

电阻焊机冷却水系统中沉积物的清洗及控制

吉国光

(上饶地区汽运总公司)

在客车和轿车的生产与维修中,电阻焊机作为一种主要的焊接工具而广泛应用于各种零部件、车身的焊接和拼装。由于电阻焊机和有关的辅助电气设备均需采用循环冷却水进行冷却,因此,冷却水系统的正常运行对于确保生产质量、延长设备使用寿命、减少维修费用和降低维修强度是十分重要的。

1 冷却水系统基本情况

1.1 存在的主要问题

整个电阻焊机因发热而需通水冷却的部件有焊接变压器、电极和水冷电缆等,这些元器件材质绝大多数是铜或铜合金。使用现场反映的一个普遍问题是,一些焊机在使用一段时间后就会因为机身发烫而难以把握操作,有些电极甚至因高温而在电极力压迫下发生弯曲,重新更替亦无济于事。

通过剖析已损坏的焊机电极和水冷电缆等部件及拆卸部分冷却水总管和支管后发现,所有过水通道都遍布黄绿色的沉积物,总管和支管直径明显减小,电极内冷却水回路严重堵塞,去除表面疏松的覆盖物后沉积物底层为很硬的水垢。这些沉积物附在传热面和管道内壁上,导致传热面热阻上升、冷却水流动阻力增加、流量下降。

在上述作用的影响下,当冷却水移热速度小于焊机工作产生的热量时,就会造成机身和发热部位温度升高,而温度的升高又进一步促进了结垢。如此循环,将导致焊机冷却效果恶化,直至焊机发烫、电极温度急剧上升,当超过一定的屈服强度时电极便会弯曲损坏。

1.2 水质和垢样分析

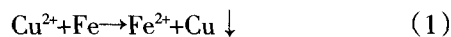
对现场冷却水进行分析测试后发现,铜含量高

出 2×10^{-6} , 远远高于一般工业循环冷却水系统小于 0.2×10^{-6} 的控制要求。进一步测试发现,黄绿色软沉积物主要为铜化合物。从沉积物的垢样分析结果可以看到,沉积物中硬垢的主要成分是钙和镁,而 CuO 的分布带有普遍性。通过分析可以基本确定,电阻焊机冷却水系统沉积物除了随冷却塔吸风进入系统的灰尘杂质外,其主要成分是水垢和腐蚀产物,腐蚀产物除了常见的碳钢腐蚀产物外,还有其特有的铜化合物。由于铜盐具有较强的抑制微生物生长的作用(杀菌灭藻),因此污垢中的淤泥较少。

2 沉积物的清洗

2.1 普通酸洗方法的危害

我们知道,水中铜离子(Cu^{2+})可发生置换(Fe)的反应:



沉积在碳钢管道(Fe)上的铜(Cu)成为接触腐蚀电池的阴极, Fe 作为阳极其腐蚀速率比单独在冷却水中发生的微电子腐蚀大得多。但是,对于常见的敞开式冷却水系统,由于水质偏碱性或中性,因此受溶积的约束,冷却水中游离的 Cu^{2+} 将产生 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 和 CuCO_3 等沉淀而维持在一定的浓度之下。当系统中有大量的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉积物时,若采用普通的酸洗工艺除垢便会发生(1)式的反应,这就是酸洗中的“镀铜”现象,大面积的 Cu 沉积将给冷却水系统的管道和设备造成严重的后果。

过去,本公司的维修厂车身车间的冷却水系统曾采用普通的酸洗方法来清洗管道中的沉积物。但经清洗后的管道往往只能维持2年左右,随后便发生多处点状腐蚀、穿孔的情况。对更替的管道进行剖析发现,

管道中已有大量的 Cu 沉积,穿孔多发生在沉积面的边缘和空隙处,而大多数有沉积物覆盖的区域则基本无破损。由此可以认为这是酸洗不当造成的。

目前对于此类系统,通常采用某些掩蔽剂来阻止酸洗中铜的还原沉积。但对于大型电阻焊机冷却系统,由于管道长、网络复杂、铜化合物沉积量大,因此很难保证药剂在某些流速较低和滞流区域发挥良好的遮蔽作用。

2.2 清洗方案及实施

鉴于冷却水系统含铜化合物及低 PH 值运行的酸洗方法可能造成的隐患,我们利用特效剥离剂可与沉积的铜化合物形成溶解度更大的络合物的特性,先对沉积物进行剥离,随后利用集中排污将溶入水中的络合物排出系统。由于此剥离过程是在自然 PH 条件下进行的,因此这个清洗过程不会造成铜的还原沉积。

为了防止一次性大剂量投加剥离剂可能造成过量的铜化合物重新沉积的情况,我们采用了分批小剂量间隙投加药剂的操作方法。通过交替进行剥离、排污过程,逐步实现了清除铜化合物的目的。

经过数次剥离过程后拆管观察表明,黄绿色的沉积物基本清除,此外沉积物中的硬垢和锈蚀物也大部分软化、脱落,说明剥离剂 also 具有很好的除垢作用。

在基本除尽沉积的铜化合物、硬垢也得到软化之后,便可进行彻底的清洗除垢工作。在微酸性的条件下,清洗剂在系统中经 24 h 循环后便已将大部分垢层除去,从而达到了系统清洗的目的。该清洗过程中总铜含量基本维持在 0.3×10^{-6} 的水平,没有明显的上升,表明经过系统剥离、排放预处理后,系统中铜化合物已基本除尽,因此从根本上克服了“镀铜”的危害。

3 沉积物的控制

3.1 水垢的控制

控制水垢实质上是阻止冷却水中碳酸钙等盐类物质的结晶析出,投加阻垢剂便是一种实用、有效的化学处理方法,阻垢剂的主要作用如下:

a. 晶格畸变。阻垢剂可以吸附着到晶体的活性增长点与 Ca 结合,从而抑制了晶格向一定方向成长,因此使晶格歪曲、长不大。另外,随着部分化合物卷入晶格中,使晶格发生错位,在垢层中形成一些空洞,分子与分子之

间的相互作用减小,所以垢层变软,易被流水冲刷、脱落。

b. 络合增溶。阻垢剂能与水中的 Cu^{2+} 和 Mg^{2+} 等金属离子形成稳定的络合物,从而提高了碳酸钙等晶粒析出时的过饱和度,也就是在相同的温度下增加碳酸钙等盐类在水中的溶解度,防止了晶体的析出。

3.2 污垢的控制

针对沉积物组成的特点,电阻焊机冷却水系统控制污垢的工作主要是从以下几个方面进行处理。

a. 抑制铜腐蚀。根据分析可知,防止铜腐蚀与抑制碳钢腐蚀是密切相关的,通过投加特效铜蚀剂可以抑制铜及铜合金溶解进入冷却水中,或者使已进入水中的溶解铜钝化,从而达到防止铜在无缝钢管、镀锌管上沉积的目的。

b. 减缓碳钢腐蚀。在铜腐蚀的影响得到控制的基础上,通过清洗、预膜处理,可以在碳钢管道和设备的表面上生成一层致密的保护膜,随后再通过日常投加缓蚀剂,以维护保护膜的完整性,如此便可以有效地减缓碳钢的腐蚀,从而防止了锈蚀物的沉积。

c. 分散沉积物。对于敞开式冷却水系统,许多灰尘杂质会随着冷却塔吸风进入系统。另外,由于电阻焊机的水冷电缆将不可避免地发生机械磨损,脱落的铜化物逐渐增加、沉积,因此投加一定量的分散剂能将粘合在一起的泥团状杂质分散成微粒,使之悬浮于水中而不沉积在传热面或管道壁上,最后通过排污排出系统外。

d. 杀菌灭藻。在进行水质稳定处理后,由于铜化物的含量已被控制在较低的水平,此时铜盐的浓度已不再产生杀菌的功效,因此该系统仍必须投加杀菌剂,以达到杀菌、灭藻、抑制生物粘泥的目的。

3.3 处理结果

全部水质稳定处理由清洗、预膜和日常处理 3 个相关的过程组成,其中日常处理包括日常加药、水质监测和排污,日常使用的药剂有铜缓蚀剂、缓蚀阻垢剂(复配)、分散剂和杀菌剂。经过水质处理后的冷却水,其浊度、总铜指标较低,表明系统的腐蚀问题已得到有效地控制。经过 2 年的跟踪观察发现,管道内壁基本无沉积物生成,焊机冷却效果良好,即使在夏季高温季节里焊机也无发烫的情况发生,这表明系统沉积物控制的问题已经得到彻底解决。

收稿日期:2012-10-12