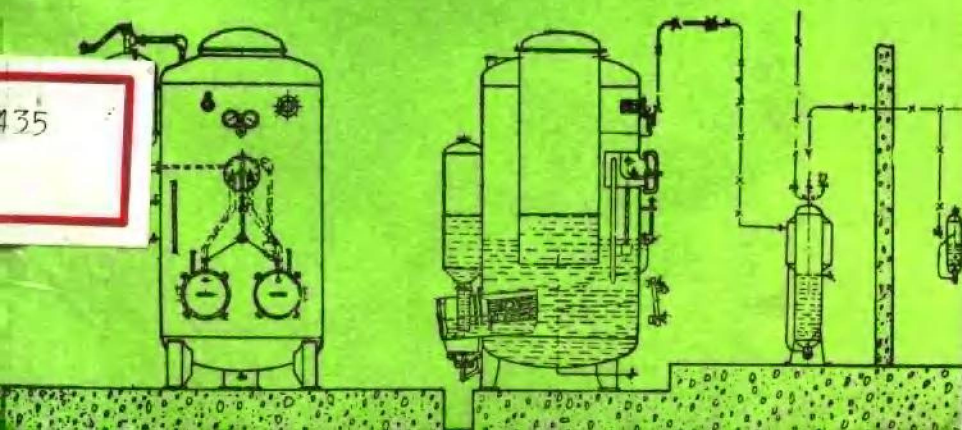


乙炔发生器

华自圭 孟昭光 编著

机械工业出版社



本书是一本关于乙炔发生器的专门读物。它比较系统地介绍了乙炔的可燃易爆性质、乙炔发生器的构造原理、国产乙炔发生器的种类、结构、特性和操作方法,特别对乙炔发生器的安全附件、制造和使用的安全要求等作了详尽的说明。书中还阐明了为何要取缔浮桶式乙炔发生器的道理,对正在逐步推广的溶解乙炔作了初步介绍。书中还对所列举的典型工伤事故的发生原因及采取措施作了简要分析,总结了处理事故的经验。

本书附录中列举了乙炔发生器的安全管理规程等有关资料。

本书可供气、铆焊工、厂矿企业安全技术人员和制造乙炔发生器的工人、技术人员阅读,也可作为上述工种工人的培训教材之用。

乙 炔 发 生 器

华自圭 孟昭光 编著

*

责任编辑:俞逢英 责任校对:丁丽丽

封面设计:郭景云 版式设计:霍永明

责任印制:庞云武

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

重庆印制一厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本787×1092 1/32 ·印张55/8 ·字数122千字

1989年3月重庆第一版·1989年3月重庆第一次印刷

印数 0.001—2,525 ·定价:4.60元

*

ISBN 7-111-00811-1/TG·193

前 言

本书是一本系统介绍国产乙炔发生器的专门读物。它将向广大读者阐明乙炔的性能及各类乙炔发生器的设计思想，具体介绍国产乙炔发生器的种类、结构、特性和操作方法，特别对乙炔发生器的关键部件作了详尽的说明。在此基础上，根据过去的经验教训，全面总结了乙炔发生器的安全操作要求。尤其是通过多起事故案例的分析，向广大操作工人提供乙炔发生器安全技术的活教材，使人们知道应该怎么做，不应该怎么做。我们希望本书能成为有关操作工人、安全技术人员和乙炔发生器行业工人、技术人员的良师益友，成为培训上述人员的参考用书。此外，本书还阐明为什么要取缔浮桶式乙炔发生器的道理，并对正在逐步推广的溶解乙炔作了初步介绍。本书首次全面介绍到目前为止我国乙炔发生器行业的产品，希望有助于设计部门的设备选型，企业的技术改造并促进我国乙炔发生器行业的发展。

本书经梁桂芳工程师和杨泗霖副教授审稿，付出了辛勤的劳动。此外，在编写过程中，许多同志热心为我们提供宝贵资料，给了我们有益的帮助，在此一并致谢！

鉴于时间仓促，再加上我们水平有限，书中难免有不当之处，敬希广大读者批评指正！

作 者

1987年11月

目 录

前言

概述.....	1
---------	---

第一章 电石和乙炔.....	6
----------------	---

一、电石	6
------------	---

二、乙炔	12
------------	----

第二章 乙炔发生器的构造原理.....	23
---------------------	----

一、乙炔发生器的基本要求	23
--------------------	----

二、乙炔发生器发气量的自动调节	25
-----------------------	----

三、发生器制得乙炔压力的确定	28
----------------------	----

第三章 国产乙炔发生器	34
-------------------	----

一、国产乙炔发生器的品种和系列	34
-----------------------	----

二、滴水式(YSD)系列中压乙炔发生器.....	34
--------------------------	----

三、排水式(YJP)系列中压乙炔发生器	44
---------------------------	----

四、固定式乙炔发生器	50
------------------	----

第四章 乙炔发生器的安全附件.....	65
---------------------	----

一、滴水阀.....	65
------------	----

二、安全阀.....	68
------------	----

三、调压阀(压力调节器).....	71
-------------------	----

四、爆破片.....	73
------------	----

五、回火防止器.....	76
--------------	----

第五章 乙炔发生器制造和使用的安全要求.....	95
--------------------------	----

一、发生器制造质量的检验.....	95
-------------------	----

二、发生器的安全使用	100
------------------	-----

第六章 溶解乙炔和乙炔站.....	107
-------------------	-----

一、溶解乙炔的制造原理.....	107
------------------	-----

二、溶解乙炔瓶的结构·····	110
三、溶解乙炔的安全使用·····	114
四、乙炔站·····	117
第七章 事故分析与处理·····	133
一、事故实例分析·····	133
二、为何取缔浮桶式乙炔发生器·····	150
三、一些事故的紧急处理·····	153
附录一 原机械工业部有关管理规程·····	156
(一) 机械工业部乙炔发生器安全管理规程·····	156
(二) 原机械工业部机床工具工业局企业(联合)标准·····	160
JB/GQ 9004—84·····	160
附录二 有关国产乙炔发生器的产品型号·····	168
(一) 国产乙炔发生器新旧型号对照表·····	168
(二) 我国主要乙炔发生器专业制造厂一览表·····	168
附录三 原第一机械工业部标准·····	171
乙炔站设计规范(试行)(TJ31—78)·····	171
参考文献·····	174

概 述

乙炔是金属气体火焰加工中最常用的可燃气体。乙炔发生器则是制备乙炔气的能源设备。

金属气体火焰加工是利用气体火焰作热源来改变金属的形状、性质和状态的热加工方法，是工业部门不可缺少的加工手段。它的应用范围十分广泛。图1展示了气体火焰加工的具体内容。乙炔发生器是金属加工部门中一种广泛应用的

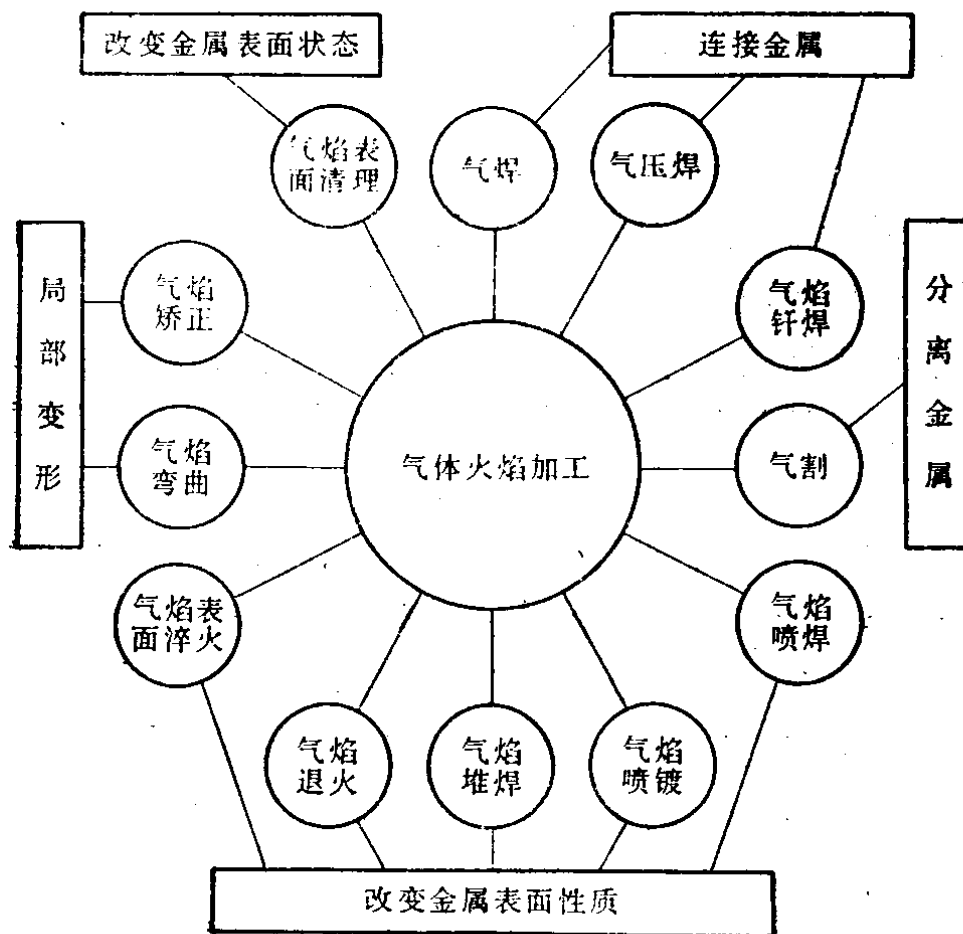


图1 气体火焰加工的分类

能源设备。

气体火焰作为热源，和电能相比，具有下列四个特点：

(1) 气体火焰的热量是从可燃气体燃烧反应中释放出来的。它利用的是化学能。在没有电能的地方可用以进行金属的热加工。

(2) 气体火焰具有便于转移、能量可以调节、进行局部加热的优点。

(3) 气体火焰比电弧、电阻热、等离子弧、电子束、激光束等能源的能量密度要低得多，因而其加热过程具有缓慢而均匀的特点。

(4) 成本低。上述特点使气体火焰加工在技术日新月异的时代仍能保持自己应有的地位，并将长期使用下去。

气体火焰加工最常用的可燃气体是乙炔气。这是因为乙炔与丙烷、天然气等其它可燃气体比较，其火焰温度最高的缘故。表1为国际焊接学会70年代在欧洲所作的调查。它反映了乙炔是应用范围最为广泛的一种可燃气体。

我国煤炭资源丰富，制备电石的资源比较充足。因此，可以预料，乙炔气作为气体火焰加工中主要燃料的地位不会发生变化。

1862年，有科学家发现电石和水作用可产生乙炔气。过了三十年，1892年法国化学家贾铁勒(Herry Louis Le Chatelier)在实验室里发现了氧-炔焰，即将一份乙炔和一份氧气混合点燃可以得到高温的火焰。他的论文引起了企业家的注意。他们于本世纪初设计并制造了方便而适用的焊炬和割炬，使气焊和气割得以应用于工业生产中。乙炔发生器就是在这样的历史条件下，为适应气焊、气割的需要而诞生的，从那以后的80年来，乙炔发生器得到了充分的发展。目

表1 气焊、气割和类似工艺用可燃气体调查表

工 艺 方 法	乙炔	丙烷	天然气	MAPP 气	丙烯为基 的气体	其他	合 计
手工气割	50	30	3	3	2	2	100
机器气割	49	34	8	3	2.5	3.5	100
表面气割	72	15	4	2.5	3.5	2	
气 焊	100	—	—	—	—	—	100
火焰堆焊	82	11	8.5	2.5	2	2	100
手工硬钎焊	57.5	27	6.5	2.5	1	5.5	100
机械化硬钎焊	31	49	11	3	3	3	100
软 钎 焊	30	55	9	2	1	8	100
焊前预热	33	47	15	2	1	2	100
消除内应力	28	56	12	2	1	1	100
热 成 型	34.5	47.5	7	5	3	3	100
火焰矫直	64	26	4	2.5	1.5	2	100
表面淬火	66	22	8.5	1.5	1	1	100
表面缺陷的清除	46	35	16	1	1	1	100
钢和混凝土的火焰 清理	76	13	2	7	1	1	100
火焰喷涂	67	20	3	4	2	4	100
平 均	56	31	7	3	1	2	100

注：本表摘自IIW ID分委员会文献(Doc. I-667-80/OE)。

前，主要有电石入水、水入电石和接触式三大类别。根据容量的大小，乙炔发生器做成移动式或固定式，以满足不同的需要。现代的乙炔发生器具有自动调节发气量和控制乙炔过压和过热的安全设施，可以说，它已经是一种成熟和完善的能源装置了。

乙炔气自从被人类发现以后，就用作一般照明的燃料。当人们想到把氧气装瓶运输和使用以后，也想把乙炔气压缩装瓶，但都遭到了失败。经过许多次实验和挫折，才由二名法国人于1896年解决了这个难题。他们在钢瓶里装满质地极松而多

孔的材质，里面浸足了丙酮。丙酮是一种有机溶剂。它能溶解超过自己体积二十多倍的乙炔气。用这种方法，乙炔气也可以装瓶运输和使用了。这就是现代工业国家都采用的瓶装乙炔。

瓶装乙炔在使用上比乙炔发生器更加安全和方便，但其成本比较高。一般而言，乙炔瓶主要在具有充气站的工业城市及其附近地区的分散场合中得到应用。但在集中使用并且消耗量大的制造厂以及交通不便的乡镇，主要仍是使用固定式或移动式乙炔发生器提供乙炔气。

随着我国社会主义工业化的发展，乙炔发生器的需要量空前增长起来，其中，固定式乙炔发生器则是工矿企业自行设计制造的，而移动式乙炔发生器，大量的仍是操作工人自制的浮桶式乙炔发生器。浮桶式简易乙炔发生器由于安全设施不完善，加上操作不当，长期以来造成不少伤亡事故，给国家、企业和劳动者带来不应有的损失。这样，以专业厂制造的安全可靠的中压乙炔发生器来代替陈旧而不安全的简易低压乙炔发生器成为必然的趋势。但是，长期以来乙炔发生器这种产品在机械行业中一直作为三类产品，没有引起应有的重视。所以，一直没有建立起足以满足社会需要的乙炔发生器行业。这种状况直到80年代才开始改观。但是，由专业制造厂生产的乙炔发生器在数量上仍是供不应求，致使由单位和个人自制乙炔发生器的局面至今尚未结束。为此，在数量上，质量上进一步发展和充实现有的乙炔发生器行业，已成为进一步改善气体火焰加工和安全生产的迫切要求。

编写本书的目的是要阐明乙炔的性质及其正确制备方法，乙炔发生器的构造原理和国产中压乙炔发生器的结构和使用方法，使青年工人懂得为什么和如何正确使用乙炔发生器的道理和方法，以适应我国逐步取缔浮桶式乙炔发生器代

之以中压乙炔发生器的新情况。和原有乙炔发生器读物的区别，本书在于以介绍国产乙炔发生器为重点，并对安全使用、防止事故的发生作了较为深入的分析，因此，本书对从事安全技术工作的干部具有参考价值。

乙炔气还是现代化工生产的原料。但化工企业制备乙炔的发生器是每小时几十立方米的巨型乙炔发生器。本书仅限于介绍金属气体火焰加工中使用的乙炔发生器、化工企业所用的乙炔发生器不在本书介绍之列。

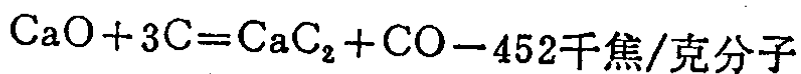
第一章 电石和乙炔

一、电 石

1. 电石的物理化学性质

电石的化学名称叫碳化钙。它是碳和钙的化合物，其化学分子式为 CaC_2 。电石外表为块状固体，断面呈灰暗或棕色。工业用电石的密度为 $2.22 \sim 2.8$ 克/厘米³，随着电石纯度的降低而增大。电石硬度一般为布氏硬度80左右。电石的熔点为 $1900 \sim 2300^\circ\text{C}$ 。工业用电石分为四级，一般成分平均为：碳化钙70%，石灰(CaO)24%，6%为炭，硅酸、硫酸钙、磷酸钙等杂质。

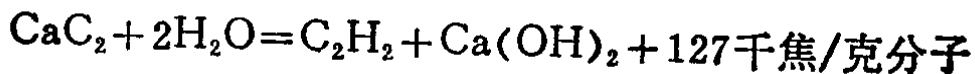
工业上制备电石是将生石灰(CaO)与焦炭置于高温电弧炉内熔炼而成。其反应式如下：



由此可知，电石熔炼过程是一个吸热反应。所以制备电石消耗电能很大。制取一吨电石需耗电3500千瓦小时。

电石对水的亲和力是非常大的。它甚至能吸取空气中的水蒸气或含在盐类中的结晶水而分解。如一块块度2~8毫米的电石块放在空气中，五天时间就会全部风化完毕。

用水分解电石，其反应式如下：



64.1 36.032 26.036 74.096 (分子量)

由上式可知：

(1) 利用电石制备乙炔是一个放热反应。

(2) 根据分子量计算可知：分解1公斤纯电石需消耗水。

$$\frac{36.032}{64.1} = 0.56 \text{ 公斤}$$

得到

$$\text{乙炔} \quad \frac{26.036}{64.1} = 0.406 \text{ 公斤}$$

(20℃、760毫米汞柱[⊖]下乙炔密度重力1.09公斤/

$$\text{米}^3, 0.406 \text{ 公斤} = \frac{406 \times 1000}{1.09} = 372.3 \text{ 升})$$

$$\text{熟石灰} \quad \frac{74.1}{64.1} = 1.156 \text{ 公斤}$$

释放的热量

$$\frac{127 \times 1000}{64.1} = 1981 \text{ 千焦/克分子}$$

又 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 63 \text{ 千焦/克分子}$
分子量56.08

$$\text{所以} \quad \frac{63 \times 1000}{56.08} = 1123 \text{ 千焦/公斤(生石灰)}$$

对纯度为70%的工业电石来讲

$$Q = (0.70 \times 1981) + (0.24 \times 1123) = 1656 \text{ 千焦/公斤}$$

以上计算是理论上的。实际用水量要比理论计算的大得多。这是因为(1)水要蒸发；(2)为防止电石和水作用的反应区过热，要用水导热，起冷却作用。

由于发气方式的不同，生产上为分解1公斤工业电石要用2~10公斤水。

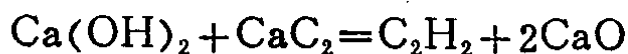
同时，实际所得的乙炔比理论计算要少。这是因为

⊖ 1毫米汞柱=133.322帕，下同。

- (1) 乙炔会溶解于水;
- (2) 工业电石含有杂质;
- (3) 电石在装卸时会被空气所分解而有所损失。

综上所述, 实际上分解每公斤工业电石只能得到 220~300 升乙炔。

若给水量不足时, 反应区温度上升到 200℃ 时, 将会出现下述反应:



这个反应说明, 在这种条件下, 电石会夺取熟石灰中的水分而分解。被夺走水分的熟石灰, 变成密实的外皮包围着电石, 使热量不易散发出去, 温度剧烈上升, 形成局部过热, 甚至发生乙炔的聚合作用, 这是危险的。

2. 电石的乙炔产量和分解速度

(1) 电石的乙炔产量 用水分解 1 公斤电石时所发生的乙炔量 (以升计) 称为电石的乙炔产量。它是电石质量好坏的标志。表 2 为我国根据电石的乙炔产量而划分的电石等级标准。

表 2 电石的等级指标摘自 (HG2-737-75)

指标名称	等 级			
	一级品	二级品	三级品	四级品
发气量(升/公斤)	300	285	265	235
乙炔中磷化氢(PH ₃)含量(%)体积	0.08	0.08	0.08	0.08
乙炔中硫化氢(H ₂ S)含量(%)体积	0.15	0.15	0.15	0.15

电石的乙炔产量和电石块的大小直接有关, 如表 3 所示。从表 3 可知, 当电石块尺寸减小时, 乙炔产量就随之降

表3 电石的乙炔产量

电石块尺寸 (毫米)	在20℃和760毫米汞柱 ^① 下的乙炔产量(升/公斤)	
	一 级 品	二 级 品
2~8	250	230
8~15	260	240
15~25	270	250
25~50	280	260
50~80	280	260

① 1毫米汞柱=133.322帕, 下同。

低。这是由于较小的电石, 其表面积较大, 在破碎和包装时, 容易被空气中的水分所分解, 因而使电石的乙炔产量降低。

(2) 电石的分解速度 电石的分解速度即乙炔的生成速度, 它是以单位时间里每公斤电石产生乙炔量升/公斤·分或每公斤电石分解完毕, 所需的时间(分)来表示的。

电石的分解速度具有不均匀性, 即开始时, 电石分解速度大, 随着气体的生成而不断减慢。最大的分解速度和主要的气体析出发生在2~4分钟内。产生这种不均匀性的原因是在电石表面上生成了熟石灰的外壳, 使电石和水作用的表面减少。

电石的分解速度和四个因素有关:

1) 电石的纯度越高, 分解连续性越好, 分解速度则越大。

2) 电石的粒度越小, 反应面增加, 分解速度则越大。电石块度和分解时间的关系见表4。

3) 水温越高, 分解速度越快。即冬天发气慢, 夏天发气快。并且, 电石越小这种影响越明显。因为, 电石和水为

表4 电石块度与分解时间的关系

电石块度(毫米)	2~8	8~15	15~25	25~50	50~80
完全分解时间(分)	5.5	6.5	8	10	13

不均匀系统，反应发生在界面上，电石块越小，界面越多，因此越明显。

4) 水的纯度降低即水中杂质增多，使电石分解速度减慢。如果乙炔发生器长期不换水，分解作用会愈来愈慢，这就是水不纯的影响，即发生熟石灰明显包围电石的现象。实验表明，当水中熟石灰含量达到20%，水温为17℃时，电石几乎停止分解。所以为了保证电石具有较高的分解速度，要求定期更换水。同时，还要定期搅拌发生器内被熟石灰弄脏的水，使包围在电石外的熟石灰掉落于水中。

影响电石分解速度的主要因素是块度。从表4可知，不同块度的电石，其分解所需的时间不同。如用几毫米大小的电石，三、四分钟内就能完全分解。这样，发生器内气体的压力迅速增大，部分乙炔会经安全阀排入大气，造成浪费；当安全阀失灵时就会发生事故。相反，如果，规定用较小电石块而用了大块电石，则分解速度缓慢，气体压力不稳定，会影响气体火焰加工的正常进行。因此，设计乙炔发生器时，应考虑电石块度的大小。一般最好用50~80毫米左右的块度为宜。

必须指出，在一般结构的乙炔发生器内，严禁使用电石粉末，因为电石粉遇水后立即分解，发出高热并结块，促进乙炔的聚合。当发生器内存有空气时，更会引起燃烧和爆炸。

3. 电石运输、贮存和使用的安全要求

从上文已知，当电石遇水或在空气中吸潮时就会迅速分解，产生乙炔气。以致，在装桶、搬运、贮存、开桶和使用过程中，如果处理不当，极易发生爆炸。电石属于易燃、易爆的一级危险品，应按下列要求采取安全措施。

（1） 运输电石的安全要求

搬运电石桶时，如发现电石桶盖密封不严，应在室外打开桶盖、放气后，再将桶盖盖严。

严禁在雨天运输电石，电石桶上应贴上防火、防湿的标签字样。

电石进出库搬运时应使用小车，轻搬轻放。不得从滑板滑下或在地面上滚动，防止因电石的杂质硅铁与桶盖、桶壁撞击产生的火花而引起爆炸。

（2） 贮存电石的安全要求 制好的电石应立即装入电石桶内。电石桶应放在离地2厘米的木架上，不要放在潮湿的地面上。桶盖要盖严。库内严禁吸烟。

电石库必须设在不受潮、不漏雨、不易于浸水的地面上。库房必须是一、二级的耐火建筑。屋顶应采用不燃烧的材料。室内应有良好的通风设施。一般应采用自然通风。库房应距明火10米以外。

电石库应保持干燥。严禁把热水管、自来水管和取暖管道通入库房。因为，一旦水管损坏，室内受潮，容易引起电石分解，使室内形成易爆的乙炔和空气的混合气。

电石库的照明应采用防爆灯。如无防爆灯，应将电灯装在室外，将灯光从玻璃窗照射入内。电灯开关应采用封闭式的，装在库房外面。

电石桶进库之前，应仔细检查包装有无破损受潮现象。如发现可疑时，应在室外打开桶盖，放出乙炔气或混合气，

然后再入库。打开桶盖时，人应站在桶体侧面，以免万一爆炸时火焰冲击伤人。

电石库内及其附近应备有干砂、干粉、二氧化碳等灭火器材。如电石库着火，禁止用水灭火，也不能使用含有水分的灭火器材（如泡沫灭火器等）。

（3）使用电石的安全要求 禁止使用火焰或可能引起火星的工具开启电石桶。使用铜制工具时，其含铜量要低于70%。空电石桶未经安全处理以前，不能接触明火，更不能直接焊接。

由电石桶倒出的电石碎末，不要随便存放，应立即处理掉，最好集中倒在电石渣坑里，并用水加以处理。

二、乙 炔

1. 乙炔的一般性质

乙炔是一种不饱和烃，属 C_nH_{2n-2} 一类。乙炔的化学分子式为 C_2H_2 ，其结构式为 $H-C\equiv C-H$ ，即碳原子之间靠三对共用电子相结合。

乙炔化学性质活泼，加热时不稳定，易于分解，具有聚合等反应的能力。

乙炔在常温、常压下为无色气体。分子量为26.036。纯乙炔略具醚味。工业用乙炔，因含有杂质，特别是含硫化氢、磷化氢，故具有特殊的臭味。

在标准状态下，乙炔的密度为1.17公斤/米³。在20℃，760毫米汞柱下，乙炔的密度为1.09公斤/米³。乙炔比空气轻（在标准状态，空气的密度为1.293公斤/米³）。

乙炔完全燃烧需要二倍半的氧气，其反应如下：