

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

安全性能较好的乙炔发生器

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

杨文杰 张忠喜

北京市劳动保护科学研究所

一九七九年四月

本文提要

当前乙炔发生器存在安全上的问题，根据发气原理改进安全性能，并设计出几种乙炔发生器（回火防止器），安全卸压膜孔的要求，回火试验方法和乙炔发生器安全性能的检查。

乙炔—氧气焊接和切割是广泛采用的加工方法，并普遍用于其他加热工作。乙炔气是采用电石（碳化钙）加水在乙炔发生器中制备。焊接工作中乙炔和空气、氧气形成易燃爆的混合气。而且燃爆范围较宽，点火能量小，不易阻火，并能随处停留在工作环境中，在焊接切割中同氧气混合，常常由于回火引起设备燃烧、爆炸事故，造成严重后果。我们重点调查了现有乙炔发生器的情况，并结合参加这类恶性事故原因的分析，对这个问题做了探讨。

一、乙炔发生器存在的主要问题：

1. 喷水或注水式的乙炔发生器，水注入或喷淋在电石篮上，由于水量供应不足，水仅在电石表面上作用，电石分解时，产生的电石灰粘在电石上。电石因缺水分解不良，电石之间积热得不到冷却，又因电石分解成为电石灰〔 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 〕时，体积膨胀，往往换电石时，电石篮在发气室内抽（提）不出来，过热的电石、灰遇上空气立即着火燃烧。

2. 注水、喷淋式的给水管路和孔，常被电石灰堵塞缺水，以致产

气不足，发气室过热，如设计水量过大，会使产气不能控制，压力骤增漏气，浪费电石。

3. 浮桶式乙炔发生器的最根本的缺点是，

(1) 浮桶式发生器，在换电石时，大多数需要拔出浮桶装换电石篮，当拔桶换料时，空气进入，由于电石篮积灰过热而发生燃烧伤人，严重的甚至爆炸使浮桶升天或者爆裂，在拔桶或放桶过程中，桶体之间发生摩擦引起火星发生爆炸，所以这种操作极不安全。尽管现在有些浮桶改为打开桶盖，从顶部取篮换电石，或用固定架吊起浮桶来装换电石篮，但是，不能从根本上改进安全条件。

(2) 工作时电石篮仅部分同桶内水面接触，电石篮下部电石灰不能及时排出，影响电石继续落下同水面接触，不仅分解不良，并造成电石灰搭桥现象。遇上暂时停止用气时，电石篮仍同水面接触，徐徐继续产气，超压的乙炔从浮桶内逸出，溅起水花，造成漏气并使环境存在着可燃性混合气的危险。

(3) 浮桶式发生器是低压式，一般压力为350~500毫米水柱，易发生回火，它的顶部大多没有足够的卸压膜孔面积，当回火产生爆炸时，能使设备爆裂或者飞起，造成严重后果，这都是浮桶式发生器的最基本的缺点。

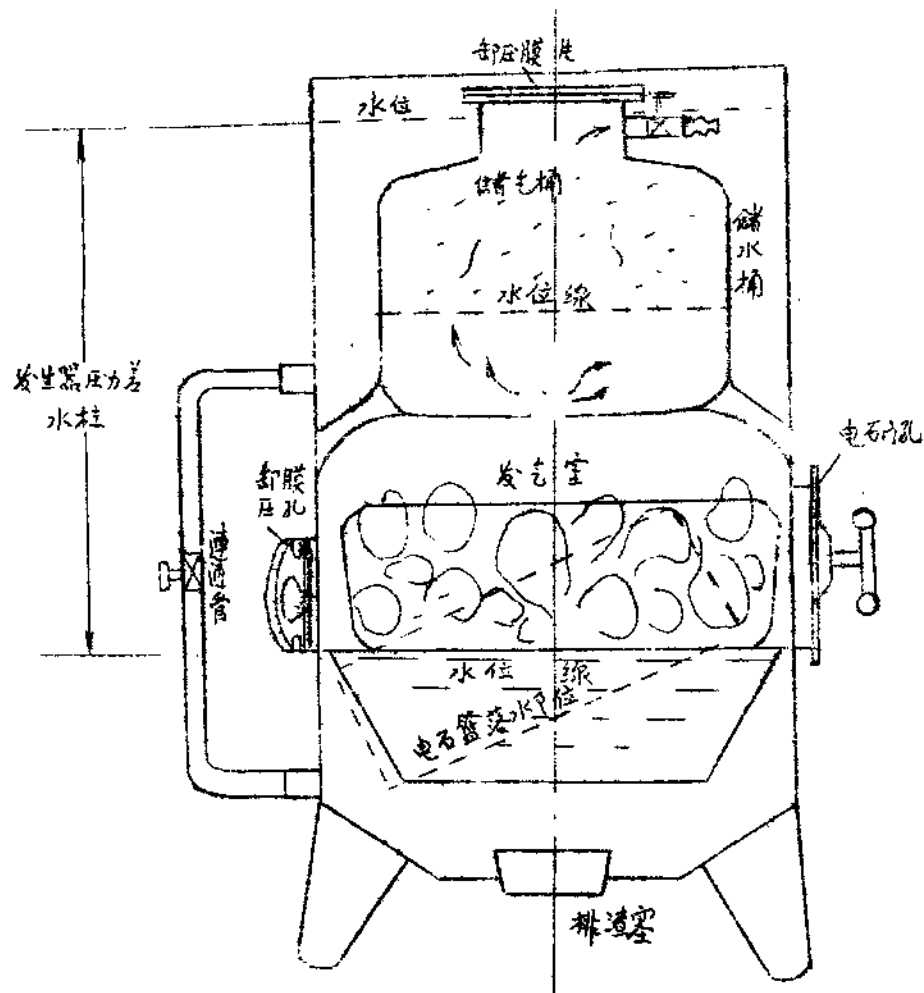
二、新设计的乙炔发生器及其工作原理，

我们用有机玻璃做成乙炔发生器模型，对电石在水中分解，产气

做了观察和试验。把电石放于水中，分解产气时，浸在水中的电石表面激烈鼓泡，迫使电石灰从电石表面离开，露出新的电石表面，继续进行分解，直到电石分解完毕。如果水量供应不充分，电石灰就不能从电石表面分离而糊住电石，在电石之间发生升温过热现象，并影响电石继续分解。根据以上的试验和事故分析，我们在设计工作原理上作了改进，先后为各使用单位设计出低压、中、低压两用、中压式三种乙炔发生器，通过测试和长期使用，它的技术、安全性能都比较满意。

1. 我们设计的乙炔发生器，使电石浸在大量的水中，分解用水充足（每公斤电石 10~13 公斤水），使电石上不积灰，完全落入水中，电石分解放热得到冷却。低压发生器基本结构如图一。

操作顺序：电石发气室和储水桶、储气罐，灌水至预定水位，装好电石关上门，打开连通管节门，水由储水桶进入发气室，电石遇水产气，直到气压平衡。如果停止用气，发气室压力上升，把电石中的水挤出，重新回到上部储水桶内，电石脱水停止产气。这时，上下水位差，表示了发生器的工作压力（毫米水柱）。在正常情况下，电石得到充分用水，电石篮不积灰、落入水中的灰渣，从桶底排出，取出空电石篮，免除换电石时，由于篮内积灰过热发生燃爆等危险。另外，在发生器储气桶（罐）、发气室设置卸压膜孔，万一着火、回火爆炸，冲破膜片排出爆炸压力，保证设备不破裂，或飞起升天而造成严重事故。

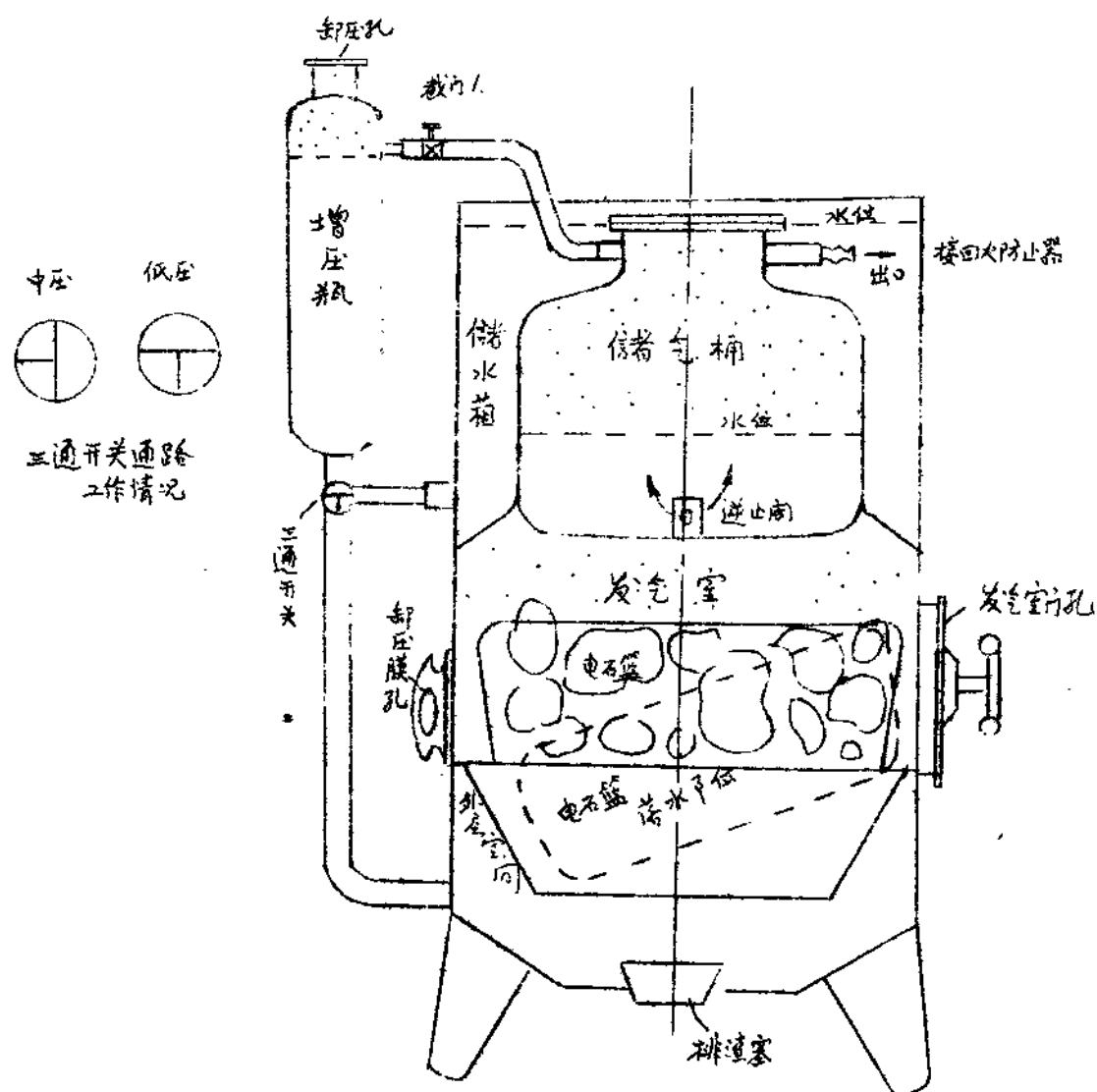


图一 低压乙炔发生器

2. 低压、中压两用乙炔发生器的结构，如图二，它的操作顺序是：

低压使用时：截门1关闭，三通开关全增压瓶切断通路；

中压使用时：先使用低压供气，再打开截门1，使三通开关全增压瓶连通，切断
 全外储水箱的通路。



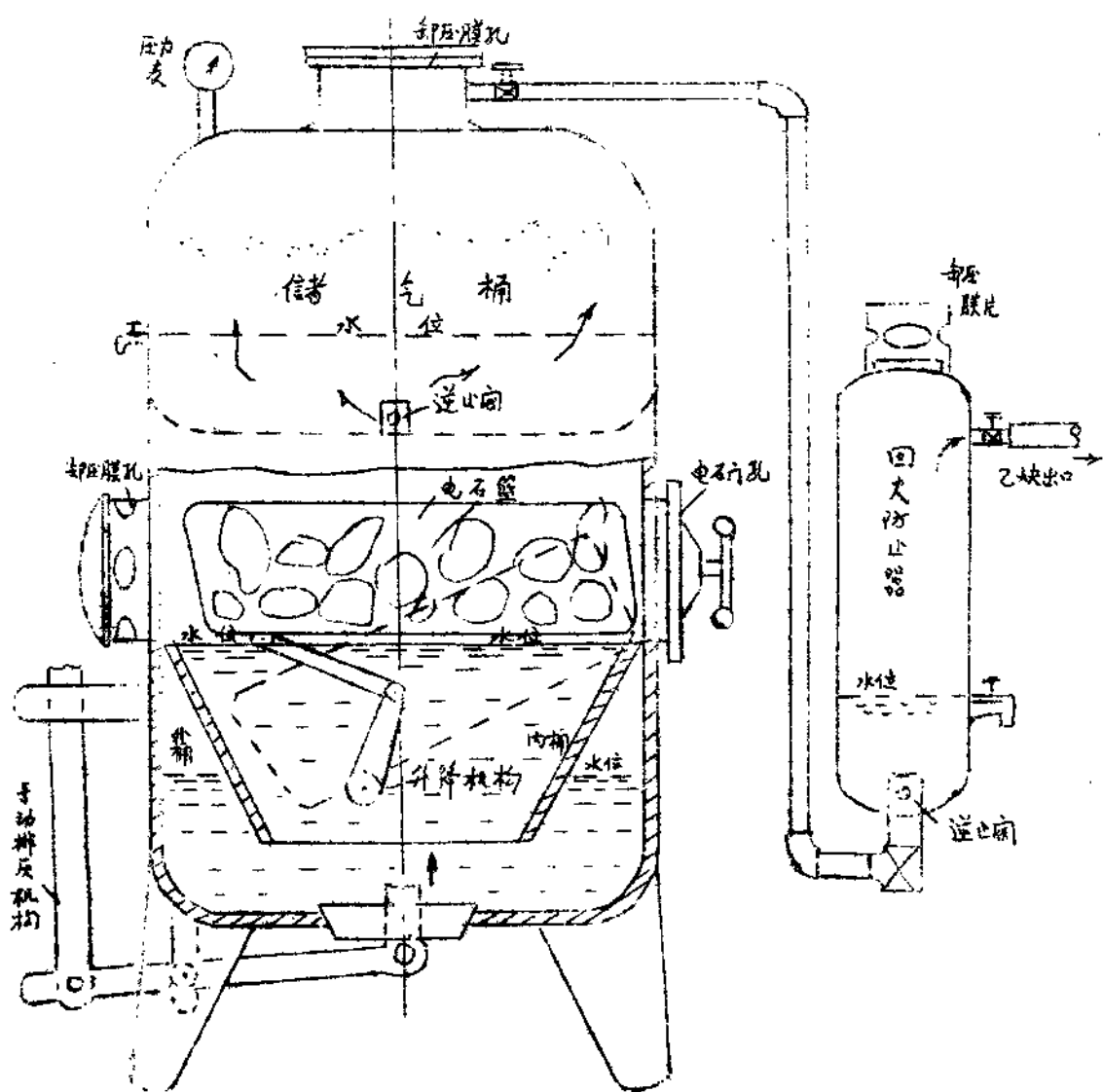
图二 中、低压乙炔发生器

工作时，首先产生低压，再切断发气室同储水桶的直接联系，接通增压器和储气桶、发气室，并注入补充水，而产生中压乙炔气。当外界停止用气时，发气室的水被重新压挤到外层空间和增压器中，直到电石脱离水位而停止产气。它的特点是适用于维修工作，平常作为低压使用，照管方便，当遇到高部位或远处焊接、切割时，由于低压压力不足，可以改用中压送气。

3.中压乙炔发生器的结构示意图见图三。在发气室内分为内外两个相互隔离不洩漏的空间，起着自动调节压力的作用。由于工作压力高（ $0.4 \sim 1.2$ 表压），供气稳定，火焰均匀，不易回火等优点。

电石篮升降机构由桶外操纵，当篮落入水内时，产气升压供外界使用，同时把内桶的水挤压到外桶空间，直到电石脱水而停止产气。如继续用气时，内桶压力降低，此时外桶受压空间把水重新压回内桶，电石同水又重新接触产气。自动调节水同电石的接触，直到电石分解完毕为止。设计时每公斤电石的用水量定为 $10 \sim 13$ 公斤。

中压发生器工作压力的大小，同发气室外桶压挤空间的容积有直接关系，因为内桶从发气到需要排出分解用水脱离电石的量是一个定数，当排出的分解用水进入外层压挤空间，使它受到压挤而增高压力，此时压力的大小同压挤空间的压缩比成比例。此外，还同发气室继续产气量和外界用气的情况有关。我们根据以上原理，先后为有关单位设计的发生器如下表：



图四三 中压乙炔发生器

工作压力(表压)	技术和安全性能	用户和用途
中压式 0.2~1.2 公斤/厘米 ²	0.5、3、5、10 立方米/小时产气量, 横向送料, 升降电石篮、自动调压式, 从器底排渣, 上部、侧方设防爆卸压孔	东城区机修厂、北京市自动化工厂、北京钢厂热处理车间、北京煤矿机械厂、天津市乙炔器厂、天津铁路分局车辆段、虹桥区电气焊厂淬火、焊接、维修用。 当为产品, 已投产十年。
低压、中压 两用式	2、3 立方米/小时产气量, 作用原理和安全性能同上, 利用增压器补充水升压	首钢第一炼铁厂维修高炉料杆用。 天津西康路电焊厂焊接维修用。
低压式 400~1000 水柱毫米	1、2、3 立方米/小时产气量, 电石篮用升降机构, 解决装料要提桶等不安全操作方法, 装有卸压防爆孔, 消除回火时器体飞起	天津修理服务公司电、气焊修理门市部焊接维修用。

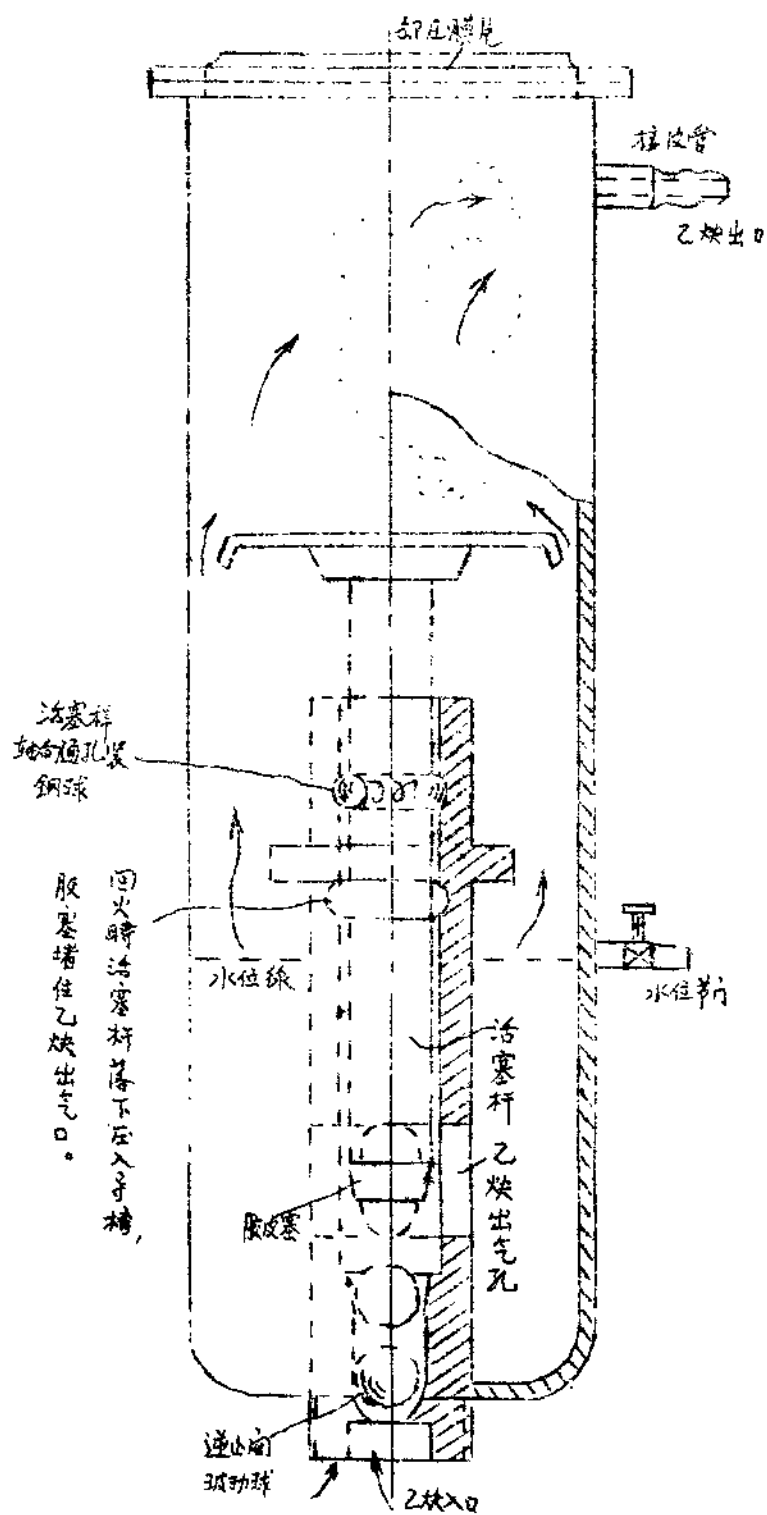
中压乙炔发生器都设有同发气室隔离独立的储气室(桶、罐), 起调节、稳定压力的作用, 容积自15~200升, 它和回火防止器通过逆止阀连通。万一由于回火防止器失灵回火, 火焰传入储气桶引起爆炸, 就会发生严重的破坏。因此, 储气桶应设置卸压膜孔, 卸出爆炸压力, 自身具有隔爆、防爆的作用。目前, 中压发生器在储气桶设超压时的安全膜孔, 辅助安全阀排洩超压时的气体, 它的膜孔面积, 远不能满足回火 卸出化学性爆炸时产生的压力。

4. 回火防止器回火爆炸后，往往乙炔气仍能继续送出，因爆炸后容器有余热，仍能点燃乙炔空气混合气，引起工作地点着火。这对于象建筑业和易燃环境地点是个隐患，因为移动式乙炔发生器平时无专人留在点上看管，为了解决这个问题，设计出一种回火后能自动防止乙炔流出的灭火装置，如图四，安装在回火防止器内，利用爆炸时的压力，推动活塞杆向下堵住乙炔出口，重新工作时，只要提起活塞杆，打开乙炔出口，就能恢复工作。

5. 卸压膜孔和膜片：

从乙炔发生器爆炸事故中，发现器体破裂、附件飞出、升天等现象，大都是由于没有尽快卸出爆炸压力引起的。通过反复实验证实，如在发生器中放置适当面积的卸压孔，遇上回火，就能保证器体、另件安全完好。从试验现象和分析中，我们理解到回火瞬间，混合气燃爆激烈膨胀升压，尽管是极短的瞬间，但是它的升压变化经历着由低压到高压变化的过程，当压力升高到容器某个薄弱环节所能承受强度前，如果卸压孔提前破裂，卸出了压力，而使容器不再受到最高压力的冲击而破坏，保全了容器的完好。多次试验证明：器体在设计规定的耐压强度下，通过对卸压孔面积由小到大的改变，试验容器由破裂、变形直到完好的过程。

卸压孔的面积同乙炔发生器的容器空间（储气桶、回火防止器、电石发气室等）体积大小成比例。容器空间体积每升需要的卸压孔面



图四 具有隔火性能的回火防止器

积平方厘米叫卸压率。对不同的空间，卸压率作如下的规定：

(1)乙炔发生器中凡是储存乙炔—氧气混合气容器的空间（回火防止器、储气桶等），每升空间体积、卸压率采用 $4 \sim 6 \text{ 厘米}^2 / (\text{每升})$ ，计算它的卸压孔总面积。

(2)电石发气室一般是乙炔—空气混合气的容器空间，每升空间体积卸压率采用 $2 \sim 4 \text{ 厘米}^2 / \text{升}$ 计算卸压孔的总面积。电石发气室内混合气中乙炔含量高，接近于乙炔—空气混合气的上限，燃爆时氧气助燃不足，游离出大量炭黑，说明燃烧反应不完全，燃爆压力低，所以卸压率采用低值。

(3)氧—炔混合气为富氧混合气，燃爆时，有氧气助燃，反应时温度高，增压剧烈，采用卸压率数值比乙炔—空气混合气容器时高，有利于尽快卸出高温的气体 and 压力。

卸压孔设置的部位也很重要，如果设置不当，即使有足够的面积，也起不到预期的作用。为了尽快获得膜纹卸压，应设在回火传爆点或易发生引爆的部位上。膜片最好选用脆性、反应敏感的材料，铝膜片（厚度 0.1 毫米，表压 3 公斤时破裂）用于乙炔发生器上最理想。膜片的强度为正常最高工作压力的 1.5 倍。目前不少单位采用橡胶皮（板），当爆炸升压时，由于橡胶富弹性变形反应迟缓，延时破裂，导致容器破裂，甚至出现容器破裂，而膜片仍然完好的现象。

我们曾把卸压孔的总面积，分成几个膜孔分几处设置，爆炸安全

卸压后，发现其中个别膜片仍未破裂，说明当压力已由其中几个膜孔卸出压力以后，剩余的膜孔就不再受到压力冲击的作用。

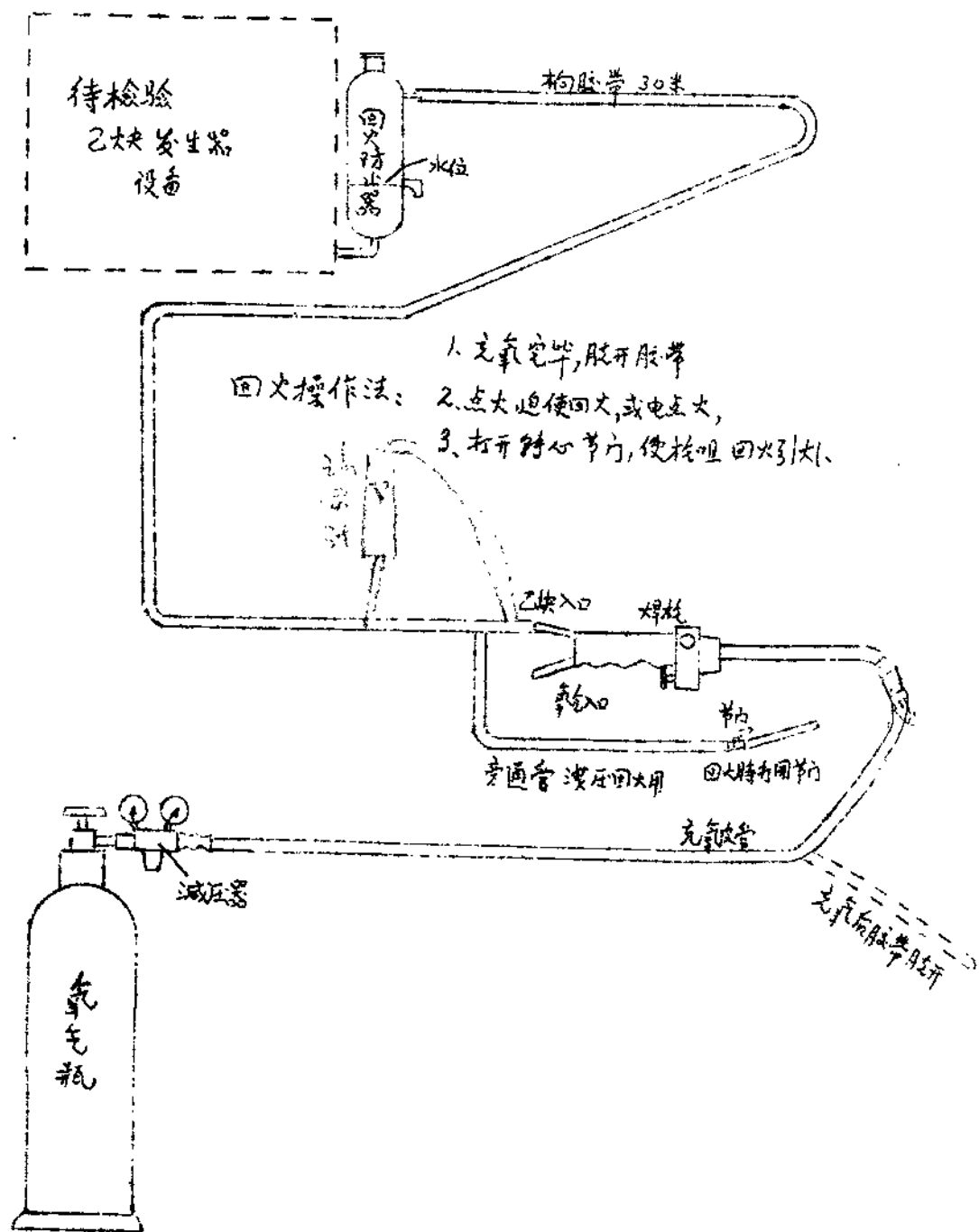
多年来，我们帮助一些单位，改造乙炔发生器和其他容器的安全性能如：氢气、城市煤气、液化石油气等。容器中采用以上卸压率的膜孔，经过试验，都能保证安全卸压的作用。

三、回火试验及安全性能的检验：

1. 人工回火，是检验乙炔等易燃爆气体容器的安全性能很有用的一种手段。试验和操作方法如图五，即把氧气（表压5公斤）充入乙炔系统，一般往乙炔系统充氧60~80秒，配成氧—炔混合气。乙炔表压从0.4上升到1.0公斤左右后，切断氧气，并脱开氧气。点燃焊枪，强迫火焰流入乙炔系统，回火引爆，这种操作方法同焊接时实际操作中回火条件近似，它要在熟练工人操作下，才能造成回火条件。大多数在充氧完毕以后，把点火源预设于试验的容器适当部位，由外接电源引爆，操作更方便安全。

此外，在试验系统中预设一段旁通管路（或胶管）附有节门，焊枪点火后，打开旁通管的节门使出口直通大气，此时，试验系统洩压混合气流速突然变慢，火焰从枪嘴缩回，沿系统回燃引起回火，这种方法操作方便，不需要外界电源引爆。

2. 发生器安全性能的检验，对自制、新制或大修后的乙炔发生器，技术性能合格后，都需要经过安全性能检查合格，才能允许正式使用。



因为它是一种易燃易爆的受压容器，检验项目、顺序和要求如下，

(1)乙炔发生器整套(体)试验：按照发生器安装的顺序，整个系统正常产气后，再按回火操作方法充好氧气，检查全套设备防止回火的性能，点火试爆认为合格后，分别再做单项的检查试验。

(2)单项试验：对回火防止器、储气桶、发生器本体等分别试验。回火试验后检查能否防止传爆、保证器体完好、无明显变形、破裂和没有附件断裂、飞出等现象为合格。

乙炔发生器本体，一般是由于发气室过热、电石着火或漏入的空气混合而发生的，往往造成操作工人局部烧伤，所以采用乙炔—空气混合气试验。乙炔发生器的回火防止器还有失灵的可能，会导致发生器本身的爆炸，因此在发气室设置卸压膜孔，保证爆炸时不使器体破裂或飞出另件伤人等现象发生。

对于中压乙炔发生器，试爆后，还应检查发生器内桶焊缝有无开裂或洩漏，以及内桶变形等现象，因为内外桶连通就不能保证密封，就会失去自动调节水位和产气的作用。

小 结

一、本文介绍几种乙炔发生器，运用连通器原理，使电石浸入多量水中产气。并能自动进行压挤调节产气。经过使用验证，它的技术安全性能都较好，操作安全、方便。

二、通过试验，提出采用的安全卸压率，能及时卸出爆炸气体，对于乙炔发生器和其他可燃爆气体的容器，保证安全卸压是很有用的参考数值。对于储气容积大于1立方米以上的容器，卸压率的选用，尚待试验验证。

三、人工回火试验方法，对于检验如乙炔发生器等易发生化学性燃爆容器的安全性能或安全措施，是较合理的试验方法。

四、本题各试验中，由于使用的测试仪器配备不全，影响问题的深入探讨，受到了局限性，难免还有谬误之处，请大会专业同志给予帮助并加指正。

参考资料：

1. 金属气焊与气割 1958年版 苏联高等学校教材译本

1958年版

2. Acetylene its properties manufacture and

uses (英) 1965 作者 S. A. miller

3. 高压力¹¹ ス (日刊) 1976 NO. 4、5、6、7、8期

题目：溶解乙炔工业第2、3、4、5、6各节