



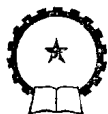
机械工业部成都电焊机研究所 主编

通用弧焊机的 使用与维修

机械工业出版社

通用弧焊机的 使用与维修

机械工业部成都电焊机研究所 主编



机械工业出版社

本书叙述了各种弧焊电源、通用的氩弧焊机、CO₂焊机和埋弧焊机的工作原理及结构特点，着重介绍了这些焊机的使用方法、日常维护知识和常见故障的检查及修理方法。本书主要供焊工和焊机维修人员阅读，也可供大、中专院校焊接专业的师生和工厂技术人员参考。

通用弧焊机的使用与维修

机械工业部成都电焊机研究所 主编

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 1/32·印张 10 5/8·字数 231 千字

1986 年 9 月北京第一版·1986 年 9 月北京第一次印刷

印数 0,001—4,900·定价 2.25 元

*

统一书号：15033·5699

前 言

近年来,焊接技术已成为现代工业生产中重要的加工技术,弧焊机亦成为工业生产中必不可少的加工设备。现在,我国估计拥有六、七十万台焊接设备。这些设备在长期使用过程中,难免会出现各种各样的故障。究其原因,有些可能是由于焊机设计不周,也有些是属于制造质量问题,但绝大部分是由于使用和维护不当造成的。本书试图以焊机的操作者和维修者为对象,用简明显浅的文字介绍各类应用最广泛的通用弧焊机的工作原理、结构特点,并着重介绍这些焊机的使用方法、日常维护和保养知识及常见故障的修理方法。希望本书能帮助工人正确使用和维护设备,减少故障的发生;即使一旦出现故障,亦能正确分析检查,自己动手修理。这样将可减少停机待修的时间,提高劳动生产率,延长焊机的使用寿命。本书对大中专院校焊接专业的师生及工厂技术人员也有一定的参考价值,可以作为现行教科书的一种辅助读物。

在本书的编写过程中,许多电焊机制造厂及使用厂提供了有关的原始资料;孙子建、吕祖沛、艾春华、赵璘、何方殿及刘魁元等同志分别对各章提出了不少宝贵的意见,在此一并致谢。

本书由机械工业部成都电焊机研究所和纺织工业部郑州纺织机械厂的同志合作编写。第一章由胡钧才编写;第二、三、四章由周孟龙、孙玉林编写;第五、六、七章由赵君可、孙玉林编写。全书由赵君可负责主编,胡钧才对各章进

AAK 21/06

IV

行了审阅。

由于编者水平有限，书中欠妥之处在所难免，欢迎读者提出批评意见。

1983年2月

目 录

绪论	1
第一章 焊接电弧及其对弧焊电源的要求	3
第一节 焊接电弧的结构和特性	3
一、焊接电弧的产生	3
二、焊接电弧的结构及压降分布	4
三、焊接电弧的静特性	5
四、焊接电弧的动特性	7
五、熔化极电弧与熔滴过渡	8
六、交流电弧与直流电弧	10
第二节 焊接电弧的稳定和对电源的要求	11
一、对电源静特性的要求	11
二、对电源动特性的要求	14
三、对电源空载电压的要求	15
四、对电源调节特性的要求	17
第二章 交流弧焊机	19
第一节 交流弧焊机的特点和分类	19
一、串联电抗器式	19
二、增强漏磁式	21
第二节 弧焊变压器的工作原理	22
一、陡降外特性的获得	22
二、典型弧焊变压器的结构及原理	23
第三节 交流弧焊机的安装及使用	27
一、交流弧焊机的安装	27
二、交流弧焊机的使用	38
第四节 交流弧焊机的维修	48
一、焊机的维护	48
二、焊机故障及其分析方法	48

三、焊机常见故障的产生原因及检修方法	50
四、检修实例	51
第五节 交流弧焊机的改装	63
一、提高空载电压的改装	63
二、一机改多机	66
三、增设焊接电流遥控装置	68
四、交流弧焊机的自动节电装置	69
五、提高交流弧焊机的功率因数	74
第三章 整流弧焊机	76
第一节 整流弧焊机的特点和分类	76
第二节 弧焊整流器的工作原理	77
一、动圈式弧焊整流器的工作原理	79
二、磁放大器式弧焊整流器的工作原理	80
三、抽头式弧焊整流器的工作原理	94
四、可控硅式弧焊整流器的工作原理	96
第三节 弧焊整流器的安装及使用	98
一、弧焊整流器的安装	98
二、弧焊整流器的使用	99
第四节 弧焊整流器的维修	102
一、弧焊整流器的常见故障	102
二、检修实例	104
第四章 旋转直流弧焊机	110
第一节 直流弧焊发电机的特点和分类	110
一、直流弧焊发电机的特点	110
二、直流弧焊电动发电机的分类和适用范围	111
第二节 直流弧焊发电机的工作原理	112
一、基本工作原理	112
二、裂极式 AX-320 型焊机	112
三、差复激式 AX1-500 型焊机	116

四、加复激式 AP-1000 型焊机	119
五、换向极式 AX3-300 型焊机	121
第三节 直流弧焊电动发电机的安装和使用	124
一、直流弧焊电动发电机的安装	124
二、直流弧焊电动发电机的使用	130
第四节 直流弧焊电动发电机的维修	134
一、直流弧焊电动发电机的维护保养	134
二、直流弧焊电动发电机的故障与检修	138
三、检修实例	143
第五节 直流弧焊发电机的实用改装经验	149
一、改变外特性曲线形状	149
二、焊机串联运行方法	150
三、焊机并联运行方法	150
四、直流弧焊电动发电机的电流遥控	152
第五章 手工钨极氩弧焊机	153
第一节 手工钨极氩弧焊机的构成特点和分类	153
一、手工 TIG 焊机的构成和分类	153
二、TIG 焊的特点	154
第二节 TIG 焊电源及其使用	155
一、TIG 焊电源的选择	155
二、直流 TIG 焊电源	157
三、交流 TIG 焊电源	160
四、交直流两用电源	164
第三节 手工 TIG 焊机控制线路的原理及维修	165
一、手工 TIG 焊机控制线路的基本原理	165
二、NSA-500 型手工交流 TIG 焊机的控制电路及其维修	178
三、NSA4-300 型手工直流 TIG 焊机的控制电路及其 维修	189
第四节 焊炬的构造、使用及维修	201

一、焊炬的构造及分类	201
二、焊炬的使用与保养	202
第五节 TIG焊机水、气路系统的构成和维修	206
一、TIG焊机水、气路系统的构成	206
二、水、气路的使用与保养	211
三、水、气路系统的故障及检修	212
第六节 手工 TIG 焊机的安装	213
一、安装前的检查与准备	213
二、焊机的安装	214
三、安装后的检查及调试	215
第六章 半自动弧焊机	217
第一节 半自动弧焊机的特点、构成和分类	217
第二节 焊丝送给方式和对电源特性的要求	218
一、电弧自身调节过程	219
二、电弧自身调节对电源的要求	220
三、电弧自身调节系统的静特性	221
第三节 半自动焊电源及其使用与维修	221
一、半自动焊对焊接电源的要求	221
二、半自动焊电源的故障及维修	223
第四节 半自动弧焊机控制电路的原理及维修	225
一、控制电路的组成	225
二、可控硅调速电路的工作原理	226
三、典型调速电路	228
四、调速控制电路的常见故障及维修	234
五、典型的半自动焊机控制电路	242
第五节 送丝机构的使用与维修	244
一、送丝机构的分类和构成	244
二、送丝机构的选择和使用	247
三、送丝机构的维护保养	248

四、送丝软管的自制方法	249
第六节 半自动焊焊枪的使用与维修	251
一、半自动焊焊枪的构造和分类	251
二、半自动焊焊枪的使用、保养与维修	255
第七章 自动弧焊机	259
第一节 自动弧焊机的特点、构成和分类	259
第二节 自动弧焊机控制电路的原理和维修	260
一、自动弧焊机控制电路的工作原理	260
二、MZ-1000 型埋弧自动焊机的原理及维修	267
三、NZA2-300 型自动 TIG 焊机的原理及维修	279
第三节 自动弧焊机的安装及使用	296
一、自动弧焊机的安装	296
二、自动弧焊机的使用及改装	297
第四节 焊缝自动跟踪装置简介	302
一、电磁跟踪	303
二、光电跟踪	303
三、激光跟踪	304
四、射流跟踪	305
五、电视跟踪	306
附录一 电焊机型号编制方法 (JB1475-80) (摘录)	307
附录二 部分通用弧焊机的新旧型号对照	311
附录三 常用通用弧焊机主要技术数据	312
附录四 国内各电焊机厂生产的通用弧焊机一览表	322
主要参考文献	329

绪 论

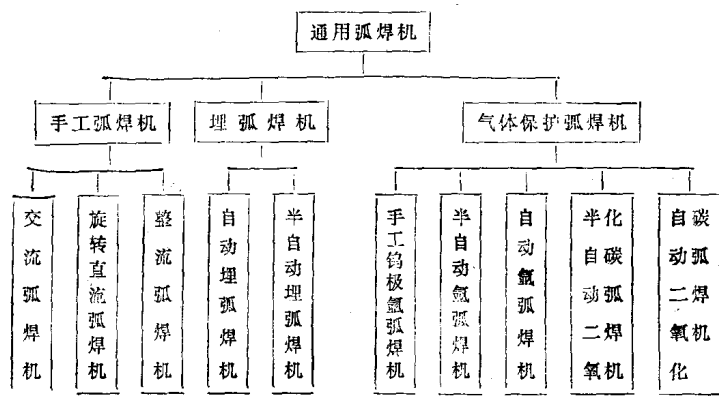
所谓通用弧焊机,是指量大面广的手工弧焊机和通用的自动、半自动弧焊机,包括交流弧焊机、旋转直流弧焊机、整流弧焊机、手工钨极氩弧焊机、自动和半自动二氧化碳弧焊机、惰性气体保护弧焊机及埋弧焊机等,其分类见表1。

自1882年发明碳弧焊以来,焊接方法已达40余种,其中有十几种已获得广泛的应用。各种焊接设备也相继出现:20世纪初,手工弧焊机问世;四十年代,各种自动、半自动埋弧焊机、惰性气体保护弧焊机获得应用;到五十年代,各种 CO_2 气体保护弧焊机又得到很快的发展,并日趋完善。近年来,在焊接设备中逐步采用半导体元件及程控、数控、脉冲等先进技术,除提高了设备性能外,还促进了设备的小型化、机械化和自动化。

电弧焊在焊接生产中一直占主导地位,而通用弧焊机在电焊机生产中所占比重也最大。尤其是手工弧焊电源,无论就其产量或拥有量来说,均占电弧焊机乃至全部焊接设备的大部分,在各国电焊机年产量中,均占总台数的80%左右。

解放前,我国焊接技术相当落后,没有电焊机制造业,用于修补工作的手工弧焊机也全靠进口。解放后,焊接技术在工业中得到广泛应用,电焊机制造业也相应地迅速发展。从开始仿制到自行设计,目前已能生产各类焊接设备达二百多种。不仅基本品种可以完全立足国内,而且还能设计制造多种大型、专用焊接设备,产量也不断扩大。国产焊接设备

表 1 通用弧焊机的分类



已遍及全国各地和各个部门，包括造船、航空、冶金、交通、化工、石油、机械制造、农业机械、轻工机械等各工业部门。尤其是量大面广的手工弧焊机和通用的自动、半自动弧焊机，应用更为普遍，且数量日益增加。从事此类通用弧焊机操作的焊工，全国约有数十万人。

为便于正确安装、使用和维修这些通用弧焊机，充分发挥它们的能力，更好地为“四化”服务，特编写本书。

第一章 焊接电弧及其对 弧焊电源的要求

第一节 焊接电弧的结构和特性

一、焊接电弧的产生

焊接电弧是接在电源上的两个电极（焊条或焊丝为一极，工件为另一极）之间产生的气体介质的强烈放电现象。

一般是采用接触引弧法产生焊接电弧。当两个电极接触而发生短路时，由于电极表面不可能绝对光洁，相接触的只是个别的突出点，而流过这些突出点的又是比工作电流大得多的短路电流。所以，这些接触点的电流密度非常大，于是产生大量的电阻热，使温度升高，阴极表面的电子能够逸出而引起热反射；同时也产生金属的熔化及蒸发，引起相当强烈的热游离。接着，将电极拉开。在初拉开瞬间，接触已不存在，而电弧尚未产生，对电弧供电的电源处于空载状态。若电源能提供较高的空载电压，则在此空载电压作用下，电极刚被拉开很短距离（例如 $10^{-6} \sim 10^{-7}$ 厘米）时，在电极间即建立起相当大的电场强度。在当时的温度下，由于强电场的吸引使阴极表面电子逸出而产生自发射。若在二电极间能保持一定的电压（对于弧焊来说约为 25 伏），不断地供给能量，那么，这些由于热发射和自发射释放出来的电子，就能在电极间电场的作用下高速运动，并猛烈撞击气体介质中的其它中性原子而引起电离，同时产生光和热，在热与光的作用下又产生热电离和光电离。于是，电离程度迅速增加，即形成

稳定的电弧放电。这一过程总称为打火或引弧。

焊接电弧放电的气体介质，主要是电极金属及焊剂和药皮的蒸气，或是某种保护气体。在弧柱中，温度一般可达 5000~8000 K。

二、焊接电弧的结构及压降分布

如上所述，电离产生的电子-离子流(即电弧等离子体)，处于由电弧电压所建立的电场之中，故以很高的速度运动。从阴极逸出的带负电的电子射向阳极，并将自己的能量(运动动能和逸出功)传给阳极，形成炽热的阳极斑点。其温度取决于阳极材料，并以此材料的沸点为限。对钢阳极来说，约等于 2700~3000 K。

弧柱中带正电的离子跑向阴极，撞击阴极并形成阴极斑点。此阴极斑点的温度接近于阴极材料的沸点。对于钢电极，可达到与阳极斑点同样的温度(在某些条件下，阳极斑点温度略高一些)。这样，在阳极斑点与阴极斑点之间的弧柱中，充满了以相反方向运动的电荷质点。它们所载的电荷数量每时每刻都一样，因此，弧柱似乎呈电中性，或称准中性。

这样，焊接电弧从阳极到阴极，可看成是由三个不同的区域构成(见图 1-1)，即阴极区、弧柱区、阳极区。每一个区都有其特点：阴极区长度为 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 厘米，压降比较大，约为 10~20 伏；阳极区长 $10^{-3} \sim 10^{-4}$ 厘米，压降比较小，约 2~3 伏；弧柱区长度则取决于焊接规范，处于 2~5 毫米范围内，压降约为 15~30 伏。

总的电弧电压则等于每个区的压降之和，即

$$\begin{aligned} U_{\text{弧}} &= U_{\text{阳}} + U_{\text{阴}} + U_{\text{柱}} \\ &= U_{\text{阳}} + U_{\text{阴}} + EL_{\text{柱}} \end{aligned}$$

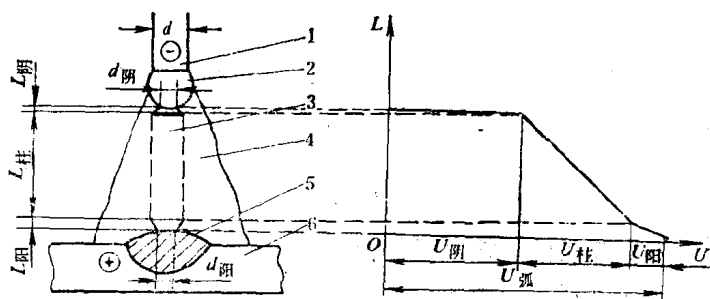


图1-1 电弧结构及压降分布图

1—电极 2—熔滴 3—弧柱 4—弧焰 5—熔池 6—焊件 $L_{阴}$ —阴极区长度 $L_{柱}$ —弧柱长度 $L_{阳}$ —阳极区长度 d —焊丝直径 $d_{阴}$ —阴极斑点直径 $d_{阳}$ —阳极斑点直径 $U_{弧}$ —电弧电压 $U_{阴}$ —阴极压降 $U_{柱}$ —弧柱压降 $U_{阳}$ —阳极压降

式中 E 为弧柱中的电场强度，等于 $10 \sim 50$ 伏/厘米。

电弧燃烧的稳定性和弧柱的温度，均与弧柱中气体的成分及其电离势的大小有关。气体原子的电离势越低，则电弧越稳定。因此，总希望在焊接电弧区加入电离势低的物质（例如钾之类）。这类物质往往是加到焊条涂料中。在电弧区，这种电离势低的物质只要占焊接材料气体总量的 $5 \sim 10\%$ ，就足以降低使原子电离所需要的能量，减小电弧电压，从而提高电弧燃烧的稳定性。

弧柱温度既与所用焊接材料的原子电离势有关，也与电极直径有关。减小电极直径时，弧柱直径减小，气体电离度增大，温度也将升高。弧柱温度一般约 $5000 \sim 8000$ K。

三、焊接电弧的静特性

对于任意长度的焊接电弧，当流过它的电流为一稳定值时，电弧电流与电弧电压之间的关系，称作焊接电弧的静特性（对于交流电弧，电弧电流与电弧电压均用有效值表示）。

如上所述, 电弧电压包括阳极、阴极和弧柱上的压降。阳极压降和阴极压降对某一定的焊接材料成分将保持一定, 而弧柱上的压降 $U_{\text{柱}}$ 与弧柱长度 $L_{\text{柱}}$ 及电弧电流 $I_{\text{弧}}$ 成正比, 与弧柱截面积 $S_{\text{柱}}$ 及电导率 $\gamma_{\text{柱}}$ 成反比, 即

$$U_{\text{柱}} = I_{\text{弧}} \frac{L_{\text{柱}}}{S_{\text{柱}} \gamma_{\text{柱}}}.$$

不同弧长的焊接电弧静特性如图 1-2 所示。由图可见, 电弧电压将随弧长增大而增大。因此, 在电源电压一定的情况下, 过分增大弧长, 可能导致断弧。

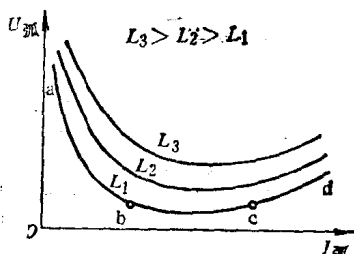


图 1-2 焊接电弧静特性示意图

在弧长一定时, 电弧静特性曲线呈 U 形。在 a b 段, 电弧电流较小(如手工焊约在 100 安以下, 埋弧自动焊约在 400 安以下)。随着电流 $I_{\text{弧}}$ 增大, 弧柱中心附近的质点迅速电离, 因而弧柱变粗(即 $S_{\text{柱}}$ 增大), 而且扩大较快; 同时, 弧柱中的温度和电离程度均增加, 即 $\gamma_{\text{柱}}$ 增大。按上面的公式, 弧柱压降 $U_{\text{柱}}$ 减小, 这一段曲线呈下降形状。

由图可见, 电流越小时电压越高, 因此, 在引弧时, 电流很小, 电压很高, 要求弧焊电源提供较高的电压, 一般要比正常电弧电压高 0.5~1 倍左右。

在 bc 段, 电弧电流中等大小(如手工焊大约 100~150 安, 埋弧自动焊在 400~800 安之间)。随着 $I_{\text{弧}}$ 增加, 弧柱截面成比例地增加, 而弧柱中的质点原已充分电离, 因而 $\gamma_{\text{柱}}$ 不再增加, 所以 $U_{\text{柱}}$ 基本保持不变, 这一段曲线基本上呈水平形状。

在 cd 段, 电流密度很大(如大电流密度的埋弧焊, 160 安以上的气体保护焊等)。随着 $I_{\text{弧}}$ 增加, $\gamma_{\text{柱}}$ 仍基本保持不变, $S_{\text{柱}}$ 也不能再扩大, 所以 $U_{\text{柱}}$ 随 $I_{\text{弧}}$ 的增加而增加, 这一段曲线呈上升形状。

在实际生产中, ab 段静特性因电流小、电弧不稳, 故很少应用。应用最广的是 bc 段静特性。只有在气体保护电弧焊、水下电弧焊及利用压缩电弧(等离子弧)的焊接与切割时, 才用到上升的电弧静特性。

四、焊接电弧的动特性

对于任一长度的焊接电弧, 若电弧电流以很快的速度变化, 则在其连续变化过程中, 该电弧电流与电弧电压的瞬时值之间的关系, 称为焊接电弧的动特性。

如图 1-3 所示, ad 实线为对应于某一弧长时的电弧静特性曲线。若电流由 I_a 以很快的速度连续增

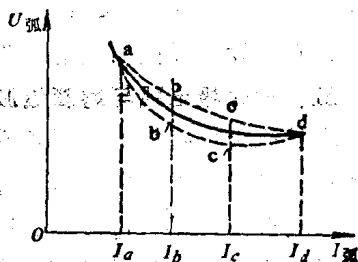


图 1-3 焊接电弧动特性示意图

大到 I_d 时, 则随着电流增大, 电弧空间的温度也提高。但由于热惯性的关系, 温度升高总比电流增加要慢一些, 所以电弧空间的温度此时尚未能达到稳定状态下相应 I_d 的温度。由于电弧空间温度低, 弧柱导电性低, 因而维持电弧燃烧的电压将提高到 b 点。同理, 对应 I_c 的电弧电压将提高到 c 点。

所以, 在电弧电流迅速连续增加的过程中, 对应每一瞬时电弧电流的电弧电压, 不在 ad 实线上, 而是在 $abcd$ 虚线上。也就是说, 在电流增加的过程中, 动特性曲线上的电弧电压, 比静特性曲线上的电弧电压值高。