

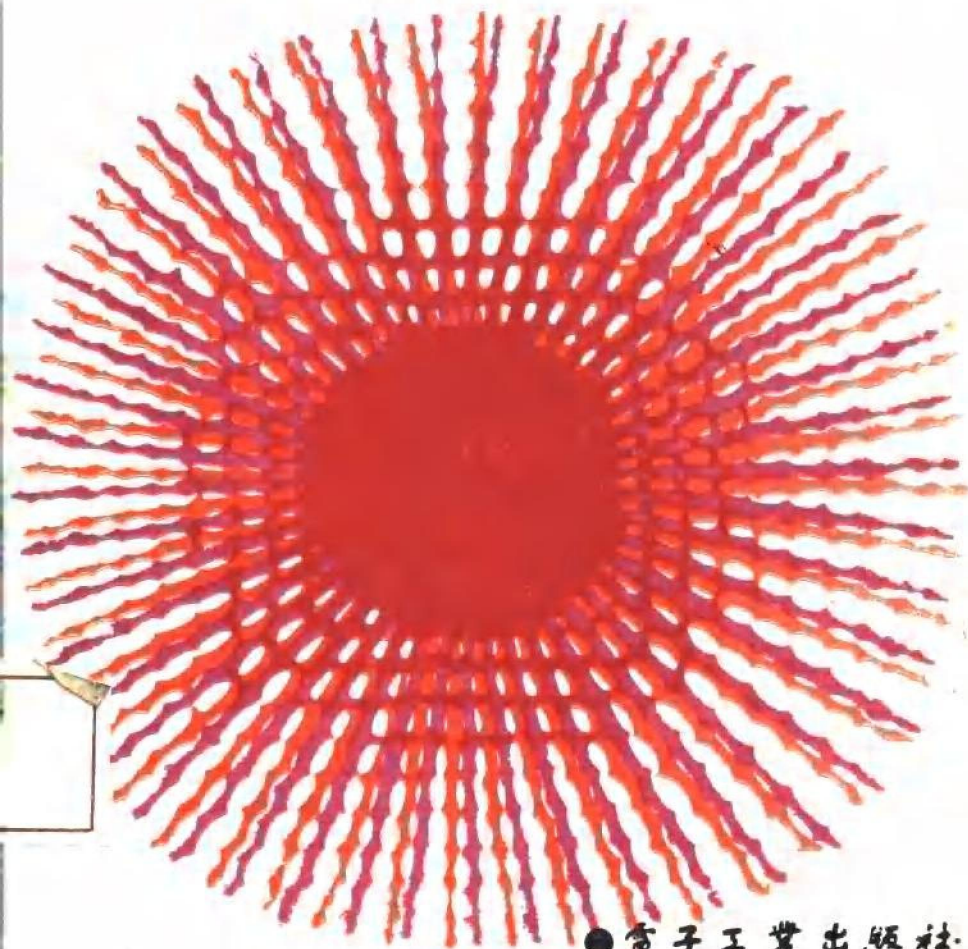
丛书主编：林明清



劳动保护实用丛书

电气焊安全

● 杨泗霖 编



● 电子工业出版社

内 容 提 要

本书共分五章。叙述气焊与气割、手工电弧焊、焊接新技术、燃料容器修补与水下、登高焊割作业的安全技术,对爆炸、火灾、触电、灼烫、弧光辐射、电焊烟尘、射线和高频电磁场等的发生原因、危害程度和防护措施,均有较深入和详细的论述。书中还详细讨论了焊接安全的基础理论知识,焊接安全检查要点及其技术条件等安全管理措施,以及焊接设备与工具设计制造的安全要求。本书考虑了正在制订的“金属焊接(气割)作业人员安全技术考核”的国家标准。

本书可作为焊工、安全员和安技干部培训教材,亦可供有关生产技术管理人员学习参考。

劳动保护实用丛书

林明清 主编

* * *

电气焊安全

杨泗霖 编

责任编辑:张鲁平

*

电子工业出版社出版(北京海淀区万寿路)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

河北香河谭庄印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米1/32 印张: 8 字数: 185.5千字

1988年4月第1版 1988年4月第1次印刷

印数: 18000册 定价: 2.20元

ISBN7-5053-0116-0/TH3

《劳动保护实用丛书》前言

“管理”也是生产力，这个观点已逐步被人们所认识，说“管理具有化无为有，化有为无的神奇功力”，也不无道理。

劳动保护工作是企业管理一个不可分割的组成部分，也是生产力。搞得好，会使可能发生的事故得以避免；搞得不好，会使不该出现的事故发生。它对激发职工生产热情、提高产品质量和数量，以及社会的潜在影响，更是不可忽视的。劳动保护支出的费用不是单纯的耗费，而是能获得经济效益的投资。1901年，美国钢铁工业受经济萧条的影响，极不景气。但经其董事长埃尔·巴德贾基·凯利确定“安全第一”为公司的经营方针后，因致力于防止事故的发生，不仅使事故减少，同时产量和质量都得到提高，公司也获得了繁荣。我国依靠加强劳动保护取得经济效益的企业也很多。邯郸钢铁总厂仅1985年9月至1986年9月间，由于避免事故而间接创造的经济效益达72.4万元。马鞍山钢铁公司某矿在这方面也取得了经济效益。而1987年3月哈尔滨亚麻厂的粉尘爆炸事故及5月的大兴安岭森林火灾造成极为严重的损失，从反面给我们以教育和启示。

马克思主义认为，人是生产力中最积极、最活跃的因素。到本世纪40年代，资产阶级学者创立的行为科学也开始强调

生产中人的因素，其“需要层次理论”（由马斯洛；A·H·Maslow 提出）将安全排在仅次于生理需要的第二需要（生理、安全、爱、尊重和自我实现的五大需要）。他和我们重视人的作用虽有本质的区别，但对于搞好生产管理、安全生产都是有益的。关心人、关心劳动者的安全，使他们能在安全、卫生、舒适的环境中进行生产，更是社会主义企业领导者的责任。

搞好劳动保护和安全的基础工作之一是增强全体职工的安全意识，提高其安全知识与操作技能。希望本丛书能对上述工作有所贡献。这套丛书本着取材“着重实用、注意管理”的原则，面向生产工人和基层劳动保护工作人员进行编写的。丛书包括安全技术、工业卫生和安全管理方面的内容，分《电气焊安全》、《噪声防治》、《冲压安全》、《起重机及其电气安全》等10多个题目分册出版。由于丛书涉及安全的各个方面，内容极为广泛，加上编者水平有限，不当之处，敬请读者指正。

林明清

1987·9于北京

绪 言

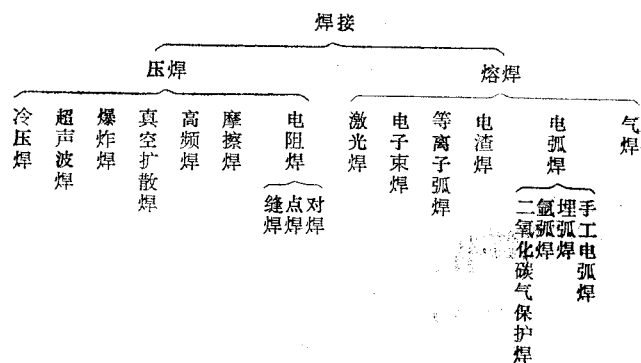
一、焊接原理和分类

在机械制造工业中，用来联接零件的方法有可拆和不可拆两类，前者如螺钉、键、销钉联接，后者如铆接、焊接。焊接是利用原子之间的相互扩散和结合，将两块物体联接成为一个整体的加工工艺。

焊接是使两个被焊物体相互接近到原子间的力能够发生作用，亦即需要接近到象在金属内部原子间的距离一样的过程。金属材料的焊接是采用在连接处实行局部加热、加压或同时加热加压等方法，来促使原子间的相互扩散和结合，以达到永久牢固的连接。

利用局部加热的方法，将金属连接处加热到熔化状态，使之互相熔合而形成整体，这种方法称为熔化焊；利用在金属连接处施加压力，或在加压力的同时将金属加热到塑性状态，使原子间彼此进行扩散和结合而形成整体的焊接方法，称为压力焊。

近百年来，随着科学技术的不断发展，各种焊接方法层出不穷。但使分离金属达到原子间结合的基本方法，一直不外乎是加热和加压两种，焊接方法也不外乎是熔化焊和压力焊两大类。



二、焊接安全技术的重要意义

焊接技术是现代工业生产中一种重要的金属加工工艺，在造船、化工、建筑、桥梁、机械、国防及电子工业等许多主要生产部门都得到广泛应用。近一、二十年来，焊接技术发展迅速、诸如氩弧焊、二氧化碳保护焊、等离子弧焊接与切割、电子束焊和激光焊接与切割等焊接新技术的不断出现，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，或者需要钻进密闭容器、锅炉、船舱、坦克、地沟或管道等狭小的作业空间里，在热气腾腾、烟雾弥漫中操作，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，会使呼吸系统受到伤害。这不仅危害着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，还会使国家财产遭受严重损失，影响生产的顺利进行。因此，使广大焊工及生产技术管理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不幸事故和职业危害的原因，从而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的同时，才可能被广泛地推广和应用，才能更好地发挥其高效能，因而从某种意义上讲，焊接安全问题也是生产技术问题。

三、焊接安全技术概况

焊工安全与卫生防护已引起国内外的普遍重视。我国党和政府为了保护焊工的安全和健康，国务院于1963年5月在《关于加强企业中安全工作的几项规定》中明确指出，电气焊工属于特殊工种，必须进行专门的安全训练，经过考试合格后，才准许操作；卫生部于1972年在甘肃成立“电焊作业职业危害研究协作组”，国家科委组织了氩弧焊职业危害调查组，进行广泛的调查研究；全国焊接学会于1980年成立第八专业委员会——焊接安全与卫生委员会；由机械工业部提出，经国家标准局批准，即将颁布我国《焊接与切割》国家标准；劳动人事部在历次全国安全生产会议上，一再强调电气焊等特殊工种安全工作的重要意义，等等。

国际焊接学会设立有第八专业委员会——焊接安全与卫

生委员会，及时交流各国的有关科研成果和先进的防护技术经验，目前已经有大约130个国家和地区，设有“焊接安全与卫生”专门学术研究机构，美国焊接学会第八专业委员会——焊接安全与卫生委员会，还分别设立了电焊烟尘、有毒气体、教育培训和咨询等十二个分委员会。目前国际上普遍重视和加强焊接安全与卫生研究工作的势头，还在继续高涨。

我们广大电气焊工应当积极学习和认真研究，为不断提高我国焊接安全防护科学技术水平，为加速“四化建设作出更大贡献。

目 录

绪 言

- 一、焊接原理和分类
- 二、焊接安全技术的重要意义
- 三、焊接安全技术概况

第一章 气焊与气割 (1)

第一节 基本原理与安全特点 (1)

- 一、气焊 (1)
- 二、气割 (4)
- 三、安全特点 (5)

第二节 燃烧和爆炸基本知识 (7)

- 一、燃烧与火灾 (7)
- 二、防火技术的基本理论 (8)
- 三、物质燃烧历程 (9)
- 四、燃烧的类型 (11)
- 五、爆炸及其种类 (13)
- 六、爆炸极限 (15)
- 七、防爆技术基本理论 (18)
- 八、扩散燃烧与动力燃烧 (18)

第三节 乙炔和电石 (19)

- 一、乙炔的燃烧爆炸特性 (19)
- 二、乙炔使用注意事项 (24)

三、电石的燃烧爆炸特性	(25)
四、电石搬运与使用安全注意事项	(28)
第四节 乙炔发生器	(29)
一、构造原理	(29)
二、发生着火爆炸事故的原因	(33)
三、乙炔发生器制造的基本要求	(34)
四、安全装置	(35)
五、乙炔发生器使用安全要求	(44)
六、乙炔发生器安全试验	(47)
第四节 常用气瓶	(49)
一、氧气瓶	(49)
二、乙炔瓶	(59)
三、液化石油气瓶	(63)
四、气瓶的技术检验	(68)
第五节 气焊与气割工具	(69)
一、焊炬与割炬	(69)
二、氧气与乙炔胶管	(74)
三、氧气与乙炔管道	(76)
第二章 手工电弧焊	(81)
第一节 基本原理和安全特点	(81)
一、基本原理	(81)
二、用电特点	(84)
三、安全特点	(85)
第二节 焊接安全用电基本知识	(86)
一、电流对人体的伤害	(86)
二、工作环境接触电危险性分类	(91)
三、危险温度	(92)

四、电火花和电弧	(93)
第三节 发生工伤事故的原因	(94)
一、焊接操作中的不安全因素	(94)
二、焊接触电事故原因	(96)
三、电气火灾和爆炸事故原因	(97)
第四节 手工电弧焊安全措施	(98)
一、预防触电的一般措施	(98)
二、焊接电源安全措施	(99)
三、焊钳	(119)
四、焊接电缆	(120)
五、安全操作	(122)
第五节 手工电弧焊卫生防护	(126)
一、有害因素来源及危害	(126)
二、弧光辐射防护	(137)
三、电焊烟尘和有害气体防护	(139)
第三章 特殊焊接作业	(151)
第一节 燃料容器检修焊补	(151)
一、置换动火与带压不置换动火	(152)
二、发生爆炸火灾事故的一般原因	(153)
三、置换动火安全措施	(154)
四、带压不置换动火安全措施	(161)
第二节 水下焊接与切割	(166)
一、工伤事故及其原因	(166)
二、准备工作安全要求	(167)
三、预防爆炸安全措施	(168)
四、预防灼烫安全要求	(169)
五、预防触电安全措施	(171)
六、预防物体打击安全要求	(172)

第三节 登高焊割作业	(173)
第四章 焊接新技术	(175)
第一节 气电焊与等离子弧焊	(175)
一、气电焊基本原理与安全特点	(175)
二、等离子弧焊原理与安全特点	(182)
三、有害因素的来源与危害	(185)
四、防护措施	(196)
第二节 电子束焊	(199)
一、基本原理和应用	(199)
二、有害因素及其来源	(201)
三、防护措施	(203)
第三节 激光焊接与切割	(207)
一、基本原理和应用	(207)
二、有害因素及其防护	(208)
第五章 焊接安全管理	(210)
第一节 焊接安全检查	(210)
一、气瓶库	(210)
二、电石库	(213)
三、乙炔站	(215)
四、厂区乙炔管道和氧气管道	(222)
五、焊接用电	(225)
六、乙炔发生器	(226)
七、焊接操作地点的劳动卫生条件	(227)
第二节 焊接安全组织措施	(229)
一、焊接工作地组织	(229)
二、焊接灭火措施	(230)
三、预防焊接急性中毒的措施	(234)
四、预防焊接灼烫的措施	(235)

五、预防焊接机械伤害的措施	(236)
第三节 焊工安全教育与规章制度	(236)
一、焊工安全教育和考试	(236)
二、建立焊接安全责任制	(237)
三、焊接安全操作规程	(238)
后记	(240)

第一章 气焊与气割

第一节 基本原理与安全特点

一、气焊

气焊是利用可燃气体与氧气混合燃烧的火焰加热金属的一种熔化焊。如图1-1所示，气焊过程是使可燃气体与氧气在焊炬2里混合，并喷出火焰（氧炔焰）3，将焊件1的接缝处加热至熔化状态而形成熔池，同时不断地向熔池填充焊丝（也可不加焊丝，只靠焊件边缘本身熔合）形成焊缝。

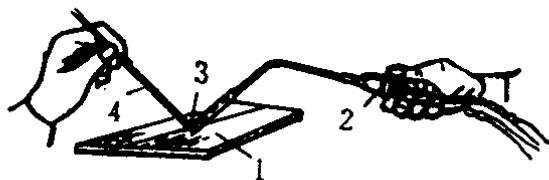


图1-1 气焊示意图

- 1-焊件；
- 2-焊炬；
- 3-氧炔焰；
- 4-焊丝。

可燃气体有乙炔、液化石油气、煤气及氢气等。目前广泛应用的是乙炔气，因为乙炔与氧气混合燃烧的氧炔焰具有温度高和热量大的优点（见表1-1）。氧气分两级，一级氧气纯度为99.2%，二级氧气纯度为98.5%。

气焊使用的设备有氧气瓶，乙炔发生器（或乙炔瓶等），主要工具有焊炬和胶管等。这些设备和工具在工作时的应用见图1-2，图中表明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；氧气从氧气瓶经减压器、氧气胶管

进入焊炬并与乙炔均匀混合，形成氧炔焰进行气焊。

表 1-1 几种气体燃料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	41031~54428	2300
焦 炉 煤 气	~18003	2200
天 然 气	~35588	1850

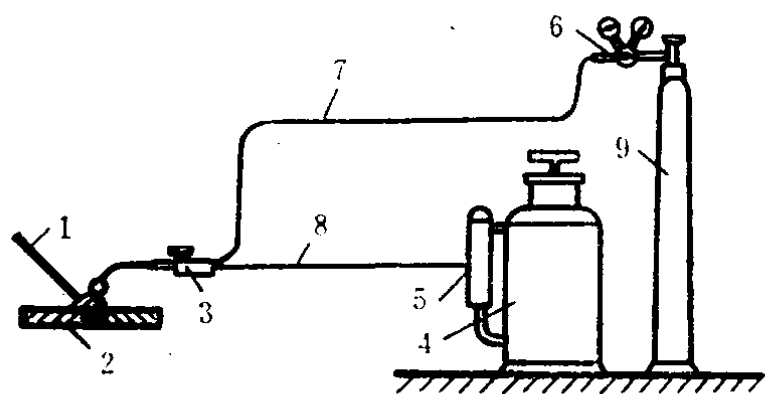


图1-2 气焊的设备和工具

- 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

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、青铜或铝等焊丝，有时就从被焊板材上切下条料作焊丝。常用的低碳钢焊丝牌号见表1-2。气焊丝的规格一般直径为2~4毫米，长度为1米。

由于铸铁件中含有较多的碳和硅，而这两种元素在气焊过程中烧损也较多，因此，为了弥补烧损，在铸铁气焊丝内

表 1-2 碳素结构钢焊丝的种类及其化学成分

牌 号	元 素 含 量 (%)						
	碳	锰	硅	铬	镍	硫	磷
						不 大 于	
H08	≤0.10	0.30~0.55	≤0.03	≤0.15	≤0.30	0.04	0.04
H08A	≤0.10	0.30~0.55	≤0.03	≤0.10	≤0.25	0.03	0.03
H08Mn	≤0.10	0.80~1.10	≤0.03	≤0.15	≤0.30	0.04	0.04
H08MnA	≤0.10	0.80~1.10	≤0.03	≤0.10	≤0.25	0.03	0.03
H15	0.11~0.18	0.35~0.65	≤0.03	≤0.20	≤0.30	0.04	0.04
H15Mn	0.11~0.18	0.80~1.10	≤0.03	≤0.20	≤0.30	0.04	0.04

的碳和硅含量需适当增加。常用的有色金属气焊丝主要有铝和铝合金焊丝、铜和铜合金焊丝。

气焊有色金属、铸铁和不锈钢时，还需要加焊粉。焊粉在气焊过程中直接加到熔池内，其作用是排除熔池里的高熔点金属氧化物，并以熔渣覆盖在焊缝表面，使熔池与空气隔绝，防止熔化金属受氧化，从而改善焊缝质量。

焊粉可分为化学作用气焊粉和物理作用气焊粉两类。化学作用气焊粉还可分为酸性气焊粉和碱性气焊粉两种。

酸性气焊粉，如硼砂 ($\text{N}_2\text{B}_4\text{O}_7$)、硼酸 (H_3BO_3) 以及二氧化硅 (SiO_2)，主要用于焊接铜或铜合金、合金钢等；碱性气焊粉如碳酸钠 (Na_2CO_3)，主要用于铸铁的焊接；物理溶解作用气焊粉，如氟化钠 (NaF)、氟化钾 (KF)、氯化钠 (NaCl) 及硫酸氢钠 (NaHSO_4)，主要用于焊接铝及铝合金。

气焊的火焰（氧炔焰）温度为3100~3300℃,主要用于

薄钢板、有色金属、铸铁件，硬质合金等材料的堆焊，刀具的焊接，以及磨损、报废零部件的焊补。

二、气割

气割是利用可燃气体与氧气混合燃烧的预热火焰，将金属加热至燃烧点，并在氧气射流中剧烈燃烧而将金属分开的加工方法。可燃气体与氧气混合以及切割氧的喷射是利用割炬来完成的（图1-3），常用的可燃气体为乙炔和丙烷。

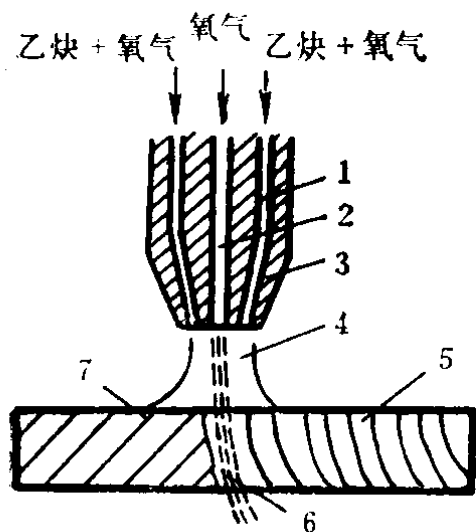


图1-3 气割示意图

1-混合气体通道；2-氧气通道；3-割嘴；4-预热火焰；5-切割纹道；6-氧化铁渣；7-割件

气割过程可归结为相互关联的四个阶段：依靠预热火焰将切割处的金属加热到燃烧温度（即燃烧点）；在切割氧的作用下，切割处金属产生剧烈燃烧；燃烧形成的氧化物（即熔渣）在切割氧的冲力下被排除；燃烧产生的反应热量和预热火焰，把下层金属迅速加热至燃烧点，使气割过程得以连续进行，直至将金属割穿。随着割炬的移动，就可切割成所需的形状和尺寸。由此可知，气割的实质是金属材料在纯氧中的燃烧，并用切割氧吹力将熔渣吹除的过程，而不是金属