

超大幅面激光雕刻机的设计与研究

李欣欣 侯蓝田 潘普丰 燕山大学红外光纤与传感研究所(066004)

Abstract

Current laser engraving adopt holophote optical circuit or libration mirror. The paper presents a new laser engraving that use transmitting energy fiber as energy transmission system, which replaces traditional optical circuit and introduces the configuration in whole hardware and software

Keywords: CO₂ laser engraving, transmitting energy fiber, image processing, graphics disposal, Threshold segmentation

摘要

目前的激光雕刻机均使用振镜扫描式和全反射镜式进行工件加工。本文提出采用传能光纤组成的光路系统代替原来的光路系统。介绍了这种雕刻机的软硬件设计。综述了一种大幅面激光雕刻机的软硬件设计。

关键词: CO₂激光雕刻, 传能光纤, 图形处理, 图像处理

近年来,大型激光加工设备通常采用光束移动的方法,称为“飞动导光”。在激光加工中,“飞动导光”系统同光束固定的导光系统相比,具有更大的灵活性、更高的加工速度以及更低的制造成本,但在这样的系统中,光束的传输距离是变化的。以幅面为1.5×3m的激光雕刻机为例,最近点与最远点的激光传输距离相差4.5m以上。在这样大的传输距离下,如果采用普通的机械导光臂传输激光,激光的聚焦光斑直径、焦平面和聚焦焦深,在不同的位置将发生很大的变化,这会对激光加工质量带来严重的影响,限制了激光加工的范围。因此,市场上常见的激光加工系统加工范围普遍偏小。如楚天的CT-LED30 CO₂大幅面激光雕刻机的雕刻范围是420×270mm,美国EPILOG公司推出的新型激光雕刻机的雕刻范围是60.96×50.8cm。

大幅面激光雕刻系统,由于采用传能光纤代替原有光路,通过耦合器将激光能量耦合到传能光纤中,经由光纤输出的激光能量对被加工材料进行雕刻。这不仅解决了现有激光雕刻设备普遍雕刻范围偏小的问题,还提高了输出激光的稳定性,增加了激光能量的转换效率。

目前,激光雕刻机的激光扫描方式均为振镜扫描式和全反射镜式。大幅面激光雕刻系统是利用耦合器将激光耦合到传能光纤中,通过移动光纤输出端实现大幅面雕刻。

1 利用光纤传输的优越性

传统的激光雕刻机是采用反射镜反射的方法,将激光从激光器传输到被加工材料表面。这种雕刻机对稳定性有较高的要求,成本高,并且对几个反射镜的调节也比较困难。

本系统则利用传能光纤传输CO₂激光能量进行雕刻的新方法。该方法通过耦合器将激光能量耦合到传能光纤中,通过移动光纤的输出端完成激光雕刻的任务。这种激光雕刻是一种无磨损、效率高、新工艺,解决了光学透镜存在的偏转和稳定问题,使刻线在任何地点都保持均匀,功率恒定,图形光滑,且适合大范围加工。

图1所示为激光通过耦合器进入光纤中的原理图。由激光器发出的CO₂激光束经反射镜转向90°后进入透镜中。把光纤的入射端面对准透镜的焦点,并且保持光纤入射端的光轴与透镜光轴重合。传能光纤的输出端固定在运动系统的支架上,控制系统使支架在工作台上按照雕刻图案进行运动。从图中可以看出它节省了反射镜的数量,从而避免了多个反射镜的偏转及振动引起的光束偏差,并且光程始终保持恒定,使得激光光斑在雕

刻的任何位置大小一致,还可用于大范围雕刻加工,而且这种用传能光纤传输CO₂激光能量的光路系统结构简单,调整方便可行。此外,由于激光在光纤内传输,在进行雕刻时,避免了环境的影响。CO₂激光经过耦合器耦合进传能光纤中,再经过传能光纤传输,由聚焦透镜聚焦要求的光斑大小在工件表面,利用激光照射到被加工物上的能量在短时间内的集中,可以瞬间使物质熔化和气化,在材料表面形成凹痕,而未被激光照射到的地方,材料保持原样。通过扫描仪或键盘、鼠标编排好所要雕刻的图像、文字、图形,由计算机发出雕刻命令后,控制步进电机的运动和激光器的出光同步工作,这样就可以进行图像、图形的精细雕刻。

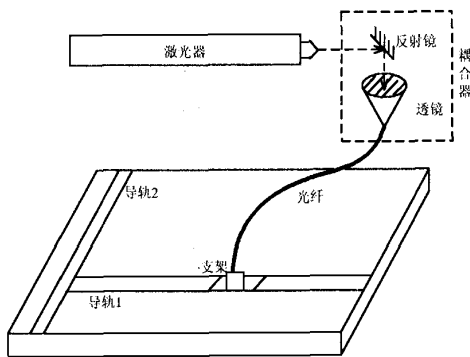


图1 光纤耦合器示意图

2 光纤传输激光雕刻机的构成及原理

该系统的最大创新,就是采用传能光纤代替机械导光臂作为光路传输CO₂激光能量,由于传能光纤具有良好的传输性能和柔性传输的特点,解决了原有激光雕刻系统雕刻范围与雕刻质量的问题,使所开发的激光雕刻系统有了更多更广泛的应用。系统选择了研华公司的32路隔离数字量I/O卡PCI-1730作为计算机端口,实现激光雕刻控制。

我们自行设计和试制的激光雕刻系统为了能够体现其大幅面雕刻的性能,要求其加工范围尽可能大,但是由于目前还是实验样机,只是一种原理的展示,过大又会造成不必要的浪费,所以我们综合考虑各方面因素,通过对目前激光加工设备的市场进行广泛的调查与研究,最终把雕刻范围确定在1200×1000mm(其范围可达到2~3倍)。

该系统采用混合式步进电动机。因为对于给定的电机体积,

混合式步进电机产生的转矩比较大,因此采用混合式步进电机可以使系统结构更为紧凑,而且混合式步进电机的步距角做得较小,我们知道步距角越小机械系统对应的电机一步的直线位移就越小,这样我们可以使系统得到较高雕刻分辨率。

由于步进电动机不能直接接到交流电源上工作,因此需要使用与步进电机配套的步进电机驱动器对步进电机进行控制。

我们开发的激光雕刻系统采用的是北京四通电机公司生产的混合式步进电机,先拟订X方向运动采用42BYGH250型步进电机,Y方向运动采用56BYGH250型步进电机。

此外,系统选择了与电机配套的SH-20402A作为步进电机驱动器,通过驱动器可以实现从整步到64细分8种步进电机的细分模式和8种不同的输出电流模式。

激光器开关电源所需开关控制信号的最小脉宽为0.05ms,既开关频率为20KHz,而在激光雕刻系统中步进电机的最高速度约为2000步/秒,对于激光雕刻系统而言,其要雕刻的图形图像一般在图上的一个像素需要步进电机至少走一步,每个像素的黑白状态代表是否出光,所以激光雕刻所要求的激光开关频率最高为2KHz左右,激光器开关电源的开关频率完全能够满足要求。

此外,该激光器开关电源还提供了激光强弱调节功能和外接控制开关。改变高压输出电流可以对激光强弱进行调节。外接控制开关可连接水泵控制端,当水泵出现故障时,会自动切断开关,使电停止工作。

由于传能光纤具有以下性能:①良好柔性,易弯曲,可以满足控制光束传播方向的要求;②传输效率高,损耗低;③输出能量稳定;④使用寿命长。因此,本文开发的激光雕刻系统中采用了GeO₂介质膜空芯传能光纤传输CO₂激光能量,应用传能光纤提高了激光加工导光系统的柔性化程度和光转换效率。应用传能光纤作为激光雕刻系统的光路,代替现在较多使用的机械导光臂光路,是该系统的最大创新之处。

系统通过PCI-1730的CN3接口实现计算机与步进电机和激光器开关电源相连接,通过计算机控制步进电机的运动与激光器的开关。其中CN3的1、2、3、4口控制步进电机,7口控制激光器开关,9口到16口通过数模转换器控制电源电流大小从而控制激光能量大小,可实现256级灰度图像的雕刻。由于激光器的强度范围的限制,没必要区分到256级灰度,可根据情况减少为16级灰度。激光器开关电源的高压端口连接激光器的阳极,J₃接口连接激光器的阴极,中间需要串连一个阻值为10KΩ功率为2W的限流电阻。图2为我们自行设计的激光雕刻机实物,雕刻面积为1200×1000mm。

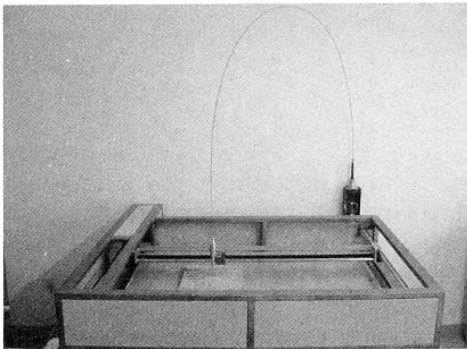


图2 激光雕刻机

3 软件设计

这个软件可以雕刻PLT格式的文件以及BMP格式的文件。

3.1 PLT格式文件的处理

PLT文件是ASCII码形式的矢量图形文件,由一段段的直线构成;除文件头和文件尾外,其内容主要是一些点的坐标和起落笔(或激光器开关)的命令。例如,……PD231 146;PD185 556;PU850 602;……;PU308 551;PD503 255;……前后分别是文件头和文件尾,每条命令后以空格分开的一组数据是点的X、Y坐标;命令PD表示落笔,以它前后两点为端点画一条直线,在实现雕刻的过程中表示为打开激光器开关;PU表示起笔,直接将笔移动到后面的点上而不用画线,在实现雕刻的过程中表示为关闭激光器开关。

3.2 BMP格式文件的处理

软件主要完成BMP图像文件的读取、保存,以及对图像的二值化、放缩、镜像、反色等处理。BMP图像文件格式是微软公司为其Windows环境设置的标准图像格式。它将一幅图像分割成栅格,栅格每点的亮度(或彩色取值)都单独记录。利用栅格数据点映射图像中的像素点,数据点的位置即为对应像素点的位置。位图格式比较适合于描述颜色、灰度等级或者形状变化比较复杂的图像,如照片、数字化的视频图像等,适于扫描式的雕刻方法。所要雕刻的图像可通过扫描仪、CCD摄像机或其它作图软件(如Photoshop)来获得。

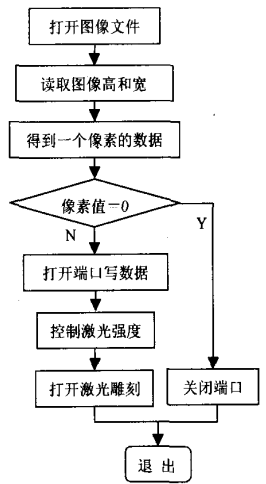


图3 图像雕刻流程图

3.3 图像像素数据提取

由于激光器的开关控制实现是根据图像进行的,在有图像地方激光器开,并读取数据控制激光强度大小进行雕刻,在没有图像的地方激光器关,不进行雕刻。由于雕刻256级灰度图像,因此需要获得像素的值是“0”到“255”。数据不为0的地方打开激光器,其他地方关闭激光器。图3为流程图。

4 结束语

该激光雕刻机样品已经能够工作,功能已臻完善,有望在不久后投入生产。

参考文献

- 1 孙魁武,张驰,王子贵.计算机与数控技术(下册).武汉:华中工学院出版社,1987:2~32
- 2 赵英伟.计算机控制激光二维复杂图形扫描加工.[河北工业大学硕士论文],2002:2~3
- 3 宁国勤.激光打标控制系统的研究与实现.[华中师范大学工学硕士论文],2002(1)
- 4 陈持平,邱明新,王敏芳.微机控制二氧化碳激光雕刻机.应用激光,1993(4):75~77
- 5 I.Aggarwal,G.Lu.Fluoride.Glass Optical Fiber.New York:Academic Press,1991:99~104