

无氧铜在真空炉中焊接后表面发红原因初步分析

张贺良

中国科学院沈阳科学仪器股份有限公司

摘要: 本文对无氧铜在真空炉当中焊接后表面出现发红问题的相关原因进行讨论, 并从理论分析和试验验证入手, 对无氧铜发红的原因展开分析, 而之所以出现表面发红的情况, 主要是因为材料晶粒粗大、含氧量超标, 会对真空炉当中的蒸发物进行吸附, 导致材料表面变色造成的。这会对无氧铜零件的质量造成严重的影响, 因此, 需要针对其表面发红原因加强分析, 希望能够对此类问题进行有效的控制。

关键词: 无氧铜; 真空炉; 焊接; 表面发红原因

在对高压电器零部件进行生产时, 经常会有一些直径较高的不锈钢零件以及无氧铜导电杆在真空炉当中焊接以后出现表面发红的情况, 其主要特征如下: 导电杆表面色泽出现发红的现象, 其表现为粉红色, 而零件表面会略显污浊, 缺乏铜金属光泽, 经过焊接处理以后的工件, 通过气密性检测, 大部分气密性钎焊缝处都会出现漏气的情况, 导致工件气密性无法达到相关标准的要求。

一、初步分析

针对导电杆表面出现发红的工件车去不锈钢零件以后进行仔细的观察, 可以发现不锈钢零件与工件无氧铜进行焊接以后会有焊缝存在, 相比于焊接质量较高的产品, 焊缝处会存在较为严重的银铜钎料流散情况。将车掉的钢零件取下, 可以发现钢零件内壁表面会有氧化现象存在, 且氧化之后的内壁主要呈黄色和蓝色。钢零件内壁处的氧化颜色会从上到下逐渐变浅, 而内壁下端主要表现为蓝色, 氧化程度向上发展会逐渐减弱, 并表现出金黄色。而使用砂纸对表面发红的导电杆进行打磨, 将其中发红的区域磨去并覆盖之后, 再次放入真空炉当中, 工件出炉以后, 其表面仍然会有发红的情况出现。

而为了判断工件表面发红问题是否是由真空炉设备造成的, 需要对其进行全面的排查, 通过排查可以确定工件表面发红并不是由于真空炉影响造成的, 其主要原因是在几台真空炉当中先后投入400件特定形状的工件, 在焊接期间, 每炉都会有少量的工件表面出现发红的问题, 但在实践当中, 同期投入的一些其他型号产品, 在这几台真空炉当中, 并没有此类问题出现, 而且可以排除工件在真空炉不同位置的影响, 因为, 在真空炉当中, 工件都是随意放置的, 其放置点并没有明确的规定。

二、发红原因

(一) 工件材料以及加工零件的过程追溯

对电子生产组织系统以及原材料入场检验记录进行查询, 发现表面出现发红问题的工件, 使用的无氧铜零件材料主要是不同时间采购的铜材, 而这些铜材的批号主要有4个, 其中2个批号的棒料铜材需要加工成直径为 $\Phi 68$ 零件, 共计1180件, 而焊接半成品之后, 出现无氧铜表面发红的工件有20件, 其比重能够达到1.59%, 而另外2个批号的铜材, 在实际当中将其加工成 $\Phi 515$ 件直径为 $\Phi 70$ 的零件, 焊接成半成品之后, 无氧铜表面出现发红的工件有48件, 其比重能够达到9.32%。在对原材料来源信息进行查询时也可以发现, 同一时间段采购的铜材, 来源于不同的供应商, 但并没有类似的情况出现^[1]。

(二) 工件材料分析

第一, 光谱分析。通过光谱分析, 可以发现, 问题工件和正常工件之间蕴含的要素是基本相同的, 这也说明工件材料在金属成份方面并没问题存在, 而零件在焊接以后, 无氧铜材料当中除

了自身蕴含的元素以外, 其工件基体在真空炉当中吸附了大量的钼丝或钼带蒸发物, 例如Mg以及Mn。而Ag元素主要是由钎料在高温环境下蒸散造成的。

第二, 含氧量以及金相组织分析。为了对问题进行深入的分析, 需要对正常工件以及问题工件进行取样, 并做好相应的分析工作。在实际分析过程中, 可以发现正常工件的含氧量为一级, 而发红工件的含氧量则为五级。由此可见, 发红工件在含氧量方面严重超标, 此外, 其中的晶粒具有较大的直径, 能够达到正常工件的五倍^[2]。

第三, 材料成分分析。对正常工件以及发红工件进行取样, 并利用电镜能谱仪对其成份进行分析, 发现发红工件在外表面部分的氧含量远高于正常工件, 而且发红工件以及上部不锈钢零件在表面部分也存在氧含量偏高的情况。此外, 发红工件表面具有一定的Mn元素含量。

三、真空炉内试验验证

将表面存在发红问题的工件车去表层以后, 车销厚度为1.5mm, 选取4件样品, 针对其无氧铜零件应用酸洗工艺, 完成表面处理工作, 零件表面经过处理以后会表现出正常的金属色泽。在试验当中, 需要对样品进行编号, 分别为编号1-4。并分别将这些样品放入到两台真空炉当中, 同时将一片钎料(CuAgNi0.75)放置在零件端面, 在温度上升到840℃以后, 保持30min, 然后将温度降至40℃, 在零件出炉以后, 对钎料浸润性、流散性以及零件表面情况进行仔细的观察^[3]。

在一号真空炉当中放入样品1和样品2, 并落实对比验证工作, 将样品1在陶瓷片上裸露放置并送入到真空炉当中, 而样品2则需要套上干净的陶瓷罐放在陶瓷片上, 使用陶瓷片进行上下遮盖以后再放入到真空炉当中。而二号真空炉当中放入样品3和4, 样品3与样品1采用同样的方法, 而样品4加入真空炉的方法与样品2相同。

工件表面颜色变化分析。在真空炉降温以后, 将样品取出, 通过目测可以发现4个样品表面都有发红现象出现, 而样品1和3的表现较为明显, 而样品2和4的表现则较为轻微, 而与同一炉当中的正常产品相比, 其仍然有发红现场存在, 使用10倍放大镜对正常产品及样品进行观察, 发现其颜色变化明显不同于目测结果, 而且两个真空炉当中的产品都没有表面发红问题的出现^[4]。

结语

从上述分析中可以发现, 钎焊之后的导杆发红问题主要是由于原材料无氧铜中的含氧量超标造成的, 也正是由于其含氧量过高, 加上材料晶粒比较粗大, 使得材料在高温环境中产生低价化合物, 加上对真空炉当中蒸发物的吸收, 造成了零件表面颜色的变化。

参考文献

- [1] 韩引刚, 侯智伟. 无氧铜在真空炉中焊接后表面发红原因初步分析[J]. 电子世界, 2014, 36(18): 178-179.
- [2] 张波, 张文丙, 杜孝超, 等. 冷压焊接的真空可靠性分析[J]. 重型机械, 2014, 22(1): 81-83.
- [3] 张丽娜, 许青, 迟宏波, 等. CuZr0.15钎无氧铜真空扩散焊接工艺及力学性能[J]. 航天制造技术, 2014, 16(3): 6-9.
- [4] 张文丙, 孟昭红, 李宾宾, 等. 冷压焊接的真空可靠性分析[C]. 中国电子学会真空电子学会学术年会. 2014.