

# 液化压缩气体操作

液化压缩气体定义是这样一种气体，当在容器中压缩时，在压力 25 至 2500 psig 的常温下变成液体。液化气体的沸点范围从  $-130^{\circ}\text{F}$  到  $30^{\circ}\text{F}$  ( $-90^{\circ}\text{C}$  到  $-1^{\circ}\text{C}$ )。在  $70^{\circ}\text{F}$  ( $21.1^{\circ}\text{C}$ ) 时，气瓶里同时含有液体和气体。气瓶压力或气体的“蒸汽压”直接受环境温度的影响。温度的升高或降低将分别导致蒸汽压力增加或减小。

液化气体在自身蒸汽压力下包装和运输原则是承载的容器能够容纳液体随温度升高而膨胀时的最大量。（各个运输管理机构对液化压缩气体的灌装限值规定了非常详细的要求，以防止容器超压的可能性。有关您所在地区的更多情况，请参阅您所在地区的法规。

典型的液化压缩气体清单见表 1。

---

## 容器

液化压缩气体有很多种包装容器。

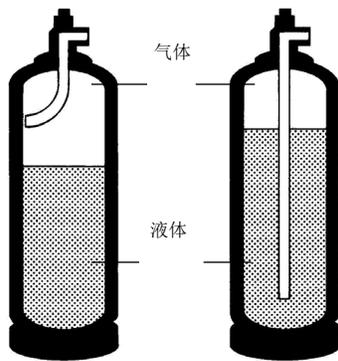
由于产品在容器中同时以液体和气体形式存在，许多容器被制造成同时存放两相形态。这是通过使用长吸取管（取液管）和鹅颈管来实现的（见图 1）。

带有全长喷射管，或有时称为全长取液管的气瓶，有一个管子从气瓶阀入口到气瓶底部。当带有这种阀门配置的气瓶处在垂直位置时，管子的入口浸在液体中，就可以提取液相产品。

一些气瓶配备了两个阀门。一个有全长喷射管，用于液体提取；另一个没有喷射管，用于气体提取或惰性气体填充。（见图 2 和液相提取部分）

另一种阀门结构称为取液管。鹅颈管只伸入气瓶内部较短的距离，然后弯曲到阀门排气口对面的气瓶内侧。在气瓶处于垂直位置时，鹅颈管处在液面以上提供气体。要提取液体的话，使气瓶平躺，阀门排气口朝上。这样鹅颈管就可伸进液体里面。见图 2。

图 1:



(左) 气瓶有鹅颈取液管.

(右) 气瓶长管取液管

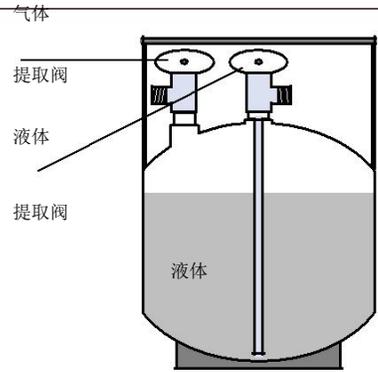
在较大的卧式容器内，如高压的“Y”气瓶、低压桶槽容器“多单元箱式罐车”、和长钢瓶拖车（见图 3、4 和 5）里，需要取液管，既可以接近液体又可以接近气体。

“Y”气瓶采用“C”型结构。这种结构同鹅颈管很相似，鹅颈管的入口与阀门排气口的方向一致。产品流进取液管，从阀门排气口流出，流程形状象字母“C”一样。

这意味着，当阀门排气口朝上时，取液管接触气相；当阀门排气口朝下时，取液管接触液相。

吨容器有两个阀门。让容器朝向一定方向，使一个阀门在另一个阀门的上面。阀门上连接着取液管，取液管伸入到气瓶内侧。上面的阀门的取液管置于蒸气里，下面的阀门的取液管置于液体里。

图 2:



有些气瓶安装有两个阀门，一个有喷射式阀门，另一个没有喷射式阀门。

在装液化压缩气体的长管拖车上，使用鹅颈取液管，取液管的方位取决于接入拖车终端。在长管拖车上，所有阀门排气口一般都朝下。通常所有浸入管朝上（以接触气相），从拖车的前部提取液体。

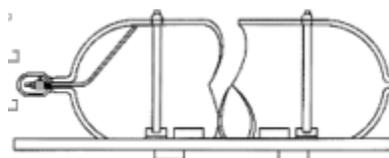
最普通类型的液化气体容器使用标准气瓶阀门。在垂直位置时，液体位于在阀门入口以下，防止了液体的流出。如果要提取液化气体，必须把气瓶底部提高，使液相接触到阀门入口。通常使用专门的倒置架来安全地倒置气瓶。

表 1: 一些常见的液化气体\*

气体名称	蒸气压 @ 70°F (21.1°C)
氨	114 psig (7.76 atm)
二氧化碳	830 psig (56.5 atm)
氯	86 psig (5.85 atm)
氯化氢	613 psig (41.7 atm)
硫化氢	247 psig (16.8 atm)
氯甲烷	59 psig (4.01 atm)
氨基甲烷	44 psig (2.99 atm)
一氧化二氮	745 psig (50.7 atm)
二氧化硫	34 psig (2.31 atm)
六氟化硫	298 psig (20.3 atm)
六氟化钨	2.5 psig (0.17 atm)

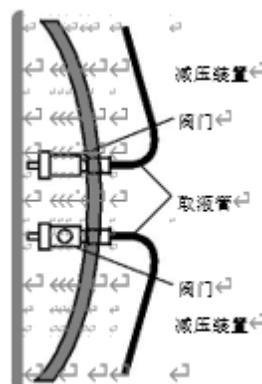
由于种类繁多，无法一一提及，例如液化石油气体里的丙烷和丁烷没有包括在这里。

图 3



“Y”气瓶采用取液管“C”型结构

图 4



## 如何安全的提取产品

提取产品时必须在谨慎的监督下由合格操作人员使用适当的工具操作。操作人员必须知道该产品及设备相关的危害,且完全了解其适用的安全规定及应急程序。

从液化压缩气体容器提取产品有两个不同的方法:提取蒸气(气体)或是提取液体(液化气体)。

## 提取气态

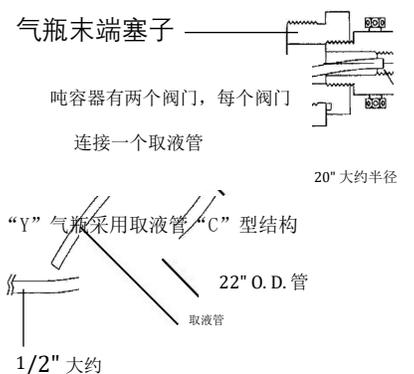
钢瓶或任何容器内的液化压缩气体以液态和气态形式存在,压力等于特定气体的蒸气压(具体的蒸气压见表1)。

只要在钢瓶内还有液体,钢瓶的压力就会持续保持在气体的蒸气压。当钢瓶内的液体被全部提取之后,钢瓶内的压力会因为剩余蒸气的使用而开始下降。

提取蒸气的第一步是调整钢瓶的方位,使可以接触产品的气相。

图 5

图 4



在蒸气被提取后，温度和压力的平衡被破坏，两者都要下降。液体被蒸发并取代被移走的气体体积，液体蒸发时会从剩余液体和容器中吸收热量。这个热量通常可以从钢瓶周围的空气中得到补充。如果气体提取速度太快，使得蒸发液体所需要的能量不能从周围空气中得到补充，液相将开始冷却。

系统温度的功能可使气相与液相平衡。当液相温度上升时，蒸气压也会上升；反过来也是如此。如果液体无法从周围环境补充足够的热量来满足气体的要求，液体会冷却。这称为“局部冷却”或“自动冷却”。提取蒸气致使钢瓶冷却到能使钢瓶表面、阀门和管道表面的水汽冷凝的地步，这是普通现象。如果表面被冷却到水的凝固点以下，冷凝的水蒸汽会凝固成冰。

如果蒸气提取率过大，会出现严重的安全问题。局部冷却会导致蒸气压下降到钢瓶压力小于过程压力的程度。这种压力倒置会引起过程物质回流到钢瓶，或“吸回”。还有可能使钢瓶温度下降到足以使金属变脆的程度，从而可能导致钢瓶故障。在钢瓶上结冰，特别是在阀门和管道上结冰，加上因为钢瓶压力下降引起的流速下降，有时候会被误认作阀门内有阻塞物。这会导致用户过度加热阀门，可能造成排气口接头和阀门衬垫处泄露，特别是，如果阀门装有易熔金属减压装置的话，则会从该处泄露。

## 关于气相提取的特别警告

**警告！注意超过温度：** 应该控制这里列出的有关加热的任何促进蒸气提取的方法，防止容器暴露于 125° F (52° C) 以上的温度。

**危险：** 禁止用电阻组件加热铝瓶。只有钢制容器才能用电加热。铝瓶被暴露于过高的温度会被严重损坏。

**警告！有关电的要求：** 应该按照可适用的国家或地方的电力法规的要求来设计用于间接加热和易燃气体供应系统监测的所有电力系统。典型的电力法规要求包括仪表的分类，和/或把热电阻组件的表面温度限制在易燃气体的自燃温度的指定范围内。

**空气产品公司对于法规的立场：** 各种国家和/或地方法规禁止对容器直接加热。但是，这些法规被解释为只适用于可直接加热到容器上的加热系统。这种解释是基于在许多法规参考书目里引用的被禁止的加热方法的例子：辐射火焰、用蒸汽冲击容器、热水浴中的浸泡或直接接触容器的电阻加热组件。

**不加热而提高流速应该列为首选。** 如果没有合适的方法，适当设计和得到批准的**间接**加热系统对于液化压缩气体容器是可以接受的。不能使用直接加热系统，如火焰、蒸汽冲击、电阻组件、水浴浸泡、轻便电炉和烤箱。

**不建议水浴浸泡：** 因为重复或长时间暴露在热水或沸水中会使钢瓶外表面退化，终危及钢瓶的机械完整性。**不建议**把钢瓶直接在水浴中浸泡作为加热方法。在水浴中浸泡时使用酸水或碱水，或使用调节盐和其它物质已经导致了钢瓶的故障。

## 如何改善气相提取率？

根据钢瓶或容器的几何尺寸和周围条件，可能有必要采取一些方法来加强从液化压缩气体钢瓶内提取产品，以维持需求的流速。对于小钢瓶和快空了的大钢瓶更是如此。

根据固有的安全考虑和系统故障的后果，促进产品提取的方法有一定的优先选择。按照优先选择和它们的相关要求的顺序，本产品安全说明书建议以下几个方法

1. **使用更大的容器：**这会增加容器的外部面积，使更多的热量从环境中转移过来。
2. **蒸发：**用户可以通过一个外部蒸发器来提取液相，从而把液体转变为气体产品。对于要求高流速的情况，这是首选的方法。这种方法要求使用喷射管从容器中提取液相。接着液体通过一个标准蒸发器、蛇形管或其它的方法蒸发。这种方法能够提供最大的提取速度，但可能不适用于高纯度气体。如果由于在下游过程或操作者的错误引起泄露的话，它还可能造成最高的泄露流速。对于产品的危性，这一点必须充分声明。应该为任何管道提供过压保护，包括蒸发器回路，在这里，液体产品可能被堵在止回阀或其它系统组件。

3. **容器切换：**这个方法使用两个或更多的同样的容器或容器组，这些容器可以被手动或自动地在线切换。当主要容器蒸气压下降到能够供给需要的气体流速以下时，备用容器切换到先前主要容器的位置。这就允许第一个容器通过吸收周围的热量来重新升温。在整个高流量要求过程中，重复转换顺序。如果在可接受的时间间隔内，周围温度条件不足以提供充分的热量来加热离线容器，这种方法就不可行了。
4. **容器并联：**把许多液化压缩气体容器并联在一起，通过同时从所有容器中提取产品，用户就可以得到要求的气体流速。这种方法受益于并联容器和产品的更大热容量，为周围热量转移提供了额外的容器表面积，因此提高了总的气体提取能力。但是如果周围温度条件不能产生足够的热流或容器内的蒸汽压并联就没有作用。

**警告：**并联液化压缩气瓶，如果没有遵守良好的工程实践，防止一个钢瓶内物质可能会进入到其它的钢瓶内部，可能导致以下状况：

1. 钢瓶爆裂.
2. 大量的财产损失
3. 严重的伤害或死亡
4. 违反当地、国家或国际的运输、消防或职业安全法规。

**注意：**对钢瓶加热的考虑：任何用于加热液化压缩气体钢瓶的装置必须包括过压保护，如一个最大设定温度为 **125°F (52°C)** 的系统温度控制器（自动调温器）。还要在加热器的电源里包括一个分离的独立过温切断装置，如熔线。过温切断必须安装在热源和钢瓶之间。

5. **对流调节：**可以这样促进气体提取：加热容器周围的空气，提供额外热量对流来加热容器和它们的内容物，以增加产品蒸气压。如果容器处在一个封闭或小房间里，它可以提供对容器内容物的逐渐的受控的加热，那么这种方法就可以达到好的效果。但是，对于坐落在室外的、大房间内的、或高流量通风的/排气良好的房间内的容器来说，这个系统不能证明是可行的。

6. **辐射调节：**可以用热灯（或等效物）来为容器内物体提供辐射加热，提高容器压力，增强气体提取能力。由于过高的温度会损坏阀门、接头和减压装置组件，热源不能直接加热容器阀门。对于在容器周围没有障碍物的室内系统，这种方法被利用得好，而且为容器内物体提供了逐渐的加热。对于处在室外或拥挤区域的容器，这个系统是不可行的。
7. **控温夹套：**这个方法把容器装入一个可移动的温度受控的夹套内。夹套内装有一个“死循环”，循环热流连接到一个分离的电加热器。这种设计把发热组件和容器隔离开来，同样允许根据过程压力要求来加热或冷却容器。电加热器的热输出应根据最大产品提取率来确定，不能有过剩能力。这种设计广泛用于多容器系统。在该系统内有足够的空间来在容器附近放置加热器。
8. **电热毯：**容器可以包裹在一个活动的毯子里面。毯子内装有温度控制器操作的加热电阻组件。毯子应该带有永久附在它们的内表面的完整的遮盖物，以防止加热组件和容器的直接接触。毯子的输入功率应该是有限的，根据最大提取率要求，在温度控制器失控的时候限制容器的最糟糕情况时的热量输入。

## 液相提取

如同气相提取一样，液相提取的第一步是调整钢瓶的方向，使可以接触产品的液相。产品的蒸气压把液体推出钢瓶。在液体被提取后，它增加了钢瓶蒸气空间的体积。一些液体会蒸发，以填充额外的空间，但通常不足以过分再冷却钢瓶。

有时候，产品的蒸气压没有高到足以把液体按照要求的速度推出。在这种时候，可以使用一种称为补充气的方法对液体加压。这提高了液体被推出钢瓶的速度。补充气就是把一种惰性气体补充到钢瓶的气相空间，以提高钢瓶的压力。当增添惰性气体到钢瓶时，永远不能超过钢瓶的额定压力。这个额定压力值是压印在钢瓶上。最大允许工作压力压印在钢瓶上的。在美国，如果压印是 DOT 3AA480，这个钢瓶的最大允许工作压力是 480 psig。在欧洲，压印值是 FP25BAR，最大允许工作压力是 25BAR。而且，有些钢瓶配有减压装置，在气瓶内压力低于钢瓶额定值时，打开钢瓶的减压装置排出钢瓶内容物。如果你不能确定如何解释 DOT 压印，或者需要关于钢瓶补充气的指导，请与您的供货商联络。

惰性气体如何加入依赖于钢瓶。如果钢瓶有双阀，惰性气体可以通过气相阀门加入。要确定惰性气体源调整得不超过钢瓶的额定压力，而且至少有一个止回阀的回流保护。如果钢瓶有一个阀门，当钢瓶阀门导向气相时可以加入惰性气体，接着在阀门导向液相之前，必须断开惰性气体源。同上一样，必须小心，不能超过钢瓶的额定压力。有些产品应用中使用空气来代替惰性气体作为补充气。对于某些产品，用空气补充气来排出液体是被规范禁止的。**禁止用空气来填充易燃产品。**

当空气补充气被允许而且是适当的时候，所引入的空气必须是洁净的、无油的、冷却的、干燥的压缩空气，这种压缩空气通过气相阀门进入气相空间来转移液体。永远不要使用工厂风系统作为空气补充气，因为气体可能回流到工厂风系统里。

当操作任何液化压缩气体的液相时，必须十分小心。同气体不一样，液体不能被压缩。因此，液体必须一直有膨胀的空间，特别是当它升温的时候。在钢瓶内，这种膨胀空间由蒸汽空间或顶部空间提供。

此前已经介绍了对于液化压缩气体的罐装限度/灌装密度。设定给这些限度为防止在正常的储存和使用温度下钢瓶被液体充满。如果容器或系统被液体充满，任何温度增长都会导致液体试图在没有空间的情况下膨胀。液体的不可压缩性会导致流体静力学压力的迅速增长。这些压力可以非常迅速地积累，很快导致设备的过压。当它的额定压力被超过时，系统就发生了过压。这会导致系统的破裂。把液化气体作为液体使用的系统应该有减压装置的充分保护，特别是在有可能累积液体的阀门之间或在可以隔离的其它组件内。

## 需要考虑的重要事项

1. **禁止**允许液化气体容器的任何部分暴露在大于 125 ° F (51 ° C) 的温度中。
2. **禁止**在没有制造商的书面同意的情况下灌装任何钢瓶。
3. **禁止**用电阻加热器加热铝瓶。
4. 总是查阅物质安全数据表来得到准确的化学性质。

## 提高提取率的设备系统制造商

参考 Thomas 登记簿来确定钢瓶加热系统或蒸发器的经销商的位置。或者同 Air Products 气体和设备技术数据中心联系，电话是+1 (800) 752-1597。

---

### 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](mailto: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](http://airproducts.com)