



国家职业资格培训教程 用于国家职业技能鉴定

焊工

(第2版)

中国就业培训技术指导中心组织编写

(高级)

 中国劳动社会保障出版社



用于国家职业技能鉴定

国家职业资格培训教程

YONGYU GUOJIA ZHIYE JINENG JIANDING

GUOJIA ZHIYE ZIGE PEIXUN JIAOCHENG

焊工

(高级)

第2版

编审委员会

主任 刘康

副主任 张亚男

委员 孙戈力 高鲁民 史文山 陈蕾 张伟

编审人员

主编 王希杰 丁文花

副主编 汤日明 乔虎

编者 李世效 周一杰 陈祥 丛艳敏 陈兆坤

万晓东 宋世强 柳长柏 姜奎书 姜雪峰

李国珍 李志信 穆琳 连传柱

主审 汤日光



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

焊工：高级/中国就业培训技术指导中心组织编写. —2版. —北京：中国劳动社会保障出版社，2013

国家职业资格培训教程

ISBN 978-7-5167-0443-1

I. ①焊… II. ①中… III. ①焊接-技术培训-教材 IV. ①TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 227512 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)

*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.75 印张 222 千字

2013 年 12 月第 2 版 2013 年 12 月第 1 次印刷

定价：29.00 元

读者服务部电话：(010) 64929211/64921644/84643933

发行部电话：(010) 64961894

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有

侵权必究

如有印装差错，请与本社联系调换：(010) 80497374

我社将与版权执法机关配合，大力打击盗印、销售和使用盗版图书活动，敬请广大读者协助举报，经查实将给予举报者奖励。

举报电话：(010) 64954652

前 言

为推动焊工职业培训和职业技能鉴定工作的开展，在焊工从业人员中推行国家职业资格证书制度，中国就业培训技术指导中心在完成《国家职业技能标准·焊工》（2009年修订）（以下简称《标准》）制定工作的基础上，组织参加《标准》编写和审定的专家及其他有关专家，编写了焊工国家职业资格培训系列教程（第2版）。

焊工国家职业资格培训系列教程（第2版）紧贴《标准》要求，内容上体现“以职业活动为导向、以职业能力为核心”的指导思想，突出职业资格培训特色；结构上针对焊工职业活动领域，按照职业功能模块分级别编写。

焊工国家职业资格培训系列教程（第2版）共包括《焊工（基础知识）》《焊工（初级）》《焊工（中级）》《焊工（高级）》《焊工（技师 高级技师）》5本。《焊工（基础知识）》内容涵盖《标准》的“基本要求”，是各级别焊工均需掌握的基础知识；其他各级别教程的章对应于《标准》的“职业功能”，节对应于《标准》的“工作内容”，节中阐述的内容对应于《标准》的“技能要求”和“相关知识”。

本书是焊工国家职业资格培训系列教程中的一本，适用于对高级焊工的职业资格培训，是国家职业技能鉴定推荐辅导用书，也是高级焊工职业技能鉴定国家题库命题的直接依据。

本书在编写过程中得到中国石油天然气第七建设公司青岛培训中心、山东省安装工程技校、胜利油田胜利石油化工建设有限责任公司、济南锅炉集团有限公司、山东威德焊接技术培训学校等单位的大力支持与协助，在此一并表示衷心的感谢。

中国就业培训技术指导中心

目 录

CONTENTS

国家职业资格培训教程

第1章 焊条电弧焊	(1)
第1节 焊条电弧焊知识	(1)
第2节 低碳钢或低合金钢板对接仰焊	(11)
第3节 低碳钢或低合金钢管单面焊双面成形	(24)
第4节 不锈钢管对接水平固定、垂直固定及45°倾斜 固定的焊接	(47)
第5节 异种钢管对接焊接	(67)
第2章 熔化极气体保护焊	(85)
第1节 熔化极气体保护焊的相关知识	(85)
第2节 厚度 $\delta=8\sim12\text{ mm}$ 低碳钢或低合金钢板的仰焊 位置对接熔化极活性气体保护焊单面焊双面成形 ...	(101)
第3节 不锈钢板对接平焊的富氩混合气体熔化极脉 冲气体保护焊	(117)
第3章 非熔化极气体保护焊	(131)
第1节 管径 $\leq 76\text{ mm}$ 低合金钢管对接水平和垂直固定、 45°固定加排管障碍的手工钨极氩弧焊	(131)
第2节 管径 $\leq 76\text{ mm}$ 不锈钢管或异种钢管对接的水平 固定、垂直固定和45°固定手工钨极氩弧焊	(150)
第3节 不锈钢薄板的等离子弧焊接	(162)

第4章 气焊	(178)
第1节 铸铁的气焊	(178)
第2节 管径 ≤ 60 mm 低合金钢管对接45°固定气焊	(190)

第1章

焊条电弧焊

第1节 焊条电弧焊知识



学习单元1 焊条电弧焊熔滴过渡的类型及影响因素



学习目标

- 熟悉焊条电弧焊熔滴过渡的类型及影响因素。



知识要求

焊条电弧焊时，焊条端部在电弧作用下被强烈加热而熔化，熔化后的金属呈液态熔滴形式过渡到熔池中，所谓熔滴过渡是指熔滴通过电弧空间向熔池转移的过程。

熔滴过渡对于焊接过程的稳定性、焊缝成形、飞溅及焊接接头的质量有很大的影响。焊条电弧焊熔滴过渡的形式有滴状过渡、短路过渡和渣壁过渡三种。这是由于作用于液态金属熔滴上的外力不同的缘故。因此，了解焊条电弧焊熔滴过渡时所受的力及其影响因素，对于掌握焊条电弧焊焊接工艺是很重要的。

一、熔滴过渡的作用力及影响因素

焊条电弧焊时,影响熔滴过渡的作用力大致可以分为三类。

第一类属促进熔滴过渡的作用力,如电弧吹力、电磁收缩力。

第二类属阻碍熔滴过渡的作用力,如斑点压力。

第三类是按焊接条件而变化的作用力,即有时促进熔滴过渡,有时则阻碍熔滴过渡,如重力、表面张力。

1. 熔滴重力

熔滴本身的重力促使熔滴垂直下落脱离焊条端部。平焊时,金属熔滴重力有利于熔滴过渡到熔池中。但在立焊、仰焊和横焊时,熔滴重力阻碍熔滴顺利向熔池过渡,成为阻碍力。

2. 表面张力

液态金属像其他液体一样,在没有外力作用时,其表面积会尽量缩小而呈现出现象叫表面张力。焊接时液态金属在表面张力作用下会成为球滴状,悬挂在焊条末端,当弧长较短时,一直维持到与熔池表面接触,当熔滴落入熔池后,表面张力促使液态金属熔滴连成一体。平焊时表面张力对熔滴过渡不利。而在仰焊等其他位置焊接时,表面张力可以克服重力影响而使熔滴和熔池中的液态金属不易滴落,同时当熔滴与熔池接触时将熔滴拉入熔池,这都有利于熔滴过渡。

3. 电磁收缩力

焊接时,焊条端部的液体熔滴被看作是由许多载流导体组成的,按电磁效应原理,熔滴上受到由四周向中心的径向电磁力,称为电磁收缩力。电磁收缩力使焊条端部液态金属横截面具有缩小倾向,熔滴很快形成。在熔滴细颈部分,电流密度很大,电磁收缩力随之增强,促使熔滴很快地脱离焊条端部向熔池过渡。显然,电磁收缩力对于任何空间位置的焊缝都有助于熔滴顺利过渡到熔池。

4. 斑点压力

由于电弧中电场作用,电弧中带电粒子撞击在两极的斑点,便产生机械压力,这个力称为斑点压力。直流正接时,电场正离子撞击在焊条端部阻碍熔滴过渡。而反接时,阻碍熔滴过渡的是电子的压力。由于正离子比电子质量大,正离子产生的压力要比电子的压力大。反接时容易产生细颗粒过渡,而正接时则不容易。

5. 等离子流力

焊接电弧呈锥形,使电磁收缩力在电弧各处的分布是不均匀的,具有一定的压力梯度,靠近焊条处的压力大,靠近工件处的压力小,形成压力差,使电弧产生指

向工件的轴向推力。由于该力的作用,造成从焊条端部向工件的气体流动,形成等离子流,促使熔滴过渡。

6. 电弧吹力

焊条末端在电弧作用下,焊条药皮熔化稍微落后于焊芯的熔化,致使焊条末端形成一个“喇叭”形套筒,如图1—1所示。药皮熔化时造气剂分解出的气体及焊芯碳元素氧化产生的CO气体,因高温加热而急剧膨胀,在套筒内形成一股气流冲出,不论何种焊缝位置,这种气流都有利于熔滴金属的过渡。

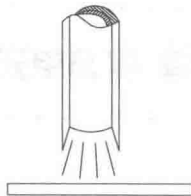


图1—1 焊条末端套筒

二、焊条电弧焊熔滴过渡形式

焊接过程中,焊条端部因受电弧加热,熔化成熔滴过渡到焊件上。按熔滴的过渡形式不同可分为短路过渡、滴状过渡和渣壁过渡三种。熔滴过渡形式影响电弧的稳定,而且对焊缝成形和冶金过程也有很大影响。

1. 短路过渡

当用较小的焊接电流、较低的电弧电压焊接时,由于电弧很短,焊条连续向熔池送进,所以熔滴长大到一定程度时,就与熔池接触,形成短路,这时短路电流产生较大的电磁收缩力及熔池表面张力,使熔滴迅速过渡到熔池,电弧重新引燃。如此不断重复这一过程,就形成稳定的短路过渡过程。短路过渡的特点是电弧稳定,飞溅较小。

在短路过渡焊接过程中,短路电流上升速度及短路电流峰值的大小,对焊接过程稳定性有很大影响,因而对焊接电源不仅要求有合适的静特性,而且要求有合适的动特性。

2. 滴状过渡

当采用较大的焊接电流和较高的电弧电压焊接时,熔滴以颗粒状过渡,这时熔滴的尺寸取决于表面张力和熔滴重力的大小。这种过渡形式主要借助于熔滴自身重力落入熔池,不发生短路。

滴状过渡可分为粗滴过渡和细滴过渡两种。粗滴过渡一般呈大颗粒状过渡,飞溅大,电弧不稳定,焊缝表面粗糙,生产中不宜采用。细滴过渡一般采用较大的焊接电流,作用在熔滴上的电磁收缩力增加,这时重力不再起决定作用,熔滴尺寸逐渐变小,过渡频率增高,飞溅减小,电弧稳定,焊缝成形好。

3. 渣壁过渡(或称附壁过渡)

渣壁过渡是指熔滴沿着焊条套筒壁向熔池过渡的一种过渡形式。其特点是熔滴

颗粒细小，焊芯端部可以同时存在两个甚至三个熔滴。具有这种过渡形式的焊条，焊接工艺性能良好，电弧稳定、飞溅小、焊缝表面成形美观。



学习单元2 焊条电弧焊常用的操作工艺



学习目标

- 掌握焊条电弧焊常用的操作方法。



知识要求

一、焊条电弧焊的打底焊常用操作工艺

1. 灭弧法

灭弧法是利用电弧周期性的燃弧—灭弧过程，使母材坡口的钝边金属有规律地熔化成一定尺寸的熔孔，在电弧作用于正面熔池的同时，使 $1/3 \sim 2/3$ 的电弧穿过熔孔而形成背面焊缝，灭弧焊有三种操作方法。

(1) 一点点击穿法

电弧同时在坡口两侧燃烧，两侧钝边金属同时熔化形成熔孔，然后迅速灭弧，在熔池将要凝固时，又在灭弧处引燃电弧，周而复始重复进行，如图 1—2a 所示。

(2) 两点击穿法

电弧分别在坡口两侧交替引燃，即左（右）侧钝边处给一滴熔化金属，右（左）侧钝边处给一滴熔化金属，如此依次进行，如图 1—2b 所示。

(3) 三点击穿法

电弧引燃后，左（右）侧钝边处给一滴熔化金属，右（左）侧钝边处给一滴熔化金属，然后再在中间间隙处给一滴熔化金属，依次循环进行，如图 1—2c 所示。

灭弧操作要领：打底层灭弧焊接操作时，要做到“一看、二听、三准、四短”。

一看：要认真观察熔池的形状和熔孔的大小，在焊接过程中注意分清熔渣和液态金属。熔池中的液态金属在保护镜下明亮、清晰，而熔渣是黑色的。

二听：焊接过程中，电弧击穿焊件坡口根部时，会发出“噗噗”的声音，

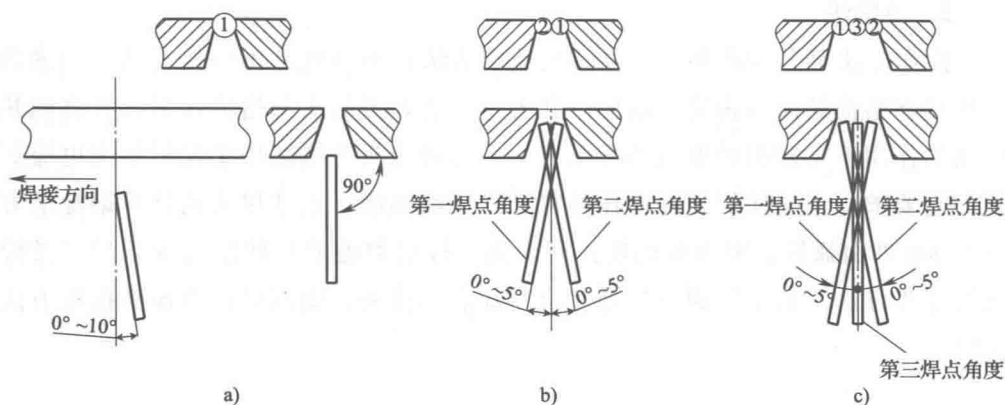


图 1—2 灭弧法打底焊接的操作方法

a) 一点击穿法 b) 二点击穿法 c) 三点击穿法

这表明焊缝熔透良好, 没有这种声音时, 表明坡口根部没有被电弧击穿, 如果继续向前进行焊接时, 则会造成未焊透缺陷。

三准: 焊接过程中, 要准确掌握好熔孔形成的尺寸。

四短: 灭弧与重新引燃电弧的时间要短。

灭弧焊的收弧: 在更换焊条收弧时, 应将焊条向上顶压, 使熔池前方的熔孔稍微扩大些, 同时要提高燃弧、灭弧的频率以填满弧坑, 使熔池缓冷而饱满, 防止产生缩孔和火口裂纹, 为下根焊条的引弧打下良好的接头基础。

2. 连弧法

连弧法在电弧引燃后, 焊接过程中电弧连续燃烧, 始终保持短弧连续施焊, 直至更换焊条时才熄灭电弧。由于连弧焊时, 熔池始终处在电弧连续燃烧的保护下, 所以焊缝不易产生缺陷, 焊缝的力学性能也较好。碱性焊条多采用连弧焊操作方法焊接。

二、焊条电弧焊焊缝接头方法

焊缝接头方法有冷接和热接两种。

1. 冷接法

在施焊前, 应使用砂轮机或机械方法将焊缝被连接处打磨出斜坡形过渡带, 在接头前方约 10 mm 处引弧, 电弧引燃后稍微拉长一些, 然后移到接头处稍作停留, 待形成熔池后再继续向前焊接。用这种方法可以使接头得到必要的预热, 保证熔池中的气体逸出, 防止在接头处产生气孔。收弧时要在弧坑填满后, 慢慢地将焊条拉向弧坑一侧熄弧。

2. 热接法

操作方法可分为两种：一种是快速接头法；另一种是正常接头法。快速接头法是在熔池熔渣尚未完全凝固的状态下，将焊条端头与熔渣接触，在高温热电离的作用下重新引燃电弧的接头方法。这种接头方法适用于厚板的大电流焊接，它要求焊工更换焊条的动作要特别迅速而准确。正常接头法是在熔池前方约 5 mm 处引弧后，将电弧迅速拉回熔池，按照熔池的形状摆动焊条后正常焊接的接头方法。如果等到收弧处完全冷却后再接头，则以采用冷接头操作方法为宜。



学习单元 3 焊接质量检验



学习目标

- 了解焊条电弧焊焊接接头外观检验的项目。



知识要求

一、焊接质量检验的目的

焊接质量检验是对焊接过程及其产品的一种或多种特性进行测量、检查、试验，并将这些特性与标准或设计的要求进行比较以确定其符合性的活动。它主要通过对接头或整体结构的检验，发现焊缝和热影响区的各种缺陷，以便做出相应处理，评价产品质量、性能是否达到设计标准及有关规程的要求，以确保产品能安全运行。

焊接检验一般包括焊前检验、焊接过程中检验和成品检验。

1. 焊前检验

焊前检验是焊接检验的第一阶段，包括检验焊接产品图样和焊接工艺规程等技术文件是否齐全，焊接构件金属和焊接材料的型号及材质是否符合设计或规定的要求，构件装配和坡口加工的质量是否符合图样要求，焊接设备及辅助工具是否完善，焊接材料是否按照工艺要求进行去锈、烘干等准备，以及焊工操作水平的鉴定等。

2. 焊接过程中检验

焊接过程中的检验是检验的第二阶段,包括检验在焊接过程中焊接参数是否正确,焊接设备运行是否正常,焊接夹具夹紧是否牢固,在操作过程中可能出现的焊接缺陷等。焊接过程中检验主要在整个操作过程中完成。

3. 成品检验

成品检验是焊接检验的最后阶段,当全部焊接工作完毕后,将焊缝清理干净,即着手进行成品检验。成品检验主要是对焊缝缺陷的检验。通常所指的焊接检验主要是针对成品检验来说的。

二、外观检验的项目

外观检查是一种常用的、简单的检验方法,以肉眼观察为主,必要时借助样板、焊接检验尺或低倍放大镜等对焊缝外观尺寸、表面缺陷和焊缝成形进行检查。

通过焊缝外观检查可以发现焊缝尺寸不符合要求、咬边、错边、焊瘤、弧坑、烧穿、裂纹、表面气孔等焊接缺陷。在多层焊时,应重视根部焊道的外观质量。因为根部焊道最先施焊,散热快,而且还承受着随后各层焊接时所引起的横向拉应力,最易产生根部裂纹、未焊透、气孔、夹渣等缺陷;对低合金高强度钢焊接接头宜进行两次检查,一次在焊后即检查,另一次隔15~30天后再检查,看是否产生延迟裂纹;对含Cr、Ni和V元素的高强度钢或耐热钢若需作消除应力热处理,处理后也要观察是否产生再热裂纹。

焊接接头外部出现缺陷,通常是产生内部缺陷的标志,需待内部检测后再最后评定。

三、焊缝缺陷及防止措施

焊缝外观缺陷有焊缝外形尺寸不符合要求、焊接裂纹、气孔、夹渣、咬边、焊瘤、烧穿、凹坑、未焊透、未熔合等。

1. 焊缝外形尺寸不符合要求

焊缝外形尺寸包括焊缝余高、焊缝宽度、焊缝边缘直线度、角变形及错边量等。

(1) 产生原因

- 1) 焊件坡口角度不对,装配质量不好。
- 2) 焊接速度不当或运条手法不正确。

3) 焊条角度选择不当或改变。

4) 焊工操作技术不熟练。

(2) 防止措施

1) 组对时要检查坡口角度是否符合要求,组对间隙要均匀,试件的错边量不得大于 $10\%T$ (T 为板厚),且不大于 2 mm 。

2) 选择合适的焊接速度和正确的运条手法。

3) 正确选择焊条角度并在仰焊过程中始终保持不变。

2. 焊接裂纹

在焊接应力及其他致脆因素共同作用下,焊接接头中局部区域的金属原子结合力遭到破坏而形成新界面所产生的缝隙,称为焊接裂纹。

如果在收弧时未填满弧坑,则在弧坑处就容易产生裂纹。焊缝冷却速度过快,也会出现裂纹,特别是厚度大、刚性大、高强度的低碳钢和低合金钢容易出现。因此,仰焊过程中收弧要填满弧坑,以避免弧坑裂纹。焊后要注意控制焊缝的冷却速度,避免由于焊缝冷却过快而产生裂纹。

3. 气孔

焊接时熔池中的气泡在凝固时未能逸出而残存下来所形成的空穴称为气孔。气孔可分为密集气孔、条虫状气孔和针状气孔等。

(1) 产生原因

1) 焊条受潮或未按要求进行烘干,如焊条药皮开裂、脱落、变质等。

2) 焊件坡口的油、锈、水分未清理干净。

3) 焊接参数选择不当,如焊接电流偏小、焊接速度过快、电弧电压过高以及电弧偏吹、碱性焊条引弧和熄弧方法不当等都容易产生气孔。

4) 单面焊双面成形打底焊操作不熟练,焊条角度不当,使熔池保护不好。填充金属给送过多,导致熔池增大,灭弧间歇时间长,影响气体在有效时间内逸出。

(2) 防止措施

1) 选用优质焊条,焊条使用前要按规定进行烘干,烘干后的焊条要放入保温筒内随用随取。

2) 用角向磨光机将试件两侧坡口面及坡口边缘各 $20\sim 30\text{ mm}$ 范围以内的油、锈、污垢清除干净,使之呈现金属光泽。

3) 选择合适的焊接参数,并短弧操作。在风速和湿度较大、潮湿和闷热气候、雨雪环境下,应采取有效防护措施。碱性焊条引弧部位易产生蜂窝状气孔,应

采用划擦法引弧。

4. 夹渣

焊后残留在焊缝的焊渣，称为夹渣。仰焊比平焊容易产生夹渣，夹渣会影响接头的力学性能，降低耐蚀性。

(1) 产生原因

- 1) 坡口角度或焊接电流过小。
- 2) 操作不当，如仰焊时，引弧、接头方法和运条手法不当。
- 3) 单面焊双面成形的每一层焊缝清渣不彻底，特别是焊缝与坡口两侧之间夹角处的焊渣。

(2) 防止措施

- 1) 焊前检查焊件坡口角度是否符合要求。
- 2) 选择合适的焊接电流，按操作要领进行操作。
- 3) 仔细清理焊层之间、焊缝与坡口两侧之间的焊渣。

5. 咬边

由于焊接参数选择不当，或操作方法不正确，沿焊趾的母材部位产生的沟槽或凹陷称为咬边。咬边也是仰焊常见缺陷。

产生的原因主要有焊接电流太大、电弧太长、运条速度和运条角度不当、坡口两侧停留时间过短等。

防止措施：选择合适的焊接电流，短弧操作，控制好运条速度和运条角度，焊接时注意坡口两侧要稍作停顿。

6. 焊瘤

焊接过程中，熔化金属流淌到焊缝之外未熔化的母材上所形成的金属瘤称为焊瘤。焊瘤不仅影响焊缝外表美观，而且焊瘤下面常有未焊透缺陷，易造成应力集中。

产生的原因主要有焊缝间隙过大、焊条角度和运条方法不正确、焊接电流过大或焊接速度太慢等。焊瘤是仰焊的常见缺陷。

防止措施：焊接时要控制焊缝间隙，选择正确的焊条角度和运条方法，选择合适的焊接参数等。

7. 烧穿

焊接过程中，熔化金属自坡口背面流出形成穿孔的缺陷，称为烧穿。

烧穿是一种不允许存在的焊接缺陷。产生烧穿的主要原因是焊接电流过大、焊接速度太慢、装配间隙太大或钝边太薄等。为防止烧穿，要选择适当的

焊接参数，要确保装配质量。特别在 V 形坡口对接仰焊打底层焊接时，要注意控制熔池温度，避免由于熔池温度过高，其表面张力减小而坠落形成烧穿缺陷。

8. 凹坑

焊后在焊缝表面或焊缝背面形成的低于母材表面的局部低洼部分，称为凹坑。凹坑会减少焊缝有效工作截面，降低焊缝的承载能力。

产生凹坑的主要原因是电弧太长、焊条角度不当和装配间隙太大等。V 形坡口仰焊打底层焊接时，在坡口背面就容易产生凹坑缺陷。为此，焊接时要采用短弧操作，焊条角度和装配间隙要符合要求。

9. 未焊透

焊接时接头根部未完全熔透的现象，称为未焊透。对对接焊缝也指焊缝深度未达到设计要求的现象。

未焊透不仅使焊接接头的力学性能降低，而且在未焊透处的缺口和端部形成应力集中点，承载后会引起裂纹。在 V 形坡口仰焊打底层焊接时，未焊透也是常出现的一种缺陷。

（1）产生原因

- 1) 焊件坡口钝边过厚，坡口角度太小，焊根未清理干净，间隙太小。
- 2) 焊条角度不正确，焊接电流过小，焊接速度过快，电弧太长。
- 3) 焊接时电弧偏吹。
- 4) 坡口未清理干净，焊接位置不佳，焊接可达性不好等。

（2）防止的措施

正确选择和加工坡口尺寸，保证必需的装配间隙；选用适当的焊接电流和焊接速度；运条中当遇到电弧偏吹时，应迅速调整焊条角度，以防焊偏等。

10. 未熔合

熔焊时，焊道与母材之间或焊道与焊道之间，未完全熔化结合的部分称为未熔合。

未熔合产生的危害大致与未焊透相同。产生未熔合的原因主要有：坡口面有锈垢和污物；焊接电流太小；电弧产生偏吹；焊条摆动幅度太小等。防止未熔合的方法主要是熟练掌握操作手法，焊接时注意运条角度和边缘停留时间，使坡口边缘充分熔化以保证熔合，正确选择焊接电流等。

第2节 低碳钢或低合金钢板对接仰焊



学习单元1 低碳钢或低合金钢板对接仰焊工艺



学习目标

- 掌握熔滴过渡在对接仰焊中的应用。



知识要求

一、仰焊特点

仰焊是焊条位于焊件下方，焊工仰视焊件所进行的一种焊接。仰焊是各种焊接位置中难度最大的一种施焊位置，因为在焊接过程中，熔滴金属的重力将阻碍熔滴向熔池中过渡，已熔化的熔池金属受自身的重力作用，也将产生下塌，使焊缝成形困难。焊缝正面容易形成焊瘤，背面则会出现内凹缺陷，同时在施焊中还常发生熔渣超前现象，流淌的熔化金属飞溅扩散，如果防护不当，容易造成烫伤事故。因此，在运条方面仰焊要比平焊、立焊和横焊的难度大且焊接效率低。

二、仰焊熔滴过渡形式及影响因素

仰焊时由于熔池倒悬在焊件下面，没有固体金属的承托，使焊缝难以成形。操作时，靠充分利用电弧吹力和等离子流力的同时，保持最短的电弧长度，使熔滴在很短的时间内过渡到熔池中，又在表面张力的作用下与熔池的液态金属汇合，以保证焊缝成形。因此，仰焊熔滴过渡是以短路过渡形式过渡。在仰焊过程中，熔滴金属的重力将阻碍熔滴向熔池中过渡，所以，只有克服熔滴金属重力的不利影响，才能使熔滴顺利过渡到熔池中去。通过选用小直径焊条、采用小电流、短弧操作等措施来减小熔滴尺寸，以克服熔滴重力的影响，同时在表面张力和电磁收缩力的