



高职高专“十二五”规划示范教材

焊接工艺(第2版)

主 编 高卫明
副主编 闫 霞
主 审 郭桂萍

- 内容充实, 结构合理
- 突出应用性和实践性, 学以致用
- 改版升级, 内容更完善, 配套更全面



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



配有课件



高职高专“十二五”规划示范教材

焊 接 工 艺(第 2 版)

主 编 高卫明

副主编 闫 霞

主 审 郭桂萍

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书根据高职高专教育培养目标编写,突出了应用性和实践性,力求在阐明必要焊接工艺基础知识和理论的同时,能够帮助读者解决实际工作中的技术问题,提高实际工作能力。

全书共10章,介绍了焊接电弧构造、静特性及电弧焊的基础知识;较为全面地阐述了手工电弧焊、埋弧自动焊和气体保护电弧焊的工艺方法及焊接工艺参数的选择,焊接应力与变形产生的原因及防止措施;系统地介绍了异种金属的焊接工艺方法及焊接工艺参数的选择,焊接结构破坏的概念、危害、产生原因及影响因素;介绍了焊后检验的方法、功用及其他焊接与切割方法。每章末均附有思考练习题。

本书可作为高职高专院校焊接专业教材,也可供从事焊接专业工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

焊接工艺 / 高卫明主编. --2 版. -- 北京 : 北京
航空航天大学出版社, 2011. 1

ISBN 978 - 7 - 5124 - 0263 - 8

I. ①焊… II. ①高… III. ①焊接工艺 IV.

①TG44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 222326 号

版权所有,侵权必究。

焊接工艺(第2版)

主 编 高卫明

副主编 闫 霞

主 审 郭桂萍

责任编辑 罗晓莉

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: bhpres@263.net 邮购电话:(010)82316936

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 11.5 字数: 294 千字

2011 年 1 月第 2 版 2011 年 1 月第 1 次印刷 印数: 3 000 册

ISBN 978 - 7 - 5124 - 0263 - 8 定价: 22.00 元

前 言

焊接是一种重要的材料加工工艺技术,随着我国国民经济的发展,焊接技术作为一门独立的学科,广泛地应用于石油化工、电力、航空航天、海洋工程、桥梁、船舶、核动力工程等工业部门。这些企业对于高职高专类人才的需求已经从单一工种向复合型、应用型、一专多能型人才转化,特别是掌握一定焊接技术方法的机械类人才更是受到了企业的欢迎。

为了贯彻国务院《关于大力推进职业教育改革与发展的决定》以及全国职教工作会议精神,适应高等职业教育以服务为宗旨,以就业为导向,培养更多的复合型、应用型技术人才的号召,结合高等职业教育的自身特点,特编写本教材。本教材为高职高专规划教材。本书适用高职高专焊接专业主干教材及机械类、材料类非焊接专业辅助教材,也可供从事焊接专业工作的工程技术人员参考。

本教材以“应用”为主线,以“必须、够用”为度。突出应用性、实践性的原则。重点讲述焊接的基本理论及生产中常用的焊接方法及焊接工艺,介绍了一些生产中逐步推广的一些先进工艺技术。

本书共10章,第1章 电弧焊的基础知识;第2章 手工电弧焊工艺;第3章 焊条;第4章 焊接应力与变形;第5章 埋弧自动焊;第6章 气体保护电弧焊;第7章 其他焊接与切割方法;第8章 异种金属的焊接;第9章 焊接结构的破坏;第10章 焊接质量检验。其中包括了焊接领域几乎所有的基本知识。本教材深度适宜,文字简洁、流畅,深入浅出,非常适合高职高专学生学习。

本书由四川航天职业技术学院高卫明主编,闫霞副主编,其中,第2,4,6章由高卫明编写;第1,3,9,10章由牟魁峰编写;第5,7章由徐文强编写;第8章由闫霞编写。全书由郭桂萍主审。本教材虽经多次反复修改,但限于编者水平有限,在本次编写的教材中,仍难免会有错误和不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

2010年11月

目 录

第1章 电弧焊的基础知识	1
1.1 焊接电弧	1
1.1.1 电弧的产生	1
1.1.2 焊接电弧的引燃过程	3
1.2 焊接电弧的构造及静特性	4
1.2.1 焊接电弧的构造	4
1.2.2 电弧的静特性	5
1.3 焊接电源极性及电弧的稳定性	6
1.3.1 焊接电源极性的应用	6
1.3.2 焊接电弧燃烧的稳定性	6
1.4 焊接电弧的偏吹	7
1.4.1 焊接电弧的偏吹原因	8
1.4.2 减少或防止焊接电弧偏吹的方法	9
1.5 焊接电弧的熔滴过渡	10
1.5.1 熔滴上的作用力	10
1.5.2 熔滴过渡的形式	11
思考与练习题	15
第2章 手工电弧焊工艺	16
2.1 焊接接头形式和焊缝形式	16
2.1.1 焊接接头形式	16
2.1.2 焊缝形式	20
2.2 焊缝的符号	20
2.2.1 基本符号	20
2.2.2 辅助符号	21
2.2.3 符号在图样上的位置	22
2.2.4 焊缝尺寸符号	23
2.2.5 焊缝代号应用实例	24
2.3 焊接工艺参数	24
2.3.1 焊条的选择	24
2.3.2 焊接电流的选择	25
2.3.3 电弧电压的选择	26
2.3.4 焊接速度的选择	27

2.3.5 焊接层数的选择	27
2.3.6 线能量	27
2.3.7 手工电弧焊焊接工艺应用举例	29
2.4 手工电弧焊焊接缺陷分析	32
2.4.1 焊接缺陷的危害	32
2.4.2 外部缺陷	32
2.4.3 内部缺陷	33
思考与练习题	38
第3章 焊条	39
3.1 焊条的组成及作用	39
3.1.1 焊芯	39
3.1.2 药皮	39
3.2 焊条的分类	40
3.2.1 按焊条用途分类	40
3.2.2 按焊接熔渣的碱度分类	41
3.2.3 按焊条药皮的类型分类	41
3.3 焊条的型号及牌号	42
3.3.1 焊条的型号	42
3.3.2 焊条牌号	43
3.3.3 典型焊条	43
3.4 焊条的选用及设计制造过程	43
3.4.1 焊条的选用原则	43
3.4.2 焊条的设计	45
3.4.3 焊条的制造工艺流程	46
3.5 焊条的损坏与保管	47
3.5.1 焊条的损坏	47
3.5.2 焊条的保管	48
思考与练习题	49
第4章 焊接应力与变形	50
4.1 焊接应力和变形概述	50
4.1.1 焊接应力和变形的概念	50
4.1.2 焊接应力和变形产生的过程	50
4.2 焊接残余变形	53
4.2.1 焊接残余变形的分类	53
4.2.2 影响焊接残余变形的因素	55
4.2.3 控制焊接残余变形的措施	57
4.2.4 矫正焊后残余变形的的方法	58

4.3 焊接残余应力	60
4.3.1 焊接残余应力的分类	60
4.3.2 焊接残余应力对结构的影响	61
4.3.3 减小焊接残余应力的措施	62
4.3.4 消除焊接残余应力的方法	64
思考与练习题	65
第5章 埋弧自动焊	66
5.1 埋弧自动焊概述	66
5.1.1 电弧焊接过程自动化的基本概念	66
5.1.2 埋弧自动焊的实质与特点	66
5.2 等速送丝式埋弧自动焊机	67
5.2.1 等速送丝式埋弧自动焊机的工作原理	67
5.2.2 MZ 1—1000 型埋弧自动焊机	70
5.3 变速送丝式埋弧焊机	71
5.3.1 变速送丝式埋弧焊机的工作原理	71
5.3.2 MZ—1000 型埋弧自动焊机的组成	74
5.3.3 MZ—1000 型埋弧自动焊机基本电气原理	75
5.4 埋弧焊的焊接材料	76
5.4.1 焊 丝	76
5.4.2 焊 剂	76
5.4.3 焊丝与焊剂的选配	78
5.5 埋弧自动焊工艺	79
5.5.1 焊缝形状和尺寸	79
5.5.2 焊接工艺参数对焊缝质量的影响	79
思考与练习题	82
第6章 气体保护电弧焊	83
6.1 气体保护电弧焊概述	83
6.1.1 气体保护电弧焊的原理	83
6.1.2 保护气体的特点	84
6.1.3 气体保护电弧焊的分类	85
6.2 二氧化碳气体保护电弧焊	85
6.2.1 二氧化碳气体保护电弧焊概述	85
6.2.2 二氧化碳气体保护焊的冶金特点	86
6.2.3 二氧化碳气体保护焊的熔滴过渡	87
6.2.4 二氧化碳气体保护焊的飞溅问题	90
6.2.5 二氧化碳气体保护焊的焊接材料	91
6.2.6 二氧化碳气体保护焊的设备	92

6.2.7 二氧化碳气体保护焊工艺参数	96
6.3 氩弧焊	99
6.3.1 氩弧焊概述	99
6.3.2 钨极氩弧焊	101
6.3.3 熔化极氩弧焊	110
思考与练习题	111
第7章 其他焊接及切割方法	112
7.1 电渣焊	112
7.1.1 电渣焊的基本原理、特点与分类	112
7.1.2 电渣焊过程	115
7.1.3 电渣焊用焊接材料	116
7.1.4 电渣焊的工艺参数选择原则	116
7.1.5 电渣焊设备	117
7.1.6 电渣焊的适用范围	118
7.2 等离子弧切割与焊接	119
7.2.1 等离子弧的产生原理、特点及类型	119
7.2.2 等离子弧电源、电极及工作气体	122
7.2.3 等离子弧切割	123
7.2.4 等离子弧焊接	124
7.3 碳弧气刨及其他焊接方法简介	126
7.3.1 碳弧气刨	126
7.3.2 电阻焊	126
7.3.3 钎焊	128
7.3.4 摩擦焊	128
7.3.5 扩散焊	129
思考与练习题	130
第8章 异种金属的焊接	131
8.1 异种金属焊接的焊接性	131
8.1.1 异种金属的焊接性	131
8.1.2 异种金属焊接性的影响因素	132
8.2 异种钢的焊接	132
8.2.1 金相组织相同的异种钢焊接	133
8.2.2 金相组织不同的异种钢焊接	136
8.3 钢与铝及铝合金的焊接	136
8.3.1 焊接特点	136
8.3.2 钢与铝及铝合金的熔化焊	137
8.4 钢与铜及铜合金的焊接	137

8.4.1 铜—钢焊接的主要特点	137
8.4.2 钢与铜及铜合金的熔焊	138
思考与练习题	139
第9章 焊接结构的破坏	140
9.1 焊接结构概述	140
9.1.1 焊接结构的特点	140
9.1.2 焊接结构的分类	140
9.2 焊接结构的脆性断裂	141
9.2.1 金属断裂的分类	141
9.2.2 脆性断裂的危害	142
9.2.3 焊接结构脆断的特征	142
9.2.4 焊接结构脆断的原因	143
9.2.5 脆性断裂的评定方法	148
9.2.6 防止焊接结构脆性破坏的措施	150
9.3 焊接结构的疲劳断裂	153
9.3.1 疲劳破坏的基本特征和类型	153
9.3.2 疲劳极限的表示法	155
9.3.3 影响焊接结构疲劳强度的因素	157
9.3.4 提高焊接结构疲劳强度的措施	158
思考与练习题	160
第10章 焊接质量检验	161
10.1 焊接质量检验的分类及检验过程	161
10.1.1 焊接质量检验的分类	161
10.1.2 焊接质量检验过程	162
10.2 非破坏性检验	163
10.2.1 外观检验	163
10.2.2 强度检验	163
10.2.3 致密性检验	164
10.2.4 无损探伤检验	164
10.3 破坏性检验	169
10.3.1 力学性能试验	169
10.3.2 化学分析及腐蚀试验	171
思考与练习题	172
参考文献	173

第 1 章 电弧焊的基础知识

1.1 焊接电弧

电弧是一种空气导电现象。它有两个特性,即发出强烈的光和大量的热。电弧是目前焊接热源中应用最为广泛的一种热源。电弧焊是以电弧作为热源的形式将电能转变为热能来熔化金属、实现焊接的一种熔焊方法,是现代焊接方法中应用最为广泛,也是最为重要的一类焊接方法。

1.1.1 电弧的产生

焊接时,将焊条与焊件接触后很快拉开,在焊条端部和焊件之间会立即产生明亮的电弧,即焊接电弧,如图 1-1(a)所示。焊接电弧是由焊接电源供电,在具有一定电压的两电极间或电极与焊件间,在气体介质中产生的强烈而持久的放电现象。通常情况下,气体的分子和原子呈中性,气体中如果没有带电粒子,即使在电场作用下,也不会产生气体导电现象,电弧不能自发产生。要使电弧引燃并稳定燃烧,就必须使两电极间的气体电离产生导电粒子,这样电流才能通过气体间隙形成电弧,如图 1-1(b)所示。

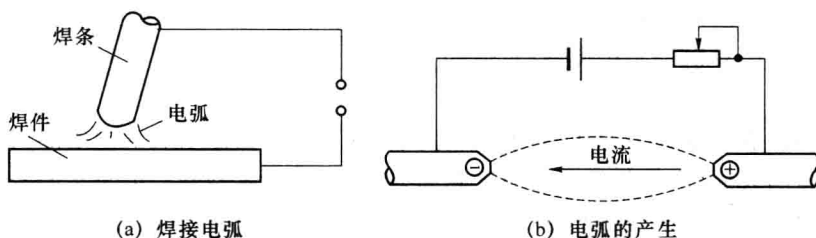


图 1-1 电弧示意图

在电弧焊中,气体电离和阴极电子发射是电弧的产生与维持需要具备的两个条件,同时也伴随着激励、解离、扩散、复合及负离子产生等过程。

1. 气体电离

气体分子或原子在常态下是由原子核及带负电荷的电子组成的稳定系统,呈中性。但当它受到一定的外来能量(如加热等)作用时,分子或原子中的电子脱离原子核的束缚而成为自由电子和正离子,气体分子被电离,产生导电现象,即所谓的气体电离。气体粒子的电离根据外加能量的种类不同可分为热电离、电场作用下的电离和光电离 3 类。电弧焊过程中,在电弧的高温作用下,通过气体粒子间的碰撞将能量传递给中性粒子产生的热电离,是维持电弧导电的最主要途径。由于电弧的电场强度仅为 10 V/cm 左右,因此,电场作用下的电离很小,而光电离在整个气体电离过程中也是次要的。

2. 极电子发射

电弧中导电的粒子除气体电离产生外,还有阴极表面的原子或分子因接受外界的能量而释放出的自由电子,这种现象称为阴极电子发射。阴极电子发射是引弧或维持电弧稳定燃烧一个很重要的因素。

使金属表面逸出一个电子所需的最低外加能量称为逸出功,单位是电子伏特。一般金属材料的逸出功的大小与其本身特性及表面状态和表面氧化物的情况有关。表面有氧化物时,逸出功较低。不同金属材料的逸出功也不同(见表1-1)。由表1-1可见,金属表面存在氧化物时逸出功减小。

表 1-1 常见导体材料逸出功

材 料	符 号	逸出功/V	材 料	符 号	逸出功/V	材 料	符 号	逸出功/V
锂	Li	2.10~2.90	铁	Fe	3.50~4.00	氧化钙涂层	CaO	1.77
碳	C	2.50~4.70	镍	Ni	2.90~3.50	氧化锶涂层	SrO	1.27
镁	Mg	3.10~3.70	铜	Cu	1.10~1.70	氧化钡涂层	BaO	0.99
铝	Al	3.80~4.30	锆	Zr	3.90~4.20	钨加铯	W-Cs	1.36
钾	K	1.76~2.50	钼	Mo	4.00~4.80	钨加钡	W-Ba	1.56
钙	Ca	2.24~3.20	铯	Cs	1.00~1.60	钨加氧化钡	W-O-Ba	1.34
钛	Ti	3.80~4.50	钡	Ba	4.10~4.40	钨加锆	W-Zr	3.14
锰	Mn	3.80~4.40	钨	W	4.30~5.3	钨加钍	W-Th	2.63

焊接时,根据使用阴极材料和电流大小的不同,阴极发射电子的类型可分为热发射、场致发射、光发射和撞击发射等4种类型,具体如下。

(1) 热发射

焊接时,阴极表面受到热的作用,温度很高,其内部的自由电子运动速度加快,达到一定程度时,便飞出金属表面,产生热发射。温度越高,热发射作用越强烈。电子从阴极发射时,将从阴极表面带走热量,对金属表面产生冷却作用。当电子被阳极接受时,将恢复金属内部的自由电子,并向其放出逸出功,使表面加热。

(2) 场致发射

在电场的作用下,金属表面的电子获得足够的动能,超过金属的逸出功,而从表面飞出来,形成场致发射。电极间的电压越高,金属的逸出功越小,则电场发射作用越大。由于电场提供了电场能,相当于降低了电极的逸出功,因此,场致发射时,电子从电极表面带走的热能比热发射带走的要少。电弧焊采用冷阴极时,热发射能力不足,此时向电弧提供电子的主要方式是场致发射。

(3) 光发射

当金属表面受到光辐射作用时,金属内的自由电子能量达到一定程度而逸出金属表面的现象称为光发射。光发射在阴极电子发射中处于次要地位。

(4) 撞击发射

高速运动的粒子碰撞金属表面时,将能量传给金属表面的电子,使其能量增加飞出金属表面,产生电子的碰撞发射。

在焊接过程中,上述几种情形在不同焊接条件下有所不同。例如在引弧过程中,热发射和场致发射起主要作用。使用高沸点的材料钨或碳作为阴极时,阳极区的带电粒子主要为热发射电子;若铜或铝为阳极,撞击发射和场致发射就为主要作用;而钢作为阴极时,则热发射、撞击发射和场致发射都在起作用。

1.1.2 焊接电弧的引燃过程

焊接电弧的引燃有两种方法,即接触引弧法和非接触引弧法(高频、高压引弧法)。

1. 非接触电弧引燃法

非接触引弧法也称为高频高压引弧法。一般借助于高频或高压脉冲引弧装置,使阴极表面产生强场发射,其发射出来的电子流再与气体介质撞击,使其离解导电。如:将两电极靠近到只有1~2 mm的间距,这时如果在两电极间加有很高的电压(约1 000 V以上),那么在强电场作用下就会产生阴极电子发射和碰撞电离,从而产生焊接电弧。这种方法电压高,危险性很大,很少采用。

2. 接触引弧

手工电弧焊是采用接触引弧的。引弧时,焊条与工件瞬时接触造成短路。由于接触面凹凸不平,只是在某些点上接触,因此使接触点上的电流密度相当大;此外,因为金属表面有氧化皮等污物,电阻也非常大,所以在接触处产生相当大的电阻热,使这里的金属迅速加热熔化,并开始蒸发。当焊条轻轻提起时,焊条端头与工件之间的空间内充满了金属蒸气和空气,其中某些原子可能已被电离。与此同时,焊条刚拉开的一瞬间,由于接触处的温度较高,距离较近,阴极将发射电子。电子以高速度向阳极方向运动,与电弧空间的气体介质发生撞击。碰撞的结果使气体介质进一步电离,同时使电弧温度进一步升高,则电弧开始引燃。只要这时能维持一定的电压,放电过程就能连续进行,使电弧连续燃烧。接触引弧过程如图1-2所示。

电弧焊时,为使引弧容易和稳定燃烧,常在焊条药皮(或焊剂、焊丝药芯)中加入稳弧剂,主要成分为碳酸钾(K_2CO_3)、碳酸钠(Na_2CO_3)、钛白粉(TiO_2)、长石($CaCO_3$)和水玻璃等。稳弧剂中由于含有较多这些易电离或电离势低的物质,使得电弧在引燃后,电弧空间中易产生更多的带电粒子,保证电弧稳定燃烧。

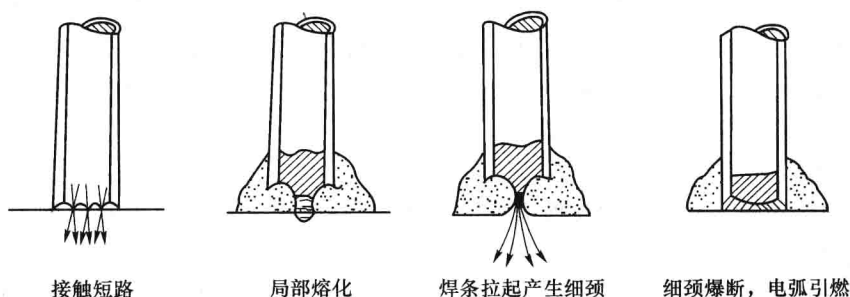


图1-2 接触法引弧过程

1.2 焊接电弧的构造及静特性

1.2.1 焊接电弧的构造

以直流电弧为例,直流电弧可近似看成为一个圆柱形的气体导体,沿它的长度方向可分为3个区域(见图1-3):阴极区、阳极区和弧柱区。其中,弧柱区长度较大且电压降 U_c 较小($10\sim 30\text{ V}$),说明阻抗较小,电场强度较低;两个极区沿长度方向尺寸较小(阴极区 $10^{-5}\sim 10^{-6}\text{ cm}$,阳极区 $10^{-5}\sim 10^{-6}\text{ cm}$),而电压降相对较大(阳极压降 U_A 为 $2\sim 3\text{ V}$,阴极压降 U_K 为 $10\sim 20\text{ V}$),可见其阻抗较大,电场强度较高。电弧的这种特性是由各区不同特性所决定的。

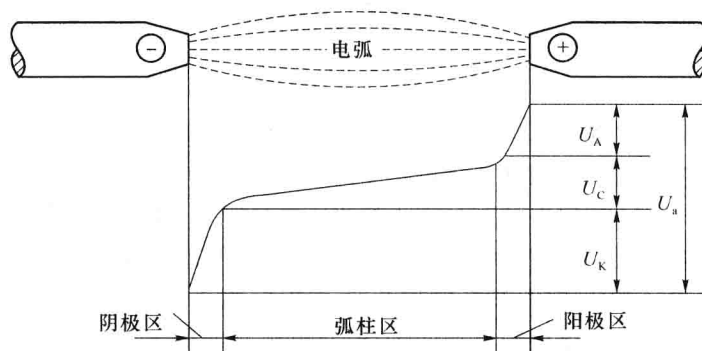


图1-3 电弧结构及压降分布

1. 弧柱区

弧柱温度因气体种类和电流大小不同,一般在 $5\,000\sim 50\,000\text{ K}$ 范围内,因此,弧柱气体将产生以热电离为主的导电现象。有热电离产生的带电粒子(电子和离子)在外加电场的作用下对阳极区和阴极区产生的粒子流予以补充,从而保证弧柱带电粒子的动态平衡。从整体看,弧柱呈电中性,因此电子流和离子流通过弧柱时不受空间电荷电场的排斥作用,从而决定电弧放电具有大电流、低电压的特点(电压降可为几伏,电流可达上千安培)。弧柱区的温度与电极材料无关,主要取决于弧柱区气体介质和焊接电流的大小。焊接电流越大,弧柱区温度越高。弧柱区放出的热量占总热量的21%左右。

2. 阴极区

阴极区的作用是向弧柱区提供所需要的电子流,接收由弧柱区送来的正离子流。在阴极区的阴极表面有一个明显的光斑点,它是电弧放电时,负电极表面上集中发射电子的区域,称为阴极斑点,也是阴极表面温度最高的位置。阴极区的温度一般为 $2\,800\sim 3\,800\text{ K}$,放出的热量占总热量的36%左右。

3. 阳极区

阳极区的作用是接收由弧柱流过来的电子流和向弧柱提供所需要的正离子流。阳极区接受电子的过程较为简单,每个电子到达阳极时便向阳极释放相当于逸出功 W_w 的能量。但由于阳极不能直接发射正离子,因此正离子只能由阳极区供给。在阳极区的阳极表面也有光亮

的斑点,它是电弧放电时,正电极表面集中接收电子的区域,称为阳极斑点。阴极发射电子时需消耗一定的能量,而阳极不发射电子,至于阴极和阳极的温度哪个更高些,这不仅与该极区放出的热量有关,还受到材料的熔点、沸点和导热性能等物理特性以及电极的几何尺寸大小和周围散热条件等因素的影响(见表1-2)。在相同的产热条件下,如果材料的沸点低,导热性好,电极的几何尺寸大,则该极区的温度低。反之,则该区的温度高。阳极区的温度一般为3 100~4 700 K,放出的热量占总热量的43%左右。

表1-2 不同电极材料电弧温度分布

K

电极材料	气体介质	电极材料沸点	阴极温度	阳极温度
碳	空气	4 830	3 500	4 200
铁		3 000	2 400	2 600
铜		2 595	2 200	2 450
镍		2 730	2 370	2 450
钨		5 930	3 640	4 250

1.2.2 电弧的静特性

焊接电弧燃烧时,电弧两端的电压降与通过电弧的电流并不是成固定比例的,而是随焊接电流的变化而变化。在电极材料、气体介质和弧长一定的情况下,电弧稳定燃烧时,电弧电压和电弧电流之间的关系称为焊接电弧的静态伏安特性,简称伏安特性或静特性。

1. 弧静特性曲线

焊接电弧是非线性电阻,当电弧电流从小到大在很大范围内变化时,焊接电弧的静特性近似呈U曲线,所以焊接电弧静特性也称U型特性(见图1-4)。U型特性曲线可看成由3段组成:在 ab 段, U_f 随 I_f 的增加而下降,是下降特性段;在 bc 段, U_f 不随 I_f 变化,是平特性段;在 cd 段, U_f 随 I_f 的增加而上升,是上升特性段。

2. 不同焊接方法的电弧静特性

采用不同的焊接方法时,电弧工作在静特性曲线的不同区段。常见焊接方法的工作区段如下。

① 手工电弧焊:焊接时,焊接电流一般不超过500 A,电弧静特性曲线表现在下降特性段和水平特性段。

② 钨极惰性气体保护焊:一般在小电流焊接时,其静特性为下降特性段;大电流焊接时,表现为平特性段。

③ 埋弧自动焊:正常焊接时为平特性段,大电流焊接时为上升特性段。

④ 熔化极气体保护焊:因焊接电流大,其静特性为上升特性段。

3. 弧静特性的影响因素

(1) 电弧长度的影响

因电弧电压与电弧长度成正比,所以,随电弧长度增加,电弧静特性曲线平行上移,如图1-5所示(其中, L 为电弧长度, $L_1 > L_2 > L_3$)。

(2) 介质种类影响

不同的气体介质,由于具有不同的电离能和不同的物理性能,因此对弧柱电场强度的影响

也不同,从而对电弧电压产生显著影响,进而改变电弧静特性曲线的位置。如:Ar+50% H₂的混合气体电弧电压比纯 Ar 气的电弧电压高得多。

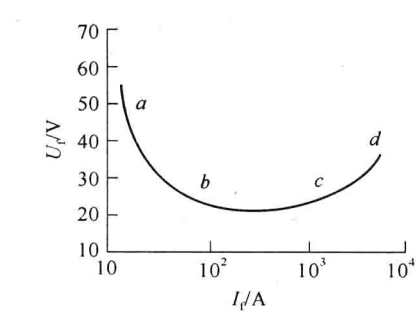


图 1-4 电弧静特性曲线

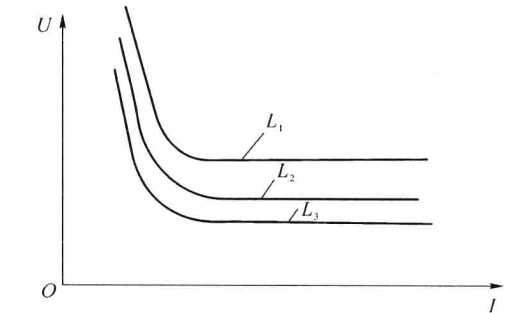


图 1-5 电弧的静特性曲线

(3) 周围气体介质压力的影响

其他参数不变,气体介质压力的变化将引起电弧电压的变化,即引起电弧静特性的变化。气体压力越大,冷却作用就越强,弧压就越升高。

1.3 焊接电源极性及电弧的稳定性

1.3.1 焊接电源极性的应用

直流电源都包括正极和负极。在焊接过程中,当焊件与直流电源的正极相接,而焊钳(焊条、焊丝)与直流电源的负极相接时,称为正极性或正接法。反之,为反极性 or 反接法,如图 1-6(a)、(b)所示。

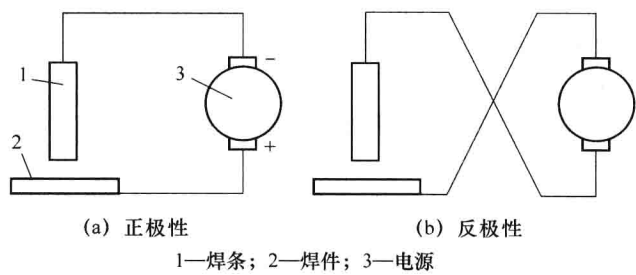


图 1-6 焊接电源的极性

焊接电源及极性的选择主要根据焊接材料的性质、焊件材料及所需的热量。手工电弧焊使用酸性焊条焊接时,采用直流正接法焊接厚板,可以获得较大熔深,保证焊透;而采用直流反接法焊接薄板,可以防止烧穿;在使用碱性低氢型焊条时,通常采用直流反接法。直流反接法还可以减少氢气孔的产生。

1.3.2 焊接电弧燃烧的稳定性

焊接生产过程中,接头质量不仅受焊接方法、焊接材料等因素的影响,同时也受电弧稳定性的影响。电弧焊过程中,当电弧电压和电弧电流为某一定值时,电弧放电可在长时间连续

运行且稳定燃烧的性能称为电弧的稳定性。

1. 影响电弧稳定性的因素

(1) 焊工操作技术

如焊接操作中电弧长度控制不当,将会产生断弧。

(2) 弧焊电源

焊接电源的种类、特性及空载电压等都会影响电弧的稳定性。弧焊电源必须提供一种能与电弧静特性相匹配的外特性才能保证电弧的稳定燃烧;在其他条件相同的情况下,直流电弧比交流电弧稳定性要好;弧焊电源的空载电压越高,引弧越容易,电弧燃烧的稳定性越好,但空载电压过高,对焊工人身安全不利。

(3) 焊接电流

焊接电流越大,电弧的温度越高,弧柱区气体电离程度和热发射作用越强,则电弧燃烧越稳定。

(4) 外界因素(如工件坡口表面状况、气流等)

当工件坡口表面及附近区域存在油脂、铁锈、水分及其他污物时,会造成引弧困难及电弧燃烧不稳定,在露天或通风口处进行焊接操作时,若有较大的气流,则同样会使电弧稳定性下降。

(5) 焊条药皮

焊条药皮中含有少量低电离电位物质(如钾、钠、钙的氧化物),即可有效提高电弧稳定性。但如果焊条药皮偏心或焊条保存不好,则会造成药皮局部脱落,使得焊接过程中电弧吹力在电弧周围分布不均,电弧稳定性下降。

(6) 电弧长度

电弧长度过短,容易造成短路;电弧长度过长,电弧就会发生剧烈摆动,从而破坏焊接电弧的稳定性。

(7) 磁偏吹

电弧在其自身的磁场作用下具有一定的刚直性,使电弧尽量保持在焊丝(条)的轴线方向上。但在实际焊接中,由于多种因素的影响,电弧周围磁力线均匀分布的状况被破坏,使电弧偏离焊丝(条)轴线方向,这种现象称为磁偏吹。一旦产生磁偏吹,电弧轴线就难以对准焊缝中心,破坏焊接电弧的稳定性。

2. 提高电弧稳定性的措施

① 根据不同的焊接方法,选择合适的弧焊电源,使电源外特性曲线与电弧静特性曲线相匹配。

② 焊前认真清理待焊工件,选择合适的操作场所,降低外界对电弧稳定性的影响。

③ 为减弱磁偏吹的影响,优先选用交流电源;如采用直流电源,则需在焊件两端同时接地线,并尽量在周围没有铁磁物质的地方焊接;在焊接过程中对电弧进行屏蔽,也可以在一定程度上克服磁偏吹现象。

1.4 焊接电弧的偏吹

在正常情况下,电弧具有一定的刚直性,即其中心轴线总是和焊条电极轴线一致,随焊条

轴线的变化而改变,人们常利用电弧的这一特性来控制焊缝的成形,如:当焊条与工件倾斜时,电弧仍能保持焊条轴线方向,而不是始终垂直于工件表面。但有时在焊接过程中,由于气流的干扰、磁场的作用或焊条偏心的影响而使电弧中心偏离电极轴线的现象称为电弧偏吹。

1.4.1 焊接电弧的偏吹原因

1. 气流的影响

如在露天大风中焊接时因风力影响造成偏吹;在对接接头处间隙较大,焊接时造成热对流而引起偏吹。可以通过采用适当的挡风措施来消除气流的影响。

2. 焊条偏心度的影响

在焊条制造中由于药皮厚薄不均,焊接时薄边先熔化,迫使电弧向薄的一侧偏吹。可以在焊接时调整焊条倾斜角度以降低焊条偏心度的影响。

3. 磁场的影响

焊接电弧是一个有电流通过的导体,自身产生的磁场(见图1-7)会对电弧产生作用力。由于自身磁场对电弧的轴线是对称的,因此,所产生的作用力能够均匀压缩焊接电弧,使电弧横截面减小从而增加电弧的挺度,促进熔滴过渡。同时流经焊件的电流也产生磁场,对电弧也有作用。当由于某种原因使磁力线分布的均匀性受到破坏,使电弧受力不均匀时,就会使电弧偏向一侧,如图1-8所示。这种自身磁场的不对称使电弧偏离焊条轴线的现象称为磁偏吹。空间磁力线密集的地方对电弧产生推力,将其推向磁力线稀疏的地方。造成磁偏吹的原因主要有以下几个。

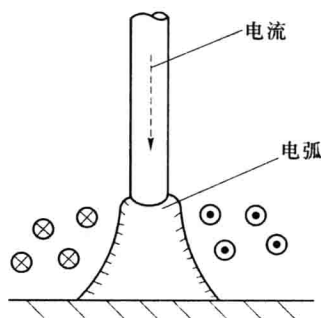


图1-7 电弧周围的磁场

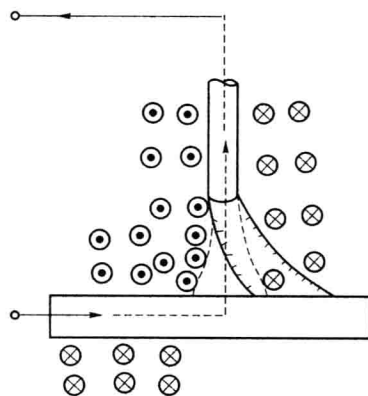


图1-8 电弧的磁偏吹现象

(1) 铁磁物质的影响

当电弧的周围有铁磁物质(钢板、铁板)时,因磁场分布不均匀会造成磁偏吹,如图1-9所示。

(2) 接地线位置不正确

如接地线位置不正确,也会造成磁场分布不均,引起偏吹,如图1-10所示。

(3) 焊条与焊件相对位置不对称

在焊缝起头处,焊条与工件相对位置不对称,造成电弧的周围磁场分布不均匀,再加上热对流的影响,造成电弧偏吹,如图1-11所示。