

# 一种水松纸异形打孔降焦及防伪技术研究

程荣<sup>1</sup> 赵雅晴<sup>1</sup> 方舟<sup>1</sup> 张向明<sup>2</sup>

(1 湖北淡雅香生物科技股份有限公司 湖北 武汉 430010; 2 华中科技大学光学与电子信息学院 湖北 武汉 430074)

**摘要:** 本文介绍了一种水松纸异形打孔降焦及防伪技术,它具有控制简单、线速度稳定和间隔打孔精度高等优点,可根据用户需求,实现水松纸任意图形打孔工作。它的开发不仅能够满足异形打孔降焦,同时也能通过打孔的曲线排列或者打孔图形起到防伪作用,同时也可以满足市场日益需求的个性化体现,另外对烟草行业的质量管理有着非常重要的意义。

**关键词:** 异形打孔; 降焦; 防伪技术

## 0 引言

激光打孔是利用激光高功率密度和高空间相干特性,作用于被加工器件,使材料升温到一定温度,汽化成孔。水松纸激光打孔是现阶段卷烟降低焦油含量采取最广泛的一种方式,但是水松纸激光孔的排列方式和孔的形状目前全世界只有一种,即直线均匀排列和0.1mm左右的微孔。

为了降低假烟草制造给烟草企业和消费者带来的损伤,如何采用新技术促进卷烟市场防伪溯源体系完善已成为政府、企业及相关学者非常迫切和关键的问题。作为香烟的降焦、防伪、个性化要求或者透气度的设定,国内外设备开发公司及生产厂家一直都在探寻水松纸激光异形排列和万能形状打孔的技术和方法,遗憾的是没有任何一家设备制造商拥有这项设备技术,针对这种状况,笔者提出了一种水松纸异形打孔降焦防伪技术,并成功开发了一款水松纸激光异形排列和万能形状打孔机。

## 1 技术原理

水松纸激光异形排列和万能形状打孔机技术原理是:在控制系统中输入某种要求的图形,激光器发出光束,经扩束镜扩束,再射到振镜的反射镜上,激光扫描振镜中的摆动伺服电机在计算机控制下高速摆动,使激光束在X、Y二维

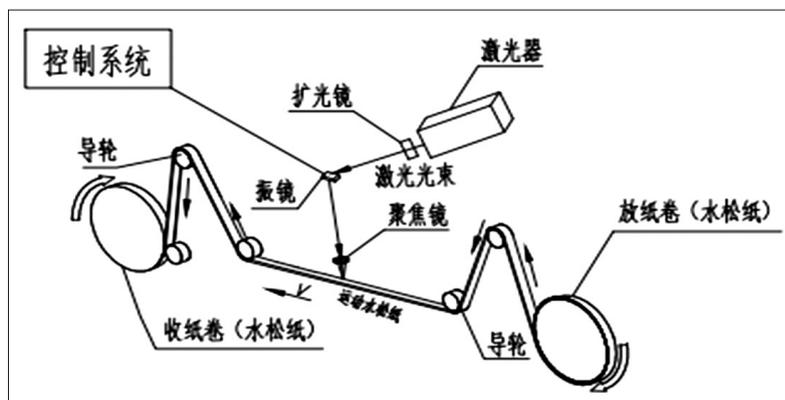


图1 原理示意图

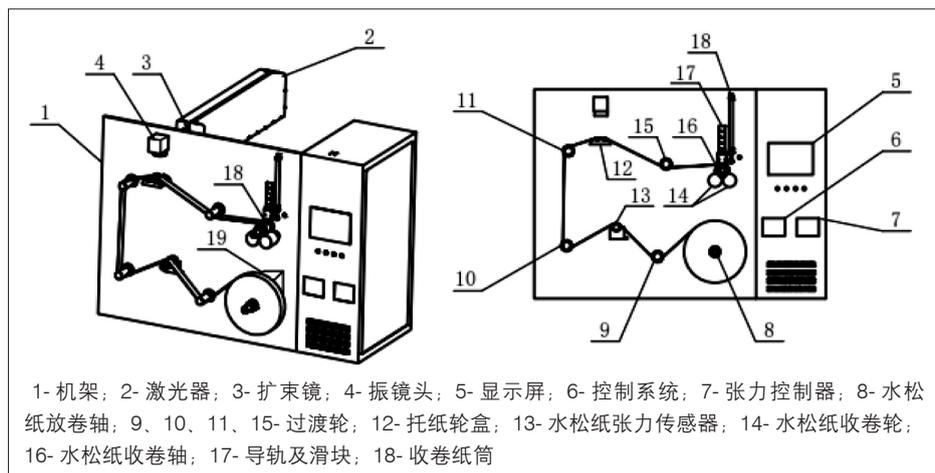


图2 总结构示意图

方向上扫描形成图形,而通过扫描振镜中的聚焦镜头将激光束聚焦到运动的水松纸上,形成细微的、高能量密度的焦点,并在计算机控制下扫描输入的图形,从而在水松纸上切出预设图形的孔形。其原理示意如图1所示。

## 2 结构及其技术特点

### 2.1 总结构组成

一种水松纸异形打孔降焦防伪技术基于水松纸激光异形排列和万能形状打孔机实现,设备总结构组成示意图如图2所示,主要包括:机架以及机架上设置的激光器、扩束镜、振镜头、水松纸放卷轴、水松纸收卷轮、水松纸收卷轴、导轨及滑块、过渡轮、水松纸张力传感器、托纸轮盒、显示屏、张力控制器和控制系统等。

### 2.2 机械系统设计

机械部分的传动核心采用表面卷曲技术,两收卷轮由电机同步驱动,纯滚动传动。

设:收卷轮直径为:  $D$  (m)

收卷轮转速为:  $n$  (r/min)

则:收卷轮表面线速度为:  $v = n \pi D$  (m/min)

当收卷轮转速一定时,由于是收卷轮表面旋转传动,所以水松纸工作时收卷盘径尽管不断变径增大,其水松纸线速度  $v$  恒定不变,此设计既简化了变径控制算法,也提高了水松纸打孔精度水平。

张力传感器的作用是保持水松纸在运动过程中

的张力恒定, 保证水松纸收卷整齐, 由张力控制器调整其压力。

### 2.3 光学系统

光路部分由激光器、扩束镜、振镜头和聚焦镜等组成, 其作用是利用激光高功率密度和高空间相干特性, 作用于运动的水松纸上, 使材料升温到一定温度, 汽化成孔, 如图3为光路工作流程图。

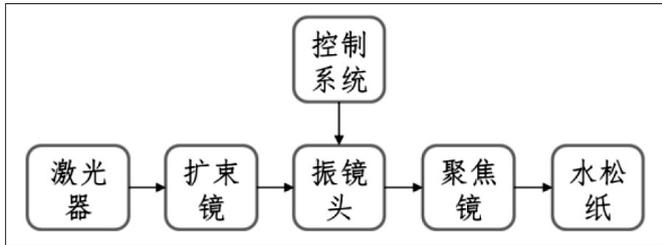


图3 光路流程图

扩束镜作用: 改变激光光束直径和发散角, 激光器发射出以  $\theta$  发散角和直径小于  $d_i$  的光束, 经过同轴布置的一个输入凹透镜和一个输出凸透镜后, 将激光器输出带发散角  $\theta$  的光束整形为直径为  $d_o$  ( $\geq d_i$ ) 的平行光, 于是得到更好的聚焦效果, 其原理见图4。

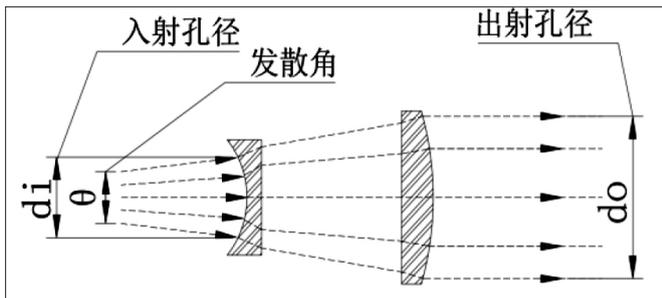


图4 扩束镜原理图

激光扫描振镜作用: 一束激光被两片扫描振镜反射, 并且通过一片聚焦镜, 振镜片在马达的带动下高速的来回转动, 达到改变激光光束对水松纸平面扫描(打孔、切割、打标)的目的, 原理见图5。

当收卷轮开始工作时, 激光器出光, 激光束经过扩束镜准扩束, 射到振镜头二维转动镜片上。控制系统输入某种要求的图形, 然后控制振镜头二维镜片的角速度和水松纸的运动速度三个参数, 再通过场镜聚焦, 让激光束作用在运动的水松纸上, 完成对水松纸各种形状要求的打孔工作。

### 2.4 控制系统

控制系统是激光打孔设备的核心部件, 它是基于 PLC 编程的工控系统, 采用模块化设计, 人机界面操作, 根据组态软件触摸屏所设计的用户交互界面把 PLC 程序设计分为公用程序模块、手动程序模块与自动控制模块三个功能程序模块, 保障整机的运行。

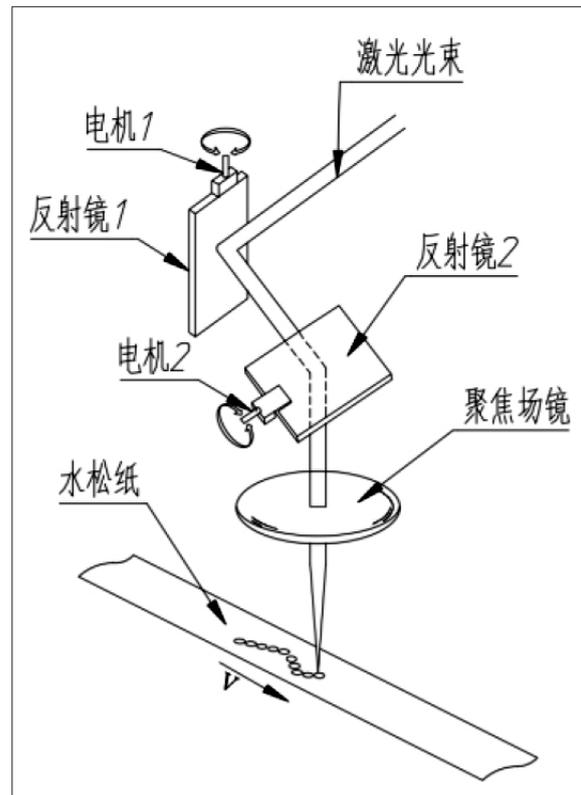


图5 激光扫描振镜原理

通过控制电机轴转动, 可使水松纸收卷、放卷及以恒定的张力行走。控制激光器、振镜等光路部分可使水松纸按要求输入的图形实现打孔工作, 流程如图6所示。

### 3 实际应用

经过团队长时间的理论研究工作, 前期设计建模、加工和测试, 已攻克很多行业局限及难题, 成功开发出水松纸激光异形排列和万能形状打孔机样机, 图7所示为激光打孔机实物图。

后期根据卷烟行业相关客户要求多批次进行打孔实验, 取得很好的打孔降焦及防伪效果, 图8为水松纸异形打孔降

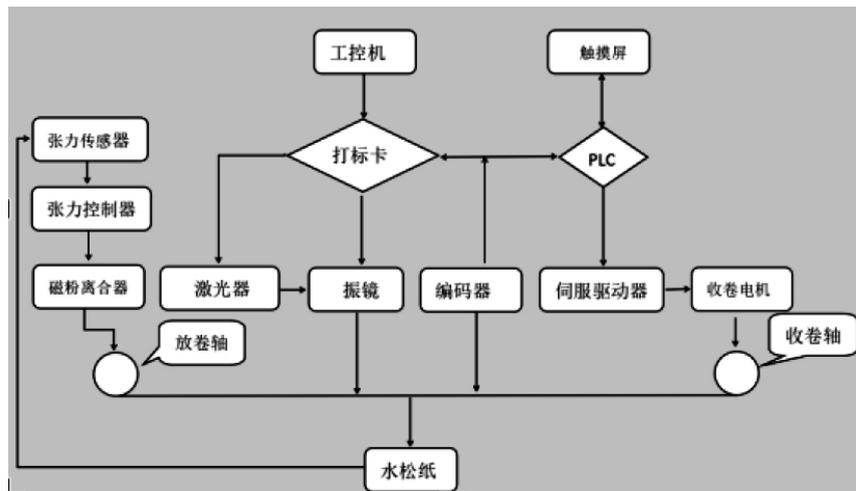


图6 控制系统流程图

(下转第85页)

两台破碎机每年进口衬板需要 220 万元，国产衬板 120 万元，破碎机衬板国产后每年节省 100 万元。由此可以看出，本研究成果具有明显的经济效益和良好的推广价值。

#### 7 结语

研山铁矿排岩作业区两台破碎机，在 2019 年 9 月份衬板实施国产化至今已取得良好的经济效益。破碎机衬板国产化实施后，因衬板的材质不断优化改进，比较适合破碎原料岩石性质，同时延长了润衬板的使用周期，减少设备检修时间，提高设备的作业率，大大降低了作业区运营成本，

提高作业率。

#### 参考文献：

- [1] 刘小霞. 浅谈煤矿机械件的测绘方法和注意事项 [J]. 凿岩机械气动工具, 2021, 47(01): 31-33+60.
- [2] 孟峰, 丁震, 孟金卓. 煤炭设备运行管理诊断模型及其应用研究 [J]. 中国煤炭, 2020, 46(09): 43-48.
- [3] 黄见东. 高压煤浆泵故障分析及对策措施 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019, 39(16): 35-36.

(上接第 82 页)



图 7 水松纸激光异形打孔机实物图

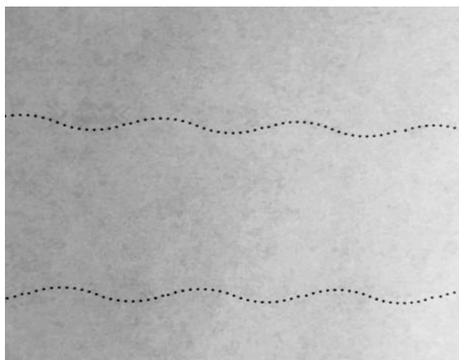


图 8 水松纸激光异形打孔机异形打孔样品

焦防伪设备输入的任意图形打孔样品。

#### 4 结语

在理论研究的基础上提出了一种水松纸异形打孔降焦及防伪技术，并成功开发水松纸激光异形排列和万能形状打孔机，实现灵活高效的打孔降焦防伪工作，该设备控制简单、线速度稳定，打孔精度高、优势明显，可根据客户需求输入各种形状的图形，实现工业化生产需求，对烟草行业防伪生产管理有重大的意义，目前样品已服务于武汉卷烟厂等知名卷烟厂。

#### 参考文献：

- [1] Xiang S H, Chen S H, Wu X, et al. Study on fast linear scanning for a new lasterscanner [J]. Optics & Laser

Technology, 2010, 42(2): 42-46.

- [2] 梁建, 苏健凌. 烟支在线激光打孔技术降焦分析 [J]. 机械与电气, 2008(8): 48-49.
- [3] 杨玺, 陈芳锐, 尹志红. 烟包防伪技术现状及趋势 [J]. 印刷技术, 2016(8): 29-31.
- [4] 陈帅, 方细玲, 潘茹茹. 新型图文防伪技术在卷烟包装中的应用 [J]. 包装钢材, 2018(6): 171-175.
- [5] 庞国安, 岳喜顺. 基于 PC/104 的激光极耳成型机控制器设计 [J]. 组合机床与自动化加工技术, 2011(1): 65-68.
- [6] 田新国, 王斌修. 激光打标机的使用及常见问题的解决方案 [J]. 电加工与模具, 2011, (3): 57-60.