

# 焊接电流 遥控技术

梁文广 邵成吉 编著

科学出版社



# 焊接电流遥控技术

梁文广 邵成吉 编著

科学出版社

1987

## 内 容 简 介

焊接电流遥控调节,是近几年来才发展起来的手弧焊机的新技术之一。它具有保证焊接质量、提高焊接生产率和节能等一系列优点,深受从事在高空、远距离场合的焊接工人欢迎。

本书较广泛地收集了国内外各种类型的遥控焊机和焊接电流遥控装置资料,系统地阐述了焊机电流遥控装置的结构、电路原理、技术性能和使用方法,并介绍了一些焊接电流遥控装置的电路元件的参数。

本书通俗易懂、深入浅出、理论联系实际,可供具有中等文化程度  
的焊接工人或焊接车间的维修电工、电焊机厂的生产工人等阅读,也可供焊接工程技术人员和高等院校、中等专业学校焊接专业的师生参考。

## 焊接电流遥控技术

梁文广 邵成吉 编著

责任编辑 陈德义

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

北京景山学校印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1987年8月第一版 开本: 787×1092 1/32

1987年8月第一次印刷 印张: 6<sup>5</sup>/<sub>8</sub>

印数: 0001—4,500 字数: 150,000

统一书号: 15031·836

本社书号: 5060·15-10

定 价: 1.30 元

## 前 言

手工电弧焊接,随着焊接钢结构的发展越来越重要了。在管道工程和大型钢结构的制造中,焊工的施焊工位与焊机的距离越来越远。由于焊接质量和劳动生产率日益提高的要求,焊接电流的远距离调节问题就成为在这些工程上施焊的焊工所迫切要求解决的问题了。国外,七十年代开始大量使用带有远距离调节焊接电流的焊机。

本书就是专门论述手工电弧焊机的焊接电流远距离调节的著作。它是作者在研制我国的手工电弧焊机电流遥控装置的过程中,广泛地收集到了近十年来国内外有关这个专题的论文、专利文献和产品样本资料,并在这个基础上编写而成的。所以,本书既反映了当前国内外焊机焊接电流遥控技术的最新技术成果,又系统地介绍了焊接电流远距离调节的历史资料,而且是一本具有指导实际应用价值的著作。本书第五章由邵成吉、梁文广编著,其余各章均为梁文广编著。

在本书的资料收集和编写过程中,曾受到机械工业部科技情报研究所詹振民高级工程师,山海关造船厂技工学校岳大正老师,上海发电设备成套研究所薛世俊、许洪海同志,沈阳水泵厂孙宝库同志,成都电焊机研究所刘和军同志,北京电梯厂夏洪广同志,北京工业管理专科学校杨文忠同志,沈阳工业大学刘茵、井绪贵、肖娟老师等大力帮助,沈阳工业大学边广涛老师为本书绘制了部分插图,对以上诸位,在此一并致谢。

沈阳工业大学 梁文广 邵成吉

1985年5月

# 目 录

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| <b>第一章 绪论</b> .....              | 1   |
| § 1.1 概述 .....                   | 1   |
| § 1.2 焊接电流遥控技术在生产中的意义 .....      | 3   |
| § 1.3 焊接电流遥控技术的发展概况 .....        | 10  |
| <b>第二章 焊接电流遥控技术的基本原理</b> .....   | 21  |
| § 2.1 手弧焊机电流调节原理和方式 .....        | 21  |
| § 2.2 焊接电流遥控技术的基本原理 .....        | 46  |
| § 2.3 遥控焊机的分类 .....              | 73  |
| <b>第三章 有线式焊接电流遥控装置</b> .....     | 75  |
| § 3.1 有线开关式焊接电流遥控装置 .....        | 76  |
| § 3.2 有线电位器式焊接电流遥控装置 .....       | 78  |
| <b>第四章 调节棒整流式遥控焊机</b> .....      | 82  |
| § 4.1 概述 .....                   | 82  |
| § 4.2 调节棒整流式遥控焊机的构成 .....        | 86  |
| § 4.3 调节棒整流式遥控焊机的遥控工作原理 .....    | 88  |
| § 4.4 调节棒整流式遥控焊机的典型电路 .....      | 93  |
| § 4.5 调节棒整流式遥控技术在直流焊机上的应用 .....  | 106 |
| <b>第五章 载频式焊接电流遥控调节器</b> .....    | 111 |
| § 5.1 概述 .....                   | 111 |
| § 5.2 载频式焊接电流遥控系统调节信号的频率选择 ..... | 115 |
| § 5.3 载频式焊接电流遥控调节器的工作原理 .....    | 120 |
| § 5.4 载频式焊接电流遥控调节器的调试 .....      | 145 |
| § 5.5 载频式焊接电流遥控调节器的技术性能 .....    | 152 |
| <b>第六章 其它类型焊接电流遥控装置</b> .....    | 156 |
| § 6.1 正弦波比较式交流遥控焊机 .....         | 156 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| § 6.2 脉冲数字记数式交流遥控焊机 .....    | 158 |
| <b>第七章 多功能焊接电流遥控装置</b> ..... | 178 |
| § 7.1 带空载节电性能的遥控焊机 .....     | 178 |
| § 7.2 具有其它性能的焊接电流遥控装置 .....  | 190 |
| <b>参考文献</b> .....            | 201 |
| <b>索引</b> .....              | 203 |

# 第一章 绪 论

## § 1.1 概 述

### 一、遥控焊机的诞生

第二次大战后,随着工业的开发,大型金属结构的制造,由于冶金、钢铁和焊接技术的进步而得到突飞猛进的发展。以造船为例,当今世界上,能制造十万吨级的轮船的国家已不在少数。在这样的数百米长、数十米高的庞大船体结构上进行焊接的焊工,每当焊接电流需要调节时,焊工就得返回到焊机停放处,上下爬几百米的路程,以便调节一下焊机的调节器。有时,还得往返多次,才能调节合适,焊工感到很不方便、很费时间、影响生产。所以,在船厂工作的焊工和工程技术人员,很早就研究焊接电流的遥控技术。

建筑业也是在战后得到蓬勃发展的一个行业。几十层、上百米的高楼,在大城市比比皆是。高层建筑少不了金属钢结构,也就是绝对少不了焊接工作。那么,工作在高层上的焊工,需要调节焊接电流时,也同样迫切希望能有一种远距离调节焊接电流的焊机装置。

工业的发展,带动了能源的发展,能源的发展又推动工业更大的发展。制造和安装石油、天然气的输送及储备设备的焊工们,也同样迫切地需要“遥控焊机”。

显而易见,手弧焊机的焊接电流遥控技术,首先是在对接电流遥控技术要求最迫切最急需的行业和工厂里开始研究和应用的。起初是简易的、不完善的,逐渐有所发展。从六十

年代末期出现遥控焊机产品起,到目前为止,已经发展了几种遥控方式,日趋完善,并已开始商品化、系列化。其应用的范围愈来愈广泛,愈来愈普及。

遥控焊机在有的国家已发展成为系列化商品。焊机的“遥控装置”,作为焊机的附属配件机具,也已系列化和商品化了。

## 二、焊接电流遥控的概念

“遥控焊机”和“焊接电流遥控技术”是最近几年,在焊接专业里才出现的新概念。那么,这些新概念到底具有什么含义呢?

“焊接电流遥控”是指,焊接操作者在远离焊机的焊接工位上,对焊机进行焊接电流的调节过程。简而言之,就是焊工对焊机的输出电流进行远距离调节。因此,焊接电流遥控,也可以叫作“焊接电流远调”,而且叫“远调”或“遥调”比叫“遥控”似乎更确且一些。不过,当前人们已经习惯把这种电流调节过程叫“遥控”,因此本书就沿循习惯,把它定义为“焊接电流遥控”。

“焊接电流遥控装置”是指,由机械、电子和电器元件构成的、具有焊接电流遥控性能的综合器械。该器械被称为“焊接电流遥控装置”。

显然,装有焊接电流遥控装置的、能够进行焊接电流遥控操作的焊机,叫作“遥控焊机”。因此,遥控焊机除了具有焊接电流遥控性能以外,其余一切性能应与普通焊机完全一样。由此可见,遥控焊机的遥控性能,是焊机的一种辅助性能。普通焊机加装上焊接电流遥控装置,就成为遥控焊机。

焊机(指手弧焊机)的种类很多,一般有交流、直流、硅整流和可控硅等焊机。所以,遥控焊机也可以有上述种类的区域

别。

在这里要提醒读者,不要将“遥控焊机”与“焊机遥控”的概念弄混淆,二者不是一回事。前者指的是一种焊机,是指具有焊接电流可以“遥调”性能的焊机。后者是指对焊机进行遥控,在这里的遥控,就不单单是指焊接电流可以遥控,也可以包括对焊机的其它性能进行遥控,如本书后面将提到的“遥控起动”和“焊机空载自动拉闸”等性能就属于这种遥控。当然,还可以包含其它遥控内容。总之,遥控焊机是专用术语,焊机遥控是对焊机遥控性能的泛指概念。

说到这里,对于“焊接电流遥控技术”的概念就可以清楚了。所谓焊接电流遥控技术,它是一个综合技术概念,即:实用的遥控装置原理及实体,已掌握遥控装置(或焊机)的性能和使用方法的焊工;使用遥控焊机,对焊机进行焊接电流远距离调节的过程。这个综合过程就是焊接电流遥控技术。

## § 1.2 焊接电流遥控技术在生产中的意义

焊接过程中,焊工需要随时进行焊接电流的调节。为什么焊前已经调整好了的电流,焊接时还要经常调节呢?原来,焊接电流是手工电弧焊最基本最重要的一个规范参数,而且,焊接过程中,保持焊接电流这个规范参数的稳定,对于焊缝的形成(焊接冶金和结晶)、焊接的熔深、焊缝的强度、焊接缺陷、焊缝的外型美观,以及焊接生产率、材料消耗、耗用电能及焊接成本等均有决定性的意义。

手弧焊时,焊接电流受各种因素的影响,会随时发生变化,即改变原定的焊接电流值、产生电流误差。所以,电焊工必须随时判断电流误差(电流变化量)和影响因素,而即时采

取措施——调节焊接电流,消除或减小电流误差,保证焊接质量。

## 一、焊接电流需要调节的决定因素

### 1. 焊接条件变化要求调节焊接电流

这里所指的焊接条件,范围很宽,包括焊接金属结构条件、焊接材料条件及焊接场地的自然条件等,这些条件的改变,要求焊接电流应有差别。

一般来说,被焊件的金属厚度不同,为了保证一定熔深,得到合乎要求的焊缝,要求使用的焊接电流就不同。工件愈厚,要求的熔深愈大,则焊接电流就应相应增大。

相同的工件金属厚度,焊缝处于不同的空间位置上,虽然使用同一牌号、相同直径的焊条,所选用的焊接电流也应不同。如以平焊电流为准的话,经验指出,立焊时电流应小10—15%,而仰焊时电流还应再小5%,这是由于不同的空间位置,焊接熔滴过渡受力情况有所改变的缘故。

一个金属结构是由若干材质、形状、规格不同或相同的板材(或者型材)和由不同的空间位置的焊缝所构成。

焊件厚度较大时,为了保证焊透,焊缝就要开坡口,采取多层焊。有经验的焊工焊接多层焊缝时,第一层为了熔透和防止烧穿,要选用直径较细一级的焊条,使用较小的电流。焊第二层时,使用直径粗一级的焊条,要用较大一些的电流,以便熔掉第一层焊接时可能出现的缺陷和提高焊接速度。当焊最后一层时,焊接电流应再适当小一些,以利于形成美观的外型。

经验指出,有的工件在刚开始焊接时,工件温度较低,而在施焊一段时间以后,工件温度上升了。两者温差较大,为了使焊缝均匀,往往在刚开始焊接时,使用的电流要稍大一些,

待工件温度上升后,再适当将电流调小,这种情况,尤其在冬季比较明显。

以上这些情况,以及类似在焊接过程中发生需要改变焊接电流的条件时,均需随时调节焊接电流,以便获得质量均匀的优质焊缝。

## 2. 电源条件变化要求调节焊接电流

由于各用电单位的工作制度和电力调配的限制,每天在电网的高峰和低峰负荷时间里,电网电压波动较大。电网电压的波动,要影响到焊机空载电压的变化,从而将使焊接电流发生改变,产生偏离电流预调值的偏差,使用这种不稳定的焊接电流焊接,将影响焊缝质量和焊接效率。

交流焊机、硅整流焊机的空载电压,与电网电压的变化成正比。直流焊机,虽然它的三相异步电动机由电网供电,但由于三相电动机的转速对电网电压波动不敏感,所以直流焊机的空载电压受电网电压的波动影响不大。各类焊机的空载电压、额定焊接电流,在电网电压波动 $\pm 10\%$ 时的变化,见表1-1。

如表1-1所示,除直流焊机之外,其它焊机在电网电压发生波动时,其空载电压都要发生变化(有电网电压波动补偿装置的焊机除外),则必然将使焊接电流发生改变。

焊接时,引起焊机电流变化,有时还发生另外一种情况,也是值得重视的。就是焊机在满负荷情况下,在刚投入使用的一段时间内(焊机处于冷态),和焊机工作几小时以后(焊机处于热态),在相同的输出条件,其焊接电流值并不相同——热态时的焊机输出电流要比冷态时小一些。这是因为焊机的内阻受热而增大所致。这种情况,常见于老旧的焊机中。焊机的标准JB2414-79规定,焊机的冷热态电流差不应超过冷态电

表 1-1 电网电压波动对焊机电流、电压的影响

| 数 值<br>项 目         | 焊机型号    | 交 流 焊 机                |                      | 直 流 焊 机 |                      | 硅整流焊机   |
|--------------------|---------|------------------------|----------------------|---------|----------------------|---------|
|                    |         | BX <sub>2</sub> -500-1 | BX <sub>3</sub> -500 | AX-320  | AX <sub>8</sub> -500 | ZXG-160 |
| 额 定 值              | 初级电压(伏) | 380                    | 380                  | 380     | 380                  | 380     |
|                    | 空载电压(伏) | 81                     | 79                   | 75      | 85                   | 67      |
|                    | 实验电流(安) | 321                    | 300                  | 320     | 390                  | 168     |
| 电 网<br>波 动<br>+5%  | 初级电压(伏) | 399                    | 399                  | 399     | 399                  | 399     |
|                    | 空载电压(伏) | 84.5                   | 82                   | 74      | 87                   | 70      |
|                    | 实验电流(安) | 336                    | 315                  | 320     | 393                  | 177     |
| 电 网<br>波 动<br>+10% | 初级电压(伏) | 418                    | 418                  | 418     | 418                  | 418     |
|                    | 空载电压(伏) | 88.5                   | 86                   | 73      | 89                   | 73      |
|                    | 实验电流(安) | 351                    | 330                  | 320     | 399                  | 189     |
| 电 网<br>波 动<br>-5%  | 初级电压(伏) | 361                    | 361                  | 361     | 361                  | 361     |
|                    | 空载电压(伏) | 77                     | 75                   | 73      | 84                   | 63.5    |
|                    | 实验电流(安) | 303                    | 277.5                | 320     | 375                  | 159     |
| 电 网<br>波 动<br>-10% | 初级电压(伏) | 342                    | 342                  | 342     | 342                  | 342     |
|                    | 空载电压(伏) | 73                     | 71                   | 73      | 82                   | 60      |
|                    | 实验电流(安) | 285                    | 267                  | 320     | 363                  | 150     |

流的 $\pm 10\%$ 。可见,一些老焊机的冷态电流差,超过标准规定时,将会使焊接规范受到明显影响,要设法消除。

## 二、焊接电流偏离规范值时的影响

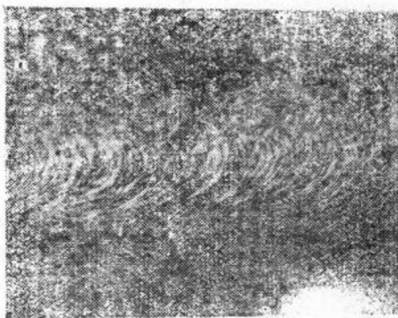
使用偏离焊接规范所规定的焊接电流施焊时,将产生一系列的影响和危害,可从下述两个方面来看。

### 1. 焊接电流过大

焊接生产过程中,对焊工施焊时应用的焊接电流,技术文件(焊接工艺规程)都有明确规定,焊工应严格执行。

焊接工艺规程,将焊接电流规定在一个适当的范围内。焊工施焊时,焊接电流超过焊接规范所规定的电流数值的上限时,为焊接电流过大。

产生焊接电流过大的原因很多。电网供电,从高峰转为



(a) 平焊 (无咬肉缺陷)  
钢板厚10毫米;焊条牌号结422  
焊条直径4毫米;焊接电流170安



(b) 立焊(有咬肉缺陷)  
钢板厚10毫米;焊条牌号结422  
焊条直径4毫米;焊接电流170安



(c) 横焊(有咬肉缺陷)  
钢板厚10毫米;焊条牌号结422  
焊条直径4毫米;焊接电流170安

图 1-1 焊接位置变化对焊接质量的影响

平峰,或从平峰转为低峰,会使电网电压升高,从而使合乎焊接规范的电流变大。

不同的焊接位置,需用不同的焊接电流。焊接时,焊接位置发生了改变(从平焊变为立焊或横焊、仰焊),也可使合适的焊接电流变为不合适。如图1-1,这是使用同样牌号厚度的钢板、同样牌号直径的焊条、同一台焊机、同样大小的电流和极性,由同一个焊工施焊的结果。可见,平焊合适的电流,在进行立焊和横焊时,焊缝出现较深的咬边,显然是电流过大所致。

使用的焊条牌号、规格(直径)有改变时,焊接电流也会过大,等等。

焊接电流过大、偏大时,应及时调整,不然会产生下述不良影响:

(1) 焊缝熔深加大,甚至烧穿。

(2) 焊缝过热。这对于焊接热敏感性大、要求限定焊接入热量的钢材是不允许的。

(3) 焊缝容易产生咬肉现象。

(4) 焊缝成型不好。焊缝形状不好,不但外型不美观,还易引起应力分布不均。

(5) 焊条过热;焊条药皮脱落。

(6) 焊接飞溅增大。

(7) 焊条消耗增大。

(8) 电能消耗增大。

上述(1)~(5)是对焊缝方面的影响,这将影响焊缝的强度和焊接质量。(6)~(8)将影响焊接的经济效益。

## 2. 焊接电流过小

施焊的焊接电流,低于焊接规范规定的电流下限时,为焊

接电流过小。

产生焊接电流过小的原因也是多方面的,诸如电网波动(从低峰供电转为平峰或高峰)、焊接条件变化(从立焊变为平焊,从薄板变为厚板,细焊条换成粗焊条等),皆可产生焊接电流变小。

发现焊接电流过小,应及时调整。不然,继续施焊,则会产生如下影响:

- (1) 焊缝熔深变小。
- (2) 焊缝易产生未焊透,或根部未熔合。
- (3) 焊缝外形成型不好。
- (4) 焊接速度减慢、效率下降。

以上,前三条将影响焊接质量,第四条将影响经济效益。

### 三、远距离焊接使用遥控焊机的优越性

#### 1. 保证焊接质量

当焊工发现焊接电流偏离规范标准时,使用遥控焊机的调节器,在原地可以迅速而方便地调节焊接电流,消除焊接电流的偏差,可以保证焊接电流规范,从而也可以保证焊接质量。

另外,一般交流焊机,由于电流调节机构的动铁芯(或动线圈)的电磁震动,使焊接电流不稳。交流遥控焊机的电流调节机构,由于蜗轮减速器的自锁作用,使动铁芯(或动线圈)锁紧而无法震动,所以焊接电流稳定,这对保证焊接质量大有好处。

#### 2. 提高劳动生产率

远距离焊接的焊工,当焊接电流偏差过大,非调不可时,往往因往返路程而影响焊接生产率,使用遥控焊机,可以省

去往返路程时间,明显地提高焊接劳动生产率。

### 3. 节省电能和焊接材料

使用遥控焊机,可以随时调节焊接电流,使之符合焊接规范的规定值,能够直接节省因电流过大的部分所多耗用的电能和多浪费的焊条,同时也能够间接节省因电流过小,产生未焊透、未熔合和夹渣等缺陷返修时所造成的能源、材料及工时的浪费。

### 4. 减轻工人劳动强度

没有遥控焊机,工人调节焊接电流,不论多远都必须返回到焊机前面进行。有时工人甚至要从很高的大型钢结构上爬上爬下去调电流,增加了劳动强度,同时又增加了发生事故的不安全因素。采用遥控焊机,这些问题就没有了或者大大减小了。

### 5. 改善劳动环境

遥控焊机可以集中存放在焊接车间外的焊机房里,集中放置,集中管理。这样既减轻了车间的噪音污染,改善劳动环境,又使车间便于组织文明生产。这一点对旋转式直流焊机特别适宜。所以,单为解决直流焊机的车间噪音污染,使用遥控焊机也是值得提倡的。

## § 1.3 焊接电流遥控技术的发展概况

### 一、历史概况

一个至今还在使用的简易而古老的焊接电流远距离调节方法是:施焊的焊工在远处(或高处),用手势和呼号,表达焊

接电流的调节要求,而由在焊机旁的助手,执行电流调节任务,见图1-2<sup>[3]</sup>。

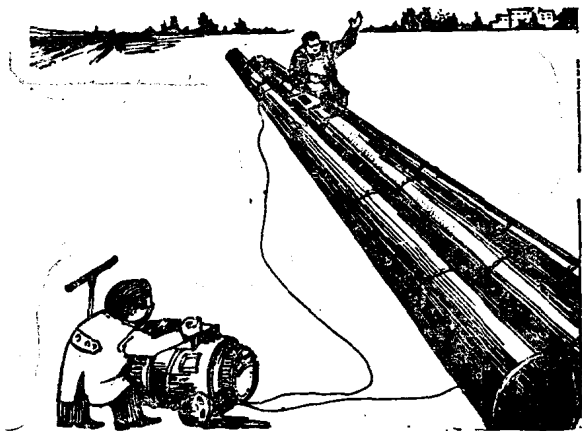


图 1-2 焊工示以手势,辅助工人调节焊接电流

这个方法说来极其简单,它是以声波和光波传播调节信号,由辅助工人执行调节动作。这种焊接电流的遥控方式,起源于何时何地,已无从查起,也没有必要。大概当时凡焊接工作在高处或远处进行而又急需调节电流时,工人们自发地想出这种方法并用于实践中。

在大型的容器内部焊接,不利于以光波传递调节信号时,工人们又创造出以金属的锤击声表示电流的调节信息,辅助工人听到声音后,按要求进行电流调节(见图1-3)。这种方法只适合一、两个焊工在一起工作使用,因为焊工多了、锤击金属声会发生混淆,辅助工人分辨不清。

一个电焊工配备一个专管调节电流的辅助工人是不经济的。可以由一个辅助工人集中管理一个生产班组的小焊机群的电流调节工作,只要将现代通讯工具微型对讲机用上就行了,见图1-4。这种焊机集中管理方法,甚至还可以包括焊机