

[新设备·新材料·新方法]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2015.05.019

双红光聚焦定位的射频激光标刻系统设计

何铁锋¹, 潘国兵², 陈义红¹, 陈 聪¹

(1. 广州安特激光技术有限公司, 广东 广州 510663; 2. 浙江工业大学 机械工程学院, 浙江 杭州 310014)

摘 要:针对目前激光标刻系统采用普通PC控制设备的情况,存在稳定性差、实时性不高、外形尺寸大以及标刻加工过程中对焦速度慢、准确度不高的问题,提出一种双红光聚焦定位的射频CO₂激光标刻系统。设计基于Windows环境的触摸屏控制系统的硬件结构;根据触摸屏内镶、风冷散热、CO₂激光管耐用的设计思想,设计了激光标刻系统的集成;还设计了一种双红光交点与场镜焦点重合的定位系统。应用结果表明:触摸屏控制系统既满足标刻系统要求,又能满足客户的使用习惯;整个标刻系统激光输出稳定可靠,系统外形小巧、设备寿命长、维护少,适合于连续性的工业化生产应用;并实现了加工过程中的快速准确定位,从而提高了加工的精度和速度。

关 键 词:激光标刻;CO₂激光器;红光定位;触摸屏;Windows系统

中图分类号:TN248.1 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2015)05-0082-04

Design of Two Red-Lights Focused Positioning RF Laser Marking System

HE Tiefeng¹, PAN Guobing², CHEN Yihong¹, CHEN Cong¹

(1. Guangzhou Ante Laser Co., Ltd., Guangzhou 510663, China;

2. College of Mechanical Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310032, China)

Abstract: The laser marking system usually uses common PC to realize the control. The system has the disadvantages of poor stability, poor real time performance and large size. As well as the system cannot realize the quick and accurate positioning. In order to solve these problems, a new two red-lights focused positioning RF CO₂ laser marking system was presented. The hardware structure of control system was designed which was composed of the touch-screen based on Windows environment. Based on the design concept of inlaid touch screen, air-cooling heat dissipation and the CO₂ laser tube durability, the integration of laser marking system was designed. A positioning system was designed by making the intersection point of two red-lights coincide with the focus of field lens. Application results show that the touch-screen control system both meets the requirements of control system and satisfies the customer's use habit. The laser output of marking system is stable and reliable. The marking system's size is small, and the equipment is long service life and less maintenance. It is suitable for the continuous industrial production. And the system realizes the quick and accurate positioning, and so as to improve the processing accuracy and speed.

Key words: laser marking; CO₂ laser; red-light positioning; touch screen; Windows system

激光标刻作为激光加工技术之一,是利用激光的高密度能量作用于加工材料,产生物理或者化学变化^[1-4],形成所需加工的文字或者图形。该技术目前已广泛应用于薄钢板、不锈钢、铝合金、电路板、PET等各种材质的加工,提高了标刻加工能力和生产效率。激光标刻设备主要由激光器系统、激光电源系统、振镜扫

描系统、计算机控制系统及冷却系统^[5-9]5部分组成。由于控制系统和水冷设备存在稳定性差、实时性不高和外形庞大等问题,不符合现代产品都讲究体积小、外形美观、功耗小、可靠性高的特点。所以本文以此为出发点,从这两方面着手,设计一款外形小巧、寿命长、维护少,适合于连续性的工业化生产应用的射频CO₂激

收稿日期:2014-12-03;修回日期:2015-04-16

作者简介:何铁锋(1977),男,江西广昌人,硕士,广州安特激光技术有限公司研发经理,主要从事激光器和激光设备的研究。
E-mail: gchf97@126.com;通信作者:潘国兵(1978),男,博士,副教授,主要研究方向为机电装备智能化。Email: gbpan@zjut.edu.cn

光^[10-13]标刻系统,满足相关加工需求。并提出一种新的激光加工定位方式,解决加工过程存在的对焦难的问题,提高标刻的速度和质量。

1 激光标刻系统的设计

1.1 激光标刻系统的架构设计

双红光聚焦定位的射频激光标刻系统主要由触摸屏、标刻卡、激光器、激光电源、扩束镜、振镜、场镜和红光定位等系统组成。其工作原理是:触摸屏工控机生成的标刻数据,传输到标刻卡,用于控制激光器的开/关、功率和振镜偏转运动。激光器发出的激光在扩束镜整形准直后,被振镜中 X 轴和 Y 轴反射镜反射,投影到工作台上形成一个平面扫描点。任何复杂的平面轨迹都能通过控制振镜2个镜片的偏转来实现,架构如图1所示。

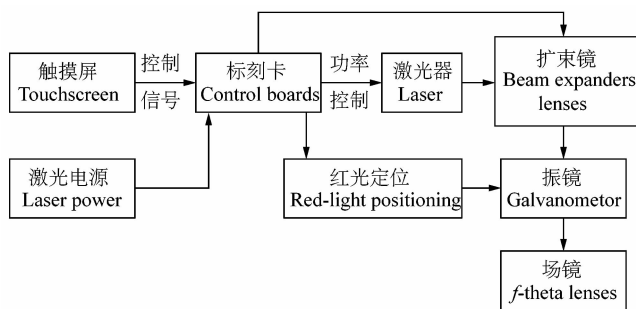


图1 系统原理框图

Figure 1 Functional block diagram of system

1.2 控制系统设计

激光标刻控制系统由上位机和下位机组成。控制系统的上位机是安装了标刻软件的计算机,字符和图形被软件处理成大量的标刻数据,包括每一个需要标刻的振镜 X 轴和 Y 轴的坐标、激光功率信号、激光器开/关和延时信号等。标刻软件界面上显示出系统的工作状态和字符、图形处理效果图(如汉字的各种字体等),便于人机交互。标刻数据由USB总线传输到下位机,DSP作为下位机的处理器将数据存储到外部扩展存储器SRAM中,再由DSP按顺序取出送入到D/A转换芯片中,D/A芯片转换后输出 $-5 \sim 5$ V的模拟电压驱动扫描振镜, X 、 Y 轴振镜控制激光焦点在二维平面上有序移动来完成各种形式的字符、图形标刻。

控制系统的原理图如图2所示。控制电路主要有USB接口通信电路、外部扩展存储电路、D/A转换电路和PWM控制电路。DSP是整个标刻控制系统的核心,负责从上位机接受并处理标刻数据及整个系统的控制工作,包括将初始化参数在控制器开机时传输到DSP中;USB接口通信电路是上位机和DSP进行标刻

数据传输及通信的接口;扩展存储电路作为数据缓存器,用于标刻时暂时存储从上位机传来的标刻数据和各种状态设置参数;D/A转换电路负责将标刻数据转换成模拟量,用于控制振镜的 X 、 Y 轴;PWM控制电路只有在计算机输出的Gate电信号为高电平时,才输出PWM信号;而当Gate信号为低电平时,功率控制器无PWM信号输出,此时只有Tickle信号输出,这样计算机就可以方便地实现对激光的开/关控制。

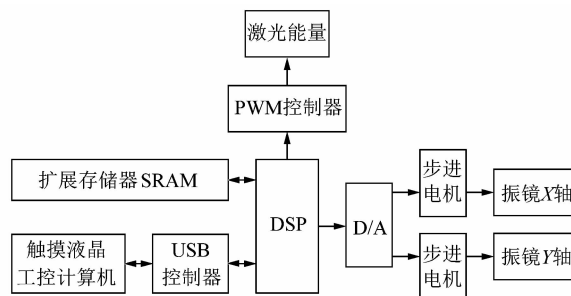


图2 控制系统原理框图

Figure 2 Functional block diagram of control system

1.3 双红光聚焦定位系统设计

在该激光标刻系统中,采用一种新型红光定位技术,实现了在加工过程中的快速准确定位,从而提高加工的精度和速度。此红光定位系统外形小巧,不会增加整套设备的体积和质量。其系统如图3所示,2个点状红光定位灯,对称地安装在振镜座上,两红光定位灯与垂直方向有一定的夹角,夹角大小根据场镜^[14]焦距可调节。两红光分别经过场镜,在工作面上重合,该重合点和场镜焦点重合,即激光焦点和两红光交点都处在同一工作面上。如果使用该红光系统来定位激光焦点时,只需要通过观察两红光的重合度,就能直观地判断激光焦点的位置。通过调整系统工作台面使得待加工面处于激光焦点平面,无需像以前那样来回调整工作台用于确定激光光斑哪个位置为最小(激光焦点位置)。而且可以通过调整两红光定位灯与垂轴的角度,适应于不同焦长的场镜使用。

在对比测试实验中,使用了焦距为110 mm的场镜,在行程为25 mm情况下,测试结果如表1所示。实验中如果不采用该定位系统,调焦所用时间为12.87 s;而采用了该定位系统,但工作台采用手动调焦时间为8.82 s;如果再使用升降速度90 m/s的电动工作台,调焦时间只要4.15 s。从该对比结果可以看出,同样手动工作台,有红光定位的比无红光定位的调焦时间减少近三分之一,明显提高了调焦的速度和精度;并且采用该红光系统无需熟练工就可以判断焦点

位置,减少了对用户的操作专业性要求。

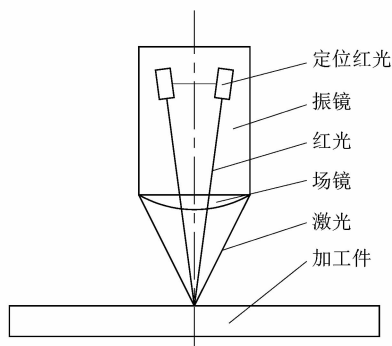


图3 红光定位系统

Figure 3 Red-light position determination system

表1 采用和不采用红光定位系统调焦时间对比

Table 1 Time comparison of focus with and without red light positioning system

定位形式	调焦时间/s	行程/mm
无红光定位(手动工作台)	12.87	25
红光定位(手动工作台)	8.82	25
红光定位(电动工作台)	4.15	25

2 激光标刻系统的研制与实验

2.1 激光标刻系统的集成

激光器是标刻系统的光源和关键部分,它的品质直接关系到激光标刻系统的工作寿命以及工作效率。本文选用美国某公司的 BLADE 系列射频激励 CO₂ 激光器,该激光器可以输出连续 10.6 μm 红外波长,输出功率最大为 19 W,能满足常用的标刻用途要求;激光器采用风冷冷却,为集成的系统省去冷却设备;激光管设计寿命大于 20 000 h,从而适合于连续性的工业化生产应用;外形尺寸为 470 mm × 83 mm × 57 mm,质量 3 kg。这些性能使得研制的激光标刻设备具有小巧、稳定、功能强、维护少等优点。图 4 为激光器外观。



图4 BLADE 系列射频激励 CO₂ 激光器

Figure 4 RF CO₂ laser of BLADE series

对于激光标刻的控制系统,国内大多是在普通 PC 机中安装专用控制卡来实现对设备的控制。普通 PC 机一般主要用在家庭或办公室环境,他的操作系统比较大,应用软件比较多,所占用的系统资源就多,因而不适合在实时性要求高的场合。为此需要具有经济性、小型化、高速度以及良好普及性特点的系统替代普

通 PC 机。触摸屏结构紧凑、功耗低,工作温度范围广(一般 0 ~ 70 ℃)、抗电磁辐射和其它干扰的能力强、防尘性能好、抗震性能强、散热特性好、可靠性高、实时性强,因此将触摸屏应用到此激光标刻系统上,能很好地满足激光标刻控制系统的需要。

本文采用了 7 英寸触摸液晶屏工控计算机,并内镶到标刻系统面板上,系统整机尺寸仅有 700 mm × 140 mm × 180 mm,比 1 台普通 PC 主机外形尺寸(540 mm × 235 mm × 500 mm)要小,设备侧面的 4 台风扇为触摸屏和激光器提供风冷散热,触摸屏通过 USB 接口与控制卡通信,控制振镜偏转、激光开/关与能量大小。该触摸屏工控机支持 Windows 操作系统,为现有的控制软件提供了合适的平台,并且符合人们使用普通 PC 的习惯,从而能快速熟悉和使用本设备。

图 5 所示为该系统实物图,使用 130 mm 场镜时,扫描速度最大达到 12 000 mm/s,相应激光标刻速度为 60 m/min,标刻范围 110 mm × 110 mm。可用于序列号、批号、条形码、二维码、徽标及图案的标刻。



图5 激光标刻系统实物图

Figure 5 Real product photo of laser marking system

2.2 实验与分析

通过实验,该双红光聚焦定位的射频激光标刻系统可在非金属及部分金属上进行完美标刻,能广泛应用于食品、饮料、制药、化妆品、汽车、电子等行业。图 6 所示为本系统分别在电子元器件、PET 材质瓶、板材以及纸板上的效果图。由图可看出,该系统标刻效果清晰、精美,精度高。



图6 标刻效果

Figure 6 Marking effect

(下转第 88 页)