

● 生产应用 ●

奥氏体钢半自动脉冲 TIG 焊接工艺

Semi-automatic Pulse TIG Welding Process for Austenitic Steel

许江晓¹, 刘晓林¹, 李爱玲²

(1.河南电力试验研究院, 河南 郑州 450052; 2.大唐洛阳热电厂, 河南 洛阳 471039)

摘 要:根据奥氏体钢焊接及和奥氏体钢对接的异种钢焊接的特点, 选择半自动脉冲 TIG 焊方法, 经过工艺试验研究, 获得匹配合理的焊接工艺参数, 并成功应用于实际工程。

关键词:奥氏体钢; 脉冲 TIG; 半自动焊

中图分类号: TG444⁺.2

文献标识码: B

文章编号: 1001-3814(2010)21-0199-02

奥氏体钢及和奥氏体钢对接的异种钢焊接接头在实际应用中失效的例子很多, 关键原因就是奥氏体钢中的铬和钛元素在焊接中极易烧损, 因此焊接的热输入要求控制非常严格, 如果焊接中热输入过大, 就会造成铬和钛元素的烧损, 从而导致接头中奥氏体组织的晶间腐蚀, 引起接头的早期失效(热输入过大从焊缝外观看颜色发灰黑, 正常的焊缝外观颜色应该是银白或者金黄色的)。如某电厂 300MW 机组锅炉过热器管子 TP347+G102 异种钢接头, 在机组最初运行的阶段就陆续开始爆管, 最后分析原因就是因为在焊接过程中热输入过大造成的, 随后将所有 3000 多道异种钢焊口全部更换后再也没有发生爆管现象。

由于奥氏体钢中镍含量比较高, 在焊接过程中铁水比较粘稠, 焊接时如果电流太小, 铁水流动性不好导致成型不好, 电流太大又难保证焊接质量; 常规的手工焊接方法是恒值电流焊接, 焊接热输入比较大。而脉冲焊接方法利用峰值与基值电流的配合可以将焊接线能量降到最低程度, 并能实现自动或者半自动焊接, 提高生产效率, 保证焊接质量。

1 焊接设备及材料

(1) 焊接设备: 肯比 3500 逆变脉冲直流焊机; 自动对口转台。

(2) 焊接材料: TP347+G102 管, 规格 $\phi 42 \text{ mm} \times$

3.5 mm; 焊丝 Inconel82, $\phi 2.5 \text{ mm}$ 。

(3) 焊接方法: 直流脉冲全氩弧半自动焊, 手工送丝, 铈钨极 $\phi 2.5 \text{ mm}$ 。

(4) 焊接位置: 焊口在转台上匀速转动, 在水平位置完成焊接。

2 焊接工艺分析及试验

脉冲焊接是靠峰值电流 I_m 和基值电流 I_b 来控制线能量的。当每一次峰值电流通过时, 焊件上就产生一个点状熔池, 待峰值电流停歇时, 点状熔池就冷凝固, 与此同时由基值电流来维持电弧稳定燃烧, 以便下一次峰值电流导通时, 峰值电流能可靠稳定的燃烧。只要合理地调节脉冲频率等有关参数, 就可以很好的控制线能量。

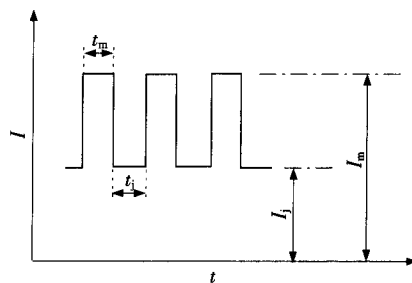


图 1 峰值电流和基值电流的关系图

峰值电流 I_m 和脉冲持续时间 t_m 是决定焊缝成型尺寸的主要参数之一。一般随着 I_m 和 t_m 的增大, 焊缝熔深和熔宽都会增大, 其中 I_m 的作用比 t_m 大, 如果 I_m 过大, 焊缝容易产生咬边缺陷。

基值电流一般选用较小, 只要能稳定维持电弧燃烧即可。在其他参数不变的情况下, 改变基值电流可调节焊件的预热和熔池的冷却速度。因此焊接淬

收稿日期: 2010-04-30

作者简介: 许江晓(1963-), 男, 河南郑州人, 高级工程师, 学士, 主要研究方向: 电力焊接技术; 电话: 13803841217; E-mail: hnzzxjx@163.com

硬性比较强的合金焊件时,基值电流适当提高些可起到预热和缓冷的作用,防止冷裂纹的产生。

脉冲间歇时间 t_j 的改变对焊缝成型尺寸影响较小,但 t_j 的长短对焊件的热输入大小影响很大, t_j 过长,使熔池冷却时间延长,将明显减小对焊件的热输入,导致焊件上的热积累减少。

脉冲频率 f_m 的选择是保证焊接质量的重要参数之一。我们采用低频焊接(0.5~10 Hz),在低频脉冲 TIG 焊中,每次脉冲电流通过时,焊件上就产生一个点状熔池,在基值电流期间,点状熔池不继续扩大,并冷凝固结晶,这样在下次峰值电流到来前熔池基本凝固形成一个焊点。峰值电流再次来到在上一个焊点边缘又会产生一个新的熔池,这样在基值电流期间又形成另一个新焊点,如此重复进行,就获得有许许多多焊点连续搭接而成的脉冲焊缝。但要获得致密的脉冲焊缝,除选择合适的脉冲频率外,还必须与焊接速度相匹配,也就是焊点间距的选定问题。如果给定焊点间距 $L_{\text{点}}$ 时,则脉冲频率 f_m 可用下式确定:

$$f_m = \frac{v_m}{60L_{\text{点}}}$$

式中: f_m 为脉冲频率, Hz; v_m 为焊接速度, mm/min; $L_{\text{点}}$ 为焊点间距, mm。

根据以上分析,经过大量的预试验,我们认为对于 $\phi 2.5$ mm 的焊丝,焊接电流在 115~125 A 时,熔池能很好的打开,焊丝熔化良好,而维持电弧燃烧的基值电流应为峰值电流的 40% 左右为宜,太小了,起不到对焊件的预热作用,太大了,又会相应增加热输入。脉冲宽比即峰值电流与基值电流时间的比值,在 1:1 为好,这样可使熔池打开与闭合的时间基本一致,焊接节奏感强,焊缝成型好。

频率的选择试验,是在电流确定好(峰值电流 115~125 A,基值电流为峰值电流的 40%)的情况下,根据熔池打开的时间来确定频率,频率太快,熔池打不开,手工送丝也跟不上;频率太慢,又容易咬边,生产效率低。经过反复试验,频率为 0.75~0.95 Hz 为宜。

我们设定两焊点间的距离为 1 mm,根据上式可以算出匹配较好的焊接速度应为 45~57 mm/min;如果按 $\phi 42$ mm 的管子计算,则每转一圈需用时间为 2.9~2.3 min。这样也就确定了转台的转速。

坡口型式的选择:传统的 V 型坡口角度为 30°~35°,但在试验中我们发现,按照机头固定的脉冲焊接方法,由于焊枪不能摆动,在盖面焊接时,熔池往往达不到坡口边,容易形成未填满缺陷;经过多次试验,我们逐渐将坡口角度缩小至 15° 左右,这样熔池就能很好的达到坡口边缘,形成良好的焊缝。另外,根据有限元弹性理论分析,随着异种钢接头坡口角度的增加,热应力也增加,所以对一定的焊接工艺来说,坡口角度应尽量减小。因此,坡口角度的减小既能满足外观的成型又能增加运行的可靠性。

在对口间隙上,我们开始试验无间隙自熔焊打底,但焊完之后,焊缝往往就开裂了,这是因为不留间隙自熔焊打底,溶合比大;根据异种钢谢弗列尔焊缝组织图分析来看,此时的焊缝组织为马氏体,因此焊后容易开裂。另根据国外有关研究表明:假定填充金属的几何形状为 V 形锐角焊缝形状,这样在管子内壁几乎没有焊缝金属,铁素体一侧熔合线与高应力区的奥氏体一侧熔合线的距离不够远,使应力衰减较小,所以在铁素体侧存在较高的应力,因此希望焊缝根部有一定的宽度为宜,为此我们将对口间隙逐渐放大。但对口间隙太大易形成焊瘤,太小焊缝又容易开裂,经过试验,确定对口间隙在 2.0~2.5 mm 为宜。

3 焊接应用

根据以上的分析及试验得出的焊接工艺,我们制作了 TP347+G102\T91\12Cr1MoV 异种钢焊接接头数万道,分别应用于焦作、新乡、郑州等电厂的过热器、再热器受热面管子中,最长的运行时间已经超过 10 万小时,从没有发生过焊口失效的事故。这说明半自动脉冲 TIG 焊对奥氏体钢及和奥氏体钢对接的异种钢焊接是行之有效的一种焊接方法。■