

24-25

铜的 TIG 钎焊工艺探讨

白津生 林嘉明

天津市焊接研究所 (300110)

TG457.13

A

摘要 本文对铜的 TIG 钎焊工艺作了简要介绍, 并利用 TIG 钎焊及 Cu-Mn-Si 三元合金焊丝所具有的特点, 成功地试焊了一些产品。

关键词 TIG 钎焊 三元合金钎料 工艺

1 前言

铜是工业上应用较广的金属材料, 铜的补焊一般以气焊和 TIG 焊为主。在焊接过程中常会出现气孔、裂纹等缺陷, 而且热影响区较大。近年来, 随着焊接工艺不断地更新与发展, 我们试用 TIG 钎焊的方法, 先后焊接了结晶器套筒、高频感应线圈以及补焊了直流电机电枢等产品, 并取得了一些进展。

某厂 200kW 直流电机电枢的材料是铜, 运行中因导条断裂而影响生产。以往采用银基钎料或铜磷钎料实施火焰钎焊进行补焊, 由于受热面积较大, 烧损了一些绝缘材料, 使修复周期延长, 而且使用银基钎料的成本也较高。

因此, 我们决定利用 TIG 钎焊及 Cu-Mn-Si 三元合金焊丝所具有的特点对直流电机的电枢部分进行补焊, 为了补焊时不烧损电枢的绝缘材料, 以缩短修复周期, 对 TIG 钎焊工艺进行探讨, 并分析了其与焊缝组织和性能的关系, 为实际应用提供了合理的工艺规范。

2 试验方法和试验材料

2.1 钎焊方法的选择

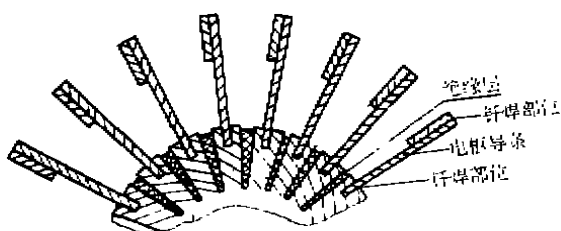


图1 电枢导条的补焊部位示意图

由于电枢导条之间的间隙较小, 补焊时又不能烧损绝缘层 (见图1), 该电枢导电条为 2

× 20 铜条。下面将常用补焊方法进行对比分析:

(1) 氧乙炔火焰钎焊

该方法比较简便, 最常用, 又因用银基钎料或铜磷钎料填充金属, 所以, 钎焊接头强度较高, 但加热时间较长, 受热面积较大, 易烧损补焊部位附近的绝缘材料。

(2) 烙铁钎焊

该方法也较常用, 因使用锡作钎焊材料, 故加热温度较低, 不易烧损绝缘材料。但此方法存在费工时和锡层易剥落现象, 钎焊接头强度不高。

(3) TIG 钎焊

该方法节能高效, 由于氩气流对电弧有压缩作用, 热量较集中。并且氩气对近缝区的冷却, 可使热影响区变窄, 不易烧损绝缘材料, 其组织与性能变化也较小, 钎缝成形美观, 速度快, 钎焊接头强度很高。

又因利用 TIG 钎焊所特有的“阴极雾化”现象, 能破碎和清洁钎缝表面的氧化膜。所以, 不需钎剂, 无钎剂腐蚀作用, 不需要焊后清洗。

通过对以上补焊方法比较, 考虑到母材的热脆性和靠近热影响区的裂纹敏感性, 需要限制热输入量, 并要提高接头的机械强度等, 认为补焊电枢导条, 选择 TIG 钎焊为宜。

2.2 焊接材料的选用

补焊方法已经确定, 还需选用焊接材料, 既要考虑焊接质量又要考虑焊接成本。在对料 201、料 301、料 601、丝 221、三元合金焊丝进行比较后, 决定选用三元合金焊丝。因为 TIG 钎焊要求焊接材料中不应含有锌, 减少锌原蒸发。这就要求在三元合金焊丝中加入 Mn, 以改

善钎料的塑性,增加钎料的流动性及浸润性,使钎料及焊缝的机械性能得到提高。三元合金焊丝中Si的加入,既可降低钎料的熔点,又可一定程度地防止晶界腐蚀。由于Si、Mn有利于提高焊缝的强度,可获得优质焊缝,因此选用Cu-Mn-Si三元合金焊丝较为适宜。

3 补焊接头的形式

对于电枢导条的焊接,尽量减小电阻是不可忽视的一个重要因素。为了减小电枢导条补焊接头的电阻,补焊时根据公式 $R = \rho \cdot L/S$,若减小电阻,就必须增大补焊接头的横截面积。增大接头横截面积还能进一步提高补焊接头的强度。故要求补焊接头的搭接长度 $L > 10\delta$ (δ 为导条板厚2mm),插接深度 $h > 5\delta$,见图2。

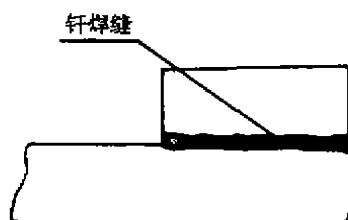


图2 电枢导条补焊接头形式示意图

因为钎焊接头的间隙大小是影响钎缝致密性和接头强度的主要因素。间隙太小,会妨碍钎料的流入;间隙过大,会破坏钎缝的毛细作用,钎料不能填满间隙。所以,电枢导条的补焊接头的间隙以0.05~0.15mm为宜。

3.1 工艺参数的确定

因TIG钎焊要求线能量的输入不能过大。否则,会造成被焊工件局部熔化,而不能形成钎焊接头。故采用较低的热输入是获得良好的钎焊接头的必要条件。因此钎焊过程中必须严格执行工艺规范,其工艺规范参数列于表1。

表1 TIG钎焊的工艺规范参数

钨极直径 (mm)	喷嘴直径 (mm)	氩气流量 (L/min)	起始电流 (A)	钎焊电流 (A)	焊丝直径 (mm)
3	10	8	20	80	1

施焊过程中,要求电弧不得直接加热钎缝。钎料始终盖住钎缝,填丝时不做任何摆动,以获得优质钎缝。每根电枢导条经补焊后,应立即用水急冷以防止损坏绝缘材料。

3.2 试验结果及分析

(1) 外观检验

焊后用小锤敲打电枢导条钎缝处,经检查没有裂开(假焊)现象,钎焊部位均符合补焊尺寸要求。

(2) 机械性能的测定

为了检测钎焊接头的机械性能,对钎焊试件逐个进行了拉力试验,数组试件的断口均在母材上。试验结果表明:采用TIG钎焊方法,使用Cu-Mn-Si三元合金焊丝,其钎接头具有足够的强度,能够满足钎焊的质量要求。

(3) 金相组织的观察分析

用高倍金相显微镜观察TIG钎焊试件的焊缝及熔合区组织(见图3)。



图3 TIG钎焊的金相组织 200X

图中有上部为焊缝组织,呈树枝状偏析的“固溶体”。

(1) 直流电机的电枢导条补焊后,经过绝缘强度和耐压检测,质量符合要求。又经过负载试验,电机转速、电压、电流以及温升均符合要求。

4 结论

(1) TIG钎焊所特有的“阴极雾化”现象,可破碎和清除钎缝表面的氧化膜。因此,焊接不需钎剂,焊后不需清理。

(2) Cu-Mn-Si三元合金电弧钎焊丝,由于在Cu基中加有Mn、Si等元素,降低了熔点,增加了钎料的流动性及浸润性,并使焊缝的机械性能得到了改善。

(3) TIG钎焊的热量较集中,其组织与机械性能变化小,该工艺节能高效,经济可行,并能获得满意的焊接质量及效果。

(收稿日期:1994-01-01)