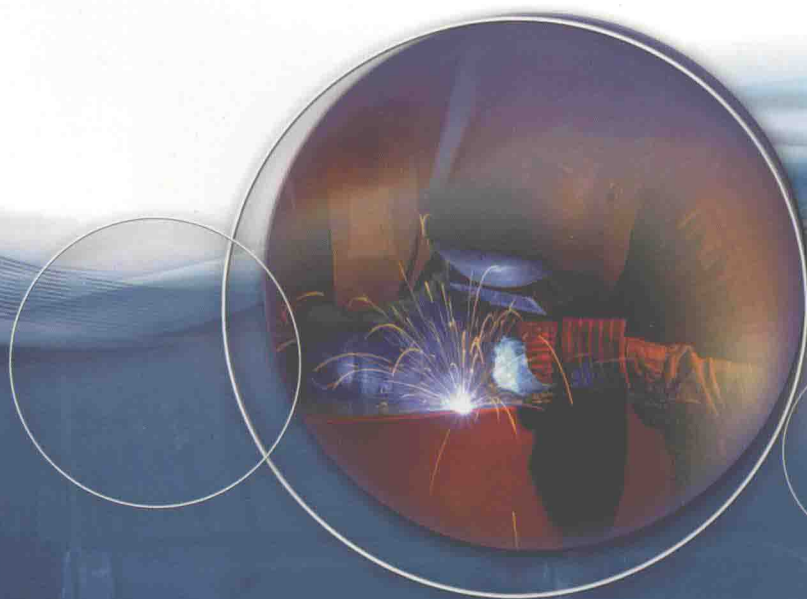


中等职业教育专业技能规划教材  
校建设资助项目

# 金属焊接与 切割技能训练

王好鹏 主编



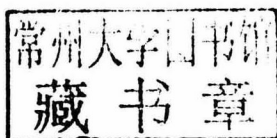
中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

职业技能规划教材  
河南省特色学校建设资助项目

# 金属焊接与切割技能训练

主编 王好鹏



中国矿业大学出版社

## 内 容 提 要

本教材根据中等职业教育焊接专业学生生产实习的实际情况,遵循行动导向模块教学法的思想编写,同时参照了《中华人民共和国职业技能鉴定规范——电焊工》和中等职业教育“十二五”(焊接专业)规划大纲。

本书可作为中职、中专、技工、高职院校机电类专业焊工工艺技能训练考核的教材,也可作为其他性质的学校及企业职工训练考级的专业教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

金属焊接与切割技能训练/王好鹏主编. —徐州:

中国矿业大学出版社, 2016. 1

ISBN 978-7-5646-2712-6

I. 金… II. ①王… III. 金属材料—焊接—中等专业学校—教材②金属—切割—中等专业学校—教材

IV. ①TG457. 1 ②TG48

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 128690 号

书 名 金属焊接与切割技能训练

主 编 王好鹏

责任编辑 张 岩 何晓明

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 10.25 字数 256千字

版次印次 2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷

定 价 24.50 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

# 编审委员会

主任 薛 龟 党 珂

副主任 魏 鹏

委员 史大伟 夏新建 南社平 马 莉

任广增 王海燕 张辽杰

# 前 言

本教材结合中职学生的特点,根据行动导向模块教学法的基本思想编写,力求符合中等职业教育焊接专业学生生产实习的实际情况。本教材共分6个模块,基本技能操作30个课题(初级、中级)。主要内容有焊接操作保护与安全检查、焊条电弧焊、二氧化碳气体保护焊、手工钨极氩弧焊、埋弧焊、电阻焊、等离子弧焊接与切割、气焊、气割等基本操作知识。

本教材有以下特点:

1. 依据“用必教、教必会、会必用”的培养原则,充分考虑中职学生的动手能力,将理论、实践、生产融为一体,使理论知识传授与生产实践技能培养同步进行,让学生在生产中学习,在学习中生产。

2. 摒弃操作难度大、不常用的操作课题,并补充一些中职生必须掌握的、能起到举一反三作用的操作课题,力求做到易学、乐学、实用,同时强调师生互动和学生自主学习。

3. 在结构设计上围绕技能培训这一核心,充分兼顾理论与实践的有机结合。

4. 根据实际讲授内容,每一课题包含工作任务、焊前准备、焊件装配、工艺参数选择、操作要点、操作提示、技术指导、作业测评等内容环节。

本教材的编写参考了《中华人民共和国职业技能鉴定规范——电焊工》和中等职业教育“十二五”(焊接专业)规划大纲,可作为初级、中级焊接专业基本技能训练教材使用。

本书由河南省义马煤炭高级技工学校焊接专业课教师王好鹏任主编,夏新建任副主编,牛国栋、郭永民、郭新明参编。

本教材是河南省特色学校建设资助项目的成果之一。

由于时间仓促,编者水平有限,书中难免存在需要进一步完善和改进的地方,敬请读者批评指正。

# 目 录

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 模块一 焊接操作基本保护知识       | 1   |
| 课题一 焊接劳动保护           | 1   |
| 课题二 焊接安全检查           | 3   |
| 课题三 电焊机安全技术          | 5   |
| 模块二 焊条电弧焊            | 8   |
| 课题一 引弧与平敷焊           | 8   |
| 课题二 I形坡口板对接平焊        | 19  |
| 课题三 V形坡口板对接平焊        | 22  |
| 课题四 V形坡口板对接平位单面焊双面成形 | 27  |
| 课题五 I形坡口板对接立焊        | 32  |
| 课题六 V形坡口板对接立位单面焊双面成形 | 35  |
| 课题七 板对接横焊            | 40  |
| 课题八 V形坡口板对接仰焊单面焊双面成形 | 46  |
| 课题九 固定管焊             | 51  |
| 课题十 角接接头焊            | 64  |
| 课题十一 固定管板焊           | 72  |
| 模块三 二氧化碳气体保护焊        | 84  |
| 课题一 引弧与平敷焊           | 84  |
| 课题二 V形坡口板对接平焊        | 88  |
| 课题三 V形坡口板对接立焊        | 91  |
| 课题四 V形坡口板对接横焊        | 95  |
| 课题五 T形接头角焊           | 98  |
| 模块四 手工钨极氩弧焊(TIG)     | 103 |
| 课题一 引弧与平敷焊           | 103 |
| 课题二 薄板对接平焊           | 109 |
| 课题三 薄板对接立焊           | 112 |
| 课题四 管对接垂直固定焊         | 114 |
| 课题五 管对接水平固定焊         | 118 |
| 模块五 常用焊接与切割          | 122 |
| 课题一 埋弧焊              | 122 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 课题二  碳弧气刨.....      | 127 |
| 课题三  等离子弧焊接与切割..... | 130 |
| 课题四  电阻焊.....       | 136 |
| 模块六  气焊与气割.....     | 139 |
| 课题一  气焊.....        | 139 |
| 课题二  气割.....        | 148 |
| 参考文献.....           | 156 |

# 模块一 焊接操作基本保护知识

## 课题一 焊接劳动保护

工作任务

掌握焊接劳动保护知识。

能力目标

- 了解各种焊接劳动保护用品的特点；
- 能够正确使用焊接劳动保护用品。

焊接过程中会产生有毒气体、有害粉尘、弧光辐射、高频电磁场、噪声和射线等。这些危害因素在一定条件下可能引起爆炸、火灾,可能危及设备、厂房和周围人员的安全,给国家和企业带来不必要的损失,如可能造成焊工烫伤,引发急性中毒(锰中毒)、血液疾病、电光性眼炎和皮肤病等职业病。因此,我国把焊接、切割作业定为特种作业。为保护焊工的身体健康和生命安全,我们必须加强焊接劳动保护教育,学会正确使用焊接劳动保护用品。表 1-1 列出了焊接过程中存在的各种危险因素。

表 1-1 焊接过程中存在的各种危险因素

| 工艺方法                       | 有害因素 |       |      |      |      |    |    |
|----------------------------|------|-------|------|------|------|----|----|
|                            | 电弧辐射 | 高频电磁场 | 烟尘   | 有害气体 | 金属飞溅 | 射线 | 噪声 |
| 酸性焊条电弧焊                    | ○    |       | ○○   | ○    | ○    |    |    |
| 低氢型焊条电弧焊                   | ○    |       | ○○○  | ○    | ○○   |    |    |
| 高效铁粉焊条电弧焊                  | ○    |       | ○○○○ | ○    | ○    |    |    |
| 碳弧气刨                       | ○    |       | ○○○  | ○    |      |    | ○  |
| 镀锌铁焊条电弧焊                   | ○    |       | ○○○○ | ○    | ○    |    |    |
| 电渣焊                        |      |       | ○    |      |      |    |    |
| 埋弧焊                        |      |       | ○○   | ○    |      |    |    |
| 实心细丝 CO <sub>2</sub> 气体保护焊 | ○    |       | ○    | ○    | ○    |    |    |
| 实心粗丝 CO <sub>2</sub> 气体保护焊 | ○○   |       | ○○   | ○    | ○○   |    |    |
| 钨极氩弧焊(铝、铁、铜、镍)             | ○○   | ○○    | ○    | ○○   | ○    | ○  |    |
| 钨极氩弧焊(不锈钢)                 | ○○   | ○○    | ○    | ○    | ○    | ○  |    |
| 熔化极氩弧焊(不锈钢)                | ○○   |       | ○    | ○○   | ○    |    |    |

注:○表示强烈程度。其中○轻微,○○中等,○○○强烈,○○○○最强烈。

## 一、劳动保护用品的种类及使用要求

### 1. 工作服

焊接工作服的种类很多,最常用的是纯棉白色帆布工作服。白色对弧光有反射作用,棉帆布有隔热、耐磨、不易燃烧等特点,可防止烧伤。焊接与切割作业的工作服不能用一般合成纤维织物制作。

### 2. 焊工防护手套

焊工防护手套一般为牛(猪)革制手套或以棉帆布和皮革合成材料制成,具有绝缘、耐辐射、抗热、耐磨、不易燃和防止高温金属飞溅物烫伤等作用。在可能导电的焊接场所工作中,所用手套应经耐压 3 000 V 试验,合格后方能使用。

### 3. 焊工防护鞋

焊工防护鞋应具有绝缘、抗热、不易燃、耐磨损和防滑的性能,焊工防护鞋的橡胶鞋底经 5 000 V 耐压试验合格(不击穿)后方能使用。如在易燃易爆场合焊接时,鞋底不应有鞋钉,以免产生摩擦火星。在有积水的地面焊接切割时,焊工应穿用经过 6 000 V 耐压试验合格的防水橡胶鞋。

### 4. 焊接防护面罩

电焊防护面罩上有合乎作业条件的滤光镜片,起防止焊接弧光、保护眼睛的作用。镜片颜色以墨绿色和橙色居多。面罩壳体应选用阻燃或不燃的且不刺激皮肤的绝缘材料制成,应遮住脸面和耳部,结构牢靠,无漏光,起到防止弧光辐射和熔融金属飞溅物烫伤面部和颈部的作用。在狭窄、密闭、通风不良的场合,还应采用输气式头盔或送风头盔(图 1-1)。

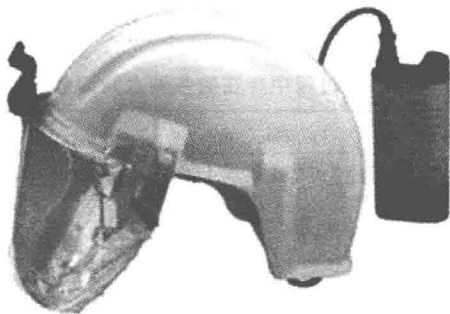


图 1-1 电动式送风头盔

### 5. 防护面罩

气焊、气割的防护面罩,主要起滤光、防止金属飞溅物烫伤眼睛的作用,应根据焊接、切割工件板的厚度选择(图 1-2)。

### 6. 防尘口罩和防毒面具

在焊接、切割作业时,当采用整体或局部通风仍不能使烟尘浓度降低到容许浓度标准以下时,必须选用合适的防尘口罩和防毒面具,过滤或隔离烟尘和有毒气体。

### 7. 耳塞、耳罩和防噪声头盔

国家标准规定工业企业噪声一般不应超过 85 dB,最高不能超过 90 dB。为了消除和降低噪声,应采取隔声、消声、减振等一系列噪声控制技术。当仍不能将噪声降低到允许标准

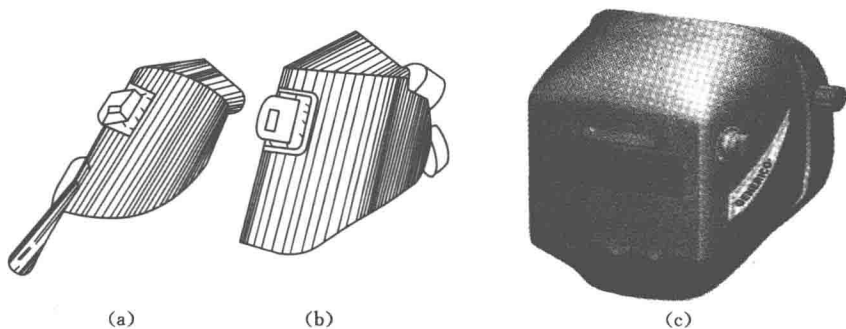


图 1-2 焊接面罩

(a) 手持式; (b) 头盔式; (c) 光控面罩

以下时,则应采用耳塞、耳罩或防噪声头盔等个人噪声防护用品。

## 二、劳动保护用品的正确使用

使用劳动保护用品时应注意以下事项:

- (1) 正确穿戴工作服。穿工作服时要把衣领和袖口扣好,上衣不应扎在工作裤里边,工作服不应有破损、孔洞和缝隙,不允许沾有油脂或穿潮湿的工作服。
- (2) 在仰焊位焊接、切割时,为了防止火星、熔渣从高处溅落到头部和肩上,焊工应在颈部围毛巾,穿着用防燃材料制成的护肩、长套袖、围裙和鞋盖。
- (3) 电焊手套和焊工防护鞋不应潮湿和破损。
- (4) 正确选择电焊防护面罩上护目镜的遮光号以及气焊、气割防护镜的眼镜片。
- (5) 采用输气式头盔或送风头盔时,应经常使口罩内保持适当的正压。若在寒冷季节,应将空气适当加温后再供人使用。
- (6) 佩戴各种耳塞时,要将塞帽部分轻轻推入外耳道内,使它和耳道贴合,不要用力太猛或塞得太紧。
- (7) 使用耳罩时,应先检查外壳有无裂纹和漏气,使用时务必使耳罩软垫圈与周围皮肤贴合。

## 课题二 焊接安全检查

### 工作任务

掌握焊接、切割操作过程中的安全原则。

### 能力目标

能够对焊接、切割场地、设备及工夹具进行安全检查。

GB 9448—1999《焊接与切割安全》规定了在实施焊接、切割操作过程中避免人身伤害及财产损失所必须遵守的基本原则,为安全实施焊接、切割操作提供了依据。

国家安全生产监督管理总局于2010年7月1日施行的《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》规定,对从事特种作业的人员,必须进行安全教育和安全技术培训,经考核合格

取得操作证者,方准独立作业。所以焊工在操作时,除加强个人防护外,还必须严格执行焊接安全规程,掌握安全用电、防火、防爆常识,最大限度地避免安全事故。

### 一、焊接场地、设备安全检查

- (1) 检查焊接与切割作业点的设备、工具、材料是否排列整齐,不得乱堆乱放。
- (2) 检查焊接场地是否保持必要的通道,且车辆通道宽度不小于 3 m;人行通道不小于 1.5 m。
- (3) 检查所有气焊气割胶管、焊接电缆线是否互相缠绕,如有缠绕,必须分开;气瓶用后是否已移出工作场地;在工作场地各种气瓶不得随便横躺竖放。
- (4) 检查焊工作业面积是否足够,焊工作业面积不应小于  $4\text{ m}^2$ ;地面应干燥;工作场地要有良好的自然采光或局部照明。
- (5) 检查焊割场地周围 10 m 范围内,各类易燃易爆物品是否清除干净。如不能清除干净,应采取可靠的安全措施,如用水喷湿或用防火盖板、湿麻袋、石棉布等覆盖。
- (6) 室内作业应检查通风是否良好。多点焊接作业或与其他工种混合作业时,各工位间应设防护屏。
- (7) 室外作业现场要检查以下内容:登高作业现场是否符合安全要求;在地沟、坑道、检查井、管段和半封闭地段等处作业时,应严格检查有无爆炸和中毒危险,应该用仪器(如测爆仪、有毒气体分析仪)进行检验分析,禁止用明火及其他不安全的方法进行检查。对附近敞开的孔洞和地沟,应用石棉板盖严,防止火花进入。
- (8) 对焊接切割场地检查时要做到:仔细观察环境,分析各类情况,认真加强防护。为保证安全生产,在下列情况下不得进行焊、割作业:
  - ① 施焊人员没有安全操作证又没有持证焊工现场指导时不能进行焊、割作业。
  - ② 凡属于有动火审批手续者,手续不全不得擅自进行焊、割作业。
  - ③ 焊工不了解焊、割现场周围情况,不能盲目焊、割。
  - ④ 焊工不了解焊、割件内部是否安全时,未经彻底清洗,不能进行焊、割作业。
  - ⑤ 对盛装过可燃气体、液体、有毒物质的各种容器,未做清洗,不能进行焊、割作业。
  - ⑥ 用可燃材料作保温、冷却、隔音、隔热的部位,若火星能飞溅到,在未经采取可靠的安全措施之前,不能进行焊、割作业。
  - ⑦ 有电流、压力的导管、设备、器具等在未断电、泄压前,不能进行焊、割作业。
  - ⑧ 焊、割部位附近堆放有易燃、易爆物品,在未彻底清理或未采取有效防护措施前,不能进行焊、割作业。
  - ⑨ 与外部设备相接触的部位,在没有弄清外部设备有无影响或明知存在危险性又未采取切实有效的安全措施之前,不能进行焊、割作业。
  - ⑩ 焊、割场所与附近其他工种有互相抵触时,不能进行焊、割作业。

### 二、工夹具的安全检查

为了保证焊工的安全,在焊接前应对所使用的工具、夹具进行检查。

- (1) 电焊钳。焊接前应检查电焊钳与焊接电缆接头处是否牢固。如果两者接触不牢固,焊接时将影响电流的传导,甚至会打火花。另外,接触不良将使接头处产生较大的接触电阻,造成电焊钳发热、变烫,影响焊工的操作。此外,应检查钳口是否完好,以免影响焊条

的夹持。

(2) 面罩和护目镜片。主要检查面罩和护目镜是否遮挡严密,有无漏光的现象。

(3) 角向磨光机。要检查砂轮转动是否正常,有没有漏电的现象;砂轮片是否已经紧固牢固,是否有裂纹、破损,要杜绝使用过程中砂轮碎片飞出伤人。

(4) 锤子。要检查锤头是否松动,避免在打击中锤头甩出伤人。

(5) 扁铲、錾子。应检查其边缘有无飞刺、裂痕,若有应及时清除,防止使用中碎块飞出伤人。

(6) 夹具。各类夹具,特别是带有螺钉的夹具,要检查其上的螺钉是否转动灵活,若已锈蚀则应除锈,并加以润滑,否则使用中会失去作用。

### 三、作业与练习

1. 为保证安全生产,对室外焊接场地的要求是什么?

2. 使用焊接工夹具时应注意哪些事项?

## 课题三 电焊机安全技术

### 工作任务

电焊机安全基本知识。

### 能力目标

掌握电焊机、焊接电缆、电焊钳安全知识。

### 一、电焊机

电焊机使用过程中应注意以下事项:

(1) 电焊机必须符合现行有关焊机标准规定的安全要求。

(2) 电焊机的工作环境应与焊机技术说明书上的规定相符,特殊环境条件下,如在气温过低或过高、湿度过大、气压过低以及在腐蚀性或爆炸性等特殊环境中作业,应使用适合特殊环境条件性能的电焊机,或采取必要的防护措施。

(3) 防止电焊机受到碰撞或剧烈振动(特别是整流式焊机)。室外使用的电焊机必须有防雨雪的防护设施。

(4) 电焊机必须装有独立的专用电源开关,其容量应符合要求。当焊机超负荷时,应能自动切断电源。禁止多台焊机共用一个电源开关。

① 电源控制装置应装在电焊机附近人手便于操作的地方,周围留有安全通道。

② 采用启动器启动的焊机,必须先合上电源开关,再启动焊机。

③ 焊机的一次电源线,长度一般不宜超过 2 m,当有临时任务需要较长的电源线时应沿墙或立柱用绝缘子隔离布设,其高度必须距地面 2.5 m 以上,不允许将电源线拖在地面上。

(5) 电焊机外露的带电部分应设有完好的防护(隔离)装置,电焊机裸露接线柱必须设有防护罩。

(6) 使用插头插座连接的焊机,插销孔的接线端应用绝缘板隔离,并装在绝缘板平

面内。

(7) 禁止用连接建筑物的金属构架和设备等作为焊接电源回路。

(8) 电弧焊机的安全使用和维护:

① 接入电源网路的电焊机不允许超负荷使用,焊机运行时的温升不应超过标准规定的温升限值。

② 必须将电焊机平稳地安放在通风良好、干燥的地方,不准靠近高热及易燃易爆危险的环境。

③ 要特别注意对整流式弧焊机硅整流器的保护和冷却。

④ 禁止在焊机上放置任何物件和工具,启动电焊机前,焊钳与焊件不能短路。

⑤ 采用连接片改变焊接电流的焊机,调节焊接电流前应先切断电源。

⑥ 电焊机必须经常保持清洁。清扫尘埃必须断电进行。焊接现场有腐蚀性、导电性气体或粉尘时,必须对电焊机进行隔离防护。

⑦ 电焊机受潮,应用人工方法进行干燥。受潮严重的,必须进行检修。

⑧ 每半年应进行一次电焊机维修保养。当发生故障时,应立即切断焊机电源,及时进行检修。

⑨ 经常检查和保持焊机电缆与电焊机的接线柱接触良好,保持螺母紧固。

⑩ 工作完毕或临时离开工作场地时,必须及时切断焊机电源。

(9) 电焊机的接地:

① 各种电焊机(交流、直流)、电阻焊机等设备或外壳、电气控制箱、焊机组等,都应按现行《电力设备接地设计技术规程》的要求接地,防止触电事故。

② 电焊机的接地装置必须经常保持连接良好,定期检测接地系统的电气性能。

③ 禁止将氧气管道和乙炔管道等易燃易爆气体管道用作接地装置的自然接地极,以防止由于产生电阻热或引弧时冲击电流的作用,产生火花而引爆。

④ 电焊机组或集装箱式电焊设备都应安装接地装置。

⑤ 专用的焊接工作台架应与接地装置连接。

(10) 为保护设备安全,又能在一定程度上保护人身安全,应装设熔断器、断路器(又称过载保护开关)、触电保安器(也叫漏电开关)。当电焊机的空载电压较高,而又有触电危险的场所作业时,电焊机必须采用空载自动断电装置。当焊接引弧时电源开关自动闭合,停止焊接、更换焊条时,电源开关自动断开。这种装置不仅能避免空载时的触电,也减少了设备空载时的电能损耗。

(11) 不倚靠带电焊件,特别是身体出汗或衣服潮湿时。

## 二、焊接电缆

(1) 焊机用的软电缆线应采用多股细铜线电缆,其截面要求应根据焊接需要载流量和长度,按焊机配用电缆标准的规定选用。电缆应轻便柔软,能任意弯曲或扭转,便于操作。

(2) 电缆外皮必须完整、绝缘良好、柔软,绝缘电阻不得小于  $1\text{ M}\Omega$ ,电缆外皮破损时应及时修补完好。

(3) 连接焊机与焊钳必须使用软电缆线,长度一般不宜超过  $20\text{ m}$ 。截面积应根据焊接电流的大小来选取,以保证电缆不至于过热而损伤绝缘层。

(4) 焊机的电缆线应使用整根导线,中间不应有连接接头。当工作需要接长导线时,应

使用接头连接器牢固连接,连接处应保持绝缘良好,而且接头不要超过两个。

(5) 焊接电缆线要横过马路或通道时,必须采取保护套等保护措施,严禁搭在气瓶或其他易燃物品的容器材料上。

(6) 禁止利用厂房的金属结构、轨道、管道、暖气设施或其他金属物体搭接起来作电焊导线电缆。

(7) 禁止焊接电缆与油脂等易燃物料接触。

### 三、电焊钳

(1) 电焊钳必须有良好的绝缘性与隔热能力,手柄要有良好的绝缘层。

(2) 焊钳的导电部分应采用紫铜材料制成。焊钳与电焊电缆的连接应简便牢固,接触良好。

(3) 焊条在位于水平 $45^{\circ}$ 、 $90^{\circ}$ 等方向时焊钳应都能夹紧焊条,并保证更换焊条方便。

(4) 电焊钳应保证操作灵活,焊钳质量不得超过 600 g。

(5) 禁止将过热的焊钳浸在水中冷却后立即继续使用。

### 四、焊接作业场所和人员

(1) 焊接场所应有通风除尘设施,防止焊接烟尘和有害气体对焊工造成危害。

(2) 焊接作业人员应按 LD/T 75—1995《劳动防护用品分类与代码》选用个人防护用品和符合作业条件的遮光镜片和面罩。

(3) 焊接作业时,应满足防火要求,可燃、易燃物料与焊接作业点火源距离不应小于 10 m。

## 模块二 焊条电弧焊

### 课题一 引弧与平敷焊

#### 工作任务

- 引弧与平敷焊。

#### 能力目标

- 了解焊接电弧及其特点,以及影响焊条电弧稳定性的因素;
- 掌握引弧方法;
- 通过平敷焊操作熟悉运条方法;
- 掌握焊道起头、接头和收尾的方法。

电弧焊是以电弧为热源,依靠焊接电弧把电能转变为焊接过程所需的热能来熔化金属,达到连接金属的目的。焊接操作一般包含引弧,运条,焊道的起头、接头和收尾等环节。在本任务里,要完成引弧及平敷焊训练。平敷焊是在平焊位置上堆敷焊道的一种操作方法,是焊条电弧焊其他位置焊接操作的基础。学生可以通过引弧和平敷焊基本功的练习,为今后焊接技能的提高打下坚实的基础。

#### 一、焊接电弧

焊接电弧是由焊接电源供给的,是在一定电压的两电极间或电极与母材间,在气体介质中产生的强烈而持久的放电现象(图 2-1)。

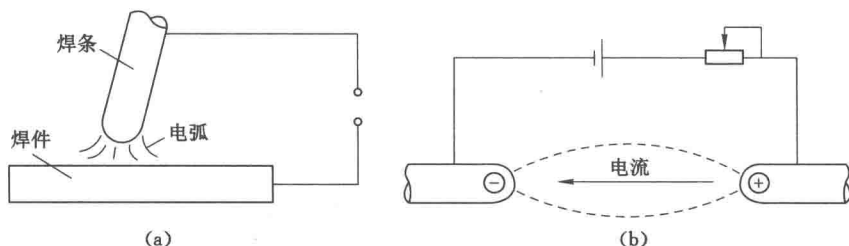


图 2-1 焊接电弧

一般情况下,气体分子和原子呈中性,气体中没有带电粒子(电子、正离子),因此,气体不能导电,电弧也不能自发地产生。要使电弧产生并维持其稳定燃烧,两电极(或电极与母材)之间的气体中就必须要有能导电的带电粒子,而要获得带电粒子的方法就是气体电离(中性气体分子或原子分离成带电粒子)和阴极电子发射(阴极金属表面的原子或分子接受外界的能量而连续地向外发射出电子)。所以,焊接电弧的产生和维持需要两个条件:一是

气体电离；二是阴极电子发射，如图 2-2 所示。

焊接电弧按其结构分为阴极区、阳极区和弧柱三部分。图 2-2 分析的是直流电弧的热量和温度分布情况，因此，焊接较厚钢板时，正电极连接焊件（正接法）可得到较大的熔深；焊接较薄钢板时，负电极连接焊件（反接法）可避免烧穿。交流电弧由于电源的极性是周期性改变的，所以，两个电极区的温度趋于一致，近似于它们的平均值。不同的焊接方法，其阳极区、阴极区温度的高低并不一致（表 2-1），维持焊接电弧的稳定性是保证焊接质量的重要因素。

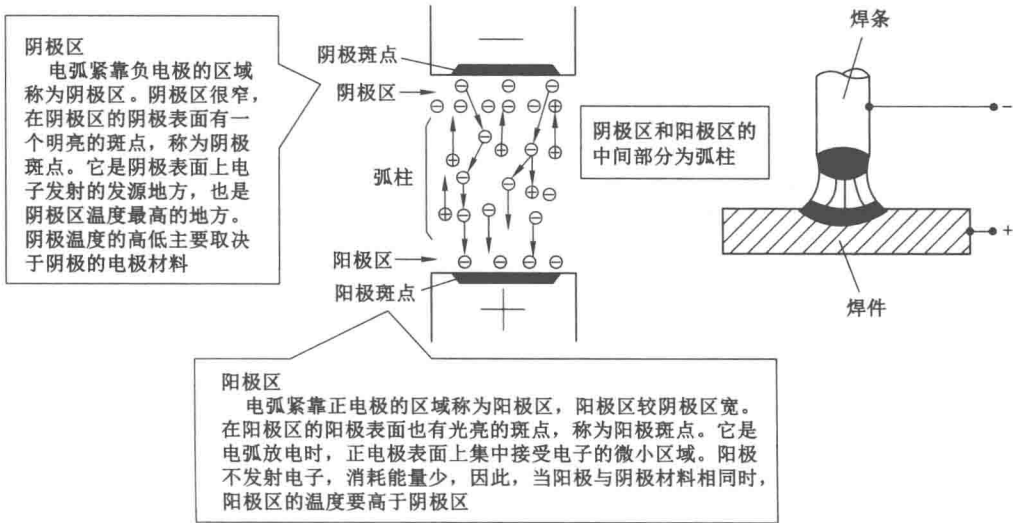


图 2-2 焊接电弧的结构

表 2-1 各种焊接方法的阴极与阳极温度比较

| 焊接方法 | 焊条电弧焊      | 钨极氩弧焊 | 熔化极氩弧焊     | CO <sub>2</sub> 气体保护焊 | 埋弧自动焊 |
|------|------------|-------|------------|-----------------------|-------|
| 温度比较 | 阳极温度高于阴极温度 |       | 阴极温度高于阳极温度 |                       |       |

二、焊条电弧焊基本操作要领

1. 引弧

焊条电弧焊引弧可分为划擦法和直击法两种。

(1) 划擦引弧法

先将焊条末端对准焊件，然后像划火柴似的，将焊条在焊件表面划擦，当焊条与焊件接触引燃电弧后，立即提起，保持电弧有 2~3 mm 的高度，电弧就能稳定地燃烧[图 2-3(a)]。操作时手腕逆时针方向转动，使焊条端头与焊件接触后再抬弧。使用碱性焊条时，为避免焊条与焊件黏结，宜采用这种引弧方法。

(2) 直击引弧法

先将焊条垂直对准焊件，然后用焊条撞击焊件，当出现弧光后，迅速提起焊条并保持 2~3 mm 的距离[图 2-3(b)]，使产生的电弧稳定燃烧。操作时，必须掌握好手腕下送的动作和上提的距离。

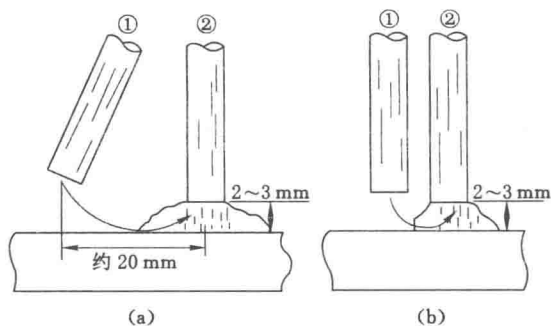


图 2-3 引弧法  
(a) 划擦引弧法;(b) 直击引弧法

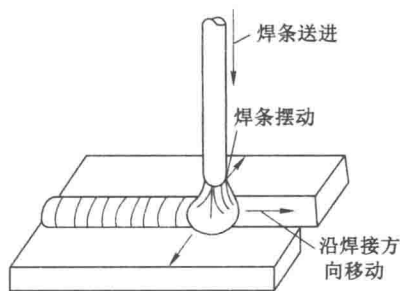


图 2-4 运条的三个基本动作

## 2. 运条

焊接操作时,运条一般要同时完成三个基本动作,即沿焊条中心线向熔池送进、沿焊接方向均匀移动和横向摆动,如图 2-4 所示。焊条沿中心线向熔池送进,是使焊条在不断熔化的过程中保持弧长不变。焊条下送速度应与焊条的熔化速度相同,否则,会发生断弧或焊条与焊件黏结的现象。

焊条沿焊接方向移动,是为了控制焊道成形。随着焊条向前移动会逐渐形成一条焊道。焊条向前移动的速度过快,会导致焊道较窄,甚至焊道难以成形;移动的速度过慢会使焊道过厚、过宽,还可能出现烧穿等缺陷。

焊条横向摆动,是为了得到一定宽度的焊道。其摆动幅度依据焊件厚度、坡口大小等因素决定。

## ✦ 操作提示

运条的关键是平稳、均匀,三个动作相互协调。从焊机上的电流表和电压表上观察,若表针摆幅微小则表示运条动作十分均匀,否则表明还不够熟练,需进一步练习。

运条的方法很多,有直线形运条法、直线往复形运条法、锯齿形运条法、月牙形运条法、斜三角形运条法、圆圈形运条法、“8”字形运条法等,见表 2-2。选用时应根据接头的形式、装配间隙、焊缝的空间位置、焊条的直径与性能、焊接电流及焊工技术水平等来确定。平敷焊可用直线形运条法、直线往复形运条法和锯齿形运条法。

表 2-2 常用的运条方法及适用范围

| 运条方法     | 运条示意图 | 适用范围                      |
|----------|-------|---------------------------|
| 直线形运条法   |       | 薄板对接平焊<br>多层焊的第一层焊道及多层多道焊 |
| 直线往复形运条法 |       | 薄板焊<br>对接平焊(间隙较大时)        |
| 锯齿形运条法   |       | 对接接头平焊、立焊、仰焊<br>角接头立焊     |