

看图学电弧焊

朱学忠 主编

人民邮电出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

看图学电弧焊 / 朱学忠主编. —北京: 人民邮电出版社, 2005.7

ISBN 7-115-13404-9

. 看... . 朱... . 电弧焊—图解 . TG444-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 036357 号

内 容 简 介

本书以简洁通俗的语言和图文并茂的形式介绍了常用电弧焊 (包括手工电弧焊、二氧化碳气体保护电弧焊和手工钨极氩弧焊) 的原理、焊接工艺、操作要领以及注意事项。通过本书的学习,读者可准确掌握常用电弧焊的基本知识,把握操作要领,明确操作中的要点和注意事项。

本书适合电弧焊初学者使用,也可供各类职业院校和技工学校相关专业的师生阅读,还可作为焊工培训教程使用。

看图学电弧焊

◆ 主 编 朱学忠

责任编辑 刘 朋

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

河北涿水华艺印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 850×1168 1/32

印张: 8.75

字数: 218 千字

2005 年 7 月第 1 版

印数: 5 001—7 000 册

2006 年 2 月河北第 2 次印刷

ISBN 7-115-13404-9/TN · 2480

定价: 16.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

前 言

随着工农业生产的发展，焊接技术得到了越来越广泛的应用。其中，电弧焊以其适应性强、操作简单、投资少、成本低而得到了日益广泛的普及和使用，它也是学习和掌握其他焊接技术的基础。

面对琳琅满目的介绍焊接技术的图书，找到一本一看就懂、即学即会的实用性图书较为困难。以此为初衷，我们精心组织了一批长期从事焊接专业教学、熟悉初学者学习规律、具有丰富教学经验的焊接技术人员和专家编写了这本《看图学电弧焊》，将编者多年来积累的丰富实践经验和绝技绝招呈现在读者面前。书中采用大量的焊接原理图、结构图、外形图和操作示意图，以图解的形式演绎复杂枯燥的焊接操作过程，使读者对操作过程一目了然。本书按照初学者的习惯和学习规律组织内容，不讲深奥的原理和不常用的内容，只讲操作要领，使读者一看就会操作，一操作就能掌握其要点。

本书的主要内容包括电弧焊的基本知识、手工电弧焊的操作方法、二氧化碳气体保护电弧焊的操作方法以及手工钨极氩弧焊的操作方法，另外还简要介绍了有关焊接操作规程和安全文明生产的内容。本书由朱学忠主编，其中第一章由杨建闽、李光伟、李翠华编写，第二章由李新竹、巩运强、谭业杰编写，第三章由张所夏、史振东、于静波编写，第四章由张邦勇、浦家林、孙梦怡编写。全书由梁宝祯、刘锡河和谭粤审校。

本书适合电弧焊初学者阅读，也可供各类职业院校和技工学校相关专业的师生阅读，还可作为焊工培训教程使用。

由于水平有限，书中疏漏之处在所难免，请广大读者批评指正。

目 录

第一章 电弧焊基础知识	1
第一节 焊接的概念、分类及电弧焊简介	1
一、焊接的概念及分类	1
二、电弧焊简介	2
第二节 焊接电弧的基本知识	3
一、焊接电弧的概念、构造及静特性	3
二、焊接电源的极性及电弧偏吹	8
三、电弧焊的熔滴过渡形式	10
第三节 焊接接头的种类、坡口以及焊缝的形式和尺寸	11
一、焊接接头的种类和坡口	11
二、焊缝的形式及尺寸	15
第四节 弧焊电源的基本知识	23
一、对弧焊电源的要求	23
二、弧焊电源的型号及主要技术特性	27
第五节 焊缝符号的表示方法	29
一、焊缝符号	29
二、符号在图纸上的位置	32
三、焊缝尺寸符号及其标注位置	35
第六节 焊接工艺参数及其对焊缝形状的影响	37
一、焊接电流	37
二、电弧电压	38

三、焊接速度	39
四、其他工艺参数	39
五、保护气体成分	42
六、母材的化学成分	42
第七节 焊接应力及变形的防止与消除	43
一、减小和矫正焊接变形的的方法	43
二、减小和消除焊接应力的方法	45
第八节 焊接检验	47
一、非破坏性检验	49
二、破坏性检验	59
第二章 手工电弧焊	65
第一节 手工电弧焊简介	65
一、手工电弧焊的概念及特点	65
二、手工电弧焊机	66
三、焊条	73
四、防护用品	78
五、辅助工具	80
六、焊接工艺参数	81
七、常见的焊接缺陷和检验方法	84
八、安全知识	94
第二节 引弧与平敷焊	96
一、引弧	96
二、平敷焊	98
第三节 平对接焊	104
一、操作准备	104
二、操作要领	104
三、注意事项	110

第四节 平角焊	110
一、操作准备	111
二、操作要领	111
三、注意事项	115
第五节 立对接焊	116
一、操作准备	117
二、操作要领	117
三、注意事项	122
第六节 立角焊	122
一、操作准备	122
二、操作要领	123
三、注意事项	124
第七节 横焊	124
一、操作准备	125
二、操作要领	125
三、注意事项	128
第八节 仰焊	128
一、操作准备	129
二、操作要领	129
三、焊缝质量的评定	132
四、操作注意事项	133
第九节 固定管子焊接	133
一、操作准备	133
二、操作要领	134
三、注意事项	141
第十节 固定管板焊接	142
一、操作准备	143
二、操作要领	143

三、注意事项	150
第三章 二氧化碳气体保护电弧焊	151
第一节 概述	151
一、二氧化碳气体保护电弧焊的焊接过程	151
二、二氧化碳气体保护电弧焊的分类	152
三、二氧化碳气体保护电弧焊的特点	152
四、二氧化碳气体保护电弧焊的冶金特点	154
五、二氧化碳气体保护电弧焊的熔滴过渡形式	155
六、二氧化碳气体保护电弧焊的焊接材料	157
第二节 二氧化碳气体保护电弧焊设备	158
一、半自动二氧化碳气体保护焊机的组成	159
二、半自动二氧化碳气体保护焊机的设置及接线	163
第三节 焊前准备	165
一、安全文明生产的准备	165
二、焊机的基本操作方法	165
三、焊接工艺参数的选择	168
四、焊接工件坡口、装配间隙和定位焊	175
第四节 收弧处理、焊缝连接及送丝方法	176
一、收弧处理	176
二、焊缝的连接方法	177
三、摆动送丝方式	179
第五节 各种位置焊缝的焊接	180
一、平焊	180
二、水平角焊	188
三、垂直角焊	191
四、立向下焊	193
五、立向上焊	195

六、横焊	197
七、仰焊	199
八、仰角焊	200
九、圆周焊	201
第六节 焊机的异常状况与焊接缺陷的处理方法	203
一、焊机的异常状况与处理方法	203
二、焊机的日常检修	204
三、焊接缺陷产生的原因与处理方法	205
第七节 半自动二氧化碳气体保护焊的安全卫生	206
一、焊接设备的安全	206
二、焊接弧光	207
三、焊接废气	207
四、二氧化碳气体	208
第四章 手工钨极氩弧焊	213
第一节 概述	213
一、手工钨极氩弧焊的工作原理	213
二、手工钨极氩弧焊的特点	214
三、手工钨极氩弧焊的电弧特性	214
四、引弧和稳弧措施以及直流分量的消除	218
五、手工钨极氩弧焊的焊接材料	219
六、手工钨极氩弧焊设备	220
七、手工钨极氩弧焊的焊接工艺参数	223
第二节 焊前准备及焊接时的基本操作方法	228
一、焊前准备	228
二、焊接时的基本操作方法	230
第三节 手工钨极氩弧焊各种位置焊缝的焊接	235
一、I 形对接平焊缝的焊接	235

二、角焊缝的焊接	237
三、搭接角焊缝的焊接	240
四、水平角焊缝的焊接	242
五、立焊缝的焊接	244
六、横焊缝的焊接	245
七、仰焊缝的焊接	247
八、固定管双面成形焊接	249
九、焊接处的气体保护方法	250
十、常用金属手工钨极氩弧焊时的工艺参数对照表	252
第四节 手工钨极氩弧焊设备的保养与安全卫生	252
一、设备的保养检修	252
二、安全卫生知识	253
附录一 手工电弧焊的安全操作规程	255
一、防触电	255
二、防烟尘和有毒气体	260
三、防弧光辐射	262
四、防火灾爆炸	263
附录二 二氧化碳气体保护焊的安全操作规程	264
附录三 钨极氩弧焊的安全操作规程	265
一、氩弧焊的有害因素	265
二、安全防护措施	265
参考文献	267

目 录

第一章 电弧焊基础知识

第一节 焊接的概念、分类及电弧焊简介

一、焊接的概念及分类

1. 焊接的概念

焊接是将两个或两个以上的焊件，通过加热或加压（或两者并用），用或不用填充材料，使焊件达到原子结合的一种加工方法。被连接焊件的材料包括金属与金属、金属与非金属、非金属与非金属等。通常的焊接都是指金属与金属之间的焊接。常见的焊接接头在焊前及焊后的情形如图 1-1-1 所示。

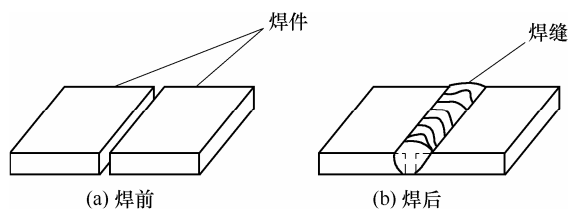


图 1-1-1 焊接接头

2. 焊接的分类

根据焊接过程中金属所处的状态不同，焊接方法可分为熔化焊、压力焊和钎焊三大类。

(1) 熔化焊

熔化焊是利用局部加热的方法将连接处的金属加热至熔化状态而完成焊接的方法。通过加热可增强金属原子的动能，促进原子间的相互扩散。当被焊接金属加热至熔化状态形成液态熔池时，原子之间可以充分扩散和紧密接触，因此冷却凝固后即可形成牢固的焊接接头。常见的气焊、电弧焊和电渣焊等均属于熔化焊的范畴。

(2) 压力焊

压力焊是利用焊接时施加一定压力而完成焊接的方法。这类焊接有两种形式：一是将被焊金属接触部分加热至塑性状态或局部熔化状态，然后施加一定压力，以使金属原子间相互结合形成牢固的焊接接头，如锻焊、接触焊、摩擦焊和气压焊等就是这种类型的压力焊方法；二是不进行加热，仅在被焊金属接触面上施加足够大的压力，借助于压力所引起的塑性变形使原子间相互接近而获得牢固的压挤接头，这种压力焊的方法有冷压焊、爆炸焊等。

(3) 钎焊

钎焊是把比被焊金属熔点低的钎料金属加热熔化至液态，然后使其渗透到被焊金属接缝的间隙中而达到结合的方法。焊接时被焊金属处于固体状态，工件只适当地进行加热，没有受到压力的作用，仅依靠液态金属与固态金属之间的原子扩散而形成牢固的焊接接头。钎焊是一种古老的金属永久连接工艺，但由于钎焊的金属结合机理与熔焊和压焊是不同的，并且具有一些特殊的性能，所以在现代焊接技术中仍占有一定的地位，常见的钎焊方法有烙铁钎焊、火焰钎焊以及感应钎焊等多种方法。

二、电弧焊简介

电弧焊是以焊接电弧作为热源将工件加热而完成焊接的熔化焊方法。

根据焊接过程中操作方法的不同，电弧焊可分为手工电弧焊，半自动电弧焊和自动电弧焊；根据焊接电弧的可见情况，可分为埋弧焊和明弧焊；根据焊接时保护电弧的方法不同，又可分为药皮保护电弧焊（焊条电弧焊）、焊剂保护电弧焊（埋弧自动焊）和气体保护电弧焊（二氧化碳气体保护焊和氩弧焊）。

在电弧焊接工艺过程中，除了需要被焊材料和填充材料外，还需要有相应的设备和必要的焊接工具。若要获得优质的焊接接头，操作者应掌握熟练的操作技能和较强的专业工艺理论知识。

第二节 焊接电弧的基本知识

一、焊接电弧的概念、构造及静特性

1. 焊接电弧的概念

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立即会产生明亮的电弧，如图 1-2-1 (a) 所示。电弧是一种气体放电现象。

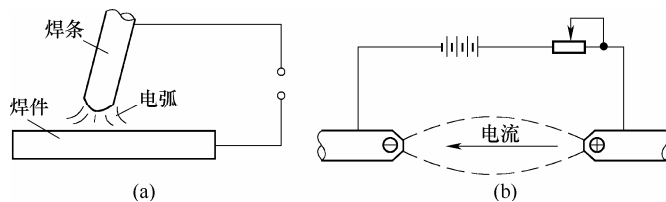


图 1-2-1 电弧示意图

在切断电源开关脱离接触处的瞬间，往往会看到明亮的电火花，这也是一种气体放电的现象。但它与焊接电弧相比较，焊接电弧不但能量大，而且连续持久，因此，将由焊接电源供给的具有一定电

压的，在两电极间或电极与焊件间的气体介质中产生的强烈而持久的放电现象称为焊接电弧。

一般情况下，由于气体的分子和原子都是呈中性的，气体中几乎没有带电质点，因此气体不能导电，电流通不过，电弧不能自发地产生。若要使气体呈现导电性，必须使气体电离。气体电离后，原来气体中的一些中性分子或原子转变为电子、正离子等带电质点，这样电流才能通过气体间隙形成电弧，如图 1-2-1 (b) 所示。

2. 焊接电弧的引燃方法

(1) 非接触电弧引燃法

非接触电弧引燃法也称为高频高压引弧法。这种方法是将两电极靠近到只有 1~2mm 的间距，这时如果在两电极间加有很高的电压（约在 1 000V 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) 接触电弧引燃法

这种方法是将通上焊接电流的焊条末端与焊件表面相接触，然后很快地拉开，与焊件表面距离 3~4mm，则电弧就在焊条与焊件的间隙中引燃。当焊条末端与焊件表面相接触时，焊接回路就发生了短路，其实质是某些点的接触，在接触点上电流密度相当大，足以使金属熔化，如图 1-2-2 所示。当焊条与工件拉开时，强大的焊接电流只能从熔化金属的细颈中通过，电流密度加大，熔化金属的温度进一步升高，甚至变成金属蒸气，使两电极迅速分离。此时在热与电场的作用下就会产生阴极电子发射和气体电离，从而产生焊接电弧。

焊接电弧的稳定性是指电弧保持稳定燃烧（不产生断弧、飘移和磁偏吹等现象）的程度。电弧的稳定性与焊接电源、焊条药皮、焊接工艺参数的选择、焊条烘干及工件表面清理情况、焊工操作技术等因素有关。

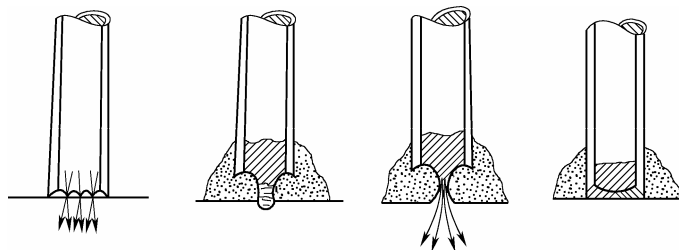


图 1-2-2 焊接电弧的接触法引燃过程

3. 焊接电弧的构造、电压及静特性

(1) 焊接电弧的构造

焊接时焊件和焊条（或焊丝）可分别与直流电源的正极或负极相连，与电源正极相连的一极为阳极，与电源负极相连的一极为阴极。直流电源焊接电弧可分为阴极区、阳极区和弧柱三个区域，如图 1-2-3 所示。

阴极区是电弧紧靠阴极的狭窄区域，其热量约占电弧总热量的 36%。阴极表面的明亮点称为阴极斑点，它是集中产生电子发射的地方，也是阴极表面温度最高的地方。

阳极区是电弧紧靠阳极的狭窄区域，其热量约占电弧总热量的 43%。阳极表面的明亮点称为阳极斑点，它是阳极表面上集中接收电子的地方，也是阳极表面温度最高的地方。

弧柱是在电弧阴极区和阳极区之间的部分，其热量约占电弧总热量的 21%。由于阴极区和阳极区都很窄，故弧柱的长度基本上等于电弧长度。弧柱是整个焊接电弧温度最高的区域，其温度可达

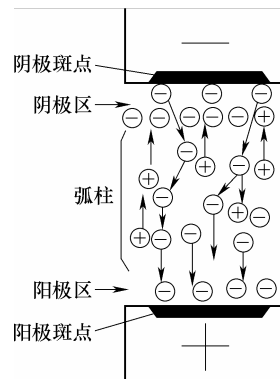


图 1-2-3 焊接电弧的构造

6 000 ~ 8 000K。

阴极区和阳极区由于受到电极材料的限制 ,其温度约在 2 400 ~ 4 200K (通常不高于电极材料的沸点)。对于不同的焊接工艺方法 , 阴极区和阳极区的温度高低不同 , 见表 1-2-1。

表 1-2-1 各种焊接工艺方法的阴极区与阳极区温度比较

焊接工艺方法	温 度 比 较
一般手工电弧焊 钨极氩弧焊	阳极区温度高于阴极区温度
熔化极氩弧焊 二氧化碳气体保护焊 埋弧自动焊	阴极区温度高于阳极区温度

(2) 电弧电压

焊接电弧两端之间的电压降称为电弧电压 ,它是由阴极电压降、阳极电压降和弧柱电压降三部分组成的 ,如图 1-2-4 所示。由于阴极电压降和阳极电压降通常为固定数值 , 弧柱电压降通常与弧长成正比 , 所以电弧电压可以表示为 :

$$U_{\text{弧}} = U_{\text{阴}} + U_{\text{阳}} + U_{\text{柱}} = A + BL_{\text{柱}}$$

式中 : $U_{\text{弧}}$ —— 电弧电压 (V);

$U_{\text{阴}}$ —— 阴极电压 (V);

$U_{\text{阳}}$ —— 阳极电压 (V);

$U_{\text{柱}}$ —— 弧柱电压 (V);

A —— $U_{\text{阴}}$ 与 $U_{\text{阳}}$ 之和 (V);

B —— 单位长度的弧柱压降 (V/cm);

$L_{\text{柱}}$ —— 电弧长度 (cm)。

电弧长度越长 , 电弧电压越高 , 但电弧不能过长。手工电弧焊时 , 电弧长度通常为焊条直径的 0.5 ~ 1.0 倍。

(3) 电弧的静特性

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 ,

焊接电流与电弧电压变化的关系称为焊接电弧的静特性。表示这种关系的曲线称为焊接电弧的静特性曲线，如图 1-2-5 所示。当弧长增加时，电弧电压升高，其静特性曲线的位置也随之上升。

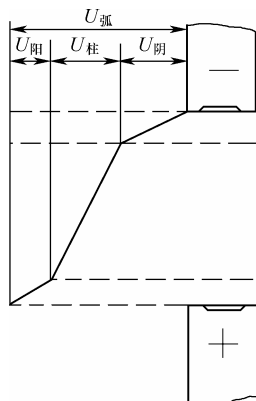


图 1-2-4 电弧各区域的电压分布示意图

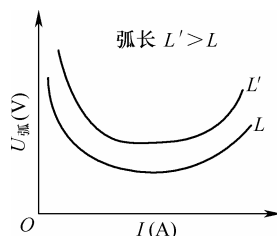


图 1-2-5 电弧的静特性曲线

从电弧静特性曲线可以看出，在电极材料、气体介质和弧长一定的情况下，当电流小于某个数值时，电弧电压随着焊接电流的增大而减小；当电流大于某数值时，电弧电压几乎与焊接电流的大小无关。

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：

手工电弧焊：电弧工作在下降段和水平段。

埋弧自动焊：在正常电流密度下焊接时，电弧工作在水平段；在大电流密度下焊接时，电弧工作在上升段。

钨极氩弧焊：采用小电流焊接时，电弧工作在下降段；采用大电流焊接时，电弧工作在水平段。

细丝熔化极气体保护焊：电弧工作在上升段。