

电焊机的发展方向与使用维护

刘顺田

(大连化工股份有限公司)

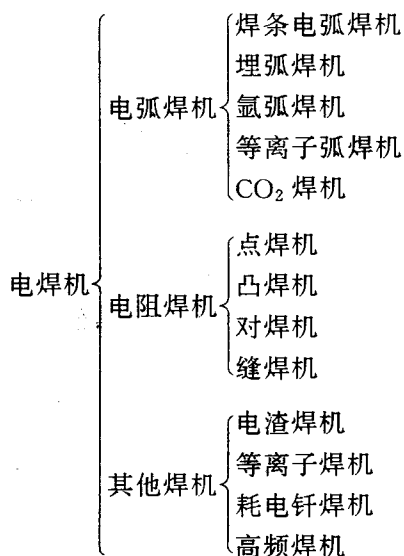
摘要 通过对电焊机的介绍, 论述电焊机的使用维护及其今后发展方向。

关键词 电焊机, 弧焊电源, 发展, 使用维护

1 绪论

电焊机是工业生产中必不可少且普遍使用的一种加工设备。有人统计过世界钢铁和有色金属产量近一半都是通过焊接加工成成品和半成品设备。焊接技术的发展, 使焊接方法发展到几十种, 其焊机也越来越先进, 性能更完好, 而且高效节能, 满足各种焊接技术要求。焊机的不断出现使我国目前电焊机的品种、规格达到 200 多个, 世界上有的, 我国几乎都有。焊接技术的高低反映一个国家工业现代化水平, 也反映出一个企业设备装备档次。

电焊机的种类有如下:



本文只对电弧焊机(简称电焊机)加以介绍。

2 弧焊电源基本知识

1) 电焊机的主要设备就是弧焊电源, 对弧焊电源有如下要求:

- ①保证电弧能稳定燃烧;
- ②保证焊接电流及电弧电压稳定, 可调节;
- ③耗电少, 输出功率大;
- ④产品设计合理, 结构简单, 质高价廉, 便于维修;
- ⑤安全可靠。

为满足以上要求, 弧焊电源在设计、制造上必须遵循几个主要参数。

2.1 弧焊电源外特性(静特性)

在稳定状态下, 弧焊电源的输出电压与输出电流的关系曲线, 称为弧焊电源外特性, 主要根据曲线形状分为两大类, 见图 1 中的平特性图(a)和下降特性图(b)、(c)、(d)、(e)。

2.2 弧焊电源动特性

动特性是指电弧负载状态发生突然变化时, 弧焊电源输出电压与电流的响应过程。它说明弧焊电源对负载瞬时变化的适应能力。因在弧焊时, 焊条受热形成溶滴在进入溶池过程中, 经常会出现短路, 电弧电压和焊接电流不断地发生瞬间变化, 因此焊接电弧对供电的弧焊电源是一个动态负载。也就是说, 只有出现溶滴短路过渡的溶焊方法才对弧焊电源有动特性要求。

2.3 负载持续率

负载持续率是负载工作的持续时间与全周期时间的比值。全周期是指负载持续时间与停顿休息时间之和。

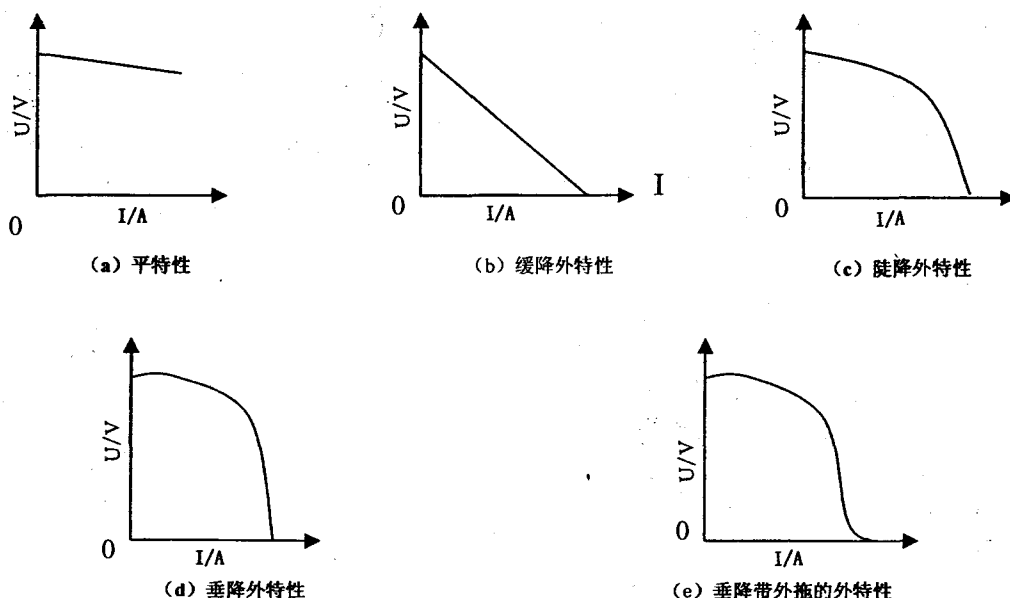


图1 弧焊电源外调节点

用百分数表示, GB 有 20%、35%、60%、80% 和 100%。

用周期表示, GB 有 5、10、20 min 与连续。

这些是指弧焊电源在此持续率负载下可输出的最大额定电流。

不同实际负载持续率下允许输出使用电流按公式 1) 计算:

$$I_r = \sqrt{\frac{JC_N}{JC_r}} I_N \quad 1)$$

式中: I_r ——实际负载持续率时的允许使用电流;

I_N ——额定负载持续率时的额定电流;

JCN ——额定负载持续率;

JCr ——实际负载持续率。

例如: $JCN = 60\%$ 、 $I_N = 500A$, 当 $JCr = 100\%$,

$$I_r = \sqrt{\frac{JC_N}{JC_r}} I_N = \sqrt{\frac{60}{100}} \times 500 = 387 A$$

说明百分之百负载持续率时, 输出电流就必须降低使用, 否则焊机就会过热。

2.4 弧焊电源的空载电压

空载电压大小影响引弧和稳定燃烧。对交流弧焊电源希望空载电压高一些, 引弧容易, 燃

烧也稳定。但空载电压高, 设备制作就庞大, 功率因数低, 既不经济又笨重, 而且对操作者不安全。一般空载电压 $U_0 \leq 80 V$, 比较适宜。

2.5 弧焊电源的稳态短路电流

稳态短路电流是指焊条与工件直接接触时的电流。稳态短路电流 I_s 稍大于焊接电流 I , 有利于引弧, 太大就会引起焊滴飞溅。一般情况下: $1.25 < \frac{I_s}{I} < 2$

2.6 弧焊电源调节范围

弧焊电源与电弧构成供用电系统。系统要稳定工作, 就得有一个稳定工作点。工作点是电源外特性曲线 1 与电弧静特性曲线 2 的交点 A 和 B, 详见图 2:

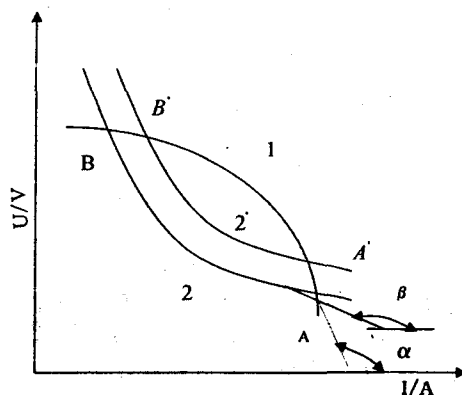


图2 弧焊电源调节点

电弧有时会增大, 曲线 2 上移, 曲线 2' 与电源外特性曲线 1 相交 A' 和 B'。但当电弧长恢复到原来曲线 2 时, 由于 A' 点电源电压高于电弧电压, 焊接电流就会增大, 电源电压就会很快下降交到 A 点为止。同样 B' 点也会有电源电压高于电弧电压, 导致焊接电流加大。电源电压就会下降, 它不会回到 B 点, 而回到 A 点, 因此 A 点就是稳定工作点。如果用两根曲线的斜率表示大小, 那么电弧静特性曲线切线斜率为 $\tan\alpha$, 电源外特性曲线切线斜率为 $\tan\beta$ 。

则 $\tan\beta > \tan\alpha$, $\tan\beta - \tan\alpha > 0$ 。这就是系统稳定工作点的必要条件。

在焊接时, 根据焊件的材质、厚度、焊接位置及要求不同, 就必须选用合适的焊条。调节电源外特性来改变弧焊电流的大小。那么电源外特性的改变, 与电弧静特性曲线的交点也在变化, 即稳定工作点的电流大小也在变化, 如图 3 所示:

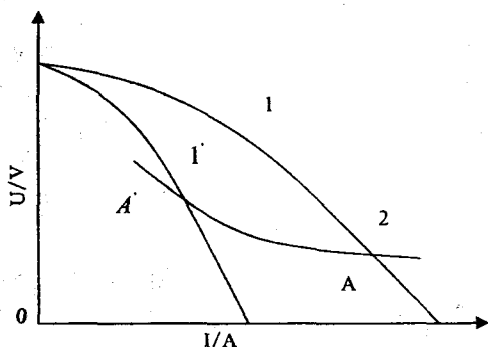


图 3 弧焊电源电流稳定工作点大小变化曲线

一般情况下, 焊接电流调节最大电流应达到最小电流的 4~5 倍以上。

3 电焊机的使用

3.1 电源开关

每台电焊机应安装专用开关, 多台电焊机不能共用一个电源开关, 当多台电焊机接入电源回路时, 要考虑三相负载平衡。

开关种类有铁壳刀开关、空气断路器及电磁起动器。电源开关主要起接通切断电源及短路保护作用, 所以要求电源开关的容量

要比电焊机容量稍大些。

对电源开关中的熔体选择。一般熔体额定电流稍大于焊机的一次额定电流即可。如果焊机中有发电机, 考虑到三相异步电动机的起动电流, 熔体的额定电流是焊机的一次额定电流 2.5 倍即可。同样空气断路器 (自动空气开关) 也按以上原则选取。

3.2 电缆线

选择电缆线主要考虑温升和电压降。一次电缆应按焊机的一次额定电流选取, 导线的载流密度可按经验 $4 \sim 6 \text{ A/mm}^2$ 来计算确定导线的截面。如果线路太长, 电压降应不超过 5%, 否则应加大导线的截面。

二次电缆都是采用电焊专用 YHH 型橡胶套电缆。因二次电流大, 以保证焊接时电缆不发热的情况下为合适, 电缆截面太大, 焊工手持电缆会吃力, 不方便, 一般长度 20~30 m 为宜, 再长, 导致压降, 会使引弧困难和电弧不稳定, 一般电缆在工作时, 电线和地线的电压降不应超过 4V。接地线的截面: 铜线为 $6 \sim 10 \text{ mm}^2$, 铁线为 20 mm^2 。

3.3 送电前检查

1) 绝缘电阻的检查

对于焊机属于电源变压器类型的, 长期不用或阴雨潮湿季节, 送电前, 必须要进行绝缘检查, 用 500 V 绝缘电阻表测变压器一次绕组对地 (铁芯) 的电阻值不小于 0.5 MΩ, 变压器的二次绕组对地 (铁芯) 的电阻值不小于 0.25 MΩ, 如果小于以上值, 说明焊机受潮, 需做干燥处理。如果选择通电干燥, 可用调压器做电源, 焊机做负载, 调压器调节电流从小到大控制在小于 100 A 以下, 很快绝缘电阻值就会上升起来。但要注意, 绝缘电阻值为零, 不能采用这种方法。

测硅弧焊整流器这样的焊机绝缘电阻时, 应注意硅整流元件的正负极短接, 以防电压击穿。

2) 使用环境

应放在通风良好、干燥的地方, 不准靠

近热源和易燃易爆的危险场所。露天使用应有防雨防潮措施。

3) 不应过载使用。对使用大功率晶闸管、二极管的晶闸管弧焊整流器、硅弧焊整流器,其过载能力很差,极易击穿,一定要注意。虽然交流弧焊电焊机过载能力尚好,但也不能过热,否则将缩短使用寿命,所以平时要注意焊机是否温升过高,用手摸一下外壳,以便采取措施。

4) 防止机内进入金属物

机壳盖上,禁放杂物,如:焊条、工具等。金属物进入机内,极易引起短路事故。

5) 焊机使用过程中,不允许调节电流,只能进行空载调节。

6) 保护接地

电焊机底部明显位置都装有保护接地螺栓,其规格不小于 M8。接地线的截面绝缘铜线不得小于 2 mm^2 ;裸铜线不得小于 4 mm^2 。接地装置的对地电阻不得超过 $4\ \Omega$ 。多台焊机接地线不可串联连接,必须独立接地。禁止用氧气管和乙炔管等易燃、易爆气体管道作为接地装置的自然接地极,防止由于电阻热或引弧时冲击电流的作用,产生火花而引爆。

7) 焊机使用过程中,要注意电焊机的运转声响。当出现不正常声响时,要查找原因并排除。

4 电焊机的维护

1) 定期检查清扫电焊机。内部要整洁无积灰,对电子整流元器件必须擦干净,防止爬电造成闪络,因此,这样既有利于提高绝缘强度,又有利于散热。

2) 电流调节机构滑动部分要定时更换甘油,保持润滑。交流弧焊电焊机动铁心的轨道要使用蓖麻油(耐热)润滑。

3) 经常检查焊机的输出端子的电缆接线螺栓是否松动、发热,要保持紧固,防止过热。

4) 电缆完好无破损。特别是二次线磨

损重,皮破应包扎好。两线连接不能随意绞接,应使用铜端子螺栓连接。

5 当前电焊机的发展方向

电弧焊是最重要且应用最广泛的一种焊接方法。它的主要设备部分就是弧焊电源,它必须具备电弧焊所要求的电气性能,有良好的电源输出静特性和动特性,以获得优质的焊接质量,所以研究设计制造出先进的弧焊电源是电焊机的发展方向。

弧焊电源有四大类型,交流弧焊电源、直流弧焊电源、脉冲弧焊电源和逆变式弧焊电源。根据以上四大类型弧焊电源,介绍6种弧焊电源的特点。

5.1 弧焊变压器

弧焊变压器是把电网的交流电转变成适宜于弧焊的低压交流电。它具有结构简单、易于制造、维修、成本低等优点。但其电流波形正弧波,所以电弧的稳定性差,功率因数低,是二十世纪初发展起来的,直至现在在使用量也很大。

5.2 直流弧焊发电机

它是由交流三相异步电动机和直流发电机两大部分组成的。从电网吸取电能转化成机械能,再转变成电能。它的缺点是空载损耗大、效率低、噪声大和维修困难,但过载能力强。它是二十世纪初的产物,正逐步被淘汰。

5.3 矩形波交流弧焊电源

矩形波交流弧焊电源是采用半导体变流控制技术来获得矩形波交流弧焊电流的。焊接时电弧的稳定性较好,焊接质量高,功率因数高,并且可调节的焊接参数多,适应性强。

5.4 弧焊整流器

它是把电网的交流电经过降压、整流后获得焊接所需要的直流电。它主要由焊接变压器、半导体整流器和控制电源输出特性的电子电路等组成。它代替了直流弧焊发电机,优点显而易见。

5.5 弧焊逆变器

弧焊逆变器的作用是把单相或三相电压的交流电经整流后,由逆变器转变为几百至几万赫兹的中频交流电,再经过降压、整流后输出焊接所需要的直流电,还可经过二次逆变,输出变为交流电。整个过程由电子电路控制,并使电源具备符合焊接工艺所需要的外特性和动特性。它具有高效、节能、重量轻、体积小、焊接性能好等独特优点。可用作各种弧焊方法的电源,是最有发展前途的新型弧焊电源。

5.6 脉冲弧焊电源

它的电源输出的焊接电流可分为低频、中频、高频或者脉冲与直流的混合等多种形式。具有效率高,焊接接头输入线能量较小,可在较宽范围内控制接头热输入,不容易产生焊接缺陷(如气孔和夹渣)等。具有独特的工艺特点。

从以上介绍弧焊电源的特点可以看出:近一个世纪的电焊机发展所走过的道路。20世纪60年代,大容量的硅整流元器件和晶闸管问世,为发展硅弧焊整流器和晶闸管弧焊整流器提供了技术和物质的必要条件。进入70~90年代,弧焊电源发展的更快更加完善。表现在多种形式的弧焊整流器取代了直流弧焊发电机。而半导体控制的矩形波交流弧焊电源逐步取代了传统的交流弧焊电源,其交流电弧更加稳定,可用于焊条电弧焊和埋弧焊、钨极氩弧焊外,甚至可代替直流弧焊电源,而用于碱性焊条的焊接。特别具有划时代意义,研制成功了高效、节能、轻便、焊接性能好的晶体管式、晶闸管式、场效应晶体管和绝缘栅双极晶体管式弧焊逆变器,逐步取代了传统焊接电源,市场占有率越来越大。

这些年来,现代电力电子技术、计算机与自动化控制技术的发展,极大地推动了焊接设备控制技术和自动化水平的提高。例如单片机、DSP等控制的先进焊接电源,不仅可实现焊机输出的自适应控制,较好地控

制弧焊电源的动、静特性,而且还能在焊接过程中自动变换焊接参数,以保证获得高质量焊接接头和焊缝外观的一致性。焊机操作简单化和智能化。设备具有预置、记忆和再现焊接参数等功能。可以说今天发展起来的电焊机已不是传统意义上的电焊机了,它是集于机械、电子、微型计算机控制等先进技术于一体的新型焊接设备了。

6 ZX5系列晶闸管弧焊整流器电路分析

它是国家推广的节能型产品。电气原理见图4。图4中分上、中和下三部分,分别表示主电路、触发电路和控制电路。

6.1 主电路

主变压器 T_1 一次接成星形,二次为双绕组的双反星形接法。二次侧每相绕组接一只晶闸管,组成共阳极两个三相半波可控整流电路,将交流电变成可调节的直流电。两个电路输出由平衡电抗器 L_1 相连,其 L_1 抽头两侧匝数一样,电流流过两绕组所产生磁通方向相反, L_1 作用可使正极性组的一只晶闸管与反极性组的一只晶闸管能够同时导通,两只晶闸管并联工作加大了输出电流。 L_2 为直流输出电抗器,滤波并改善动特性,减少飞溅,使电弧更稳定。小电流晶闸管 VT_7 、 VT_8 去触发大电流晶闸管。 VD_{15} 和 VD_{16} 是串在小晶闸管门极上,有隔离负触发脉冲作用。维持电阻 R_{49} ,其作用是在空载时,保证晶闸管导通有维持电流通过,而不关断。在分流器 RS 上接一电流负反馈和电压正反馈给控制电路。小晶闸管触发电流小,易受干扰, R_{44} 、 R_{45} 、 C_{13} 、 C_{14} 在这里对干扰信号有吸收作用。

6.2 触发电路

同步变压器 T_2 接成一、二次星形。 VD_{1-4} 和 R_{1-3} 组成三相稳压削波电路。 C_{1-3} 与 R_4 构成微分电路。在 R_4 可得到间隔 60° 正、负脉冲。脉冲分离二极管 VD_{1-4}

将 R_4 上的正、负脉冲分离开来。三极管 V_1 、 V_2 控制对积分电容 C_6 、 C_7 与其弛张电路的充电。当控制回路运算放大器 N_1 检出负值控制信号 $-U_k$, 使三极管 V_3 、 V_4 导通, 电容 C_6 、 C_7 被充电, 使 V_{U1} 与 C_6 、 V_{U2} 与 C_7 同时产生弛张振荡。在脉冲变压器 TI_1 和 TI_2 输出脉冲, 使小晶闸管 VT_7 、 VT_8 导通, 也就触发了主晶闸管 VT_{1-6} 导通。 U_k 越负, C_6 、 C_7 充电电流就越大, 充电速度就快, 产生第一个脉冲就越早, 主晶闸管的触发角度越小, 而导通角就越大, 其焊机输出电流就越大。

6.3 控制电路

变压器 T_3 组成 $\pm 15V$ 直流稳压电源, $-24V$ 直流电源。 R_{32} 是电流输入反馈信号。 N_1 运算放大器起放大综合控制信号作用。 R_3 是反馈电阻, R_{34} 、 C_{15} 能抑制 N_1 可能出现的振荡。为保证 N_1 输出始终为 $-U_k$ 值, 从 R_{32} 取得负信号, 从电流下限调节电位器 RP_8 取得正信号, 从输出电流调节电位器 RP_7 取得正信号。三路信号汇集到 N_1 反相输入端。 RP_5 与 RP_6 是电网补偿调节和电流上限调节。三极管 V_5 组成引弧控制电路。当反馈电压 V_f 从高到低时稳压管 VS_8 从击穿导通和截止, 来使 V_5 控制对电容 C_{13} 、 C_{14} 充放电, 使 R_{22} 电位发生变化而影响 N_1 反相输入端电压。电位器 RP_9 就是调节引弧瞬间产生的附加电流大小。 R_{28} 、 R_{27} 和二极管 VD_{11} 组成外拖控制电路。它是防止焊条与工件短路时粘连, 而提高溶滴短路时加大电流的电路。此焊机外特性的拐点在 $15V$ 处。当焊机输出电压 $V_f \geq 15V$, 二极

管 VD_{11} 反向截止, 使电路 $+15V - RP_{11} - R_{27} - VD_{11}$ 无电流流过。 N_1 同相输入端基本处于零电位, 焊机的外特性仍按 I_f 负反馈而呈下降状态。当 $V_f < 15V$ 时, VD_{11} 正向导通, 有电流通过, N_1 的同相端就有电压负反馈信号输入, 使焊机外特性在低压端外拖, 这样在焊条短路时, 有外拖的焊机比无外拖的高一段外拖电流, 使焊条不易粘连。

此 ZX5-400 焊机三个回路分别由电子线路板组成, 损坏时可分别购板更换。运算放大器 N_1 是易损件。

在 ZX5-400 基础上又生产出 ZX5-400B 型。它主要区别是在主电路采用三相全波全控桥式整流电路, 其二是控制电路和触发电路全部采用集成元件, 使电路特性更稳定。

还有一种 ZX5-400MC 微机控制的电焊机, 也是 ZX5-400 的升级版。该焊机采用单片机数字控制。焊接参数可预置和数字显示, 可通过远控、近控方式调节焊接电流, 外拖电流和引弧电流可在焊机上任意调节。由于采用大规模集成电路和软件控制, 电路元器件大为减少, 焊机几乎无须调试, 焊接参数稳定, 对电网电压波动能自动补偿, 维修也很方便。

参 考 文 献

- 1 魏继昆 编. 先进焊接设备与维修. 北京: 机械工业出版社, 2006.12
- 2 周希章 编. 怎样维修电焊机. 北京: 机械工业出版社, 2004.1
- 3 梁文广 编. 电焊机维修简明问答. 北京: 机械工业出版社, 2003.11

(上接第46页) 护检查制度), 接地装置按要求检查维修, 保证保护装置处于完好状态。

4.2 加强职工教育工作

针对触电事故的特点, 对职工进行全方位教育, 这也是触电事故预防的补充措施。电气作业属特殊工种, 职工应当按要求进行

培训教育, 持证上岗。在实际工作中杜绝违章指挥、违章作业、违反劳动纪律的“三违”现象发生。

4.3 加强劳动保护工作

电器作业劳动保护用品要按要求佩带, 及时更换, 并形成制度。

