

Study on optimization method of welding quality of printing press ink conveying pipeline by micro-control rolling

Yun Li¹ Xuejing Liu¹ Yu Xing^{1*} Jiaxi Li²

1. College of Mechanical Electronical and Engineering, Xi'an Polytechnic University, Xi'an, Shaanxi, 710000, China

2. Hebei Province Polyvinyl Chloride Technology Innovation Center, Tangshan, Hebei, 063000, China

Abstract

The service life of the printing press ink conveying pipe is related to the length of the conveying pipe, the number of bending pipes, the ink conveying pressure and other factors. At present, the most effective way to connect the ink conveying pipe is still welding. Therefore, the welding quality of the printing press ink conveying pipe is crucial to the stable operation of the printing press and the ink conveying effect. This paper focuses on the micro-controlled rolling welding process of printing press ink pipeline. In order to fully show the advantages of the micro-controlled rolling welding process compared with the traditional welding process, a comparative test was designed for the welding process of the ink conveying pipeline, and the residual stress of the weld, the macro section of the weld, the grain size, the micro-hardness and the control deformation were compared and analyzed. The results show that the micro-controlled rolling welding process has obvious advantages over the traditional welding process, and can effectively reduce the ink leakage and other problems. Therefore, this study provides a practical method for improving the quality of micro-controlled rolling welding of printing press ink conveying pipe, and has important guiding significance for the production practice of printing industry.

Keywords

Ink transport pipeline, micro-control rolling process, welding quality optimization

印刷机油墨输送管道微控轧焊接质量优化方法研究

李云¹ 刘学婧¹ 邢宇^{1*} 李佳羲²

1. 西安工程大学机电工程学院, 中国·陕西 西安 710000

2. 河北省聚录乙烯技术创新中心, 中国·河北 唐山 063000

摘 要

印刷机油墨输送管道的使用寿命与输送管道的长度、弯管的数量、油墨输送压力等多种因素有关, 目前连接油墨输送管道最有效的方法仍为焊接, 因此, 印刷机油墨输送管道的焊接质量对印刷机的稳定运行及油墨输送效果至关重要。本文聚焦于印刷机油墨输送管道的微控轧焊接工艺。为了充分展现出油墨输送管道微控轧焊接工艺相比于传统焊接工艺连接的优势, 针对油墨输送管道的焊接工艺设计了对比试验, 在焊缝残余应力、焊缝宏观截面、显微硬度和控制变形4个方面进行了对比分析。结果表明, 微控轧焊接工艺相比于传统焊接工艺具有明显的优势, 有效减少了油墨泄漏等问题的发生。因此, 本研究为印刷机油墨输送管道微控轧焊接质量的提升提供了切实可行的方法, 对印刷行业的生产实践具有重要的指导意义。

关键词

油墨输送管道; 微控轧工艺; 焊接质量优化

1 引言

印刷机供墨系统由墨罐、加墨泵、传输管道、墨位传感器和加墨阀等部分组成, 首先由加墨泵将油墨加压注入油墨传输管道, 再通过加墨阀与墨位传感器配合, 使油墨自动注入印刷机墨斗。该系统代替了手工加注油墨, 极大地减轻了操作人员的劳动强度, 解决了桶装油墨浪费大、回收难、不环保等问题^[1]。然而, 油墨管道作为连接加墨泵与自动供

墨系统的中间桥梁, 通常由无缝钢管连接而成, 接头一般采用卡套式, 利用锥度卡套变形, 卡住管子并进行密封。但使用该方法连接油墨管道可承受最大的压力有限, 且连接时需要较高的密封性能。经研究发现, 油墨管道最容易出现漏墨的地方是油墨输送管道的接头, 而且一旦出现问题, 维修较为困难, 因此在设计和施工阶段一定要控制好质量^[2]。

王艳辉^[3]等人提出了一种智能自动供墨系统的设计方案, 对油墨泵站、集中供墨输送管道以及自动供墨系统三方面展开设计和研究, 实现油墨智能自动供墨, 从而很好地控制油墨使用量。油墨输送管路的设计是集中供墨系统的关键部分, 需根据泵送压力、油墨流动性能等进行合理设计, 采

【作者简介】李云 (1995–), 男, 中国陕西西安人, 硕士, 从事焊接工艺研究及焊接工艺参数优化研究。

用管道输送油墨,可避免油墨无组织挥发。葛力^[4]等人通过对集中供墨系统的分析,建立油墨黏度、管道直径和长度之间的关系;针对不同颜色油墨的不同黏度、不同管径及泵压值,分别计算出相应的管道长度,并根据现场情况进行合理选择,以验证该方法的可行性。陈宁^[5]对浆体管道输送提出了优化思路,指出了只有管道材料、直径和输送设备相匹配,才能达到能耗最低、保障性高和管理便利的最优化效果。穆俊齐^[6]等人分析了不同弯度、不同孔径、不同转角半径与孔径比值对一般油道的影响,使优化后的油道进出口压降、速度波动等一系列参数得到改善。

在金属材料连接领域,MIG焊接作为一种常见的焊接技术,广泛应用于高效率的结构工业焊接制造^[7]。微控轧焊接工艺是在传统焊接基础上发展起来的一种新型工艺,它通过引入微控轧技术,实现焊接的微小时空中对熔敷金属进行冶金轧制全过程工艺,达到更优的焊缝应力和组织优化及更高的综合性能。

2 试验分析

2.1 试验材料及工艺

本次实验对象采用X80管线钢板作为焊接试样,每块试样尺寸为200mm×120mm×22mm,焊接方式采用MIG多层多道平板对接,根部打底采用无衬垫、无填充焊接,30°角V型坡口,坡口根部间隙为3mm;焊接实验采用Panasonic(YD-500FR2)焊机作为焊接电源,焊丝型号为直径1.2mm的GT/T ER62-G或AWS ER90S-G;保护气体为80%Ar+20%CO₂,气体流量为20L/min;控轧方式为气动控轧。

2.2 实验方法

设计两组焊接工艺的对比实验;第一组只焊接不控轧,第二组焊接+控轧,其中第二组焊接工艺参数与第一组完全一致且第一道打底焊不控轧。焊接结束后,待其冷却至室温,对焊接后的金属样品进行了精确的X衍射残余应力测试,每个实验组在焊缝区域选取8个测试点,每个测试点重复3次,然后取平均值。

3 实验结果分析

3.1 焊缝残余应力比对分析

两种工艺各点位残余应力平均值折线图如图1所示;

由表中数据可以看出,MIG焊接的焊缝残余应力值在72.67~204MPa之间,平均残余应力约为170MPa,且均为拉应力;MIG-MCRW焊接的焊缝残余应力值在-123~-209MPa之间,平均残余应力约为-180MPa,且均为压应力;由图可以看出,两种工艺在对应位置的残余应力变化趋势相反,且相比于MIG焊接工艺,MIG-MCRW焊接工艺的残余应力变化幅度更小,更加稳定。而MIG-MCRW工艺之所以可以改变应力状态,是因为微控轧可以改变焊缝材料的晶粒度和微观组织,使之晶粒更加细化均匀,处于压缩的状态;此外,残余应力数值处于波动状态,是因为控轧头的尺寸难以完全

一次性覆盖焊缝且与控轧频率、控轧温度、控轧压力等均有关系,故而在控轧过程中造成了材料晶粒的二次挤压或拉伸。因此,MCRW工艺可以显著改善焊接接头的组织结构,彻底改变焊接接头的受力状态,减少焊接缺陷的产生,有效增强焊接接头的韧性,使其可以抵抗裂纹的扩展,从而提高焊接接头的完整性和可靠性。

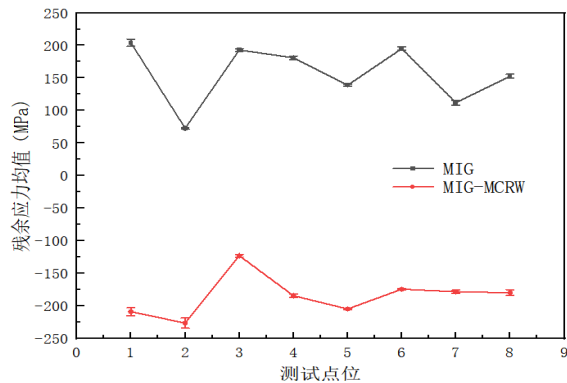


图1 两种工艺的残余应力比对曲线

3.2 焊缝截面的宏观形貌比对分析

下图2为传统MIG和MIG-MCRW焊接接头的横向焊缝截面图,可以看出,传统MIG焊后焊缝与焊缝之间呈现出明显的焊缝痕迹,焊缝之间组织不够均匀、细化;而采用MIG-MCRW焊后焊缝表现出明显的“完整性”,焊缝与焊缝之间组织更加均匀、细化,焊缝之间几乎没有痕迹出现,且与母材的熔合更加自然,焊缝组织也更加接近母材。由此可见,MIG-MCRW能够获得良好的焊缝成形质量,包括焊缝的形状、尺寸和平滑度,有助于提高焊接接头的机械性能和耐久性;同时,MIG-MCRW可以改善焊缝和焊接热影响区(HAZ)结合区域的组织形态,实现焊接应力的合理分布,减少焊接应力集中,提高焊接接头的抗裂性能和焊接接头的整体性能。



(a) MIG



(b) MIG-MCRW

图2 两种工艺的焊缝横向宏观截面图

3.3 显微硬度对比分析

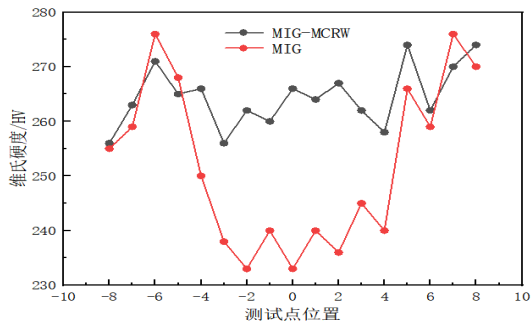


图 3 X80 管线钢两种工艺的显微硬度对比

如图 3 所示为两种焊接工艺下不同测试位置的显微硬度变化图，可以看出，两种焊接工艺的显微硬度具有相同的变化趋势，主要差异体现在焊缝区和热影响区，在焊缝区，MIG-MCRW 焊接工艺的显微硬度明显高于 MIG 焊接工艺，主要是因为微控轧工艺在焊接热加工处理过程中对焊缝区施加了一个垂直于焊缝的控轧力，使得焊缝组织的晶粒尺寸变小，进而对焊缝区域的细晶强化作用进一步提升，最终使得焊缝硬度增大；而热影响区的显微硬度随着距离焊缝中心的距离逐渐增大而增大，这主要是由于随着距离焊缝中心距离越远，热源的作用效果逐渐减弱，但该区受中心热源持续的热传导作用最大，并且微控轧工艺的控轧力对热影响区仍有一定的强化作用。对于母材区域的显微硬度，两种焊接工艺差异不大，主要是因为中心热源和微控轧工艺的控轧力对其影响不明显，故而对其硬度值影响不显著。

3.4 变形控制对比分析

图 4 为传统 MIG 与 MIG-MCRW 焊接的焊接变形对比图。由图可以看出，在焊接前先设定一个焊接预变形角度，待焊接结束后，焊件可以达到预先设定的变形角度；通常在 MIG 焊接过程中，一般设定预变形角度为 15° - 18° ，而焊接结束后，焊件呈现“上翘”趋势，且上翘角度与水平线大约为 5° - 8° ，综合变形角度大约为 20° - 26° ，变形幅度约为 25%-30.8%；对于 MIG-MCRW 焊接，一般设定预变形角度大约为 5° - 8° ，而焊接结束后，焊件呈现与预变形相同的变形趋势，且焊后的变形角度与水平线大约 1° - 2° ，综合变形角度大约为 6° - 10° ，变形幅度约为 16.7%-20%。因此，相比于传统焊接的大变形角度，MCRW 焊接具有小变形优势，在一定程度上可以有效抑制或降低焊接变形的产生。通过对比发现，相比于 MIG 焊接工艺，MIG-MCRW 工艺的焊接变形降低了约 34.8%。

4 结论

通过实验对比分析了 MIG 焊与 MIG-MCRW 焊接工艺

在焊缝残余应力、焊缝宏观截面、显微硬度和控制变形 4 个方面的区别，彰显了微控轧焊接工艺的的优点，对油墨输送管道焊接工艺的优化具有重要的意义。可以得出以下结论：

(1) 微控轧焊接工艺可以改变焊接接头的受力状态，由拉应力变为压应力，且应力分布更加均匀；(2) 微控轧焊接工艺可以使焊缝与焊缝之间组织更加均匀、细化，且更加接近母材，减少管道焊缝裂纹的产生，有助于提高焊接接头的机械性能和耐久性；(3) 微控轧焊接工艺对焊缝区和热影响区的硬度有一定的增强作用，但是对母材区的硬度影响不显著；(4) 微控轧焊接工艺可以有效抑制或降低焊接变形的产生，控制焊接变形量。

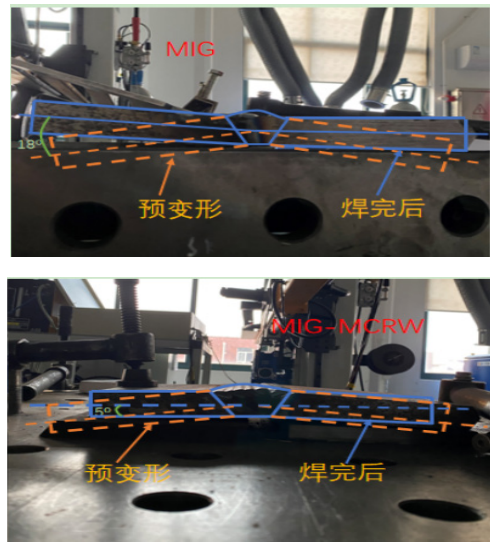


图 4 不同焊接工艺的焊缝变形对比

参考文献

- [1] 杨建功.印刷机全自动集中供墨系统故障处理[J].印刷技术,2023,(01):24-25.
- [2] 曹刚, 重型液力自动变速器液压系统的设计及其印刷油路的布局设计[D].贵阳: 贵州大学, 2019.
- [3] 王艳辉,李兰辉,钟云飞.胶印智能供墨系统研究及应用[J].数字印刷,2019,(06):38-43.
- [4] 葛力,邢洁芳,刘影,等.轮转胶印机集中供墨系统管路设计及应用[J].包装工程,2015,36(21):137-141.
- [5] 陈宁.关于浆体管道输送设计优化的探讨[J].有色金属设计, 2011 (2): 12—14.
- [6] 穆俊齐.重型液力自动变速器印刷油路板设计及其优化研究[D].贵州大学,2022.
- [7] 杨志斌,盛立康,谢延祺.高速列车铝合金横梁构件激光-MIG复合焊与MIG焊焊接特性对比研究[J/OL].激光与光电子学进展,1-12[2024-12-11].