

[研究·设计]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.03.003

激光宽带熔覆侧向送粉喷嘴设计

胡晓冬, 祝立强, 姚建华

(浙江工业大学机械工程学院, 浙江 杭州 310014)

摘 要:激光宽带熔覆侧向送粉喷嘴在激光宽带熔覆中起着重要的作用。文章设计了一种激光宽带熔覆侧向送粉喷嘴,介绍了喷嘴的结构特性以及工作原理,通过旋转轴杆调节挡条的移动实现粉末出口宽度可调。对喷嘴进行送粉实验,通过在喷嘴下端放置接粉槽收集粉末,计算粉末的有效利用率,实现粉末利用率在50%左右。

关 键 词:激光宽带熔覆;喷嘴;宽度可调;分析

中图分类号:TN248;TH16

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2014)03-0010-03

Design of Lateral Powder Nozzle for Broad Beam Laser Cladding

HU Xiaodong, ZHU Liqiang, YAO Jianhua

(College of Mechanical Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China)

Abstract: Wide-band lateral powder nozzle plays an important role in broad beam laser cladding. A kind of lateral powder nozzle in broad beam laser cladding was designed. It introduced the structure of the nozzle and its operating principle. It could realize the width of feeding powder changeable by rotating shaft lever to adjust the movement of barrier strip. A feeding powder experiment was conducted on the nozzle. A groove to collect the powder was placed under the nozzle and computed the effective utilization of powder. It realized the powder using efficiency at about 50 percent.

Key words: laser broad beam cladding; nozzle; changeable width; analysis

激光宽带熔覆技术是在激光熔覆的基础上,利用高功率激光器发射激光,经光学转换镜将圆形多模光斑转换成矩形或线形光斑^[1],同时送粉器连接宽带侧向送粉喷嘴送出均匀、稳定、具有一定宽度的金属粉末,在基体表面形成宽带熔池,凝固后与基体冶金结合,获得表面平整、厚度均匀一致的大面积熔覆层^[2]。随着大功率激光器的普及,激光宽带熔覆已经在很多领域中得到应用^[3-10],对激光宽带熔覆送粉喷嘴的要求也越来越高。而国内对宽带侧向送粉喷嘴的研究还较少。

本文设计了一种激光宽带熔覆用的可以调节粉末出口宽度的侧向送粉喷嘴,并对喷嘴进行送粉实验研究。

1 宽带可调送粉喷嘴结构设计

为了适应光束宽度的变化,本文设计了一种宽带可调的送粉喷嘴,可通过调整送粉嘴宽度的大小来适

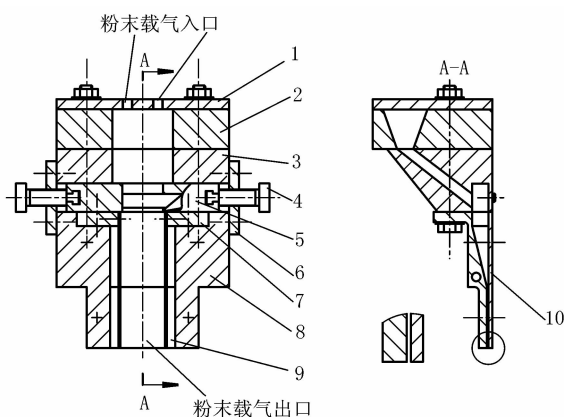
应激光宽带熔覆对出粉宽度变化的要求,从而无需储备多种宽度规格的喷嘴,避免了出粉宽度变化时需要更换大小不同的喷嘴。

宽带可调侧向送粉喷嘴的结构如图1所示,该送粉喷嘴采用2个螺栓将端盖1、上流道模块2、下流道模块3和喷嘴头8进行连接。固定块6通过螺钉与下流道模块3和喷嘴头8进行固定,轴杆4与固定块6通过螺纹连接,同时轴杆4嵌入到滑块5中,滑块5与滑块7通过平头螺钉进行连接,滑块7与移动挡条9连接,喷嘴头8与粉末挡板10通过螺钉进行连接。各个零件之间用硅胶进行密封。为降低喷嘴重量,端盖1、上流道模块2和下流道模块3的材料选择了切削性较好、密度小的6061铝合金。为提高靠近熔池的喷嘴头8的使用寿命,喷嘴头8的材料选用散热性较好的紫铜。

收稿日期:2013-12-08;修回日期:2013-12-17

基金项目:国家自然科学基金(51271170);国家国际科技合作项目(2011DFR71030);浙江省科技厅公益项目(2013C31012)

作者简介:胡晓冬(1975),山东五莲人,男,博士,副教授,主要从事激光加工技术领域研究。E-mail:hooxoodoo@zjut.edu.cn



1—端盖;2—上流道模块;3—下流道模块;4—轴杆;5—滑块;
6—固定块;7—滑块;8—喷嘴头;9—移动挡条;10—粉末挡板

图1 激光宽带侧向送粉喷嘴的结构示意图

Figure 1 Structure diagram of lateral powder nozzle for broad beam laser

2 宽带可调送粉喷嘴的工作原理

宽带可调送粉喷嘴通过滑动2个移动挡条9实现粉末出口宽度的可调节性。旋转轴杆4,产生一个推动滑块5的力,使其在下流道模块3的轨道中滑动,滑块5带动滑块7移动,滑块7又带动移动挡条9滑动,实现了移动挡条9的滑动。移动挡条9的两侧用硅胶进行密封,而中间为粉末的出口流道,当滑动移动挡条9时,实现了粉末出口宽度的变化。该喷嘴能够调节出粉宽度在8~30 mm之间变化。图2为喷嘴的实物图。



图2 喷嘴实物图

Figure 2 Physical map of the nozzle

3 粉末有效利用率的送粉实验

在进行激光宽带熔覆实验时,由于作为原料的金属粉末比较昂贵,故充分提高粉末利用率能够节约投入成本。当粉末从喷嘴喷出后,一部分粉末到达熔池

后被融化,未进入熔池的粉末有一部分被吸附到熔池周围,另一部分与基材碰撞后弹出。被熔池吸收的粉末在高温下被融化,属于有效利用的熔覆粉末,能够形成熔覆层。故该实验通过测量进入熔池的粉末,计算粉末的利用率。粉末的利用率是指进入熔池的粉末与总的送粉量之比 η ,计算表达式为^[11]

$$\eta = \frac{G_o}{G_p}$$

G_o 为被熔池吸收的送粉量, G_p 为总送粉量。

该实验是由激光制造控制系统控制送粉量和载气流量的大小,通过送粉器进行送粉,粉末从送粉器中输出后,通过输料管道和气动接头Y型三通分粉装置将粉末载气均匀地送到4个入口处,喷嘴由专用夹具固定在激光器上,如图3所示,喷嘴的送粉实验如图4所示。



图3 送粉系统图

Figure 3 Picture of powder feeding system

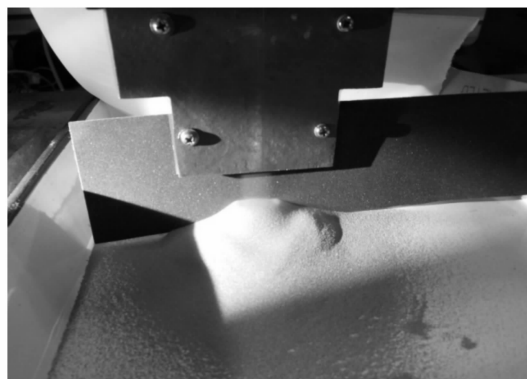


图4 喷嘴的送粉实验

Figure 4 Powder feeding experiment of the nozzle

对喷嘴进行粉末有效利用率实验,在喷嘴粉末出口下端20 mm左右放置一个接粉槽a,如图5所示。

图5中接粉槽的接粉宽度3 mm是根据光斑尺寸而定的,而a的大小则根据出粉宽度而定。为测试喷

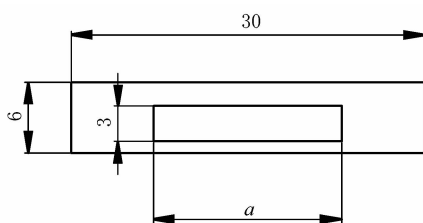
图5 接粉槽 a

Figure 5 Groove to accept the powder

嘴在不同出口宽度的粉末利用率,设置 a 分别为 12, 16 和 20 mm,测量当出粉口宽度不同时,粉末利用率的大小。设置载气流量为 6 L/min,送粉率为 15 g/min,每组测量 3 次。

每组实验得到的进入粉槽的粉末质量 G_o ,总送粉质量 G_p ,粉末利用率 η ,结果如表 1 所示。

表 1 不同出粉宽度时粉末利用率

Table1 Powder utilization rate of different feeding widths

宽度 a/mm	G_o/g	G_{p1}/g	G_{o2}/g	G_{p2}/g	G_{o3}/g	G_{p3}/g	$\eta/\%$
12	1.06	2.11	0.94	1.82	0.84	1.75	51.5
16	1.20	2.51	1.32	2.71	1.05	2.12	48.6
20	1.51	3.25	1.62	3.44	1.55	3.22	47.2

由表 1 可以看出,在相同的实验条件下,粉末出粉宽度 a 越大,粉末的有效利用率 η 却越小,这是由于载气流量一定时,当粉末出粉宽度变大,粉末从喷嘴喷出的速度变小,更加容易发生扩散,进入接粉槽中的粉末减少。常温下得到的粉末利用率在 50% 左右,将对激

光宽带熔覆实验提供支持,有助于进一步的熔覆实验。

4 结语

针对激光宽带熔覆用的送粉喷嘴进行结构分析,实现了载气粉末从喷嘴中喷出,送粉宽度在 8 ~ 30 mm 之间可以进行调节,适应了光束宽度的变化。对喷嘴进行粉末有效利用率的送粉实验,得出粉末利用率在 50% 左右,为喷嘴进一步的激光熔覆实验提供支持。

参考文献:

- [1] 罗曦,陈培峰,王英,等. 新型高功率激光加工用激光光束展宽方法的探索性研究[J]. 中国激光,2011,38(4):1-7.
- [2] 杨洗陈,王云山. 大面积激光自动涂敷系统及其工业应用[J]. 天津纺织工学院学报,1998,17(1):80-85.
- [3] 杨胶溪,左铁钊,王喜兵,等. 9Cr2Mo 冷轧辊激光宽带熔覆修复强化[J]. 应用激光,2008,28(1):1-5.
- [4] 杨胶溪,左铁钊,徐文清,等. 宽带激光熔覆制造高速线材硬质合金辊环[J]. 应用激光,2006,26(6):369-371.
- [5] 庞驰,刘智勇,刘其斌. 宽带激光烧结制备 YAG 透明陶瓷[J]. 中国激光,2011,38(1):1-4.
- [6] 刘其斌,郑敏,朱维东,等. 钛合金表面宽带激光熔覆梯度生物陶瓷复合涂层[J]. 功能材料,2005,36(1):50-53.
- [7] 李明,汪震. 宽带激光熔覆梯度稀土生物陶瓷涂层的生物活性[J]. 应用激光,2012,32(5):384-389.
- [8] 侯义芳,顾盛挺,鲍雨梅,等. 激光熔覆 H13-TiC 复合涂层的力学性能测试与数值模拟[J]. 轻工机械,2011,29(4):87-91.
- [9] 傅强,金振俊,汤军,等. 齿轮轴激光熔覆轴变形的数值分析[J]. 机电工程,2012,29(5):497-500.
- [10] 刘其斌,郑敏,朱维东,等. 宽带激光熔覆梯度生物活性陶瓷复合涂层组织与性能[J]. 应用激光,2004,24(6):350-354.
- [11] 朱刚贤,张安峰,李涤尘,等. 激光金属直接制造中工艺参数对粉末利用率的模拟研究[J]. 装备制造,2009,9(4):71-72.

(上接第 5 页)

参考文献:

- [1] 杨卫民,丁玉梅,谢鹏程,等. 注射成型新技术[M]. 北京:化学工业出版社,2008:218.
- [2] GAO Jun,FEI Guren,ZHANG Ping,et al. Recent development of the Bi-color injection molding [J]. Applied Mechanics and Materials, 2012(229-231):2440-2443.
- [3] 何跃龙,杨卫民,丁玉梅,等. 多色注射成型技术最新进展[J]. 中国塑料,2009,23(1):99-104.
- [4] 胡开元. 双色注塑技术及其应用研究[D]. 镇江:江苏大学,2010:6-7.
- [5] 彭响方,许超,林逸全,等. 多组分注射成型新技术[J]. 工程塑料应用,2004,32(8):32-35.
- [6] 周君华,陆柏军. 夹层混色共用注塑模头:中国,ZL200620101766.

X[P]. 2007-04-11.

- [7] 李裔强,刘分明. 注塑机混色喷嘴:中国,ZL20070060986.7[P]. 2008-10-29.
- [8] 徐碧云,叶盛. 注塑机的混色喷嘴:中国,ZL200820170090.9[P]. 2009-10-21.
- [9] 张友根. 注塑机节能技术的分析研究(上)[J]. 橡塑技术与装备, 2008,34(3):52-60.
- [10] 许忠斌,李春会,王珏,等. 高效节能全电动注塑机的研究与开发[J]. 化工机械,2009,36(5):439-444.
- [11] 杨珏,王柏村,袁卫明,等. 全电动精密注塑机及其合模装置的比较与分析[J]. 轻工机械,2011,29(6):113-116.
- [12] 文生平,江剑强. 注塑机节能控制技术的最新发展与应用[J]. 工程塑料应用,2006,34(5):59-62.