

文章编号:1002-025X(2012)06-0038-03

激光焊接用数控十字焊接工作台的研发

乔及森¹, 段慧艳¹, 苟宁年¹, 王宏武², 刘庆军², 陈剑虹¹

(1.甘肃省有色金属新材料省部共建国家重点实验室, 兰州理工大学 材料学院, 甘肃 兰州 730050; 2.甘肃工业大学 舞台机械研究所, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 依据现有激光焊接机的技术特点和工作要求, 研制了1台与之配套的高精度数控十字焊接工作台, 采用单片机控制, 步进电机驱动。工作台可沿 x 、 y 两个方向进行变速的线性运动, 其平均到位偏差仅为 $0.003 \text{ mm}/100 \text{ mm}$, 能够适应激光焊接机高精度等特点, 保证了激光焊接过程中的焊接精度。

关键词: 激光焊; 高精度; 焊接工作台; 研制

中图分类号: TG431 **文献标志码:** B

0 序言

激光焊以其高能量密度、深穿透、高精度、适应性强等优点, 在汽车工业中充分发挥了其先进、快速、灵活的加工特点, 不仅生产率高于传统焊接方法, 而且焊接质量也得到了显著的提高。但是, 激光焊也存在着一定的局限性, 要求焊件装配精度高, 且要求光束在工件上的位置不能有明显偏移, 对焊接工作台的装卡和灵活性等提出一个新的要求, 这就需要一个专门针对激光焊接设计的高精度的焊接工作台^[1-3]。

本文在研究激光焊接的过程中, 针对激光焊接高精度等特点, 研制了一台与激光焊接机相配套的高精度数控十字焊接工作台。

1 焊接工作台的构成及运行机理

该数控焊接工作台有机械部分和控制部分两大部分构成: 焊接工作台的控制箱接电源, 显示灯亮表示控制箱内已通电; 同时, 控制面板开启表示控制器已启动。通过焊接控制器控制步进电机按不同方式转动, 从而带动焊接工作台按照设定的参数沿直线进行不同方式的运动。焊接工作台实物如图1所示。

收稿日期: 2012-02-22

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (51065016); 甘肃省留学人员科技基金资助项目 (1001ZBS113)

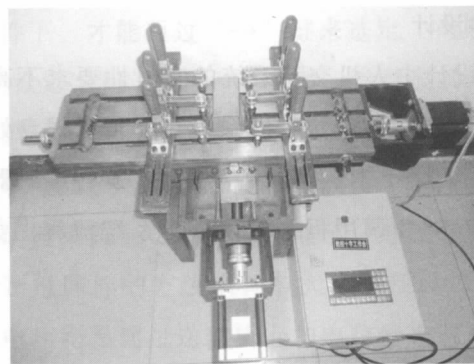
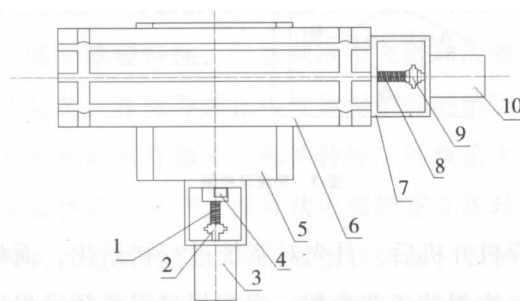


图1 数控十字焊接工作台实物图

1.1 机械部分

1.1.1 机械部分的构成

该焊接工作台的机械部分是由步进电机作动力源, 丝杠为动力传递元件, 即通过步进电机带动丝杠, 从而使整个工作台运动。步进电机的工作电压为 $24 \sim 80 \text{ V}$, 电流为 4.0 A , 步距角为 1.8° , 丝杠导程为 6 mm , 工作台横向行程为 495 mm , 纵向行程为 235 mm 。焊接工作台的具体结构如图2所示。



1.丝杠 2.联轴器 3.y向步进电机 4.限位开关 5.底座
6.x向工作台 7.机架 8.丝杠 9.联轴器 10.x向步进电机

图2 工作台结构示意图

1.1.2 机械部分的运行情况

通过控制器选择系统指令及编写程序并设定电子齿轮、初速度、最高速、增量、间隙等参数，使焊接工作台能够进行不同类型的运动。工作台的运动具有很高的灵活性和精确性，可以根据不同的焊接要求选择不同的运行速度配合激光焊接机进行焊接作业，从而提高焊接精度，进一步实现了高精度焊接。

还可以根据焊接的具体需要灵活选择自动、手动、点动等不同的控制方式。为了保证焊接工作台运行的安全性，在工作台前后左右分别安装了4个限位开关，当工作台运行到限定位置以外时，触碰到限位开关，焊接工作台停止继续前进，从而避免工作台的运动超出了运行范围，对焊接工作台造成损坏。

1.2 控制部分

1.2.1 控制系统构成及控制原理

本焊接工作台的控制部分主要由单片机开发的四轴控制器、控制器电源（输入交流电220V，输出直流电24V）、2个步进电机驱动器、步进电机电源（输入交流电220V，输出直流电48V）等构成。

工作台的控制部分外部采用四轴控制器作为最初的信号输入装置。根据需要对四轴控制器输入信号，通过四轴控制器将输入的信号转化为相应的脉冲信号和方向信号，然后传递给步进电机驱动器，驱动器将进行功率放大，并由环形分配器细分电路，将逻辑控制信号转化为可驱动步进电机运行的信号，通过步进电机将电脉冲转化为角位移，从而带动步进电机旋转^[4]。焊接工作台控制部分具体控制原理如图3所示。

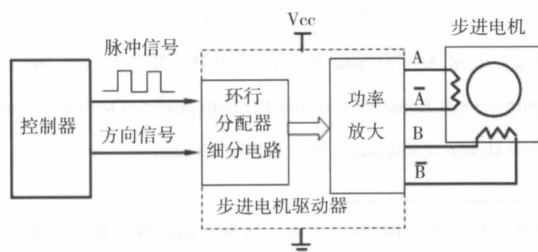


图3 工作台控制部分控制原理图

1.2.2 焊接工作台主要操控流程

四轴控制器的主要功能有：参数设置、手动操作、程序管理、自动加工等。其中参数设置可设置与运行、操作有关的各个控制参数，使焊接效果达到最佳。手动操作可实现手动高速、手动低速、点动高速、点动低速、程序回零、机械回零等操作。程序管理可对当前加工程序进行修改、保存。自动加工可实现单段或连续、空运行、暂停等功能。控制器显示屏初始显示状态如图4所示。

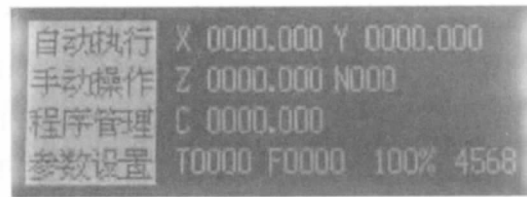


图4 控制器显示屏初始状态

(1) 参数设定

通过参数设置对系统参数进行设定。首先是电子齿轮的设定，电子齿轮的分子为电机单向转动一周所需的脉冲数，分母为电机单向转动一周所移动的距离。电子齿轮比应尽量小于1，当电子齿轮比为1时，最高速度可达9 m/min；当电子齿轮比为2时，最高速度可达4.5 m/min；当电子齿轮比为0.5时最高速度可达18 m/min。电子齿轮比的倒数为脉冲当量，即系统发出一个脉冲，机械部分实际运动的距离。

其次是升降速曲线的设定，通过设定启动速度、极限速度、提速时间这3个参数的大小来设定升降速曲线。启动速度过高、提速时间过短、极限速度过高都有可能导导致步进电机的丢步和堵转；启动速度过高、提速时间过短可能导致振动。通过改变启动速度、极限速度、提速时间3个参数，使运动过程达到理想状态。其余还有最高速度、手动高低速、反向间隙等的设定。其中最高速度应不大于极限速度；手动高速应小于极限速度；手动低速一般用于工作台定位时使用，可根据需要设定。反向间隙不能为负值，最后通过保存参数对设定的参数进行保存。

(2) 程序管理系统指令及编程

为了避免程序字符号的输入,各指令采用固定程序格式,提示输入相应的程序数据,对于不输入的数据可以不修改(使用默认数据)。

控制部分具体指令主要有:绝对运动、增量运动、直线插补、顺圆插补、逆圆插补、延时等待、绝对跳转、侧位跳转等。绝对运动,可实现快速直线插补到指定位置,系统以最高速度 \times 速度倍率从当前点运动到所给的绝对坐标位置。增量运动,从当前点(行程范围内任一点为基点)运动所给的增量值。顺圆插补,沿顺圆方向以设定的基值速度 \times 速度倍率运动给定的增量值。逆圆插补,沿逆圆方向以设定的基值速度 \times 速度倍率运动给定的增量值。延时等待,延时相应时间,时间单位为 0.1 s。

数控焊接工作台在与激光焊接机配合进行焊接作业的过程中,通过对工作台控制部分编程和设定参数等,使焊接工作台的控制部分和机械部分协调配合,从而能够针对不同的焊接要求选择不同的运行方式,使焊接效果达到最佳。

2 焊接工作台的运动精度测试

焊接工作台的精度通常指工作台定位至程序目标点的精确程度,它包括定位精度、重复定位精度等。

对焊接工作台进行初步的精度测试。试验方案为:工作台在空载、运行速度为 200 mm/min 的情况下, x 轴运行 300 mm,重复运行 5 次; y 轴运行 200 mm,重复运行 5 次,分别测量其重复到位偏差,并记录。具体数据见表 1。

表 1 焊接工作台到位偏差测量结果

到位偏差/mm	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次
x 轴	0.010	0.009	0.009	0.008	0.008
y 轴	0.007	0.006	0.007	0.008	0.007

由表 1 可以看出,焊接工作台的到位偏差比较小,平均值为 0.003 mm/100 mm,而普通数控机床到位精度的国家标准为 0.004 mm/100 mm (GB/T

17421.2—2000),研制的激光焊接数控工作台的重定位精度在国家标准精度要求范围内。初步分析影响到位偏差的主要因素有:速度、载荷及工作台装配精度等。

3 结论

(1) 为了适应激光焊接的高精度和灵活性等特点,研制了 1 台与激光焊接机相配套的高精度数控十字焊接工作台,该焊接工作台有机械部分和控制部分构成。

(2) 通过对焊接工作台控制部分编写程序和设定参数等,焊接工作台机械部分可以沿不同方向分别进行不同速度、不同位移量等的运动。其中最高运动速度可达到 8 000 mm/min,最大直线位移量为 495 mm。

(3) 通过对焊接工作台的程序控制,工作台可以实现各种不同形式的双坐标线性运动,从而根据焊接需要配合激光焊接机实现程控焊接。

(4) 在实际焊接过程中,配合激光焊接机进行了焊接作业的试验,焊接工作台重复定位偏差平均为 0.003 mm/100 mm,符合国家高精度数控机床运动精度标准,其各项指标满足激光焊接机在焊接作业过程中的要求。

参考文献:

- [1] 王政,乔及森,樊丁,等.焊接柔性加工单元用数控变位机的研制[J].甘肃工业大学学报,2001(9):8-10.
- [2] 黄石生,李迪,宋永伦,等.焊接过程的神经网络建模及控制系统的研究[J].机械工程学报,1995(3):24-30.
- [3] 王家淳.激光焊接技术的发展与展望[J].激光技术,2001,25(1):48-53.
- [4] Gao X D et al. Application of Fuzzy Logic Controller in the Seam Tracking of Arc-Welding Robot [C]// IECON'97, The 23rd Annual International Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, New Orleans, Louisiana. 1997: 1 367-1 372.

作者简介:乔及森(1973—),男,博士,副教授。研究方向:焊接工艺及焊接结构强度。发表论文 30 余篇。