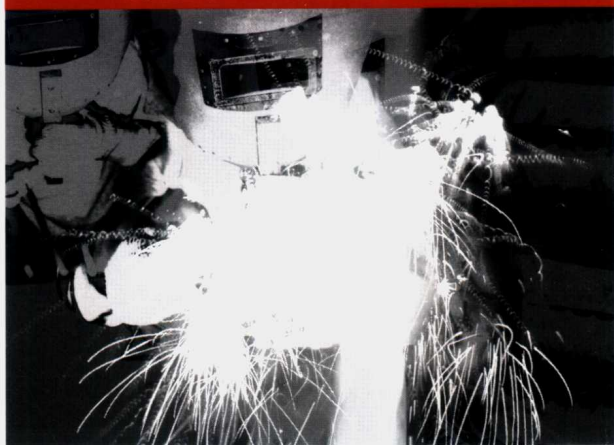


现代生产安全技术丛书

# 焊接安全技术

郭继承 王彦灵 编著



**Chemical Industry Press**



化学工业出版社  
安全科学与工程出版中心

现代生产安全技术丛书

# 焊接安全技术

郭继承 王彦灵 编著



化学工业出版社  
安全科学与工程出版中心

· 北京 ·

# (京) 新登字 039 号

## 图书在版编目 (CIP) 数据

焊接安全技术/郭继承, 王彦灵编著. —北京: 化学工业出版社, 2004.3

(现代生产安全技术丛书)

ISBN 7-5025-5364-9

I. 焊… II. ①郭…②王… III. 焊接-安全技术  
IV. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 021703 号

---

现代生产安全技术丛书

焊接安全技术

郭继承 王彦灵 编著

责任编辑: 郭乃铎 杜进祥

文字编辑: 韩庆利

责任校对: 顾淑云

封面设计: 关 飞

\*

化学工业出版社 出版发行  
安全科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京兴顺印刷厂印刷

北京兴顺印刷厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 8 $\frac{3}{4}$  字数 151 千字

2004 年 4 月第 1 版 2004 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5364-9/X·420

定 价: 18.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

# 序

安全生产在全面建设小康社会，实现可持续发展战略方面有着重要的地位和作用。搞好安全生产，保障人民群众的生命和财产安全，体现了最广大人民群众的根本利益，反映了先进生产力的发展要求和先进文化的前进方向，是企业生存和发展的基本要求。

我国正处于计划经济转型为市场经济的发展初期，由于工业安全生产基础薄弱，安全生产管理水平不高，同时受生产力发展水平和从业人员素质等因素的制约和影响，造成当前安全生产形势相当严峻，重大特大事故频繁发生，造成了巨大的人员伤亡和财产损失。这种局面若不能有效地控制，将直接影响我国经济的可持续、健康发展和全面建设小康社会目标的实现。

随着社会主义市场经济体制的进一步完善和国民经济持续快速发展，推动了工业现代化的进程，工业安全与事故的预防和控制工作将面临新的挑战。以公有制为主体、多种经济成分共同发展的经济模式，使工业安全的监管对象多元化，监管的难度增大；矿山、建筑、危险化学品等行业高速发展，西部大开发和东北等老工业基地的调整改造等战略的实施，数以亿计的农民工进入劳动力市场，涌向工矿企业，使工业安全面临更大的压力；经济全球化带来工业发达国家向我国转移“高风险产业”等现象，使工业安全的形势更加严峻。

如此严峻的安全生产新形势、新情况、新问题，是摆在安全生产及安全科技工作者面前的重大课题，如何有效地预防与控制工业中的各种安全生产的风险，从被动防范事故向控制源

头、往本质安全化方面转变，从以控制伤亡事故为主向全面做好职业安全健康工作转变，把职业安全健康工作作为以人为本、珍惜生命、保护大众的安全健康工作来抓，这是安全生产工作的出发点和归宿。为此，我们组织有关专家、学者、企业安全管理干部和技术人员，编写了这套《现代生产安全技术丛书》，旨在从企业安全生产的基础工作做起，结合企业生产安全的实用技术，为我国工业生产的安全工作尽一点微薄之力。

本套丛书的主要特点是，从企业安全生产的各项具体工程技术入手，有针对性地提出解决安全问题的方法和措施，理论联系实际，注重理论性，更强调实用性，推荐给读者的方法，能有效地解决生产过程中的实际问题。书中大量引用企业在具体安全工作中的常见典型实例，验证了书中安全方法的可行性，使读者易于理解并在实践中运用。丛书中也大量引用了有关专家、学者的研究成果，在此表示衷心的感谢。

组织和编写这套《现代生产安全技术丛书》，工作量比较大，且时间仓促，加上作者水平的限制，书中定会存在不少欠缺之处，望广大读者不吝赐教。本丛书的编写和出版，得到了化学工业出版社安全科学与工程出版中心有关人员的指导和帮助，在此一并致谢。

**崔政斌 徐德蜀**

**2004年2月**

# 前 言

随着经济体制改革的不断深入，我国经济社会发展取得了长足的进步，综合国力和人民生活水平进一步提高。同时安全与环境问题已成为企业永恒的主题。

随着人类社会文明的发展，“安全第一”思想已超越生产领域，成为指导人们行为的准则。在生存观念上，人们把安全权与生存权等同起来，成为当代人类的第一要求。

现代工业生产高投入、高产出，是人才出发展、管理出效益的社会，人群高度集中，资本高度密集，能量高度集聚，过程环境高度敏感复杂，使安全生产成为现代工业以及现代社会的共同需要。

具体到焊接操作，一方面需要经常与易燃易爆物品接触，以及高处、局限空间和水下作业的特殊作业环境；另一方面需要经常接触压力容器和燃料容器，而且大多数情况下使用明火，因此容易造成火灾、爆炸、中毒、触电、灼烫事故。为此，焊接安全不仅是生产技术问题，更是一个组织管理、教育培训的系统安全问题。

本书系统论述了各种焊接技术的基本原理、工艺要点、操作规程以及所用设备工具——气瓶、乙炔发生器等

的使用安全分析，指出焊接过程安全的主要危险，并提出过程安全防护措施；通过各种焊接方法的安全分析，着重叙述了触电事故发生的原因、防护措施，以及简单的人工氧合——心肺复苏急救方法和焊接作业劳动卫生的安全防护知识；通过焊接作业一般环境分析，简述了特殊焊接作业安全，介绍了高处、局限空间和水下焊接作业的各种危害和有害因素、防护措施；提出强化焊接作业过程安全管理要点，从组织管理和技术措施上确保焊接过程安全。

鉴于作者知识和水平有限，书中疏漏及不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

**编著者**

**2004年2月**

## 内 容 提 要

本书是《现代生产安全技术丛书》的一个分册。

本书从焊接基本原理、工艺要点、操作规程以及所用设备工具——气瓶、乙炔发生器等的使用安全分析，指出焊接过程安全的主要危险是火灾、爆炸、触电、灼烫等伤害事故，并提出焊接过程安全防护措施。通过各种焊接方法的安全分析，着重叙述了触电事故发生的原因与防护措施，以及简单的人工氧合——心肺复苏急救方法和焊接作业劳动卫生与安全防护知识。通过焊接作业一般环境分析，简述了特殊焊接作业安全，介绍了高处局限空间和水下焊接作业的各种危害和有害因素与防护措施。提出强化焊接作业过程安全管理要点，从组织管理和技术措施上确保焊接过程安全。

本书可供企业安全管理干部和技术人员、安全科研部门和教学单位有关人员使用，也可供操作人员的安全培训使用。



# 目 录

第一章 概述 .....	1
第一节 名词术语 .....	1
第二节 焊接技术的发展、意义及危险分析 .....	3
第三节 焊接工伤事故及职业危害 .....	6
第四节 焊接安全与卫生防护 .....	7
第二章 气焊和气割安全 .....	11
第一节 气焊和气割的安全分析 .....	11
第二节 常用气体的燃爆特性和使用安全要求 .....	20
第三节 乙炔发生器安全 .....	32
第四节 焊接常用气瓶安全 .....	46
第五节 焊割炬安全 .....	78
第六节 氧气与乙炔胶管及管道安全 .....	92
第三章 焊接方法及安全 .....	101
第一节 手工电弧焊 .....	101
第二节 碳弧气刨和切割 .....	122
第三节 埋弧焊 .....	127
第四节 气体保护电弧焊 .....	138
第五节 等离子弧的焊接及切割 .....	157
第四章 焊接用电安全 .....	165

第一节	电流对人体的作用及触电原因·····	165
第二节	焊接设备、工具的安全要求·····	171
第三节	触电急救·····	186
第五章	特殊焊接作业安全·····	201
第一节	高处焊接作业安全·····	201
第二节	局限空间内焊接作业安全·····	205
第三节	水下焊接作业安全·····	214
第六章	焊接劳动卫生与防护·····	223
第一节	有害因素的来源及危害·····	223
第二节	焊接劳动卫生与防护措施·····	233
第七章	焊接安全管理·····	243
第一节	焊接安全组织措施·····	243
第二节	焊接安全检查要点及技术条件·····	246
参考文献	·····	265

# 第一章 概 述

## 第一节 名 词 术 语

### 1. 焊接

焊接是利用加热、加压，或既加热又加压，使用（或不用）填充材料将工件连接在一起的一种方法。被连接的两个物体既可以是金属，也可以是非金属。

### 2. 电弧焊

电弧焊是利用电弧热来局部熔化被焊工件（及填充金属），然后凝固成坚实接头的一种焊接方法。电弧焊是目前应用最广泛的焊接方法，它主要包括手弧焊、埋弧焊、气体保护焊、等离子弧焊等。

### 3. 手弧焊

手弧焊是用手工操作方法进行的电弧焊。

### 4. 埋弧焊

埋弧焊又称为焊剂层下电弧焊，焊接电弧在颗粒状焊剂层下燃烧，是利用在焊丝和工件之间产生的电弧热量来熔化金属的一种电弧焊方法。而根据焊接过程的进行方式可分为自动焊和半自动焊。

### 5. 气体保护焊

气体保护焊是利用各种单一的或多元的气体作为保护

气体，用焊丝与焊件之间产生的电弧热量来熔化金属的一种电弧焊方法。根据使用的保护气体的不同可分为惰性气体保护焊、氩弧焊、CO<sub>2</sub> 气体保护焊，而根据焊接过程实现的方式可分为手工、半自动、自动焊。

### 6. 等离子弧焊与等离子切割

等离子弧焊是在钨极与喷嘴（或工件）间产生电弧，通入气体介质（Ar、H<sub>2</sub> 或 N<sub>2</sub>）使电弧受压缩而形成等离子焰区，温度可达 10000~15000℃ 以上，利用此高温可进行焊接的一种方法。

等离子切割是用等离子焰流的高温热源来熔化工件而进行切割的一种方法。

### 7. 气焊

气焊是利用可燃气体和氧发生剧烈燃烧产生的热量来熔化工件接头部位的金属和焊丝，从而达到焊接的一种方法。

### 8. 气割

气割是利用可燃气体加上氧气混合燃烧和预热火焰，将金属加热到燃烧点，然后加大氧气以便将金属吹开的一种方法。

### 9. 碳弧气刨

碳弧气刨是利用碳极和金属之间产生的高温电弧，把金属局部加热到熔化状态，同时利用压缩空气的高速气流把熔化金属吹掉，从而实现工件进行刨削和切割的一种方法。

## 第二节 焊接技术的发展、 意义及危险分析

### 1. 焊接技术的发展和意义

近代焊接技术是从 1882 年出现碳弧焊开始的，直到 20 世纪的 30 年代，在生产上还只是采用气焊和手工电弧焊等简单的焊接方法。由于焊接具有节省金属、生产率高、产品质量好和大大改善劳动条件等优点，所以在近半个世纪内得到了极为迅速的发展。20 世纪 40 年代初期出现了优质电焊条，使长期以来由于产品质量的问题让人们怀疑的焊接技术得到了一次历史性飞跃。20 世纪 40 年代后期，由于埋弧焊和电阻焊的应用使焊接过程的机械化和自动化成为现实。20 世纪 50 年代的电渣焊、各种气体保护焊、超声波焊，20 世纪 60 年代的等离子弧焊、电子束焊、激光焊等先进焊接方法的不断涌现，使焊接技术达到了一个新的水平，使焊接技术进入了一个新的发展阶段。

焊接技术和传统的工艺方法相比较，目前已几乎全部取代了铆接技术，部分代替了铸造和锻造。

### 2. 焊接技术的优点

(1) 节约金属材料。用焊接可以比铆接制成的结构省去很多零件，因此能够节约金属约 15%~20%。另外，焊接结构也可比铸铁件节约 50% 左右的材料，比铸钢件

节约 30% 左右的材料。

(2) 减小结构质量 (重量)。采用焊接制成的机车车辆, 可以在节省材料的同时, 减轻本身的自重, 从而可以加大载重量。

(3) 减轻劳动量, 提高生产率。

(4) 降低劳动强度, 改善劳动条件。

(5) 投资小, 占用生产面积小。

### 3. 焊接发展方向和趋势

随着工业和科学技术的发展, 焊接工艺也发生着日新月异的变化, 而且形成一些新的发展方向 and 趋势。

(1) 提高焊接生产率是推动焊接技术发展的重要驱动力。

(2) 提高准备车间的机械化、自动化水平是当前世界先进工业国家重点发展方向。

(3) 焊接过程自动化、智能化是提高焊接质量稳定性, 解决恶劣劳动条件的重要方向。

(4) 新兴工业的发展不断推动焊接技术前进。

(5) 热源的研究与开发是推动焊接工艺发展的根本动力。

(6) 节能技术是普遍关切的问题。

焊接技术被广泛应用于船舶、车辆、航空、锅炉、压力容器、电机、冶炼设备、石油化工机械、矿山、起重、建筑及国防等各个行业。正是由于焊接技术的广泛应用,

所以焊接技术质量的可达性、安全性关系着国计民生的大事，其焊接质量的好坏，关系着社会的安定和稳定。

#### 4. 焊接的危险性分析

焊接过程常用电能或化学能转化为热能来加热焊件，一旦对这些能源失去控制，就会转移到人体和发生伤亡事故。因而以焊接的危险因素来分析有两方面：影响焊接生产安全的危险因素和影响人体健康的有害因素。

##### (1) 影响焊接生产安全的危险因素

① 爆炸和火灾 是焊接过程中易发生的工伤事故，而且发生的火灾和爆炸事故主要是在气焊、气割、焊条电弧焊焊接过程中。焊接过程中之所以容易发生爆炸火灾事故，一方面是由于焊工需要经常和易燃易爆物品接触，如  $C_2H_2$ 、 $C_3H_3$ 、 $CaC_2$ 、 $O_2$  以及检修焊补燃料容器管道时油的蒸气、煤气、氩和氢等；另一方面是由于焊工需要经常接触压力容器和燃料容器，如乙炔发生器、氧气瓶、液化石油气瓶、乙炔瓶以及检修补焊时的罐、塔、柜、槽、箱和管道等，而且在大多数情况下使用明火，因此容易构成火灾和爆炸事故的条件。

② 触电 利用电能转化为热能的各种焊接方法都有触电危险。焊条电弧焊操作触电的机会较多，尤其在容器、管道、锅炉内和钢架上的操作，四周都是金属导体，其触电危险性更大。特别是在高空作业中，触电事故还易引起高空坠落的二次事故。

(2) 影响人体健康的有害因素 焊接过程中产生的影响人体健康的有害因素，可分为物理有害因素与化学有害因素两大类。在焊接环境中可能存在的物理有害因素有电弧弧光、高频电磁波、热辐射、噪声及放射线等；可能存在的化学有害因素有电焊烟尘和有害气体等。在各种影响人体健康的有害因素中，由于接触电焊烟尘的人数最多，因此电焊烟尘是影响最大的有害因素。长期吸入电焊烟尘而发生的电焊工尘肺职业病，是当前焊接安全卫生工作中影响最大的一个主要问题。

### 第三节 焊接工伤事故及职业危害

焊接过程中存在的主要不安全因素和有害因素及发生的主要工伤事故和职业危害见表 1-1。

表 1-1 焊接过程中存在的主要危险因素和有害因素及发生的主要工伤事故和职业危害

危险因素	主要工伤事故	有害因素	主要职业危害
(1) 可燃易爆物品	(1) 爆炸	(1) 电焊烟尘	(1) 电焊尘肺
(2) 压力容器和燃料容器	(2) 火灾	(2) 有毒气体	(2) 慢性中毒
(3) 电机、电器	(3) 触电	(3) 弧光辐射	(3) 血液疾病
(4) 烟火	(4) 灼烫	(4) 射线	(4) 焊工金属热
(5) 在狭小空间时登高或水下作业	(5) 急性中毒	(5) 高频电磁场	(5) 皮肤疾病
	(6) 高空坠落	(6) 噪声	(6) 电光性眼病
	(7) 物体打击	(7) 热辐射	(7) 神经系统疾病



## 第四节 焊接安全与卫生防护

### 1. 焊接安全与卫生防护技术的重要意义

如前所述，焊接过程中发生的爆炸、火灾等事故，不仅危害着焊工及其他有关生产人员的安全和健康，还会使国家财产遭受严重损失，影响生产的顺利进行。因此国家标准《特种作业人员安全技术考核管理规则》（GB5306—1999）明确规定“金属焊接（气割）作业”是属于操作者本人、他人和周围设施的安全有重大危害因素的特种作业，从业人员必须经过专门的安全教育和安全技术培训，并经考核合格取得操作证后，方准独立作业。

焊接安全问题是生产技术问题。只有仔细研究生产过程的特点和焊接工艺、设备、工具及操作方法后，才能得到解决。同样随着焊接技术的发展，还会出现新的不安全与不卫生因素，所以除了广大科技工作者和管理人员必须从焊接安全检查的观点来研究探求可靠的措施外，广大焊接作业人员更应该了解生产过程中的特点以及焊接设备、焊接工艺和操作规程，进而深刻理解安全技术和措施，严格执行安全操作规程和实施防护措施，减少事故与职工危害。

### 2. 工程技术和管理人员对焊接安全工作的职责

焊接安全技术与生产技术有着紧密联系。有关工程技