

# 氢气

氢气是一种无色、无嗅、无味、极易燃的气体。它也是最轻的气体。由于氢气是无腐蚀性，因此通常不需要特殊的建材。容器和管道的选择和设计必须能够承受所涉及的压力和温度，并遵守适用的规范和规定。

表 1 显示了氢气的物理性质。如比重所示，氢气比空气密度低得多，并且可以迅速扩散或聚集在封闭空间的顶端。

## 易燃性

在空气中氢气的燃烧范围很宽，从 4% 至 75%，而且燃点所需的能量很小，因此必须采取特殊措施处理，以防止氢气与空气意外混合。应消除火源，例如电气设备产生的火花，静电，明火或极易发热的物体。

在燃烧范围内的氢气和空气混合物可能爆炸，也可能燃烧，几乎看不到任何火焰。

## 制造

氢气主要是通过天然气的蒸气重组产生的。蒸气重组过程产生的合成气是氢气和一氧化碳的混合物。

产品蒸气被分离成各组成成分，氢气被干燥，纯化并压缩进钢瓶，或长钢瓶，以便运输。

## 使用

氢气被运用于石油、化工、食品和电子产业的生产工艺中，炼油厂使用氢气，生产更洁净的汽油和低硫柴油，有助于减少空气污染。

在冶金工业中，当对特定金属和合金进行热处理时，氢气可用于还原金属氧化物并防止氧化。它在替代能源汽车中也用作燃料，在焊接和切割金属时也可以使用。半导体制造商也使用氢气，主要用于形成还原性气体，并用于化学工业上合成氨和甲醇。

## 健康影响

氢气无嗅且无毒，但可能会将空气中的氧气浓度稀释到低于维持生命所需的浓度以下，进而造成窒息。

低氧气浓度，缺氧环境，大气层处于可燃范围内，使火灾和爆炸成为氢气和空气间相关的主要危害。

## 容器

氢气可以根据适用的压力和温度，在符合规范设计和制造的钢瓶或管线中供应。钢瓶的额定压力和内部容积决定了钢瓶可以容纳的氢气量。钢瓶可以单独使用，也可以并联起来获得更大的气体贮存容积。

将长钢瓶安装在卡车拖车的底盘上或 ISO 框架中进行运输，分别称为长管拖车或钢瓶集束。固定式贮槽（也称为集合容器）在客户场所能存储更大量氢气。

大宗气体氢气客户长钢瓶系统，钢瓶组通常由 3 至 18 个长钢瓶组成，总容量高达 150,000 标准立方英尺（大于 4,250 立方米）。固定式长钢瓶具有单独的瓶阀和安全装置，并且被并联在一起，因此客户可以从单个或多个钢瓶中取出产品。客户钢瓶组通常可以填充至 2,400 psig (165 bar)。

还使用了操作压力高达 7,500 psig (500 bar) 的移动式和固定式氢气燃料系统。

## 技术规格

钢瓶和移动式长钢瓶在美国是根据运输 (DOT) -3A 或 DOT-3AA 的规范制造。

钢瓶和移动式长钢瓶在制造时，经过了水压测试，然后按照 DOT 规定在操作压力的 5/3 倍时，进行定期水压测试。

氢气可以储存在 ASME 编码和盖戳的、National Board 登记的高压气体长管，可视为固定式储槽的一部分。这些长管经过了制造商的水压测试，但是和钢瓶和移动长钢瓶不一样，它们不要求定期的水压测试。

表 1: 氢气的物理和化学性质

化学式	H <sub>2</sub>
分子量	2.02
沸点 @ 1 atm	- 423° F (- 252.9° C)
凝固点 @ 1 atm	- 435° F (- 259.2° C)
临界温度	- 400° F (- 240° C)
临界压力	186 psia (12.8 bar)
密度, 液态, @ BP, 1 atm	0.0061lb/ft <sup>3</sup> (0.1 g/l)
密度, 气态 @ 68° F (20° C), 1 atm	0.07
比容积 @ 68° F (20° C), 1 atm	192.0 ft <sup>3</sup> /lb (11.99 m <sup>3</sup> /kg)
汽化潜热	192 Btu/lb (446 kJ/kg)
燃烧范围 at 1 atm in air	4% - 75% (by volume)
自燃温度 at 1 atm	1040° F (560° C)

## 瓶阀

黄铜压力密封或 O 形环密封阀通常用于钢瓶和拖车上。在北美，3,000psig 气压下标准氢气钢瓶出口连接阀门参考 CGA350 规范。根据国家或地区标准，在其他地区使用不同的氢气连接。Air Products 的产品安全说明书第 23 篇“钢瓶瓶阀”和第 31 篇“钢瓶瓶阀出口接头”提供了关于瓶阀的资料。

## 减压装置

减压装置 (PRD) 用于减少火灾情况下容器发生故障的可能性。这些设备采用爆破片，易熔金属填塞或释压阀的形式。

在北美和亚洲，卸压装置通常是钢瓶阀的组成部分，并安装在便携式和固定式长管的两端。

在欧洲，PRD 通常不用于氢气钢瓶或便携式或固定式散装容器。

有关 PRD 的更多信息，请参阅产品安全说明书第 15 篇，“钢瓶减压装置”。

## 氢气运输

对于所有通过道路，铁路，航空和水运输的货物，都必须遵守适用的危险品法规。这些规定说明了要求的标识、标签、运输标志牌和单据。航空国际运输必须符合国际航空运输协会/国际民用航空组织（IATA / ICAO）的危险品规定。

航空运输的最终验收权由航空公司决定。水上国际运输必须遵守国际海事组织（IMO）规定。

## 安全注意事项

与氢气相关的危险是燃烧，爆炸和压力。尽管氢气一般能很快消散，但其最小燃点能量极低，使得氢气混合物在可燃范围内极易燃烧。氢气容易被明火，电火花和静电点燃。迅速排入空气中的氢气可能会被引爆并被点燃。氢气燃烧时火焰几乎不可见，因此可能不知不觉走进氢气火中导致严重灼伤。火灾和爆炸危险可通过适当的设计和操作程序进行控制。在将要使用氢气的区域中，防止形成可燃的燃料-氧化剂混合物并消除潜在的点火源（电火花，静电，明火等）。如果发生氢气泄漏，充分的通风将有助于减少可能形成的易燃混合物。

氢气的自燃温度（AIT）为 1040° F（560° C）。AIT 是引发自燃所需的最低温度。较高的自燃温度使得在没有附加点火源的情况下，仅靠热量就不大可能点燃氢气/空气混合物。

## 净化

为防止形成易燃混合物，必须先将氢气系统中的氢气吹扫干净，再将该系统开放至大气中，且在向该系统引入氢气前再清除空气、氧气或其他氧化物。

如果管道系统庞大或复杂，则可能需要多次吹扫和抽真空才能获得最佳效果。

可以使用系统排空，惰性气体加压-减压循环（循环吹扫），使惰性气体流经设备或这些方法的组合进行冲吹。

选择适用的冲吹方法时，应将系统配置考虑在内，包括总体积，管道“死角”在内以及疏散能力的可用性。

在向大气开放氢气填充系统之前，应将氢气浓度降低至远低于可燃浓度下线（4%）。

氢气浓度应降低至远低于可燃浓度下限的 25%（低于实际浓度的 1%）。

在将氢气引入对空气开放的系统之前，应将系统中的氧气浓度降低至小于 1%（远低于点燃氢气所需的最低氧气浓度）。为了满足更高纯度的应用要求，通常需要进行额外的吹扫。

## 钢瓶处理和使用

压缩钢瓶必须妥善存放，正确处理，并与适当的设备一起使用，以减少发生事故和受伤的风险。Safetygram10 “压缩钢瓶的存储、处理和使用”描述了最佳实践方法。CGA 的出版物 P-1 “钢瓶中压缩气体的安全处理”也提供了安全处理指南。

请注意，未经所有者同意再次充装和运输压缩气体钢瓶是不允许的行为。

## 氢气选址建议

### 一般

- 空气产品公司可以提供针对特定地点的服务散装氢气装置的位置建议。
- 系统的位置应便于运输设备和授权人员进出。
- 最好将所有散装氢气系统置于室外。室内氢气系统的总存储容量应尽可能地受到限制，并且在不进行额外工程安全分析的情况下，氢气的数量不得超过3,000 ft<sup>3</sup> (85 M<sup>3</sup>)。
- 系统必须位于地面上方。
- 系统不应位于电源线下方。
- 系统不应靠近易燃液体或其他易燃气体管道。
- 建议将系统放在比易燃液体存储或液氧存储更高的地面上。如果有必要将系统放置在比相邻的易燃液体存储或液氧存储低的地面上，则应采用适当的保护手段（例如，堤防，分流路缘石或平整）。有关储氢的要求，请参阅最新版的NFPA 55“压缩气体和低温流体规范” \*或等效的本地规范。

- 15英尺（4米）以内的电气设备应符合《国家电气法规》第1类，第2类，B组位置的第501条的规定，或符合使用的替代法规。
- 氢气存储容器和相关的管道必须电气连接并接地。
- 如果提供防护墙或屋顶，则应使用不可燃的材料建造。如果封闭的侧面彼此相邻，则该区域应适当通风。
- 任何氢气容器15英尺（4米）内的区域均应避免干燥的植被和可燃物。
- 适当时，应为夜间操作员提供足够的照明。
- 氢气存储位置应永久标明：“氢气 - 易燃气体 - 禁止吸烟 - 禁止明火”或同等名称。

## 室内储存系统

- 提供足够的通风，尤其是在可能聚集氢气的屋顶，在某些应用中可能需要强制通风。
- 所有通风孔都应通过管道连接到建筑物的外部，并且必须按照当地法规进行安装。
- 应使用已校准氢气的便携式或连续可燃气体空气监测仪监测可能聚集氢气的区域的大气层。
- 可以在室内释放大量氢气的地方，提供防爆表面或通风口，注意将压力波排放到不会涉及人员或其他设备的区域。在只涉及少量氢气的区域，则可能不需要防爆通风口。
- 在任何被分类为危险区域（可能存在氢气浓度升高的区域）中，电气设备必须遵守电气法规。
- 建筑材料应不可燃。
- 建筑物内的氢气存放处不应靠近氧化剂或其他可燃材料存放处。

## 个人防护装备 (PPE)

在可能发生火灾的地方，应穿着阻燃防护服。处理钢瓶时应戴安全眼镜，安全鞋和坚固的工作手套，以应付处理钢瓶时之磨损。

## 紧急应变

只有经过培训且合格的应变人员才可以处理紧急情况。

紧急情况下，应穿着防火服和手套。

建议提供空气呼吸器或自给式呼吸器 (SCBA)，以减少可能对面部和呼吸道造成的火灾或热伤。

请注意不得进入氢气浓度在可燃范围内或可能形成易燃/爆炸性环境的区域或在其中工作。

## 灭火

氢气容易被明火、电火花和静电点燃。迅速排入空气中的氢气可能会爆炸并点燃。它在燃烧时火焰几乎不可见。大多数氢气火焰具有火炬或射流的火焰特征，并且起源于氢气排放的位置。

如果怀疑系统的任何部分有泄露，则可以小心地用伸开的扫帚接近上下移动，以检测到氢气火焰。

扑灭氢气火灾最有效的方法是切断气源。如果在不切断气体源的情况下将火扑灭，则可能会形成爆炸性混合物，当重新点燃时，产生造成比火灾本身更大的危险。

通常的灭火方法是防止火势蔓延，并让它燃烧直到氢气被消耗掉或可以被关闭。

发生氢气燃烧时，应有足够的水供应以使周围设备保持凉爽。

应通报当地消防部门所处理产品的性质，并告知扑灭氢气火焰的适当方法。

## 附加信息

如果需要更多有关氢气的信息，请联系空气产品技术信息中心，电话：800-752-1597 或 610-481-8565。可通过 [airproducts.com/SDS](http://airproducts.com/SDS) 获得安全资料表。

## 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)