

激光表面预处理对激光焊接接头组织的影响研究

韩 晓¹ 邵久亮²

1.天津博迈科海洋工程有限公司 天津 300457

2.天津博迈科海洋工程股份有限公司 天津 300457

【摘要】 现有的研究主要集中在激光表面处理的作用，而忽略了原始材料表面热处理的作用。关于表面激光处理对焊接质量的影响有很多看法，但还没有得到足够的研究。为了更好地理解它的特性，需要研究表面激光处理对焊接质量的影响。分析了预加工材料和激光表面预处理的组织特征，比较了预加工过程的影响与焊接组织的不同参数和机械特性，以便研究初步处理的能力。在随后的科学研究和工业生产中使用激光焊接技术的能力越来越普遍。

【关键词】 激光表面预处理；激光焊接接头组织；影响

前言

表面预处理激光表面处理方法,是基于激光技术的一种加工方式,用于清洁氧化材料,对材料的表面进行优化处理,主要使用激光热源对材料表面提供热能的影响,通过改变材料表面的组织结构和化学特征进而影响焊接基本材料和焊接接头的组织和性能,它可以应用于多种材料,如金属、陶瓷、聚合物等。随着激光技术的快速发展,人们更喜欢用激光来处理材料的表面。

1.研究意义

激光焊接技术在制造生产中的应用日益广泛。在制造业中,激光焊接和总成零部件激光焊接已大范围的代替着传统焊接工艺。激光焊接是利用激光束产生的高温热源,将焊接接头区域瞬间加热,使其熔化并形成联结的过程,激光焊的能量密度高于一些传统的焊接技术,先进的焊接方法可以处理不容易焊接的部分。热入口冷却速度和激光焊固化速度非常低,结构非常漂亮,热暴露范围也非常窄。连接强度通常比基本材料好。激光焊接技术因具有的高能量密度、高效率、高精度的特点,并且适用于各种金属和非金属材料的焊接,除传统激光焊接外,深孔激光焊接、偏振激光焊接、脉冲透明激光焊接、飞行激光焊接等各种各样的激光焊接技术逐步应用于各类生产制造中。随着焊接设备处理灵活性得到了显著提高,激光焊接技术被引入到制造弹性模块的方法中,以满足用户的需求。现代激光焊接技术开始以多种实用的方式发展。根据焊接质量保证的前提,研究人员提出了一系列基于激光加工技术的焊接过程,以降低成本和缩短加工周期。冷却速率是影响焊缝形成和质量的重要因素之一,比如焊接组织中的裂缝和孔隙性。

2.激光表面预处理对激光焊接接头组织的影响

(1) 接头力学性能。测试点包括了母材,热影响区和焊缝。测试结果表明:钢板的焊接接头的硬度以焊

缝中心为对称线,两边基本呈对称分布。母材平均值为184.2HV。空冷后试样的热影响区和焊缝平均硬度为250.2HV和295.1HV;水冷条件下试样的热影响区和焊缝平均硬度为246.4HV和306.8HV。两种冷却方式下,热影响区的硬度基本一致,水冷后的焊缝硬度略高与空冷条件下焊缝硬度。一般情况下热影响区硬度最大,焊缝稍次,母材最低。但过高的硬度会使焊缝脆性增加,韧性和塑性降低,所以比较理想的焊缝是组织与母材的硬度差比较小,焊缝硬度和母材之间没有特别大的差值。一般低碳钢焊缝与母材硬度的差值在1.2~1.8倍之间是合理的。

(2) 激光焊接对焊接部件质量的影响相当于焊接部件内部能量对焊接部件的影响,可以提高晶体的性能,因此生长的晶体和较大的组织将被磨成薄片颗粒效应,是由铁素体和珠光体组成的,分支和晶体的分布并不明显气体和杂质更容易从缝线表面释放。激光焊接过程稳定,接缝表面和内部质量良好。激光的能量密度是集中的,焊接热量和冷却速度非常高,热量的影响范围非常小。激光焊接的好处是众所周知的,但激光焊接的成本更高。因此,混合热源焊接技术与激光核心一起出现,过高的硬度会使焊缝脆性增加韧性降低所焊缝硬度,最广泛使用的是激光弧焊技术它有效地结合了激光和电弧热源的特性,降低了焊接部件的精度与非接触处理有关。振动力振动加速度和激光焊参数不相互作用,不同的技术参数对焊接质量的影响可以单独分析。以比较理想的焊缝是组织与母材的硬度差比较小,此外激光焊的高冷却速度不会导致缝合气泡溢出,很容易导致压力缺陷。

(3) 焊缝表面均无明显气孔和裂纹等缺陷,焊缝成形均显示出小孔焊特征。对钢板未熔透,焊缝横截面轮廓线呈抛物线形;不同的焊缝横截面形貌表征了两种不同熔透状态,即熔透与未熔透,这是小孔焊时,母材

吸收的激光能量对小孔效应的作用结果。吸收激光能量较小时,表面金属蒸气与母材金属熔化较少,则金属蒸气对液态金属的附加压力与液态金属重力的合力较小,进而使小孔的深度较小,出现未熔透状态,形成抛物线形焊缝;反之,当吸收激光能量足够大时,小孔深度较大出现熔透状态,且当小孔内部金属蒸气上下喷发的能量相当时,形成双曲线形焊缝。而母材的激光能量吸收量主要与激光表面预处理有关,激光表面预处理后,试样表面出现一些微小的凹陷,增加了母材的激光吸收率。不同试验参数的表面预处理会对母材产生不同的影响,焊接接头背面凹陷量与预处理激光功率并非呈线性关系,可能存在一个函数因子,使激光表面预处理试验参数与激光焊接参数合理匹配,获得良好的焊缝成形,高强钢板激光表面预处理辅助激光焊接工艺。不完全淬火区温度快速加热条件下铁素体很少溶入奥氏体,但有所长大,而珠光体转变为奥氏体,快冷后得到细小马氏体与铁素体的混合组织。回火区温度于表面预处理时的温度,预处理细晶区的马氏体回火后获得回火组织,由于不同位置回火峰值温度不同,组织分布不均匀,因此此部位是焊接接头的薄弱环节。

(4) 接头熔深和熔宽的分析考虑到焊缝上、下表面热影响区的宽度有所变化,取试样中部焊缝两边热影响区宽度的平均值,金属在焊接热循环的作用下,热影响区的组织是不均匀的。熔合区和过热区会出现晶粒粗化,导致塑性和韧性的降低,容易产生裂纹,所以热影响区是整个焊接接头的薄弱地带。焊接接头热影响区宽度过宽,焊接接头的性能就会变差。在保证焊缝被焊透的情况下使热影响区宽度减小可以优化焊接接头性能,首先热影响区宽度会随着焊接线能量的增加而增加;其次,同组试样在水冷后得到的热影响区宽度小于空冷后的热影响区宽度。不同的冷却速度会对焊缝结晶过程产生影响。一般认为,冷却速率越大,过冷度就越大,临

界形核半径就越小,过冷液体中的最大相起伏半径就越大,当相起伏半径大于晶胚时就转化为晶核,结晶速度就快,晶核多,晶核半径就小。另一方面,过冷度大,临界形核功也随之减小,结果使晶粒易于形成,形核率增加,形核率高意味着单位体积内的晶核数目多,结晶结束后焊缝中铁素体和珠光体的晶粒细化,分布均匀,焊缝不但强度高,塑性、韧性也好。空冷和水冷后的组织都由铁素体和珠光体组成。其中先共析铁素体沿原奥氏体晶界析出并向晶内呈针状生长,略呈魏氏组织状态,部分区域为无碳贝氏体沿晶界向晶内呈束状平行生长。不同的是,因冷却速度慢,沿晶界分布的先共析铁素体多以块状出现,魏氏组织较厚,片间距较宽;冷却速度快,焊缝组织中柱状晶细长,魏氏组织铁素体片薄,片间距较窄,在较快的冷却速度下,先共析铁素体量减小。此时,魏氏组织铁素体也较难出现相同焊接参数下随焊水冷试样的焊缝晶粒尺寸都小于焊后空冷试样的晶粒尺寸。因为在热输入相同的情况下,随焊水冷降低了焊接峰值温度,并在焊缝凝固过程中增加了金属的过冷度。

3. 结论

随着激光功率的增大,预处理区的热影响区宽度和深度增大;经过表面处理和激光焊接的接头焊缝横截面形状由表面处理,激光表面预处理的焊缝与热影响区组织显微硬度均高于母材,但热影响区回火区内出现回火软化,显微硬度明显下降。

【参考文献】

- [1]李伟.激光清洗锈蚀的机制研究和设备开发[D].天津:南开大学,2019.
- [2]师晴.激光热处理离焦量对高速钢轧辊显微组织与硬度的影响[J].金属热处理,2018,39(11):85-88.
- [3]谭荣军.激光除漆对基材力学性能的影响[J].激光杂志,2019,26(6):83-84.