

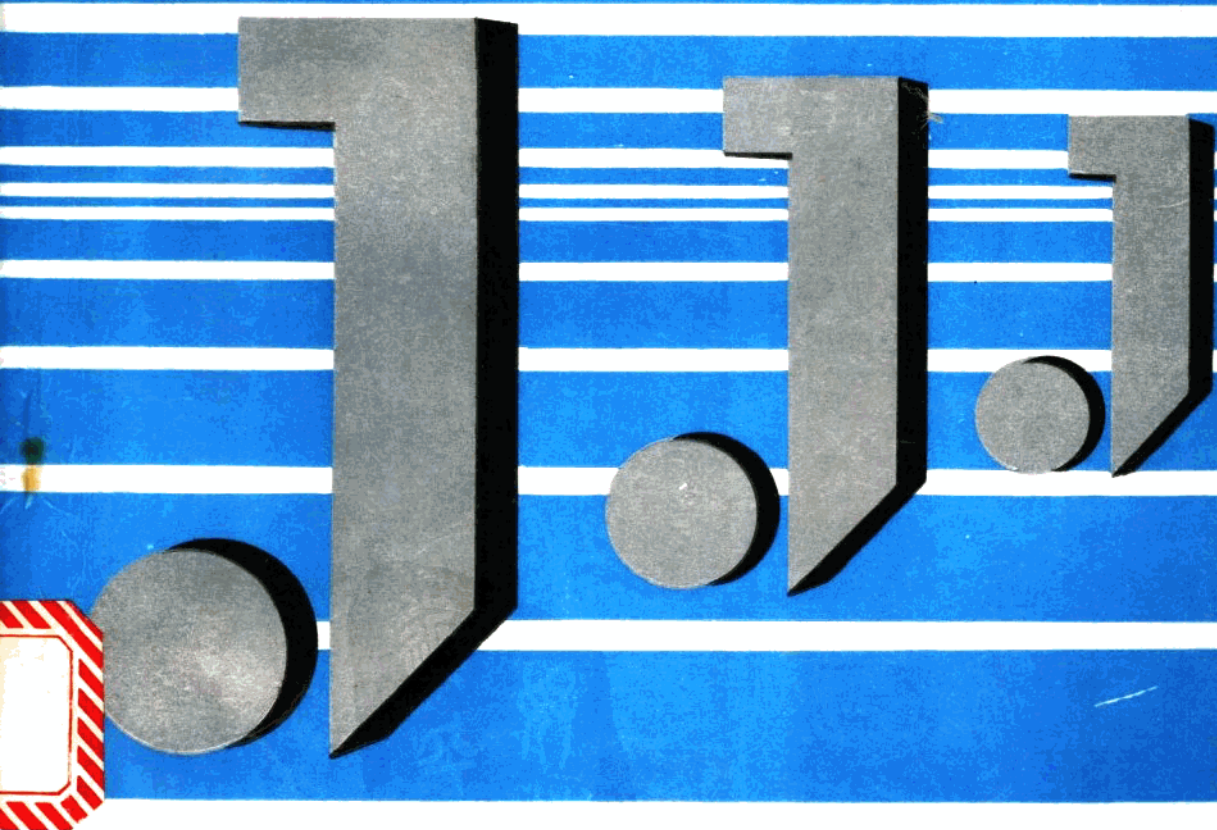
机械工业部 统编

电焊工 操作技能与考核

(中级工适用)

机械工人操作技能培训教材

JIXIEGONGRENCIAOZUO JINENGPEIXUN JIAOCAI

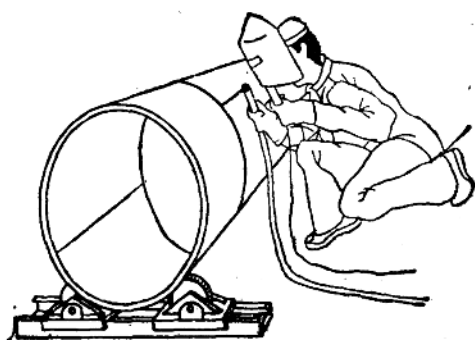
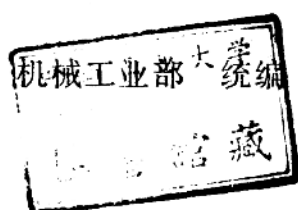


机械工业出版社

机械工业出版社

电焊工操作技能与考核

(中级工适用)



机械工业出版社

153310

本套教材是依据机械工业部审定的《机械工人中级操作技能培训大纲》编写的,教材的基本内容及所包涵的技能知识、技能水平同《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》相关工种的中级工技能要求一致。本工种教材着重介绍了手弧焊、CO₂焊、电渣焊及堆焊的操作要领,不锈钢、铸铁、铜、铝及其合金等常用金属材料的焊接操作,焊接应力与变形的预防、矫正以及焊接辅助装置的使用。同时,对压力容器及其它典型构件的焊接、焊接工艺参数与焊接材料的选择、焊接缺陷的消除等作了详细工艺分析。书中配有大量立体插图,直观性强,图文并茂。书中还附有考核实例,可供参考、选用。

本教材供中级工培训和考核使用,也可作为机械类技工学校、职业学校生产实习课参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

电焊工操作技能与考核/机械工业部统编. —北京:机械工业出版社,1995
机械工人操作技能培训教材·中级工适用
ISBN 7-111-04792-3

I. 电… II. 机… III. 电焊-技术工人-技术教育-教材 IV. TG443

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第10392号

出 版 人: 马九荣 (北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)
责任编辑: 俞逢英 版式设计: 冉晓华 责任校对: 肖新民
封面设计: 肖 晴 责任印制: 王国光
北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
1996年1月第1版第1次印刷
787mm×1092mm^{1/16}·16.25印张·390千字
0 001— 6 000 册
定价: 17.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

机 械 工 业 部
机械工人操作技能培训教材
编 审 委 员 会 名 单

(均按姓氏笔画排列)

主任委员: 陆燕荪

副主任委员: 王文光 谷政协 吴关昌 郝广发 (常务)
郭洪泽

委 员: 丁占浩 (常务) 于新民 (常务) 王治中
王贵邦 王 斌 (常务) 刘亚琴 (常务)
刘起义 汤国宾 关连英 关荫山 孙 旭
沈 宇 沈富强 李国英 李炯辉 (常务)
李震勇 (常务) 杨国林 杨晓毅 (常务)
杨溥泉 吴天培 吴铁钢 房志凯 林丽娟
范广才 苗 明 (常务) 张世银 胡有林 (常务)
胡传恒 施 斌 唐汝均 董无岸 (常务)

本工种教材由 徐初雄 **编著** 吕明辉 **审稿** 徐松 **绘图**

前 言

继1991年我们组织编写出版初级技术工人基本操作技能培训教材之后,经过几年努力,一套中级技术工人操作技能与考核培训教材又将问世了。这套教材共35种,包括34个技术工种,是建国以来首次为我国机械工业中级技术工人组织编写的正规的操作技能培训教材。

当前,我国正在建立社会主义市场经济体制。在市场经济体制下,企业的竞争,产品的竞争,归根结底是人才的竞争。谁拥有人才,谁就能够在激烈的市场竞争中立于不败之地。

在机械工业企业中,技术工人是职工队伍的主体,是生产第一线的主力军和骨干力量,是高技能人才的后备军,是企业人才群体中重要的组成部分。但是,据调查,目前机械工业企业中,有相当一部分中级技术工人(包括一部分技工学校毕业生),其实际业务水平同国家颁布的《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》的要求相比,尚存在差距,而在操作技能方面,差距更大。这种状况,是造成企业产品质量不稳定,影响产品质量进一步提高,使产品缺乏市场竞争力,制约机械工业产品结构调整、科技进步和生产发展的重要因素之一。

因此,继续加强中级技术工人的业务培训,特别是操作技能培训,不仅是提高企业职工队伍素质、改善企业整体素质的需要,同时也是实施机械工业高技能人才工程、加强企业“能工巧匠”队伍建设的一项基础性工作,对于振兴我国机械、汽车工业也具有重要的战略意义。本套教材的编写和出版,为机械工业企业开展工人中级操作技能培训,并使培训工作制度化、正规化、规范化提供了条件。

本套教材是依据机械工业部审定的《机械工人中级操作技能培训大纲》编写的,教材的基本内容及所包涵的基本技能知识、技能水平同《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》相关工种的中级工技能要求一致。因此,这套教材也可以作为机械类技工学校、职业学校生产实习课参考教材。

本套教材的编写贯彻了“从实际出发,面向企业,面向生产,学以致用”的岗位培训原则,以培养能够熟练地综合运用基本操作技能,全面掌握中级操作技能,并具有一定的工艺分析能力和解决生产中实际问题能力的中级技术工人之目的。教材内容分为操作技能训练课题和考核实例两大部分。

操作技能训练课题的设计和安排,遵循由浅入深、由易到难、由简单到复杂循序渐进的教学规律,注意了与工艺学教材的区别,内容包括:加工工艺和具体的、规范的操作方法,加工步骤,工艺分析和加工过程中的质量检验,重在解决“会做和做好”的问题。若干个技能训练课题之后,插入一个工艺分析能力训练课题,以集中培养、提高工人这方面的能力。

考核实例的设计和选定,紧密结合课题,结合生产实际,力求照顾到不同产品的生产企业和不同地区的实际,体现行业的针对性,具有典型性、通用性和可行性,不仅可供培训、考核使用,还可供技能竞赛、技能鉴定命题参考或选用。

本套教材图文并茂、形象直观,叙述文字简明扼要,通俗易懂,较好地体现了工人培训教材的特点;严格贯彻了最新国家标准和法定计量单位。

本套教材的编写，借鉴了我部技术工人教育研究中心和天津市机械局教育教学研究室编写的《工人中级操作技能训练辅导丛书》的经验，参考了《丛书》中的部分内容，特此说明。

参加本套教材编写工作的有天津、上海、四川、江苏、沈阳等地区机械厅（局）和中国第一汽车集团公司、湘潭电机厂、上海材料研究所等单位。在此，谨向这些地区和单位的领导、组织者和编、审人员以及其他热心支持这项工作的单位和同志表示衷心的感谢！希望行业广大技工培训工作者和读者对本套教材多提宝贵意见，以便今后修改完善。

机械工业部技工培训教材编审组

1995年3月10日

目 录

前言	
课题 1 空间各种位置的手弧焊	1
作业一 板状试件空间各种位置的手弧焊	1
作业二 管子、管板状试件空间各种位置的手弧焊	12
课题 2 CO ₂ 气体保护焊的操作技能	29
作业一 CO ₂ 气体保护焊设备的使用及维护	29
作业二 CO ₂ 气体保护焊的操作	34
课题 3 电渣焊的操作技能	58
作业一 丝极电渣焊的操作	58
作业二 其余各种电渣焊的操作	71
课题 4 堆焊的操作	76
作业一 常用堆焊的操作	76
作业二 典型零件堆焊的操作	80
课题 5 工艺分析能力训练 (一)	88
作业一 压力容器 A、B 类焊缝焊接的工艺分析	88
作业二 压力容器 A、B 类焊缝坡口形式的工艺分析	90
作业三 压力容器 C、D 类焊缝焊接的工艺分析	92
课题 6 奥氏体不锈钢的焊接操作	97
作业一 奥氏体不锈钢手弧焊的操作	97
作业二 奥氏体不锈钢手工钨极氩弧焊的操作	104
作业三 奥氏体不锈钢埋弧焊的操作	111
课题 7 各种铸铁件的焊补	114
作业一 灰铸铁的电弧冷焊操作	114
作业二 灰铸铁其它各种焊补的操作	120
作业三 其它各种铸铁件的焊补操作	126
课题 8 铜及铜合金的焊接操作	131
作业一 焊前准备	131
作业二 铜及铜合金焊接的操作	133
课题 9 铝及铝合金的焊接操作	142
作业一 焊前准备	142
作业二 铝及铝合金焊接的操作	144

课题10 工艺分析能力训练 (二)	153
作业一 焊接材料的工艺分析	153
作业二 防止焊接裂纹工艺措施的分析	158
课题11 焊接应力与变形的预防及矫正	161
作业一 焊接变形的预防及矫正	161
作业二 焊接应力的控制及消除	177
课题12 焊接辅助装置的使用	183
作业一 焊接变位机械的使用	183
作业二 焊接工装夹具的使用	193
课题13 工艺分析能力训练 (三)	202
作业一 预防平板对接焊接变形的工艺分析	202
作业二 趸船导轨焊接变形控制的工艺分析	203
作业三 大型箱形梁焊接变形控制的工艺分析	205
考核实例	210
1. 低合金钢板的横对接手弧焊	210
2. 低合金钢板的立对接手弧焊	212
3. 水平固定管的对接手弧焊	214
4. 垂直固定管的对接手弧焊	216
5. 水平固定管板的对接手弧焊	218
6. 水平固定管的手工钨极氩弧焊打底、手弧焊盖面	220
7. 垂直固定管的手工钨极氩弧焊打底、手弧焊盖面	222
8. 不锈钢板的平对接手弧焊	224
9. 不锈钢板的立对接手弧焊	226
10. 不锈钢板的横对接手弧焊	228
11. 水平固定不锈钢管的对接手弧焊	230
12. 低碳钢板的平对接 CO_2 气体保护焊	232
13. 低碳钢板的立对接 CO_2 气体保护焊	234
14. 船形位置的 CO_2 气体保护焊	236
15. 锅炉钢板的直缝丝极电渣焊	238
16. 低碳钢薄板的平对接手弧焊	240
17. 铝板的平对接手工钨极氩弧焊	242
18. 纯铜板的平对接手工钨极氩弧焊	244
19. 锻模的手弧堆焊	246
20. 铸铁缸体的手弧焊焊补	248

课题 1

空间各种位置的手弧焊

作业一 板状试件空间各种位置的手弧焊

●要点 单面焊双面成形的基本操作，板状试件立焊、横焊和仰焊的单面焊双面成形操作

●训练 1 单面焊双面成形的基本操作
单面焊双面成形操作技术是以单面施焊的方式在具有单面 Y 形或 U 形坡口的焊件上，获得双面成形的焊缝（该焊缝的正、背两面均应具有良好的内在与外观质量）。与双面焊相比，单面焊双面成形可省略翻转焊件及对背面清根等工序，尤其适用于无法进行双面施焊的场合，如背面不加衬垫而又要求全焊透的管子对接焊，见图 1-1。对于从事锅炉压力容器焊工的手弧焊技能考试，均要求焊工能掌握单面焊双面成形的操作技术。

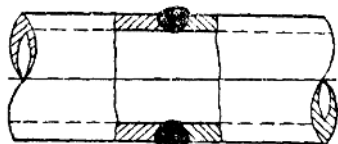


图 1-1

断灭弧焊法（简称灭弧焊）和连续电弧焊法（简称连弧焊）两种。如按电弧对坡口根部的熔化程度分类，灭弧焊和连弧焊均有不击穿焊法与击穿焊法两种。不击穿焊法易使接头在半熔化状态下连接在一起，甚至形成“冷接”，造成坡口根部产生未熔合，所以未得到推广应用。故单面焊双面成形的操作方法，一律采用击穿焊法。

单面焊双面成形操作技术所采用的焊件接缝形式及推荐数值，见图 1-2 及表 1-1。

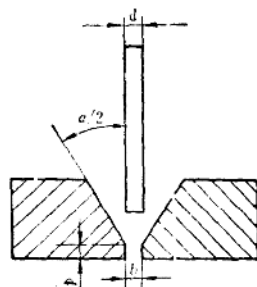


图 1-2

$\alpha/2$ —坡口面角度 b —根部间隙 p —钝边高度 d —焊条直径

手弧焊单面焊双面成形操作技术，有间

表 1-1

接缝参数 操作手法	焊条药皮类型	坡口面角度 $\alpha/2(^{\circ})$	根部间隙① $b(\text{mm})$	钝边高度 $p(\text{mm})$
灭弧焊	酸性	30~35	$(1.0\sim1.3)d$	$(0.4\sim0.6)d$
	碱性		$(0.8\sim1.2)d$	$(0.4\sim0.6)d$
连弧焊	碱性	30~35	$(0.8\sim1.0)d$	0.5~1

① 考虑到焊接变形的影响，为保证焊缝尺寸一致，终端根部间隙应比确定值略大 0.5~1mm。

1. 灭弧焊操作 灭弧焊是通过控制电弧燃弧和灭弧的时间、运条的动作来控制熔池形状、熔池温度以及熔池中液态金属厚度的一种单面焊双面成形操作技术。灭弧焊具有容易控制熔池状态、对焊件的装配质量及焊接工艺参数的要求较低及适应性较强等特点。但如果操作技术掌握不当,很容易在焊缝中产生气孔、夹渣等内在缺陷和外表产生外凸、内凹、冷缩孔、咬边和焊瘤等缺陷。

灭弧焊的操作手法有一点法、两点法和三点法三种,见图1-3。

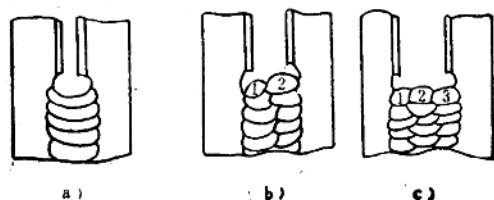


图 1-3

a) 一点法 b) 两点法 c) 三点法

一点法适用于薄板,小直径管($\phi \leq 60\text{mm}$)及小间隙($1.5 \sim 2.5\text{mm}$)条件下的焊接;两点法和三点法适用于中、厚板、大直径管等在大间隙条件下的焊接。目前生产中采用较多的为两点法和一点法。

(1) 两点法的基本操作要领:先在焊件始焊端前方约 $10 \sim 15\text{mm}$ 处的坡口面上引燃电弧,然后将电弧拉回至始焊处稍加摆动,对焊件进行 $1 \sim 2\text{s}$ 预热。当坡口根部产生“汗珠”时,立即将电弧压低,经 $1 \sim 1.5\text{s}$ 后,可听到电弧穿透坡口而发出的“噗”声,看到定位焊缝以及相接的坡口两侧金属开始熔化,并形成第一个熔池时立即快速灭弧(由于此处所形成的熔池是整条焊道的起点,所以常称之为熔池座)。当第一个熔池金属尚未完全凝固、熔池中心还处于半熔化状态,在护目镜下呈黄亮颜色时,可重新引燃电弧,并在该熔池左前方(接近钝边)的坡口面上,以一定的焊条倾角击穿焊

件根部。击穿时先以短弧对焊件根部加热 $1 \sim 1.5\text{s}$,然后再迅速将焊条逆焊接方向移动,当听到焊件被击穿的“噗”声时(说明已形成第一个熔孔),应快速使一定长的弧柱带着熔滴透过熔孔,见图1-4,使其与背、正面的熔化金属分别形成背面与正面焊道熔池,此时要迅速拾起焊条灭弧,动作如稍有迟缓,可能会造成烧穿缺陷。

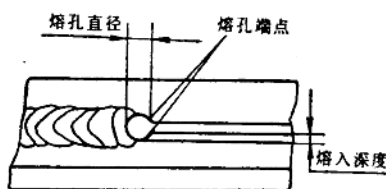


图 1-4

经 1s 后,即当上述熔池尚未完全凝固,尚有比所用焊条直径稍大的黄亮点时,应快速引燃电弧并在第一个熔池右前方进行击穿焊。然后,继续依上述方法施焊,便可完成两点法单面焊双面成形第一层焊缝的焊接。

(2) 一点法的基本操作要领:一点法建立第一个熔池的方法与两点法相同。操作时应使电弧同时熔化两侧钝边,听到“噗”声后,果断灭弧。为防止一点击穿焊法焊接过程中产生缩孔,应使灭弧频率保持在每分钟 $5 \sim 20$ 次,焊条倾角与熔孔向坡口根部熔入深度均与两点法相同。

(3) 收弧与更换焊条时的接头:为防止因收弧不当而产生冷缩孔,收弧前应在熔池边缘迅速地连续熄弧、再引弧,使焊条滴下 $2 \sim 3$ 滴铁水,以达到填满熔池并使熔池缓慢冷却的目的。然后再将电弧压低并移至某一坡口面,再迅速灭弧。换焊条时动作要快,更换焊条后,先在距焊道接头端 $10 \sim 15\text{mm}$ 处的任一侧坡口面上引弧,在将电弧

回拉的过程中,使电弧从坡口面侧绕至接头端部加热,将电弧送入根部,使其形成更换焊条后的第一个熔池,而后便转入正常操作。为了防止背面焊道脱节,更换焊条后的接头也可从距接头端部10~15mm处的焊道上引弧,然后将电弧拉至接头端前沿稍作左右摆动,当接头端部及坡口根部熔化后,将电弧向下压一下,再转为正常焊接。不过这种操作手法如掌握不好,易造成正面焊道超高。

技术熟练的焊工可采用预做熔孔的方法:收弧前,先将熔池前方预做一个熔孔,见到熔孔后,必须将电弧回焊10mm左右再熄弧,见图1-5。迅速更换焊条后,在距接头端部20mm处引弧,将焊条运至距接头端部10mm处再压低电弧并快速运到接头端部,将焊条沿预先做好的熔孔往下压,听到“噗”的一声,停顿1~2s,灭弧,随后以正常方法施焊。此操作方法的特点是可保证焊透,防止背面焊道脱节,但如掌握不好,易产生焊瘤。

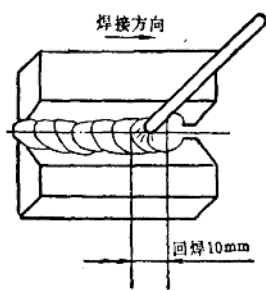


图 1-5

当运条至定位焊缝时,为保证与定位焊缝的良好连接,必须用电弧熔穿定位焊缝前端的坡口根部,使其充分熔合。当焊条运至定位焊缝的末端时,应稍停顿一下,并使焊条倾角做相应变化,以保证定位焊缝末端处的坡口根部也能充分熔合。

采用灭弧焊法进行第一层击穿焊时,应注意以下几个方面:

1) 要注意灭弧位置和灭弧动作,不能

把灭弧位置选在熔池前方的坡口面上或坡口间隙处,应将焊条拉向熔池斜后方迅速灭弧,动作要干净利索,不能拉长弧。

2) 注意倾听电弧击穿焊件时发出的“噗”声,没有这个“噗”声,就不能向前灭弧施焊,否则就会产生焊不透,更不能双面成形。

3) 要使所有熔池的形状和大小尽量保持一致,以保证打底焊道的宽窄均匀一致。

4) 注意灭弧与引弧的间隔时间,灭弧频率以每分钟5~20次(碱性焊条时应稍低)为宜。

5) 焊条倾角要适宜,否则容易在施焊过程中产生缺陷。

2. 连弧焊操作 连弧焊是通过连续、有规则的焊条摆动进行短弧施焊的操作技术。由于连弧焊在操作过程中,采用较小的根部间隙和焊接工艺参数,并在短弧条件下进行规则的焊条摆动,因而可造成熔滴向熔池均匀过渡的良好条件,使焊道始终处于缓慢加热和缓慢冷却的状态,所以不但能获得温度均匀分布的焊缝和热影响区,而且还能得到成形齐整、表面细密的背面焊道。因此,连弧焊是一种能保证焊缝具有良好力学性能和内在质量的单面焊双面成形操作技术,一些工业发达国家大都推广应用这种方法。由于连弧焊对焊件的装配质量及焊接工艺参数都有较严格的要求,因此,要求焊工熟练掌握,否则在操作过程中容易产生烧穿和未焊透等缺陷。

(1) 连弧焊的基本操作要领:引弧后,先将电弧压到最低程度,并在始焊处以小齿距的锯齿形运条法作横向摆动,对焊件进行加热。当坡口根部产生“出汗”现象时,再做一个击穿动作(即用力将焊条往坡口根部送下),待听到“噗”的一声(熔孔形成)以后,迅速将电弧移到任一坡口面上,随后在两坡口面间以一定的焊条倾角,做似停非停的微小摆动,以使电弧将坡口根

部两侧各熔化1.5mm左右,然后将焊条提起1~2mm作侧U形运动见图1-6。电弧从坡口的一侧移至另一侧作一次侧U形运动之后,即完成一个焊点的焊接。每分钟约完成若干个焊点,逐个焊点重叠2/3,一个焊点可使焊道沿焊接方向增长约1.5mm。焊接过程中的熔孔明显可见,坡口根部熔化缺口为1mm左右。

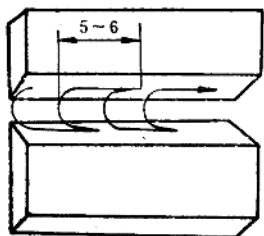


图 1-6

操作过程中,熔孔的大小对焊道背面成形有较大影响:如果熔孔过大,易产生背面焊道过高或产生焊瘤;如果熔孔过小,则易产生未焊透或未熔合等缺陷。操作时要严格控制根部间隙、焊接电流、运条速度、焊条倾角等工艺参数,这是保证焊缝背面获得良好成形的必要条件。

(2) 收弧与更换焊条时的接头:收弧时,要缓慢地把焊条向熔池后方的左侧或右侧带一下,随后将焊条提起、收弧。更换焊条的动作要快,接头时先在距弧坑10~15mm处引弧,以正常的运条速度回运至弧坑的1/2处,将焊条往下压,待听到“噗”的一声之后,就做1~2s似停非停的微小摆动,然后再将焊条提起1~2mm,使其在熔化熔孔前沿的同时,向前运条施焊。

采用连弧焊施焊时,其定位焊缝的接头方法同灭弧焊。

●训练2 立焊单面焊双面成形的操作

立焊时,熔池金属和熔滴因受重力作用具有下坠趋势,容易产生焊瘤。但由于熔渣

的熔点低、流动性强,熔池金属和熔渣容易分离,操作中,焊工可以清晰地观察到熔池的形状和状态,因此能较好地控制熔池。由于熔池部分脱离熔渣的保护,如果操作或运条角度不当时,容易产生气孔。操作过程中,有时可看到熔池内部会发生轻微抖动,这就是熔池内部气体的作用所致。因此,操作时应注意保持电弧长度和运条角度,并密切地注视熔池的动态。

立焊操作时,根据焊件与焊工距离的不同,焊工可以采取立式和蹲式两种不同的操作姿势见图1-7。立式操作时,焊工的胳膊半伸开或全伸开,悬空操作,依靠胳膊的伸缩来调节焊条的位置,胳膊活动范围大,操作难度也较大;蹲式操作时,胳膊的大臂可轻轻地贴在上体的肋部、大腿、膝盖等位置。随着焊条的熔化和缩短,胳膊自然前伸,起到调节的作用。蹲式操作时,由于有依托,所以较易掌握,并且也较省力。

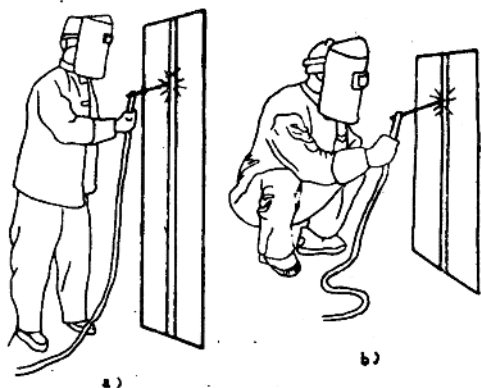


图 1-7

a) 立式 b) 蹲式

1. 试板装配和焊接工艺参数 试板装配总的原则是上部间隙应略大于下部间隙,并留适当的反变形。板厚8~12mm试板的装配尺寸见图1-8。试板应垂直固定,高度以板的上缘与焊工两腿稍叉站立时的视线齐平为宜。

灭弧焊和连弧焊的立焊打底焊焊接工艺

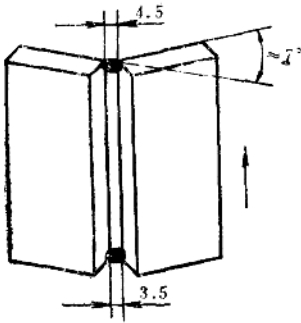


图 1-8

参数见表1-2。

表 1-2

焊接工艺参数 操作方法	试件厚度 (mm)	焊条型号	焊条直径 (mm)	焊接电流 (A)
灭弧焊	8~12	E 4303	3.2	80~100
		E 5015	3.2	80~90
连弧焊	8~12	E 5015	3.2	70~80

连弧焊时，由于熔池被连续加热，没有冷凝时间，因此铁水和熔渣容易下淌，所以应采用比灭弧焊较小的焊接电流。此外，由于酸性焊条熔渣的流动性好，因此连弧焊时通常采用碱性焊条。

其余各层的焊接工艺参数见表1-3。

表 1-3

焊接层次	焊条直径 (mm)	焊接电流 (A)
2	3.2	90~110
3	4.0	140~160
4	4.0	140~160

立焊时很少采用直径 5mm 以上的焊条，因为这些焊条熔化的铁水和熔渣太多，将会引起操作上的困难。

2. 打底层的焊接操作 立焊打底层的焊接操作可以分别采用灭弧焊或连弧焊。

(1) 打底层的灭弧焊操作要领：首先在定位焊缝上方 10~15mm 处的坡口面上划擦引弧，然后将电弧拉回至定位焊缝中心稍加摆动加热，使坡口根部、钝边及定位焊缝熔化并形成第一个熔池，然后以 70°~80° 的下倾角运送焊条，见图1-9。此时应压低电弧，使坡口根部形成椭圆形熔池和熔孔，左、右击穿，然后向上运条施焊。当熔池温度过高、铁水有下淌趋势时，应立即灭弧使熔池冷却。灭弧频率约每分钟 50~60 次。操作过程中，要求坡口根部两侧的击穿尺寸（即母材金属受热熔透的尺寸）应均匀地保持在 1.5~2.5mm 范围内，焊件背面应保持 1/3~1/2 弧柱长度。如果坡口根部的缺口过大，即电弧燃烧时间过长，熔池温度过高，则液态金属体积迅速增大，当重力大于表面张力时，铁水即开始下坠，使背面焊道超高或出现焊瘤；反之，缺口过小，则会产生焊不透或熔透度不够等缺陷。立焊灭弧焊的操作手法见图1-10。每次灭弧时动作要迅速果断，

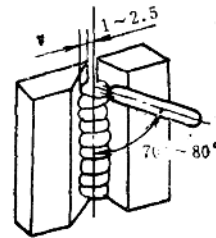


图 1-9

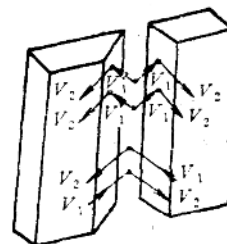


图 1-10

V₁—引弧方向 V₂—灭弧方向
·—表示电弧稍作停留

不要拉长弧，以减小连接处的熔孔尺寸，见图1-11。

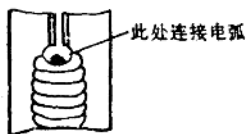


图 1-11

更换焊条时，可预先在熔池最前边缘或背侧连续断弧2~3下，即给2~3滴铁水，然后将焊条向下（后）斜拉至坡口的一侧，再迅速灭弧，以防止产生冷缩孔。更换焊条后，在坡口一侧的上方距熄弧10~15mm处划擦引弧，再将电弧拉回至熄弧处对熔池根部加热。加热后将电弧稍向坡口根部一压，听到背面“噗”的击穿声之后，表示已经焊透，接头完成，即可转为正常施焊，但需注意新的熔池形成及温度的变化。通常新的熔池形成后，在液态金属与固态金属间会产生一条白亮的交界线，应待交界线消失后，方可运条施焊。

(2) 打底层的连弧焊操作要领：焊条与试板的下倾角为 $45^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ，见图1-12。作击穿动作时，焊条的下倾角应稍大于 90° ，出现熔孔后立即恢复到原角度。操作过程中的熔孔应保证每侧坡口面熔化1~1.5mm，并作横向摆动，但摆动时向上的幅度不宜过大，否则易产生咬边。在保证背面成形良好的前提下，焊道越薄越好，如果焊道过厚，则易产生气孔。焊道接头时，须先用角向砂轮机或扁铲将其端部修磨成缓坡之后再行接头操作，以利于接头时的背面成形。施焊时焊件背面应保持 $1/2$ 的弧柱长度。

3. 其余各层次的焊接操作 焊接第二层及盖面层焊缝时，为保证焊层之间、焊道和坡口面两侧之间有良好的熔合，应清理干净前一焊层的熔渣，以及采用合适的运条方法。第二层焊道的焊接可采用两种运条手法，见图1-13。无论采用哪种运条手法，焊

条摆动到两侧时都要停顿或上、下稍作摆动，中间速度加快，以均衡熔池温度，使两侧熔合良好。以后中间各层施焊时可采用锯齿形、三角形、月牙形或8字形的运条法，但均应注意保持焊层厚薄均匀。盖面层焊接可采用锯齿形运条法，焊接电流可略小于中间各层，以防止产生咬边或因熔池温度过高使铁水下流，形成焊瘤。盖面焊缝应能和母材圆滑过渡，边缘整齐，并且有良好的成形。

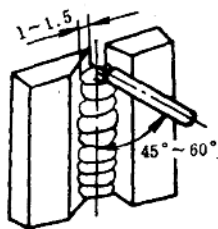


图 1-12

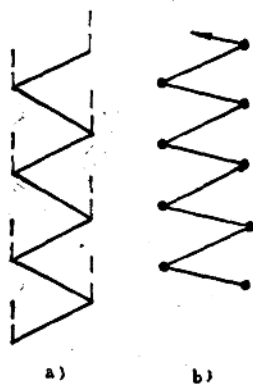


图 1-13

a) 两侧稍作上、下摆动 b) 两侧稍作停顿
↑ 上、下摆动 • 一停顿

● 训练3 横焊单面焊双面成形的操作 横焊时，由于熔化金属和熔渣受重力作用而下流至下坡口面上，容易形成未熔合和层间夹渣，并且在坡口上边缘易产生咬边、下边缘易形成铁水下坠。但与立焊相似，铁水和熔渣较易分清，操作中，焊工可以看清熔池的形态，因此能较好地控制熔池。采用多层多道焊时，能较容易地防止铁水下流。

横焊时, 焊工的操作姿势见图1-14。若条件许可, 焊工的左手或胳膊最好有依托, 以保持身体稳定。右手或胳膊的动作, 与立焊时相似, 引弧点应是焊工的正视部位。操作时, 每当焊完1根焊条, 焊工就需要移动一下位置。为保持始终能正视焊缝, 焊工上部身体应随电弧同时向前移动, 但眼睛仍需与电弧保持一定的距离。

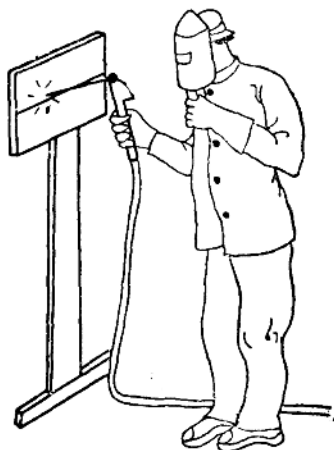


图 1-14

1. 试板装配和焊接工艺参数 试板装配总的原则是末端间隙应略大于始端间隙, 并留适当的反变形。板厚 8~12mm 的试板装配尺寸见图1-15。横焊时焊接层数较立焊多, 易产生较大的角变形, 所以试板应预留 10° 左右的反变形角。试板板面应垂直固定, 保证焊缝呈水平位置, 坡口上缘与焊工的视

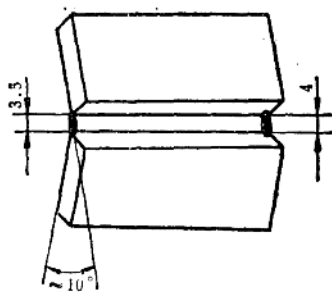


图 1-15

线相平齐, 操作时正面站立, 两腿稍叉开。

采用灭弧焊和连弧焊进行试板横焊打底层

表 1-4

焊接工艺参数 操作方法	试件厚度 (mm)	焊条型号	焊条直径 (mm)	焊接电流 (A)
灭弧焊	8~12	E 4303	3.2	90~110
		E 5015	3.2	80~95
连弧焊	8~12	E 5015	3.2	75~85

其余各层的焊接工艺参数见表1-5。

表 1-5

焊接工艺参数 焊接层次	焊条直径 (mm)	焊接电流 (A)
2	3.2	100~110
3	4.0	160~180
4	4.0	160~180
5	4.0	160~180

2. 打底层的焊接操作 横焊打底层的操作可以分别采用灭弧焊或连弧焊。

(1) 打底层的灭弧焊操作要领: 焊接打底层时, 由于过渡熔滴受重力影响, 容易偏离焊条轴线, 向下倾斜。因此, 在短弧施焊的基础上, 除保持一定的下倾角 $80^\circ \sim 90^\circ$ 外, 还需与焊件的水平轴线倾斜 $70^\circ \sim 80^\circ$ 见图1-16。由于焊条的倾斜以及上、下坡口面角度的影响, 使电弧对上、下坡口面的加热不均: 上坡口面受热较好, 下坡口面受热较差。同时, 熔池金属因受重力作用下坠, 极易造成下坡口面熔合不良, 甚至冷接。为此, 应先击穿下坡口面, 后击穿上坡口面, 并将击穿位置相互错开一定距离, 使下坡口面击穿熔孔在前、上坡口面击穿熔孔在后。起焊时, 首先在定位焊缝前10~15mm处的坡口面上划擦引弧, 然后将电弧迅速回拉到定位焊缝中心部位处加热坡口, 当见到坡口

两侧金属即将熔化时，将熔滴金属送至坡口根部，并压一下电弧使熔滴与熔化的定位焊缝和母材金属熔合成第一个熔池。当听到背面电弧的穿透声时，表明已形成了明显可见的熔孔，这时使焊条与焊件保持成一定的倾角，依次在下坡口面和上坡口面上接近钝边处击穿施焊，见图1-17。施焊时，电弧不要抬得过高，保持短弧焊接。横焊灭弧焊的操作手法见图1-18。当电弧穿透坡口根部时，应使每侧坡口面熔化 $1\sim 1.5\text{mm}$ ，且下坡口面的熔孔要始终比上坡口面的熔孔超前（指焊接前进方向） $0.5\sim 1$ 个的熔孔直径，这样有利于减小上部熔池金属下坠倾向，防止熔合不良或冷接。灭弧焊横焊时的焊缝形状及熔孔见图1-19。施焊时，应使焊道背面熔化金属有稍微下坠。如果控制电弧燃烧时间，使之不产生下坠，则焊缝上部易出现气孔，原因是气体向上逸出时，受到母材横断面的阻挡，逸出受阻；其次是熔池存在时间过短。

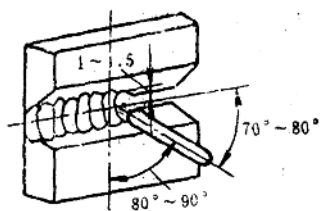


图 1-16

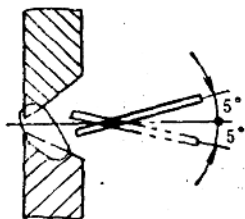


图 1-17

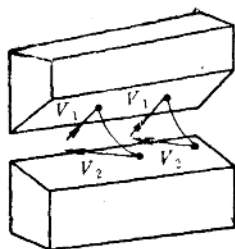


图 1-18

V_1 —引弧方向 V_2 —灭弧方向
•—表示电弧稍作停留

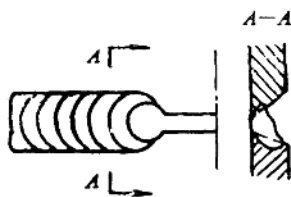


图 1-19

更换焊条熄弧前，必须向熔池背面多补充几滴熔滴，然后将电弧拉到侧后方熄弧。更换焊条时速度要快，换好焊条后应立即在熔池处再引弧，利用电弧的加热和吹力，重新击穿坡口钝边，压低电弧施焊。或者在收尾熔池处加热 $1\sim 2\text{s}$ ，使之熔化，然后立即引弧击穿焊接，以保证根部焊透，接头光滑。

横焊采用灭弧焊施焊时，焊件背面弧长应保持约 $1/2$ 弧柱长度。

(2) 打底层的连弧焊操作要领：先在始焊部位的上坡口面引弧。待根部钝边熔化后，再将铁水带到下侧钝边，形成第一个熔池后，再击穿熔池，并立即采用斜椭圆形运条法运条。从坡口上侧向下侧的运条速度要慢一些，防止产生夹渣以及保证填充金属与焊件熔合良好。从下侧向上侧的运条速度要快一些，以防止铁水下淌。

采用连弧焊横焊时的焊条倾角见图1-20。焊接过程中要采用短弧将铁水送到坡

口根部,收弧时,应将电弧带到坡口上侧并向后方提起收弧,见图1-21。

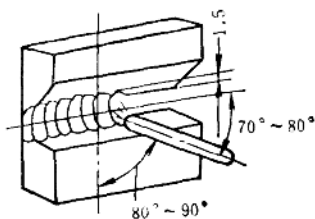


图 1-20

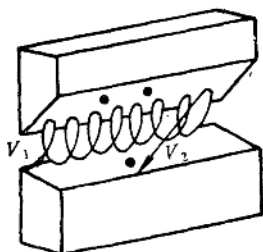


图 1-21

V_1 —引弧方向 V_2 —灭弧方向
•—表示电弧稍作停顿

横焊连弧焊施焊时,焊件背面弧长应保持2/3弧柱长度。

3. 其余各层次的焊接操作 其余各层次的焊接均采用多层多道焊。每道焊缝采用横拉(稍作往复)直线运条法。每条焊道都要对准前一焊层形成的沟槽处,一道一道地由下向上排列施焊,见图1-22,以防铁水下滑影响成形。

盖面层焊缝的焊接:边缘焊道施焊时,运条应稍快,中间焊道运条稍慢,这样有利于焊缝两侧圆滑过渡,获得良好的表面成形。当焊到盖面层最后一条焊道时,焊条须相对水平轴线上倾 15° 左右(采用碱性焊条施焊,焊条应下倾约 40°),以防产生咬边。盖面层施焊时焊条的角度见图1-23。盖面层焊缝需压上、下中间层焊缝边缘各1.5mm左右。应该指出的是,施焊每一焊层时,前

一焊道表面的熔渣不要除掉,应在熔渣覆盖的情况下焊接,这样有利于焊道之间圆滑过渡、减小焊道之间形成的沟槽,使焊缝外表清洁美观。

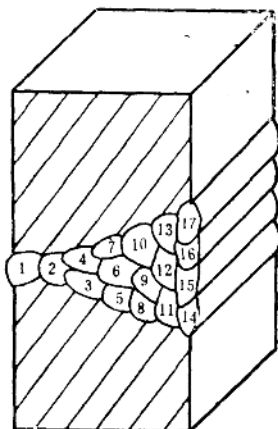


图 1-22

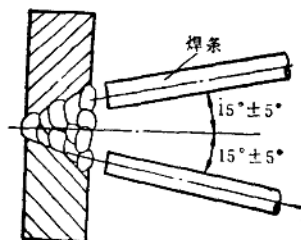


图 1-23

●训练4 仰焊单面焊双面成形的操作

仰焊时,熔滴过渡形式主要是短路过渡,即靠电弧吹力和熔化金属的表面张力作用过渡于熔池。焊条金属熔滴的重力阻碍熔滴过渡,熔池金属也受自身重力作用产生下坠。由于熔池温度越高,表面张力越小,因此仰焊时极易在焊道背面产生凹陷、正面出现焊瘤。因此,仰焊时一定要采用短弧操作,同时还应控制熔池的体积和温度,焊层要薄。

仰焊时焊工的操作姿势见图1-24。根据施焊位置和焊工的距离,焊工可以采取站、