

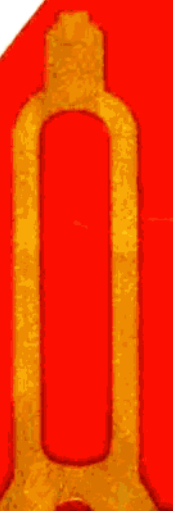
气焊气割工 工艺学



陈嘉民 戴上觉 编

工人技术培训教材

哈尔滨船舶工程学院出版社



前 言

为了落实中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，搞好船舶工人技术理论教育工作，加强智力开发，提高职工素质，以适应社会主义现代化建设和振兴船舶工业的需要。中国船舶工业总公司人事部组织了上海船舶工业公司有关船厂，在调查研究和总结经验的基础上，根据总公司《船舶工业造船工人技术等级标准》的要求，编写了船厂二十一个工种的初、中级《造船工人技术理论教育教学计划与教学大纲》。

根据这些教学计划与教学大纲的要求，我们组织一些船厂有实践经验的工程技术人员及有丰富教学经验的教师，编写了五十种船舶工人技术培训教材，并聘请技术水平较高、经验丰富的同志担任主审。在编写过程中，广泛地听取了各船厂的意见，增强了教材的适应性。

编写的教材有：放样号料工、冷加工、火工、装配工、焊接工、批铆和密性试验工、气焊气割工、船舶钳工、船舶管铜工、螺旋桨工、船舶板金工、船舶电工、船舶木型工、除锈涂装工、船舶泥工、起重吊运工的工艺学，及船体结构、船舶概论、船体制图、船体结构与识图、船体加工设备与工夹模具、企业管理常识、电工常识、机械制图、船舶常识、船舶电工学、电工基础、船舶电气工程概论、电工仪表与测量、船舶电站与电力拖动、船舶导航与通信设备、木工制图、电动起重机原理及操作、金属材料及热处理、画法几何、船舶柴油机结构和修理等。

这些材料力图体现工人培训的特点，既考虑到当前造船工人的文化水平，做到通俗易懂，又要有一定的理论深度，适当考虑到长远的发展；既做到理论联系实际，又注意到知识的科学性、系统性和完整性；既体现船舶特色，又兼顾不同类型船厂的需要；既便于集体组织教学，也便于个人自学。

这套教材主要用于船舶工人相应工种的初、中级技术理论教育，也适用于对口专业职业高中和技工学校的教学，有的也可作为其它类型工厂的工人培训教材。相应专业的科技人员、专业教师及管理人员也可选作参考书。

这套教材的出版，得到了哈尔滨船舶工程学院、有关地区公司、船厂的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

编写船舶工人培训的统一教材还是第一次。由于时间仓促，加上编写经验不足，教材难免存在不少缺点和错误。我们恳切希望广大读者在使用中提出批评和指正，以便进一步修改、完善，不断提高教材质量。

— 中国船舶工业总公司教材编审室

一九八五年七月

编 者 的 话

“气焊气割工艺学”是船舶系统气焊气割工人技术培训中的主要教材之一。

本书是以“中国船舶工业总公司造船工人技术理论教育教学计划与教学大纲”中所规定的基本内容为依据，并经1984年8月山海关审查会通过的教学大纲编写的。

考虑到目前船舶系统大多数企业气焊气割工种的现状，本书着重于中级（四级到六级）气焊气割工人的基本技术理论和工艺知识的教育，使之具有一定的分析和解决本工种生产实际中较复杂技术问题的能力，并照顾到初级工人的学习要求。

由于生产实际的需要，在课程内容上偏重于气焊、气割设备，需用金属材料的气焊和气割工艺，应力和变形产生的原因及消除方法，气焊、气割缺陷产生的原因及消除和检验方法。并增加了气焊气割安全技术的教育。

本书由李贵堂同志主审。山海关船厂、沪东船厂、上海船厂、渤海船厂等单位的同志对本书的编写提出了许多有益的建议，特此表示深切的谢意。

由于编者水平有限，加上时间紧迫，衷心欢迎读者对书中的缺点和错误加以批评指正。

编 者

目 录

绪 论	(1)
一、焊接的概念和分类	(2)
二、气焊和气割的发展及应用	(3)
复习题	(5)
第一章 气焊、气割使用的气体和材料	(6)
一、气焊和气割用的气体	(6)
二、气焊用的材料	(10)
复习题	(14)
第二章 气焊和气割所用设备及器具	(15)
一、氧气瓶和瓶阀	(15)
二、乙炔气瓶和瓶阀	(17)
三、减压器	(19)
四、乙炔发生器	(25)
五、回火防止器	(34)
六、乙炔过滤器和干燥器	(36)
七、焊炬、割炬	(37)
八、其它	(44)
复习题	(46)
第三章 焊接火焰和气焊工艺	(47)
一、焊接火焰和特点	(47)
二、气焊焊接接头和坡口型式	(50)
三、气焊焊接规范	(53)
复习题	(56)
第四章 气焊操作技术	(57)
一、气焊基本操作技术	(57)
二、左焊法和右焊法	(59)
三、各种空间位置的气焊技术	(60)
复习题	(64)

第五章 气焊的冶金原理	(65)
一、气焊的冶金过程特点	(65)
二、焊缝金属的结晶过程	(66)
三、焊接接头的金相组织	(67)
复习题	(71)
第六章 常用金属材料的焊接	(72)
一、可焊性的概念	(72)
二、碳素钢的焊接	(74)
三、普通低合金钢的焊接	(83)
四、珠光体耐热钢的焊接	(85)
五、铬镍奥氏体不锈钢的焊接	(91)
六、铸铁的焊接	(95)
七、铝和铝合金的焊接	(100)
八、铜和铜合金的焊接	(108)
九、铅的焊接	(118)
复习题	(119)
第七章 气体火焰钎焊	(121)
一、钎焊的原理和分类	(121)
二、钎焊材料	(121)
三、火焰钎焊工艺	(126)
四、火焰钎焊实例	(128)
复习题	(131)
第八章 氧-乙炔火焰喷焊	(132)
一、喷焊的基本原理和特点	(132)
二、喷枪的种类和结构特点	(136)
三、喷焊合金粉末的制取、性能和用途	(139)
四、氧-乙炔火焰喷焊工艺	(142)
五、喷焊层的常见缺陷及处理	(145)
复习题	(146)
第九章 焊接应力和变形	(147)
一、焊接应力和变形的概念	(147)
二、应力和变形产生的原因	(148)
三、焊接残余变形的分类	(153)

四、防止和减小焊接应力和变形的措施·····	(156)
五、焊接残余应力与变形的消除和矫正·····	(168)
复习题·····	(173)
第十章 焊接缺陷和检验·····	(175)
一、焊接缺陷的种类·····	(175)
二、焊接检验·····	(181)
复习题·····	(190)
第十一章 手工气割原理和工艺·····	(191)
一、气割原理·····	(191)
二、气割规范·····	(194)
三、手工气割技术·····	(197)
四、气割质量和缺陷分析·····	(199)
五、低碳钢的气割技术·····	(206)
六、特殊气割技术·····	(215)
复习题·····	(223)
第十二章 机械气割·····	(225)
一、机械气割工艺·····	(225)
二、机械气割设备简介·····	(233)
三、等离子切割·····	(247)
复习题·····	(251)
第十三章 气焊与气割的安全技术·····	(253)
一、预防燃烧和爆炸·····	(253)
二、预防烫伤和烧伤·····	(254)
三、预防触电·····	(254)
四、预防中毒·····	(255)
五、预防砸伤和眼伤·····	(255)
六、预防中暑·····	(255)
复习题·····	(256)

绪 论

在金属结构的制造过程中，经常需要把两个或两个以上的零件按一定的形式和位置联接起来，这种联接按照其特点可以分为两大类：一类为临时性的联接，就是不用毁坏零件就可以拆卸，例如螺栓联接、键联接等，见图0-1；另一类是永久性的联接，其拆卸只有在毁坏零件后才能实现，例如铆接、焊接等，见图0-2。

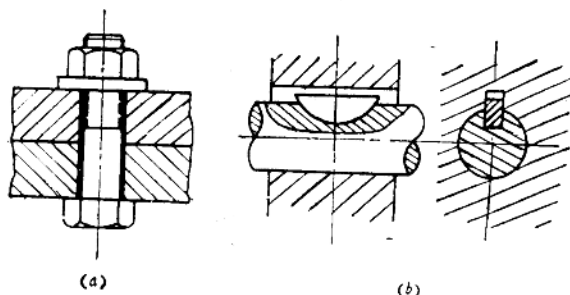


图0-1 临时性联接

(a) 螺栓联接: (b) 键联接

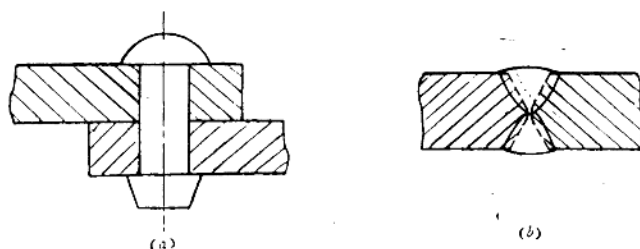


图0-2 永久性联接

(a) 铆接: (b) 焊接

永久性联接过去经常采用的是铆接的方法，随着材料性能的改善及焊接技术的不断发展和应用，铆接工艺逐步被焊接工艺所取代。焊接与铆接相比，具有以下一些优点：

1. 接头的强度和致密性好

在焊接结构中，焊缝强度接近甚至超过焊件本身的强度，而且焊缝是连续的，所以其水密、油密、气密的性能优于铆接结构。

2. 节省金属材料，减轻结构重量

采用铆接方法把两个零件联接起来，在很多场合下需要使用联接件，而焊接结构却不需要联接件。图0-3所示是装配船体“T”型梁时采用的两种方法的比较。其中焊接结构可节省材料20%左右。

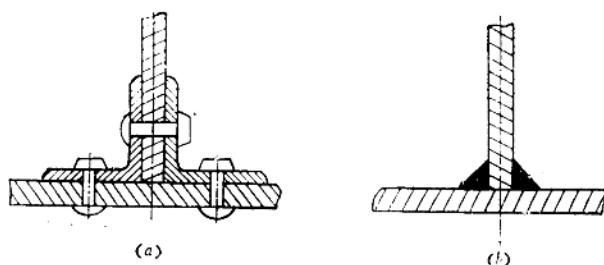


图 0-5 箱体“T”型梁装配

(a) 铆接:

(b) 焊接

3. 能提高生产效率

采用焊接方法,取消了铆接时的冲孔(钻孔)、扩孔、绞孔、铆接、捻缝等工序,简化了装配和装配前的准备工作,节省了工时,缩短了生产周期。

4. 容易实现机械化、自动化

焊接技术发展到今天,各种机械化、自动化的焊接工艺和设备已大量出现,而铆接工艺仍基本停留在繁重的手工操作阶段。

5. 改善了劳动条件

铆接时,劳动强度很大,而且环境噪音也很大。相比较之下,焊接时工人的劳动强度较小,而且接近于无噪音,从而改善了劳动条件。

6. 降低了生产成本

由于焊接节省材料、减少生产工时、提高生产效率、加快生产周期,所以大大降低了生产成本。

焊接不仅可以联接金属材料,而且可以联接某些非金属材料,例如塑料的焊接,玻璃的焊接等。

由于焊接具有上述一系列优点,所以焊接工艺越来越为人们所重视。在工业生产,尤其在制造金属结构的工业生产中占有很重要的地位。

一、焊接的概念和分类

1. 焊接的概念

通过加热或加压,或二者并用,并且使用填充材料或不用填充材料而使焊件达到原子结合的一种加工方法叫焊接。

要使焊件的原子互相结合并达到永久联接的目的,必须使分离的金属相互非常接近只有这样才能使原子间产生很大的结合力,形成永久性的接头。这对液体来说就较容易做到,而对固体来说,就需要外部给予很大的能量,以使金属接触表面之间达到原子间能互相结合的距离。因此,焊接时就必须采用加热或加压,或二者并用的方法。

2. 焊接的分类

按照焊接过程中金属所处状态的不同,焊接方法可以分为熔焊,压焊和钎焊三大类。

熔焊是在焊接过程中,将焊件接头加热至熔化状态,不加压力完成焊接的方法。

在加热的条件下,金属原子的动能增强,促进了原子间的相互扩散。当被焊金属加热至熔化状态形成液态熔池时,原子之间可以充分扩散和紧密接触,待冷却凝固后,即形成牢固的焊接接头。船厂中常见的手工电弧焊、埋弧焊、电渣焊、气焊、气体保护电弧焊等都属于熔焊这一范围。

压焊是在焊接过程中,必须对焊件施加压力(加热或不加热),以完成焊接的方法。

压焊可分为两种形式:一种是把被焊金属接触部分加热至塑性状态或局部熔化状态,然后再施加一定的压力,使原子之间相互结合形成牢固的焊接接头,例如锻焊、接触焊、气压焊和摩擦焊等;另一种是不进行加热,仅在被焊金属的表面施加一定的压力,使接触面发生塑性变形,至使原子间相互结合而形成牢固的接头,例如爆炸焊、冷压焊等。

钎焊是采用比母材熔点低的金属材料作钎料,将焊件和钎料加热到高于钎料熔点、低于母材熔点的温度,利用熔化的液态钎料润湿母材,填充接头间隙并与母材相互扩散实现连接焊件的方法。

钎焊时,被焊金属处于固体状态,焊件被适当地加热,没有受到压力的作用,仅仅依靠液态金属和固态金属之间的原子扩散而形成牢固的焊接接头。常用的钎焊方法有火焰钎焊、烙铁钎焊等。

随着科学技术的不断发展,新的材料不断出现,对焊接的要求会越来越高,焊接分类的方法和内容也会随着改变和充实。

焊接方法的分类见图0-4。

二、气焊和气割的发展及应用

1. 气焊和气割的发展及应用

气焊、气割的应用至今已有近百年的历史。最早的气焊所使用的气体是氢和氧的混合气体。但由于使用氢气很容易发生爆炸事故,而且由于氢氧混合气体的燃烧温度最高只能达到2000℃左右,只能焊接很薄的焊件,其使用范围很窄,所以在工业上没能得到广泛的应用。

1895年发明了用电炉制造碳化钙的方法。后来,又发现碳化钙和水接触后产生的乙炔气体与氧气混合燃烧的温度可高达3200℃左右。随即经过人们的反复试验研究,终于在1908年将乙炔火焰成功地应用于金属件的焊接上,这就为气焊技术的发展奠定了基础。

气焊技术在现代工业上的用途很广,如在飞机、船舶、车辆以及管道、容器、薄壁构件等制造中,都广泛地应用了气焊技术。对于一些被损坏的齿轮、合金刀片和有缺陷的铸件等,也可用气焊方法来修补;气焊还能焊接有色金属、铸铁和薄钢板等;同时气焊还可应用于钎焊、堆焊以及火焰矫正等方面。

气焊和电弧焊相比,它的特点是:火焰温度较低;加热和冷却速度缓慢;加热面积大,易于调节;设备简单,移动方便,通用性强。由于气焊火焰具有温度低的特点,因此它特别适用于电弧焊难以焊接的薄工件(如厚度为2毫米以下的板件)的焊接。

由于气焊热量不集中、加热和冷却速度也慢、火焰可随意抬高和压低,火焰和填充金属是分离的,所以有利于进行热量调节,能顺利地用来焊接需要预热和缓冷的金属材料

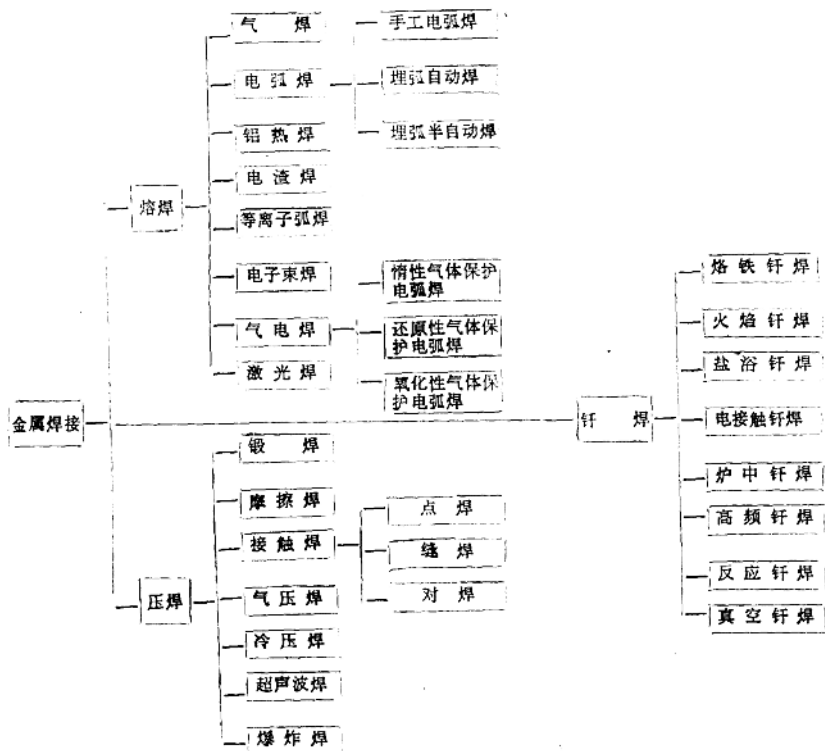


图0-4 焊接方法的分类

料，例如工具钢、铸铁等。在不能进行氩弧焊等特种焊接方法的情况下，气焊是用来焊接有色金属的好方法。

气焊的设备简单，特别适用于野外施工。

但由于热量分散、加热面积大、接头的热影响区宽，所以易造成焊件变形大，且晶粒较粗，接头的综合机械性能较差。又由于加热速度慢，因此生产效率也较低，而且难以实现自动化。

气割作为气焊的孪生工艺方法，和机械切割法相比具有成本低、设备简单、操作灵活方便、机动性强，适用面较广（例如不受切割线型的限制）、效率高等优点。但它也存在一些诸如劳动强度大、要求操作者具有较高的技术水平、薄板气割会产生较大的变形，以及只适用于低碳钢、中碳钢和普通低合金钢等少数几种钢种等缺点。

由于气割具有上述一系列优点，所以它在造船工业中得到了广泛的应用。从钢板的合理下料、装配过程中的余量切割和边缘修整、不同型式坡口的加工及铸件浇注冒口的切割等，都可用气割方法来进行，气割目前仍是钢材下料的主要手段。随着科学技术的发展，尽管在某些方面气焊气割技术有被气体保护焊、氩弧焊、等离子焊、电子束焊、等离子切割、激光切割等新工艺代替的趋势。但由于氧-乙炔气体火焰焊、割工艺具有一

系列优点，所以至今在机械工业中特别是在修理行业的生产中仍被广泛应用。

2. 气焊和气割的定义

(1) 气 焊

利用气体火焰作热源的焊接方法叫气焊。

气焊中最常用的是氧-乙炔焊，即利用氧-乙炔气体混合燃烧产生的火焰作为热源来进行焊接。

(2) 气 割

利用气体火焰的热能将工件切割处预热到一定温度后，喷出高速切割氧流并使工件切割处燃烧而放出热量来实现切割的方法叫气割。

气割属热切割范畴，用于气割的气体火焰最常见的是氧-乙炔焰，其次为氧-丙烷焰。

复 习 题

1. 焊接和铆接相比具有哪些优点？
2. 什么叫焊接？
3. 焊接分几大类？
4. 气焊有什么优缺点？
5. 气焊和气割的定义是什么？

第一章 气焊、气割使用的气体和材料

一、气焊和气割用的气体

气焊和气割所用的气体可分为两类，即助燃气体和可燃气体。

助燃气体常用的是氧气。可燃气体的种类很多，常用的是乙炔气，其次是液化石油气，个别场合还可采用煤气或天然气。

氧气和可燃气体混合燃烧时，能放出大量的热，形成高温火焰（火焰最高温度可达2000~3200℃），利用这种高温火焰就可对金属进行气焊或气割工作。

1. 氧气

(1) 氧气的性质

在干燥的空气中，氧的体积约占20.93%，氮占78.03%，其余为氩气、碳酸气和其它零星气体。

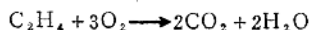
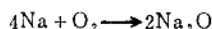
氧气在常温常压下是无色、无味、无毒的气体，其分子式为O₂。

在一个大气压、温度为0℃的标准状态下，氧气的重量比空气重（一立方米氧气重约为1.43公斤，一立方米空气重约为1.29公斤）。

氧气由气态转化为液态的温度为-183℃，其颜色也从无色转变为淡蓝色。由液态转化为固态的温度为-218℃，固态时仍为淡蓝色。

氧气是一种极为活泼的气体，它能和许多元素化合生成氧化物，这种化合作用称为氧化反应。

〔例如〕



在高温下，氧气还能和铁起剧烈的化学反应，发生燃烧现象。

氧气本身不能燃烧，而是一种活泼的助燃气体。在高压的情况下，它具有和易燃品接触发生强烈燃烧以至引起爆炸的性质，所以在实际工作中，凡是和高压氧气接触的一切设备、工具等，切不可污染上油脂等易燃品，否则就有燃烧爆炸的危险。在使用时要特别注意安全。

(2) 氧气的制取

制氧的方法有很多种，而具有工业意义的制氧方法有两种，即从空气中制氧的冷却法和从水中制氧的电解法。

气焊和气割所用的氧气，绝大部分是从空气中采取冷却法制取的（此方法耗费少、最为经济）。

空气冷却法制氧的简单过程是：先把空气在过滤器中除去灰尘，然后通过各级空气压缩机压缩、冷却，当空气冷却到低于-196℃时，就由气态转变为液态；接着再把液化空气在分馏塔内升温蒸发，当温度上升到高于-196℃时，液化氮转化为气态氮，被分馏

出并进入大气中，当温度上升到高于 -183°C 时，液态氧就转化为气态氧，然后用气体压缩机把气态氧用 $12\times 10^6\sim 15\times 10^6$ 帕的压力压缩，装入氧气瓶内贮存和使用。

对于纯度要求很高的氧气，也可采取水电解法来制取，见图1-1所示。

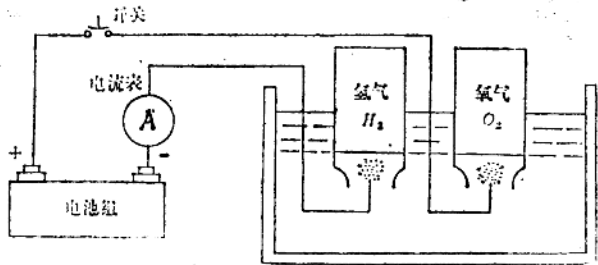


图1-1 水电解法制氧

其制取步骤是：利用电流（直流电）使水进行分解成为氧与氢两种气体（从正极处分解出氧气，从负极处分解出氢气），把这两种气体分别收集于浮瓶里，就得到了我们所需的气体。但由于这种方法生产氧气成本太高，所以用得很少。

(3) 氧气的等级

氧气的纯度对于气焊和气割工作的质量、氧气本身的消耗量以及工作的速度都有很大的影响。氧气纯度越纯，燃烧的火焰温度越高，其工作效率也越高。

工业上用于气焊和气割的氧气纯度一般分为两级。一级氧气的纯度应高于99.2%；二级氧气的纯度则要求高于98.5%。

在实际使用时，对质量要求较高的气焊和气割，最好用纯度在99.5%以上的氧气。

2. 乙炔

气焊和气割用的可燃气体种类很多，目前应用最多的是乙炔气体。乙炔气体燃烧时产生的火焰温度要比其它可燃气体燃烧时产生的火焰温度高出几百度，它能满足钢在焊、割时所需要的温度，对焊缝也无不利影响。表1-1是各种可燃气体发热量与温度的比较。

表1-1 可燃气体的发热量与火焰温度

名 称	发热量 (卡/升)	火焰温度 (°C)	名 称	发热量 (卡/升)	火焰温度 (°C)
乙 炔	12600	3200	煤 气	5000	2100
氢	2400	2160	沼 气	7900	2000
丙烷-丁烷	2120	2000			

工业用的乙炔气主要是用碳化钙（又称电石，分子式为 CaC_2 ）和水相互作用分解而得到的。

(1) 电石

电石是碳和钙的化合物，其比重为2.2。

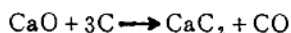
工业用的电石是硬的块状物质，呈深灰色。由于电石表层暴露于空气之中，和空气中的水分能起反应发生分解，放出乙炔气体，生成氢氧化钙，所以常见的电石块外表呈

灰白色。

工业方法制造电石，是把氧化钙（分子式为CaO）与焦炭一起放在电炉中熔炼，然后注入钢模中凝固而成。

在高温条件下，碳和氧化钙发生反应，生成电石和一氧化碳气体。

其化学反应式为：



冷却凝固后的电石被破碎成粒度为50~80毫米大小的散块供使用。

优质电石的特点：电石断面为深灰色且有光彩；电石和水反应后生成的氢氧化钙为乳白色，每公斤电石至少能放出250升以上的乙炔气体。

气焊和气割用的电石，按其质量分为四级，其标准见表1-2。

表1-2 电 石 的 标 准

指 标 名 称	标 准			
	一 级	二 级	三 级	四 级
发气量（升/公斤）	300	285	265	235
乙炔中磷化氢含量（%体积）	0.08	0.08	0.08	0.08
乙炔中硫化氢含量（%体积）	0.15	0.15	0.15	0.15

(2) 乙炔的性质和制取

乙炔气是一种碳氢化合物，它的分子式为 C_2H_2 。

在常温和常压下，乙炔气是一种无色的气体。工业用的乙炔气体由于含有磷化氢（ PH_3 ）和硫化氢（ H_2S ）杂质，所以具有一种特殊的臭味和毒性，操作者如果吸入一定量的乙炔气体，会出现头晕等中毒症状。

乙炔气比空气轻，在标准状态下，1立方米乙炔气重约1.17公斤。

乙炔气能够溶解在多种液体中，其溶解度与压力成正比，与温度成反比。表1-3列的是压力为9.8牛/厘米²、温度为15℃时，乙炔在各种液体溶剂内的溶解度。从表中可见，乙炔在丙酮中的溶解度最大。

表1-3 乙炔在液体溶剂内的溶解度

溶 剂	溶解度（单位体积乙炔/单位体积溶剂）	溶 剂	溶解度（单位体积乙炔/单位体积溶剂）
石灰乳	0.75	汽 油	5.7
水	1.15	酒 精	6
松节油	2	丙 酮	23
苯	4		

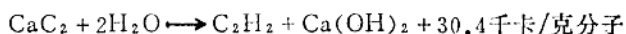
乙炔作为可燃气体，和空气混合燃烧时所产生的火焰温度约为2300℃，而与氧气燃烧时产生的火焰温度为3000~3200℃，因此足以用来进行气焊、气割工作。

乙炔气是一种易爆气体，当温度大于300℃，同时压力超过14.7牛/厘米²时，极易发生爆炸。当乙炔在空气中的含量（按体积计算）在2.8~80%的范围内，以及乙炔在氧气中的含量（按体积计算）在2.8~93%的范围内时，所形成的混合气体只要遇到明火就会爆炸。所以在使用前必须把发生器内的空气排除干净，同时应严禁氧气进入发生器内。

乙炔与铜或银长期接触会生成乙炔铜(分子式 CuC_2)或乙炔银(分子式 Ag_2C_2)，这两种化合物在受剧烈震动或加热到 $110\sim 120^\circ\text{C}$ 时就会引起爆炸。所以凡是与乙炔接触的器具和设备禁止用纯铜或银制造，而只准用含铜量不超过70%的铜合金制造。

乙炔爆炸时会产生高热高压气浪，破坏性很大。如果将乙炔贮存在毛细管中，其爆炸性就可大大降低，利用乙炔的这个特性，以及能大量溶解于丙酮的特点，就可将乙炔装入乙炔瓶内(瓶内装酮溶剂和活性炭)贮存和运输。

现在大量使用的乙炔气，是用电石和水相互作用发生分解反应而得到的，其分解反应的方程式为：



在化学分解反应过程中同时放出一定的热量，因此要求乙炔发生器应具有一定的散热条件，以免温度过高而发生爆炸。

电石和水发生分解反应产生乙炔气体的过程是在乙炔发生器内进行的，产生的乙炔可立即用管路输送至焊、割炬使用，也可用乙炔瓶贮存和运输至施工地点使用。

3. 液化石油气的性质

液化石油气是炼油厂裂化石油过程中的副产品，它是多种可燃气体的混合物。其成分因来源不同而各有差异，但主要成分是丙烷(C_3H_8)、丁烷(C_4H_{10})、丙烯(C_3H_6)、丁烯(C_4H_8)和少量的乙烷(C_2H_6)、乙烯(C_2H_4)、戊烷(C_5H_{12})等碳氢化合物。

在常温常压下，液化石油气为气态，是一种略带臭味的无色气体。在标准状态下，液化石油气的密度为 $1.8\sim 2.5$ 公斤/立方米，比空气重(因此严禁在船舱内使用，以免舱底积气而造成爆炸事故)。

加上一定压力后(一般在 $78.4\sim 147$ 牛/厘米²)，液化石油气即由气态转变为液态所以液态石油气的瓶内都带有一定的压力。

液化石油气的蒸气压随着温度的升高而增大。例如在 0°C 时，丙烷蒸气压为 32.3 牛厘米²；而在 50°C 时，压力就会增大至 166 牛/厘米²。由于液化石油气瓶最大设计压力为 157 牛/厘米²，所以在使用过程中应避免气瓶受热，温度要低于 50°C ，保证气瓶在安全条件下工作。

液化石油气中的几种主要成分都能和空气构成具有爆炸性的混合气体，但具有爆炸危险的混合比值的范围较小。例如，丙烷在 $2.3\sim 9.5\%$ 的范围内；丁烷在 $1.9\sim 8.5\%$ 范围内。因此，比使用乙炔要安全些。

液化石油气达到完全燃烧所需要的氧气量比乙炔所需要的氧气量大。因此，用液化石油气代替乙炔气，氧气消耗量要多些。

液化石油气的火焰温度比乙炔的火焰温度低(例如主要成分为丙烷的燃烧温度为 $2000\sim 2850^\circ\text{C}$)，因此在气割时，预热时间相应地就要长一些。

液化石油气在氧中的燃烧速度较低(例如丙烷的燃烧速度是乙炔的四分之一左右)，因此要求割炬混合气体的喷出截面应大一些，以降低流出速度，这样才能保证良好的燃烧。

表1-4是液化石油气和乙炔气在燃烧时的主要特性对比。

表1-4 液化石油气和乙炔的主要燃烧特点

可燃气体 种 类	氧与可燃气 体的体积比	最低着火 点 (°C)	燃烧温度 (米/秒)	火焰温度 (°C)	气态燃烧热 (千卡/米 ³)
以丙烷为主体的 液化石油气	3.5	510	2.0	2100	20435
乙 炔	1.15	305	7.5	3100	12600

二、气焊用的材料

1. 焊丝

气焊时的填充金属——焊丝,熔化后作为焊缝的重要组成部分,它的选择及质量的好坏,直接影响气焊工艺性能和焊缝质量以及焊缝金属的机械性能,必须给予足够的重视。

(1) 对焊丝的基本要求

为了保证得到满意的工艺性能和合格的焊缝金属,所选择的气焊丝必须符合下面一些基本要求:

- 焊丝的化学成分和被焊金属的化学成分应基本上相符合;对有害成分(例如S、P)的控制则比被焊金属更应该严格一些,而且不允许混入其它杂物。
- 焊丝表面应该洁净、光亮、无锈。
- 焊丝的熔点和被焊金属的熔点应基本相近。
- 焊丝在熔化过程中,不应该产生强烈的气体蒸发和严重的飞溅现象。
- 能保证焊缝具有必要的致密性;不产生裂纹、气孔、夹渣等焊接缺陷。
- 能保证焊后形成的焊缝和焊接接头具有合格的机械性能。

(2) 焊丝的种类、牌号和适用范围

根据被焊金属材料性质的不同,选用不同成分的焊丝。焊丝可分为:碳素钢用焊丝;铜和铜合金用焊丝;铝和铝合金用焊丝;不锈钢用焊丝;耐热钢用焊丝;铸铁用焊丝等。

气焊低碳钢时,常用焊丝的化学成分见表1-5。

表1-5 部分国产低碳钢焊丝的化学成分

焊丝牌号	代 号	化 学 成 分 (%)							用 途
		碳C	硅Si	锰Mn	铬Cr	镍Ni	硫S 不大于	磷P 不大于	
焊08	H08	≤0.10	≤0.30	0.30~0.55	≤0.15	≤0.30	0.04	0.04	一般工件
焊08高	H08A	≤0.10	≤0.30	0.30~0.55	≤0.10	≤0.25	0.03	0.03	一般工件
焊08锰	H08Mn	≤0.10	≤0.30	0.80~1.10	≤0.15	≤0.30	0.04	0.04	要求较高的工件
焊08锰高	H08MnA	≤0.10	≤0.30	0.80~1.10	≤0.10	≤0.25	0.03	0.03	要求较高的工件
焊15	H15	0.11~0.18	≤0.30	0.35~0.65	≤0.20	≤0.30	0.04	0.04	中等强度工件
焊15锰	H15Mn	0.11~0.18	≤0.30	0.80~1.10	≤0.20	≤0.30	0.04	0.04	高强度工件

气焊铜和铜合金时，采用的国产铜焊丝的化学成分见表1-6。

表1-6 国产铜和铜合金焊丝的化学成分

牌 号	名 称	化 学 成 分 (%)							机 械 性 能					熔 点 (°C)	规 格 (目)	用 途		
		锡Sn	硅Si	锰Mn	磷P	锌Zn	铁Fe	铜Cu	试板材料	抗拉强度	延伸率	冷弯角						
										(牛/毫米 ²)	(%)	(度)						
		保证值	一般结果	保证值	一般结果	保证值	一般结果	保证值	一般结果	保证值	一般结果	保证值	一般结果					
丝201	特制紫铜焊丝	1.0~1.2	0.3~0.5	0.3~0.5	0.02~0.15	—	—	余量	—	—	—	—	—	—	1050	1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0	紫铜气焊	
丝202	低磷铜焊丝	—	—	—	0.20~0.40	—	—	余量	无氧铜或脱氧铜	—	147~176	—	—	—	60~120	1060	1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0	紫铜气焊
丝221	锡黄铜焊丝	0.8~1.2	0.15~0.35	—	—	余量	—	59~61	H62黄铜	≥333	392~441	—	20~25	—	—	890	1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0	黄铜气焊
丝222	铁黄铜焊丝	0.7~1.0	0.05~0.15	0.03~0.09	—	余量	0.35~1.2	57~59	H62黄铜	≥333	392~441	—	20~25	—	—	860	1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0	黄铜气焊
丝224	硅黄铜焊丝	—	0.3~0.7	—	—	余量	—	61~63	H62黄铜	≥333	392~441	—	20~25	—	—	905	1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0	黄铜气焊

气焊铝和铝合金时，采用的国产铝焊丝的化学成分和机械性能见表1-7。

表1-7 国产铝和铝合金用焊丝的化学成分和机械性能

牌 号	名 称	化 学 成 分 (%)					
		镁Mg	锰Mn	硅Si	铁Fe	钛Ti	铝Al
丝301	纯铝焊丝	—	—	≤0.3	≤0.3	—	≥99.5
丝311	铝硅合金焊丝	—	—	4.5~6.0	≤0.6	—	余量
丝321	铝锰合金焊丝	—	1.0~1.6	≤0.6	≤0.7	—	余量
丝331	铝镁合金焊丝	4.7~5.7	0.2~0.6	≤0.4	≤0.4	0.05~0.2	余量