

数 控 激 光 切 割 机

长春第一汽车制造厂轿车分厂 中国科学院长春光机所
一机部重庆设计院 吉林省机械工业设计研究所

为了找出一条多快好省地生产轿车车身零件的办法,重庆设计院、中国科学院长春光机所和吉林省机械工业设计研究所遵照毛主席的教导,坚持科学研究“为无产阶级政治服务,为工农兵服务,与生产劳动相结合”的方针,和长春第一汽车制造厂轿车分厂组成“厂、院、所”三结合技术革新小分队。在上级党委的正确领导下,认真贯彻毛主席关于“我们必须打破常规,尽量采用先进技术”和“独立自主、自力更生”的方针,发扬社会主义大协作的优越性,紧密配合,协同作战,用不到半年的时间,在国庆二十七周年前夕,设计制造成功一台大型数控激光切割机。经过生产考验,证明这台设备运转正常,性能良好。具有使用方便,万能性好,切缝光洁,抗干扰性能强等优点。

用这台设备进行轿车车身覆盖件和车架等钢板制件的切割工作,可以代替冲裁模和手工剪切,减少专用模具的数量,不但有很大的经济意义(因为一套大中型落料或修边模要上万元的制造费用),而且改善了劳动条件,减轻了工人的劳动强度。例如目前我们已用此设备进行大梁钢板的下料工作,过去这种工作要先在一大张钢板上划好线,然后由四个人抬着在振动剪上剪切,很费劲。现在既不用划线,也不用人抬着干了。只要编一个程序纸带,输入进去,就能把零件切割下来,很受工人的欢迎。

如果把数控激光切割机与低熔点合金冲模配套使用,用低熔点合金模代替铸铁拉延模解决覆盖件的拉延工序,用数控激光切割机代替冲裁模解决覆盖件冲裁工序,那将大大减少专用模具的数量,减少车身新零件的生产准备工作,缩短新车投产的生产准备周期,是一条多快好省发展中小批量汽车生产的路子。

一、机床及其主要技术指标

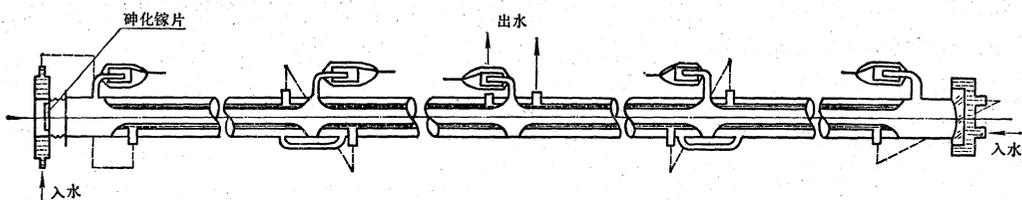
数控激光切割机主要组成部分有一个八米多长的 CO_2 激光器,置于九米多长的支架上,经过平面反射镜和透镜等导光系统,从激光头的 $\phi 1$ 毫米的小孔中输出 450~500 瓦的红外激光,用做加工能源。被加工零件用磁铁夹持于数控工作台上。数控工作台具有 x, y 二维坐标,由二个装在滚珠丝杠上的电液脉冲马达拖动。电液脉冲马达由数控箱控制,可进行直线及圆弧插补。 z 轴激光头可仿形随动,与加工零件保持一定间隙。可切割由直线及圆弧组成的平面及空间曲线。此外,机床还有一些辅助设备,如供给电液脉冲马达高压油的油泵站,冷却激光管和激光头的冷却水箱,提供 3 万伏高压的激光电源,以及吹氧系统等。

1. 激光器种类: CO_2 激光器
2. 输出功率: 450~500 瓦
3. 工作台尺寸: 1600×2400 毫米

4. 工作台行程: x 轴 2500 毫米; y 轴 1600 毫米
5. z 轴随动距离: 300 毫米
6. 加工板料最大尺寸: 1600×2500 毫米
7. 加工板料最大厚度: 6 毫米
8. 坐标原点定位精度: ± 0.04 毫米
9. 进给速度(四档): 0.4~4 米/分; 0.2~2 米/分; 0.1~1 米/分; 0.05~0.5 米/分
(每档可无级调节)
10. 驱动机构: DYM-2.5 电液脉冲马达
11. 脉冲当量: 0.04 毫米/脉冲
12. 油泵电机: 5.5 千瓦
13. 机床外形尺寸: 12000×4000×2530 毫米

二、CO₂ 激光器

CO₂ 气体多模振荡管的输出功率为 450~500 瓦, 其一端是可调节的。结构如图所示。振荡管的全长为 8.4 米, 外径 $\phi 60$ 毫米, 内径 $\phi 28$ 毫米。放电区长 7.6 米, 三层管全部由石英制成。全管分成四段。全反射镜是石英基底上镀金。输出窗为砷化镓单晶, 未镀膜, 使用效果很好。全反射镜及砷化镓输出窗均水冷, 振荡管分段进行水冷。



所充气体为 CO₂:N₂:H₂, 比例为 1:2:8, 总气压是 13 兆。振荡管分两节放电激励, 每一节均为分段并联。因此, 振荡管需两台全波整流高压电源, 而且电源不应接地。最佳工作电流 35~40 毫安。

这样长的振荡管, 安置在冲压车间里, 空中又有 30 吨吊车运行。使用结果表明: 激光管的刚度及输出功率的稳定等等, 完全达到了工厂的使用要求, 甚为满意。

激光切割头: 光学部分是一块镀金的全反射平面镜及砷化镓透镜组成, 透镜两面镀增透膜, 焦距为 $f=80$ 毫米。透镜宜进行边缘水冷。稍许离焦, 如 ± 1 毫米, 对切割无明显的影响。使用结果表明: 所用的砷化镓透镜很理想, 不象锗透镜那样, 因污染而易于破裂。

机械部分要保证使用过程中, 整个光学系统稳定, 平面反射镜和砷化镓透镜装调方便且易于锁定。

结果表明: 激光器及光学系统, 因振动及切割过程中的受力变形, 没有明显影响通过喷嘴上 $\phi 1$ 毫米小孔的功率, 因此, 切割效果很好。

三、数控部分

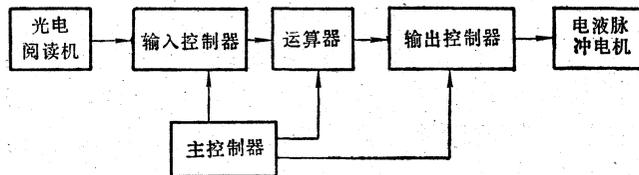
本数控系统为激光切割机及点步冲复合压力机配套而设计。通过输出切换, 可分别控制

上述二台机床。

(一)主要性能

1. 控制轴数: x 、 y 、 z 二维坐标三轴,带坐标转换,并有激光头的随动控制。
2. 控制方式: 开环系统。逐点比较方法,直线圆弧插补。
3. 输入方式: 8 单位纸带,光电阅读(200 行/秒)。EIA 代码。增量式。并有手动程序输入。最大圆弧半径 2.4 米。最大圆心角 270° 。
4. 输出方式: 五相十步,电液脉冲马达。脉冲当量 0.04 毫米/脉冲。
5. 主钟频率: 250 KC。
6. 进给速度: 0.05 米/分~4 米/分,分四档,每档连续细调。
7. 工作方式: 程序的输入有纸带自动或手动数据。并有工作台的手动连续快进、慢进和单步。
8. 附加机能: 刀具偏移、齿隙补偿,手动回零及程序段显示等。

(二)方框组成



输入控制器: 将光电阅读机送来的讯号进行译码,把数字码送入运算器,把文字码送入主控制器。它主要由输入寄存器、文字码寄存器、译码器及一些控制门组成,并由奇偶检测装置检测光电阅读的正确性。

运算器: 进行输入运算和插补运算的加、减和乘的基本运算。它主要由 6 条 20 位存贮器、2 个加法器控制门及延时变补、减 1、减零等环节组成。串行运算。进行一次加法运算的时间是 80 微秒。奇偶检测装置检测运算器工作的正确性。

输出控制器: 根据计算结果发出讯号,控制电液脉冲马达转动。它主要由控制门、环形分配器、功率放大器(高低压驱动)及齿隙补偿等环节组成。

主控制器: 它是整个算机的指挥系统,它发出各种脉冲和讯号,控制上述各部分按规定的时序协调工作。它主要由时钟、进给(可变频率并有起停加减速控制)、运算和节拍等脉冲发生器以及产生各种讯号的控制门组成。

四、元件结构及运行

本机采用 TTL 集成元件。算机、强电、电源分三柜安装,密闭、滤尘通风。在布线、接地、电源等方面有抗干扰措施。在大型冲压厂房经近一年激光切割的实际生产考验,性能基本稳定可靠、操作方便,能满足生产要求。本数控系统因为要求控制二台机床,功能较多,系统较为复杂。如为激光切割机专用,数控系统可大大简化。

五、工艺参数的选择

经初步实验,当激光器输出功率为 400 瓦时,在保证切缝光洁的情况下,料厚与吹氧压力、

切割速度关系如下:

料厚(毫米)	吹氧压力(公斤/厘米 ²)	切割速度(毫米/分)
1.5	1.8	2500
2.5	2	1600
4	2	1000
5	2.5	600
6	3	300

用全息照相制造光刻掩模

华中工学院激光教研室全息小组

一、概 述

现代半导体器件生产过程中需要一套掩模。传统的方法是用精密的分步重复照相机,先制造一块母掩模。然后,用接触印制方法复制成一般常用的光刻掩模。但是,重复照相机成本高,曝光次数多,图象中心距不完全一致,每次套刻也难于对准。这就影响了器件生产的成品率。假若采用激光全息照相的办法,用同一张全息片一次就完成多重图象。这样,每次套版可以保持图象中心距一致,缩短了制造所需要的时间,具有一定的优越性。

目前使用激光全息照相制造多重象的方案有两大类:有用空间滤波术^[1]的;也有用无透镜傅里叶变换全息术^[2]的。在拍摄全息片时有两种方案:一种是用复眼透镜和单个图形一同作为物光^[3],再现时得到原图案的多重象。另外是只拍复眼透镜作为物光,再现时用不同图象^[4],可以得到不同的多重象。上述的两类都以后面的方案简便,而且对成象透镜的要求不高,效果也比较好。本文就后面的方法进行的一些实践,作一些初步的介绍。

二、实验装置

多重象的获得是分两步进行的。首先拍摄光点阵的全息片,实验装置如图1所示。一个约为2毫瓦的氦-氖激光管发出波长为6328埃的激光束。激光通过透光率为20%的介质膜片 G_1 ,便分成两束,一束为物光,另一束为参考光。参考光经过物镜 P_1 直射到全息干板 H_1 上。另一束激光经一块全反的介质膜片 G_2 反射到平行光管 P_2 和复眼透镜 C ,也到达全息干板 H_1 。这时,参考光与物光的光强比例调在6:1左右。于是把整个装置安放在防震台上,进行光路调整。注意要把物镜 P_1 和复眼透镜做到共焦

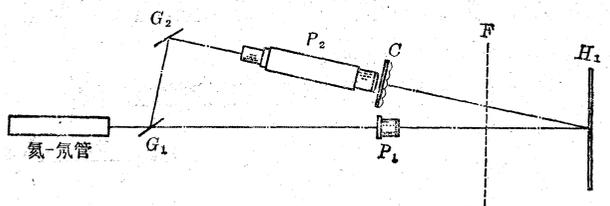


图1 全息片的拍摄