



焊接专项技能培训教程

单面焊双面成形 焊接技术

第2版

邹尚利 杜冬梅 主编



按岗专项训练
一步步教操作
一项项练技能
领您快速上岗

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



焊接专项技能培训教程

单面焊双面成形 焊接技术

第 2 版

主 编 邹尚利 杜冬梅

参 编 史铁峰 王 鹏 武天弓



机械工业出版社

本书依据最新《国家职业标准 焊工》的技能要求,采用最新的焊工考核标准和焊接行业标准编写,分别介绍了不同焊接方法(焊条电弧焊、二氧化碳气体保护焊、手工钨极氩弧焊、气焊、埋弧焊)和不同材料(低碳钢、低合金钢、低合金耐热钢、不锈钢、铝镁合金)焊接的单面焊双面成形操作技术,论述了单面焊双面成形操作中常见的缺陷及其产生原因和防止措施。本书还介绍了一般焊工职业技能考核、特种设备焊接操作人员考核、电力行业焊工考核、核承压行业焊工考核等的基本知识,为焊工考取各种证书提供了学习途径。

本书通俗易懂,实用性强,可作为各行业焊工培训和考证的培训教材,还可供焊工上岗自学使用,同时还是焊接工艺技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

单面焊双面成形焊接技术/邹尚利,杜冬梅主编. —2版.
—北京:机械工业出版社,2012.3(2013.11重印)
焊接专项技能培训教程
ISBN 978-7-111-37372-8

I.①单… II.①邹… ②杜… III.①单面焊-技术
培训-教材 IV.①TG441.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第021580号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:何月秋 责任编辑:何月秋

版式设计:刘 岚 责任校对:张莉娟

封面设计:姚 毅 责任印制:杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2013年11月第2版·第2次印刷

148mm×210mm·11.375印张·241千字

3 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-37372-8

定价:29.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

策划编辑(010)88379732

社服务中心:(010)88361066

网络服务

销售一部:(010)68326294

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线:(010)88379203

封面防伪标均为盗版

第2版前言

《单面焊双面成形焊接技术》一书自2003年1月出版发行以来，历经7年，深受读者的厚爱，先后多次印刷发行。但由于焊接技术的不断发展，原有内容已不能满足广大焊接工作者的需求，为适应焊接技术发展的需要，我们对《单面焊双面成形焊接技术》一书进行了全面修改，增加了《国家职业标准》新标准要求的部分内容，使本书更加适合焊接技术培训工作及焊工阅读学习。

新改版的《单面焊双面成形焊接技术》一书共12章，分别对《国家职业标准 焊工》、《国家职业技能考核大纲 焊工》、《特种设备焊接操作人员考核细则》、《电力行业焊工考试标准》等提出的技能课题及焊接生产中常遇到的某些特殊钢种的单面焊双面成形焊接技术进行了详细论述。

本书通俗易懂、实用性强，可作为不同行业焊工的培训教材。

本书再版编写由河北宣化工程机械集团焊接技术培训中心提供素材，邹尚利、杜冬梅任主编，史铁峰、王鹏、武天弓参与了编写工作，其中第一章、第二章由史铁峰编写，第九章、第十一章由武天弓编写，第十章由王鹏编写，其余由邹尚利、杜冬梅编写。刘振江、刘和军进行了操作技能部分的实践操作，并提供了第一手的素材；张家口市劳动局刘春艳、商晓夏参加了全书的审订工作，并提出了宝贵意见，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中如有不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第 2 版前言

第一章 概述	1
第一节 焊条电弧焊单面焊双面成形	1
第二节 二氧化碳气体保护焊单面焊双面成形	8
第三节 手工钨极氩弧焊单面焊双面成形	16
第四节 氧乙炔气焊单面焊双面成形	23
第五节 埋弧焊单面焊双面成形	31
第二章 低碳钢焊条电弧焊单面焊双面成形	38
第一节 单面焊双面成形机理和应用	38
第二节 低碳钢的焊接基本知识	39
第三节 板对接平焊单面焊双面成形	46
第四节 板对接立焊单面焊双面成形	53
第五节 板对接横焊单面焊双面成形	59
第六节 板对接仰焊单面焊双面成形	65
第七节 小管对接垂直固定焊单面焊双面成形	69
第八节 小管对接水平固定焊单面焊双面成形	76
第九节 大管对接垂直固定焊单面焊双面成形	80
第十节 大管对接水平固定焊单面焊双面成形	86
第十一节 骑座式管板垂直俯位固定焊单面焊双面成形	91
第十二节 骑座式管板水平固定焊单面焊双面成形	96
第十三节 骑座式管板仰位固定焊单面焊双面成形	101
第十四节 插入式管板垂直固定焊单面焊双面成形	105
第十五节 插入式管板水平固定焊单面焊双面成形	109
第十六节 插入式管板 45°仰位固定焊单面焊双面成形	112
第三章 低合金高强度结构钢焊条电弧焊单面焊双面成形	117
第一节 低合金高强度结构钢焊接基本知识	117
第二节 板对接平焊单面焊双面成形	125
第三节 板对接立焊单面焊双面成形	131

第四节	板对接横焊单面焊双面成形	136
第五节	板对接仰焊单面焊双面成形	141
第六节	板对接向下立焊单面焊双面成形	145
第七节	大管对接垂直固定焊单面焊双面成形	148
第八节	大管对接水平固定焊单面焊双面成形	153
第九节	骑座式管板垂直固定俯位焊单面焊双面成形	157
第十节	骑座式管板水平固定焊单面焊双面成形	161
第十一节	插入式管板垂直俯位固定焊单面焊双面成形	166
第十二节	插入式管板水平固定焊单面焊双面成形	170
第四章	低合金耐热钢焊条电弧焊单面焊双面成形	174
第一节	低合金耐热钢焊接的基本知识	174
第二节	板对接平焊单面焊双面成形	178
第三节	板对接立焊单面焊双面成形	182
第四节	管对接垂直固定焊单面焊双面成形	186
第五节	管对接水平固定焊单面焊双面成形	190
第五章	奥氏体不锈钢焊条电弧焊单面焊双面成形	195
第一节	奥氏体不锈钢焊接的基本知识	195
第二节	板对接平焊单面焊双面成形	199
第三节	板对接立焊单面焊双面成形	203
第四节	管对接垂直固定焊单面焊双面成形	207
第五节	管对接水平固定焊单面焊双面成形	211
第六节	骑座式管板水平固定焊单面焊双面成形	215
第七节	插入式管板垂直固定焊单面焊双面成形	219
第八节	插入式管板水平固定焊单面焊双面成形	223
第六章	手工钨极氩弧焊单面焊双面成形	227
第一节	低碳钢板对接平焊单面焊双面成形	227
第二节	低碳钢板对接立焊单面焊双面成形	231
第三节	奥氏体不锈钢板对接平焊单面焊双面成形	234
第四节	奥氏体不锈钢管对接垂直固定焊单面焊双面成形	238
第五节	奥氏体不锈钢管对接水平固定焊单面焊双面成形	242
第六节	铝镁合金板对接平焊单面焊双面成形	246
第七节	铝镁合金管对接垂直固定焊单面焊双面成形	254
第八节	铝镁合金管对接水平固定焊单面焊双面成形	258
第九节	钛合金管对接水平固定焊单面焊双面成形	262

第七章 低合金钢半自动 CO₂ 气体保护焊单面焊双面成形	267
第一节 板对接平焊单面焊双面成形	267
第二节 板对接立焊单面焊双面成形	271
第三节 板对接横焊单面焊双面成形	274
第四节 板对接仰焊单面焊双面成形	278
第五节 管对接垂直固定焊单面焊双面成形	282
第六节 管对接水平固定焊单面焊双面成形	286
第七节 插入式管板垂直俯位固定焊单面焊双面成形	290
第八节 插入式管板水平固定焊单面焊双面成形	293
第八章 埋弧焊单面焊双面成形	296
第一节 焊剂—铜垫法埋弧焊	296
第二节 热固化焊剂垫法埋弧焊	299
第九章 气焊单面焊双面成形	302
第一节 小管对接垂直固定焊单面焊双面成形	302
第二节 小管对接水平固定焊单面焊双面成形	305
第十章 焊接缺欠	309
第一节 焊缝尺寸和形状缺欠	309
第二节 气孔和缩孔	313
第三节 固体夹杂	315
第四节 裂纹	317
第十一章 焊接检验	319
第一节 外观检验	319
第二节 射线探伤	324
第三节 破坏性检验	327
第十二章 焊工培训考核基本知识	330
第一节 焊工职业技能鉴定	330
第二节 特种设备焊接操作人员考核	337
第三节 电力行业焊工考核	343
第四节 船舶焊工考核	350
第五节 民用核承压焊工考核	352
参考文献	355

第一章 概 述

单面焊双面成形技术，顾名思义，即是从焊件坡口的正面进行焊接，实现正面和背面焊道同时形成致密均匀焊缝的操作工艺方法。单面焊双面成形操作过程中，不需要采取任何辅助措施，只是在坡口根部进行组装定位时，应按焊接时的不同操作手法留出不同的间隙，当在坡口的正面进行焊接时，就能在坡口的正、背两面都得到均匀整齐、成形良好、符合质量要求的焊缝。该技术不受构件形状、尺寸和空间位置的限制，操作方便，且焊接接头强度高，质量好，安全可靠。单面焊双面成形技术以其独到的优点，广泛应用于锅炉、压力容器和压力管道的焊接中，它也是某些钢结构产品在既要求焊透而又无法在背面进行清根和重新焊接时所必须采用的焊接技术。单面焊双面成形技术是国内外焊工技能培训和考核的重要内容之一。

为了方便广大焊工在学习当中对单面焊双面成形焊接技术有一个全面的了解，本章就单面焊双面成形技术有关的基础知识和操作技能，按焊接方法分别作简单介绍。

第一节 焊条电弧焊单面焊双面成形

焊条电弧焊单面焊双面成形所使用的设备简单，操作方便，适应于各种条件下的焊接，在我国单面焊双面成形技术中占有主导地位。

一、对焊接电源的基本要求

按照所用焊接电源种类的不同，焊条电弧焊可分为直流焊条电弧焊和交流焊条电弧焊两种。选择合适的焊接电源是单面焊双面成形技术的关键，无论是直流电源，还是交流电源，都应满足下列要求。

1. 合适的空载电压

空载电压过低，不利于电弧的引燃，特别是在酸性焊条断弧焊当中，较高的空载电压能使电弧尽快复燃，保证整个焊接过程的稳定。所以在焊接过程中，为保证断弧焊接的频率，必须把容易引弧放在首

位。

2. 良好的焊机动特性

焊接过程相对稳定是保证焊缝背面成形的关键。电弧不稳定,焊接电流忽大忽小都会给坡口根部的均匀熔化及焊缝的接头带来困难。对于碱性焊条的焊接,则会出现焊接过程中飞溅增加和电弧爆炸等问题。这样不但不可能实现单面焊双面成形,还有可能在焊缝内部形成气孔、夹渣等缺陷。

所以,焊条电弧焊单面焊双面成形要求焊接电源具有良好的动特性,这样才能获得有规则的熔滴过渡、稳定的电弧、较小的飞溅和良好的焊缝成形。

3. 较大的焊接电流调节范围

单面焊双面成形在打底焊时,要求选择的焊接电流较小,而在填充和盖面焊时所使用的焊接电流应该远远大于打底焊时的焊接电流。故单面焊双面成形采用焊条电弧焊时,要求焊接电源应有较大的焊接电流调节范围。

二、对焊接参数的基本要求

正确地选择焊接参数是保证单面焊双面成形的基本条件。焊条电弧焊单面焊双面成形的主要焊接参数包括:焊条型(牌)号及直径、焊接电流、电弧电压、焊接速度及焊接电源的种类、极性等。

1. 焊条型(牌)号和直径

在焊条电弧焊中,焊条与母材间产生持续稳定的焊接电弧,以提供熔焊所必须的热量;同时,焊条又作为填充金属添加到焊缝中去。因此,焊条的型(牌)号选择对焊接过程的稳定和焊缝力学性能的好坏都有较大的影响。所以,要根据母材和焊接结构要求选择合适的焊条型(牌)号。

焊条直径的大小要根据母材厚度和焊接位置来选择。母材厚度较大时,选择的焊条直径应较大,反之,则较小。但是,作为单面焊双面成形打底焊时,因母材均留有一定的坡口钝边和装配间隙,若选择的焊条直径过大,易造成烧穿,形成焊瘤等焊接缺陷,所以无论母材厚度有多大,打底焊时选择的焊条直径均不应超过 3.2mm。对于不同的焊接位置,也要选用不同直径的焊条。如平焊、立焊和横焊时,

单面焊双面成形打底焊一般应选用直径为 3.2mm 的焊条，而仰焊位置采用连弧焊打底时，一般应选用直径为 2.5mm 的较小直径焊条。

2. 焊接电流

焊接电流的大小主要根据母材厚度、焊条直径和空间位置来选择。母材厚度较大时，焊接电流应适当加大。焊接电流与焊条直径的关系，可根据下面的经验公式进行选择，即

$$I = Kd$$

式中 I ——焊接电流 (A)；

d ——焊条直径 (mm)；

K ——经验系数。

其中经验系数 K 的选择见表 1-1。

表 1-1 焊接电流经验系数的选择

焊条直径 d/mm	1 ~ 2	2 ~ 4	4 ~ 6
经验系数 K	25 ~ 30	30 ~ 40	40 ~ 60

焊接位置与焊接电流之间的关系在单面焊双面成形打底焊中尤为重要。如果选择不当，则会在焊接过程中产生未焊透、夹渣、烧穿和焊瘤等焊接缺陷，致使背面焊缝成形失败。根据经验，焊接位置与焊接电流之间的关系可以参考下列比例来选取：平焊、横焊选择的焊接电流大致相同，立焊约为平焊焊接电流的 10% ~ 15%，仰焊焊接电流在同等直径焊条时可稍大于平焊焊接电流。

3. 电弧电压

焊条电弧焊的电弧电压主要由电弧长度来决定。电弧长，电弧电压高，电流密度减小；电弧短，电弧电压低，电流密度增大。焊接时，应力求使用短弧焊接。电弧长时，特别是在使用碱性焊条焊接时，电弧不稳定，飞溅增大，且磁偏吹现象较严重。单面焊双面成形打底焊时，采用短弧焊可以得到较小的熔池，防止背面烧穿现象的出现。

4. 焊接速度

焊接速度的快慢直接关系到焊缝背面成形的质量。焊接速度太慢，易造成烧穿，产生焊瘤；焊接速度太快，又易产生未焊透、坡口两侧未熔合等现象。保持均匀合适的焊接速度可以得到正反两面均匀

美观的焊缝成形。当然，在实际焊接过程中焊接速度的快慢也要靠合理的焊条运行摆动方式来控制。

5. 焊接电源的种类和极性

根据焊条类型、母材材质、焊接结构来选用电弧焊设备。如果用酸性焊条焊接，单面焊双面成形打底焊多采用断弧焊接，一般应选择交流弧焊机。如果选用碱性焊条焊接，单面焊双面成形打底焊多采用连弧焊接，一般应选择直流弧焊机。

在选用焊接电源的极性时，主要应根据焊条的性质和焊件所需的热量来决定。单面焊双面成形打底焊采用碱性焊条焊接时，一般应采用直流反极性。

三、操作技能

当焊接参数选择合理时，焊工操作技能就成为单面焊双面成形技术的关键。下面对单面焊双面成形技术中的引弧、运条等基本操作技能进行介绍。

1. 引弧方法

焊条电弧焊的引弧方法分为两种：一种为直击法引弧；另一种为划擦法引弧，如图 1-1a、b 所示。

引弧方法的选择主要由焊条种类、焊条直径和应用场合来决定。

(1) 直击法引弧

焊接时，将焊条末端与焊件表面轻轻一击，再迅速将焊条提起并保持一定距离，即可引燃

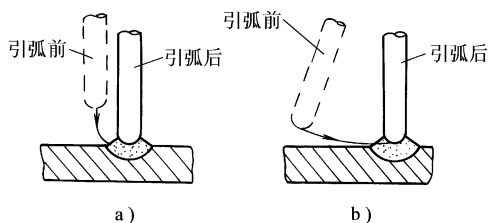


图 1-1 引弧方法

a) 直击法 b) 划擦法

电弧。直击法一般多用于直径较粗的酸性焊条的引弧。而碱性焊条和较小直径的酸性焊条由于药皮粘度相对较大，引燃时不易立即形成稳定的保护气氛，从而使焊条与焊件很容易发生粘连，造成短路，因此直击法引弧应用较少。

(2) 划擦法引弧 焊接时，将焊条末端在焊件表面轻轻划擦一下，在焊缝金属尚未大量熔化时，将焊条末端立即拉离至焊件表面

0.5~1 倍焊条直径的距离,即可引燃电弧。划擦法引弧由于焊条末端与焊件接触面积小,不易发生粘连现象,故适用于小直径的酸性焊条和碱性焊条的引弧。

2. 运条方法

为了维持电弧的稳定燃烧,在焊接过程中焊条要做三个基本方向的基本运动,即向熔池逐渐送进、沿焊接方向向前移动和垂直焊缝做横向摆动,如图 1-2 所示。

当焊条送进速度与熔化速度不一致时,就会发生电弧不稳定甚至电弧熄灭等现象。

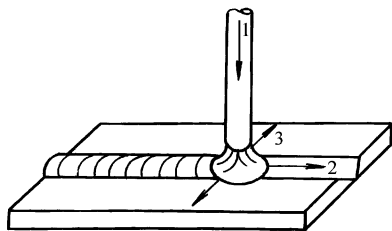


图 1-2 焊条的基本运动

1—向熔池送进 2—沿焊接方向向前移动 3—垂直焊缝做横向摆动

焊条沿焊接方向向前移动,使焊条熔化金属与母材熔化金属熔合形成焊缝。当焊条移动太快时,电弧不能均匀地熔化焊条与母材金属,从而导致焊缝产生未熔合、未焊透等缺陷;当焊条移动太慢时,会使熔池温度过高,从而产生烧穿、焊瘤、焊道太宽或金属堆积等现象。

焊条在运行当中做横向摆动,目的是为了获得均匀一致的焊缝成形,同时也是为了控制熔池温度,防止由于熔池温度过高而产生焊缝的烧穿现象。根据焊条横向摆动方法的不同,焊接过程中常用的运条方法有:直线往复运条法、月牙形运条法、斜圆圈形运条法、三角形运条法和锯齿形运条法,如图 1-3 所示。

(1) 直线往复运条法 焊条末端沿焊缝的纵向做直线形摆动,这种方法焊接速度快,焊缝成形窄,适用于间隙较窄的平焊位置的单面焊双面成形,特别适合于不锈钢的焊接,这样有利于在焊接过程中控制熔池温度,保证焊缝成形。

(2) 月牙形运条法 焊条末端沿焊接方向做月牙形左右摆动,中间动作要快,两侧稍做停留。该方法可有效地控制熔池温度,并且熔池较浅,防止正、反两面咬边。月牙形运条法是单面焊双面成形连弧焊的主要运条方法之一。

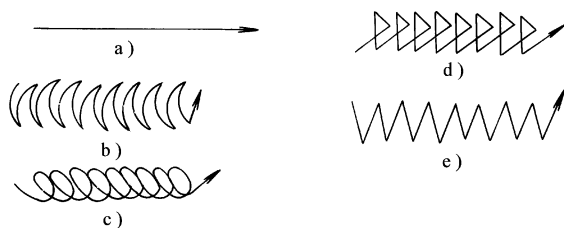


图 1-3 焊接过程中常用的运条方法

a) 直线往复运条法 b) 月牙形运条法 c) 斜圆圆形运条法
d) 三角形运条法 e) 锯齿形运条法

(3) 斜圆圆形运条法 焊条末端做斜圆圆形运动并不断向前移动。该方法适用于骑座式管板仰位、板状及管状 45° 斜位或厚板横位的单面焊双面成形打底焊。

(4) 三角形运条法 焊条末端向前做连续均匀的三角形运动。该方法适用于厚板的焊接。焊接根部时有利于熔渣的排除，防止夹渣等缺陷的产生。立焊单面焊双面成形有时应用此种运条方法。

(5) 锯齿形运条法 焊条末端做锯齿形向前摆动，并在两侧稍做停留，以防止产生咬边。此种方法操作容易，应用最广泛。适用于平、立、仰位对接焊缝各层焊道的焊接。

焊条在焊接过程中三个基本方向上的动作是否协调，是焊工掌握单面焊双面成形技术的基础，也可作为衡量焊工单面焊双面成形技术水平的基准。上述运条方法在不同焊接位置、材料性质及装配间隙中的应用见表 1-2。

表 1-2 运条方法在实际中的应用

运条方法	空间位置	装配间隙/mm	材料性质
直线往复	平位	≤ 2	低合金钢、不锈钢
月牙形	平、立、仰位	3.5 ~ 5	碳素钢、低合金钢
斜圆圆形	横位、 45° 横位	2 ~ 5	碳素钢、低合金钢
三角形	仰位、横位	2.5 ~ 3.2	碳素钢、低合金钢
锯齿形	平、立、仰位	2.5 ~ 4	碳素钢、低合金钢

3. 焊缝的起弧、接头及收弧方法

(1) 起弧 由于起弧端温度较低, 熔深较浅, 易产生未焊透。酸性焊条焊接起弧时可稍将电弧拉长, 对坡口根部进行预热, 然后压低电弧进行正常焊接。碱性焊条则由于药皮特性对根部熔透有利, 无需采用酸性焊条的起弧方式, 但不要直接起弧, 应在坡口前端一定距离引弧后, 迅速拉回起焊端, 并压低电弧进行焊接。

(2) 接头 先焊焊缝的收弧处与后焊焊缝的引弧处的连接部分称为焊缝的接头。焊缝的接头是单面焊双面成形打底焊较难掌握的环节。接头方法得当, 焊缝正反两面均匀平滑且内部无缺陷; 方法不当, 则易产生焊瘤、超高、凹陷、脱节等缺陷。接头质量的好坏和起弧、收弧的质量有关。一般来说, 起弧迅速得当, 预热或前道焊缝收弧处的温度还较高, 则接头容易、接头质量好。若更换焊条动作缓慢, 或起弧时电弧不稳定则不能获得良好的焊缝接头。

(3) 收弧 准备结束焊接时, 要做好电弧的收弧。收弧时要保证熔池内部的气体充分排出, 并防止因断弧太快, 熔池暴露造成空气侵入, 从而产生冷缩孔、内部气孔等缺陷。收弧时还要维持正常的熔池温度, 以利于焊缝接头。收弧方式有多种, 常用的有反复断弧法、划圈收弧法、回焊收弧法等。对于单面焊双面成形, 收弧则主要采用反复断弧法和回焊收弧法。其中反复断弧法一般用于酸性焊条的焊接收弧, 回焊收弧法则多用于碱性焊条的焊接收弧。

4. 连弧焊法与断弧焊法的应用

焊条电弧焊单面焊双面成形打底焊工艺按手法的不同可分为连弧焊法和断弧焊法。

(1) 连弧焊法 连弧焊即采用较小的焊接电流和较小直径的焊条, 在焊接过程中, 电弧保持持续稳定的燃烧, 在较小的坡口间隙内向前均匀摆动, 使焊件背面形成均匀焊缝的方法。该方法操作简单, 手法变动小, 容易掌握, 且背面成形致密、整齐, 内部质量好, 力学性能优良, 被广泛采用。其缺点是受坡口间隙的限制, 接头较为困难, 必须快速热接或用角向磨光机打磨辅助接头。酸性焊条焊接时其接头困难的问题更为突出。连弧焊法主要用于碱性焊条各种位置的焊接及酸性焊条的立焊和仰焊。

(2) 断弧焊法 断弧焊即是在焊接过程中通过电弧有节奏地起弧、熄弧,从而控制熔池温度,获得良好的焊缝成形及内部质量的焊接方法。断弧焊法是我国 20 世纪 70 年代广为采用的一种焊接方法,其优点是可以采用较大的坡口间隙,使用较大的焊接电流。对于较薄焊件的单面焊双面成形,使用的焊接电流不受太大的约束。断弧焊法主要用于酸性焊条的平焊、横焊以及管板等薄壁焊件的单面焊双面成形打底焊。断弧焊法在生产和维修中更为实用。但是,与连弧焊法相比,断弧焊法较难掌握,对焊工基本功的要求也较高。

第二节 二氧化碳气体保护焊单面焊双面成形

一、二氧化碳气体保护焊的特点

二氧化碳气体保护焊是用二氧化碳作为保护气体,依靠焊丝与焊件之间产生的电弧来熔化金属的一种气体保护焊方法。

二氧化碳气体保护焊的焊接过程如图 1-4 所示。

二氧化碳气体保护焊具有如下优点:

(1) 采用明弧焊接 明弧焊接熔池可见度好,便于观察,操作方便。

(2) 适用范围广 焊丝直径小,可使用小焊接参数焊接,既可全位置焊接,也可以单面焊双面成形。

(3) 焊件变形小 由于电弧热量集中,熔池体积小,焊接热影响区窄,焊缝塑性好,焊件焊后变形小。

(4) 焊接成本低 二氧化碳气体来源广、价格低,而且消耗的焊接电能少,所以成本低。

(5) 生产率高 二氧化碳气体保护焊的焊接电流密度大,使熔

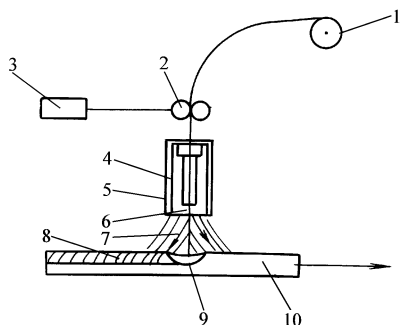


图 1-4 二氧化碳气体保护焊焊接过程示意图

- 1—焊丝盘 2—送丝轮 3—送丝机
4—喷嘴 5—导电嘴 6—焊丝
7—保护气体 8—焊缝
9—熔池 10—焊件

深增大，减少了焊接层数。因其焊后没有焊渣，多层焊时可不比中间清渣。单面焊双面成形可以实现窄间隙连续焊接，因此提高了焊接生产率。

(6) 抗锈能力强 二氧化碳气体保护焊对铁锈的敏感性不大，因此焊缝中不易产生气孔。而且焊缝含氢量低，抗裂性能好。

二、二氧化碳气体保护焊存在的问题

二氧化碳气体保护焊虽有很多优点，但也存在一些缺点，如使用大电流焊接时，焊缝表面成形较差，飞溅较多；不能焊接容易氧化的有色金属材料；很难用交流电源焊接及在有风的地方施焊等。二氧化碳气体保护焊在焊接过程中的问题主要存在于以下几个方面。

1. 氧化性及合金元素的烧损问题

二氧化碳气体为活性气体，在电弧高温作用下，二氧化碳气体被分解而呈很强的氧化性，易使合金元素氧化烧损，降低焊缝的力学性能。因此，必须在焊接过程中采取有效的脱氧措施。采用高锰高硅焊丝是解决二氧化碳气体保护焊氧化问题的主要方法。但在生产实际中，采用小焊接参数或减小焊接电流与电弧电压的比值也有利于减少合金成分的烧损。对于单面焊双面成形，采用细焊丝和小焊接参数焊接，不但有利于减少合金成分的烧损，还有利于背面焊缝的成形。

2. 气孔问题

(1) 一氧化碳气孔 当焊丝中脱氧元素不足时，使大量 FeO 不能还原而溶于熔池金属中，在熔池结晶时发生下列反应：



由于熔池存在的时间短，所生成的 CO 气体来不及析出，可能形成气孔。故应严格限制焊丝中的含碳量和保证含有足够的脱氧元素锰和硅来防止一氧化碳气孔产生。

(2) 氢气孔 氢的主要来源是焊丝、焊件表面的铁锈、水分和油污以及 CO_2 气体中的水分。因此，为防止产生氢气孔，焊前要适当清除焊丝和焊件表面的杂质，并需对 CO_2 气体进行提纯与干燥处理。具体方法是將 CO_2 气瓶倒置，使水分向瓶口沉积，然后反复打开阀门进行排放，直到排清瓶内水分为止。

(3) 氮气孔 氮气主要来源于空气，这和熔池保护不好有关。

因此,焊前要检查气体流量是否正常、焊枪及气路有无漏气现象;焊接过程中要经常清理喷嘴内的飞溅物,以使保护气流均匀通畅。

3. 飞溅问题

CO₂ 气体保护焊产生飞溅的主要原因如下:

(1) 由冶金反应引起的飞溅 这种飞溅主要是由于 CO₂ 在高温分解时所产生的体积膨胀,熔滴和熔池中的碳被氧化生成的 CO 气体所引起的。此外,熔滴或熔池中产生的气泡及气体从熔滴内流出时剧烈膨胀等因素均可以引起飞溅。

(2) 由斑点压力引起的飞溅 这种飞溅主要取决于电弧的极性。但由于目前使用的 CO₂ 焊设备均为直流电源,采用反极性,熔滴过渡过程中,是电子撞击熔滴,因此引起的飞溅较小,对焊接过程的影响不大。

(3) 由工艺因素引起的飞溅 由工艺问题引起的飞溅是单面焊双面成形技术所需解决的主要问题。

短路过渡焊接时,直流回路电感值调节不当,致使电源的动特性不合适,造成短路电流增长速度过快或过慢,从而产生小颗粒或大颗粒飞溅。另外,焊接电流和电弧电压的配比不当,也将影响熔滴向熔池过渡引起飞溅。电弧的长短关系到熔滴的大小,弧长增大,熔滴增大,飞溅增多;弧长减小,熔滴变细,飞溅减少。但弧长过短时,将阻碍熔滴向熔池过渡,同样产生较大的飞溅。因此必须限制短路电流的增长。

电弧电压是决定弧长和熔滴过渡的重要因素,电弧电压过高或过低,无论是用小焊接电流还是大焊接电流施焊,飞溅都会增大。电弧电压与熔滴飞溅量之间的关系如图 1-5 所示。电弧电压过高,不但熔滴的尺寸增大,而且弧长变长,无法实现正常焊接,且大熔滴易受电磁力的影响,从而产生大颗粒飞溅。

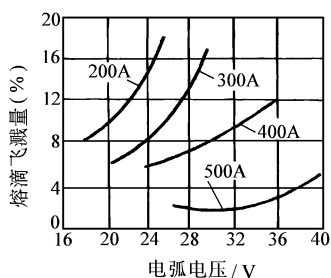


图 1-5 电弧电压与熔滴飞溅量之间关系