

## 影响带钢激光焊接焊缝质量的因素分析

### 1 前言

激光焊接是利用聚焦后的激光束照射到金属表面,利用其巨大的功率密度,使工件对接部分金属瞬时气化并在束流压力和蒸气压力的共同作用下形成“小孔”。小孔内的金属蒸气继续在高功率密度的激光作用下产生电离,从而在小孔上部及内部形成一定浓度的高温等离子体,通过小孔效应将大部分光能传递给周围的材料使其熔透,在激光束的移动过程中,被熔透的金属迅速冷却,形成致密的焊缝组织。小孔和等离子体的形成改变了激光和材料相互作用的机理。在小孔和等离子体形成之前,激光的能量主要是通过热传导方式向带钢内部传递,焊接过程属于传导型焊接。而一旦小孔和等离子体形成之后,激光的能量则主要依靠小孔效应而直接为带钢内部所吸收,焊接过程变为深熔焊接。所以,激光深熔焊接的本质特征为小孔效应。

激光焊接过程是一个非常复杂的加工过程,尤其是激光深熔焊,表现在激光与材料相互作用的复杂性,加工过程的高精度要求以及影响加工质量稳定性因素的多样性,都会大大影响激光焊接过程中的焊缝质量,并直接影响到冷轧生产的稳定性。为此,本文综合分析了激光焊接过程中影响焊缝质量的各种因素。

### 2 影响激光焊接焊缝质量的因素

从柳钢冷轧厂酸轧线实际的生产情况来看,影响激光焊接焊缝质量的因素是多方面的,且部分因素很不稳定。如何正确地设定和控制这些参数,并将其控制在合适的范围内,以保证焊接质量,已成为目前我们要解决的重要问题。影响激光焊接焊缝质量的主要因素:激光束参数;焊机本体设备;带材质量;焊接工艺参数;保护气体。

#### 2.1 激光束参数

影响焊缝质量的主要激光束参数:光束模式;光束质量;光束的横截面能量分布。光束模式决定了聚焦点上的能量分布,对激光加工具有重要的影响。激光束为 Gauss 模时,可以获得最大的焊缝深宽比。光束模式的阶次越高,激光束的能量分布越发散,焊接质量下降。当激光束为 Donut 模时,可以获得较大的焊缝深宽比。激光束参数设置不合适以及激光冷却系统工作的不稳定,都会引起激光功率的不稳定,进而影响焊缝质量;外部激光传输镜的污损和老化,会加大传输过程中激光能量的损耗,造成焊缝质量下降甚至无法焊透。

#### 2.2 焊机本体设备

激光焊机本体设备各个部件的工作状态也是影响焊缝质量好坏的重要因素,主要包括双切剪的剪切精度、夹紧台的对接精度、激光导向轮的定位精度、预热器的的工作状况等。

双切剪的剪切精度不够,会引起带钢切头、切尾截面不平,遇到钢质较硬时,还会出现剪切断面被撕裂的现象,造成焊后内部结构不严密,焊缝上表面出现凹陷等焊接缺陷。

夹紧台对接精度不高会导致带钢对接间隙过大或偏小。间隙过大,会造成焊缝上表面不能填满;过小的间隙,会导致焊缝搭接,甚至使焊接断面发生顶撞、焊缝变形等现象。

激光导向轮在焊接的过程中保持激光焦距不变,同时可以上下调整带钢的高度,保证带头和带尾断面横向中心线在同一水平高度。若导向定位不准,会引起带钢定位不准,焦距发生变化,影响焊缝质量。

预热器主要是保证在焊接之前使带钢充分地预热,若预热功率设置不合理或预热器出现故障,使带钢不能达到预热要求,也会影响焊缝的质量。

### 2.3 带材质量

带材质量对焊缝质量的影响主要包括板形、厚度偏差、化学成分以及表面清洁度等。

板形的影响主要表现在带钢的平直度。带钢对中调整时,带头和带尾断面横向中心线不在同一水平高度上,影响焊缝质量。

带钢厚度偏差应控制在一定的范围以内,超出范围会导致焊缝质量下降,重焊率上升。

化学成分的不稳定往往直接导致焊缝质量的不稳定。成分的波动使得先前的焊接参数已不再适应此时的焊接,只有通过人工干预,调整焊接工艺参数进行重焊。因此,成分的波动对焊缝质量和生产效率有较大影响。

带钢表面清洁度主要表现在带钢表面有油污时,油膜在激光的作用下受热瞬时气化,产生大量的气体连续不断地渗入熔池,在冷却形成焊缝的过程中来不及从熔池中溢出,在焊缝表面或内部形成气泡,影响焊缝质量。

### 2.4 焊接工艺参数

焊接工艺参数主要包括焊接速度、离焦量、激光功率、对接间隙等。

在其它参数不变的情况下,焊接深宽比随着焊接速度的增加而减小,速度太慢会击穿焊缝,速度太快会焊不透带钢。

激光聚焦存在最佳的离焦量,此时焊缝深

宽比为最佳,随着焦点位置远离最佳位置,焊缝质量变差;当激光焦点轨迹和对接间隙中心线发生偏离时,可以通过夹紧台补偿调整进行补偿,改善焊缝质量。

在其它参数不变的情况下,焊缝的深度随着激光功率的增加而增大,而焊缝的宽度随着激光功率的增加几乎没有多大变化。

对接间隙减小,只要不使带头、带尾发生顶撞或搭接都不会对焊缝造成影响,但间隙过大会使激光能量不能形成波导传输,使激光穿过间隙而损失部分能量,影响焊缝质量;甚至使激光聚焦光斑直接穿过间隙,而无法形成焊接。对接间隙可以通过间隙补偿调整来减小间隙误差。

### 2.5 保护气体

柳钢冷轧厂激光焊机选用氩气为保护气体,主要是为了保护焊缝不被氧化和吹除在焊接过程中产生的等离子体,使得焊接过程得以顺利地进行。保护气体喷嘴的吹扫角度、压力和流量对焊缝质量都有较大影响,喷嘴吹扫角度不合适会造成焊接气孔的产生;压力、流量过低会造成虚焊。由于气体作用在熔池上,过高的压力和流量又会对焊缝的成形造成影响。因此,正确地设置保护气体的吹扫角、压力和流量对提高焊缝质量很有帮助。

(冷轧板带厂 马涛 董君祥 陆兆刚 覃百添)

(上接第 60 页) (4) 严控压缩空气对油的污染。油中有空气会对液压元件造成气蚀危害;不洁的压缩空气带入水或颗粒杂质而污染润滑油。

### 2.5 加强液压润滑备件的管理

(1) 做好液压润滑备件出、入库的记录和统计,做到准确无误。

(2) 合理订购备件,保证备件质量和数量,合理库存;要求存放整齐,标识清楚,为日常检修或抢修减少领用时间。

(3) 定期检查库存,确保库存元件的可靠性

和能用性。

(4) 对液压润滑元件实行更换维修法,在保证足够、合理备件数量的同时,又降低液压润滑系统故障时间,进而提高生产作业率。

### 3 结 语

棒线厂通过实施加强液压润滑设备管理与维护的措施,在充分发挥液压润滑设备优越性的同时,既保证设备的正常工作,又延长液压润滑设备的使用寿命,提高设备利用性和可靠性,有效地保障了生产的顺行。

(棒线厂 海英宇 莫雁北)