

特种作业人员培训教材



金属焊接 安全技术

- 陕西省劳动保护教育中心 编
- 陕西科学技术出版社

金属焊接安全技术

陕西省劳动保护教育中心 编

陕西科学技术出版社

特种作业人员培训教材

金属焊接安全技术

陕西省劳动保护教育中心 编

陕西科学技术出版社出版发行

(西安北大街131号)

新华书店经销 西安新华印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 8.5印张 17.6万字

1991年11月第1版 1991年11月第1次印刷

印数: 1—8,000

ISBN 7-5369-1053-3/TG·9

定 价: 3.50元

前 言

焊接是现代工业生产中一种重要的金属加工工艺，并得到广泛应用。焊接作业过程中会产生各种有害物质及危险情况，这对焊接作业人员、其他人员及周围设施是一种极大的威胁，因此，为预防工伤事故和职业病的发生，我们根据国家有关规定对原内部出版物《焊工》进行了修订，在此基础上编写了本书。

本书主要介绍焊接安全技术及其劳动保护管理、工业卫生等三方面的知识，并穿插一些事故案例，有较强的实用性，是焊接作业人员培训考核之教材，也是安技人员、劳动保护工作人员、生产管理干部和工程技术人员的学习参考资料。

本书经与陕西省劳动厅职业安全卫生监察处研究，陕西省劳动厅同意编写的。由西北工业大学焊接教研室朱余荣（绪论，第二、三章）、高大路（第一章）、田丽（第四、五章）编写，薛崇貌、岳继贺参加了全书讨论和定稿工作。本书由陕西省劳动厅组织审定通过，审稿人有杜培富、杜峥、张德林、张洛章等。

在本书编写过程中听取了吴禄及许多同志的宝贵意见，同时还参考了国内外同行编写的书籍和资料，在此一并表示感谢。

陕西省劳动保护教育中心

1991.1

目 录

绪论.....	(1)
第一章 气焊与气割安全技术.....	(6)
第一节 气焊与气割安全技术基础.....	(6)
一、气焊与气割过程及安全特点.....	(6)
二、燃烧与爆炸的机理.....	(12)
三、气焊与气割用物质燃烧爆炸特性及安全使用.....	(19)
第二节 乙炔发生器.....	(30)
一、乙炔发生器的基本要求.....	(30)
二、乙炔发生器的分类与构造.....	(31)
三、乙炔发生器的安全装置.....	(38)
四、乙炔发生器的安全使用.....	(50)
第三节 焊接用气瓶的安全使用.....	(56)
一、焊接用气瓶的分类与构造.....	(56)
二、气瓶的爆炸原因.....	(60)
三、气瓶的安全使用.....	(62)
四、气瓶的安全检验.....	(64)
五、减压器的安全使用.....	(66)
第四节 气焊与气割工具的安全使用.....	(72)
一、焊炬与割炬.....	(72)
二、氧气与乙炔胶管.....	(78)

三、氧气与乙炔管道·····	(80)
第二章 手工电弧焊安全技术 ·····	(83)
第一节 手工电弧焊概述及安全特点·····	(83)
一、手工电弧焊概述·····	(83)
二、手工电弧焊安全特点·····	(97)
第二节 手工电弧焊安全用电及作业·····	(100)
一、电流对人体的伤害·····	(100)
二、焊接触电事故类型及原因·····	(104)
三、手工电弧焊安全用电及作业·····	(107)
第三节 触电急救·····	(128)
一、解脱电源·····	(129)
二、触电急救·····	(130)
第三章 其他焊割方法安全技术 ·····	(136)
第一节 气体保护电弧焊·····	(136)
一、二氧化碳气体保护焊·····	(136)
二、氩弧焊·····	(138)
第二节 等离子弧焊接与切割·····	(142)
一、等离子弧焊接·····	(142)
二、等离子弧切割·····	(144)
三、等离子弧焊接与切割安全特点·····	(145)
第三节 埋弧自动焊·····	(145)
一、基本原理·····	(145)
二、安全特点·····	(147)
第四节 电渣焊·····	(148)
一、基本原理·····	(148)
二、安全特点·····	(149)

第五节 电子束焊	(150)
一、基本原理	(150)
二、安全特点	(151)
第六节 激光焊接与切割	(153)
一、基本原理	(153)
二、安全特点	(154)
第七节 电阻焊	(155)
一、基本原理	(155)
二、安全特点	(157)
第八节 摩擦焊	(159)
一、基本原理	(159)
二、安全特点	(161)
第九节 钎焊	(161)
一、基本原理	(161)
二、安全特点	(163)
第十节 碳弧气刨	(164)
一、基本原理	(164)
二、安全特点	(165)
第十一节 塑料焊接	(166)
一、基本原理	(166)
二、安全特点	(167)
第四章 特殊焊接作业的安全技术	(169)
第一节 化工容器、燃料容器及管道的检修焊补	(169)
一、发生爆炸、火灾及中毒事故的一般原因	(170)
二、置换焊补与带压不置换焊补	(171)
三、置换焊补法的安全措施	(173)

四、带压不置换焊补法的安全措施·····	(177)
第二节 登高焊接与切割的安全技术·····	(182)
一、登高作业的工伤事故及原因·····	(182)
二、登高作业准备工作的安全要求·····	(182)
三、预防摔伤的安全要求·····	(183)
四、预防爆炸的安全措施·····	(184)
五、预防触电的安全措施·····	(184)
六、预防灼、烫伤的安全要求·····	(185)
七、预防其他事故的安全要求·····	(185)
第三节 水下焊接与切割作业的安全技术·····	(186)
一、水下作业的工伤事故及原因·····	(187)
二、准备工作的安全要求·····	(187)
三、防止水下触电和物体打击（或机械伤害） 的安全技术要求和措施·····	(188)
四、防止水下爆炸、灼伤及烫伤的安全要求和 措施·····	(190)
第四节 锅炉、压力容器与窄小容器内部焊接作 业的安全技术·····	(192)
一、防止触电的绝缘保护措施·····	(192)
二、通风措施·····	(193)
三、防止灼伤、烫伤的安全措施·····	(193)
第五章 焊接劳动卫生与防护·····	(195)
第一节 焊接作业有害因素的来源与危害·····	(195)
一、焊接作业的化学有害因素·····	(196)
二、焊接作业的物理有害因素·····	(214)
第二节 焊接职业危害的防护措施·····	(225)

一、焊接通风防护措施.....	(225)
二、焊接有害因素的防护.....	(235)
三、焊工个人防护措施.....	(241)
第三节 焊接安全管理.....	(247)
一、焊工安全教育与规章制度.....	(247)
二、焊接工作地组织与消防措施.....	(250)
三、焊接急性中毒管理措施.....	(254)
四、预防焊接灼烫和机械伤害管理措施.....	(257)
参考文献.....	(260)

绪 论

一、焊接和热切割的实质与分类

(一) 焊接

焊接是通过加热或加压，或两者并用，并且用或不用填充材料，使工件达到原子结合的一种加工方法。它不仅可以连接金属材料，也可以连接像塑料、陶瓷等非金属材料。

由于科学技术的不断发展，焊接技术自1903年将乙炔火焰应用于金属焊接以来，应用愈来愈广泛，焊接种类也愈来愈多，现已形成了完整的焊接技术体系。

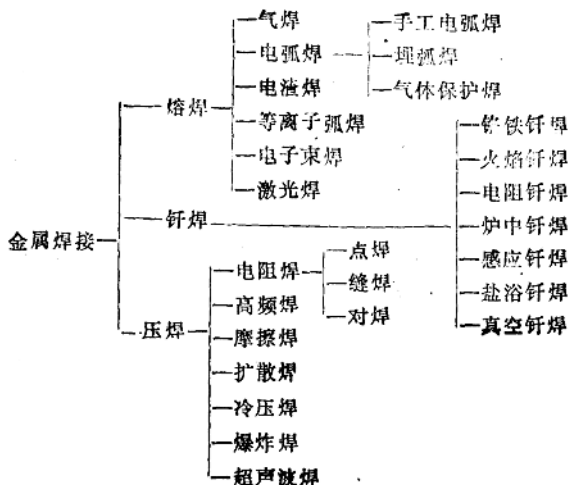
按照工件金属焊接时所处的状态和工艺特点，可以把焊接方法分为熔焊、压焊、钎焊三大类。

1. 熔焊 熔焊是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一类方法。

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）完成焊接的方法。

3. 钎焊 钎焊是采用比母材熔点低的金属材料作为钎料，将焊件和钎料加热到高于钎料熔点但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连接的方法。

常用的焊接方法分类如下表所示，



(二) 热切割

热切割与焊接不同，它是利用热能使金属材料分离的方法。根据所用热能的不同，热切割方法主要有以下几种：

1. 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，通以高速切割氧气流，使其燃烧并放出热量，从而实现切割的方法。通常气割是用氧乙炔焰作为气体火焰的。

2. 电弧切割 利用电弧热能熔化工件切割处的金属而实现切割的方法。一般以碳弧切割为主。

3. 等离子弧切割 利用等离子弧的热能实现工件切割的方法。

另外，还有电子束切割、激光切割、电火花切割等方法。

热切割所用的热源及设备，几乎都与同类焊接方法所用的热源及设备相同或有密切关系，因此，对于热切割各种问

题的研究，也就成为焊接工作者的重要任务之一。

二、焊接安全与卫生的重要意义

在焊接和热切割作业过程中，焊工可能接触到各种可燃易爆气体、压力容器与燃料容器、电机电器和使用明火，而且有时需要在高处或水下作业，或者钻进密闭容器、船舱、地沟、管道等狭小空间里作业，不仅工作条件艰苦，而且有一定的危险性。例如卫生方面，在作业过程中产生的有害烟尘、气体、高温、弧光、射线、高频电磁场及噪声等，会伤害焊工眼睛、皮肤和对身体各器官系统引起病理影响。安全方面，在作业过程中可能发生触电、爆炸、火灾、机械损伤、高处坠落及溺水等工伤事故。这不仅严重地危害焊工及其有关生产人员的安全和健康，而且发生的爆炸与火灾事故，还会使国家财产遭受严重损失。特别是近几十年来，焊接技术发展迅速，在生产上的应用日趋扩大，从事焊接的焊工及管理人员的人数迅速增加，加之焊接新技术不断出现，焊接安全与卫生也不断出现新的问题。因此，使广大焊接工作者从思想上重视焊接安全与卫生，增强责任感，系统地了解和掌握焊接安全与卫生方面知识，熟知在作业过程中可能发生的事故和职业危害，从而能够采取有效的防护措施，显得十分重要。

焊接的安全与卫生问题，早就引起国内外的普遍重视。国际焊接学会专门设立了“安全与卫生委员会”，目前已有大约130个国家和地区设置有关焊接安全与卫生的学术研究机构。我国研究焊接安全与卫生的工作，早从建国初期就已经开始，如研究焊接烟尘和气体的毒性及其防护方法，研制

安全焊接设备及用具等。1953年国务院颁布了《关于加强企业生产中安全工作的几项规定》，就明确规定焊工属特殊工种，工人必须进行专门的安全操作训练，经过考试合格后才准许操作。1972年卫生部成立了“电焊作业职业危害研究协作组”。1979年我国焊接学会筹建了“焊接安全与卫生委员会”。1985年国家标准局发布的GB5306—85《特种作业人员安全技术考核管理规则》，重申了对焊接（气割）作业等五个特殊工种的人员，必须进行安全技术培训，考核合格后才能发证工作。经过这几十年的努力，我国在焊接安全与卫生方面做了大量工作，培养和壮大了这方面专业人员的队伍，开展了较系统而有成果的研究，制定了一系列的有关标准和规则，在较大范围内培训了焊工，取得了很有价值的成就。

三、焊接安全与卫生

焊接安全与卫生，从学科上看属于劳动保护科学体系，由于关系到广大焊接工作者的健康和安全，而且与焊接工程学科有着密切的关系，因而其学科内容应该是劳动保护科学内容在焊接工程中的具体化。它从焊接技术的角度出发，对焊接过程中的有害因素的产生机理、影响条件及减少有害因素的产生等方面进行系统的研究。当前焊接安全与卫生学科主要由下述四个部分组成：

1. 焊接安全技术 主要研究焊接作业中可能引起的机械损伤、爆炸、火灾、触电、高处坠落、水下窒息事故等不安全因素的产生原因和消除方法。其中包括安全操作规程的制定和安全教育等管理措施。

2.焊接作业环境 主要研究污染焊接环境有害因素的形成机理和条件，以及从焊接技术角度减少有害因素产生的措施。

3.焊接劳动卫生 主要研究焊接作业对人体健康的影响和预防焊接职业危害的措施。

4.焊接劳动防护 主要研究通过改善焊接环境及个人防护，减少有害因素对人体健康的影响。

这四个方面和焊接技术之间的互相渗透，互相交叉，正在促使焊接安全与卫生整个学科的不断发展。

我国在焊接安全与卫生方面，在理论研究和实践活动上虽然有了很大的发展，但是广大焊接工作者和劳保职防人员，很大程度上还缺乏焊接安全，特别是焊接卫生方面的系统知识。因此，在当前除了继续进行这方面的理论研究外，急需进行大量的普及教育，提高焊工的自我防护能力和焊接管理者在安全与卫生方面的管理能力，以保障人民生命和国家财产的安全，推动焊接技术（特别是新技术）的进一步应用与发展，为早日实现社会主义的四个现代化而努力。

第一章 气焊与气割安全技术

第一节 气焊与气割安全技术基础

一、气焊与气割过程及安全特点

气焊与气割是利用可燃气体与氧气混合燃烧时所放出的热量进行焊接和切割工件的一种气体火焰加工方法。目前，工业中常用的手工气焊与气割，由于它们具有设备简单、灵活方便和适用范围广等特点，仍然在生产中发挥着重要的作用。

(一) 气焊

气焊是利用可燃气体与氧气混合燃烧所放出的热量进行焊接的。常用的可燃气体及其性能如表1—1所列。其中乙炔

表1—1 常用可燃气体的发热量和火焰温度

名 称	发热量 (千焦/米 ³)	火焰温度 (℃)
乙 炔	52754	3150
氢	10048	2150
液化石油气	41031~51428	2300
焦炉煤气	~18003	2200
天然气	~35588	1850

的发热量最大，火焰温度最高，而且制取方便，因此，目前气焊主要采用氧乙炔焰作为热源。

1. 气焊用器具

气焊使用的主要设备有氧气瓶、乙炔发生器（或乙炔瓶），主要工具有减压器、回火防止器、焊炬和胶管等。这些设备和工具在工作时的应用如图1—1所示。由乙炔发生器制取的乙炔气经回火防止器、乙炔胶管进入焊炬，与从氧气瓶经减压器、氧气胶管进入焊炬的氧气按一定比值均匀混合后喷出并点燃，形成氧乙炔焰。

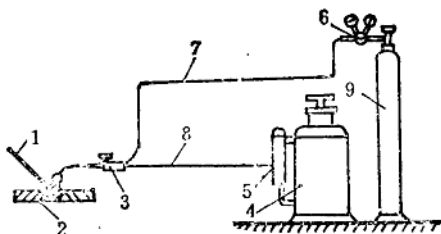


图1—1 气焊用器具

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—氧气胶管 8—乙炔胶管 9—氧气瓶

2. 氧乙炔焰的构造和性能

根据氧与乙炔混合的比例不同，可将氧乙炔焰分为正常焰（中性焰）、碳化焰（还原焰）和氧化焰三种。其构造和形状见图1—2所示。

正常焰：正常焰时，氧和乙炔的混合比值为1.1~1.2。其外形和构造如图1—2(a)所示。距焰心尖端2~4毫米处的化学反应最激烈，因此温度最高，可达3100~3200℃。内焰（轻微闪动）的主要成分是一氧化碳和氢气，具有一定还原

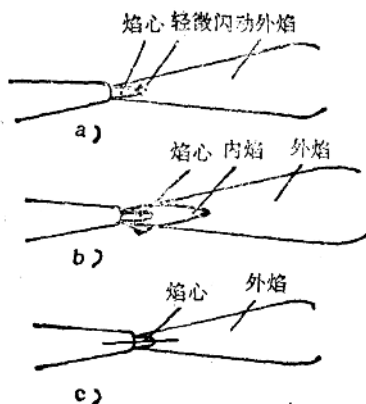


图1—2 氧乙炔焰

(a) 正常焰 (b) 碳化焰 (c) 氧化焰

性。可对熔池金属起保护作用。

碳化焰：碳化焰时，氧和乙炔的混合比值小于1.1。氧与乙炔燃烧后，在内焰区气体中尚有部分未曾燃烧的游离碳。火焰温度较低，最高可达2700~3000℃。其外形和构造如图1—2(b)所示。碳化焰可使钢焊缝增碳而变得硬、脆。

氧化焰：氧化焰时，氧和乙炔的混合比值大于1.2。由于火焰中氧量的增加，氧化反应激烈，最高温度可达3500℃，其外形和构造见图1—2(c)所示。此种火焰构造在焊接钢件时易造成金属元素的烧损，并易产生气孔、夹渣等缺陷，故一般不予采用。

3. 气焊丝及气焊熔剂

焊丝是作为填充金属与熔化的焊件混合形成焊缝。它的化学成分直接影响到焊缝的成分与性能。因此，应根据焊缝所需要的成分来选择焊丝。它的化学成分必须符合国家标准GB1300—77。焊丝表面应洁净无污。通常在工件厚度小于4毫米时，焊丝直径和工件厚度应相同。常用的气焊丝牌号及用途列于表1—2。

气焊熔剂：在气焊低碳钢时不必使用气焊熔剂。但在气