



机械类

高级技工学校、技师学院教材
高级工培训教材

高级焊工工艺与技能训练

 中国劳动社会保障出版社

机械类 高级技工学校、技师学院教材
高级工培训教材

高级焊工工艺与技能训练

劳动和社会保障部教材办公室 组织编写
湖南省职业技术培训研究室

胡煌辉 主编
沈慧斌 主审

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

高级焊工工艺与技能训练/胡煌辉主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2007
机械类高级技工学校、技师学院教材 高级工培训教材

ISBN 978 - 7 - 5045 - 5954 - 8

I. 高… II. 胡… III. 焊接工艺 - 技工学校 - 教材 IV. TG44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 031507 号

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)

出 版 人: 张梦欣

*

北京北苑印刷有限责任公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19.25 印张 480 千字

2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

定价: 29.00 元

读者服务部电话: 010 - 64929211

发行部电话: 010 - 64927085

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

进入 21 世纪以来,我国现代制造业迅速发展,随着技术创新和需要,对产品的加工工艺要求越来越高,但劳动者素质偏低,技能人才,尤其是高级技能人才匮乏已成为制约我国制造业发展的突出问题。为了解决这一矛盾,2005 年国务院颁发了《国务院关于大力发展职业教育的决定》,确立了“力争用 5 年时间,在全国新培养 190 万名技师和高级技师,新培养 700 万名高级技工,并带动中级和初级技能劳动者队伍梯次发展”的目标。

正是在这样的形势下,为推进我国职业教育建设,加强各类高素质高技能专门人才的培养,我们组织修订了 1999 年以来出版的高级技工学校教学及高级工培训的机械类教材,并在此基础上开发了一些新教材。本套教材包括《专业数学(第二版)》《机械制图(第二版)》《计算机应用技术》《极限配合与技术测量(第三版)》《机构与零件(第三版)》《液压技术(第三版)》《金属切削原理与刀具(第三版)》《机械制造工艺与装备(第二版)》《机床夹具(第三版)》《机床电气控制》《数控技术》《高级车工工艺与技能训练》《高级钳工工艺与技能训练》《高级铣工工艺与技能训练》《高级焊工工艺与技能训练》《模具制造工艺与技能训练》《高级机修钳工工艺与技能训练》《高级磨工工艺与技能训练》《高级冷作工工艺与技能训练》,以后我们还将陆续开发其他教材。

在这套教材的编写过程中,我们始终坚持了以下基本原则:

一是从生产实际出发,合理安排教材的知识和技能结构,突出技能性培养,摒弃“繁难偏旧”的理论知识。二是以国家相关职业标准为依据,确保在知识内容和技能水平上符合国家职业鉴定标准。三是引入新技术、新工艺的内容,反映行业的新标准、新趋势,淘汰陈旧过时的技术,拓宽专业技术人员的知识眼界。四是在结构安排和表达方式上,强调由浅入深,循序渐进,力求做到图文并茂。

本套教材的编写工作得到了湖南、江苏、广东、河北、黑龙江等省劳动和社会保障厅及有关学校的大力支持,在此表示衷心的感谢。

《高级焊工工艺与技能训练》分为焊条电弧焊的基本技能训练、CO₂ 焊和 MAG 焊的基本操作技能、手工钨极氩弧焊的基本技能训练、异种金属焊接、铝及铝合金氩弧焊操作技能、

目 录

(15)		(1)
(15)		(1)
(15)		(7)
(25)		(10)
单元一 焊条电弧焊的基本技能训练 (1)		
课题一 平板对接和角接接头的焊接..... (1)		
实例一 板试件对接仰焊..... (1)		
实例二 板试件角接仰焊..... (7)		
课题二 固定管对接焊..... (10)		
实例一 小直径管试件垂直固定对接焊..... (10)		
实例二 小直径管试件对接接头水平固定焊..... (15)		
实例三 小直径管试件 45°倾斜固定对接焊..... (19)		
课题三 固定管板焊..... (22)		
实例一 骑座式管板试件垂直固定仰位焊..... (22)		
实例二 骑座式管板试件水平固定全位置焊..... (24)		
课题四 综合训练..... (27)		
实例一 平板拼接焊..... (28)		
实例二 结构件的焊接..... (30)		
实例三 水箱的焊接..... (34)		
实例四 障碍管的焊接..... (36)		
单元二 CO₂ 和 MAG 气体保护焊的基本操作技能 (38)		
课题一 CO ₂ 和 MAG 气体保护焊的基础知识..... (38)		
课题二 平板对接和角接接头的焊接..... (49)		
实例一 板试件 V 型坡口对接仰焊..... (49)		
实例二 板试件角接仰焊..... (51)		
课题三 固定管对接焊..... (54)		
实例一 大直径管试件垂直固定对接焊..... (54)		
实例二 大直径管试件水平固定对接焊..... (56)		
课题四 管板角接焊..... (58)		

实例一 骑座式管板试件垂直固定仰位焊·····	(58)
实例二 骑座式管板试件水平固定全位置焊·····	(60)
课题五 药心焊丝气体保护焊·····	(62)
课题六 综合训练·····	(71)
实例一 平板拼接焊·····	(71)
实例二 结构件的焊接·····	(73)
实例三 水箱的焊接·····	(75)
实例四 障碍管的焊接·····	(78)
单元三 手工钨极氩弧焊的基本技能训练·····	(80)
课题一 手工钨极氩弧焊的基础知识·····	(80)
课题二 平板对接接头的焊接·····	(86)
实例一 不锈钢板对接试件 V 型坡口平焊 ·····	(86)
实例二 低碳钢板试件对接横焊·····	(88)
实例三 低碳钢板试件对接仰焊·····	(90)
课题三 平板角接接头的焊接·····	(93)
实例一 不锈钢板试件角接仰焊·····	(93)
实例二 耐热钢板试件角接立焊·····	(95)
课题四 固定管对接焊·····	(97)
实例一 低碳钢小直径管对接试件垂直固定焊·····	(97)
实例二 低碳钢大直径管对接试件垂直固定焊·····	(99)
实例三 低碳钢小直径管对接试件水平固定焊·····	(101)
实例四 不锈钢小直径管对接试件水平固定焊·····	(103)
实例五 耐热钢大直径管对接试件水平固定焊·····	(105)
课题五 骑座式管板固定焊·····	(107)
实例一 骑座式管板试件垂直固定仰位焊·····	(107)
实例二 骑座式管板试件水平固定焊·····	(110)
课题六 组合焊·····	(112)
实例一 大直径中厚壁管对接水平固定组合焊 (TIG 焊 + 焊条电弧焊) ·····	(112)
实例二 大直径中厚壁管对接水平固定组合焊 (TIG 焊 + CO ₂ 焊) ·····	(115)
实例三 障碍管的焊接·····	(117)
单元四 异种金属焊接·····	(118)
课题一 异种金属焊接的基础知识·····	(118)

课题二 低碳钢与低合金钢的焊接·····	(129)
课题三 珠光体耐热钢与低合金钢的焊接·····	(133)
课题四 珠光体钢与奥氏体钢的焊接·····	(134)
课题五 不锈复合钢板的焊接·····	(142)
单元五 铝及铝合金氩弧焊操作技能·····	(147)
课题一 铝及铝合金的基础知识·····	(147)
课题二 钨极氩弧焊工艺及操作技术·····	(165)
课题三 熔化极氩弧焊工艺及操作技术·····	(179)
单元六 铜及铜合金焊接·····	(195)
课题一 铜及铜合金的基础知识·····	(195)
课题二 纯铜焊接工艺和操作技术要领·····	(201)
课题三 黄铜焊接工艺和操作技术要领·····	(209)
课题四 青铜的焊接工艺要点·····	(214)
单元七 铸铁焊接·····	(219)
课题一 铸铁的基础知识·····	(219)
课题二 灰铸铁焊补工艺·····	(227)
课题三 球墨铸铁焊补工艺·····	(238)
单元八 焊接结构生产·····	(241)
课题一 焊接结构的生产工艺过程·····	(241)
课题二 焊接结构加工工艺规程的编制·····	(243)
课题三 压力容器的基本知识·····	(248)
课题四 焊接工艺评定·····	(252)
课题五 典型压力容器的焊接实例·····	(256)
实例一 16MnR 钢制液氨储罐的焊接实例·····	(258)
实例二 15CrMo 耐热钢的焊接实例·····	(261)
实例三 奥氏体不锈钢的焊接实例·····	(263)
实例四 反吹气洗涤塔筒体焊缝的焊接实例·····	(267)
课题六 梁和柱的焊接·····	(268)

单元九 焊接新技术及国际标准介绍..... (282)

 课题一 焊接新技术介绍..... (282)

 课题二 ISO 焊接技术相关标准简介 (288)

单元一

焊条电弧焊的基本技能训练

课题一 平板对接和角接接头的焊接

实例一 板试件对接仰焊

◎ 学习目标及技能要求

能够进行低碳钢板不开坡口（I 型坡口）对接仰焊、V 型坡口对接仰焊单面焊双面成形的焊接。

仰焊指在对接焊缝倾角 0° 或 180° 、焊缝转角 270° 位置的焊接。仰焊是各种位置焊接中最难的一种。由于熔池倒悬在焊件下面，液体金属靠自身表面张力作用保持在焊件上。如果熔池温度高，表面张力则减少，熔池体积增大，则重力作用加强，这些会引起熔池金属下坠，甚至成为焊瘤，背面则会形成凹陷，使焊缝成形较为困难。

因此仰焊施焊时应采用小直径焊条，短弧焊接。焊接电流要合适，电流太小则根部焊不透，太大则容易引起熔化金属下坠。

当板厚小于 5 mm 时，常采用不开坡口（I 型坡口）对接焊；板厚大于 5 mm，常采用 V 型坡口进行多层焊或多层多道焊。

（一）I 型坡口对接仰焊

◎ 学习目标及技能要求

1. 掌握仰焊短弧焊接的操作方法。
2. 掌握 I 型坡口对接仰焊的操作方法。

1. 焊前准备

- （1）试件材料 Q235。
- （2）试件尺寸（mm） $300 \times 200 \times 5$ ，I 型坡口，如图 1—1 所示。
- （3）焊接要求 单面焊双面成形。
- （4）焊接材料 E4303（结 422）。
- （5）焊机 BX3—300 或 ZX5—400 型。

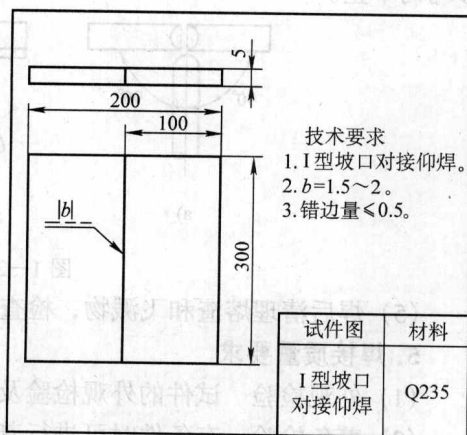


图 1—1 I 型坡口对接仰焊试件图

2. 试件装配

(1) 清除坡口面及坡口正反面两侧各 20 mm 范围内的油污、锈蚀、水分及其他污物，直至露出金属光泽。

(2) 装配间隙为 1.5 ~ 2 mm；错边量 ≤ 0.5 mm。

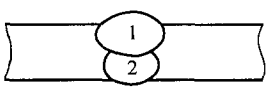
(3) 定位焊。采用与焊接试件相同牌号的焊条，定位焊缝长度为 10 mm，并固定在焊接支架上。

3. 焊接工艺参数

I 型坡口对接仰焊焊接工艺参数见表 1—1。

表 1—1

I 型坡口对接仰焊焊接工艺参数

焊道分布	焊接层次	焊条直径/mm	焊接电流/A	电弧电压/V
	打底层 (1)	3.2	90 ~ 95	22 ~ 24
	盖面层 (2)	3.2	85 ~ 95	22 ~ 24

4. 操作要点及注意事项

(1) 仰焊操作常见的姿势为蹲式，身体偏左侧，便于握焊钳的右手操作，并防止熔化金属落在身上。焊条角度如图 1—2 所示。

(2) 采用直线形或直线往返形运条法，短弧操作。

(3) 打底层焊接。打底层采用直径 3.2 mm 的焊条，电流可稍大些，目的在于使熔滴和熔池金属有足够的电弧压力，使根部熔透并减小背面凹陷。打底层采用直线往返形运条法。若熔池温度过高，可适当作挑弧或灭弧动作。焊接时，由远及近地运条，移动速度尽可能快一些；熔池应小一些，焊道薄一些，以防止熔池金属下坠。

(4) 盖面层焊接。焊接前，应将第一层焊道熔渣及飞溅物清理干净。采用直径 3.2 mm 焊条，焊条角度如图 1—2 所示。操作时采用月牙形或锯齿形运条，电弧要短，焊道要薄。当运条至焊道两侧时应稍停、稳弧，保证两边熔合良好，防止咬边。此外应保持熔池外形平直，如有凸形出现，可使焊条在两侧停留时间稍长一些，必要时做灭弧动作，以保证焊缝成形均匀平整。

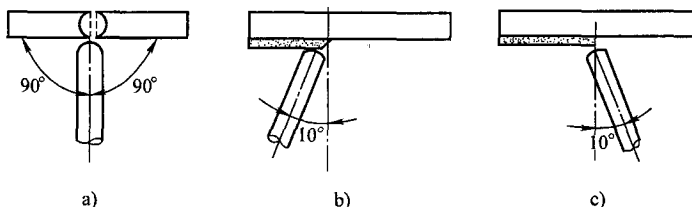


图 1—2 对接仰焊时焊条角度

(5) 焊后清理熔渣和飞溅物，检查焊接质量，总结经验。

5. 焊接质量要求

(1) 外观检验 试件的外观检验及评分标准见表 1—2。

(2) 着色检验 有条件时可进行着色检验，以检验焊缝表面或近表面有无气孔、夹渣、裂纹、未熔合等缺陷。

表 1—2

焊工技能考试I型坡口对接仰焊评分标准

姓 名				考 号			开工时间		
单 位				试件编号			停工时间		
序号	检验项目		配分	考核要求		评分标准		检测结果	得分
1	焊缝外形尺寸	焊缝宽度	6	焊缝宽度 8~10 mm		>7 或 <11 扣 1 分; >6 或 <12 扣 2 分; <5 或 >13, 本项 0 分			
2		宽度差	6	≤2 mm		≤3 mm 扣 2 分; ≤4 mm 扣 3 分; >4 本项 0 分			
3		焊缝余高	6	0.5~3 mm		≤4 mm 扣 2 分; ≤5 mm 扣 3 分; >5 本项 0 分; <0, 本试件 0 分			
4		余高差	6	≤2 mm		≤3 mm 扣 2 分; ≤4 mm 扣 3 分; >4 本项 0 分			
5		背面超高	6	≤3 mm		>3 mm, 试件 0 分			
6		背面内凹	4	≤2 mm		超差 1 mm 扣 2 分			
7		焊缝直线度	2	焊缝的边缘直线度 ≤2 mm		超差 1 mm 扣 1 分			
8	焊缝成形	焊波均匀细腻	10	焊波均匀、细腻、美观; 焊缝边缘整齐, 过渡圆滑, 熔合好		焊波粗糙不均匀, 视情况扣 0~10 分			
9		起头	4	起头平整, 无低洼、超高或流淌处		每处扣 2~4 分			
10		收尾	4	收尾平整, 无低洼、超高或流淌处		每处扣 2~4 分			
11		接头平整	4	接头应平整, 无超高、脱节或凹陷		超高、脱节或凹陷各扣 2 分			
12	焊接缺陷	咬边	8	深度 ≤0.5 mm, 不超过焊缝有效长度的 10%		深度 >0.5 mm, 长 10 mm, 扣 2 分; 深度 >1 mm, 长 10 mm, 扣 4 分; 深度 >2 mm, 本项不得分			
13		未焊透	6	深度 ≤0.5 mm, 不超过焊缝有效长度的 15%		深度 >0.5 mm, 长 10 mm, 扣 2 分; 深度 >1 mm, 长 10 mm, 扣 4 分; 深度 >2 mm, 本项不得分			
14		气孔或缩孔	8	焊缝表面无气孔		直径 ≤0.5 mm, 每个扣 1 分; 直径 >0.5 mm, 每个扣 2 分, 直径 >1 mm, 每个扣 3 分, 直径 >1.5 mm, 本项不得分			
15		熔合不良		不允许		长 10 mm, 扣 2 分			
16		变形或错位		变形 ≤3°, 错位 ≤0.5 mm		超差试件 0 分			
17		夹渣	扣外观总分	不允许		面积 ≤1 mm ² , 每处扣 1 分, 面积 ≤2 mm ² , 每处扣 2 分, 面积 ≤3 mm ² , 每处扣 5 分, 面积 >3 mm ² , 每处扣 10 分			
18	焊瘤	不允许		焊瘤高度 ≤3 mm, 每处扣 1 分; 高度 ≤4 mm, 扣 2 分; 高度 ≤5 mm, 扣 5 分; 焊瘤高度 >5 mm, 每处扣 10 分					

续表

姓 名				考 号			开工时间		
单 位				试件编号			停工时间		
序号	检验项目		配分	考核要求		评分标准		检测结果	得分
19	焊接缺陷	未熔合	扣外观总分	不允许		若有，试件 0 分			
20		裂纹		不允许		若有，试件 0 分			
21		烧穿		不允许		若有，试件 0 分			
22		焊缝表面修补		不允许		如有焊补或锤击，按不及格论			
23		电弧擦伤		焊件上非焊道处不应有引弧痕迹		若有，每处扣 2 分			
24	无损探伤	着色检验	20	按国家标准进行		按标准评定			
25	清理情况			工件应清理干净		未清干净，扣 1~5 分			
26	安全生产			穿戴好防护用品，遵守操作规程，文明生产		违章视情况扣本项目总分 0~5 分			
27	工时			在规定时间内完成		每超 1 min 扣本项目总分 1 分			
监考人				核分人		评审组长		总分	

考场记事:

考场负责:

监考:

年 月 日

注: 焊缝内部质量检验方法可根据实际情况选择, 配分也可根据选择情况作适当调整。

(二) V 型坡口对接仰焊

◎ 学习目标及技能要求

掌握 V 型坡口对接仰焊多层焊的操作方法。

1. 焊前准备

(1) 试件材料 20g 或 16Mng。

(2) 试件尺寸 (mm) $300 \times 200 \times 12$, 如图 1—3 所示。V 型坡口 $60^\circ \pm 5^\circ$, 如图 1—4a 所示。

(3) 焊接要求 单面焊双面成形。

(4) 焊接材料 E4315 (结 427)、E4316 (结 426) 或 E5015 (结 507)、E5016 (结 506), 焊条烘焙 $350^\circ \sim 400^\circ$, 恒温 2 h, 随用随取。

(5) 焊机 ZX5-400 型或 BX3-300 型。

2. 试件装配

(1) 修磨钝边 $0.5 \sim 1$ mm, 无毛刺。

(2) 焊前清理。清除坡口面及焊件两侧各 20 mm 范围内的油污、锈蚀、水分及其他污物, 直至露出金属光泽。

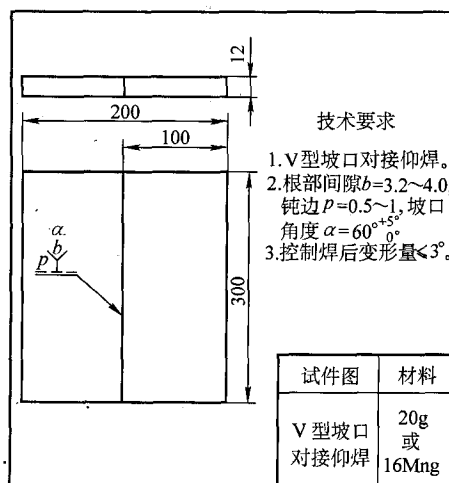


图 1—3 V 型坡口对接仰焊试件图

(3) 装配间隙始端为 3.2 mm，终端为 4.0 mm，可以分别用直径 3.2 mm 和 4.0 mm 焊条芯夹在焊件两端。放大终端间隙是考虑到焊接过程中的横向收缩量，以保证熔透坡口根部所需的间隙，如图 1—4b 所示。错边量 ≤ 1.2 mm。

(4) 定位焊。采用与焊接试件相同牌号的焊条，在试件背面距两端 20 mm 内进行定位焊。焊缝长度为 10 ~ 15 mm。

(5) 预制反变形 $3^{\circ} \sim 4^{\circ}$ 。

(6) 将试件水平固定在距离地面 800 ~ 900 mm 的焊接支架上，坡口向下，间隙小的始端位于远处。

(7) 焊接电流采用直流反接法或交流。

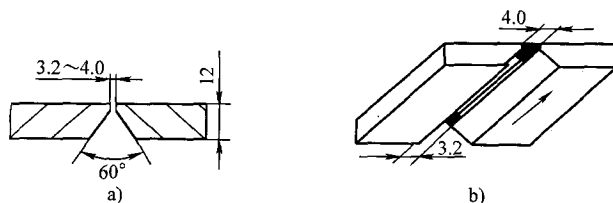


图 1—4 V 型坡口和预留间隙示意图

3. 焊接工艺参数

V 型坡口对接仰焊焊接工艺参数见表 1—3。

表 1—3

V 型坡口对接仰焊焊接工艺参数

焊道分布	焊接层次	焊条直径/mm	焊接电流/A
	打底层 (1)	2.5	65 ~ 75
		3.2	90 ~ 100
	填充层 (2, 3)	3.2	110 ~ 120
	盖面层 (4)	3.2	105 ~ 115

4. 操作要点及注意事项

V 型坡口对接仰焊单面焊双面成形是焊接位置中最困难的一种。为防止熔化金属下坠使正面产生焊瘤，背面产生凹陷，操作时，必须采用最短的电弧长度。施焊时采用多层焊或多层多道焊。

(1) 打底层焊 打底层焊接可采用连弧手法，如图 1—5a 所示，也可以采用灭弧击穿法（一点法、两点法）。

1) 连弧焊手法

①引弧 在定位焊缝上引弧，并使焊条在坡口内作轻微横向快速摆动，当焊至定位焊缝尾部时，应稍作预热，将焊条向上顶一下，听到“噗噗”声时，此时坡口根部已被熔透，第一个熔池已形成，需使熔孔向坡口两侧各深入 0.5 ~ 1 mm。

②运条方法 采用直线往返或小幅度锯齿形运条法运条，横向摆动，短弧，向右前连续施焊。当焊条摆动到坡口两侧时，需稍作停顿（1 ~ 2 s 左右），使填充金属与母材熔合良好，并应防止与母材交界处形成夹角，以免清渣困难。

③焊条角度 焊条与试板夹角为 90° ，与焊接方向夹角为 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，如图 1—5b 所示。

④采用短弧施焊 利用电弧吹力把熔化金属托住，并将部分熔化金属送到试件背面。并

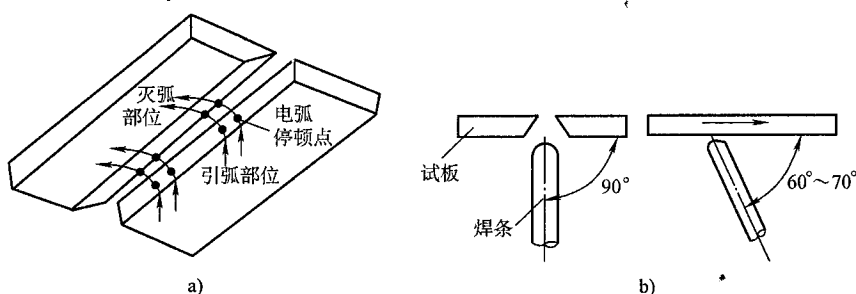


图 1—5 单面焊双面成形仰焊操作示意图

a) 连弧焊打底法 b) 焊条角度

应使新熔池覆盖前一熔池的 $1/2 \sim 2/3$ ，适当加快焊接速度，以减少熔池面积和形成薄焊道，从而达到减轻焊缝金属自重的目的。

焊层表面要平直，避免下凸，否则将给下一层焊接带来困难，并易产生夹渣、未熔合等缺陷。

⑤焊道接头 更换焊条前，先在熔池前方作一熔孔，然后将电弧向焊接反方向的左侧或右侧坡口面回拉 $10 \sim 15 \text{ mm}$ ，使接头处呈斜面状。焊道接头采用热接法或冷接法。

采用热接法时，在距弧坑前约 10 mm 处的坡口面将电弧引燃，当运条到弧坑根部时，应缩小焊条与焊接方向的夹角，同时将焊条顺着原先熔孔向坡口处顶一下，听到“噗噗”声后稍停，再恢复正常手法焊接。热接法更换焊条动作越快越好。

采用冷接法时，在弧坑冷却后，用砂轮和扁铲对弧坑处修一个 $10 \sim 15 \text{ mm}$ 的斜坡，在斜坡上引弧并预热，使弧坑温度逐步升高，然后将焊条顺着原先熔孔迅速上顶，听到“噗噗”声后稍作停顿，恢复正常手法焊接。

2) 灭弧焊手法

①引弧 在定位焊缝上引弧，然后焊条在始焊部位坡口内作轻微快速横向摆动，当焊至定位焊缝尾部时，应稍作预热，并将焊条向上顶一下，听到“噗噗”声后，表明坡口根部已被焊透，第一个熔池已形成，并使熔池前方形成向坡口两侧各深入 $0.5 \sim 1 \text{ mm}$ 的熔孔，然后焊条向斜下方灭弧。

②焊条角度 焊条与焊接方向的夹角为 $60^\circ \sim 70^\circ$ ，如图 1—5b 所示。采用直线往返运条法施焊。

③采用两点击穿法 坡口左、右两侧钝边应完全熔化，并使两侧母材各熔化 $0.5 \sim 1 \text{ mm}$ 。灭弧动作要快，干净利落，并使焊条总是向上探，利用电弧吹力可有效地防止背面焊缝内凹。

灭弧与接弧时间要短，灭弧频率为 $30 \sim 50$ 次/分钟，每次接弧位置要准确，焊条中心要对准熔池前端与母材的交界处。

④接头 更换焊条前，应在熔池前方作一熔孔，然后回带 10 mm 左右再熄弧。

迅速更换焊条后，在弧坑后面 $10 \sim 15 \text{ mm}$ 坡口内引弧，用连弧手法运条到弧坑根部时，将焊条沿着预先作好的熔孔向坡口根部顶一下，听到“噗噗”声后稍停，在熔池中部斜下方灭弧，随即恢复原来的灭弧焊手法。

(2) 填充层焊接 可采用多层焊或多层多道焊。

1) 多层焊 应将第一层熔渣、飞溅物清理干净,若有焊瘤应修磨平整。在距焊缝始端 10 mm 左右处引弧,然后将电弧拉回到起始焊处施焊(每次接头都应如此)。采用短弧月牙形或锯齿形运条法施焊,如图 1—6 所示。焊条与焊接方向夹角为 $85^{\circ} \sim 90^{\circ}$,焊条运条到焊道两侧一定要稍停片刻,中间摆动速度要尽可能快,以形成较好的焊道,保证让熔池呈椭圆形,大小一致,防止形成凸形焊道。

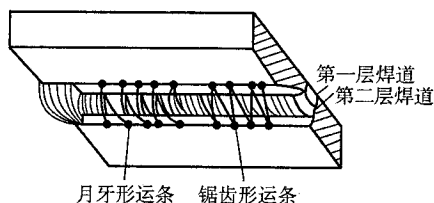


图 1—6 V 型坡口对接仰焊的运条方法

2) 多层多道焊 宜用直线运条法,焊道的排列顺序如图 1—7a 所示,焊条的位置和角度应根据每条焊道的位置作相应的调整,如图 1—7b 所示。每条焊道要搭接 $1/2 \sim 2/3$,并认真清渣,以防止焊道间脱节和夹渣。

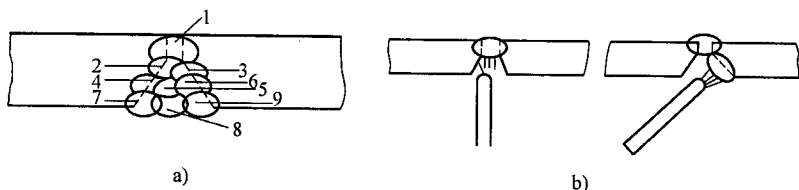


图 1—7 V 型坡口对接仰焊的多层多道焊

填充层焊完后,其表面应距试件表面 1 mm 左右,保证坡口的棱边不被熔化,以便盖面层焊接时控制焊缝的直线度。

3) 盖面层焊接 盖面层焊接前需仔细清理熔渣及飞溅物。焊接时可采用短弧,月牙形或锯齿形运条法运条。焊条与焊接方向夹角为 $85^{\circ} \sim 90^{\circ}$,焊条摆动到坡口边缘时稍作停顿,以坡口边缘熔化 1~2 mm 为准,防止咬边。保持熔池外形平直,如有凸形出现,可使焊条在坡口两侧停留时间稍长一些,必要时做灭弧动作,以保证焊缝成形均匀平整。更换焊条时采用热接法。更换焊条前,应对熔池填几滴熔滴金属,迅速更换焊条后,在弧坑前 10 mm 左右处引弧,再把电弧拉到弧坑处划一小圆圈,使弧坑重新熔化,随后进行正常焊接。

4) 焊后清理熔渣及飞溅物,检查焊接质量,分析问题,总结经验。

5. 焊接质量要求及评分标准

(1) 试件的外观检验,除焊缝宽度 $c = 16 \sim 20$ mm (评分标准为 $15 < c < 21$,扣 1 分; $14 < c < 22$ 扣 2 分; $23 < c$ 或 $c < 14$,本项 0 分)和错位 ≤ 1.2 mm 外,其余参照表 1—2。

(2) 无损探伤为 X 射线检验,按 GB 3323—87 规定评定,Ⅱ级以上为合格。

(3) 弯曲试验为横弯试验,正弯和背弯各两个试件,180°不裂为合格标准。

实例二 板试件角接仰焊

◎ 学习目标及技能要求

掌握焊条电弧焊焊接 T 型接头角接仰焊的操作方法。

T 型接头角接仰焊时,焊缝位于燃烧电弧的上方,焊工在仰焊位置进行焊接,劳动强度

大，是容易疲劳的一种焊接位置。熔化金属在重力作用下，容易下淌，出现夹渣，表面不易焊得平整。一般采用直线运条方法和稍作横向摆动的直线运条方法焊接。下面以材质 Q235 钢板试件的角接仰焊为例进行介绍。

1. 焊前准备

- (1) 试件材料 Q235。
- (2) 试件尺寸 (mm) 150×300×10，1 件；100×300×10，1 件。如图 1—8a 所示。
- (3) 焊接要求 焊脚为 8~9 mm，喉高 5.6~6.3 mm，如图 1—8b 所示。
- (4) 焊接材料 E4303 (结 422)、E4315 (结 427) 或 E5015 (结 507)，选用 E4315 和 E5015 时焊条烘焙 350~400℃，并恒温 2 h，随用随取。
- (5) 焊机 ZX5-400 型，ZX7-400 型或 BX3-300 型。

2. 试件装配

- (1) 焊前清理 清理试件装配面和立板两侧 20 mm 范围内表面的油污、锈蚀、水分，直至露出金属光泽。
- (2) 装配间隙 组对间隙为 0~2 mm，两块钢板应相互垂直。
- (3) 定位焊 在试件两端正面坡口内进行定位焊，焊缝长度为 10~15 mm，将焊缝接头预先打磨成斜坡。
- (4) 将试件水平位置固定在焊接支架上，焊接面朝下。试件高度距地面 800~900 mm，要保证焊工处于蹲位或站位焊接时，有足够的空间。
- (5) 焊接电流采用直流反接法或交流。

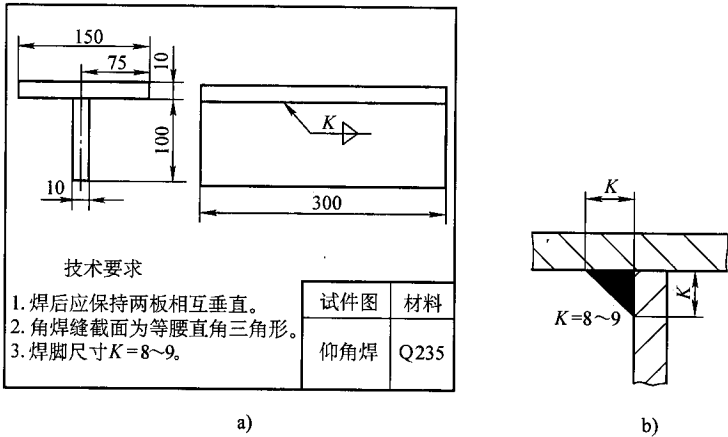


图 1—8 角接仰焊试件图

3. 焊接工艺参数

角接头仰焊焊接工艺参数见表 1—4。

表 1—4 角接头仰焊焊接工艺参数

焊道分布	焊接层次	焊丝直径/mm	焊接电流/A	电弧电压/V
	根部焊 (1)	3.2	100~120	22~24
	盖面焊 (2, 3)		100~110	22~24

4. 操作要点及注意事项

根据焊件厚度不同（焊脚尺寸的不同要求），可采用单层焊或多层多道焊。

(1) 根部焊

1) 焊接层次为二层三道焊，焊接根部焊道 1 时焊枪角度如图 1—9 所示。

2) 调试好焊接工艺参数后，在试板的左端引弧，待试板底部完全熔合后，开始向右焊接。

3) 采用直线运条法，电弧对准顶角，压低电弧，并保证顶角和两侧试板熔合良好。

4) 焊道接头 接头在弧坑前 10 mm 处引弧，回焊至弧坑处，沿弧坑形状将其填满，然后再正常施焊。

(2) 盖面层焊接

1) 盖面层焊道施焊前，应清除干净前层焊道的焊渣与飞溅。

2) 盖面层焊缝焊两道，先焊下面焊道 2，后焊上面焊道 3。焊下面焊道 2 时压住根部焊道 1/2 ~ 2/3，直线运条或稍作横向摆动。焊上面焊道 3 时，电弧对准根部焊道 1 的上沿，稍加大焊条的上下摆动幅度，盖面层焊道仰角焊焊条角度如图 1—10 所示。

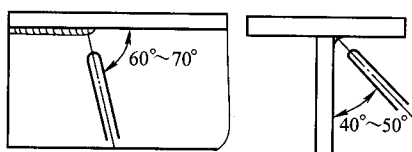


图 1—9 根部仰角焊的焊枪角度

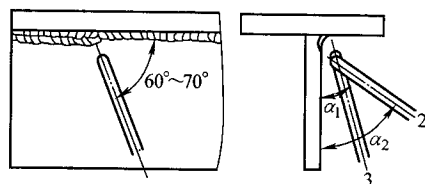


图 1—10 盖面仰角焊的焊条角度

$$\alpha_1 = 30^\circ \sim 40^\circ \quad \alpha_2 = 50^\circ \sim 60^\circ$$

3) 焊缝表面应平滑，略呈凹形，避免出现焊偏和咬边，焊脚应对称并符合尺寸要求。

5. 焊接质量要求

(1) 仰角焊缝的焊脚尺寸和焊缝厚度应符合工程设计技术要求，以保证结构焊接接头的强度。一般焊脚尺寸随焊件厚度的增大而增加，见表 1—5。

(2) 焊缝表面不得有裂纹、未熔合、夹渣、气孔、焊瘤和未焊透等缺陷。

(3) 焊缝表面的咬边深度 ≤ 0.5 mm，两侧的咬边总长度不得超过焊缝长度的 10%。

(4) 焊缝的凹度或凸度（图 1—11）应小于 1.5 mm。

(5) 焊脚应对称，其高宽差 ≤ 2 mm。

(6) 焊件上非焊道处不得有引弧痕迹。

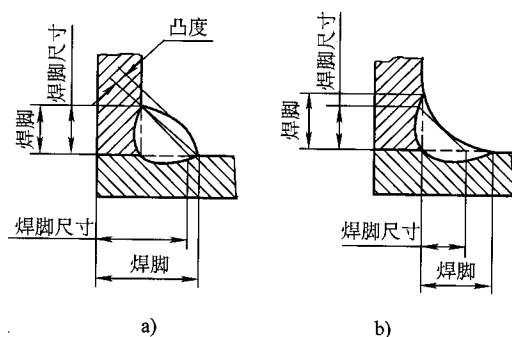


图 1—11 角焊缝各部位名称

a) 凸形角焊缝 b) 凹形角焊缝

表 1—5

焊脚尺寸与钢板厚度的关系

钢板厚度/mm	2~3	3~6	6~9	9~12	12~16	16~23
最小焊脚尺寸/mm	2	3	4	5	6	8