



职业安全卫生通用基础系列教材

焊工安全读本

劳动部职业安全卫生监察局 主编

劳动人事出版社

内 容 提 要

本书共分九章，对焊割作业的基本知识，安全操作技术以及焊割作业中的安全卫生防护技术作了比较详细的论述。

本书结合生产实际，通俗易懂，是各厂矿企业对焊工进行安全培训教育的理想教材，亦可供安全技术人员参考。

焊 工 安 全 读 本

劳动部职业安全卫生监察局主编

责任编辑 高永新

劳动人事出版社出版

(北京市和平里中街12号)

北京市北苑印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 32开本 4.625印张 102千字

1989年10月北京第1版 1989年10月北京第1次印刷

印数：10100册

ISBN 7-5045-0410-6/TB·008 定价：2.20元

前 言

为了贯彻国家标准（GB5306-85）《特种作业人员安全技术考核管理规则》和有关特种作业的考核标准，加强对特种作业人员的安全技术培训、考核和管理的工作，劳动部职业安全卫生监察局组织各省、市劳动部门和有关专家编写了一套全国统一的特种作业人员培训考核教材。

这套教材计有《电工安全读本》、《厂内驾驶安全读本》、《焊工安全读本》、《登高作业安全读本》五种，是依据各特种作业的考核标准，在总结各地培训经验的基础上编写而成的，并由劳动部职业安全卫生监察局组织有关专家审定。

《焊工安全读本》是这套教材中的一种。参加编写的有邓少雄、赵桂芝、袁逸、郑响明、虞维明、谢柏金、张志望、王海坤等同志。

劳动部职业安全卫生监察局

目 录

第一章 概述

第一节 金属的焊接与气割..... (1)

第二节 焊接与气割安全生产的重要性..... (6)

第二章 电弧焊接基本概念及其设备与工具

第一节 电弧焊接基本概念..... (9)

第二节 电焊机..... (11)

第三节 电弧焊工具..... (14)

第三章 电弧焊接发生事故的原因与预防措施

第一节 电流对人体的影响..... (19)

第二节 电弧焊接时产生触电事故的原因和预防措施..... (21)

第三节 电弧焊接时产生火灾爆炸事故的原因和预防措施..... (24)

第四章 各种电弧焊接作业的安全操作技术

第一节 手工电弧焊的安全操作技术..... (26)

第二节 其他焊接方法的安全操作技术..... (27)

第三节 焊割作业触电事故的现场急救..... (40)

第五章 气焊与气割用气体

第一节 氧气..... (50)

第二节 乙炔..... (51)

第三节 液化石油气..... (56)

第六章 气焊与气割用的设备和工具

第一节	气焊与气割设备	(59)
第二节	气焊与气割工具	(87)
第七章	焊接与气割现场安全作业	(106)
第八章	焊割作业的劳动卫生	
第一节	电弧辐射的损伤与防护	(112)
第二节	粉尘和有毒气体的危害与防护	(115)
第三节	高温热辐射的防护	(121)
第九章	焊割作业的防火技术	
第一节	燃烧的条件和防火基本措施	(123)
第二节	焊割设施的防火要求	(131)
第三节	禁火区的动火管理	(137)
第四节	一般的灭火措施	(138)
第五节	焊割作业中常用灭火器材	(139)

第一章 概 述

第一节 金属的焊接与气割

一、焊接的原理和分类

焊接是借助于原子的结合把两个分离的物体联结成一个整体的过程。为实现焊接过程，必须使两个被焊物体接近到原子间的力能够发生相互作用的程度。要达到这个目的，可利用加热，加压或两者并用，并且用或不用填充材料的方法来实现。

焊接方法可用于金属或非金属，但目前应用得最多的是金属的焊接。

焊接不仅可以应用于在静载荷、动载荷、疲劳载荷及冲击载荷下工作的结构，而且可以应用于在低温、高温、高压及有腐蚀介质条件下使用的结构。

随着社会生产和科学技术的发展，焊接已成为现代工业生产中不可缺少的加工方法，如石油的勘探、钻采、输送、迅速发展的石油、化纤工业中的金属容器、塔、杆构件、造船、锅炉、汽车、飞机、矿山机械、冶金、机械、电子、核能及宇航等工业部门都广泛采用焊接工艺。

为了适应工业生产和新兴技术中新材料，新产品的焊接需要，各种新的焊接方法不断出现。目前金属焊接方法的简单分类见表1，各种焊接方法的基本原理及用途见表2。

金属焊接方法的分类

表1

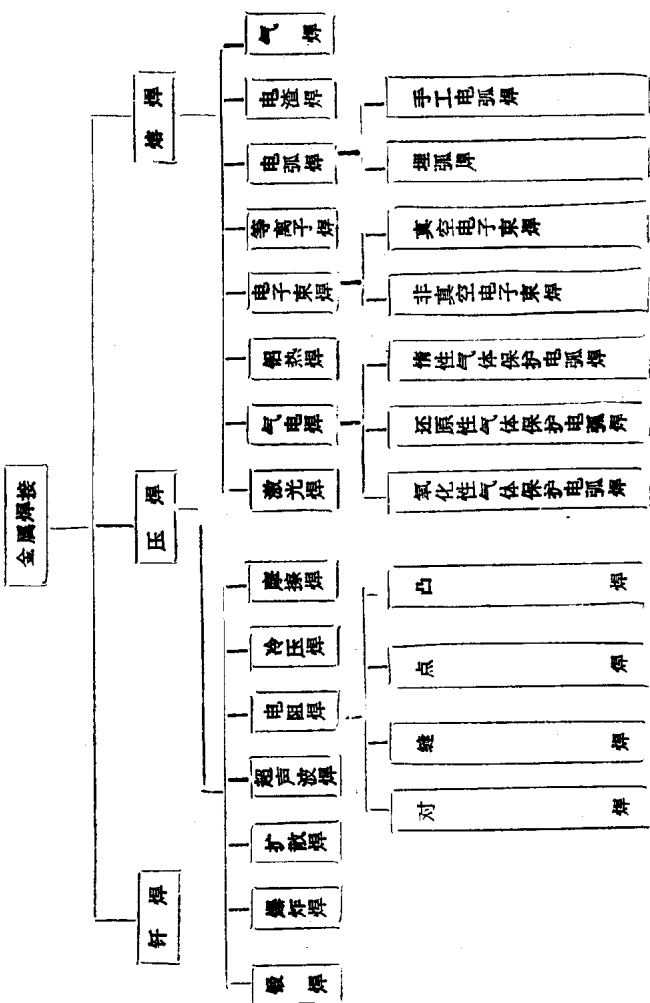


表2

各种焊接方法基本原理及用途

焊接方法	基 本 原 理	用 途
气 焊	利用氧气乙炔或其它气体火焰加热工件, 熔化焊料及工件表面部分而达到焊接目的。火焰温度约3000°C	适于焊接较薄工件、有色金属和铸铁等
电渣焊	利用电流通过熔渣产生的电阻热来熔化母材和填充金属进行焊接。它的加热范围大, 对厚的焊件能一次焊成	焊接大型和很厚的零部件, 也可进行电渣冶炼
手工电弧焊	利用电弧作为热源熔化焊条和母材而形成焊缝的一种焊接方法	应用范围广, 适于焊短小焊缝及全位置焊缝
埋弧焊	电弧在焊剂层下燃烧, 利用颗粒状焊剂作为金属熔池的复盖层, 焊剂靠近熔池处熔融并形成气泡将空气隔绝使之不侵入熔池, 焊丝自动送入焊接区, 焊缝质量好, 成形美观	适用于长焊缝焊接, 焊接电流大, 生产率高
等离子焊	利用气体在电弧内电离后, 再经过热收缩效应和磁收缩效应而产生的一束高度高温热源来进行熔焊。等离子体能量密度大、温度高, 通常达20000°C左右	可用于焊接不锈钢、高强度合金钢、耐热合金钢以及钛、铜、钎合金等。并可焊接高温点及高导热性金属
气电焊	利用气体保护焊接区的电弧焊, 气体作为金属熔池的保护层将空气隔绝。采用的气体有惰性气体, 还原性气体和氧化性气体	用于自动或手工焊接铝、钛、铜等有色金属及其合金; 氧化性气体保护焊用于普通碳素钢及低合金钢材料的焊接
真空电子束焊	利用电子枪发射高能电子束在真空中轰击焊件, 使电子的动能变为热能, 以达到熔焊的目的	主要用于尖端技术方面的活泼金属高温点金属和高纯度金属的焊接
非真空电子束焊	利用电子枪发射高能电子束, 此电子束具有足够的能量密度, 能在大气中轰击焊件, 以达到熔化金属、形成焊缝的目的	适于焊接不锈钢等材料。也有焊接结构钢的可能
钎热焊	钎粉及氧化铁粉按一定比例配制成的钎热焊剂, 经点燃后形成钎热钢, 将钎热钢注入预先设置的型腔内, 使接头局部熔化达到焊接目的	主要用于钢轨连接或修理
激光焊	利用聚焦的激光光束对工件接缝进行加热熔化的焊接方法	适用于铝、铜、银、不锈钢、钛、钨等金属的焊接

(续)

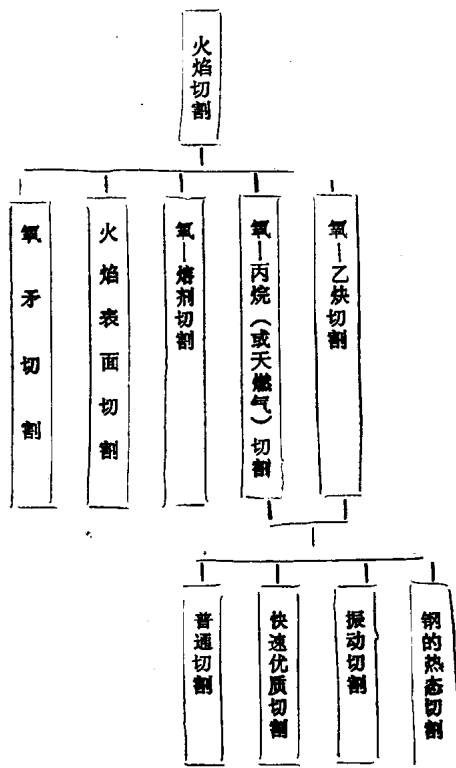
焊接方法	基本原理	用途
电阻焊	利用电流通过焊件产生的电阻热、加压进行焊接的方法,可分点焊、缝焊、对焊。点、缝焊是把焊件加热到局部熔化状态同时加压。对焊时焊件加热到塑性状态或表面熔化状态,同时加压	可焊接薄板、板料、棒料
	利用焊件摩擦产生的热量将工件加热到塑性状态,然后加压形成接头	用于焊接导热性好、易氧化的金属,如有色金属及其合金
	不加热,只靠强大的压力,使工件产生很大程度的塑性变形,工件的接触面上金属产生流动,破坏了氧化膜,并在强大压力作用下,借助于扩散和再结晶过程使金属焊在一起	主要用于导线焊接
超声波焊	利用声能向焊件传递由超声波振动产生的机械能并施加压力,而实现焊接的方法	点焊和缝焊有色金属及其合金薄板
锻焊	焊件在炉内加热后,用锤锻使焊件在固相状态结合的方法	焊接板材
扩散焊	在一定的时间、温度或压力的作用下,两种材料在相互接触的界面上发生扩散和连接的过程	能焊弥散强化高温合金、纤维强化复合材料、非金属材料、难熔和活性金属材料
爆炸焊	以炸药爆炸为动力,借高速倾斜碰撞,使两异种(或同种)金属材料在高压下焊成一体的方法	制造复合板材
钎焊	采用比母材熔点低的材料作填充金属,利用加热使填充金属熔化,母材不熔化,借液态填充金属与母材之间的毛细现象和扩散作用实现焊件连接的方法	一般用于焊接薄的,尺寸较小的工件

二、气割的原理和分类

金属的切割方法很多,根据热源(或能源)的产生情况不同,可分火焰切割(又称气割)、电弧切割和激光切割等,常用的火焰切割是氧——乙炔切割。火焰切割的分类见表3。

表3

金属火焰切割的分类



气割是利用气体火焰将金属预热到能够在氧气流中燃烧的温度，然后开放切割氧，将金属剧烈氧化成熔渣。

且释放大量的热。金属燃烧时形成的氧化物，在熔化状态时被切割氧流吹掉，金属被切割开来。如果将割炬沿着直线或曲线以一定速度移动，则金属的燃烧也将沿着该线进行。气割示意图1。

金属进行氧-乙炔切割的条件是：

(一) 金属的燃烧温度应低于熔化温度，若未达到燃烧

温度就已开始熔化，变成液态，则不能进行切割。如铜、铝及铸铁等的燃点比熔点高，不能采用普通的氧——乙炔切割方法进行切割。

(二) 金属氧化物的熔点应低于该金属的熔点，而且氧化物的流动性应较好。如铜、铝、铬、镍等金属，其氧化物的熔点高于金属本身的熔点，不能采用普通的氧—乙炔切割方法进行切割。

(三) 金属在氧中的燃烧，应为放热反应。金属燃烧时放出的高热量应能维持切割过程的进行。

(四) 金属的导热率要低，否则热量散发太快，切割区的金属预热不能达到燃烧温度，切割不能进行。

(五) 金属中阻碍气割过程和提高钢淬硬性的杂质要少，否则难以切割。

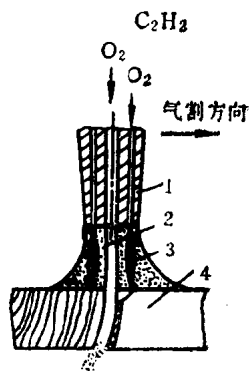


图1 气割示意图

1-割嘴 2-切割氧射流

3-预热焰 4-割件

第二节 焊接与气割安全生产的重要性

进行焊接、气割的作业人员要与易燃、易爆的气体，以及各种等级的电流、电压的设备、压力容器、管道等接触；在焊接、气割过程中还会产生有害气体、金属蒸气和粉尘；电弧和气体火焰等热源都是高温，同时电弧还放射对人体有害的射线；在安装设备时常需要高空作业……。因此，如果在设备上或操作上存在问题，就可能引起灼伤、失火、爆炸、触电、中毒以及其他各种事故。这不仅给国家财产造成损

失，而且直接影响焊接、气割作业人员及其他工作人员的安全。

焊接、气割技术应用广泛，几乎涉及到所有工业部门，随着我国科学技术和工农业生产的不断发展，焊接、气割作业人员的队伍正在迅速扩大。因此，对焊接、气割作业人员进行专业的安全技术操作教育和考核、预防各种事故的发生，就显得十分重要了。

党和政府对焊接、气割作业人员的安全健康一直非常重视。为进一步贯彻执行安全生产方针，加强安全管理，以保证职工在生产中的安全和健康，促进生产的发展，中共中央《关于认真做好劳动保护工作的通知》中指出：“……加强劳动保护工作，搞好安全生产、保护职工的安全和健康，是我们党的一贯方针，是社会主义企业管理的一项基本原则……”。国务院《关于加强企业生产中安全工作的几项规定》中明确规定：“……对于电气、起重、受压容器、焊接、车辆驾驶、爆破、瓦斯检验等特殊工种的工人，必须进行专门的安全操作技术训练，经过考核合格后，才能准许他们操作……”。国务院发布的《工厂安全卫生规程》以及劳动部门试行的《气瓶安全监察规程》等，对焊接、气割的安全技术也都有明确的要求。

为进一步把特殊工种的作业人员安全技术培训、考核、复审工作规范化，国家标准局（批准）以中华人民共和国国家标准的形式发布了《特种作业人员安全技术考核管理规则》（GB5306—85），对培训、考核和发证、复审都作了统一规定。其复审规定：“复审本种作业的安全技术理论和实际操作；复审不合格者，可在两个月内再进行一次复审，仍不合格者，收缴操作证。凡未经复审者，不得继续独立作

业。复审期限，……两年进行一次。”目前《金属焊接（气割）作业人员安全技术考核标准》（中华人民共和国国家标准）也在加紧制订。

因此，各工厂企业要落实各项安全措施和组织措施，加强安全管理和安全技术培训，使广大焊接、气割作业人员了解和掌握安全操作技术，增强工作的责任心这对实现安全生产将具有十分重要的意义。

思 考 题

1. 焊接、气割应用于哪些工业部门？为什么得到广泛的应用？
2. 焊接、气割工人工作的特点是什么？
3. 为什么说焊接、气割安全技术特别重要？
4. 党和政府如何关心焊接、气割工人的安全健康？

第二章 电弧焊接基本概念 及其设备与工具

第一节 电弧焊接基本概念

电焊包括电弧焊、电阻焊、电渣焊等方式，其中电弧焊接是现代焊接方法中应用最广泛的焊接方法。据统计，电弧焊在各国焊接生产劳动总量中一般占60%以上。

一、焊接电弧

焊接时，将焊条与焊件接触后迅速分离，在焊条与焊件间立即产生了明亮的电弧。这种在加有一定电压的电极之间或电极与焊件之间的空气间隙中产生的持久而强烈的放电现象称为焊接电弧。焊接电弧是一种通过气体的放电现象（见图2）。焊接电弧具有把电能转变为热能的作用，电弧焊就

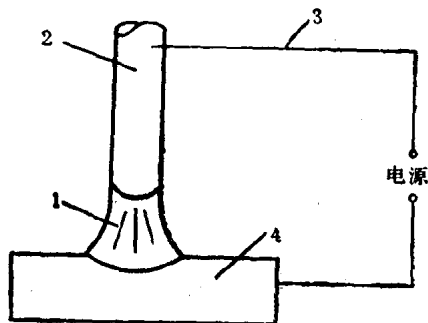


图2 焊接电弧示意图

1-电弧 2-焊条 3-电缆线 4-焊件

是利用这种电弧热的作用使焊条金属和母材金属熔化形成焊缝的一种焊接方法。

要使电弧引燃并连续燃烧，必须使两个电极间的气体变成导电体，这是电弧产生并维持燃烧的重要条件。

使气体导电的方法是把气体电离，气体电离后，原来气体中的一些中性微粒变为电子、阳离子等带电质点，电流通过气体间隙形成了电弧。

二、电弧特性

电弧具有二个特性，就是电弧放出强烈的光和释放大量的热。电弧放出的光和热被广泛应用于各个部门，如探照灯是利用电弧的光，而电弧焊是利用电弧的热。

三、焊接电弧的构造

焊接电弧是由阴极区、阳极区和弧柱三部分组成（见图3），一般手工电弧焊，阴极区温度约 2400°C ，阳极区温度约 2600°C ，弧柱中心温度达 $6000\sim 8000^{\circ}\text{C}$ 。

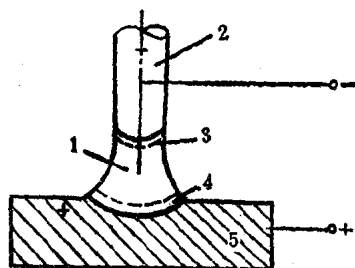


图3 焊接电弧的组成

1-弧柱区 2-焊条 3-阴极区 4-阳极区 5-焊件

电弧电压是由阴极区电压降，阳极区电压降以及弧柱电压降组成的。

第二节 电 焊 机

电弧焊接时，把向电弧供给电能的设备——焊接电源称作电焊机。手工电弧焊接电源分交流和直流两类，即交流弧焊机和直流弧焊机。而直流弧焊机包括旋转式直流焊机和焊接整流器，旋转式直流焊机习惯称直流弧焊机

一、电弧焊对电焊机的要求

焊接电源的结构及特性与一般电源不同。为保证焊接电弧稳定持续燃烧，焊接电源应满足下列基本要求：

（一）陡降的外特性

焊接电源在其他参数不变的情况下，其电弧电压与输出电流间的关系，称焊接电源的外特性。用来表示这一关系的曲线，称焊接电源的外特性曲线。

为保证电弧的稳定燃烧，引弧容易，手工电弧焊接时对焊接电源外特性的要求必须是下降的，见图4。曲线 U 为电弧电压 U_0 为电焊机的空载电压， I 为焊接电流 I_s 为短路电流。下降的外特性不但能保证电弧稳定燃烧，而且能保证在短路时，不会产生过大的短路电流而保护电焊机不被烧坏。

（二）适当的空载电压（ U_0 ）。

当电焊机没有负载时，输出电流为零，此时电焊机

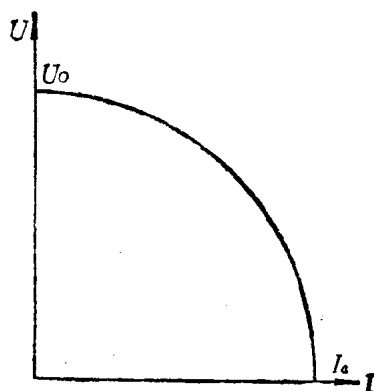


图4 电焊机的下降外特性曲线

的端电压称为空载电压。从容易引燃电弧及电弧稳定燃烧的角度考虑，电焊机的空载电压越高越好，但过高的空载电压将危及焊工的安全，因此从安全角度考虑，必须限制电焊机的空载电压。我国生产的电焊机，其直流电焊机的空载电压不高于90伏，交流电焊机的空载电压不高于85伏。

（三）良好的动特性

焊接电弧的燃烧是复杂而变化的。焊接时，电流电压不断变化，电焊机要有随着电弧的长短而升降电压的特性，把电焊机适应电弧变化的特性，称为电焊机的动特性。动特性良好的电焊机引弧容易，电弧燃烧稳定，电弧突然拉长一些不易熄灭，飞溅少等。

（四）具有适当的功率

对于不同结构的产品，需选择不同的焊接电源及功率，因而电焊机必须具有适当的功率，以供选择。

（五）焊接电流能在较大范围内均匀灵活的调节

电流调节应方便、灵活、可靠，以保证焊接规范的选择和焊接工作的顺利进行。一般最大输出电流为最小输出电流的5倍以上。

二、电焊机的型号

我国电焊机型号是采用汉语拼音字母和阿拉伯数字统一编制的。见图5所示。

三、焊接变压器

焊接变压器即交流电焊机，是一种特殊的降压变压器。交流电焊机具有构造简单、维修方便、节省电能与材料、焊接时不产生磁偏吹等优点，因而应用广泛。它的缺点是电弧不够稳定、安全性能差。

按结构和调节电流的方式不同，焊接变压器分漏磁式和