

窄间隙自动埋弧焊在火电厂 管道预制中的应用

邓华俊

(广西建工建筑安装技工学校, 广西 柳城 545000)

摘要 本文以热电厂常见的主要蒸汽管线 P92 钢为对象, 评价了 ID425×115 的窄间隙全自动埋弧焊机的焊接工艺性及接头的机械性能, 结果表明: 该焊机具有优良的工艺性, 并具有美观的成型及良好的脱渣特性。经拉伸、弯曲、冲击、硬度及金相分析, 结果表明: 该焊缝具有比母材高 620MPa 的强度, 与母材的侧向弯曲性能好, 平均冲击韧度大于 41J, 显微结构为马氏体, 符合国家能源行业标准 NB/T47014-2011 中《承压设备焊接工艺评定》的规定。结果表明: 该工艺具有较高的焊接效率, 大大降低了焊接成本, 降低了工人的劳动强度。本项目将从装备适配性、焊接经济性等方面进行深入分析, 旨在为实现我国热电厂热源管线的工业化装配提供借鉴。

关键词 热电厂; 管线预装; 窄缝自动埋弧; P92 钢; 焊接技术

中图分类号: TG44

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)07-0004-03

随着我国火电机组技术参数的不断提高, 蒸汽管道的厚度也在不断增加, 当前, 我国火电锅炉的管道预制焊多采用手工氩弧打底、埋弧焊充填盖面的传统焊接方式, 其质量的稳定性与焊工的技术密切相关, 焊工的工作强度很大, 工作环境恶劣, 工作效率不高。伴随着工业 2.0 的到来, 通过对焊接工艺的自动化与智能化的改造, 提高焊接效率, 改善工作环境, 解决焊工的年龄与就业难题已成为当务之急。由于具有焊接效率高, 焊接填充量少, 接头应力小, 劳动强度低等优势, 其在我国核电和石油化工等行业逐渐被广泛使用, 但是在火电行业还处在研究阶段, 还没有在实际工程中获得应用^[1]。

本项目针对目前我国燃煤电站蒸汽管道工业装配过程中最难实现的一种主要材料——A335P92 钢, 采用实验方法, 对其焊接接头的机械性能、微观结构等进行了测试, 并从焊接装备的适用性、焊接的综合效益等方面进行了全面的分析, 从而为我国燃煤电站锅炉工业装配过程的窄间隙全自动埋弧焊技术的推广应用奠定基础。

1 窄间隙自动埋弧焊概述

1.1 窄间隙埋弧焊的优势

窄间隙埋弧焊在保留了埋弧焊熔敷速度快、无飞溅、焊缝质量可靠等特点的基础上, 通过一种新型的斜面形状来规避常规埋弧焊的缺陷, 与常规宽斜面埋

弧焊相比, 具有更低的焊缝变形、更低的残余应力。由于其效率高、节能、节约焊材, 而且具有较好的焊缝质量, 所以它被越来越多地用于厚板的焊接。近年来, 随着焊接工艺的发展, 焊接工艺的改进, 焊接工艺的焊接质量和焊接质量得到了极大的提高。

窄缝埋弧焊接具有以下优点:

1. 沟槽主要是 I 型、U 型的狭缝, 沟槽宽度在 18mm~30mm, 沟槽截面较常规埋弧焊沟槽截面小, 可节约许多焊料。同时, 因所需的焊料体积小, 焊料的质量更好。数据显示, 与常规埋弧焊接相比, 该焊接工艺可以节约 20% 到 40% 的材料, 焊接质量可以提升 30% 到 45%。

2. 一般情况下, 窄缝埋弧焊接使用的线能量较低, 不太容易出现粗大的晶粒, 并且, 窄缝埋弧焊接一般都是多层焊接, 后面的焊接对前面的焊接起到了叠加加热的效果, 可以使前面的焊接更加精细。因而, 采用窄间隙埋弧焊接可获得较高的冲击强度、较好的焊接质量和较低的氢气积累^[2]。

1.2 窄间隙埋弧焊的局限

1.2.1 融合问题

窄缝埋弧焊线能量低, 若工艺条件不当(如焊丝距侧墙间距等), 极易造成侧墙不完全熔化, 从而导致夹渣。在实际的焊接生产过程中, 需要对焊丝进行加工, 例如将两根焊丝扭成一个扭线或一个螺线。目

前市面上出售的焊机,常用的处理办法是采用双丝线,在此情况下,前面的引线会向斜口侧壁弯曲,以保证侧壁会被熔透,后面的引线线则会在一定程度上保证焊缝的形状,从而获得较好的焊接质量。

1.2.2 渣油分离问题

焊剂层对焊道的形成、焊接质量的提高、焊接接头的焊接质量等都有很大的影响^[9]。由于是多个焊道,所以在进行下一个焊道之前,还需要将焊道的表面处理一下,以免产生夹杂。由于窄间隙埋弧焊缝的斜面又窄又深,且两个焊缝之间几乎没有夹角,因此,使得焊缝的脱渣更加困难。这就对窄缝埋弧焊接用焊剂的去渣性能提出了更高的要求。

在进行窄间隙埋弧焊时,一般情况下都需要先进行预热,然后维持好层间的温度,这样才能保证焊缝的质量。如果焊剂的脱渣有问题,那么在焊完每一层之后,都要停下来对焊渣进行清除,这样就很难维持好层间的温度,这不仅会极大地降低焊接的效率,还会对接头的质量造成一定的影响。而原来的焊剂不能满足窄缝埋弧焊接对熔渣的需求,为此,研究人员做了很多工作来研制出更好的焊剂。

1.3 市场上窄间隙埋弧焊接系统的特点

现在市面上大部分的窄间隙埋弧焊机都可以实现在焊前预先设定好参数,实现对整个焊接过程进行自动控制,一些设备不仅能够实现对电弧的自动稳定,而且还能够对焊接过程中的焊接参数进行全程记录,以便对焊接缺陷进行分析。

与常规埋弧焊机比较,它具有焊管厚度小、操作灵活、精度高等优点。焊接头应做好隔离措施,以防止焊接头和焊接头损坏。另外,本发明还为焊机配备了摇摆装置,使其能够在单道焊时,确保焊机的侧壁完全融合。

焊丝的传输系统能够实现对送丝速度更准确的控制,从而保证电弧的稳定燃烧,保证焊接质量的一致性,防止焊接缺陷的发生。

1.4 未来窄间隙埋弧焊的发展方向

常规埋弧焊采用的是电弧在熔剂下的熔化加热。在焊接时,由于焊剂的吸热,使其融化,并将其包裹在焊道上,一方面,它可对焊道产生物理保护,从而提高了焊道的质量;另一方面,熔化焊剂还能与熔池中的金属进行化学冶金,如脱氧、去杂质、渗合金等,在很大程度上会使焊缝中的化学成分混入其中,从而

对焊接质量产生一定的影响。

埋弧焊的机械化、自动化程度比较高,因此,在焊接过程中,由于受人为因素的影响比较小,所以得到的焊缝质量更加可靠。此外,埋弧焊的线能量比较大,熔敷率较高,因此具有较高的生产率。与其它的焊接方法比较,该方法不存在飞溅现象,从而节约了焊料、耗能,同时也增加了焊接的稳定性。因此,埋弧焊接被广泛地用于船舶、冶金机械和化学容器的生产。

随着人们对产品的需求量越来越大,设备的规模也越来越大,需要进行埋弧焊的材料厚度也越来越大,因此,埋弧焊技术自身的局限性也越来越明显,主要表现在以下几个方面:

1. 常规的埋弧焊接一般都要在基板上加工出 V 型或 X 型的凹槽,凹槽深度越大,凹槽的开槽量就越大;如果降低坡口倾角,则会使坡口施焊变窄,使常规埋弧焊接中的导热喷头不能直接进行,同时,焊接时所需的焊料体积也会大幅增大,从而造成焊丝、能量的巨大浪费。

2. 随着板材厚度的增加,约束程度的提高,焊料的焊接变形也会被限制,从而在焊料内部产生很大的残余应力,从而严重地影响了焊缝的质量。

3. 传统的埋弧焊接工艺方法陈旧,自动化水平不高,操作精度不高,容易出现未熔合、夹渣等焊接质量问题。为改善焊缝的质量,提高生产率,采用了窄间隙埋弧焊接技术。

随着生产的不断发展,国内各个行业对窄间隙埋弧焊接技术的要求也在不断提高,这就对焊接的精度、可靠性提出了更高的要求。同时,对其进行了进一步的系统性研究,例如,开发出一种高效、高效的除渣助熔剂,这是科研人员孜孜以求的目标。此外,窄间隙埋弧自动焊机具有较高的普适性,无需对许多功能非常单一的焊机进行研究。由于自动焊接设备的模块化趋势,因此,对窄缝埋弧焊接设备进行改造和更新变得更为容易。并且,随着对这类焊接设备的研究和开发投资的不断加大,焊接设备的价格会越来越低,性能也会越来越好。

2 窄间隙自动埋弧焊在火电厂管道预制中的应用

2.1 窄间隙自动埋弧焊接头试验

焊接技术评价测试号 GD210305。狭缝自动埋弧焊的斜坡为单侧双面 U 型,在管道组装过程中,不会留

下任何的空隙。

焊接时, 填缝、盖面由我国一家生产企业生产, 并带有自动追踪装置的窄缝埋弧自动焊机完成, U型坡口角为 $2^{\circ}\sim 5^{\circ}$, 焊缝位于1G处, 焊缝材料由欧洲一家生产的P92型埋弧焊线及与之相匹配的焊料组成, 焊线直径为 $\phi 2.4\text{mm}$ 。

因此, 本实验选择带有监测装置的全自动氩弧焊机和带有追踪分道装置的窄间隙埋弧焊机进行焊接, 并对焊接熔池、焊道表面、侧壁与母材的熔化状态进行实时监测, 以调节焊道的布置及焊接工艺, 并根据需要在焊道与氩弧焊转换过程中对每一层焊道进行分层清扫, 以保证焊接质量。

在焊接时, 通过对各层之间的温度进行严格的控制, 并对各层之间的温度进行实时监控, 以确保各层之间的温度满足所需。

2.2 采用埋弧焊接的窄缝焊接头的性能测试

按照国家《承压设备焊接工艺评定》NB/T47014-2011的要求, 对其进行了物理化学采样, 并对其进行了拉伸、弯曲、冲击、硬度、金相等测试。实验中, 两个焊缝的横向平板受力, 每个焊缝被分成三个层次。在这些样品中, 样品GD210305TT1到GD210305TT3是第1组的上、中、下共3层, 样品GD210305TT4到GD210305TT6是第2组的上、中、下共3层。

根据《NB/T47014-2011》中的有关规定, 在焊接部位和热影响区各取一份样品进行测试, 使用 $10\text{mm}\times 10\text{mm}\times 55\text{mm}$ 的标准件, 在 20°C 下测试, 从测试结果可以看出, 各部位的冲击功的平均值都大于41J, 达到了《NB/T47014-2011》的要求。

2.3 焊接设备适应性和综合效益

与常规的斜面埋弧焊相比, 这种窄缝自动埋弧焊有以下特性^[4]:

1. 具有优良的焊接过程, 具有优美的焊缝形状和优良的脱渣性能。

2. 推广力度大。不需要再次收集证据, 不需要特别的技术, 只要有基本的电焊知识就可以进行操作。

3. 对焊丝经5个车轮校正, 使其左、右面与前面之间的误差小于 0.2mm , 从而使焊接质量得到了有效的稳定。

4. 具有较高的自动化水平, 具有自动分轨、自动抬升、自动调节焊枪口角度的追踪装置, 有利于侧壁面的熔融, 降低了工人的劳动强度。

5. 具有更小的槽口角和更少的焊料体积, 从而降低了成本, 提高了生产效率。

在火力发电厂, 采用工厂化装配的方式, 可以在确保焊接质量的同时, 最大限度地提高焊接效率, 同时还可以减少焊接费用。以 $\text{ID}425\times 115$ 的管道规格为例, 将常规坡口与窄间隙自动埋弧焊坡口进行比较, 结果显示, 窄间隙自动埋弧焊坡口的焊缝横截面积为 2328mm^2 , 而常规坡口的焊缝横截面积为 3432mm^2 , 从理论上讲, 可以节约47%的焊材用量。

3 结语

本研究对 $\text{ID}425\times 115$ 型热电厂主蒸汽管线用P92钢进行了拉伸试验、弯曲试验、冲击试验、硬度试验及金相试验, 对其焊接工艺及接头机械性能进行了分析, 其试验结果符合《承压设备焊接工艺评定》NB/T47014-2011的规定。结果表明, 该焊接方法具有较高的焊接效率, 焊接成本低, 劳动强度小等优点, 具有较好的经济效益^[5]。

该项目将为我国热电厂实现窄间隙全自动埋弧焊的工业化生产奠定基础, 并对其进行深入的研究, 将对窄间隙全自动埋弧焊进行底部打底, 并为之配套的窄间隙全自动埋弧焊盖面充填形成窄间隙无缝连接, 进一步提高侧壁熔化品质, 拓宽工艺参数的临界范围, 并发展出全尺寸、全厚度无缝连接的最优坡口形态, 为其在全口径、全厚度无缝连接中的实际应用与推广奠定基础。

参考文献:

- [1] 林金平, 吴崇志. 窄间隙焊技术在核电建设中的应用[J]. 电焊机, 2011, 41(09):16-20.
- [2] 徐望辉, 杨清福, 肖逸峰. 窄间隙焊接侧壁熔合控制技术的研究现状[J]. 精密成形工程, 2020, 12(04):47-54.
- [3] 国家能源局. 承压设备焊接工艺评定: NB/T47014-2011[S]. 北京: 新华出版社, 2011.
- [4] 杨忠华, 付泽宇, 付海霞. 窄间隙埋弧焊对锅炉低合金调质钢过渡焊接接头缺陷的影响[J]. 金属功能材料, 2022, 29(02):71-76.
- [5] 张文明, 刘越. 窄间隙埋弧焊的特点及未来发展[J]. 新技术新工艺, 2011(11):59-60.