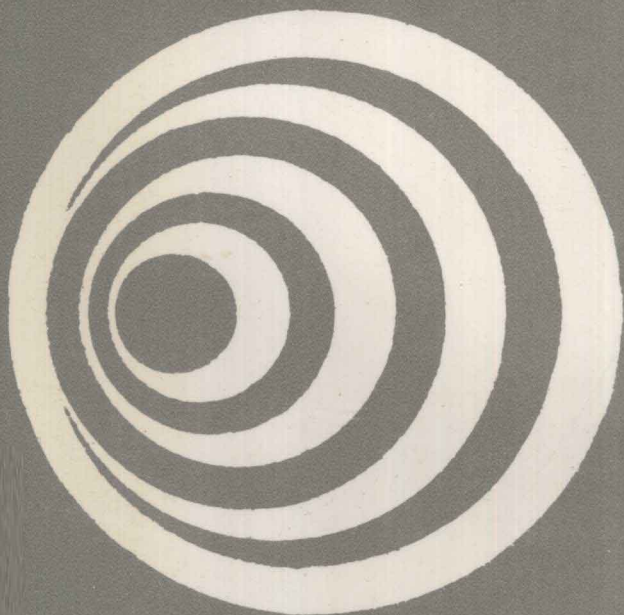



全国就业训练机械类统编教材

# 焊工工艺

( 试用 )



 中国劳动社会保障出版社

全国就业训练机械类统编教材

# 焊工工艺

(试 用)

劳动部培训司组织编写

中国劳动社会保障出版社

本书由劳动部培训司委托辽宁省劳动就业训练中心组织编写，供就业训练机械类焊工使用的统编教材，与《机械识图》、《机械基础》、《金属工艺基础》、《电工基础知识》配套使用，学制为一年。本书也可供职业学校、在职培训及自学使用。

本书内容包括手工电弧焊、气焊与气割、其他焊接方法以及焊接质量和常用材料的焊接特点。

本书由张云麒、孙延清、高季明编写，张云麒主编；顾钰焘、高清宝、梅漫雪审稿，顾钰焘主审。

## 焊 工 工 艺

( 试 用 )

劳动部培训司组织编写

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)

责任编辑：赵庆鹏

\*

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷装订 新华书店经销  
787毫米×1092毫米 32开本 6.125印张 138千字  
1992年2月北京第1版 2006年1月北京第17次印刷  
印数：10100册

ISBN 7-5045-0888-8/TG·082(课) 定价：4.90元

读者服务部电话：010-64929211

发行部电话：010-64911190

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010-64911344

## 前 言

根据“先培训、后就业”的原则，全面开展就业训练工作，是贯彻“在国家统筹规划和指导下，实行劳动部门介绍就业、自愿组织起来就业和自谋职业相结合”的就业方针和提高职工素质的一项重要措施。为解决就业训练所需要的教材，使就业训练工作逐步走向规范化，原劳动人事部培训就业局于1986年7月委托部分省、市劳动人事部门（劳动服务公司），分别组织编写适合初中毕业以上文化程度青年使用的、分半年与一年两种学制的教材。

第一批组织编写的就业训练教材有：烹饪、食品糕点、宾馆服务、商业营业、理发、公共交通客运、土木建筑、服装、钟表眼镜修理、无线电修理、家用电器修理、机械加工、纺织、丝织、幼儿保教、财会等十六个专业及职业道德、就业指导、法律常识三门公用教材。这次又组织编写了造纸、玻璃制造、汽车修理、化纤、胶鞋制造、轧钢、广告装璜等七个专业教材，并补充编写了八大菜系实习菜谱。这套教材培训其他人员亦可使用。

这次组织编写的教材，是按照党和国家有关的教育方针政策，本着改革的精神进行的，力求把需要就业的人员培养成为有良好职业道德、有一定专业知识和生产技能的劳动者，突出操作技能的培训，以加强动手能力和处理实际问题的能力。

就业训练工作是一项新工作，参加编写这套教材的有关同志克服了重重困难，完成了教材的编写任务，对于他们的辛勤劳动表示由衷的感谢。由于编写时间仓促和缺乏经验，这套教材尚有许多不足之处，请各地有关同志在使用过程中，注意听取、汇集各方面的反映与意见，并及时告诉我们，以便再版时补充、修订，使其日趋完善。

**劳动部培训司**

一九八八年七月

# 目 录

绪论	1
第一章 手工电弧焊	3
§ 1—1 手工电弧焊概述及基本操作	3
工艺实践一	15
§ 1—2 焊条	20
§ 1—3 手工弧焊机	27
§ 1—4 各种位置焊缝及钢管对焊的操作 技术	39
§ 1—5 提高手弧焊生产率的途径及安全 生产知识	56
工艺实践二	62
习题	71
第二章 气焊与气割	73
§ 2—1 气焊概述及基本操作	73
工艺实践三	82
§ 2—2 氧—乙炔焊设备	88
§ 2—3 气焊技术及工艺	100
§ 2—4 氧气切割	108
工艺实践四	118
§ 2—5 其他切割法简介	122
§ 2—6 气焊与气割安全技术	124

习题	133
第三章 其他焊接方法	135
§ 3—1 二氧化碳气体保护电弧焊	135
§ 3—2 氩弧焊	141
§ 3—3 自动埋弧焊	146
§ 3—4 常用焊接方法的比较	153
习题	162
第四章 焊接质量和常用材料的焊接特点	163
§ 4—1 焊接应力及变形	163
§ 4—2 焊接缺陷及焊接检验	168
§ 4—3 常用金属材料的焊接	172
习题	181
附录 焊工安全与卫生防护	182

# 绪 论

焊接是制造金属结构和机器零件的重要手段之一。它被广泛地应用于现代工业的各个领域。

焊接是将分离的材料或结构单元，通过加热、加压，或两者并用，以用或不用填充材料使工件达到原子结合的一种加工方法。

按焊接过程中的特点和实现焊接的方法，可归纳为三个基本类型，即熔焊、压焊和钎焊。

1. 熔焊 熔焊是指在焊接过程中，将焊件接头加热至融化状态，不加压力完成焊接的方法。熔焊应用很广泛，如电弧焊和气焊。

2. 压焊 压焊是指在焊接过程中，必须对焊件施加压力（加热或不加热）完成焊接的方法。采用压焊生产率很高，如电阻焊和摩擦焊属于这一类。

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焊件的方法。这种焊接方法应用也很广泛，如锡焊、铜焊及银焊等属于这一类。

焊接零件和焊接结构与铸造、铆接等结构相比，具有减轻结构重量、提高结构刚度、强度和联接效率，缩短生产周期、节省金属材料、降低生产成本以及在设计上灵活性大等



优点；但也存在缺点，如带来焊接零件和焊接结构的残余应力和变形及热影响区组织、性能的变化对使用性能和安全可靠性的影响，对于重要零件和结构必须认真地采取措施加以控制和解决。

焊接金属结构和机器零件的生产全过程可分为三个阶段，即准备、施焊和验收阶段。

1. 准备阶段 这一阶段根据焊接任务书开始的，包括准备焊接材料（焊条、焊剂、气体等），焊接接头的制备及其预加工（弯曲、成形等），焊接设备、工具及辅助机械装备的检查、调试以及结构单元的装配（点固）等。

2. 施焊阶段 这一阶段是根据工艺文件（图样、工艺卡片、质量标准，等）进行的，包括对工件进行焊接、中间（各道工序）质量检查及热处理等。

3. 质检和验收阶段 这一阶段是根据设计要求、施工图样、资料和质量验收标准等进行的，最后检验合格的产品入库。

在整个生产过程中，要将质量标准始终贯彻在设计、制造中的技术和施工管理等诸方面，就能显示出焊接技术和焊接结构的特点和优越性。

# 第一章 手工电弧焊

## § 1—1 手工电弧焊概述及基本操作

### 一、手工电弧焊焊接过程

手工电弧焊（简称手弧焊）是利用焊接电弧的热量来熔化母材（被焊接的材料）和焊条的一种手工操作的焊接方法。手弧焊的焊接过程如图1—1所示。

焊接前，把电焊钳和焊件分别接到手工弧焊机输出端的两极，并用电焊钳夹持焊条。焊接时，首先在焊条和焊件之间引燃焊接电弧，利用电弧的热量将焊条和焊件接头处熔化，形成熔池（在电弧作用下，焊件上所形成的具有一定几何形状的液态金属部分）。随着电弧沿焊接方向前移，不断产生新的熔池，而留在电弧后面的熔池迅速冷凝成焊缝，从而将被焊工件连接成整体。

### 二、焊接电弧

由焊接电源供给的，具有一定电压的两电极间或电极与焊件间，在气体介质中产生的强烈而持久的放电现象叫焊接电弧。它是手弧焊的热源。沿焊接电弧轴线方向的温度和电压分布都是不均匀的，这是因为在其轴线方向上形成了三个性质不同的区域，即阴极区、阳极区和弧柱区，如图1—2所示。

阴极区和阳极区的温度随电极材料不同而不同，如表1—

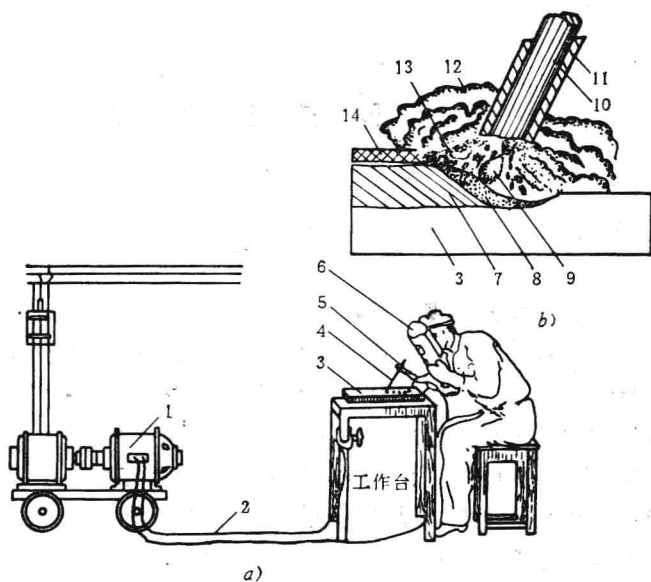


图 1—1 手工电弧焊

- 1—手工弧焊机 2—焊接电缆 3—焊件 4—焊条 5—电焊钳  
 6—面罩 7—焊缝 8—熔池 9—熔滴 10—焊芯 11—焊条药皮  
 12—气体 13—熔渣 14—渣壳

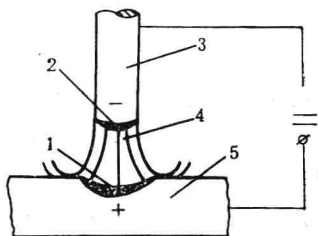


图 1—2 焊接电弧

- 1—阳极区 2—阴极区 3—焊条 4—弧柱区 5—焊件

1所示。可以看出，阳极区的温度总是比阴极区高。弧柱区的温度沿其截面分布是不均匀的，其中心部分温度最高，可达到5000~30000K，离开弧柱中心线，温度逐渐降低。弧柱温度虽高，但大部分热量散失于周围空气中，对金属熔化并不起主要作用，使金属熔化的热量，主要集中在两极。

表 1—1

阴极区和阳极区的温度

电极材料	气体介质	阴极区温度(K)	阳极区温度(K)
碳	空气	3500	4200
铁	空气	2400	2600
钨	空气	3000	4240

电弧电压由阴极电压降 ( $U_{阴}$ )、阳极电压降 ( $U_{阳}$ )、弧柱电压降 ( $U_{柱}$ ) 三部分组成。在电极材料和气体介质一定时，阴极电压降和阳极电压降基本上都是常数，弧柱电压降在一定的介质条件下和电弧长度成正比。所以电弧电压可表示为：

$$U = a + bL \quad (1-1)$$

式中  $a$ —— $U_{阴} + U_{阳}$ ，伏；

$b$ ——弧柱单位长度上的电压降，伏/毫米；

$L$ ——弧柱长度，毫米。

当电极材料、气体介质、电源种类及极性一定时， $a$ 和 $b$ 都是确定的数值，此时电弧电压仅决定于电弧的长度，当弧长增加时，电弧电压升高；当弧长缩短时，电弧电压降低。

焊接电弧不仅能放出大量的热，还能发出强烈的光，对

人的身体产生危害。例如，当眼睛受到电弧照射后，即使是照射的时间很短，也能引起眼睛外部发炎，使眼睛剧痛、怕光和流泪；裸露的皮肤也会被电弧灼伤，使皮肤发红、脱皮。因此，焊接时应注意防护，使人体不受到弧光的直接照射。

### 三、焊接设备及用具

电弧焊机是利用电弧热量熔化金属而进行焊接的设备。按操作的自动化程度，可分为手工弧焊机、半自动弧焊机、自动弧焊机。

1. 手工弧焊机 手工握持焊钳或焊枪，进行操作的弧焊机，叫手工弧焊机。一般分为交流、直流两大类。常用手工弧焊机的外形如图1—3，图1—4所示。

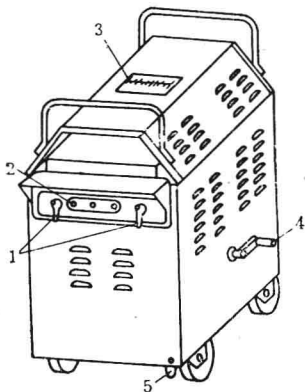


图 1—3 交流电焊机外形

- 1—焊接电源两极（接焊条、焊件）2—线圈抽头（粗调电流）3—电流指示盘 4—调节手柄（细调电流）5—接地螺钉

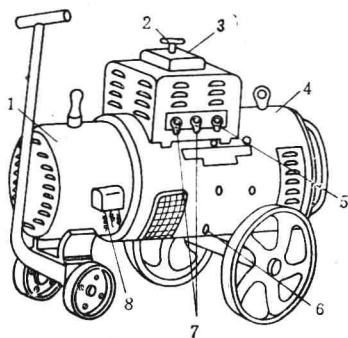


图 1—4 直流弧焊发电机外形

- 1—交流电动机 2—调节手柄（粗调电流）3—电流指示盘 4—直流发电机 5—正极抽头（粗调电流）6—接地螺钉 7—焊接电源两极（接焊条、焊件）8—外接电源

## 2. 手弧焊用工具

(1) 电焊钳 电焊钳用于夹紧焊条和传导焊接电流。常用的型号为 G—352, 能安全通过电流 300 安, 适用于夹持直径 2~5 毫米的焊条, 如图 1—5 所示。

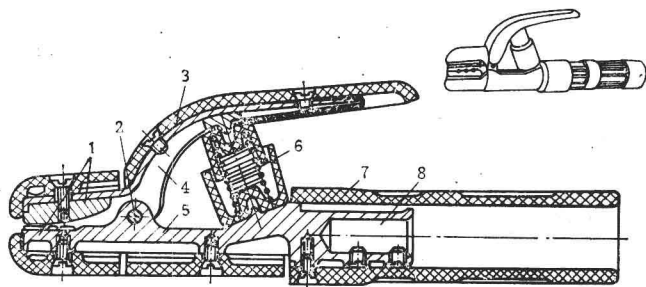


图 1—5 电焊钳

1—钳口 2—固定销 3—弯臂罩壳 4—弯臂 5—直柄  
6—弹簧 7—胶布手柄 8—焊接电缆固定处

(2) 敲渣锤 用于清除焊渣的尖锤。

(3) 钢丝刷 用于除去少量的渣和焊件上的锈等。

(4) 夹钳 用于夹持焊件。

3. 手弧焊用装配夹具 为保证焊件尺寸, 提高装配效率, 防止焊接变形所采用的夹具, 叫焊接夹具。手弧焊常用的装配夹具具有:

(1) 夹紧工具 用来紧固装配焊件, 如图 1—6 所示。

(2) 压紧工具 在装配时, 用于压紧焊件。使用时夹具的一部分常要点固焊在被装配的焊件上, 焊接后再除去。图 1—7 所示为压紧工具。

(3) 拉紧工具 用于将所装配工件的边缘拉到规定的尺寸, 如图 1—8 所示。

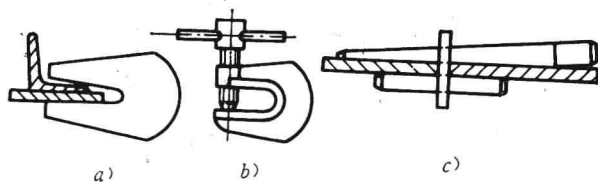


图 1—6 夹紧工具

a) 楔口夹板 b) 螺旋弓形夹 c) 带压板的楔收紧夹

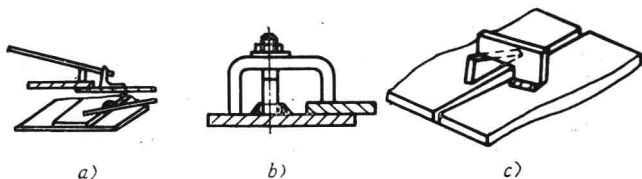


图 1—7 压紧工具

a) 带铁棒的压紧夹板 b) 带压板的紧固螺栓  
c) 带楔条的压紧夹板

(4) 撑具 撑具是扩大或撑紧装配件的一种工具，常用的如图1—9所示。

4. 防护用具 除工作服、工作帽外还有面罩、焊工手套、护脚和绝缘胶鞋等。

(1) 面罩 为防止焊接时的飞溅、弧光及其它辐射对焊工面部及颈部损伤的一种遮蔽工具，有手持式(图1—10)和头盔式两种。

面罩由防火材料制成，上面装有用以过滤和遮蔽焊接时产生的有害光线的黑玻璃。可根据焊接电流的大小来选择黑玻璃的色号。为防护黑玻璃不被金属飞溅损坏，在其外面罩有无色透明的防护白玻璃。

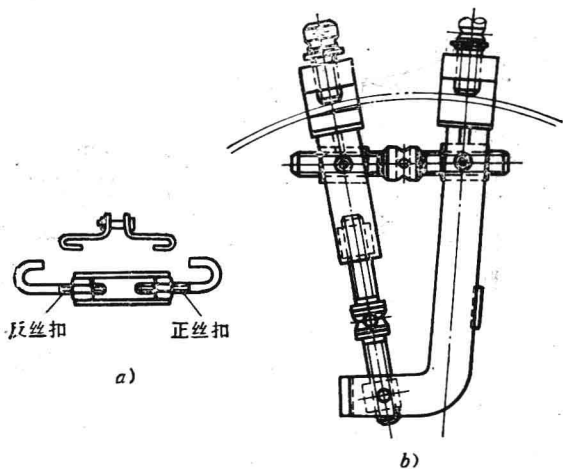


图 1—8 拉紧工具

a) 螺旋拉紧工具 b) 拉紧卡钳

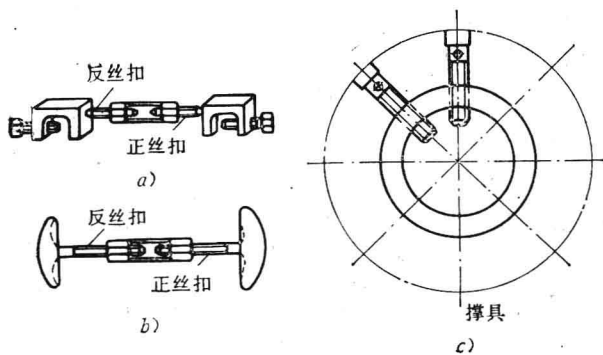


图 1—9 撑具

a) 螺旋拉撑 b) 螺旋撑具 c) 带支撑螺栓的圆环

(2) 焊工手套 在焊接时为了保护焊工的手和腕部不



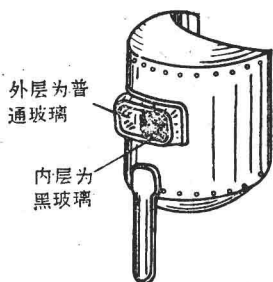


图 1—10 手持式面罩

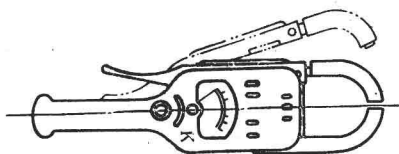


图 1—11 钳形电流表

受电弧辐射热、熔渣和金属飞溅的损伤，防止触电而使用的专用手套。一般用皮革制成。除能覆盖手、腕外，尚需覆盖臂部至少100~200毫米。

(3) 护脚 焊接时，为了保护焊工脚和脚腕不受电弧辐射热、熔渣和金属飞溅损伤而使用的专用脚罩，也叫脚盖。一般用皮革或帆布制成。

(4) 绝缘胶鞋 主要是为了防止触电。

## 5. 测量用具

(1) 电流表 电流表用于测量焊接电流的大小。它是串联在电路中使用的。焊接时，电流表的指针不能保持绝对稳定，将在一定范围内摆动，例如使用3.2毫米直径的焊条，电流选择117安，电流表读数约在110~125安之间，这种较小的电流变化是不影响焊接质量的。

焊接电流也可用手提式的钳形电流表（简称钳表）来测量。测量时，握紧板手，钳表钳口张开（如图1—11中虚线所示），然后将被测电流的焊接电缆卡入钳口，松开板手，钳口闭合，钳表便指出被测电流的大小。钳表的准确度不高，但