

特种作业与特种设备作业安全操作培训丛书

焊接与热切割作业 安全操作技术

王长忠 主编



中国劳动社会保障出版社

特种作业与特种设备作业安全操作培训丛书

焊接与热切割作业 安全操作技术

王长忠 主编



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

焊接与热切割作业安全操作技术/王长忠主编. -北京:中国劳动社会保障出版社,2011

特种作业与特种设备作业安全操作培训丛书

ISBN 978-7-5045-9079-4

I. ①焊… II. ①王… III. ①焊接-安全技术-技术培训-教材
②切割-安全技术-技术培训-教材 IV. ①TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 151025 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

出版人:张梦欣

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销
880毫米×1230毫米 32开本 10.5印张 262千字

2011年9月第1版 2011年9月第1次印刷

定价:29.00元

读者服务部电话:010-64929211/64921644/84643933

发行部电话:010-64961894

出版社网址:<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64954652

如有印装差错,请与本社联系调换:010-80497374

特种作业与特种设备作业安全操作 培训丛书编委会

主任 邢 磊
编委 时 文 宋金钢 张 勤 师淑华
 龚小平 杨勇志 李德忠 王长忠
 庞长平 杨敬东 何耀明 马卫国
 张耀光

本书编写人员

主 编 王长忠
副主编 康 泉
参编人员 金海阔 夏自强

内容简介

本书根据焊接行业的岗位要求，参考国家安全生产监督管理总局颁布的“金属焊接与切割作业人员安全技术考核标准”“金属焊接与切割作业人员安全技术培训大纲”对焊接行业作业人员的要求，从实际生产需要出发组织编写，具有实用、管用、够用的特色，是焊接行业特种作业人员培训必备教材。也可供从事相关工作的有关人员参考。

本书共分绪论和6个学习单元、22个作业项目。内容涉及焊接与切割技术概述、焊接与切割基础知识、焊接与切割作业安全知识、电弧焊作业安全技术、气焊与气割作业安全技术、气体保护电弧焊作业安全技术、其他焊接与切割作业安全技术。

前 言

特种作业和特种设备作业技术含量高，专业性强，如果操作不当就会引发安全事故，造成人员伤亡、设备损毁，后果极为严重。近年来，尽管国家安全生产监督管理局和国家质量监督检验检疫总局采取了多项措施，加大了对安全生产的监督管理力度，但每年特种作业和特种设备作业事故仍频频发生，造成的直接经济损失和间接经济损失难以估量。

特种作业和特种设备作业事故大多发生在使用和操作环节，究其原因，一是作业人员的安全素质低，安全生产意识薄弱；二是违章作业、操作不当甚至无证作业；三是缺乏必要的安全生产知识技能；四是对设备缺乏维护和保养以及规章制度不健全，管理不善。其中，作业人员安全意识薄弱、违章作业、操作不当是造成人员重大伤亡事故的首要因素。

针对上述问题，为培养生产一线工人和基层生产管理人员的安全意识，传授必要的安全生产知识和安全技术知识，使他们掌握正确的操作技术和方法，规范操作行为，养成良好的操作习惯，杜绝违章作业，我们组织了一批经验丰富、多年从事特种设备管理、特种作业培训的有关专家和一线教师编写了这套“特种作业与特种设备作业安全操作培训丛书”。本套丛书的编写打破了以往教材的编写模式，以生产中经常被忽视的安全问题和不当的操作方法为引导，以“血的教训”为警示，引出相关的安全生产知识和技能，力求突出以下特点：

1. 以经常犯的典型错误操作事例为引导，突出学习安全知识和安全技术的必要性，注重安全意识的培养和安全生产习惯的养成。

2. 打破传统教材的章节模式，以实际生产实践环节和作业项目为主线构建大纲，逻辑性强，符合学习者的认知规律。

3. 精选案例，并对案例进行深度挖掘和分析，找出关键点，以血的教训警示安全生产的重要性。

4. 内容精选，深入浅出，易于理解，方便教学。

5. 以固定栏目为基本编写模式，配以主题图标和操作示意图，表现形式活泼，图文并茂。

本套丛书在编写过程中，得到了北京市特种设备检测中心的大力支持；参与教材编写的行业专家和主编倾注了大量的心血，为教材的顺利出版作出了贡献。在此，我们表示衷心的感谢！同时，恳切希望广大读者提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

编委会

二〇一一年三月

目 录

绪论 焊接与切割技术概述	(1)
学习单元一 焊接与切割基础知识	(8)
知识准备 1 焊接与切割工艺基础	(8)
知识准备 2 金属学及热处理基本知识	(23)
学习单元二 焊接与切割作业安全知识	(41)
作业项目 1 焊接作业中的安全用电	(41)
作业项目 2 正确使用焊接设备	(56)
作业项目 3 触电现场急救	(73)
作业项目 4 作业中火灾、爆炸事故的防范	(83)
作业项目 5 火灾、爆炸事故现场的紧急处理	(102)
作业项目 6 燃料容器、管道的安全检修	(121)
作业项目 7 高空安全作业	(134)
作业项目 8 焊接与切割作业的安全卫生防护	(145)
学习单元三 电弧焊作业安全技术	(155)
作业项目 1 焊条电弧焊的安全作业	(155)
作业项目 2 埋弧焊的安全作业	(172)
学习单元四 气焊与气割作业安全技术	(191)
作业项目 1 正确使用气瓶	(191)
作业项目 2 气焊与气割安全操作	(211)
学习单元五 气体保护电弧焊作业安全技术	(238)
作业项目 1 钨极氩弧焊安全操作	(239)
作业项目 2 二氧化碳气体保护焊安全操作	(254)

学习单元六 其他焊接与切割作业安全技术	(265)
作业项目 1 电阻焊安全操作	(265)
作业项目 2 等离子弧焊安全操作	(282)
作业项目 3 等离子弧切割安全操作	(292)
作业项目 4 电渣焊安全操作	(300)
作业项目 5 钎焊安全操作	(309)
作业项目 6 碳弧气刨安全操作	(317)

绪论 焊接与切割技术概述

金属焊接与切割作业是现代工业生产制造及设备维修中不可缺少的一项重要的加工工艺。

焊接是指通过加热或加压（或两者并用）、用或不用填充材料，使焊件达到原子结合的一种加工工艺，而切割则是将整块材料分割成所需要的形状和大小加工方法。

一、焊接与切割技术的应用与发展

在金属结构和机器的制造中，经常需要将各个零部件连接在一起，焊接不仅可以实现金属材料连接，也可以实现某些非金属材料（玻璃、陶瓷、塑料等）的永久性连接。现代工业生产中的焊接技术几乎涉及制造业的各个领域，例如，各种梁、柱、桁架、压力容器，以及汽车、人造卫星、航天飞机和空间站主要部件的制造，如图 0—1 所示。目前，发达国家钢产量的 40% 左右都经焊接加工成为工业产品。

金属的切割由最初的手工锯、冲切割发展到机械剪板切割和机械加工切割（锯、刨、铣、钻等），由气割、电弧熔割发展到等离子弧切割、激光切割等，提高了切割精度和生产率。特别是大型数控切割机可以把切割和开坡口一并完成，另外，还有根据工件形状不同采用的专用切割机，如管子切割机、专用型材切割机等。但是目前在金属结构生产中必不可少的、最常用的还是氧乙炔焰切割。

从 1882 年发明电弧焊开始，直到 20 世纪 40 年代近代焊接技术才形成较为完整的焊接工艺体系，特别是在 20 世纪 40 年代初期出现了优质电焊条后，焊接技术得到了一次飞跃，现在世界上应用于

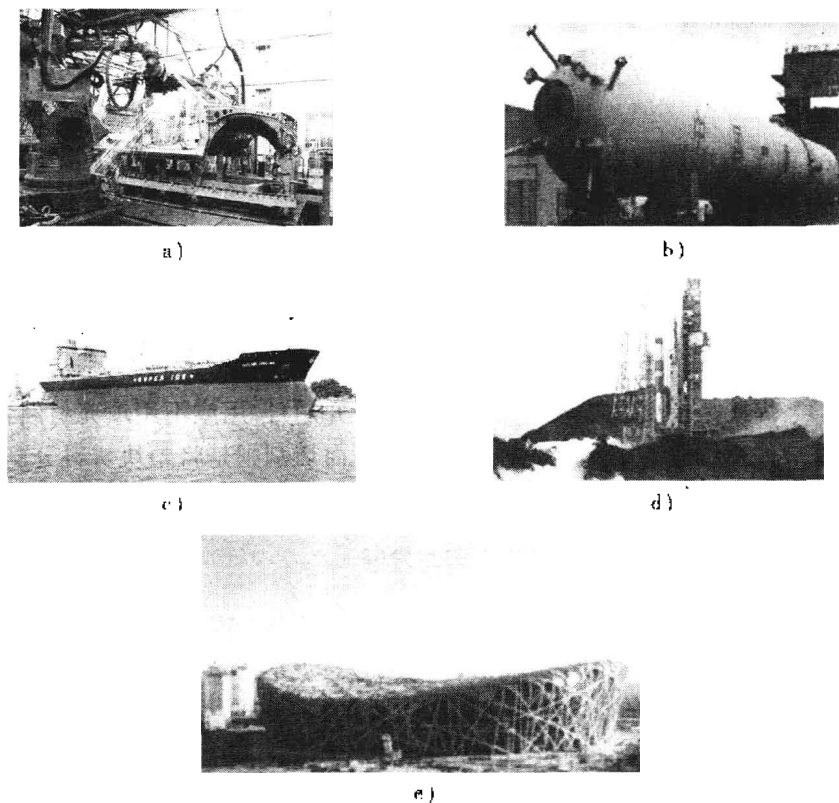


图 0-1 焊接在各个领域的应用

a) 汽车焊接 b) 压力容器焊接 c) 造船工业 d) 航天工业 e) 桁架焊接

生产中的焊接工艺方法已有 50 余种。20 世纪 60 年代，等离子弧焊、电子束焊、激光焊等先进焊接方法的不断涌现，特别是近年来计算机技术的应用与推广，都使焊接技术特别是焊接自动化技术达到了一个新水平。

然而，在传统技术的改造与电子技术的普遍应用上，在焊接机械化与自动化生产的研制与开发方面，我国与工业发达国家之间都还存在着一定的差距。因此，我们必须加倍努力，刻苦钻研，不断攀登焊接技术高峰，为发展我国的焊接技术贡献力量。

二、焊接与切割技术的分类

1. 焊接的分类

按照焊接过程中金属所处的状态和工艺特点，可以把焊接方法简单分为熔焊、压焊和钎焊三类。焊接方法的分类如图 0-2 所示。

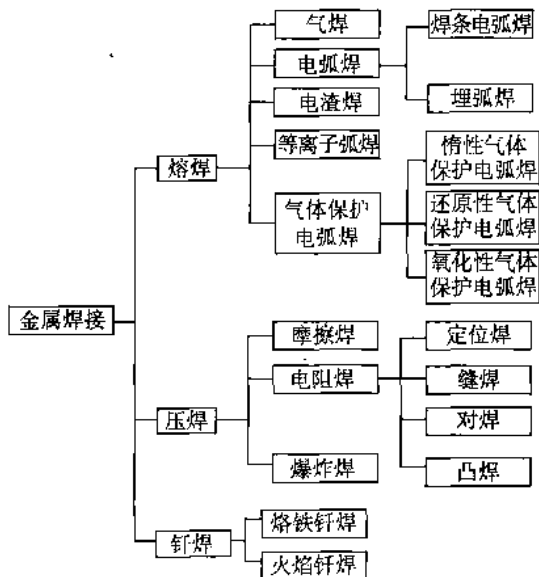


图 0-2 焊接方法的分类

(1) 熔焊 熔焊是在焊接过程中，将焊件接头加热至熔化状态，不施加压力完成焊接的方法。被焊金属加热至熔化状态形成液态熔池，再经过冷却凝固，便可形成牢固的焊接接头。常见的气焊、电弧焊、气体保护电弧焊等都属于熔焊（见图 0-3）。

(2) 压焊 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，如电阻焊（见图 0-4）、摩擦焊、爆炸焊等。

(3) 钎焊 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，利用液态钎料润湿母材，填充接头间隙，并与母材相互扩散实现焊件连接的方法。常见的钎焊方法有烙铁钎焊、火焰钎焊（见图 0—5）等。

2. 切割的分类

切割分为手工切割、机械剪板切割、机械加工切割、等离子弧切割、激光切割和气割等。目前常用的是氧乙炔焰切割。

3. 金属焊接与热切割常见作业项目

金属焊接与热切割作业包括气焊与气割、焊条电弧焊与碳弧气刨、埋弧焊、气体保护电弧焊、电阻焊、钎焊及其他焊接与热切割等操作项目。

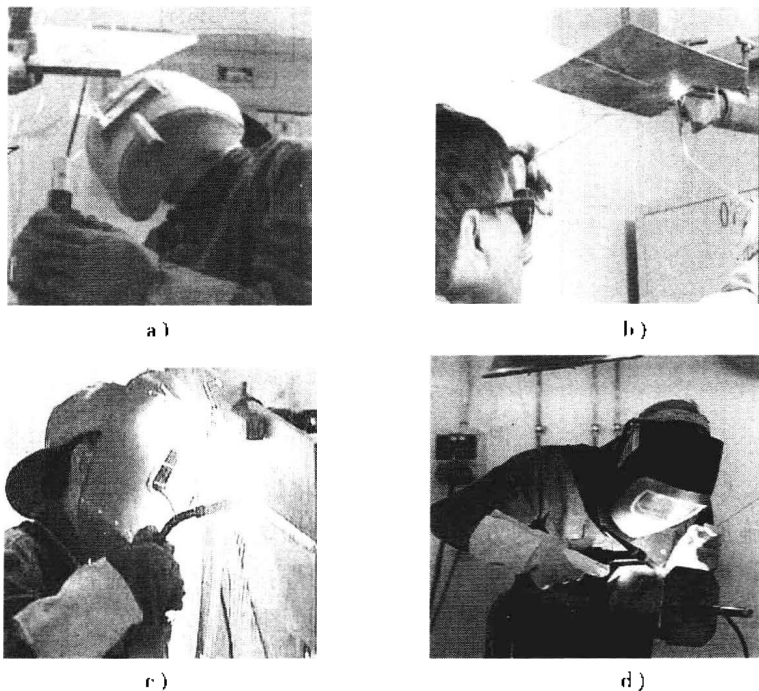


图 0—3 常用熔焊方法

a) 焊条电弧焊 b) 气焊 c) CO_2 气体保护焊 d) 钨极氩弧焊

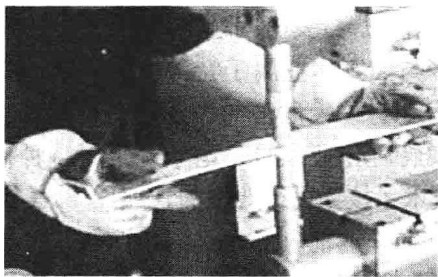


图 0—4 电阻焊

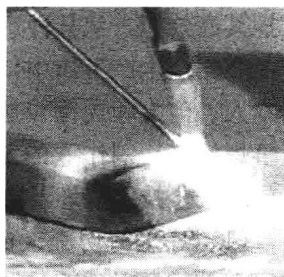


图 0—5 火焰钎焊

三、焊接与切割作业人员培训的重要性

由于焊接与热切割技术的迅速发展及广泛应用，尤其是氩弧焊、二氧化碳气体保护焊、等离子弧焊接与切割、电子束焊和激光焊接与切割等新技术的不断出现，使焊接在生产上的应用范围日趋扩大，焊工人数也在不断迅速增加。在焊接操作过程中，焊工需接触各种易燃易爆气体、压力容器与燃料容器、电机电器，以及使用明火，而且有时需要在高处或水下作业，有时需要钻进密闭容器、锅炉、船舱、地沟或管道等狭小的作业空间里，在高温、烟雾的环境中操作，不仅工作条件艰苦，而且还有一定的危险性，可能发生爆炸、火灾、触电、灼烫、高处坠落和溺水等工伤事故。焊接过程中产生的电焊烟尘、有毒气体、弧光辐射、噪声、高频电磁场和射线等有害因素，会伤害焊工的眼睛、皮肤和神经系统；当长期在狭小的作业空间里操作而又通风不良时，呼吸系统会受到伤害。这不仅危害焊工及其他有关生产人员的安全和健康，而且焊接发生的爆炸、火灾等事故还会影响生产的顺利进行，使国家财产遭受严重损失。因此，特种作业人员了解和掌握焊接安全技术理论知识，熟知在焊接过程中可能发生的事故和职业危害的原因，能够采取有效的安全防护措施，显得十分重要。

实践证明，各种高生产率的焊接新技术、新工艺，只有在安全技术问题得到解决以后，才可能被广泛地推广和应用，才能更好地

发挥其高效能，从某种意义上讲，焊接安全问题也是生产技术问题。

在安全生产工作中，焊接与切割作业属于特种作业（即对操作者本人、他人和周围设施的安全有重大危害的作业）的范畴，直接从事焊接与切割作业的工人属特种作业人员。国家规定对特种作业人员的安全技术培训及安全技术考核要进行严格的管理。

（1）焊接与切割人员在上岗作业前，必须经过国家规定的专门的安全技术理论和实际操作培训、考核。考核合格取得相应操作证者，方准独立作业，做到持证上岗，严禁无证操作（见图 0—6）。

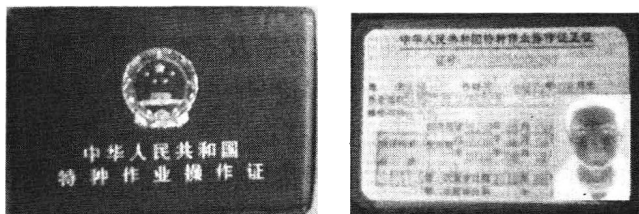


图 0—6 特种作业操作证

（2）安全技术培训应实行理论与实际操作技能训练相结合的原则，重点提高作业人员安全技术知识水平、安全操作技能和预防各类事故的能力。

焊接与切割作业人员考核包括安全技术考核与实际操作技能考核两部分。经考核成绩合格后，方具备发证资格。凡属新培训的特种作业人员经考核合格后，一律领取国家安全生产监督管理局统一制发的特种作业操作证（IC卡）。

（3）焊接与切割作业人员变动工作单位，由原所在单位收缴其操作证，并报发证部门注销。离开焊接与切割作业岗位一年以上的人员，须重新进行安全技术考核，合格者方可从事原作业。特种作业人员操作证不得伪造、涂改和转借。焊接与切割作业人员违章作业，应视其情节，给予批评教育或吊扣、吊销其操作证，造成严重后果的，应按有关法规进行处罚。



血的教训

1993年2月14日下午,某市一百货大楼为扩大营业面积,在主楼东侧原为一层的家具部上面加层扩建。施工过程中,董某在进行电弧焊时,熔渣落在家具部一人多高的海绵床垫上,将床垫引燃。起火后,由于在场的人员均不会使用灭火器,也没有及时报警,且家具部所用的装饰材料全部是易燃物,致使大火很快就窜上了房顶。随后赶到的消防指战员奋战3个多小时,才将大火扑灭。

这次特大火灾损失惨重,死亡80人,受伤55人,直接经济损失达400万元。

这起事故的直接肇事人董某是未经培训、考核的无证操作人员,施焊前对施工现场存有的可燃物海绵床垫,没有采取任何隔离等防护措施,起火后现场人员又缺乏必要的灭火安全知识,导致海绵床垫着火后任其燃烧,灾情不断扩大。



专家点评

焊工必须经过培训、考核合格,持证上岗,严禁焊工无证操作;焊接作业前必须办理动火手续,采取防火、清除、隔离措施,安排监护人,经批准后方可动火;应开展消防安全知识和技能培训,提高职工消防技术素质。

学习单元一

焊接与切割基础知识

知识准备 1 焊接与切割工艺基础

一、焊条电弧焊工艺

1. 焊缝位置及坡口形式

金属结构中的焊缝按其结构形式分类，常见的有对接焊缝、角焊缝等；按其空间位置分类，有平焊焊缝、横焊焊缝、立焊焊缝和仰焊焊缝（见图 1—1—1）；按断续情况分类，有定位焊缝、连续焊

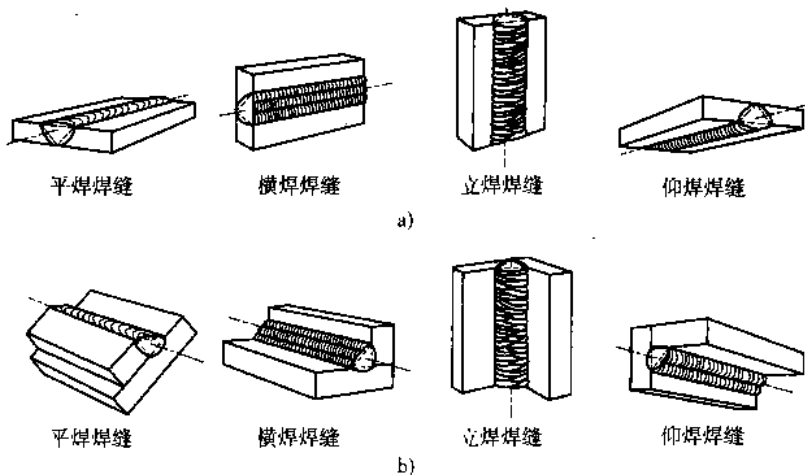


图 1—1—1 焊缝
a) 对接焊缝 b) 角焊缝