

全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材

QUANGUO TEZHONG ZUOYE RENYUAN ANQUAN JISHU PEIXUN KAOHE TONGBIAN JIAOCAI

金属焊接与切割作业

国家经贸委

安全生产局 / 组织编写

JINSHU HANJIE YU QIEGE ZUOYE



气象出版社

全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材
QUANGUO TEZHONG ZUOYE RENYUAN ANQUAN JISHU PEIXUN KAOHE TONGBIAN JIAOCAI

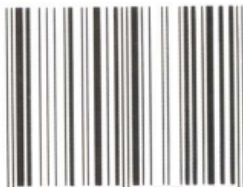


金属焊接与切割作业

JINSHU HANJIE YU QIEGE ZUOYE

- ④ 《电工作业》
- ④ 《金属焊接与切割作业》
- ④ 《起重机司机》
- ④ 《起重司索指挥作业》
- ④ 《厂内机动车辆驾驶员》
- ④ 《工业制冷与空调作业》
- ④ 《小型制冷与空调作业》

ISBN 7-5029-3324-7



9 787502 933241 >

ISBN 7-5029-3324-7/TG · 0001

定价：18.50元

全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材

金属焊接与切割作业

国家经贸委安全生产局组织编写

编写 徐继达 徐晓航 孙志新 等

审定 王文翰

化学工业出版社

内 容 简 介

本书主要介绍各类常用的金属焊接与切割的基本原理、主要设备和操作技术以及相应的安全技术。包括焊接与切割基础知识、电阻焊、钎焊、气体保护电弧焊和等离子弧焊与切割、气焊与气割、焊条电弧焊与电弧切割、埋弧焊、特殊焊接作业安全技术、焊接与切割安全用电、焊接与切割的防火防爆、焊接与切割劳动卫生与防护、焊接与切割事故案例分析等内容。

全书将技术与安全、理论与实际操作技术融为一体,突出常用焊接切割方法中的安全操作技术,内容翔实、全面实用,叙述通俗易懂。

本书主要作为焊工的安全操作资格的培训教材,也可用于大、中专院校相关专业的教学参考书,还可用于焊接与切割技术、管理、销售人员的培训和自学。

图书在版编目(CIP)数据

金属焊接与切割作业/国家经贸委安全生产局组织编写. —北京:气象出版社,2002.3

全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材

ISBN 7-5029-3324-7

I. 金… II. 国… III. ①焊接-技术培训-教材
②金属-切割-技术培训-教材 IV. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 012401 号

气象出版社出版

(北京中关村南大街 46 号 邮编:100081 电话:68407061)

责任编辑:成秀虎 终审:黄润恒

封面设计:刘扬 责任技编:陈红 责任校对:宋春香

*

北京市白河印刷厂印刷

气象出版社发行 全国各地新华书店经销

*

开本:850×1168 1/32 印张:13.5 字数:352 千字

2002 年 3 月第一版 2002 年 3 月第一次印刷

印数:1~10000 定价:18.50 元

前 言

电工作业、金属焊接切割等一些特种作业容易发生伤亡事故，对操作者本人、他人及周围设施、设备的安全造成重大危害。从统计资料分析，大量的事故都发生在这些作业中，而且多数都是由于直接从事这些作业的操作人员缺乏安全知识，安全操作技能差或违章作业造成的。因此，依法加强直接从事这些作业的操作人员，即特种作业人员的安全技术培训、考核非常必要。

为保障人民生命财产的安全，促进安全生产，《劳动法》、《矿山安全法》、《消防法》等有关法律、法规作出了一系列的规定，要求特种作业人员必须经过专门的安全技术培训，经考核合格取得操作资格证书，方可上岗作业。原劳动部曾制定了相应的培训考核管理规定和培训考核大纲，并编写了特种作业人员培训考核统编教材，对推动此项工作发挥了重要作用。1998年国务院机构改革后，原劳动部承担的职业安全监察、矿山安全监察及安全综合管理职能划入国家经贸委。为适应社会主义市场经济的发展和劳动用工制度改革、劳动力流动频繁的新形势，防止各地特种作业人员实际操作水平的参差不齐，避免重复培训、考核和发证，减轻持证人员的负担和社会的总体运营成本，统一规范特种作业人员的培训、考核工作，国家经贸委发布了《特种作业人员安全技术培训考核管理办法》（国家经贸委令第13号），在全国推广使用具有防伪功能的IC卡《中华人民共和国特种作业操作证》，实行统一的培训大纲、考核标准、培训教材及证件。

为此，在总结经验并广泛征求各方面意见的基础上，国家经贸委安全生产局组织有关单位的专家、技术人员编写了这套教材。本套教材包括：《电工作业》、《金属焊接与切割作业》、《厂内机动车辆驾驶员》、《起重机司机》、《起重司索指挥作业》、《小型制冷与空调

作业》、《工业制冷与空调作业》、《信号工、拥罐工》、《矿井泵工》、《矿井通风工》、《主扇风机操作工》、《主提升机操作工》、《绞车操作工》、《带式输送机操作工》、《矿用机车司机》、《铲运机司机》、《矿用汽车驾驶员》、《尾矿工》、《安全检查工》等 20 余种教材,由罗音宇、王红汉、张静、徐晓航、曲世惠主编,闪淳昌、杨富、任树奎主审。

本套教材在编审过程中,得到了武汉安全环保研究院、天津市劳动保护教育中心、河南省劳动保护教育中心、北京市事故预防中心、青岛市安全生产监督管理局、武钢矿业公司、大冶有色金属公司、鲁中冶金矿业公司、淮南矿务局、大冶铁矿、铜录山铜矿、梅山铁矿、马钢南山铁矿、南芬铁矿、鸡冠咀金矿、湖北省经贸委安全生产处、湖南省经贸委安全生产处、山东省安委会办公室等单位的大力支持,在此,谨对上述单位表示谢意。

本套教材介绍了特种作业人员必须掌握的安全技术知识,包括基本理论知识和实际操作技能,融科学性、实用性、系统性于一体,是特种作业人员上岗前,为取得《中华人民共和国特种作业操作证》进行安全技术培训的指定教材,也是上岗后不断巩固、提高的工具书,同时也可供有关管理人员、工程技术人员及大专院校师生参考。

《金属焊接与切割作业》一书由河南省劳动保护监测检验宣传教育中心承担编写组织工作,参加编写的人员有郑州大学徐继达、卢广玺、汤文博,河南省劳动保护宣传教育中心徐晓航、曹丽霞、陈敏华,安阳市劳动安全卫生检测站孙志新、陶毅、孙健,由徐继达任主编,徐晓航、孙志新任副主编;由解放军信息工程学院王文翰审阅。

国家经贸委安全生产局

2000.12

企业特种作业人员上岗取证必备
国家安全生产监督管理局权威指定
全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材

通用系列(适用于所有企业)

电工作业	19.80 元
金属焊接与切割作业	18.50 元
厂内机动车辆驾驶员	13.00 元
小型制冷与空调作业	15.00 元
工业制冷与空调作业	16.20 元
起重机司机	15.00 元
起重司索指挥作业	10.00 元

矿山系列:(适用于矿山企业)

矿井泵工	10.00 元
主扇风机操作工	9.50 元
主提升机操作工	15.00 元
带式输送机操作工	10.00 元
铲运机司机	12.00 元
矿用汽车驾驶员	13.80 元
尾矿工	(待出)

我社还有其它安全类图书出版和销售,欢迎垂询!

出版咨询电话:(010)68407061

销售电话:(010)62175925

目 录

第一章 焊接与切割基础知识	(1)
第一节 焊接与切割概述.....	(1)
第二节 金属学及热处理基本知识.....	(7)
第三节 常用金属材料的一般知识	(15)
第四节 焊接工艺基础知识	(28)
第二章 气焊与气割	(55)
第一节 气焊与气割的基本原理、适用范围与安全特点	(55)
第二节 气焊气割火焰及工艺参数的选择	(58)
第三节 气焊气割常用气体的性质及使用安全要求 ..	(68)
第四节 电石和乙炔发生器(站)的使用安全要求	(77)
第五节 常用气瓶的结构和使用安全要求	(92)
第六节 输气管道安全技术要求.....	(104)
第七节 焊炬、割炬等附件的构造、工作原理和安全 要求.....	(107)
第八节 气焊气割安全操作.....	(129)
第三章 焊条电弧焊与电弧切割	(139)
第一节 焊条电弧焊与电弧切割的工作原理、适用范围 及安全特点.....	(139)
第二节 焊条及焊接参数的选择方法.....	(145)
第三节 焊条电弧焊与电弧切割设备的基本结构和工作 原理.....	(155)
第四节 焊条电弧焊的操作和安全要求.....	(164)
第五节 电弧切割的操作和安全要求.....	(173)
第四章 埋弧焊	(177)
第一节 埋弧焊的工作原理及特点.....	(177)

第二节	埋弧焊设备的结构和工作原理·····	(180)
第三节	埋弧焊的焊接材料·····	(182)
第四节	埋弧焊的操作技术和安全特点·····	(186)
第五章	气体保护电弧焊和等离子弧焊与切割·····	(189)
第一节	气体保护电弧焊的工作原理、适用范围和安全特点·····	(189)
第二节	钨极惰性气体保护焊及安全操作·····	(191)
第三节	熔化极气体保护焊设备的组成和工作原理·····	(201)
第四节	二氧化碳气体保护焊和药芯焊丝电弧焊及其安全操作·····	(206)
第五节	熔化极惰性气体保护焊和混合气体保护焊及其安全操作·····	(213)
第六节	等离子弧焊接与切割及安全操作·····	(221)
第六章	电阻焊·····	(230)
第一节	电阻焊的基本原理·····	(230)
第二节	点焊·····	(236)
第三节	缝焊·····	(243)
第四节	凸焊·····	(248)
第五节	对焊·····	(254)
第六节	电阻焊设备及安全操作·····	(267)
第七章	钎焊·····	(277)
第一节	钎焊原理及适用范围·····	(277)
第二节	钎焊生产工艺·····	(280)
第三节	钎焊方法·····	(285)
第四节	常用金属材料的钎焊·····	(290)
第五节	钎料及其选用方法·····	(293)
第六节	钎剂及其选用方法·····	(302)
第七节	钎焊操作中的安全与防护·····	(306)
第八章	特殊焊接与切割作业安全技术·····	(312)

第一节	化工及燃料容器、管道的焊补安全技术	(312)
第二节	登高焊接与切割的安全技术	(318)
第三节	水下焊接与切割的安全技术	(320)
第九章	焊接与切割安全用电	(327)
第一节	焊接与切割作业用电基本知识	(327)
第二节	焊接与切割设备的安全用电要求	(343)
第三节	焊接与切割操作中常见的触电事故的原因及 防范措施	(350)
第四节	触电急救方法	(361)
第十章	焊接与切割的防火防爆	(371)
第一节	燃烧与爆炸的基础知识	(371)
第二节	焊接与切割作业中发生火灾、爆炸事故的原因 及防范措施	(380)
第三节	火灾、爆炸事故的紧急处理方法	(381)
第四节	灭火技术	(382)
第十一章	焊接与切割劳动卫生与防护	(388)
第一节	有害因素的来源及危害	(388)
第二节	焊接与切割作业的劳动卫生及防护措施	(398)
第三节	补焊化工设备的防中毒措施	(408)
第十二章	典型事故案例及事故原因分析	(412)

第一章 焊接与切割基础知识

第一节 焊接与切割概述

一、焊接与切割的基本原理及分类

(一) 基本原理

在金属结构及其它机械产品的制造中常需将两个或两个以上的零件按一定的形式和尺寸联接在一起,这种联接通常分两大类,一类是可拆卸的联接,就是不必损坏被联接件本身就可以将它们分开,如螺栓联接等,见图 1-1。另一类联接是永久性联接,即必须在毁坏零件后才能拆卸,如焊接。

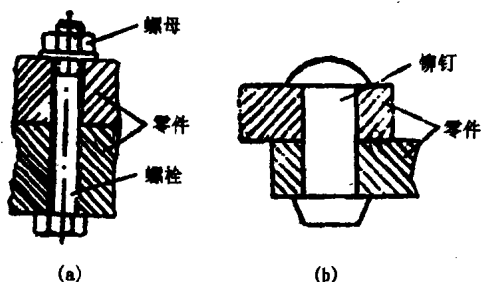


图 1-1 机械联接

(a) 螺栓联接 (b) 铆钉联接

焊接就是通过加热或加压,或两者并用,并且使用或不用填充材料,使工件达到结合的方法。

为了获得牢固的结合,在焊接过程中必须使被焊件彼此接近到原子间的力能够相互作用的程度。为此,在焊接过程中,必须对需要结合的地方通过加热使之熔化,或者通过加压(或者先加热到

塑性状态后再加压),使之造成原子或分子间的结合与扩散,从而达到不可拆卸的联接。

(二) 焊接方法的分类

按照焊接过程中金属所处的状态及工艺的特点,可以将焊接方法分为熔化焊、压力焊和钎焊三大类。

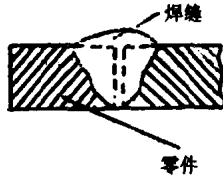


图 1-2 永久性联接焊接

熔化焊是利用局部加热的方法将联接处的金属加热至熔化状态而完成的焊接方法。在加热的条件下,增强了金属原子的功能,促进原子间的相互扩散,当被焊接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,因此冷却凝固后,即可形成牢固的焊接接头。常见的气焊、电弧焊、电渣焊、气体保护焊、等离子弧焊等均属于熔化焊的范畴。

压力焊是利用焊接时施加一定压力而完成焊接的方法。这类焊接有两种形式,一是将被焊金属接触部分加热至塑性状态或局部熔化状态,然后施加一定压力,以使金属原子间相互结合形成牢固的焊接接头,如锻焊、接触焊;摩擦焊和气压焊等就是这种类型的压力焊方法。二是不进行加热,仅在被焊金属接触面上施加足够的压力,借助于压力所引起的塑性变形,以使原子间相互接近而获得牢固的压挤接头,这种压力焊的方法有冷压焊、爆炸焊等。

钎焊是把比被焊金属熔点低的钎料金属加热熔化至液态,然后使其渗透到被焊金属接缝的间隙中而达到结合的方法。焊接时被焊金属处于固体状态,工件只适当地进行加热,没有受到压力的作用,仅依靠液态金属与固态金属之间的原子扩散而形成牢固的焊接接头。钎焊是一种古老的金属永久联接的工艺,但由于钎焊的金属结合机理与熔焊和压焊是不同的,并且具有一些特殊的性能,所以在现代焊接技术中仍占有一定的地位,常见的钎焊方法有烙铁钎焊、火焰钎焊、感应钎焊等多种方法。

焊接方法的分类可见图 1-3 所示。

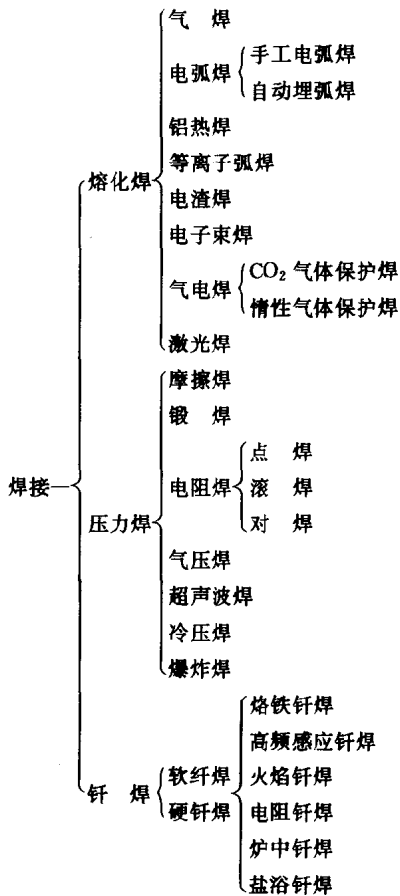


图 1-3 焊接的分类

(三) 切割的方法和分类

按照金属切割过程中加热方法的不同大致可以把切割方法分为火焰切割、电弧切割和冷切割三类。

1. 火焰切割

按加热气源的不同,分为以下几种。

(1) 气割

气割(即氧—乙炔切割)是利用氧—乙炔预热火焰使金属在纯氧气流中能够剧烈燃烧,生成熔渣和放出大量热量的原理而进行的。

(2) 液化石油气切割

液化石油气切割的原理与气割相同。不同的是液化石油气的燃烧特性与乙炔气不同,所使用的割炬也有所不同:它扩大了低压氧喷嘴孔径及燃料混合气喷口截面,还扩大了对吸管圆柱部分孔径。

(3) 氢氧源切割

利用水电解氢氧发生器,用直流电将水电解成氢气和氧气,其气体比例恰好完全燃烧,温度可达 2800~3000℃,可以用于火焰加热。

(4) 氧熔剂切割

氧熔剂切割是在切割氧流中加入纯铁粉或其它熔剂,利用它们的燃烧热和废渣作用实现气割的方法为氧熔剂切割。

2. 电弧切割

电弧切割按生成电弧的不同可分为:

(1) 等离子弧切割

等离子弧切割是利用高温高速的强劲的等离子射流,将被切割金属部熔化并随即吹除、形成狭窄的切口而完成切割的方法。

(2) 碳弧气割

碳弧气割是使用碳棒与工件之间产生的电弧将金属熔化,并用压缩空气将其吹掉,实现切割的方法。

3. 冷切割

切割后工件相对变形小的切割方法有:

(1) 激光切割

激光切割是利用激光束把材料穿透,并使激光束移动而实现切割的方法。

(2) 水射流切割

水射流切割是利用高压换能泵产生出 200~400MPa 的高压水的水束动能,来实现材料的切割。

二、焊接与切割的发展概况及应用

(一) 焊接与切割技术的发展概况

我国是最早应用焊接技术的国家之一。根据考古发现,远在战国时期的一些金属制品,就已采用了焊接技术。从河南辉县玻璃阁战国墓中出土的文物证实,其殉葬铜器的本体、耳、足就是利用钎焊来联接的;在 800 多年前宋代科学家沈括所著的《梦溪笔谈》一书,就提到了焊接方法。其后,在明代科学家宋应星所著的《天工开物》一书中,对锻焊和钎焊技术也作了详细的叙述。上述事实说明,我国是一个具有悠久的焊接历史的国家。

气焊大约是在 1892 年前后出现,那时使用的是氢气—氧气混合气体。氢氧混合气体的燃烧温度最高能达到 2000℃ 左右,因此,只能焊接较薄的工件,而且使用氢气很不安全,容易发生爆炸事故。所以,在工业上未被广泛采用。

到了 1895 年,发明了用电炉制造碳化钙(俗称电石)的方法之后,又发现了乙炔气(电石与水接触后产生的气体)和氧气混合燃烧,可以得到更高的温度(3200℃),在 1903 年,氧气—乙炔气火焰被运用到金属焊接上去,奠定了气焊技术的基础。

近代主要的焊接技术—电弧焊,是在电能成功地应用于工业生产之后发展起来的。20 世纪初,作为焊接设备的正式产品——手工电弧焊机问世。20 年代后期电阻焊和 40 年代后期埋弧焊、惰性气体保护焊相继获得应用,50 年代 CO₂ 气电焊、电渣焊、摩擦焊、电子束焊、超声波焊和 60 年代等离子弧焊、激光焊、光束焊相继出现,使焊接技术达到了新的水平。近年来,太阳能焊机、冷压焊机等新型焊接设备开始研制,特别是在焊接生产自动化及电子计算机在焊接切割生产中的应用方面有很大发展,将会使焊接切割技术的发展达到一个新阶段。

（二）焊接与切割的应用

焊接是一种应用范围很广的金属加工方法,与其它热加工方法相比,它具有生产周期短、成本低,结构设计灵活,用材合理及能够以小拼大等一系列优点,从而在工业生产中得到了广泛的应用。如造船、电站、汽车、石油、桥梁、矿山机械等行业中,焊接已成为不可缺少的加工手段。在世界主要的工业国家里每年钢产量的45%左右要用于生产焊接结构。在制造一辆小轿车时,需要焊接5000~12000个焊点,一艘30万吨油轮要焊1000km长的焊缝,一架飞机的焊点多达20~30万个。此外,随着工业的发展,被焊接的材料种类也愈来愈多,除了普通的材料外,还有如超高强钢、活性金属、难熔金属以及各种非金属的焊接。同时,由于各类产品日益向着高参数(高温、高压、高寿命)、大型化方向发展,焊接结构越来越复杂,焊接工作量越来越大,这对于焊接生产的质量,效率等提出了更高的要求。同时也推动了焊接技术的飞速发展,使它在工业生产中的应用更为广阔。

三、学习焊接切割安全技术的必要性

随着生产的发展,焊接技术的应用愈来愈广泛,与此同时,伴随出现的各种不安全、不卫生的因素严重地威胁着焊工及其它生产人员的安全与健康。为切实保护工人的安全与健康,国家经贸委于1999年发布的第13号主任令《特种作业人员安全技术培训考核管理办法》和国家标准GB5306-85《特种作业人员安全技术考核管理规则》中都明确规定:金属焊接(气割)作业是特种作业,直接从事特种作业者,称特种作业人员。特种作业人员,必须进行与工种相适应的、专门的安全技术理论学习和实际操作训练,并经考核合格取得国家经贸委统一制作的安全技术操作证后方准独立作业。

特种作业是指容易发生人员伤亡事故,对操作者本人、他人及周围设施的安全有重大危害的作业。直接从事这些作业的人员,即特种作业人员的安全技术素质及行为对于安全状况是至关重要

的,许多重大、特大事故就是因为这些作业人员的违章造成的。鉴于特种作业人员在安全生产工作中的重要性,《劳动法》、《矿山安全法》、《煤炭法》等法律法规都对特种作业人员的培训、考核、管理提出了要求。原劳动部曾发布了《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》(劳安字[1991]31号)、《矿山特种作业人员安全操作资格考核规定》(劳部发[1996]35号)等规章。特种作业人员的培训、考核发证工作,已经成为安全生产监督管理的一项基本内容。

职工在焊接切割工作过程中需要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毒气体、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(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、厂房和周围人员安全,给国家和企业带来不应有的损失。

学习焊接安全技术的目的使有关的管理人员、操作工人掌握焊接操作的基本原理,操作安全及防护的方法,严格执行国家标准《焊接与切割安全》(GB9448-88)及各项有关安全操作规程,保证安全生产以及遇到紧急情况时能及时做出适当的处理,从而保护操作者自己和周围人员及厂房设备不遭到损害。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。焊接安全技术研究的主要内容是防火、防爆、防触电以及在生毒、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。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的措施,严格地执行安全规程和实施防护措施,从而保证安全生产,避免发生事故。

第二节 金属学及热处理基本知识

一、金属晶体结构的一般知识

众所周知,世界上的物质都是由化学元素组成的,这些化学元