

文章编号: 1001-3806(2002)05-0373-02

金刚石工具激光焊接系统的稳定性

周 毅 唐霞辉 朱国富 何艳艳

(华中科技大学激光技术与工程研究院, 武汉, 430074)

摘要: 对华工激光开发的激光焊接系统的稳定性进行了实验研究。结果发现, 该系统稳定性相当好, 适合焊接 $\varnothing 105\text{mm} \sim \varnothing 500\text{mm}$ 锯片和 $\varnothing 68\text{mm}$, $\varnothing 82\text{mm}$ 的钻头。

关键词: 金刚石圆锯片; 激光焊接系统; 粉末冶金

中图分类号: TG665.6 文献标识码: A

The stability of laser welding system for diamond tools

Zhou Yi, Tang Xiahui, Zhu Guofu, He Yanyan

(Institute of Laser Technology & Engineering, HUST, Wuhan, 430074)

Abstract: The manufactures all over the world find that it is important to improve the stability of laser welding system for keeping the quality of products. This article studies the stability of the system produced by HG Laser. The result is that this system can be used to weld the saw blade in the range of $\varnothing 105\text{mm} \sim \varnothing 500\text{mm}$ and the $\varnothing 68\text{mm}$, $\varnothing 82\text{mm}$ core drill.

Key words: diamond sawblade; laser welding system; powder metallurgy

引 言

近年来, 用于干切建筑材料的金刚石圆锯片市场发展很快, 为了避免环境污染, 切割时不用冷却水, 因此, 大量的干切用金刚石圆锯片应运而生。传统的 $\varnothing 500\text{mm}$ 以下的锯片都是采用烧结和钎焊的方法进行刀头与基体的连接。由于其接头处强度低, 特别是高温强度低, 切割中会出现刀头飞出。所以, 国外于 80 年代后期开始采用激光焊接技术^[1,2]。

华中科技大学激光工程有限责任公司应市场要求, 已开发出激光焊接金刚石圆锯片生产成套设备系统, 价格约为进口的 $1/3 \sim 1/4$, 性能与进口设备相当。该系统光束质量好, 稳定可靠, 运行成本低, 并且操作方便, 效率高, 可三工位连续或单独作业。实践表明: 该系统能满足金刚石圆锯片的激光焊接要求。

1 激光焊接系统

如图 1 所示, 该系统由激光器、三工位光路转换

器、工作台及工装夹具组成。激光器发出的光将通过三工位光路转换器的反射镜的不同组合到达各个工位; 焊接工作台带动锯片旋转, 并可调整一定的倾角, 以满足焊接倾角的需要; 工装夹具起定位和夹紧

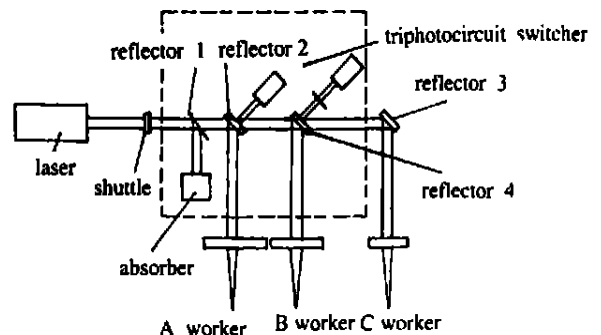


Fig. 1 The structure of laser system

刀头的作用。系统工作过程如下: 激光器光闸开启后, 激光到达反射镜 1, 反射镜 1 将激光反射到激光吸收堆并被吸收; 假定在 A 工位焊接, 按下开启开关, 接通保护气体, 延时 2s 后汽缸动作, 反射镜 1 在汽缸的驱动下离开光轴, 激光进入 A 工位的反射镜中, 经聚焦透镜聚焦后到达工件进行激光焊接, 回转工作台同时旋转一周, 然后停光、气、工作台, 即完成一面焊接, 其它工位即可工作, 这种操作系统既能联动工作又能单独工作, 并且以工人的操作快慢定开光先后, 简便灵活。其工作循环见图 2。

作者简介: 周毅, 男, 1977 年 10 月出生。硕士研究生。主要从事激光焊接粉末冶金材料及设备各方面的研究。

收稿日期: 2001-02-28; 收到修改稿日期: 2002-04-09

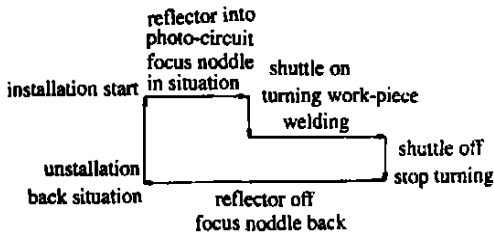


Fig. 2 Working circle

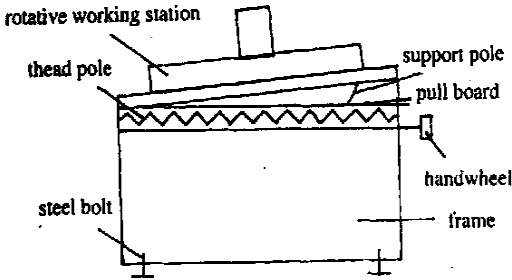


Fig. 3 The structure of working station

工作台(见图3)由机架、拖板、手摇丝杆及回转工作台组成。机架起支撑工作台面的作用,4个地脚螺钉能调节机架的水平;转动手轮,丝杆将带动拖板在水平方向移动,以调节焊接所需的偏移量;回转工作台底板与水平面的倾角由撑杆调节,调节范围为 $4^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 。焊接夹具安放在工作台上,并以锥形轴定位,在步进电机的驱动下,回转工作台带动焊接夹具旋转,速度范围为:0.3r/min~10r/min。锯片基体通过内孔及平面定位,盖板、紧定螺母压紧在焊装盘的中心盘上。刀头则通过弹簧压头压紧在所需位置上,夹具示意图如图4所示。弹簧压头由弹簧、力轴、压头及偏心手轮组成,偏心手轮可以改变压头的位置,并将弹簧力通过压头传递到刀头。作用于刀头上的力可以分解为正压力和侧压力,以达到压紧

和侧顶的双重作用,使刀头在焊接过程中不会因焊接应力的作用而翘起或分开;刀头高度变化时,可调节压头位置和弹簧压头在焊装盘上的位置,刀头厚度改变时则可以调节4个安装螺钉的高矮,以便适应不同型号的锯片。基体内孔改变时,可以更换中心过渡轴。

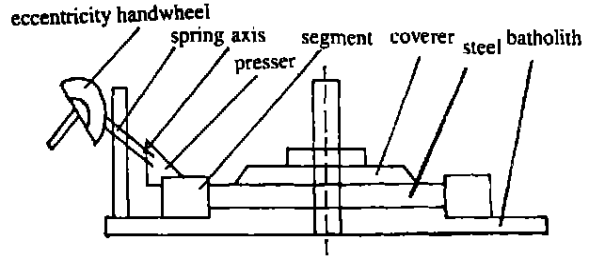


Fig. 4 The clamp of welding installation

2 焊接系统技术特点分析

功率稳定性

本焊接系统采用的轴快流CO₂激光器,最大输出功率为2000W,模式为TEM₁₁和TEM₀₁。该激光器是一种新型的激光器,运行成本低,使用Ar为保护气,光束质量稳定,能焊接 $\varnothing 1.05\text{mm} \sim \varnothing 500\text{mm}$ 各种规格锯片及 $\varnothing 68\text{mm}$, $\varnothing 82\text{mm}$ 钻头。激光器主要技术指标如下。额定输出功率: $P \geq 2000\text{W}$, 电光转换效率: $\eta \geq 16\%$, 激光模式: TEM₀₀+TEM₀₁, 功率不稳定性: $\delta \leq 2\%$, 光束发散全角: $2\theta \leq 1.3\text{mrad}$, 一次充气连续运行时间: $t > 24\text{h}$ 。

生产实践表明,该激光器如参数选择得当则能稳定输出一定功率的激光(见表1、表2),且模式稳定性相当好。

Table 1 The stability of variable laser power

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	460	670	600	600	650	650	660	700	780	740	760	750
2	720	740	730	780	820	850	860	900	920	940	950	940
3	870	880	900	920	900	1000	1010	980	960	970	980	960
4	1078	1055	990	1040	1080	1040	1030	1050	1040	1050	1060	1170
5	1190	1200	1190	1180	1190	1190	1200	1200	1180	1170	1160	1170
6	1360	1350	1370	1390	1350	1400	1340	1380	1380	1400	1380	1370

气体消耗

本机使用Ar, N₂和CO₂为工作气体,一次充气连续运行时间大于24h。

制冷温度

通过精确控制系统,本设备工作气体温度变化

可以控制在正负1℃。

控制系统精度

调焦系统调节精度为0.02mm/100mm。夹具回转精度为0.02mm。

(下转第378页)

描述、产生横向瞬态受激布里渊散射的阈值、微观机理、横向受激布里渊散射的强度分布、材料边缘的反射以及横向和纵向受激布里渊散射引起光学元件的超声波损伤。

(2) 各向异性晶体元件中强激光受激布里渊散射的研究。石英、磷酸二氢钾等各向异性晶体中受激布里渊散射的理论研究及数值模拟; 给出各向异性晶体中泵浦光场、散射光场和超声波场的耦合波方程以及晶体元件中产生受激布里渊散射的阈值; 加深对高强度激光与各向异性晶体材料相互作用过程的规律性认识。

(3) 大口径光学元件中强激光横向光束质量的研究。大口径光学元件中强激光横向光束质量十分重要, 其质量的好坏决定着整个装置的最终输出能力。强激光横向受激布里渊散射引起横向光强波动、光束波面畸变导致的自聚焦效应十分复杂又极具破坏性; 受激布里渊散射的全量子理论研究也是十分必要的。

通过对强激光与玻璃和晶体等光学元件非线性相互作用规律的研究, 丰富有关方面的知识, 提出抑制和降低光学元件中受激布里渊散射的途径和措施。

参 考 文 献

- [1] 李锡善. 激光与光电子学进展, 2001(1): 1~ 4.
- [2] 陆建, 倪晓武, 贺安之. 激光技术, 1996, 20: 181.
- [3] 孙利国. 激光技术, 1991, 15: 298.
- [4] 辜建辉, 李再光, 陈殊殊. 激光杂志, 1992, 13: 57.
- [5] Murray J R, Smith J R, Ehrlich R B *et al.* J O S A, 1989, B6: 2402.
- [6] Heiman D, Hamilton D S, Hellwarth R W. Phys Rev, 1979, B19 (12): 6583.
- [7] Eggleston J M, Kusher M J. Opt Lett, 1987, 12: 410.
- [8] Faris G W, Leonard E J, Mark J D *et al.* Opt Lett, 1990, 15(12): 703.
- [9] Emmett J L, Schawlow A L. Phys Rev, 1968, 170: 358.
- [10] Smith J R, Murray J R, Ehrlich R B *et al.* SPIE, 1989, 1047: 219.
- [11] Hwa L G, Schroeder J, Zhao X S. J O S A, 1989, B6(4): 833.
- [12] Faris G W, Jusinsk L E, Hickman A P *et al.* J O S A, 1993, B10: 587.
- [13] Bel'kov S A, Bondarenko S V, Dolgoplov Y V *et al.* SPIE, 1996, 2771: 43.
- [14] Kyrazis D T, Weiland T L. SPIE, 1990, 1441: 469.
- [15] Yu H W, Meng S X. J. Appl Phys, 1997, 81: 85.
- [16] Kirby K W, Deshazer G. J O S A, 1987, B4(7): 1072.
- [17] Schroeder J, Hwa L G, Kendall G *et al.* J Non-Crystal Solids, 1988, 102: 240.
- [18] 余文炎, 郑玉霞, 谢梓铭 *et al.* 光学学报, 1985, 1(5): 19.
- [19] Baranova N B, Zel'dovich B Ya. Sov J Q E, 1980, 10(2): 172.

(上接第 374 页)

焊接灵活性和精度

能够满足双面焊接 $\varnothing 105\text{mm} \sim \varnothing 500\text{mm}$ (厚

3.2mm) 的要求。

Table 2 The parameters of laser

No.	I / A	V / kV	P / W	P_{\max} / W	P_{\min} / W	ΔP^+ / %	ΔP^- / %
1	3.5	3.5	668.3	780	460	16.7	31.2
2	4.0	3.6	845.8	950	720	12.3	14.9
3	4.5	3.7	944.2	1010	870	7.0	7.9
4	5.0	3.8	1046.9	1080	990	3.2	5.4
5	5.5	3.9	1185	1200	1160	1.3	2.1
6	6.0	4.0	1372.5	1400	1340	2.0	2.4

3 主要焊接工艺分析

主要工艺参数

功率: 一般在 2000W 以下。焊接速度: 1500W 激光功率, 刀基厚 (2.5~ 3.0) mm, 刀头为 (3.0~ 3.8) mm 时, 焊速约为 1.2m/min。偏移角度: 由于刀头比刀基面厚 0.35mm 左右, 为获得最佳角焊缝

效果, 入射激光倾斜 $4^\circ \sim 11^\circ$ 。离焦量: 对于穿透焊采用负离焦量。焦点与被焊材料表面的距离约为板厚的 1/3。

焊接结果分析

(1) 焊缝强度

采用 24h 连续工作方式对锯片进行焊接强度检验, 采用扭矩扳手。计算公式为: $\delta = 6M/LE$, M 为扭矩, L 为刀头长度, E 为基体厚度。经过对本公司产品的检验发现, 激光焊接金刚石圆锯片的焊接强度达到了 MPA 标准^[3]。

(2) 锯片焊接前后的跳动精度

锯片水平、垂直方向跳动精度在 0.02mm 以下。

4 结 论

(1) 高稳定性, 焊接系统技术指标优良。(2) 可以焊接 $\varnothing 105\text{mm} \sim \varnothing 500\text{mm}$ 锯片和 $\varnothing 68\text{mm}$, $\varnothing 82\text{mm}$ 钻头。(3) 焊接强度达到 MPA 标准。

参 考 文 献

- [1] Weber G. Industrial Diamond Review, 1991(3): 126~ 128.
- [2] Morin W. Industrial Diamond Review, 1988(5): 20~ 24.
- [3] 朱海红, 唐霞辉, 朱国富. 激光技术, 1988(5): 273~ 276.