

关于激光焊在家具制造中的应用

范宝来 孙海光

浙江乐歌智能驱动有限公司 315100

摘要: 随着激光焊接设备与其工艺的发展,其经济型与可靠性不断提高。因激光设备价格不断降低,激光焊接工艺从在航空,造船,汽车制造等高附加值产业不断下沉,在机械制造,家具等行业应用范围不断扩大。激光焊作为焊接种类一种新热源,具有效率高,焊接成本低,质量好,环保性好等特点,对比家具制造行业传统焊接MAG焊及MIG焊工艺,具有明显的优势。

关键词: 激光焊; 焊接成本; 焊道强度; 环保

The application of laser welding in furniture manufacturing

Fan Bora, Sun Hailin

Zhejiang Lege Intelligent Drive Co., Ltd. 315100

Abstract: With the development of laser welding equipment and its process, its economy and reliability are constantly improved. Due to the decreasing price of laser equipment, the laser welding process is sinking from high value-added industries such as aviation, shipbuilding, and automobile manufacturing, and expanding its application scope in machinery manufacturing, furniture, and other industries. Laser welding, as a new heat source of welding type, has the characteristics of high efficiency, low welding cost, good quality, and good environmental protection. Compared with the traditional welding MAG and MIG welding technology in the furniture manufacturing industry, it has obvious advantages.

Keywords: laser welding; welding cost; strength of welding bead; environmental protection

一、家具制造中焊接产品的特点

1. 焊接材料壁厚相对较薄,大多数局限在1-5mm厚度内。2. 焊接产品种类多,数量大。3. 对外观要求高。

二、激光焊工艺在家具制造中的工艺特点

1. 变形小,激光焊因热量集中作用在焊接母材上,热影响区面积小,同时焊接速度快,非直接作用在焊缝的热量在时间段内扩散较快,变形量类比传统焊接工艺变形量极小。尤其类比薄壁材料焊接优势更加明显,减少焊接后整形或热处理等工艺流程。2. 激光焊+机器人,通过更换焊接治具,单机多工位等方法,焊接效率对比传统焊接工艺有一定程度提高,更加适合多种类小批量产品。3. 激光焊道外形稳定,无焊渣飞溅等影响外观现象,激光焊接氧化层在喷塑工艺流程中参照喷塑GB/T9286检验标准参照可达到1级标准。

三、家具制造中焊接成本的对比

1. 家具行业焊接一般为氩弧焊和惰性气体保护焊,电阻焊为主。焊材成本构成除设备易耗件,主要为惰性

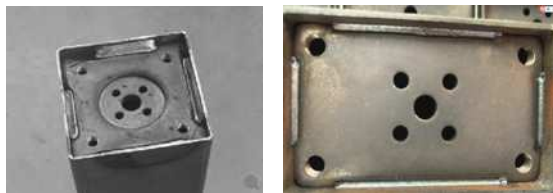
保护气体和焊丝及电费支出等,并对个人操作技能水平有要求,需具经过专业训练的有专业资质人员进行焊接操作。2. 激光焊接在薄壁材料焊接上采用产品本身焊接母材进行自融模式,无需焊丝等填充材料。因气体主要功能为驱散焊接过程中产生的金属云,对保护气体的惰性功能无要求,在对焊道表面色泽无要求及有喷塑等后道工序处理工艺下,可以采用压缩空气驱散金属云。

(一) 焊道类比: MAG焊及MIG焊惰性气体保护焊需填充焊丝形成焊道,焊道呈突出状态,在熔池冷却过程中出现强应力现象,易出现材料变形。激光焊由于属于自融焊,无填充金属时间,相同材质的熔池冶炼时间短,并且焊道细而狭长,家具类产品焊接变形量基本可以保证在0.6微应变,挠度0.2mm以内。

下图为乐歌升降桌桌腿MAG焊与激光焊的焊道对比。

MAG焊: 福尼斯-350焊机 电流: 180A 电压: 20V, 焊接速度12mm/s。激光焊: 铭镭2000V焊机 功率: 1684V 直径: 2mm, 焊接速度20mm/s

从焊道对比可以看出, MAG焊道宽而凸起, 有轻微烧损管材边缘现象, 焊接关联面积有焊渣飞溅, 焊道边缘粗糙。激光焊道细而狭长, 焊接关联面积无飞溅焊渣, 焊道表面光滑, 管材边缘无烧损现象。



MAG焊

激光焊

(二) 焊接成本: 1.焊接成本: 包含焊丝, 惰性气体, 设备运行电费。2.焊接效率: 在条件相等情况下, 焊接速度的提升。

以MAG焊为例, 因需要添加填充材料, 需用足够时间等待熔池内填充材料与母材冶炼完毕完成再结晶, 并搅拌熔池逸出有害元素。MAG焊在5mm以下焊接母材焊接速度为8-12mm/s。激光焊接无填充材料, 因焊接母材材质相同, 再结晶过程时间少, 焊接速度可达到20-30mm/s, 焊接效率提高60%以上。

因激光焊无电弧强光刺激, 不会造成电光性眼炎等劳动保护问题, 无需专业防强光面罩下操作焊接动作, 对操作人员操作难度系数降低, 管理费用降低。焊接综合成本同比降低。

下列图表展示在同等长度焊道内, MAG焊与激光焊的焊丝, 惰性气体, 电费之间的焊接成本支出对比。

使用系数100%		
节省费用	0.230 元/根	0.138 元/根
节省费用	0.177 元/根	0.106 元/根
焊丝费用		
焊道每米重量	0.55 公斤	焊道A6计算
一公斤焊丝	7 元	
每mm消耗焊丝	0.004 元/mm	变动数字
焊道长度	50 mm	
每套用量	1 pcs	变动数字
焊丝费用	0.2118 元/根	

气保焊费用		变动数字
耗电量	22 KW/小时	
电费	1 元/小时	
焊接速度	3600 cm/小时	
焊道长度	50 mm	变动数字
每套用量	1 pcs	变动数字
气保焊费用	0.03056 元/根	

气费用		变动数字
二氧化碳气体	1.5 元/公斤	
每公斤液体CO2可释放	500 升气体	
每分钟使用15-20升	15 升/分钟	
一公斤气体可使用	33 分钟	
每小时气体费用	2.7 元/小时	
焊接ST	6 秒	变动数字
气费用	0.0045 元/根	

激光焊费用		变动数字
耗电量	12 KW/小时	
电费	1 元/小时	
焊接速度	3600 cm/小时	
焊道长度	50 mm	变动数字
每套用量	1 pcs	变动数字
激光焊费用	0.01667 元/根	

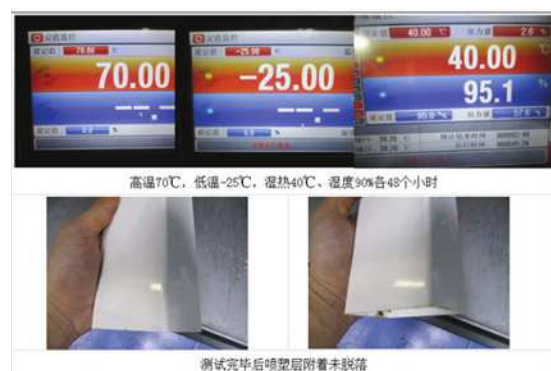
在同样50mm长度焊道情况下, MAG焊焊接成本约0.24元, 激光焊焊接成本约0.16元, 焊材成本降低33%。

(三) 焊道外观: 1.在家具制造中, 对产品外观要求较高。MAG焊或MIG焊焊道突出, 考虑到效率及焊材成本, 一般焊道长度占比可焊母材长度百分之三十左右, 焊道在外观性凸显性极高, 但作为功能性为主的焊道, 家具行业产品对焊道凸显性无明显需求。2.因家具产品壁厚较薄, MAG焊或MIG焊会在母材背面引起氧化层, 需要打磨工艺进行配套, 在增加产品综合成本下, 对产品表面也会造成一定破坏。同时打磨时出现的金属粉尘对打磨操作者会造成矽肺尘肺等职业病, 而激光焊无填充金属与母材重新冶炼过程, 粉尘中金属含量大幅度降低, 减少打磨操作者患矽肺尘肺概率。激光焊因热量集中速度快特点, 背面氧化层碳化轻微, 在同一根产品经过盐雾, 高低温, 湿热, 热湿, 摩擦力, 冲击, 振动试验后, 根据喷塑GB/T9286检验标准参照依旧可达到1级标准。

环保: 随着大众的环保要求的要求日益提高, 制造业环境的环保要求也随之提高。为了符合环保要求, 需投入大量资金安装环保设施, 占用生产面积的同时也增加了产品的综合成本。MAG焊或及MIG再焊接过程中, 母材与填充金属在熔池进行再冶炼过程会产生强烈的金属燃烧, 被高温未完全气化状态下的金属转化成金属粉尘扩散在空中。同时母材表面的油污, 锈斑等污染物在高温下同样未完全气化状态下也会出现颗粒扩散。激光焊由于母材性质等同, 再冶炼过程时间短, 金属粉尘比例小。MAG焊熔池温度在1700-2300度左右, 最高可达到2900度, 激光焊熔池温度稳定在3000度左右, 母材表面的油污锈斑等污染物气化更充分, 产生的粉尘污染对比MAG焊有明显的优势。

下图为激光焊氧化层验证情况:

材料: Q235材质45mm*75mm方管壁厚2mm, 管内焊接43mm*73mm*5mm矩形板。





盐雾：72小时.约等于自然环境三年的喷塑层腐蚀程度。3.5KG压力对氧化层处进行2万次摩擦，表面无破坏出现。高低温：48小时.验证产品在温差情况下喷塑层是否有剥离现象温湿：48小时.验证产品在常温潮湿环境喷塑层是否剥离脱落热湿：48小时.证产品在高温温潮湿环境喷塑层是否剥离脱落。

测试项目：桌腿焊接喷塑层附着冲击测试			
试验设备	钢球、卷尺	报告编号	LG20200927-1-1
测试标准	/	测试时间	2020.09.27
测试要求：用1KG的钢球，在400mm的高度自由下落在焊接处的喷塑层，观察附着层是否脱落			
试验照片			
钣金受到冲击有轻微变形，随管被冲击表面未出现脱落现象			

钢球冲击氧化层处喷塑面，无损坏，无关联处由破损。

检测项目		盐雾					
供应商	/	物料编号	/	物料名称	/	材 质	/
订单号	/	送样数量	1	送检日期	2.25	检测日期	2.25-2.26
检测环境	温度：24℃ 湿度：65%	检测设备	盐雾试验机	检测单位	工程组		
测试参数	盐水浓度：5%	送样温度	45℃	试验速度	15ml/h		
判定依据	测试样品在盐雾试验机内，在喷雾量0.8Mpa情况下连续喷雾测试48小时，实验完毕要求无红锈。						
检测要求	GB-T10125-2012						
执行标准							
备 注	仅观察生锈状态，不作判定						
序号	试验型号	检测记录					
		8h	16h	24h	32h	48h	60h
1	桌腿	/	/	/	/	/	/



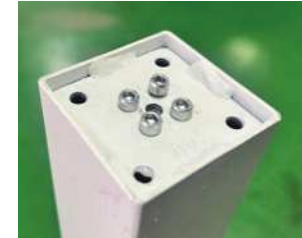
氧化层处划痕盐雾30小时有锈斑出现，但无剥离现象。

下图为激光焊与MAG焊喷塑状态前后产品对比



激光焊 喷塑前状态

激光焊 喷塑后状态



MAG焊 喷塑前状态

MAG焊 喷塑后状态

激光焊喷塑前后状态对比后表明，焊道无明显凸显，MAG焊喷塑前后状态对比后表明，喷塑前焊道凸起明显，喷塑后焊道凸显强于喷塑前状态。激光焊外观性优于MAG焊与MIG焊。

焊道强度：由于激光焊和MAG焊的焊接形式不同，工艺参数无法对比参考。

MAG焊焊道与母材融合面积大，焊接强度不仅取决于焊道熔深，也取决于焊道与母材融合面积。由于MAG焊道中填充材料与母材再融合过程中会产生剧烈化学反应，再结晶过程中会出现裂纹晶间腐蚀等缺陷，熔池在冷却过程中也会产生大量应力，同时熔池内杂质上升浮逸出不充分出现的气孔等缺陷，同时电流电压配比不合适也会造成未熔合等缺陷。在动态负载下使疲劳强度显著下降。当焊缝中气孔达到10%的时候，疲劳循环周期仅完好焊缝的1/10-1/20。以上因素都会影响MAG焊焊道整体强度。

激光焊焊道与母材融合面小，焊道强度取决于熔深及母材之间融合程度。由于没有填充材料，母材之间融合化学反应小，再结晶过程顺畅，较少杂质让逸出过程速度快，焊接缺陷对比MAG焊相对较少，尤其在气孔的成因上对比MAG焊具有较高的优势。

但因激光焊焊道特征细长狭小，包容缺陷空间小，对焊接强度的稳定性要求较高。在工艺参数调配上对操作人员有较高要求。焊接参数中的离焦正焦状态，焊接功率，焊接频率，焊接速度，激光角度，焦点直径，摆动类型，镜片摆动频率对焊接强度有明显的影响。

1.离焦正焦：激光正焦多作用在3mm以下母材材，或对焊缝强度不高的非主承载力结构上。激光正焦焊缝

表面光滑,无明显凹陷或有轻微凸起。但因激光热量集中在母材表面,正焦熔深取决于熔池停留母材位置长短。激光离焦多作用与3mm以上母材,表面有轻微或严重凹陷,熔深取决于激光焦点作用与母材表面下方位置。离焦正焦参数的调节直接关系焊缝外观与熔深,是激光焊工艺参数的重要指标。

2.焊接功率:焊接功率与焊接母材厚度属于强关联的关系,不合适的焊接功率与焊接母材参数配比,会出现焊穿,焊缝表面不良,未熔合等焊接缺陷。

3.焊接频率:即在单位时间内激光脉冲点数,主要用于对焊缝表面有特别需求工艺或定位激光焦点。

焊接速度:焊接功率与焊接速度属于联动关系,在其他工艺参数不变时,相同的焊接功率与不同的焊接速度在焊缝强度上呈反比关系。

4.激光角度:与MAG焊对比,激光角度对焊缝影响较小,在焊缝表面相同情况下,并不影响熔深与母材融合,对焊缝强度影响小。但由于激光机头镜片易被外界异物破坏,仰焊在激光焊领域并不具备优势。

5.焦点直径:取决于板厚与焊缝要求及材料之间的间隙。与焊接速度和镜片摆动频率参数关联。焦点直径与熔深呈反比关系。

6.摆动类型:与焊接材料与焊缝要求有关键关联关系,直线一般用于精密件或对变形要求高的产品,圆形用于结构件或允许一定变形量产品。

7.镜片摆动频率:与焊接强度属于关键强相关关系。镜片摆动频率直接决定焊道强度。摆动频率等同于MAG

焊中熔池搅拌概念。熔池在被搅拌过程中母材内的杂质例如S,P等有害元素及杂质等会被搅拌加速上升逸出到母材外部。但搅拌频率过快会将母材内的有益元素大量逸出,造成焊缝强度下降。试验表明,在合适的摆动频率下,同等焊道长度的焊缝强度等同于甚至高于的MAG焊焊缝强度,反之则低于MAG焊焊缝强度。

结论1:在等量设备投入下,激光焊在产品综合成本,产品外观,劳动保护,环境保护等方面具有明显的优势。结论2:激光焊对工艺的要求高于MAG焊及MIG焊等传统焊接工艺。

激光焊道强度整体低于MAG焊及MIG焊等有金属填充焊道,但焊道强度高于家具行业常用材料形变强度,综合性能完全可以满足家具行业标准。在外观,环保及成本上对比MAG焊及MIG焊具有可替代性的优势,在成本降低及碳排放方面尤其明显。高效率及清洁能源的特点使激光焊更加适合智能化焊接制造工艺。综上所述,激光焊完全可以代替家具制造行业的传统焊接工艺,激光焊在家具相关制造行业也具有广阔的前景。

参考文献:

- [1]金属学与热处理;崔忠圻,覃耀春《机械工业出版社》2020(6)166-196
- [2]激光焊接技术最新研究进展及应用现状;王健坤,李强,黄磊,陈希章《金属加工:热加工》2020.0(3):4-10
- [3]焊接材料选择原则和实践;郭晶《石油化工设备》2001.1(30)41-43