比重, 固态 @ -35°F (-37°C), 11 atm	1.10
比容 @ 68°F (20°C), 1 atm	8.7 cu. ft./lb
汽化潜热	10,900 Btu/lb mole
水溶性 @ 68°F (20°C), 1 atm	87.8% by volume

容器

二氧化碳被作为液体大量地存储在容量为 6、14、26、和 50 吨的储存罐里。为了减少气温影响，存储罐用聚氨酯泡沫与蒸汽隔离。存储罐制造按照 ASME 的标准用碳素钢。二氧化碳在存储罐内通过一个制冷装置把压力保持在 305 psig 以下，同时通过一个压力积聚线圈把压力维持在 245 psig 以上，这样不用通风就可以储存一定的时间。较小量的液体在容量为 384 磅 (3352 标准立方英尺) 的低温液体钢瓶中储存和运输，钢瓶带有真空夹层，可以不用通风而长期储存产品。钢瓶既可以提供液体，也可以提供气体和液体。

二氧化碳以液化压缩气体的形式在用空钢和铝钢瓶中运输和储存。钢瓶有一个凹的底座，使钢瓶能够直立，并逐渐变细到顶部的一个小开口。瓶颈或开口端通过螺纹连接到钢瓶阀门或其他合适的出口连接。安全泄压装置是钢瓶阀门或出口接头的一部分。将螺纹颈环固定在钢瓶的锥形端上，以便安装保护钢瓶盖。钢瓶是根据运输部 (DOT) 的规定进行生产制造的。用于二氧化碳的钢瓶在制造时经过了流体静力学测试，之后每五年进行一次在 5/3 倍工作压力下的测试。

气瓶阀门

二氧化碳气瓶阀门连接标准已被 CGA 采用。二氧化碳钢瓶采用 CGA 320 出口连接。有关钢瓶阀门的其他信息，请参考 Air Products 的产品安全说明书-23：气瓶阀门。

安全装置

使用可以复位的减压装置来保护大容量液体储存罐，以防止可能由热泄漏产生的超压。低温液体钢瓶配备了可以复位的减压装置，并附加了爆破片保护。通过一个易碎的圆盘，有时还带有熔化温度约 212° F (100° C) 的易熔金属，来保护气瓶免于火灾造成的破裂

二氧化碳运输

在美国，联邦当局根据交通部颁布的规章对二氧化碳在各州间运输进行管理，包含铁路、公路、航空和水路。

- 对于散货运输，DOT 要求，液体槽车上需要在张贴 10 又 3/4 英寸 x 10 又 3/4 英寸的不可燃气体危害标志牌。
- 对于钢瓶气，需要张贴一个 DOT 规定的 4 英寸 x 4 英寸的非易燃气体标签或标识。
- 低温液体二氧化碳钢瓶按照美国交通部豁免编号 7638 运输。这项豁免的副本必须载于每艘运载钢瓶的船只、飞机或机动车辆上。每一个低温钢瓶都必须在靠近中间的两侧，用至少两英寸高的字母写着：“DOT-E 7638”，字母颜色与钢瓶背景颜色要形成鲜明的对比。这个 DOT 4 英寸 x 4 英寸绿色不易燃气体标签或标识也需要用于普通公共输者。

操作方式

二氧化碳是以液态压缩气体的方式储存和运输的。以下是与液化压缩二氧化碳相关的危险。

1. 储存和使用设备的高压危害。
2. 二氧化碳比空气重 1.5 倍，在空气中不易扩散。在有限空间有窒息的危险。
3. 高浓度的二氧化碳对人体是有毒的，这在“健康影响”一节中有所描述。
4. 正在蒸发的二氧化碳会造成极低的温度。液体二氧化碳溅到皮肤上会导致冻伤。压力在 61 psig 以下的二氧化碳固体温度极低，升华得非常快，持续接触皮肤会导致冻伤。

搬运和存储

人员应接受有关二氧化碳气瓶正确储存、操作和使用的培训。有关额外信息，请参见 CGA P-1，“容器内压缩气体的安全处理”，CGA G-6，“二氧化碳”和 CGA G-6.3，“二氧化碳钢瓶的充装和处理程序”。钢瓶应始终保存在指定的位置。

个人防护装备（PPE）

在允许处理二氧化碳及其相关设备之前，工作人员必须完全熟悉其特性和安全考虑。操作钢瓶时，建议使用安全眼镜、安全鞋和皮革工作手套。。

在可能接触液化压缩气体的地方，员工还应佩戴全面罩，穿着干净宽松的衣服、佩戴隔热手套，以保护眼睛、脸和手。

应急响应

如果二氧化碳存在，它的浓度必须由一个二氧化碳专用探测器来监测，而不是依靠氧的监测。因为二氧化碳具有一种独特的危害，即使在有足够的氧气维持生命的情况下，也可能存在危险的二氧化碳浓度。

在缺氧或二氧化碳浓度超过 3%的环境下，救援人员必须佩戴自给式呼吸器 (SCBA) 或空气呼吸器。

建筑物

1. 提供充分的通风。
2. 应该用便携式或连续的二氧化碳监测分析仪来测试可能排出或积累二氧化碳气体的区域，以保证有足够的通风。

急救

立刻将二氧化碳中毒的人搬移到有自然通风的区域。如果伤者呼吸停止，应当立即进行人工呼吸。如果患者正在呼吸，给他补充氧气。

对于与液体或固体二氧化碳接触的皮肤，应当用温水（不超过 105° F(40° C)）冲洗或浸润冻伤的部位；不要摩擦该区域。切勿使用干热。对于任何接触性冻伤，立即就医。

灭火

二氧化碳是不可燃的，它可用于 B 类或 C 类火灾的灭火剂。

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