

高频感应钎焊在纯铜接头和 304 不锈钢管焊接上的应用

常州机电职业技术学院 (江苏 213164) 于 波

【摘要】纯铜接头和 0Cr18Ni9 不锈钢管焊接属于异种材料的焊接，两者之间的熔点相差很大，所以常规办法很难解决焊接上的问题。高频钎焊作为一种特殊焊接方法可以用来焊接两种材料，但也存在着一些问题，本文主要研究如何通过高频钎焊使两种材料焊接形成优质焊缝。

1. 概述

随着发展的需要，异种材料的焊接越来越受到关注。对于异种材料的焊接再采用熔焊等方法很难做到很好的效果。纯铜的熔点是 1083℃，奥氏体不锈钢中 0Cr18Ni9 的熔点是 1420℃，要想把这两种材料焊接到一起，使之达到原子间的结合，就要采用钎焊或气焊，但是气焊的效率低，同时工人的工作环境较差。高频钎焊就是用比两种母材熔点低的银钎料，将焊件加热到高于钎料熔点、低于纯铜熔化

温度，利用钎料润湿母材，填充接头间隙并与母材相互扩散，实现连接焊件。

感应钎焊是将焊件的待焊部位至于交变磁场中，通过它在交变磁场中产生的感应电流来实现加热铜管，进而利用热传导熔化钎料填充间隙形成焊缝的一种焊接方法。

2. 感应加热焊接的特点

优点：①加热速度快，焊接时间短，由于电流能高度集中于钎料上部，所以加热速度极快。②热

缓冷。待工件冷却到常温后，对里面角焊缝做 PT 检测，装配上外筒焊接。

表 5 焊接参数

焊接位置	焊丝直径 /mm	焊接电流 /A	电弧电压 /V	送丝速度 /m · min ⁻¹	气体流量 /L · min ⁻¹
碳钢表面堆焊	1.6	250 ~ 300	25 ~ 28	5.5 ~ 6.0	27 ~ 30
坡口填充及角焊缝	1.6	320 ~ 340	28 ~ 30	6.0 ~ 6.5	30 ~ 33

焊后对工件进行 600℃ 退火去应力处理，焊缝表面 PT 检测、内腔做水压试验。各项检验合格，最终修复成功。

3. 铜与钢产生焊接缺陷的原因分析

(1) 裂纹 ①焊接前，没有彻底清理母材。焊缝表面存在水、锈、油污等影响焊接的因素。②碳钢金属对焊缝的稀释过大。③焊前预热、焊后缓冷：焊前对工件预热温度低、时间短，碳钢里的氢不能

彻底释放，容易产生裂纹。焊后没有缓冷，内应力短时间内积聚过快，也是产生裂纹的原因。④焊接热裂纹：焊丝中的杂质在焊接冶金过程中生成低熔点共晶，加之铜合金的膨胀系数及收缩率较大，增加了接头的内应力，易产生裂纹。

(2) 未熔合 ①铜与铁物理性能差异太大，预热温度不够是产生未熔合的主要原因。②坡口制定不合理，焊接时层间焊缝处理不干净，焊接电流、电压过小也是造成未熔合的原因。

(3) 变形 当工件的焊接量大、刚性差，没有防变形措施时，易产生变形。

4. 结语

异种金属焊接，要难于同种金属。异种金属中的有色金属要更难焊一些。只要选择好合理的焊接工艺，严格执行工艺过程，就会得到理想的焊接接头。MW (20120312)

影响区小。因为焊速高,焊件自冷作用强,故高频焊的热影响区窄小且不易发生氧化,从而获得具有良好组织与性能的焊缝。③焊前无需清理。高频电流的电压很高,对焊件的表面氧化膜是能够导通的,且焊接时能把氧化膜和污物从接缝熔池中挤出去。

缺点:①焊接时对装配质量要求较高。②电源回路的高压部分对人身和设备的安全有威胁,要有特殊的保护措施。③回路中振荡管等元件的使用寿命较短,而且维修费用较高。

3. 焊接材料

(1) 钎料 由于铜和不锈钢的熔点较高,加热温度一般在 600 ~ 850℃。选择硬钎料。硬钎料当中选择银基钎料。银基钎料应用最广,且熔点不很高,能润湿多种金属,并且具有良好的强度、塑性、导热性、导电性和抗腐蚀性。常规钎焊铜接管和不锈钢管钎料是银铜合金焊条,采用气焊焊接,在填充钎料时比较麻烦,且效率很低,高频钎焊采用环状银铜合金的焊环,做成略大于纯铜接管的某种规格之后套在纯铜接管上,涂好焊剂,加热纯铜接管。熔化钎料填充纯铜接管和不锈钢波纹管之间的间隙形成焊缝。

(2) 钎剂 钎剂的选择是由待焊材料和钎料决定的。由于感应钎焊加热温度为 600 ~ 850℃ 之间,应选用硬钎剂。这类钎剂主要是以硼砂、硼酸以及它们的混合物为基体,以某些碱金属或碱金属氟化物、氟硼酸盐等为添加剂,具有合适的活性温度范围和去除氧化物能力的高熔点钎剂。所以钎剂选择 QJ102,其化学成分及配比为硼酐 35%、氟硼酸钾 23%、氟化钾 42%。以上三种物质均是粉末状或结晶状,配好后不能直接使用,使用前需要对其加水加热煮沸,煮到一定的浓度之后方可使用。

4. 感应钎焊中经常遇到的问题

高频感应钎焊可以很好的焊接纯铜和不锈钢管。最重要的是获得美观、使用性能好的焊缝。而实际操作中,由于某些参数选择不当时经常会出现一些问题。这些问题与常规焊接方法出现的问题差不多。

(1) 未熔合 边缘有时由于纯铜接管没有放置在感应环所形成磁场的中心位置,加热时受热不均,或者焊剂未涂均匀,在不锈钢管口边缘处容易产生

未熔合,因此加热时找准加热中心,同时给不锈钢管口适当进行预热,并涂匀焊剂,以保证管口边缘熔合良好。

(2) 热裂纹 感应钎焊焊接纯铜和不锈钢管时,把铜管放进感应加热环中,使铜被烧红之后,传导的热量熔化钎料填充铜管和不锈钢管之间的缝隙形成焊缝。但在这过程中如果过快放入水中冷却,焊缝很容易开裂。主要原因是熔池内纯铜与其中的杂质形成低熔点结晶物,冷却速度过快,很容易沿着结晶物发生开裂。因此加热前涂好焊剂,慢慢放入水中冷却,保证焊缝质量。

(3) 气孔 加热后采用放进水中进行冷却,冶金反应产生的氢气在凝固结晶之前来不及逸出就在焊缝的表面和近表面形成气孔,影响外观质量,进而降低焊缝的强度。因此,在冷却前需停留几秒,或者再次加热保证氢逸出形成新的焊缝。

(4) 焊瘤 焊接时采用铜管装配插入不锈钢管内垂直位置放置,焊接过程中,如果不垂直或未将铜管放在电磁感中心处,钎料熔化在电磁力的作用下就会在不锈钢管口的位置积聚成焊瘤。焊瘤的形成有可能会造成管接头焊接泄漏,同时浪费材料。

5. 结语

(1) 铜和不锈钢之间的熔点相差很大,常规的熔焊等焊接方法一般无法做到,高频钎焊很适合纯铜管和不锈钢管的焊接。钎焊就是焊接异种材料的常规方法,高频热源可以做到短时间内加热铜至塑性状态。

(2) 高导热率的影响,纯铜的导热率比不锈钢大 7 ~ 11 倍,所以焊接时主要针对纯铜加热,然后利用高的导热率传递热量到焊环,焊环吸热量被熔化,填充接管缝隙形成焊缝。

(3) 产生气孔缺陷比较多,气孔的产生往往是由于加热冷却时,冶金反应产生的气体来不及逸出,往往会在表面及近表面形成气孔,遇到这种情况可以再次加热让气体释放出来。

(4) 焊接过程中一定要严格控制冷却速度,就是焊后冷却的下水速度,一般气孔下水速度慢不容易形成裂纹;另外,钎剂的浓度一定要控制得当,浓度适宜的钎剂对减少热裂纹的产生起着积极的作用。MW

(20110203)