

文章编号 1004-924X(2002)03-0304-03

# 一种用于激光加工系统的智能化精密平台的研制

陈荣刚<sup>1,2</sup>, 沈建华<sup>2</sup>, 黄文浩<sup>1</sup>

(1. 中国科学技术大学 精密机械与精密仪器系, 安徽 合肥 230026;

2. 解放军炮兵学院 三系, 安徽 合肥 230031)

**摘要:**根据在实际工业生产中激光加工的要求和激光加工自身的特点,把激光加工技术与计算机技术、精密机械传动等融为一体形成激光加工系统的智能化精密平台,从而提高了该系统的自动化程度和加工质量。在平台的研制中主要解决以下几个关键问题:步进电机和激光电源的智能化控制;机械传动系统精度的保证;加工过程中适时监控与定位、运动精度的检测技术。

**关键词:**激光加工;智能控制;精密平台;图像识别

中图分类号: TG665 文献标识码: A

## 1 引言

现代的激光加工系统不是一个简单的、孤立的激光加工工具,而是必须与计算机技术相结合使之成为现代工业生产过程的一个重要的组成部分。因此我们所设计的激光加工系统主要由激光器、三坐标精密机械工作平台和计算机控制系统等组成。如图1所示。

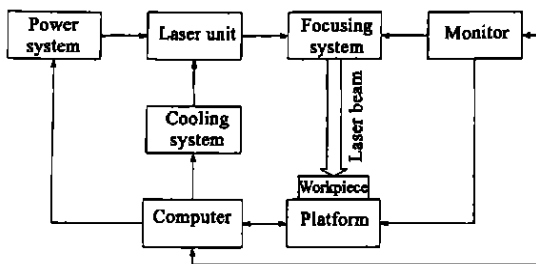


图1 激光加工系统的组成

Fig. 1 Organization of the laser processing system.

这里的激光器是整个加工系统的核心;平台是用来承受被加工工件或激光加工头的;而计算机则控制各个部件系统,如激光束运动的调节和平台运动轨迹的控制等。为了保证达到设计所要求的加工精度,适时监控、定位和位置信息反馈等功能是必须的<sup>[1-4]</sup>。

## 2 计算机智能控制系统

本系统采用主从智能控制模式,以PC机为主控制机,以MCS51系列的单片机为从控制机。主控制机经过总线接口与从控制机进行指令和数据的双向传输,实现对平台的X、Y、Z三个方向的运动轨迹控制和对激光器的调Q开关、前置放大器及主放大器等的控制。为保证系统的加工质量,采用CCD彩色摄像机适时监控被加工工件的表面形貌,并使用高精度位置传感器进行精确定位。总体设计见图2所示。

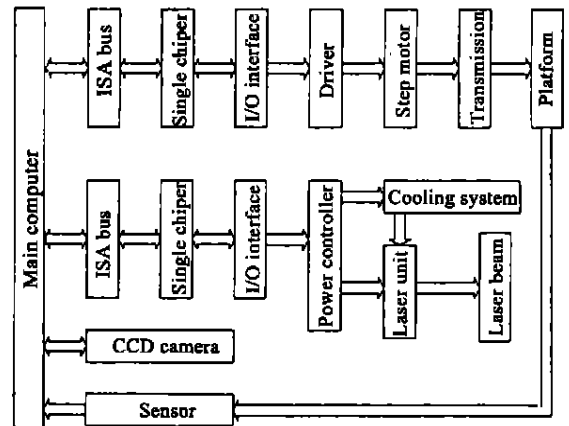


图2 控制系统的框图

Fig. 2 Diagram of the control system.

### 2.1 主机控制软件

主计算机控制是整个系统的指挥中心,其控制软件采用 C++ 和汇编语言编写,可在 WIN95 及以上版本运行,软件主屏幕菜单如图 3 所示。

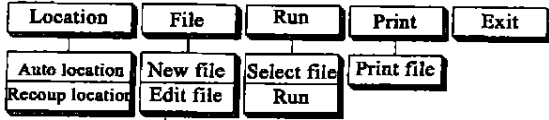


图 3 控制系统软件的菜单

Fig. 3 Menus of the control system software.

各部分功能如下:

自动定位 (Auto location): 传动机构沿 X、Y、Z 三个方向,向绝对坐标原点移动,位置传感器发生作用后主机将进行记录。该功能可进行系统的校准。

补偿定位 (Recoup location): 利用标准图像识别位置并补偿系统重新定位。

新文件 (New file): 根据加工工艺的要求输入传动机构运行的顺序、定位点、延时触发器的触发等信息后形成系统运行文件。

编辑文件 (Edit file): 对已存在的系统运行文件进行观察、修改、增加、删除等编辑工作。

选择文件 (Select File): 选择系统运行需要的文件 (必须是已存在的系统运行的文件)。

运行 (Run): 系统按所选文件内容执行。

打印文件 (Print file): 打印系统运行文件。

退出 (Exit): 退出该控制软件系统。

### 2.2 单片机软、硬件设计

在该系统中,应用了两组 MCS51 系列单片机。一组用于平台的 X、Y、Z 方向运动所需的步进电机控制。MCS51 系列单片机通过自身的 I/O 口和两个标准的定时/计数器接口芯片 8253 输出三路串行脉冲序列信号,实现驱动三个步进电机进而使平台可作三个自由度运动。为了平台的定位和超限,采用了磁性高精度位置传感器进行定位和超限控制。原理是:一旦传感器产生一个低电平信号申请中断,单片机进入中断服务程序命令平台沿反方向移出传感器作用区并停止执行其它命令。定位是利用固定传感器给出平台的三个绝对坐标原点。由于传感器的输出信号较弱,应用光电隔离技术防止电源或其它强电流的干扰而产生误动作。所以在该组单片机中的程序主要功能是:判断旋转方向;产生并传送控制脉冲;判

断所要求的控制步数是否送完毕;在不丢失步数的情况下尽可能提高脉冲频率,即平台的移动速度。步进电机控制软件流程图见图 4<sup>[5]</sup>。

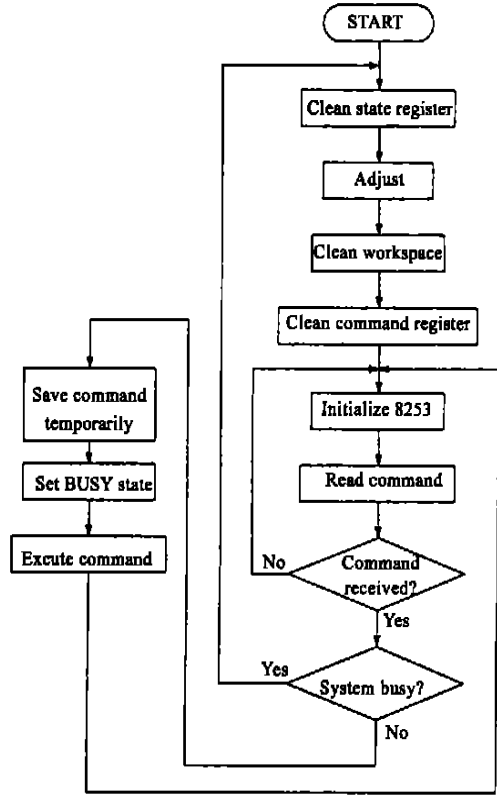


图 4 步进电机的智能化控制系统流程图

Fig. 4 Flow diagram of the intelligent control system of step motors .

另一组单片机用于激光器的开关量控制。其控制过程是:由主计算机把对应于振荡器调 Q 开关、前置放大器和主放大器的充电延时时间及触发命令经过转换后,分别送到具体的 I/O 口地址所分配的数据寄存器中,等待执行。在平台移动过程中是否触发产生激光,可根据加工工艺和路线进行设置。即检测状态寄存器和命令寄存器的内容,然后确定是否执行触发命令。触发脉冲由单片机的输出口产生。

### 3 机械传动和运行系统

由于系统运行精度要求高,采用日本 THK 公司生产的 BNT 型滚珠丝杠,其精度在任意 300mm 螺纹长度内,螺距的累积误差不大于 16μm,与之配套的滚珠螺母的轴向间隙可调,可以实现无间隙转

动,从而满足精度要求。考虑到工件的重量,在保证运行精度的同时平台要求具有一定的承载能力。选用了 THK 公司生产的 SR - 15W 型直线导轨,其径向跳动精度是  $\pm 4\mu\text{m}$ <sup>[6]</sup>。

此外,为了在运动时尽量减小惯性力的影响,所有运动零部件尽可能选用硬度高、重量轻的超硬铝材料(LC4)。

## 4 监视和定位系统

经过上述等措施以后,平台在运行过程中已经能够实现高精度。但被加工工件却可能由于夹具等原因,从而出现定位偏差现象。为消除此现

象,该系统中应用标准图像识别位置补偿,重新定位。主要方法是:由 CCD 摄像机摄取图像,然后与计算机中标准图像进行比较。自动进行三次图像识别和定位工作,重新定位时间不超过 300ms。

## 5 结论

该平台是智能化控制的高精度的用于激光加工系统的平台。其特点是自动化程度高、精度高、机构运行速度快;可频繁启动、准确迅速停止。如稍加改进可用作于精密测量设备。最后,忠心感谢中国科大物理系强激光研究所吴鸿兴老师、郭大浩老师和王声波老师的无私的帮助和指导。

### 参考文献:

- [1]郭大浩,吴鸿兴.激光冲击强化机理研究[J].中国科学,1999,29(3):222~226.
- [2]李力钧.现代激光加工及其装备[M].北京:北京理工大学出版社,1993.
- [3]王家金.激光加工技术[M].北京:中国计量出版社,1992.
- [4]刘忠达.激光应用与安全防护[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,1984.
- [5]李中杰,宁守信.步进电动机应用技术[M].北京:机械工业出版社,1988.
- [6]THK CO, LTD. LM SYSTEM 产品说明书[M].日本东京,1998

## Design and manufacture of the intelligent precision platform for a laser processing system

CHEN Rong-gang<sup>1,2</sup>, SHEN Jian-hua<sup>2</sup>, HUANG Wen-hao<sup>1</sup>

(1. Department of Precision Machinery and Instrumentation,

University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China;

2. The Third Department, PLA Artillery Academy, Hefei 230031, China)

**Abstract:** Laser processing has been widely used in industrial production. In order to develop the processing system, it is necessary to adopt computer technology and precision machinery transmission. An intelligent precision platform as a part of the processing system has been built. For promoting the quality and automation three problems were solved. They are: (1) the intelligent control of step motors and laser power; (2) the design and security of high precision machinery transmission; (3) the timely monitoring and testing of position and movement during processing.

**Key words:** laser processing; intelligent control; precision platform; pattern recognition

**作者简介:**陈荣刚(1960 - ),男,安徽固镇人,副教授,博士研究生,从事精密仪器及纳米技术方向课题研究. E-mail:chenrg@yeah.net;

黄文浩(1944 - ),男,江苏武进人,教授,博导,主要从事精密仪器及纳米技术方面的教学和研究工作。