

铜钎焊剂的成分优化与制备

陈海燕,李卫民

(广东工业大学 材料与能源学院,广东 广州 510643)

摘要:通过拟定助焊剂配料方案,在水溶法改性处理工艺上用正交试验法选出铜钎剂的基础实验优化方案,并在优化方案中加入 AlPO_3 以降低钎剂的熔点.经改性处理的产品质量稳定,焊接效果好,适合企业大批量生产.

关键词:铜钎剂;焊接技术;水溶法;正交试验

中图分类号:TC425

文献标识码:A

文章编号:1007-7162(2006)01-0060-04

铜钎焊广泛应用于机械制造、汽车、制冷等行业,它具有成本低、污染少、材料利用率高等特点,同时制成的紫铜、黄铜制品焊接强度也非常高.铜钎焊时钎料大多与钎剂一起使用,钎剂的主要作用为去除钎焊金属表面氧化膜,改善钎料对基体金属表面的润湿性,促进钎料填缝并流布^[1].目前国内常用的铜钎剂的性能与国外还有一定的差距,国外在铜钎剂的改性处理工艺未见报道.为此,本文研究以国内使用量较大的硼砂和硼酸作为基体,通过不同的工艺参数对铜钎剂进行水溶处理,并测定其综合性能,以期开发出性能良好的铜钎剂.

1 试验方法

1.1 钎剂的配制

铜钎剂主要由硼砂($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$)和硼酸(H_3BO_3)组成^[2].将硼砂和硼酸按一定的比例混合加水磨成糊,分别在400 °C、450 °C、550 °C的温度下蒸发、焙烘,冷却后磨细到150~200 筛目的粉末.

1.2 钎剂的调膏性试验

在配好的钎剂中加入适量的蒸馏水,把试样调成膏状,在本实验的调膏过程中各试样都有发热现象,风干后结块,便于再次粉碎或调膏.

1.3 铺展性能试验

按照 GB11364-89《钎料铺展性及填缝性试验方法》将已制备好的钎剂配合钎料,在940 °C下对60 mm×60 mm×1 mm的紫铜片进行铺展性试验.

1.4 熔点的测定

目测变温法是测定熔盐熔点的一种极为简捷、准确和快速的方法.具体操作为:在加热过程中不断地搅拌熔盐,观察并记录熔体最后一批晶粒消失的温度(或溶液突然透明的温度);然后在冷却过程中不断地搅拌熔盐,观察并记录最初一批晶粒生成的温度(或透明溶液突然混浊的温度).从理论上说,两次记录的温度应该相等的,但由于过冷和热滞后的现象,常使两个温度有所差异.降低熔点附近升降温度的速度和反复多次操作,可以得到很相近的数据,取其平均值,这个温度即相当于熔点.

收稿日期:2004-09-08

作者简介:陈海燕(1974-),女,实验师,主要研究方向为材料科学.

2 试验结果与分析

2.1 正交试验

以钎剂熔点和铺展性为考察指标,成分配比、加热温度、保温时间为因素 A、B、C,并各选 3 个水平,试验因素水平如表 1 所示.其中成分配比是根据 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 - \text{B}_2\text{O}_3$ 相图所得(如图 1 所示).试验结果如表 2 所示.

表 1 试验因素水平表

水平	A 成分质量分数配比	B 加热温度/℃	C 保温时间/min
1	10 %硼酸 + 90 %硼砂	400	60
2	26 %硼酸 + 74 %硼砂	450	75
3	44 %硼酸 + 56 %硼砂	550	90

由表 2 的 $R_{\text{保温时间}} > R_{\text{成分配比}} > R_{\text{加热温度}}$,可得出实验的主要因素是保温时间,其次是成分配比,最后是加热温度;优化的实验方案为 T_{323} ,即试样质量百分比为 44 %硼酸 + 56 %硼砂,加热温度为 450 ℃,保温时间为 90 min.

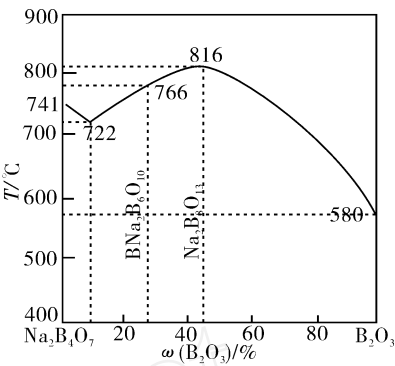


图 1 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 - \text{B}_2\text{O}_3$ 相图

表 2 正交试验方案与结果^[3]

试验号	A 成分质量分数配比	B 加热温度/℃	C 保温时间/min	平均熔点/℃	铺展面积/cm ²	综合评分 Y
1(T_{111})	1	1	1	765	0.00	10.05
2(T_{122})	1	2	2	765	0.44	- 121.95
3(T_{133})	1	3	3	776	0.58	- 156.58
4(T_{213})	2	1	3	785	0.52	- 132.55
5(T_{221})	2	2	2	776	0.56	- 150.58
6(T_{232})	2	3	1	765	0.00	10.05
7(T_{312})	3	1	2	815	0.64	- 148.45
8(T_{323})	3	2	3	760	0.60	- 173.30
9(T_{331})	3	3	1	815	0.60	- 136.45
I	- 268.48	- 270.95	- 276.98			
II	- 273.08	- 401.28	- 260.35			
III	- 414.65	- 282.98	- 418.88			
R	146.17	130.33	158.53			

2.2 在 T_{323} 方案的基体中加入磷酸铝

为了降低钎剂的熔点,在 T_{323} 方案中加入 5 %磷酸铝(即硼酸 38 %,硼砂 57 %,磷酸铝 5 %),测得熔点为 745 ℃,比 T_{323} 的熔点降低了 15 ℃,因此在钎焊过程中,钎剂比焊丝早一步熔化,钎剂先铺展开、浸润,为焊料的铺展提供了前提条件,有利于焊料的铺展.

根据 Cu-P 相图(如图 2),磷能显著降低铜的熔点,当磷含量为 8.4 %时,铜与磷形成共晶点,融化温度为 714 ℃,其组织由 Cu + Cu_3P 组成,因此加入磷酸铝可降低钎剂的熔点;同时磷可使

钎料获得优良的铺展性,是因为磷的加入能降低对铜的表面张力.

2.3 焊缝宏观分析

分别用 T_{323} 和 $T_{323} + \text{磷酸铝}$ 方案制备的钎剂作为助焊剂,配合黄铜钎料在室温下对紫铜条进行焊接,焊缝宏观图如图 3 和图 4 所示. 两者浸润性都比较好,焊缝的气焊端和首尾端均呈现凹弧状,没有气孔、夹渣、虚焊和咬边的情况,达到了冶金焊合的标准.

2.4 焊缝金相组织

T_{323} 和 $T_{323} + \text{磷酸铝}$ 方案制备的钎剂作为助焊剂所焊接的

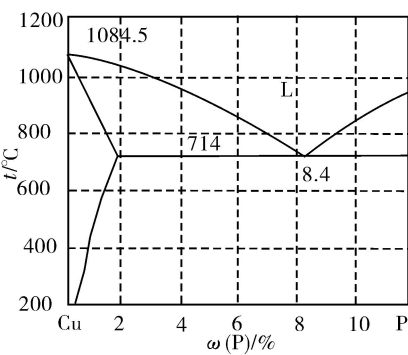


图 2 Cu-P 相图

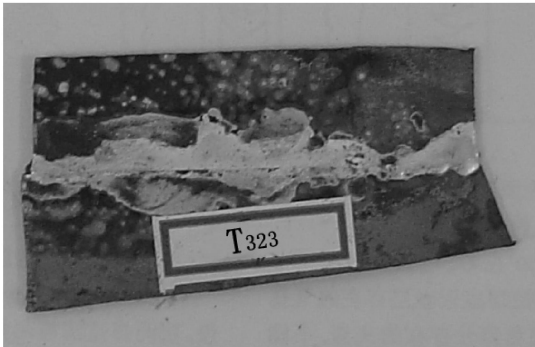


图 3 采用 T_{323} 方案制备的钎剂钎焊后宏观照片

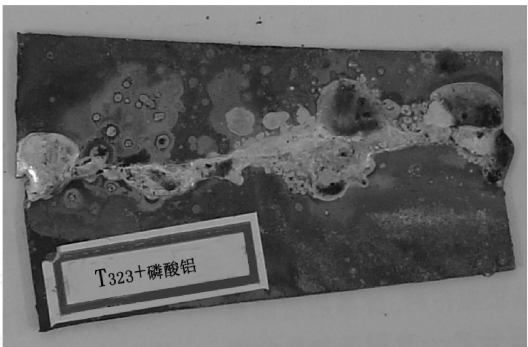


图 4 采用 $T_{323} + \text{磷酸铝}$ 制备的钎剂钎焊后宏观照片

试样焊缝金相组织如图 5 和图 6 所示. 焊缝与母材交接线为一条较暗的暗线,此为焊缝钎料和母材的熔合线. 从图 5、6 可清楚看到焊缝不仅界面致密,而且均匀连续.

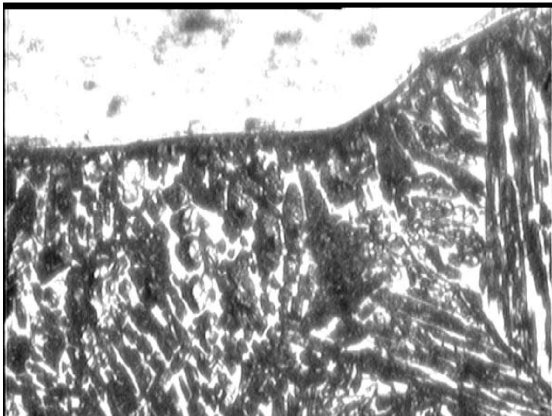


图 5 采用 T_{323} 方案制备的钎剂钎焊后焊缝金相照片 (500 $\times$)

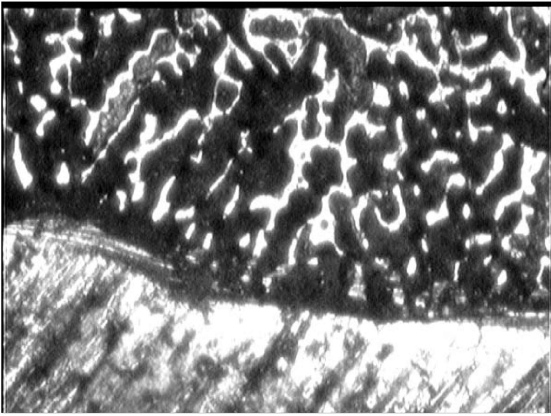


图 6 采用 $T_{323} + \text{磷酸铝}$ 方案制备的钎剂钎焊后焊缝金相照片 (500 $\times$)

3 结论

- 1) 经过正交试验法选出水溶法基础优化方案是:试样的质量百分比为 44 %硼酸 + 56 %硼砂,加热温度为 450 °C,保温时间为 90 min.
- 2) 水溶法中的主要影响因素是保温时间,其次是试样成分和加热温度,因此要严格控制好保温时间.
- 3) 加入磷酸铝可降低钎剂的熔点,为焊丝的铺展提供了前提条件.

参考文献:

- [1]徐金富,王秉芳,单丽云,等. 水溶性 303A 铜钎剂的研制及性能研究[J]. 焊接设备与材料,1995(6):24.
- [2]张启运. 钎焊手册[M]. 北京:机械工业出版社,1998.
- [3]《正交试验法》编写组. 正交试验法[M]. 北京:国防工业出版社,1976.

Optimization of Composition and Preparation for the Copper Brazing Fluxes

CHEN Hai-yan ,LI Wei-ming

(Faculty of Material and Energy ,Guangdong University of Technology ,Guangzhou 510643 ,China)

Abstract: According to the research of water dissolution for copper brazing fluxes , the best project is chosen in the orthogonal test. And it is proved that mixing the $AlPO_3$ in the sample can debase the flux 's melting point. Using such copper brazing fluxes ,the best results of the jointing can be got.

Key words: copper brazing fluxes ; technology of weld ; water dissolution ; orthogonal test

本刊启事

国家标准 GB/T 7714 —2005《文后参考文献著录规则》已于 2005 年由中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局和中国国家标准化管理委员会联合发布并开始实施. 本刊从 2006 年第 1 期开始执行,作者投稿请按新标准著录.

《广东工业大学学报》编辑部