

大厚度铝构件无预热状态下的脉冲MIG焊

朱瑞峰,白 钢,高大路,何宇航,苏利龙,张金勇

(西北工业大学 陕西省摩擦焊接重点实验室,陕西 西安 710072)

摘要:介绍了大功率电力输送中配套使用的大电流变压器套管中的载流导体——大厚度铝构件的脉冲MIG焊接技术。通过选择合适的焊接设备和焊接参数,采用特定的施焊方法,可以使焊件整体在无预热的情况下进行焊接,结果表明该焊接方法行之有效,能够保证焊接质量和满足使用要求。

关键词:大厚度铝构件;无预热;脉冲MIG焊

中图分类号:TG457.14

文献标识码:A

文章编号:1001-2303(2009)07-0049-03

Research on pulsed MIG welding for heavy thickness aluminum components without preheating

ZHU Rui-feng, BAI Gang, GAO Da-lu, HE Yu-hang, SU Li-long, ZHANG Jin-yong

(Key Laboratory of Friction Welding Technologies, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

Abstract: In this paper, the pulsed MIG welding for heavy thickness aluminum members which are used as current carrying conductors in high current transformers of power transmission system, is introduced briefly. With proper welding machines, welding parameters given in this paper and special welding method, we can get high quality welding joints without preheating. From the result, it can be showed that this method is good enough to guarantee the welding quality and satisfy our requirements.

Key words: heavy thickness aluminum components; no preheating; pulsed MIG welding

0 前言

随着电力工业的迅速发展,我国已有许多大型发电机组投运发电,为了把大功率的电力输送出去,从大型发电机组到大容量变压器的连接都选用了封闭母线,这就需要与之相适应的变压器低压侧套管——大电流变压器套管。大电流变压器套管是全封闭结构,其中套管的载流导体采用铝焊接件,如图1所示。载流导体材料为工业纯铝L2,由直径 $\varphi 172\sim\varphi 415$ mm实心导电杆、厚28 mm的上盖盘和接线板组成,要求焊缝具有一定的焊透率,并应填充致密,不允许存在气孔和裂纹,以确保载流能力。载流导体焊后需经过密封试验和载流能力试验。

工业纯铝L2的熔点为660℃,熔化时颜色不变化,对氧的亲合力强,在空气中易氧化成致密难熔的氧化膜(Al_2O_3 ,熔点2050℃)。铝在熔化焊时的难点为^[1]:(1)表面氧化膜不溶于金属并且妨碍被熔填充金属润湿,容易造成未熔合;(2)导电性和导热性约为低碳钢的5倍,焊接时需要更高的线能量,有时



图1 载流导体示意

还需要预热;(3)膨胀系数约为低碳钢的2倍,凝固时收缩率比低碳钢大两倍,因此焊接变形较大,易产生裂纹;(4)焊后焊缝易产生气孔,焊接接头易发生软化。

对于载体导流,由于结构是大厚度的实体,更增大了热量的消耗,使得施焊难度加大。通常对于大厚度铝构件,为了保证其焊接质量,焊前应进行功能工艺预热,但对于载流导体这样的结构要进行焊前预热,不仅需要专用的加热设备,而且工艺复杂,生产成本低,焊工劳动强度大,施焊条件差。经多次试验,成功解决了载流导体在无预热情况下的焊接问题,焊接质量满足技术条件要求,产品合格率达到100%。

收稿日期:2008-10-10;修回日期:2009-06-02

作者简介:朱瑞峰(1982—),男,山东单县人,在读硕士,主要从事摩擦焊接方面的研究工作。

1 焊接方法选择

载流导体在不预热的环境下进行焊接,还要保证焊接质量,首先应选择合适的焊接方法,在此选择了脉冲 MIG 焊焊接载流体导体。脉冲 MIG 焊诞生于 20 世纪 60 年代初,它是使用熔化电极,利用基值电流保持主电弧的电离通道,并周期性地加同一极性高峰值脉冲电流产生脉冲电弧,以熔化金属并控制熔点过渡的氩弧焊^[2],其电流波形如图 2 所示。

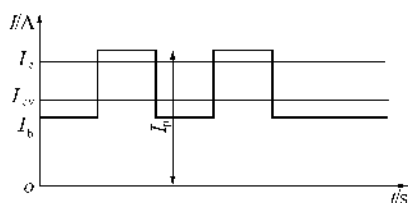


图 2 脉冲 MIG 焊电流波形示意
 I_p —脉冲峰值电流; I_c —射流过渡临界电流; I_m —平均电流; I_w —维弧电流。

图 2 脉冲 MIG 焊电流波形示意

与其他焊接方法相比较,脉冲 MIG 焊主要具有以下优点^[3]:

(1)脉冲 MIG 焊电弧功率大、能量集中,适合于导热性高的铝结构焊接,这样焊前可以无需预热,母材熔深也大,焊丝熔敷速度快,生产效率高。

(2)电流调节范围大,适用于射流过渡和短路过渡之间的范围。

(3)可以有效控制热输入,以改善接头性能,减小焊接变形和裂纹倾向。

(4)脉冲电流有加强熔池搅拌的作用,能改善熔池冶金性能并有助于消除气孔。

脉冲 MIG 焊方法选定之后,就从焊接设备、焊接工艺和施焊技术等方面来保证焊接质量。

2 焊接设备

载流导体脉冲 MIG 焊设备采用 TR-800 型晶体管直流焊接电源和与之配套的 E1463 型送丝机构控制装置及 CMW-131 型送丝机构。

TR-800 型晶体管直流焊接电源是利用晶体管的模拟控制来调节输出电流和电压,因此能保证极高的控制精度、稳定性和动态响应。可以很容易地在

直流到高频的范围内调节输出各种波形,并提供恒电压、恒电流以及任意下降斜率的外特性。E1463 型送丝机构控制装置和 CMW-131 型送丝机构与 TR-800 型晶体管直流焊接电源配合,可以通过钮子开关选择三种收弧方式(无衰减收弧、有衰减收弧、重复衰减收弧)和通过旋钮调节引弧、焊接、收弧三种状态时的送丝速度。另外,焊接时载流导体是由焊接转胎带动旋转的。

3 焊接工艺

3.1 焊件与焊丝焊前清理

焊件与焊丝焊前必须清理,去除其表面氧化膜、油脂和水分等杂质,以确保焊接过程的稳定性和焊缝质量,这是整个工艺过程中的重要环节。

首先用刮刀和细丝刷等工具清理表面氧化膜,然后进行化学处理,即在质量分数 5%~8% 的氢氧化钠(50℃~60℃)中浸泡 20 min 后用冷水冲洗,然后在质量分数约为 30% 的硝酸水溶液中浸泡约 1 min,以便与碱中和,再用 50℃~60℃ 的热水冲洗,最后进行干燥处理^[2]。化学处理后表面仍有极微薄的氧化膜,依靠阴极雾化作用可以完全清除。

焊件与焊丝经化学清理后,从外观颜色来看呈光洁的乳白色即达到要求,清理后到焊接的时间一般不超过 24 h。

3.2 焊接极性与熔滴过渡形式

焊接采用直流反接,这样可以利用阴极雾化作用有效清除熔池表面的氧化膜,使焊接顺利进行,而且电弧稳定,焊缝成形良好。

熔滴过渡采用射流过渡兼有短路过渡,即焊接时在焊接电流合适的前提下,电弧压力略低一些(弧长略短些),使电弧“苏苏”声中略带轻微“噼啪”爆声。采用这种过渡形式阴极雾化区大,有利于焊缝表面保护和成形,焊缝缺陷也较少。另外,这种过渡形式电弧易潜入熔池,可改善熔透形状。

3.3 焊接规范参数

焊丝采用 $\varphi 1.9$ mm 的纯铝 L2,经反复试验,共确定 3 组以适应不同的接头形式和不同位置的焊接,焊接规范参数如表 1 所示。

表 1 焊接参数

| 组数 | 脉冲空载电压 U/V | 维弧空载电压 U/V | 脉冲时间 t/ms | 维弧时间 t/ms | 脉冲峰值电流 I/A | 维弧电流 I/A | 焊接电流 I/A | 电弧电压 U/V | 送丝速度 v/m·min ⁻¹ | 氩气流量 Q/L·h ⁻¹ |
|----|------------|------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|----------|----------------------------|--------------------------|
| 1 | 22 | 18 | 6 | 14 | 240 | 80 | 190 | 21.0 | 2.2 | 1 500 |
| 2 | 28 | 24 | 6 | 14 | 400 | 192 | 245 | 26.5 | 3.8 | 1 500 |
| 3 | 30 | 25 | 6 | 14 | 448 | 240 | 270 | 28.0 | 4.2 | 1 600 |

3.4 焊接技术

采用半自动焊接。为了控制上盖盘和接线板的变形,装配与焊接顺序为:首先将四块接线板用夹具定位固定,并焊成一整体,如图3所示;接着进行导电杆与上盖之间的环焊缝;最后将整体接线板焊接在上盖盘上,焊后拆去夹具。整个焊接顺序中,最关键的是导电杆与上盖的环焊缝,是在冷态下进行施焊,要满足焊接质量是困难的,其主要的问题是如何保证焊道良好熔合(特别是根部打底焊道),以及随之可能引起的气孔、裂纹等问题。

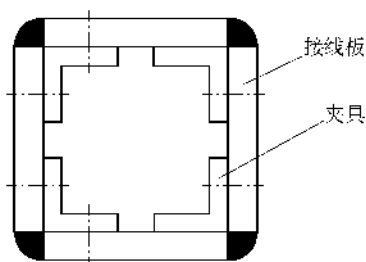


图3 接线板装配焊接示意

施焊操作大都采用前倾焊(即焊枪向相反于焊接方向倾斜一定角度),并在进行环焊缝时,焊枪位置适当的偏置相当于稍带下坡焊,这样施焊操作的优点:(1)容易产生射流过渡兼有短路过渡;(2)环焊缝成形宽而浅,坡口两侧加热充分,熔合较好,并且不易产生气孔;(3)环焊缝时,若焊丝熔化量过多,特别是电弧前方液态金属过多,影响到熔深和焊接过程

正常进行时,可用电弧吹掉多余熔化的金属。

对于起焊时环焊缝的第一道根部焊道,由于焊件没经预热,在冷态下很难使焊道熔合良好,于是采用稍慢送丝匹配稍高电弧电压的射流过渡长弧焊,这样一方面焊丝熔化量少,另一方面扩大电弧对焊件加热斑点面积,以增强电弧热的预热作用,尽可能地使焊道与母材熔合良好。为了可靠保证根部焊道质量,在第二层施焊时电弧横向摆动,将第一层根部焊道再一次熔透,以消除根部焊道施焊时可能出现的缺陷。

4 结论

经过生产实际考核证明,纯铝结构即使是载流导体如此的大型厚壁结构,在不预热的情况下,采用脉冲MIG焊并匹配正确的施焊技术也是可行的。施焊时建议采用射流过渡兼有短路过渡的过渡形式较为理想;并建议采用前倾和适当的下坡焊,并作横向摆动,这样既可以保证接头质量,又能获得良好的焊缝成形。

参考文献:

- [1] 李亚江.特殊及难焊材料的焊接[M].北京:化学工业出版社,2007.
- [2] 韩国明.焊接工艺理论与技术[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [3] 姜焕中.电弧焊及电渣焊[M].北京:机械工业出版社,1988.

欢迎订阅 2009 年《电焊机》杂志

《电焊机》杂志是全国中文核心期刊、中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)、《中文核心期刊数据库》收录期刊、“英国《科学文摘》(INSPEC)来源期刊”“俄罗斯《文摘杂志》收录期刊”“美国《剑桥科学文摘》(CSA)收录期刊”“波兰《哥白尼索引》(IC)”收录期刊等。欢迎大家踊跃订阅!欢迎各位专家积极投稿!各地邮局均可订阅,邮发代号:62-81,订价:10元/月,120元/年。

联系电话:028-84216674

联系人:王杏英 E-mail:bj@toweld.com

更正

2009年第6期43页《高压管汇自动焊接系统——送丝机构设计(二)》中,式(3)中的 θ ,更正为 β 。特此更正!

