

# 几种 CO<sub>2</sub> 激光切雕机光开关的设计与研究

赵 侠 段 军 阮绍骏

(华中理工大学激光加工国家工程研究中心, 武汉, 430074)

摘要: 设计与研究了用于 CO<sub>2</sub> 激光切雕机的光开关, 并对其性能进行了讨论和比较。

关键词: CO<sub>2</sub> 激光器 激光切割 激光雕刻 激光打标 光开关

## Design and study of several kinds of laser-switch for laser cutting and carve machine

Zhao Xia, Duan Jun, Ruan Shaojun

(National Engineering Research Center for Laser Processing, HUST, Wuhan, 430074)

**Abstract:** Several kinds of laser-switch for laser cutting and carving machine have been designed and studied. Their properties have been discussed and compared respectively.

**Key words:** CO<sub>2</sub> laser laser cutting laser carving laser marking laser-switch

### 引 言

由于激光的独特优点, 它已越来越多地应用于工业与民用的生产加工中。激光加工具有自动化程度高、劳动强度低、生产率高以及非接触加工等特点。CO<sub>2</sub> 激光切雕机就是低功率 (< 50W) 封离式 CO<sub>2</sub> 激光器在生产加工中的一个很好的应用。这种 CO<sub>2</sub> 激光切雕机可对大部分非金属进行激光雕刻、标记, 也可对非金属薄板进行激光切割<sup>[1]</sup>。

激光束经过导光聚焦系统, 照射到材料表面, 使之发生气化或熔化, 在材料表面留下凹痕, 而未被激光束照射到的地方, 材料保持原样。通过控制激光的开与关以及激光光斑的运动轨

作斯托克斯光源。图 2 是初步实验结果, 在温度为 1240K 时, 清楚地见到第一热带, 这一结果与 D. Bruggeman 等人<sup>[2]</sup>所做的实验结果基本一致。

### 二、结 论

1. 从以上理论分析和实验结果得出, 在宽带单脉冲 CARS 测温装置中, 测温范围在 2200K 以下时, 可采用光学参量振荡器作为可调谐的斯托克斯光源。

2. 利用量子效率高、线性范围宽的 b-CCD 和把 OPO 输出波长调向对温度更敏感的第一“热带”, 会进一步提高测量精度和测温范围。

### 参 考 文 献

- 1 Hall R J. Opt Engng, 1983; 22(3): 322
- 2 Bruggeman D, Hertzberg J, Wies Bet al. Appl Phys, 1992; B55: 378

迹,使材料表面留下有规律的凹和凸,就可得到所需的雕刻图案,或把非金属薄板切割成所需的图案<sup>[2~4]</sup>。因此准确、可靠、迅速地控制激光的开与关,直接关系到加工质量的好坏。但迄今为止,在光开关方面还未有过系统的研究,为了高质量地完成对激光的开与关的控制,本文对光开关进行了较为系统的研究。

## 一、内部光开关的设计与研究

我们设计了一种内部光开关,就是通过控制激光电源的开与关来控制激光束的开与关。我们所研制的激光切雕机的激光电源是“高频逆变 CO<sub>2</sub> 激光电源”<sup>[5]</sup>。为了能控制激光的开与关,设计思想是在逆变电源中逆变信号发生器的工作电压端上加入一由计算机控制的开关,即内部光开关。根据所选用的开关元件,又可分为继电器式和光电耦合式。它们的工作原理分别如图 1 和图 2 所示。

### 1. 继电器式内部光开关

继电器式内部光开关的工作原理如图 1 所示。当激光切雕机进行切割或雕刻时,需要输出激光时,则计算机发出一个高电平且脉宽可变的脉冲信号(脉宽根据刻痕的宽度或切线的长度决定),加在三极管 KG<sub>2</sub> 的

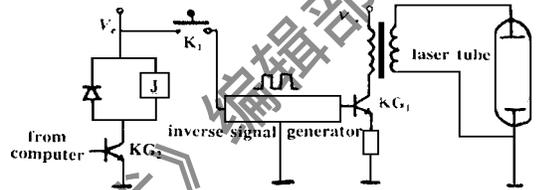


Fig. 1 The working principle of internal relay laser switch

控制极上,此时 KG<sub>2</sub> 导通,继电器被通电,将加在逆变信号发生器工作电压端上的常开触点 K<sub>1</sub> 吸合,逆变电源工作,使激光管发出激光;需要关断激光时,则计算机发出低电平信号,此时 KG<sub>2</sub> 截止,继电器断电,常开触点 K<sub>1</sub> 断开,逆变电源停止工作,激光器也随之停止出光。

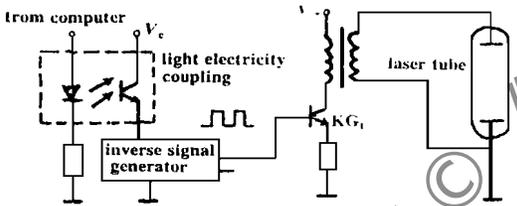


Fig. 2 The working principle of internal light-electricity coupling laser switch

继电器式内部光开关所选用的继电器必须是反应速度快,要求能达到毫秒级,触点闭合可靠,可靠闭合次数至少要上亿次,这样才能满足激光切割,尤其是激光雕刻的需要,因为在激光雕刻时,每走一条扫描线,继电器都有可能要工作几次至几十次,而每一图形的扫描线又是几百至几千条。

### 2. 光电耦合式内部光开关

光电耦合式内部光开关的工作原理如图 2 所示。与继电器内部光开关的工作原理类似,需要输出激光时,计算机发出高电平脉冲信号,加在光耦片上,使之导通,从而启动逆变信号发生器使逆变电源工作,激光管出光;需要关断激光时,计算机发出一个低电平信号,光耦片断开,使逆变电源因无控制信号而停止工作,激光器也就停止出光。

光电耦合式内部光开关对光耦片的要求不是很高,大部分光耦片的反应速度都能满足要求,又由于它是无触点式的开关,因此这种光开关制造更方便,运行更可靠。

## 二、外部光开关的设计与研究

我们设计了一种外部光开关,就是在激光的导光系统中加入一个可控的机械光闸来控制激光束的开与关,其工作原理见图 3。当电磁铁在计算机的控制下吸合时,通过杠杆,将光闸

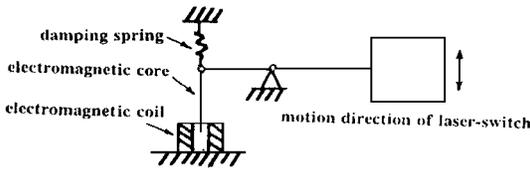


Fig. 3 The working principle of electromagnetic laser-switch

移开,使激光束能直接照射到材料表面;当电磁铁释放时,由阻尼弹簧通过杠杆把光闸拉回,将激光束挡住。

这种电磁式机械光闸的设计原理简单,但制造的要求很高,第一,要求机械加工及装配的精度高,以保证动作可靠,精确;第二,要选

用合适的起阻尼作用的弹簧,以消除光闸的颤抖和使光闸迅速复位。为此,我们设计了带正负电源的驱动电路来驱动电磁铁,使光闸在电磁力和阻尼弹簧的共同作用下,动作更加迅速、稳定。

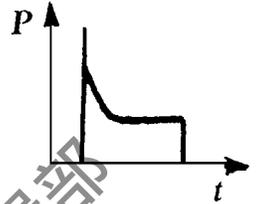


Fig. 4a The laser pulse of internal laser-switch

### 三、讨 论

我们对三种光开关都进行了研究试制,均取得了较满意的结果。

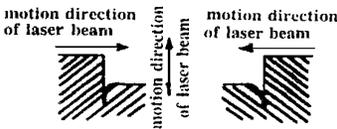


Fig. 4b The trace of internal laser-switch

果,它们的性能和加工质量比较,从开关速度来比较,光电耦合式光开关的速度最快,继电器式内部光开关与电磁式外部光开关的速度次之,但均能满足激光切割与雕刻的要求;从开关的可靠性来比较,光电耦合式内部光开关最可靠,其次是电磁式机械外部光开关,最后是继电器式内部光开关;从使用寿命来比较,电磁式机械外部光开关最长,其次是光电耦合式内部光开关,最后是继电器式内部光开关。从激光器电源工作状态和加工质量来看,内部光开关由于是通过控制电源的开与关来控制激光的开与关,而每当电源启动时,对激光管都有一个电流和电压的冲击,因此发出的激光能量也有一个脉冲峰值(如图 4a 所示),这样在进行激光雕刻时,每一次出激光会在材料的表面形成一个很深的刻痕(如图 4b 所示)。冲击电流和电压,对激光电源和激光管都会带来不良的影响,容易损坏激光电源,激光管也会由于工作气体的过度电离和分解,使使用寿命大大缩短。在材料表面形成的很深的刻痕,会使刻出的很细的图案因根部过于薄弱而发生折断,影响雕刻的质量。

对于外部光开关,激光电源处于稳定工作状态,由这种光开关发出的激光脉冲,不带尖峰,也没有对激光电源的冲击电流和冲击电压,激光管工作稳定,因此,只要它的响应速度足够快,由这种光开关控制激光束雕出的图案质量最好,激光器的工作条件也最好。

### 参 考 文 献

- 1 赵 侠,段 军,唐霞辉. 应用激光, 1995; 15(3): 109~ 112
- 2 Harry J. Industrial Laser and Their Applications. UK: Mcgraw-Hill Book Company Limited, 1974: 1~ 10
- 3 王又青,黄欣明,李万荣 et al. 应用激光, 1994; 14(4): 181~ 183
- 4 李万荣,王又青,黄欣明 et al. 激光技术, 1994; 18(1): 57~ 60
- 5 段 军,赵 侠,杭世骢. 高频单端正激逆变式 CO<sub>2</sub> 激光电源. 中华人民共和国发明专利,第 32165 号,专利号: ZL 91 1 00352. 5

作者简介: 赵 侠,男,1965 年 5 月出生。硕士。从事激光加工及其应用的研究。