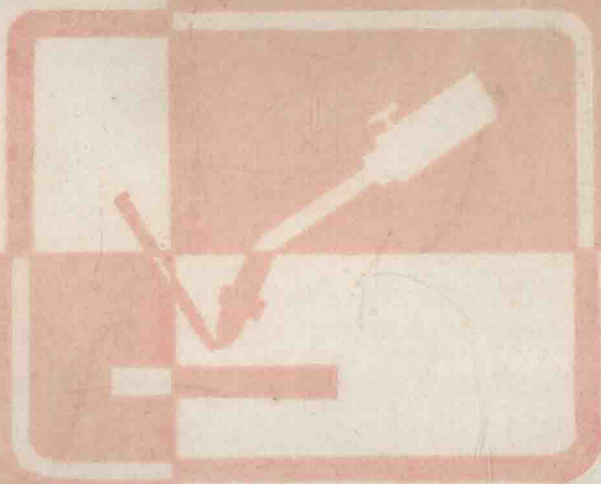


特种作业人员培训教材

焊工作业安全技术



河南省劳动保护教育中心
平顶山市劳动保护教育中心

特种作业人员培训教材

焊工作业安全技术



河南省劳动保护教育中心
平顶山市劳动保护教育中心

前 言

根据中华人民共和国国家标准《特种作业人员安全技术考核管理规则》，为了提高焊工作业人员的安全技术素质，做好培训、考核工作，我们编写了特种作业人员 培训 教材《焊工作业安全技术》。

本教材供培训考核焊工作业人员使用。

本教材由李喜兆、史界生、徐晓航同志任主编。参加编写的还有李继忠、史春弼、李建勋、贺宪章同志。

由于编者水平有限，可能有疏漏之处，欢迎读者指正。

编者

1988年6月

1989年12月修订

目 录

绪 论	(1)
一、焊接的分类	(1)
二、焊接作业是特种作业	(3)
三、学习焊接安全技术的目的和意义	(3)
第一章 气焊与气割安全技术	(5)
§ 1—1 概述	(5)
一、基本原理和安全特点	(5)
二、燃烧和爆炸的基本知识	(7)
三、气焊用可燃、助燃气体的性质	(10)
§ 1—2 电石使用的安全规则	(18)
一、物理化学性质	(18)
二、电石发生爆炸失火的原因	(20)
三、防爆防火措施	(21)
§ 1—3 焊接气瓶与管道安全措施	(23)
一、气瓶结构	(23)
二、气瓶发生爆炸事故的原因	(28)
三、气瓶防爆措施	(30)
四、减压器安全使用规则	(33)

五、管道发生燃烧、爆炸的原因……………(37)

六、管道防爆措施……………(39)

§ 1—4 焊炬与割炬安全要求……………(47)

一、焊炬的构造原理和安全要求……………(47)

二、割炬的构造原理和安全要求……………(49)

§ 1—5 乙炔发生器……………(51)

一、构造原理及其种类……………(51)

二、发生爆炸火灾的原因和分类……………(59)

三、对乙炔发生器的基本要求……………(61)

四、乙炔发生器的安全装置……………(62)

五、乙炔发生器的安全使用……………(72)

六、安全技术须知……………(74)

第二章 电焊安全技术……………(76)

§ 2—1 常用电焊方法的基本原理

和安全特点……………(76)

一、手工电弧焊……………(76)

二、气体保护焊……………(82)

三、等离子弧焊……………(90)

四、埋弧自动焊……………(96)

五、电渣焊……………(98)

六、接触焊……………(100)

§ 2—2 焊接安全用电……………(103)

一、电流对人体的作用……………(103)

二、电焊发生触电事故的原因·····	(105)
三、对焊接电源的安全要求·····	(106)
四、焊机的保护接零和接地装置·····	(107)
§ 2—3 电焊工具操作安全要求·····	(112)
一、一般安全措施·····	(112)
二、对焊钳和焊枪的安全要求·····	(113)
三、焊接电缆·····	(113)
四、电焊操作安全要求·····	(114)
§ 2—4 触电急救·····	(115)
一、迅速脱离电源·····	(115)
二、现场急救·····	(115)
三、人工呼吸法·····	(117)
四、外伤处理·····	(120)
第三章 特殊焊接作业安全技术·····	(122)
§ 3—1 燃料容器焊补安全要求·····	(122)
一、发生爆炸火灾的一般原因·····	(123)
二、置换焊补的安全措施·····	(123)
三、带压不置换焊补安全措施·····	(126)
§ 3—2 登高焊割作业安全措施·····	(129)
§ 3—3 水下焊割与切割安全技术·····	(131)
一、水下焊割作业工伤事故及其原因·····	(131)
二、水下焊割安全要求·····	(131)

第四章 焊接劳动卫生与防护 (135)

§ 4—1 有害因素的来源及危害 (135)

一、烟尘 (135)

二、有毒气体 (139)

三、放射性物质 (141)

四、电弧辐射 (141)

五、噪声 (142)

六、其它有害因素 (142)

§ 4—2 焊接卫生防护技术措施 (145)

一、通风防护措施 (145)

二、个人防护措施 (152)

三、改革工艺和改进焊接材料 (153)

§ 4—3 几种电焊方法的安全防护技术 (155)

第五章 焊接安全操作规程 (160)

一、电弧焊的一般规定 (160)

二、交流电焊机 (162)

三、直流电焊机 (162)

四、氩弧焊机 (163)

五、等离子切割机 (163)

六、二氧化碳气体保护焊 (164)

七、埋弧自动、半自动焊机 (165)

八、对焊机 (165)

九、点焊机 (166)

十、气焊设备的安全操作规程 (166)

绪 论

在现代工业生产中，需要把各种各样的零件按设计要求组装起来，焊接就是实现这种组装的办法之一。焊接工艺就是使两部分同质或非同质的材料，在外界能量的作用下，通过分子间的相互重新结合与扩散形成一个新的整体的全部过程。

焊接已有100多年的历史，碳弧焊接是1880年出现的，1903年乙炔火焰应用于切割和焊接上，奠定了焊接的技术基础。后来经各国焊接工作者的不断发掘，出现了一些焊接方面的新技术，并逐步成为一个完整的技术体系。焊接技术在国民经济中占有重要的地位，在工业生产中几乎都有应用。

一、焊接的分类

金属焊接可分为三大类：第一类是熔化焊，第二类是压力焊，包括熔化压力焊，第三类是钎焊。具体分类见表0-1。

熔化焊是采用一种高温热源将需要连接的两种同质或非同质的材料局部加热熔化，使两种物质的分子互相渗透，重新组合，冷凝后形成整体从而达到使两种材料互相连接的目的。这类焊接有铝热焊、气焊、电弧焊、电渣焊、气电焊和等离子焊等。

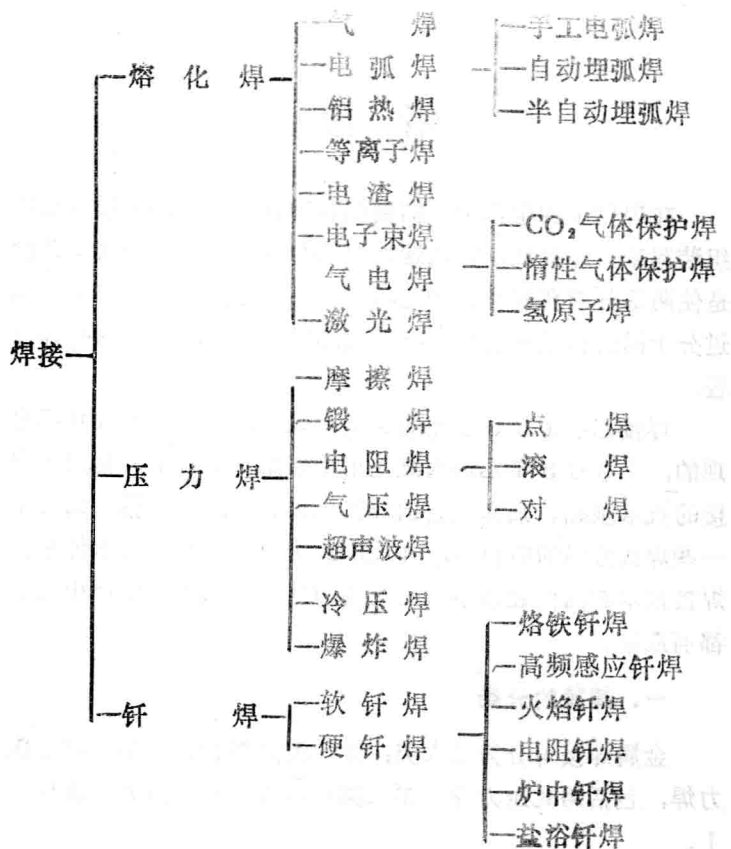


表 0—1 焊接的分类

压力焊是对某些金属材料施加足够的压力，使两种金属的接触部位互相渗透，重新组合以达到使两种金属牢固结合的目的。这类焊接方法有气压焊、爆炸焊等。

钎焊是两种高熔点的金属之间，添加低熔点的金属做焊剂，通过外界能量使低熔点金属熔化后向两种高熔点金属的接触面浸润，渗透而熔为一体的焊接方法。这种焊接方法按其加热方式不同分为烙铁钎焊、电阻钎焊、高频感应钎焊等，按照钎料的熔点又分为硬钎焊和软钎焊。

二、焊接作业是特种作业

焊接作业之所以被视为特种作业，是因为它对操作者本人，尤其对他人和周围设施的安全有重大危害因素。焊工需与各种易燃易爆气体、压力容器和电机电器接触，焊接过程中会产生有害气体、有害粉尘、弧光辐射、高频电磁场、噪声和射线等。上述危害因素在一定条件下可能引起爆炸、火灾、烫伤、急性中毒、触电等事故，导致操作者本人的伤亡，或引起尘肺、慢性中毒（锰中毒）、血液疾病、电光性眼炎和皮肤病等职业病症。此外，还可能危及设备、厂房和周围人员的安全，给国家和企业带来不应有的损失。

三、学习焊接安全技术的目的和意义

我国是社会主义国家，党和国家非常重视工人的安全与健康。国家标准《特种作业人员安全技术考核管理规则》中规定，从事特种作业的人员，必须进行安全教育和安全技术培训，经考核合格取得操作证后，方准独立作业。

学习焊接安全技术的目的在于使有关的管理人员、操作

工人掌握焊接操作的基本原理，操作技能和安全防护的方法，以及遇到紧急情况时能及时反应做出适当地处理，从而达到保护操作者自己和周围环境不遭到损害。随着焊接新技术的不断出现，劳动保护的措施也要不断地发展才能适应安全工作的需要。

正确地、符合安全程序地操作，才能使产品质量得到保证。所以重视焊接安全技术对产品的质量保证也有着重要的意义。

焊接安全技术研究的主要内容是防火、防爆、防触电以及在尘毒、磁场、辐射等条件下如何保障工人的身心健康，实现安全操作。还有一个重要的内容就是遇到危险时如何排除险情，实现安全生产。

焊接工人只有详细地了解焊接生产过程的特点和焊接工艺，工具及操作方法，才能深刻地理解和掌握焊接安全技术措施，严格地执行安全规程和实施防护措施，从而达到安全生产避免发生事故。

复 习 题

- 1、简述焊接的分类。你所干的工作属哪一类？
- 2、为什么焊接操作属于特种作业？

第一章 气焊与气割安全技术

§1—1 概 述

一、基本原理和安全特点

气焊是将化学能转变成热能的一种焊接方法，它是利用可燃气体与氧气混合燃烧的火焰加热金属的。气焊所用的可燃气体主要有乙炔和丙烷。

气焊应用的设备包括氧气瓶、乙炔发生器（或乙炔瓶）、回火防止器。应用的器具包括焊炬、减压器及橡皮管等。这些设备器具在工作时的应用情况见图1—1。

气焊时，焊缝的填充材料焊丝，可根据不同的金属选择低碳钢、铸铁、黄铜、青铜、铝等焊丝，有时就从被焊板材上切下条料作焊丝。

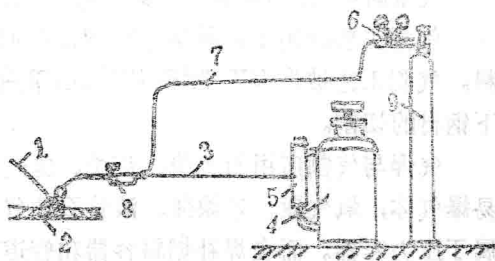


图1—1 气焊应用的设备和器具

焊接有色金属、铸铁和不锈钢时，还需要加焊粉，用以溶解

1—焊丝； 2—焊件； 3—焊炬；
4—乙炔发生器； 5—回火防止器；
6—氧气减压器； 7—氧气橡皮管；
8—乙炔橡皮管； 9—氧气瓶

和清除覆盖在焊材及熔池表面上的难熔的氧化膜，并在熔池表面形成一层熔渣保护熔池金属不被氧化，排除熔池中的气体、氧化物及其它杂质，改善熔池金属的流动性等，以获得优质接头。例如焊铝时采用氯化物（ KCl 、 $NaCl$ ）和氟化物（ NaF ）等组成的铝焊粉。此外还有铜焊粉，不锈钢及耐热钢焊粉等多种。

气焊主要应用于薄钢板、有色金属、铸铁件、硬质合金刀具等材料的钎焊，以及磨损、报废零部件的补焊。

气割是利用可燃气体与氧气混合燃烧的预热火焰，将金属加热到近于熔点，在纯氧射流中剧烈燃烧而将金属分开的加工方法。可燃气体与氧气的混合以及切割氧的喷射是利用割炬来完成的。气割所用的可燃气体主要是乙炔、丙烷和氢气。

气割时应用的设备和器具，除割炬外均与气焊相同。

气割主要应用于各种碳素结构钢和低合金结构钢材的备料。气割工艺被许多工业部门广泛地采用，此外还应用于水下钢材的切割。

气焊与气割所用的乙炔、丙烷、氢气和氧气等都是易燃易爆气体；氧气瓶、乙炔瓶、液化石油气瓶和乙炔发生器均属于压力容器。而在焊补燃料容器和管道时，还会遇到其它许多易燃易爆气体及各种压力容器，同时又使用明火。如果焊接设备或安全装置有故障，或者违反安全操作规程，就有可能造成爆炸和火灾事故。

在气焊火焰的作用下，尤其是气割时氧气射流的喷射，使火星、熔珠和铁渣四处飞溅，容易造成灼烫事故。而且较大的熔珠和铁渣能飞溅到距操作点5米以外的地方，引燃可

燃易爆物品，从而发生火灾与爆炸。

气焊与气割的火焰温度高达3000℃以上，被焊金属在高温作用下蒸发成金属蒸气。在焊接镁、铅、铜等有色金属及其合金时，除了这些金属蒸气以外，焊粉还散发出氯盐和氟盐的燃烧产物；黄铜的焊接过程中放散大量的锌蒸气；铅的焊接过程中放散铅和氧化铅蒸气等有害物质。在焊补操作中，还会遇到其它生产毒物和有害气体，尤其是在密闭容器、管道内的气焊操作，可能造成焊工中毒。

二、燃烧和爆炸的基本知识

1、燃烧

(一) 氧化与燃烧 根据化学定义，凡是使被氧化物质失去电子的反应都属于氧化反应。强烈的氧化反应，并伴随有热和光同时发出，则称为燃烧。物质不仅与氧的化合反应属燃烧，并且在一定条件下，与氯、硫的蒸气等的化合反应也属燃烧。但是物质和空气中的氧所起的反应是最普遍的，也是焊接发生火灾爆炸事故的主要原因。下面将着重讨论这一形式的燃烧。

(二) 燃烧的必要条件 发生燃烧必须具备三个条件，即可燃物质、氧或氧化剂和着火源。亦即发生燃烧的条件必须是可燃性物质和助燃物质共同存在，并有能导致着火的火源，例如火焰、电火花、灼热的物体等。

(三) 可燃物质的燃点、自燃点和闪点 可燃物质与火源接触而能着火，并于火源移去后仍能继续燃烧的最低温度称为燃点。

自燃点是指可燃物质受热升温而不需明火就能自行燃烧

的最低温度。自燃点越低，发生火灾的危险性越大。

可燃液体的蒸气和空气的混合物与火源接触时发生闪火的最低温度称为闪点。闪点越低，发生爆炸的危险性越大。可燃液体的闪点与燃点的区别是：在燃点时燃烧的不仅是蒸气，而且是液体，火源移开后仍能继续燃烧；而在闪点时，则移去火源闪燃即熄灭。

2、爆炸

(一) 定义和分类 广义地说，爆炸是物质在瞬间以机械功的形式释放出大量气体和大量能量的现象。爆炸可分为物理性爆炸和化学性爆炸两大类。

物理性爆炸是由物理变化引起的。例如蒸汽锅炉的爆炸，是由于过热的水迅速转变为蒸汽，且蒸汽压力超过锅炉强度极限而引起的，其破坏程度取决于锅炉蒸汽的压力。

化学性爆炸是由于物质在一个极短的时间内完成的化学变化，形成其它物质，同时放出大量热和气体的现象。

发生化学性爆炸的物质，按其特性可分为两类：一类是炸（火）药；另一类是可燃物质与空气形成爆炸性混合物。这里着重讨论后一类的特性。所有可燃气体，蒸汽及粉尘的爆炸性混合物都属于这一类。

(二) 爆炸极限 可燃物质（包括可燃气体、蒸气、粉尘）与空气的混合物，在一定的浓度范围内才能发生爆炸。可燃物质在混合物中能够发生爆炸的最低浓度称为爆炸下限；能够发生爆炸的最高浓度称为爆炸上限。在低于下限或高于上限的浓度时是不会发生着火爆炸的。爆炸下限和爆炸上限之间的范围为爆炸极限。爆炸极限一般是用可燃气体或可燃蒸气在混合物中的体积百分比来表示；可燃粉尘是用在单

位体积混合物中的重量(克/米³)来表示。例如乙炔和空气混合物的爆炸极限为2.2~81%；铝粉尘的爆炸下限为35克/米³等。可燃物质的爆炸下限越低，爆炸极限范围越宽，则爆炸的危险性越大。

影响爆炸极限的因素很多。爆炸性混合物的温度越高，压力越大，含氧量越多以及火源能量越大等，都会使爆炸极限范围扩大。容器直径越小，则爆炸极限范围也越小。

(三) 化学性爆炸的必要条件 凡是化学性爆炸，总是在下列三个条件同时具备时才能发生：a、可燃易爆物；b、可燃易爆物与空气混合并达到爆炸极限，形成爆炸性混合物；c、爆炸性混合物在火源的作用下。防止化学性爆炸的全部措施的实质，即是制止上述三个条件的同时存在。

3、爆炸性混合物的特性

(一) 直接与空气形成爆炸性混合物的特性

(1) 可燃气体的特性 可燃气体(如乙炔、氢)由于容易扩散流窜，而又无形迹可察觉，所以不仅在容器设备内部而且在室内通风不良的条件下，容易与空气混合，浓度能够达到爆炸极限。因此在生产、贮存和使用可燃气体的过程中，要严防容器、管道的泄漏，厂房内应加强通风，严禁明火。

(2) 可燃蒸气的特性 闪点低的易燃液体(如汽油、丙烷)在室温条件下能够蒸发较多的可燃蒸气。闪点高的可燃液体在加热升温超过闪点时，也能蒸发较多的可燃蒸气。因此在液体燃料容器、管道以及厂房、室内通风不良的条件下，可燃蒸气与空气混合的浓度往往可达到爆炸极限。所以在生产、贮存和使用可燃液体过程中要严防跑、冒、滴、漏，室内应加强通风换气。在暑热夏天贮存闪点低的易燃液体

时，必须采取隔热降温措施，严禁明火。

(3) 可燃粉尘的特性 可燃粉尘如果飞扬悬浮于空气中，浓度达到爆炸极限时，会形成爆炸性混合物，遇到火源就会发生爆炸。可燃粉尘飞扬悬浮于大气中有形迹可察觉。这类爆炸大多发生于生产设备、输送罩壳、干燥加热炉、排风管道等内部空间。因此，在生产、贮存和使用可燃粉尘过程中，必须采取防护措施，防止静电，严禁明火。在上述地点施焊时，必须事先采取措施，消除造成粉尘爆炸的危险因素。

(二) 间接与空气形成爆炸性混合物的特性 块、片、纤维状态的可燃物质，如电石、电影胶片、硝化棉等，虽然不能直接与空气形成爆炸性混合物，可是当这些物质与水、热源、氧化剂等作用时，迅速反应分解释放出可燃气体或可燃蒸气，然后与空气形成爆炸性混合物，遇火源也会发生爆炸。因此，在生产、贮存和使用这类可燃物质时，应采取防潮、密闭、隔热等相应安全措施。

三、气焊用可燃、助燃气体的性质

1、乙炔 乙炔是不饱和的碳氢化合物，它的化学式是 C_2H_2 。在常温和大气压力下，乙炔是一种无色气体，工业用乙炔因含有硫化氢 (H_2S) 及磷化氢 (PH_3) 等杂质，故具有特殊的臭味。在标准状态下，1米³乙炔重1.17公斤，比空气稍轻。

乙炔与空气混合燃烧时所产生的火焰温度为2350℃，而与氧气混合燃烧时所产生的火焰温度为3100~3300℃，因此用它足以溶化金属进行焊接。乙炔完全燃烧的反应式如下：