

铜钨触头中频钎焊研究与应用

梁 谦

(西安高压开关有限责任公司, 西安 710018)

摘要: 触头元件由紫铜(铬铜)与(CuW70)组成,在开关设备中起着关键作用,承受高温、高压、耐磨,并有一定的强度要求(冲击),其焊接质量的好坏直接关系到开关产品质量的优劣。笔者单位对触头焊接多采用火焰钎焊,效率低,合格率低,严重地制约着生产。为了解决这个难题,笔者通过大量工艺试验和详细论证认为,高速局部加热,氧化少、硬度降低小,效率高的中频感应加热是触头焊接的最有效的方法。

关键词: 钎焊; 润湿性; 钎着率; 探伤

中图分类号: TM56 文献标志码: B 文章编号: 1001-1609(2012)07-0008-03

Research and Application of Medium-frequency Brazing of Cu-W Contact

LIANG Qian

(Xi'an High Voltage Switch Limited Liability Company, Xi'an 710018, China)

Abstract: Contact component which is made of red copper and CuW70, plays an important role in switchgear applications. It withstands high temperature, high voltage, wear resistance and certain strength. The quality of products is directly determined by the welding state. In the past, our company used flame brazing in contact welding, low efficiency, low passing rate, seriously restricted the production. In order to settling this problem, we demonstrates that medium-frequency induction heating with high efficiency is the most useful way for welding of contactors part because heating with high rate could reduce oxidization and increase hardness by experiment and discussion.

Key words: brazing; wettability; brazing rate; flaw detection

0 引言

火焰加热时出现硬度、强度降低等问题,笔者选用 KGPS-8100 型号的中频感应加热装置作为热源进行钎焊加热^[1-2]。该设备加热范围窄,氧化少,效率高,容易实现自动控制,是理想的钎焊电源。

1 设备

1.1 设备主要参数

设备主要参数见表 1。

1.2 控制系统

该系统由整流电路、送变电路和控制电路组成。通过电位器可调节输出功率大小,用脚踏开关控制加热过程。

表 1 设备主要参数

Tab. 1 The main parameters of equipment

参数	数值
输入电压/V	380×(1±10%)
额定输出电压/V	700
输出功率/kW	50~100
输出频率/kHz	8
装置效率	> 90%
冷却水压力/MPa	0.1~0.2

1.3 供水系统

在该设备中,由于可控硅、电容器、电抗器及感应线圈等均为发热元件,工作时必须有水进行冷却。保持水路畅通及合适的水压非常重要。

1.4 感应线圈

感应线圈在设备中,直接把电能转化为热能。钎焊时根据不同零件可选择不同规格和匝数的感

应线圈。

2 工艺试验

2.1 接头型式

从构件的工作状态(或使用)要求,钎料的合理放置,分合闸时所承受的冲击力和剪切力等方面考虑,将触头设计成图 1 的型式。上部为铜钨(CuW70),下部为紫铜(T2-Y)。

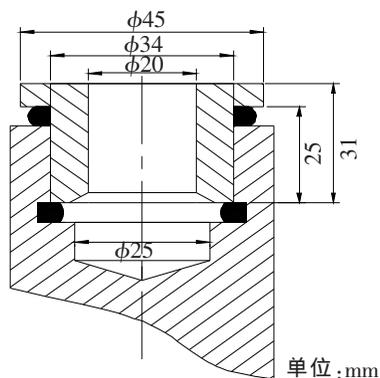


图 1 触头接头型式及钎料放置

Fig. 1 Contact connector type and solder placed

2.2 焊接材料

正确选择钎料是保证获得优秀钎焊接头的关键。试验中选用 BAg45CuZn 银基钎料进行钎焊,其钎焊温度为 745~845 ℃。

为了使用方便,钎剂选用糊状钎剂(QJ112)。

2.3 钎料对紫铜、钨铜的润湿性

钎焊是钎料与两部分母材发生浸润,从而渗透到母材金属中,以达到原子间的结合。润湿性受材料表面清洁度、表面形状等因素影响。更重要的是受材料本身属性所决定。笔者通过一系列工艺试验和拉力试验,发现在其它条件相同的情况下,钎料对紫铜的浸润性较好,而对铜钨的浸润性很差。以拉力试验情况看(见表 2),几乎未发生断裂就将铜钨全部或部分拉出,铜钨钎焊面(特别是周向圆柱面)几乎不浸润,抗拉强度一般不超过 150 kN。可见,提高铜钨润湿性便成为钎焊的首要问题。

表 2 不同条件下各试件检查结果

实验条件	结果			
	1号	2号	3号	4号
是否浸蚀	否	否	是	是
转动、加压	否	是	是	是
加热方式	火焰	中频	中频	中频
A 超结果	不合格	不合格	合格	合格
C 超钎着率/%	25.4	40.5	83	87
抗拉强度/kN	104	120	217	217
断裂情况	将铜钨拉出		紫铜出现颈缩并断裂于下焊接面	

经过大量调研,先后利用氯化盐溶液、某酸及电镀的方法对铜钨进行浸蚀处理,发现用酸及电镀的方法并不能改变铜钨的浸润性,说明并不是简单的置换反应。最后通过严格控制氯化盐的加热温、浸泡时间及清理程序,制定出了一套严格的工艺规范,很大程度上改变了铜钨的润湿性。同时触头拉力值从 120 kN 提高到了 200 kN 以上(参考表 2),抗拉强度得到了大幅度提高。

2.4 接头间隙

间隙对接头的机械性能有着很大的影响,合适的间隙不仅有利于形成毛细作用,促进钎料流动,还可防止夹渣和气孔的产生^[3-8]。试验时考虑到材料热膨胀对间隙的影响,将间隙限定在不同的范围内进行观察,最后发现,当接头间隙在 0.025~0.1253 mm 时,钎料流动比较均匀,且有利于毛细作用的形成。

2.5 预置焊料圈

钎焊时,为了避免多次涂抹钎料带来的麻烦,在上、下两个焊接面上各预置一个预先加工好的焊料圈(截面直径为 3 mm),涂以糊状钎剂。这样不仅保证了装焊容易,还能使钎料铺展均匀。

2.6 钎焊温度

温度是影响钎料流动的主要因素,温度太高,钎料大部分从焊缝中溢出,温度太低,钎料不能很好的溶化和流动。触头加热曲线见图 2。从图 2 可以看出,钎焊时是需要保温 Δt_1 和 Δt_2 两段时间,也就是说,钎焊时,在温度达到 750~770 ℃时,需要保温 20~30 s,使钎料充分铺展。继续加热到 810~830 ℃时,再保温 20 s,使钎料充分渗透到母材中并进行扩散,增强原子间的结合力。

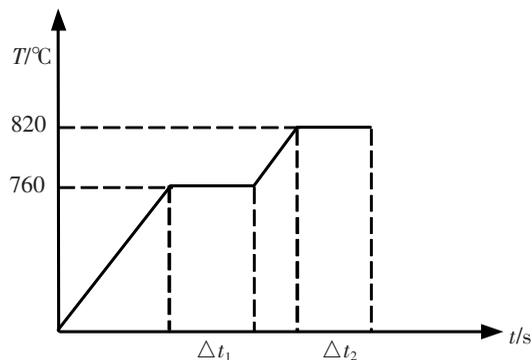


图 2 触头加热曲线

Fig. 2 Contact heating curve

2.7 转动及施加压力的影响

钎焊缺陷一般有未焊合、气孔、夹渣、它直接影响到钎焊质量。如果在钎焊时,当温度达到 750~770 ℃时,稍微转动几下铜钨合金头;当温度达到 810~830 ℃时,对触头施加一定的垂直静压力,有利

于气体的及时排出,以及钎料均匀铺展。

3 钎焊质量检查

为了进行对比,将试件分成2组,1号、2号为一组,3号、4号为一组,具体条件见表2。

3.1 A超检查

根据厂标 OKA.830.003-87 触头元件技术条件,进行A超探伤,1号、2号不合格,3号、4号合格。

3.2 C超检查

为了对A超结果进行验证,对以上试件进行计算机图像处理,见图3、4。其中白色为缺陷,黑色(灰色)最好。由钎着率可以看出钎焊质量的好坏。

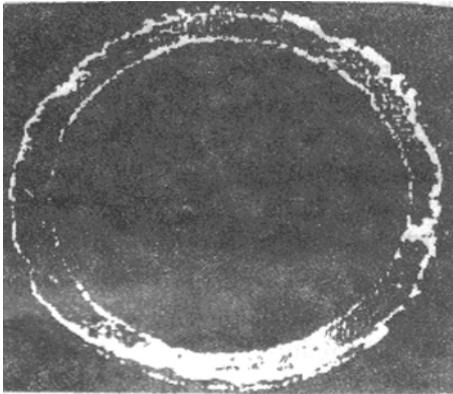


图3 1号试件

Fig. 3 1 specimen



图4 3号试件

Fig. 4 3 specimen

3.3 拉力试验

为了检查接头强度,对以上试件进行了抗拉强度试验,见表2。

4 结语

经过近半年的工艺试验证明,在严格控制各工艺参数的情况下,完全可以用中频感应进行触头钎焊;通过A超、C超和拉力试验检查,结果表明,触头钎焊质量比较优良,机械性能完全可能满足其使用性能。同时通过试验,探索出了一种改善铜钨润湿性的方法,并相应制订了一套严格的工艺规范,使铜

钨触头的焊接质量得到了明显提高。笔者所在厂已经大量应用此方法进行高压开关触头的钎焊,极大提高了生产效率,降低了劳动强度,改善劳动环境。

参考文献:

- [1] 中国机械工程学会焊接分会. 焊接手册2-材料的焊接 [K]. 北京:北京工业出版社,2008.
The Chinese Mechanical Engineering Society Welding Branch. Welding handbook 2-Materials welding [K]. Beijing: Beijing Industry Press, 2008.
- [2] 西安西电高压电器研究所有限责任公司. 高压电器产品手册 [K]. 北京:机械工业出版社,2008.
Xi'an XD High Voltage Apparatus Research Institute Co., Ltd.. The high-voltage electrical products manual [K]. Beijing: Mechanical Industry Press, 2008.
- [3] 杜相科,张旭宏,陈敏健,等. 关于高电压测量和校准结果不确定度的讨论 [J]. 高压电器, 1999, 35(3): 30-34.
DU Xiang-ke, ZHANG Xu-hong, CHEN Min-jian, et al. Discussion on high voltage measurement and calibration uncertainty [J]. High Voltage Apparatus, 1999, 35(3): 30-34.
- [4] 陈自强,杜相科. 超声成像检测技术在高压开关触头钎焊质量检测中的应用 [J]. 高压电器, 1999, 35(3): 37-39.
CHEN Zi-qiang, DU Xiang-ke. The ultrasonic imaging technology applications in quality testing of the high pressure switch contacts brazing [J]. High Voltage Apparatus, 1999, 35(3): 37-39.
- [5] 张学军. 航空钎焊技术 [M]. 北京:航空工业出版社,2008.
ZHANG Xue-jun. The air brazing [M]. Beijing: Aeronautical Manufacturing Technology Research Press, 2008.
- [6] 张猛,陈丽芬. 高压开关设备中铝合金铸造工艺发展综述 [J]. 高压电器, 2011, 47(4): 75-83.
ZHANG Meng, CHEN Li-fen. Review of the development of high-voltage switchgear in the aluminum alloy casting process [J]. High Voltage Apparatus, 2011, 47(4): 75-83.
- [7] 钟家喜,李保全,李亚红. 高压断路器机械状态诊断与监测技术的探索与实践 [J]. 高压电器, 2011, 47(2): 53-60.
ZHONG Jia-xi, LI Bao-quan, LI Ya-hong. High voltage circuit breaker status of diagnosis and monitoring technology to explore and practice [J]. High Voltage Apparatus, 2011, 47(2): 53-60.
- [8] 凌颖,赵莉华,林显,等. 高压隔离开关电触头性能改善探讨 [J]. 高压电器, 2010, 46(8): 101-106.
LING Ying, ZHAO Li-hua, LIN Xian, et al. High-voltage isolation switch electrical contact performance improvement discussion [J]. High Voltage Apparatus, 2010, 46(8): 101-106.

梁谦(1970—),男,高级工程师,从事热加工(焊接)方面的研究。