

薄板激光焊机激光梁位置伺服系统

董 砚^{1,2} 杨 洪¹ 王 睿¹ 何 林¹

(1. 河北工业大学控制科学与工程学院 天津 300130; 2. 河北省控制工程技术研究中心 天津 300130)

摘要: 介绍了冷轧薄板生产线 LW21L 激光焊机激光梁位置伺服控制系统的相关工艺和控制方法。该位置伺服系统采用 SIMODRIVE 611U 变频、1FK7 交流同步伺服电机和旋转编码器等电器。根据焊接工艺需要伺服系统的定位方式设置为手动控制和自动控制两种,定位系统设置为相对位置定位系统和绝对位置定位系统。采用 PROFIBUS 通信,保证了参数的快速、准确传递。该系统实现了切割光头和焊接光头的精确定位以及速度的闭环控制。

关键词: 激光焊机; 位置伺服; 变频器; 定位

中图分类号: TP273; TG439.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-1841(2012)07-0055-03

Position Servo System for Laser Beam of Laser Welding in Thin Strip Steel Plate

DONG Yan^{1,2}, YANG Hong¹, WANG Rui¹, HE Lin¹

(1. Hebei University of Technology School of Control Science and Engineering, Tianjin 300130, China;

2. Hebei Control Engineering Research Center, Tianjin 300130, China)

Abstract: Technological process of servo system and control system for laser beam of LW21L type laser welder in cold rolled plate production line were introduced. Siemens SIMODRIVE 611U inverter, 1FK7 ac synchronous servo motor and revolving encoder were adopted in the control system. Manual localization way for the servo control system was set as manual control and automatic control, positioning system was set as relative positioning system and absolute positioning system according to the welding process. PROFIBUS was adopted to communicate to ensure the parameters of the rapid and accurate transfer. This system realizes the cutting baldheaded and welding baldheaded of accurate location and speed closed-loop control.

Key words: laser welder; position servo; inverter; positioning

1 激光焊机激光梁的工艺流程

焊机在生产线上按电气结构分为操作侧和驱动侧,在空间上定义生产线方向为 X 轴,焊缝方向为 Y 轴,光头上下移动的方向为 Z 轴。如图 1 所示

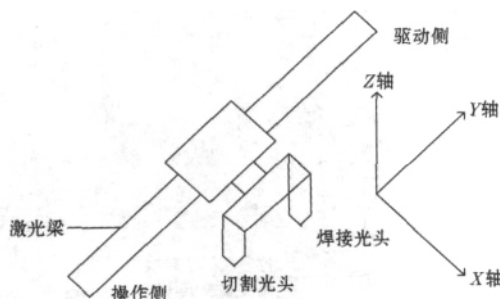


图 1 激光梁结构简图

带尾准备时,对中以参考位中心线为基准,激光梁位置伺服系统要根据尾带钢的实际宽度在 Y 轴操作侧定位切割光头的初始位,驱动侧定位切割光头的终止位。根据尾带钢的厚度、材质等工艺参数,激光梁位置伺服系统控制切割光头的速度,使完成尾带钢的切割。

带首准备时,激光梁位置伺服系统要根据首带钢的实际宽度在 Y 轴驱动侧定位切割光头的初始化,操作侧定位切割光头的终止位。根据首带钢的厚度、材质等工艺参数,激光梁位置

伺服系统控制切割光头的速度,使完成尾带钢的切割。

在带尾、带首准备结束后,激光梁位置伺服系统要根据首、尾带钢中较窄的宽带在 Y 轴操作侧定位焊接光头的初始位,根据首、尾带钢的厚度、材质等工艺参数,激光梁位置伺服系统控制焊接光头的速度,使完成带钢的焊接。

2 激光梁的伺服控制系统

2.1 激光梁位置伺服系统的硬件

激光梁位置伺服系统的硬件主要由 SIMODRIVE 611U 通用变频器、交流无刷同步电机 1FK7、旋转编码器组成。SIMODRIVE 611U 变频器由电源模块、控制模块、PROFIBUS DP 模块组成。

2.2 激光梁位置伺服系统的位置参数和动作点位

激光梁 Y 轴方向运动与焊接过程的各个工艺流程密切相关,是一个复杂的运动控制过程,它的动作要严格按照焊接过程的主时序图,其中主要包括带头准备、带尾准备、带钢调整、焊接准备、完成焊接。611U 变频器可以设置 64 个快移程序段,每个程序段都有程序段号(0~63)、位置、速度、加速倍率、减速倍率、指令、指令参数、模式等参数。具体的动作参数要根据激光梁在焊接工艺流程中动作相关的位置参数来计算它的动作点位。激光梁动作的位置参数包含:焊接头与剪切头之间的距离,激光梁 Y 轴加速距离,激光梁到操作侧距离,激光启动距离, Y 轴中心线位置,入口带钢宽度,出口带钢宽度,入口带钢厚度,出口带钢厚度,带钢宽度最小值。根据位置参数结合工艺和经验数据可按下式计算动作点位:

基金项目: 河北省科技支撑计划项目(07212114D)

收稿日期: 2011-07-25 收修改稿日期: 2012-03-20

间内实现定位,运动程序段完成之后,定位测量时间开始。在过了这个时间后,它要检查位置实际值是否在定位窗口内,静态监测时当轴离开目标位置时可用来进行检测。静态监测时间可在一个移动程序段结束之后启动。减速时间结束之后,对其进行循环监测,看位置实际值是否保持在所定义的静态窗口内。

以带尾剪切为例,当焊机的出口对中和出口夹钳动作都完成,焊机进入到剪切阶段,此时电动机带动光束的进给机构运动来完成剪切,在这个过程中,光束带动剪切头快速移动到带尾剪切开始位,完成了剪切的准备工作后再以剪切速度开始剪切,到达带尾镜子打开位时激光开始切割带尾,到达带尾镜子关闭位时激光切割结束,激光束移动到带尾剪切结束位时带尾剪切结束,其中位置等参数由人机界面设置,PLC 运算后生成的,在这一系列动作中就是用的绝对位置定位控制如图 4 所示。

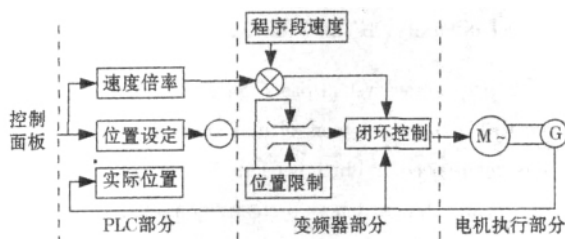


图 4 绝对位置定位控制图

绝对定位控制所用到的程序段只需要设置移动方向和速度就可以了,其他的都由 PLC 来控制,控制面板或 PLC 内部允许一项动作的开始后,在 PLC 内部开始进行计算,首先将目标值与当前的位置进行比较,得出需要运行的方向及距离,然后选择相应的程序段号码传送给变频器,在速度方面,是以百分比的形式来进行传送的,对应着变频器的控制字倍率一项,100% 的速度对应程序段中设置的速度值,用速度倍率与程序

段的速度相乘就得到了当前需要运行的速度,在变频器内部的位置限制功能可以防止在运行的时候顶到终端而造成设备损坏,最后,由变频器的闭环控制系统输出到电机来拖动设备动作,直到目标值与实际值相同时,绝对位置定位过程结束。

3 结束语

激光束的位置伺服系统驱动部分采用了 611 U 变频伺服双轴定位系统,定位精度高(最高分辨率为 $10\ \mu\text{m}$)。通过 Profibus DP 总线与控制 PLC 连接。采用交流伺服变频系统来实现高精度定位控制,电气传动控制成为焊机控制的关键单元。并通过软件调试人员的协调配合,确认了在焊接过程中 PLC 程序与变频器之间传输信息,及其全部定位过程。研究激光焊机激光束的位置伺服系统可以为国内研发具有自主知识产权的激光焊机奠定基础。

参考文献:

- [1] 杨明,张扬,曹何金生,等. 交流伺服系统控制器参数自整定及优化. 电机与控制学报, 2010, 14(12): 29-34.
 - [2] 靳雷,李宏伟. 基于 PLC 和现场总线的锅炉控制系统. 仪表技术与传感器, 2010(7): 51-53.
 - [3] 董砚,潘洪瑞,王睿,等. 基于 PLC 的闪光焊机控制系统. 冶金自动化, 2009, 33(5): 47-50.
 - [4] 张侨,沈安文. 交流伺服系统速度控制器参数在线整定的简便算法. 微电机, 2008, 41(8): 3-4.
 - [5] 苏冬艳. 唐钢冷轧厂一期酸洗线自动控制系统. 自动化仪表, 2006(12): 27-28.
 - [6] 逢海萍,刘成菊,江姝妍. 永磁同步电机交流伺服系统的滑模模糊控制. 电机与控制学报, 2006, 10(6): 576-579.
 - [7] 夏德铃,翁贻方. 自动控制理论. 北京: 机械工业出版社, 2007: 77-82.
- 作者简介: 董砚(1972—),副教授,博士,主要研究方向为焊接过程控制与现代传动技术. E-mail: yhhaiyang@126.com

(上接第 54 页)

域补偿效果最为明显。在激光对中仪中,PSD 的光敏面的实际应用范围在 $5 \times 5\ \text{mm}$ 左右,补偿后的 PSD 的输出精度完全可以满足激光对中仪的要求。

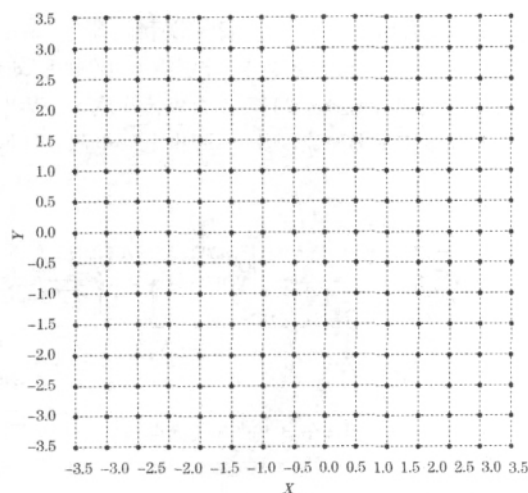


图 4 修正后的 PSD 输出

3 结束语

通过双边线性插值法对 PSD 的非线性进行补偿,扩大了 PSD 的有效利用面积,提高了激光对中仪的测量精度。其补偿精度和离散化的步距相关,要进一步提高精度就需要将步距减小,增加了离散的工作量。该算法简单、便于计算机实现。

参考文献:

- [1] 闫洪猛,李田泽. 二维 PSD 非线性误差修正算法的研究. 山东理工大学学报, 2007, 21(6): 31-34.
- [2] 陈长征. 激光准直测量中二维位置敏感器件非线性修正算法研究. 机械工程学报, 2004, 40(4): 127-130.
- [3] 黄梅珍,林斌,唐九耀,等. 不同阳极结构二维 PSD 的电流-位置输出特性. 光电子·激光, 2001, 12(8): 795-799.
- [4] 唐九耀. 枕型二维位置敏感探测器的结构和性能研究. 光子学, 2001, 30(6): 735-738.
- [5] 唐九耀,林进军,孙晓斌. 枕型二维位置敏感探测器(PSD)的研制. 中国光学学会 2004 年光学大会, 杭州, 2004.
- [6] 周保玉,陈培峰. 位置敏感探测器非线性误差修正实验研究. 光学仪器, 2005, 27(5): 11-15.

作者简介: 丛培田(1960—),教授,硕士,主要研究方向为机械检测及信号处理、故障检测与诊断. E-mail: congpei@263.net