



防止钎剂对焊点腐蚀的新工艺

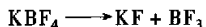
中国石油化工股份有限公司安庆分公司化肥厂 (246003) 程锦昌

石化企业制冷系统维修过程中经常出现系统管路的钎焊接头容易被腐蚀的问题,从而引发泄漏事故。这种情况严重影响企业的正常生产,成为制冷系统检修工作中的一种隐患。

一、钎焊接头被腐蚀的原因分析

在钎焊时,如果没有钎剂配合,尤其是在钎焊黑色金属如 Fe 时,银钎料对 Fe 的润湿性很差,而且易在钎缝结合处形成脆性化合物,所以在钎焊时必须配合钎剂来进行。以 QJ102 为例,在钎焊过程中, QJ102 可以溶解和破坏母材和钎料表面的氧化膜,能够很好的润湿母材和减小液态钎料与母材的表面张力,但是在钎焊过程结束以后, QJ102 的残渣会形成一层玻璃状的渣壳吸附在钎焊接头表面,采用机械的方法难以清除干净,这层渣壳在空气中潮解形成一层呈弱碱性的电解质溶液,而发生原电池反应,腐蚀焊缝金属和母材金属,产生钎焊接头变绿的现象,即我们通常所说的“铜绿”。

QJ102 的主要成分(质量分数)为 35% KF, 40% KBF₄ 和 25% B₂O₃。钎剂中的 KBF₄ 在 540℃ 时熔化,随后分解:



其中,生成的 KF 不仅提高了钎剂的去膜能力,而且降低钎剂的熔点及表面张力,使其活性降至 650~850℃,析出的 BF₃ 比 KF 的去氧化物能力更强,如 $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{BF}_3 \longrightarrow 2\text{CrF}_3 + \text{B}_2\text{O}_3$,生成的硼酐与钎剂中原有硼酐一起又进一步与氧化物作用,使钎剂的活性温度又进一步降低:



通过以上分析可看出,钎剂残渣的主要成分为金属氟化物盐和易溶的硼酸盐的混合物。QJ102 的熔点约为 550℃,活性温度为 650~850℃,在钎焊过程中,钎剂中的硼酐与氧化物形成易溶的硼酸盐,当达到饱和程度后,其粘度增加,填缝金属置

换钎剂的能力因此受到限制,导致钎剂被滞留在钎缝处,这些残渣具有腐蚀性,使钎缝表面或近缝区的母材上产生局部腐蚀,从而导致泄漏。钎剂残渣之所以对母材或钎缝产生腐蚀,是由于钎焊后残留在母材或钎缝上的氟化物或氟化物与环境中的水发生水解作用,产生出游离的氟离子或氯离子,氟离子或氯离子继续与母材或钎缝中的 Cu、Ag、Zn、Fe 等元素反应,生成 CuCl₂、ZnCl₂、FeCl₂、FeCl₃、AgF 及 ZnF₂ 等化合物所致。

二、防止钎剂腐蚀的方法

1. 直接采用物理或化学的方法

一般的钎剂中均含有硼砂 (Na₂B₄O₇·10H₂O) 和硼酸 (H₃BO₃),含硼砂和硼酸的钎剂残渣呈玻璃状吸附在焊缝金属表面,如果钎焊接头不可拆卸时,可采用自制的专用工具以机械的方法清除焊点表面的渣壳。但这种方法清除不彻底,钎焊接头上仍然吸附有钎剂残渣,效果不理想。

如果钎焊接头为散件且没有其他特殊要求时,可以采用在沸水中长时间浸煮的方法来清除吸附在焊点表面的钎剂残渣。

2. 采用气体助焊剂

(1) 气体助焊剂的焊接特点 在一般的钎焊过程中,不仅会产生具有腐蚀性的钎剂残渣,而且由于火焰的高温作用,钎焊过程又在空气中进行,工件很容易被氧化,焊后形成很多氧化皮,造成表面发黑,同时会产生大量危害工人身体健康的有毒气体,因此我们可以考虑采用气体助焊剂 (Falme Flux)。

气体助焊剂是一种高挥发性的液态化合物,既无腐蚀,又不含氟,它在气源的燃气路中加入,在钎焊时发出明亮的绿光。助焊剂随火焰从焊枪中喷出,自动均匀的输送到钎焊区,形成一层保护膜,防止焊缝金属表面氧化,润滑钎焊区,从而提高了钎焊质量,同时防止了有害气体的产生,



节省钎料,降低成本。焊后,我们发现钎焊区域清洁、明亮,无任何附着物,不需要任何清理工作。

另外,由于助焊剂有随火焰添加的特点,在焊接时只有当火焰加热的部分存在助焊剂时才能形成钎接焊缝,没有火焰的区域或无助焊剂的部分不能进行钎焊。由于助焊剂的添加是以在火焰中形成“雾化”状态即均匀且充分的添加,大大提高了焊缝的质量和焊接水平,减小了焊缝泄漏的几率,确保了高质量焊缝的形成。

下面以 $\text{Ba}_{20}\text{CuZnCd}$ 钎料为例,说明添加气体助焊剂后的焊接现象:①添加助焊剂后观察钎焊过程,可明显看到钎料均匀的流动,迅速填满间隙,使焊接接头达到最佳的力学性能。②钎缝致密,不会产生任何疏松泄漏现象。焊后焊缝金属表面无钎剂残渣,焊接区清洁、明亮,无需任何清理工序。③不会产生含氟的焊接烟尘,有利于操作工的身体健康。④大大降低废品及补焊品的发生率,从而提高了维修效率。⑤能降低材料消耗成本,避免浪费,能节省贵重的有色金属钎焊材料。

(2) 工艺改进后的效果 气源加入气体助焊剂能有效地阻止金属的高温氧化,提高接头的抗氧化性,使焊接质量大为提高,有利于钎焊质量的控制与稳定性的提高;取消了钎剂,使操作简化,焊后不需清理,既经济又实用,重要的是消除了钎剂残渣对焊点的腐蚀;改善了操作者的工作环境,提高了维修效率,保证了维修质量和工人的身体健

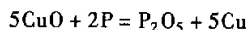
康。

3. 采用铜银磷自钎剂钎料

自钎剂钎料是指自身含有能起到钎剂作用的微量或一定量元素的材料,它在钎焊过程中无须配合钎剂使用,可以从根本上消除钎剂对焊缝金属的腐蚀。铜银磷钎料是广泛使用的空气自钎剂钎料。在铜中加磷起以下两种作用:

(1) 磷能显著地降低合金的熔点,当 $w_p = 8.38\%$ 时,铜与磷形成熔点为 714°C 的低熔共晶,其晶体由 $\alpha + \text{Cu}_3\text{P}$ 组成。 Cu_3P 给铜磷钎料带来脆性,使其塑性比银基钎料低的多。

(2) 磷的另一作用是钎焊铜时起自钎作用。磷在钎焊过程中能还原氧化铜:



还原产物 P_2O_5 与氧化铜形成复合化合物,在钎焊温度下呈液态覆盖在母材表面,可防止母材氧化。为了改善铜磷合金的加工性和塑性,提高其抗拉强度、导电性及降低熔点,我们在其中加入了银,通常我们使用的此类钎料是 HL209 ($w_{Ag} = 2\%$) 和 HL205 ($w_{Ag} = 5\%$),我们可按接头的实际工作状态及维修成本来选择钎料。

三、结语

在制冷系统的维修过程中,通过采用气体助焊剂或铜银磷自钎剂钎料可以防止钎剂对焊点腐蚀,消除制冷系统检修工作中的隐患。

(20030816)

武汉楚天激光集团 大功率激光切割焊接机通过技术鉴定

武汉楚天激光集团研制的一种新型(JDXI型)大功率数控 CO_2 激光切割焊接机,日前通过了湖北省科技厅组织的技术鉴定。

国家重粒子加速器是国家自然科学攻关项目,在科技、国防领域具有极为重要的战略价值。去年5月,楚天激光受中科院近代物理研究所的委托,为国家重粒子加速器研制生产 2kW 瓦数控 CO_2 激光切割焊接机。该公司对机床整机、外光路系统、控制电路系统、应用软件等进行了自主研发,并从国外引进了激光器、系统平台等设备,并于去

年12月完成了光机电一体化联调。

根据中科院近代物理所的要求,楚天激光集团运用新设备,做了3个月的切割焊接工艺试验,取得大量经验数据。目前,中科院近代物理所与楚天激光集团签署了预验收报告。

在日前的鉴定会上,华中科技大学、武汉理工大学等单位的专家一致认为,该设备已达到国际同类产品的先进水平,尤其是机床采用铸铝悬臂式结构和全飞行光路设计,精度高、稳定性好,可以替代进口。