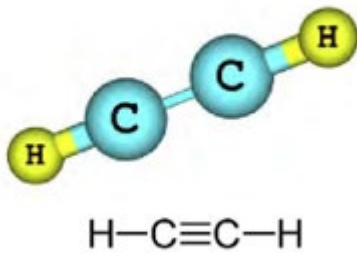


# 乙炔

纯乙炔是一种因其高能化学键和易燃性而具有危险性的独特气体。这些特性使得乙炔可作为高温切割和焊接气体而广泛应用。然而，加压或加热游离乙炔气体能使之发生分解。分解是自发反应会生成氢气和炭黑（“灯黑”或“烟灰”的形式）。该分解反应产生了大量的热和压力，能导致剧烈的爆炸。

乙炔通常溶解在溶剂中，典型溶剂是丙酮，在 20°C 下加压到 19Barg 溶解。溶解的乙炔装在填充了多孔材料的专门设计的气瓶中，防止乙炔气体聚集。这两种方法的结合，即溶剂和多孔填料，使得乙炔可在适度压力下装在气瓶中而没有分解的危险。为防止使用过程中发生分解，乙炔气体的系统压力不能超过 1.5Barg。

## 使用



乙炔主要用于氧气-乙炔切割、热处理和焊接。大宗乙炔也可用作生产有机化合物的化学工业的原材料，包括乙醛、乙酸和乙酸酐。

在所有常见碳烃化合物中，乙炔因其碳-碳三键结构而具有最高的火焰温度。在氧气中燃烧火焰的温度高达 3090°C，释放出 54.8KJ/L 的热量。其高温火焰使得乙炔广泛应用于金属工件处理方面，诸如切割、焊接、铜焊和钎焊。

## 健康影响

研究表明接触乙炔不会有害。乙炔被划分为不具有毒性的气体，是一种带有轻微麻醉性的窒息性气体。大量的乙炔会稀释空气中的氧气低于维持生命所需的浓度，此时乙炔浓度已经超过最低爆炸下限，使得火灾和爆炸成为乙炔空气混合物的主要危害。

## 乙炔气瓶设计安全特征

乙炔气瓶的设计（多孔材料和溶剂）通常可以预防危险的乙炔分解反应。如果回火从附属设备蔓延到气瓶内部，通常大量气体会阻断分解反应。妥善安装了回火防止器，就会阻止回火的发生。安全储存、使用、处理和运输是预防乙炔气瓶火灾的关键。

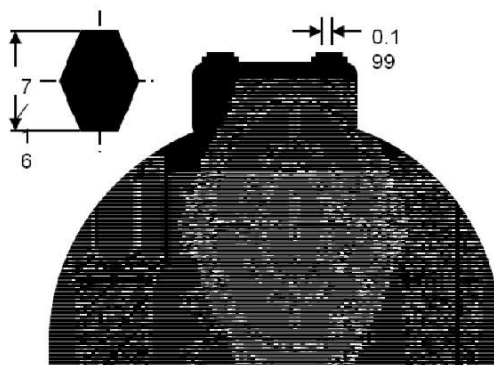
如果乙炔气瓶接触明火或高温，物质受热高达 305°C 时会发生分解反应。短暂接触乙炔火焰通常达不到这个温度。气体出口短暂出现火焰时，简单关闭气瓶阀门即可灭火并防止过热。

如果乙炔加热到 305°C 以上，就开始分解反应，且如果持续加热，会产生大量热量和压力升高，尽管安装了压力释放装置（PRD）

【注：PRD 包括不能在欧洲使用的易熔塞】，也会导致气瓶爆裂。气瓶内的多孔材料很难加热，于是可以作为火焰捕捉器，除非气瓶有泄漏或排放现象。同样，移动或摇晃过热的乙炔气瓶会促使新鲜气体混入到受热区域进而加剧分解反应。

较宽的燃烧范围意味着几乎乙炔的任意泄漏均会形成易燃气体混合物。乙炔还有很低的着火能，因此低能火花例如静电都能引燃混合物并爆炸。乙炔仅限在通风良好的区域使用和存放。扑灭乙炔着火但没有断掉气流能轻易地再次点燃混合物并产生爆炸威力。

## 易熔塞实例



**注意：** 不同地区气瓶颜色代码可能不一。

表 1：乙炔物理性质

分子量	26.04
气体密度 21 °C (70 °F)	1.1 g/l (0.068 lb/ft <sub>3</sub> )
气体比重 (空气 = 1) @ 20°C (68°F)	0.899
比容 21 °C (70 °F)	0.92 m <sup>3</sup> /kg (14.8 ft <sup>3</sup> /lb)
丙酮中溶解度 @ 20°C (68°F), 1.01 bar (1 atm)	27.9 g/kg
丙酮中溶解度 @ 20°C (68°F), 15.2 bar	472 g/kg
自燃温度	305°C (581°F)
闪点 (闭杯)	-18°C (0°F)
在空气中燃烧极限	2.4 - 83 % (体积)



混合物只在一定限值范围内燃烧。混合物燃烧范围称为燃烧极限。燃烧极限说明可燃气体在空气混合物中的比例，即限值范围内混合物是易燃的。



乙炔具有很宽的燃烧范围。燃烧下限是 2.4%，燃烧上限是 83%。

纯净的乙炔没有味道，但部分制造商生产的商业级产品乙炔由于含有杂质而具有独特的大蒜味。不能依靠闻气味来侦测乙炔的存在。

## 乙炔管线系统的材料选择

乙炔管线材料推荐使用钢和熟铁。可以使用轧钢、锻钢或铸钢或可铸锻铁的配件。配件不可以使用铸铁材质。

由于会生成爆炸性乙炔化物，必须避免使用某些材质。乙炔化物对振动或摩擦非常敏感。不应该用作直接接触乙炔的材质包括纯铜、银或汞。不可以用含有 65%以上的铜或 43%以上银的合金材料。铝铜合金和 70-30（红）黄铜会和湿式乙炔反应生成乙炔化物，绝不可使用该材质。

图 1 乙炔气瓶剖面图



通常乙炔作为溶解气体装在 3L 到 60L 容积（水容积）不等的气瓶中。一般乙炔气瓶不同于其它气瓶，其内含有多孔填充材料和溶剂（丙酮或二甲基甲酰胺，DMF）。借助多孔材料和溶剂，气瓶可以容纳比不采用溶剂而安全地压缩气体的同一气瓶多得多的乙炔。气瓶或气瓶组架的填充参数取决于多孔材料和容积，并列入制造商说明书。

乙炔气瓶外壳由焊接钢、无缝钢或无缝铝合金制造。乙炔气瓶可能遭受磨损或破损。每次充装前，检查气瓶和阀门的整体完整性（外壳没有缺陷，比如凹痕、灼烧或腐蚀现象），并确保阀门可正常动作，出口连接件没有破损且功能完好。依据运输法规，气瓶也会由资质单位定期开展检验工作。

## 阀门/出口连接件

乙炔气瓶通常安装黄铜材质的阀门，按当地规范有手轮或手柄开关阀门（由于氨组分会侵蚀黄铜，常用的肥皂水例如洗涤剂不可用作乙炔气瓶阀门的漏检）。乙炔瓶阀通常采用不可调式O型圈或填料以防止气瓶顶部发生泄漏。部分气瓶可能安装了具有防回流功能的残压阀（NR/RPV）或一体的阀门和压力调节装置。根据国家/地区标准，乙炔瓶阀有多种出口连接件配置。参考EN ISO 10297 关于乙炔气瓶阀门说明书、测试类型和标志的规定。参阅EN ISO 14246 关于阀门测试和检查的要求。

图 2



## 附属设备

所使用的任一设备（割炬、软管、调压器、回火防止器等）均应该参照应用乙炔的公认标准来设计和制造。用于其它易燃气体的设备不可用于乙炔。

- 保持附属设备（割炬、软管、调压器、回火防止器等）工作状况良好，没有油脂污染。
- 在切割和焊接作业时，安装回火防止器和单向阀（止回）必不可少，并确保它们工作状况良好。图 2 示例是没有安装回火防止器，因回火而损坏的调压器

- 将工作压力较低的附属设备连接到气瓶时，使用恰当的调压器和压力释放装置。
- 附属设备（调压器、割炬、软管和气瓶连接件）初次承压时要检测漏点。在受限的区域发生泄漏会导致乙炔聚集，使其浓度超过乙炔在空气中的燃烧下限 2.4%。

## 运输乙炔气瓶

乙炔容器的运输应符合危险货物运输法规。

- 国际范围的海上运输必须遵守国际海事组织（IMO）的规定。
- 通过空运，所有包裹必须遵守国际航空运输协会/国际民用航空组织（IATA/ICAO）的危险货物运输法规。
- 监管国内、国际陆路运输的法规各地不一（例如在欧洲是关于国际陆路运输危险货物的欧洲协议，北美是运输部法令）

所有运输方式中，气瓶均必须竖立装载、储存和运输，确保阀门妥善关闭没有泄漏。

由于小泄漏可以造成爆炸性大气，不能在封闭的车厢内运输乙炔气瓶。不可在车内存放气瓶。图 3 所示存放在车内的乙炔气瓶发生泄漏导致了爆炸。

## 急救

必  
果  
如  
生  
须  
救  
如  
制



导致组织损伤，不要摩擦冻伤部位。尽

可 ✓ 不使用时，关闭气瓶阀门并储存在通风良好的区域。

(

在

)

)

)

)

)

)

)

)

)

)

)

✗ 不可将乙炔气瓶储存在有人员工作的建筑物、通风较差的房间、地下室或接近公众的区域。

✓ 储存或使用乙炔气瓶时保持直立以避免会导致气瓶容量减少的溶剂损失。采取措施预防气瓶因意外碰撞而倒下。

✓ 气瓶远离外部热源。

✓ 避免气瓶处于 50°C 以上的温度环境中。

✓ 防止乙炔气瓶接触潮湿地面而可能导致气瓶腐蚀。

✓ 易燃气体气瓶和氧气及其它氧化性气体气瓶隔离存放。

✓ 乙炔气瓶满瓶和空瓶分开存放。

✓ 当储存或移动气瓶时，保持瓶阀关闭。

✓ 当配置了气瓶帽或防护罩时，移动和储存气瓶过程必须使用这些保护装置。

✓ 如果气瓶保护帽较难拧下（使用气瓶之前遇到），不要用力或用横杆插入通风口撬开气瓶帽。气瓶瓶身贴上问题标签并返还给供应商。

✓ 使用恰当的手推车或气瓶推车移动气瓶。

✓ 开始工作前，确保工作区域通风良好，井然有序，且已开展了恰当的风险评估。

(第 6 页继续)

## 灭火

如 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，这可能会导致乙炔容器破裂。知道和清楚气瓶的构造和乙炔的性质。下列规则适用于乙炔气瓶的储存、操作和使用。

能限

可能

### 安全考虑

## 安全考虑

(续上第5页)

- ✘ 用乙炔气体的压力不能超过 1.5 Barg。
- ✓ 缓慢开关乙炔气瓶阀门以最大减少压力波动。乙炔气瓶阀门不可打开超过一圈半。这足以提供所需的气体流量而又可以在紧急情形时快速关闭阀门。
- ✓ 使用正确的乙炔流速。为了最大化减少液体溶剂的提取量，在间断性使用中，乙炔的提取速率每小时不能超过气瓶容积的 1/10（十分之一）。在连续提取全部乙炔的情况下，速率每小时不应超过气瓶容积的 1/15（十五分之一）。过高气体流速会导致溶剂带出、火焰干扰并减弱回火防止器的作用。同样，低于设备用气需求的流速下可能发生回火。
- ✓ 每班或工作日结束时，总是关闭气瓶阀门并排放调压器和割炬等设备内的压力。尽管压力指示为零，丙酮中仍然溶解了一定量的乙炔；因此，一只“空的”气瓶在着火时仍然是一个潜在危害。
- ✘ 不要粗鲁或粗心地操作气瓶，以防止气瓶或多孔材料损坏。气瓶倒下会造成泄漏。尖锐的凹陷能破坏凹痕处的多孔材料，进而造成自由乙炔气体可以聚集的空穴。
- ✓ 如果乙炔气瓶有尖锐或深的凹陷、外壳被凿过或发现任何其它机械缺陷，停止使用并用记号笔把缺陷处圈起来以警示提醒供应商。及时安排返还给供应商。绝不可试图修复乙炔气瓶。无用气瓶的处理仅限供应商依照当地法规来进行。
- ✓ 不应在安装了手轮的阀门上使用扳手开关。如果阀门有故障，贴上标识或标签说明问题，并及时安排返还给供应商。
- ✓ 将泄漏的乙炔气瓶转移到开阔区域，并标记出危险性。视情况通知供应商和消防应急部门。
- ✓ 请注意没有气瓶所有者的授权不允许再次充装并运输压缩气体气瓶，在有的国家，这种行为极其危险且可能有法规明令禁止

## 个人防护装备（PPE）

操作气瓶时推荐使用安全眼镜、安全鞋、普通劳保手套。对于切割和焊接作业需要：焊工手套、焊工安全帽和护目镜、皮革长袖、皮革围兜和根据恰当的工作风险评估而确定的其它防护用品。

## 乙炔的可能或实际泄露

因为几乎所有比例的乙炔和空气的混合物是易燃的，所以要时刻防止乙炔泄露。

如果怀疑有泄露，不要操作照明或其它电气设备因为这会成为点火源。关闭气瓶阀门。用合适的测漏液冲刷或喷射可疑的泄露区域。测试区域有乙炔气泡冒出则表明有泄露。如果泄露停止，停用该气瓶，标记气瓶，通知供应商并安排运输事宜。

如果气瓶持续泄露，打开门窗通风。避免点火源，例如电力驱动的风扇。如果可行且安全，将气瓶转移到室外安全区域，远离点火源和热源及公共通道。清空气瓶周围区域。视情况联系气瓶供应商和应急消防部门。

## 乙炔泄露事件中过的救援考虑

乙炔稀释空气中氧气浓度，达到维持呼吸浓度以下时，其浓度已经超过最低燃烧极限，使得着火和爆炸成为乙炔空气混合物的主要危险。只有经过培训和具备资格的救援小组可以进入潜在乙炔泄露的环境中。通常由外部应急部门采取救援行动。进入未知环境之前，救援人员必须确保自身安全。必须为救援情形充分评估火势风险。至少应该配备自给式空气呼吸装备和消防战装备。

## 接触之后的急救

因乙炔稀释氧气或其麻醉作用导致接触人员失去行动能力或昏迷时，应将人员迅速转移到新鲜空气的场所并进行医疗处理。详见 Air Products 安全数据表的最新链接：<https://sds.airproducts.com/>

## 操作方面关键原则：

### 单一乙炔气瓶着火

- 绝不能移动被严重烧过或损坏的乙炔气瓶。
- 应该尽快喷水冷却并确定其周围危险区域（没有屏障的空旷区域半径至少200米范围）。如果气瓶被严重烧过，应该考虑划定禁区防止公众进入。
- **冷却阶段** - 喷水冷却应持续1小时。应使用消防水炮和消防枪；在危险区域执行必要任务的消防员必须穿戴恰当的防护用品并充分借助可用的实体遮盖/屏障物。
- 经过至少1小时喷水冷却之后，应检测气瓶温度以验证冷却效果。

**注意：**“有效的冷却”是指气瓶外壳温度降至环境温度。应使用“润湿测试”法和/或热成像设备检测温度。

- **监控阶段** - 完成气瓶外壳的有效冷却后，停止喷水。至少1小时内仍不能移动气瓶，并维持适当的、基于风险评估而定的危险区域。由于气瓶内部可能发生分解反应，所以应有监控阶段。注意：泄漏的乙炔气瓶出现分解反应的风险更高。
- 监控阶段期间，每15分钟检查气瓶外壳温度。如果发现温度上升，再次检查气瓶温度之前应继续用水冷却1小时。
- 在整个监控阶段，气瓶温度维持在有效冷却状态（即外壳温度维持环境温度1小时而无需用水冷却），没有泄漏，没有气瓶故障的风险，此时应该移交给现场负责人或代理人。

**注意：**不能移动正在严重泄漏的气瓶，应使之安全地排放。消防救援人员应评估由泄漏气体导致的火灾或爆炸风险并持续监控气瓶瓶体温度。

### 气瓶组（或整体被遮挡的单个气瓶）

气瓶紧凑地竖立在一起，和/或被杂物遮挡/遮盖，存在冷却水可能无法触及大部分气瓶瓶体的风险，进而限制了冷却效果。如果应急指挥官考虑到气瓶大部分外壳是干燥的，那么应该延长冷却阶段（例如50%气瓶外壳没有冷却水（即干燥状态），则考虑将冷却阶段延长至3小时）。

乙炔气瓶阀门不能关闭而出口有火焰时，应允许继续燃烧，同时用水冷却瓶体。如果火焰熄灭而气体继续逃逸会导致易燃气体聚集。仅在下列情形时扑灭火焰：可以安全地开展，接近气瓶时没有额外风险。此时，遵循上述相关建议并充分自然通风。



## 乙炔气瓶接触火/热源及之后的操作程序 指导

接触火源或酷热的任何气瓶可能因温度和压力剧增而爆裂。如果乙炔气瓶接触火源或酷热，建议采取下列行动项：

- 警示周围人员并疏散作业区域。对于加热过的气瓶，基于诸项标准例如涉及到的气瓶尺寸和数量以及可用的屏障，应该隔离半径 200 米范围的危险区域。
- 阻止进入该区域。
- 通知应急消防机构和气体供应商。
- 如果可以确保安全，无需接近气瓶，而从安全之处（大型设备或实体墙之后）立即用水冲刷受热气瓶使之降温。
- 若可能，记录起火时间、涉事乙炔气瓶的数量与位置和其它涉及的气瓶或化学物质的相关信息。将这些信息提供给刚到达现场的消防应急人员。

在任何气瓶着火事件中，应尽快疏散周围区域的人员。如果乙炔着火，需要警惕的是切断气体源头之后再灭火。防止乙炔气体聚集在有限区域很重要，是因为泄漏的气体可能再次点燃和/或爆炸。

水冷却是预防任何气瓶故障的最有效的方法，在不影响应急人员安全的情况下应尽量使用水冷却。灭火之后，不要移动气瓶，继续用水冷却以确保有经验的合格人员来负责应急事宜，以采取建议的处置方案。

## UK 危险物料 (HAZMAT)

UK 消防救援机构已经出版了包括下列决策树的手册，为管理此类事故的应急机构提供协助。摘要列在下一页：

英国消防救援机构出版的涉及危险物料事故的操作指导

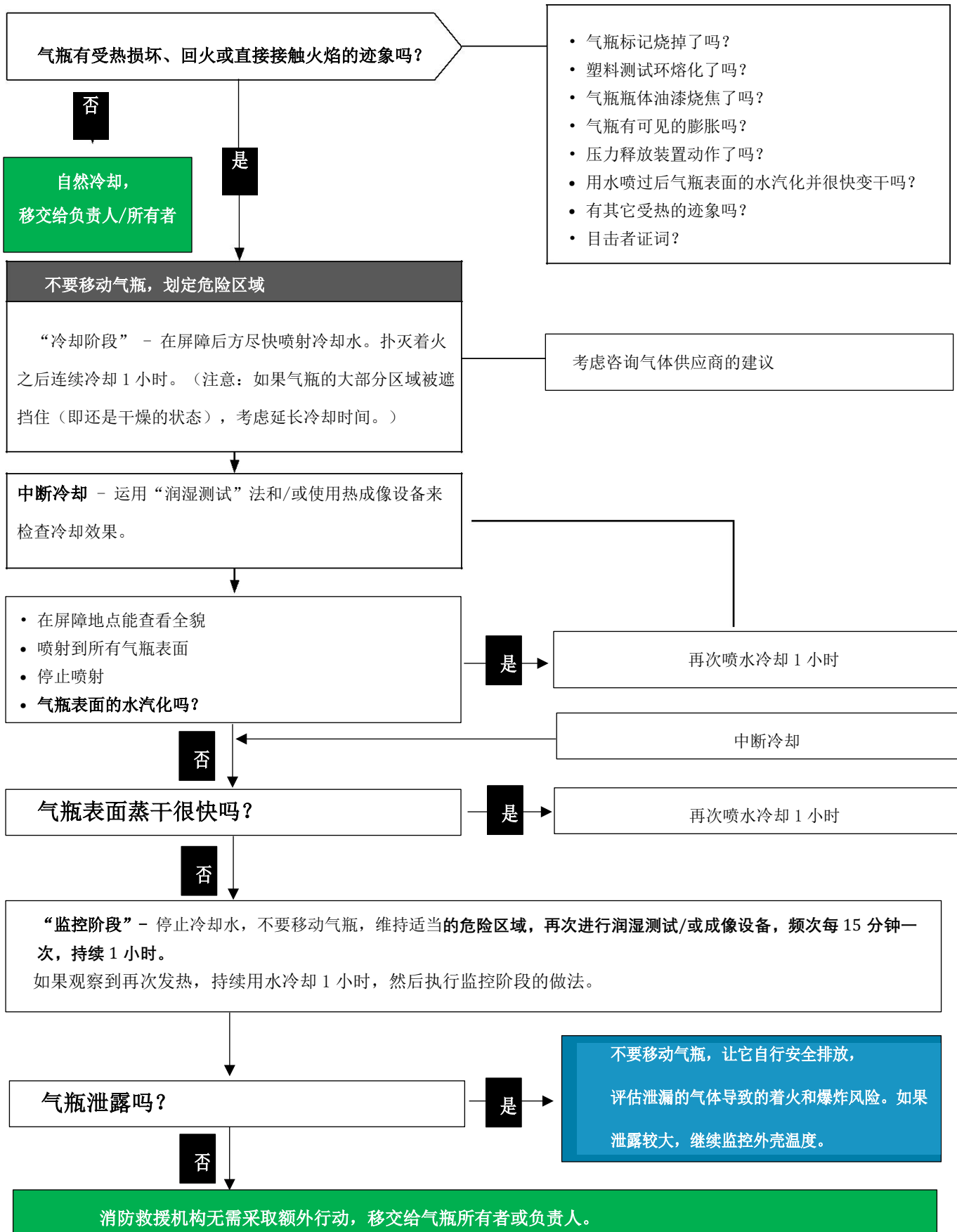
<https://www.gov.uk/government/publications/hazardous-materials-operational-guidance-for-the-fire-and-rescue-service>

见 C5 部分，第 295-349 页

Open license government document per:

<http://www.nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/version/2/>

## 疑似乙炔气瓶接触热源



## 额外资料

- 乙炔安全数据表 ([www.airproducts.com/MSDS](http://www.airproducts.com/MSDS))
  - 欧洲工业气体协会 (EIGA) 出版物 ([www.eiga.eu/index.php?id=156](http://www.eiga.eu/index.php?id=156))
    - 安全传单 04, 乙炔气瓶的安全运输、使用和贮存
    - EIGA 文件 IGC Doc 123, 乙炔业务规则.
    - EIGA 安全信息 05 回火和火焰防止器. (目前修订中)
    - EIGA 安全信息 Info 02, 气体气瓶接触火源/热源期间及之后的处理.
    - EIGA PP18 工业气体气瓶的充装
  - 材料研究和测试研究所 BAM 关于冷却过火乙炔气瓶的研究报告
  - 压缩气体协会 (CGA) 册子 G-1, 乙炔. ([www.cganet.com](http://www.cganet.com))
  - CGA SB-4, 火灾中乙炔气瓶的处理. ([www.cganet.com](http://www.cganet.com))
  - ANSI/AWS Z49.1:2005, 焊接、切割和合金钎焊工艺的安全.
  - NFPA 51, 焊接、切割和钎焊工艺使用的氧气-燃料气系统的设计和安装标准. ([www.nfpa.org](http://www.nfpa.org))
  - NFPA 51B, 焊接、切割及其它动火作业期间火灾预防的标准.
  - ([www.nfpa.org](http://www.nfpa.org))
  - ISO 10297: 可运输的气体气瓶 - 瓶阀 - 规格和类型测试
  - ISO 14246: 可运输的气体气瓶。气瓶阀门。制造测试和检查
-

### 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)