

激光焊机工作台电气改进

ELECTROMOTION RECONSTRUCT WELDING PLATFORM

(比亚迪股份有限公司) 农雨

NONG YU

摘要:本文介绍了双体 YAG 固体激光焊机做自动化运动改进的情况,详细描述了电控台架的轨迹控制思路和定位单元的软件,指明了电路结构和气动元器件组合,探讨分析如何从旧的固定支座设计出新的数控旋转工作台,完成灵巧的焊接工作。

关键词:激光封焊;定位单元 FX2N-20GM;气动控制

中图分类号:TP23

文献标识码:B

Abstract:The paper introduces the automatic electromotion reconstruct method in the YAG laser coupling weld function. This article describe in detail the method of let locomotion console follow the right scheduled track. The document illustrates not only the pivotal trajectory software but also the configuration of pneumatic components. The main theme is how to make the former pedestal upgrade to new eligible NC rotation platform, especially in regard to the laser automatic seal welding technics and circuit structure.

key word:Laser seal welding,FX2N-20GM orientation,Pneumatic transmission

激光焊机主要用于机械、电子、真空、航天等行业中特种要求的元器件点焊、叠焊和密封焊,可对钢、铝、铜、钼等材料进行焊接,焊接强度高,变形量小,是一种理想的精密焊接设备。特别适合焊接不允许热变形和焊接污染的电池密封盖口。本文以锂离子电池激光封焊为课题,阐述出激光焊机的电气结构,现实存在的问题,改进设计的构思,改进后的效果等方面。

1 焊机概述

Nd:YAG 激光焊机由 YAG 激光器,光学观察、聚焦系统,移动工作台及水循环冷却系统等部件框架组成。用于方形、柱形电池的轨迹封焊,是一种理想的精密焊接设备。激光具有良好相干性、单色性、方向性与高输出功率的特点。激光聚焦到一点,焦平面上的功率密度可达 $10^4 \sim 10^5 \text{ W/cm}^2$ 。借助光学场镜,将平面上的二维信息瞬间传递。激光焊接就是利用激光束聚焦在很小的区域,极短的时间内熔融被焊处,熔池冷却后形成牢固的焊点和焊缝。现在要改进的设备参数见表 1 所示:

主要性能指标			
平均光功率	250W	最小光斑直径	0.2mm
工段频率	0.5~30Hz	脉宽	0.5~40ms
焊接深度	0.1mm~2mm	闭环控制	电流反馈
瞄准定位	红光指示(可配 CCD 摄像及监视器)		
工作台	行程	200x200mm	
	定位精度	0.02mm	重复精度 ±4μm
	旋转轴	旋转面与光轴夹角 90°	
联体机尺寸	750mmx400mm ² x750mm		
可选配光纤	最多可达 3 路, 有时间分光和能量分光		
电力需求	380V/三相/50Hz/22A	整机功率	25KW

表 1 激光焊机性能指标

1.1 激光器

固体激光采用光泵浦。活性粒子吸收了光能,在工作物质

里造成粒子数反转,形成受激辐射光。激光器由工作物质、泵浦源、聚光腔、光学谐振腔、冷却液、滤光管等构成。原型机激光类型为单灯棒重复脉冲焊接激光,激光波长 $1.064\mu\text{m}$,工作物质是四能级的掺杂 Nd³⁺离子的钇铝石榴石晶体棒 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ 。泵浦源是 3KW 氙闪光灯。聚光腔内表面抛光镀金,并有夹层冷却通道。外套氙灯的滤除紫外线管保护了晶体棒。谐振腔内受激光经过 99% 以上的全反射振荡放大,由半反镜输出。内部描述如图 1:

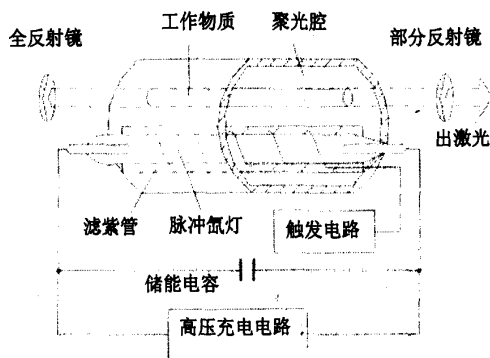


图 1

1.2 光路系统

单脉冲氙灯激励侧面泵浦腔,光束经晶棒增透膜两端一定路程反折放大,透射光经 45° 折反后垂直入射到可以 Z 轴伸缩的防护套筒,套筒内有一套孔径光阑透镜组调节出光窗口的聚焦光斑,最后才照到待焊接的精密零工件表面。光路结构如图 2 所示:

农雨:机电工程师

图2 激光焊机光路系统构造

1.3 循环冷却系统

闭合回路流水冷却系统包括水泵、热交换器、水容器、过滤器、水软化器、流量压力温度传感器等构成,主要用以消除聚光腔中产生的热量和减少泵浦的内反射。热交换器采用了120℃,0.66mm²的四门板式换热器。另外,机器内稳流50A所用的710mH电抗器由0.22A风机来散热。

1.4 电力电源系统

主电路包括充电电路、蓄能网络、放电电路、触发及预燃电路、操控板。晶闸管SKM500GA完成三相整流,用面板上的升压旋钮调节氙灯直流工作电压至400±5%伏。移相模块线路板除了能产生多路电压源以外,板上的MC14538触发器控制分频与脉宽值,其参数由手动调节RC电路或者程控调整的PLC方波确定。信号触发NE555又经选通开关驱动IGBT晶闸管的B端。图3所示为IGBT移相控制:

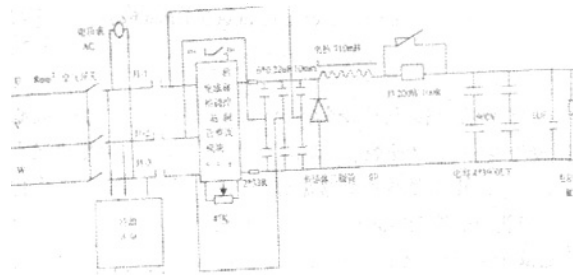


图3 激光焊机电源模组

起燃电路须通过短暂的高频高压脉冲击穿灯内气体形成火花放电通道,而后保持氙灯预燃状态宜用小电流200mA和约2KV高压。腔内气体经触发电离,预燃电路维持辉光放电。当放电IGBT开关截止,灯管与蓄能电网隔离,电解电容10mF/450V并联成组充电;放电IGBT开关导通,蓄能电网才向灯管放电。

2 改进之前的焊接台

底座型号为济宁金钟公司生产的HXDZ-2020机械平台,手动手轮配置。采用等级P3的精密滚珠螺杆传动,线性轴承导轨,两个平移台叠合组成二维XY双坐标工作承台。旧设备里面丝杠反向间隙变大,零件老化。生产耗时、效率低,产出CPK值不稳定以及员工手部的安全保障不到位,设备贬值导致生产成本的相对提高和经济效益的降低。

3 改进后的电控台架

3.1 台架装置组成

沿用原来的钢底座,手轮移动改为电气自控。生产车间内空间有限,为提高产能,将两台焊接机并联起来使用,使得工作台架联为一体。双体激光焊接机的电控台架系统有以下主要部分组成:①控制器:定位单元FX-GM20是一种面向运动控制的PLC,具有直线、圆弧插补功能,也具有一般的逻辑控制功能。通过编程软件进行双向数据交换,接收用户的参数设置,同时监控各电机的运行状况。采用和利时LEC14点晶体管小型PLC

模组控制电磁阀线圈,决定各个气缸的动作次序。②执行电机:三相反应式步进电机驱动器接收FX-GM20输出的脉冲、方向信号,驱动步进电机。二维夹具平台是由两个三相六拍步进电机驱动的双层结构,进行两维联动。可以焊圆柱形物体的90°旋转夹具采用低转速12V减速马达带动,由普通电池夹具旋转形成。夹具平台采用高系统精度和高稳定度的滚珠丝杠与先进的导轨面贴塑工,预留有数个孔槽和定位挡块,方便专用电池夹具装卡。③气动机构:配备气动上下料运送机构、气动电池夹具。整体气压传动系统由气源、直线和旋转气缸、控制元件(各种压力阀、方向阀、流量阀、逻辑元件、射流元件、行程阀、转换器和传感器)和辅助附件四个部分组成。

3.2 元件的选型

以HXDZ-2020平台底座为基础自配步进电机、驱动器及数控系统—FX2N-20GM,满足速度、载荷、脉冲当量等个性化的要求,手轮移动为辅助操作。

①步进电机及驱动器类型及性能指标见表2所示。

表2 步进电机及驱动器能数

SJ-3F075	恒流(max)4.0A	电压DC24~40V
45BF	步距角1.5°/3°	静转矩Max. 0.2N.m

②输送电机的类型

采用M-2RK6N-AS感应电机加装减速齿轮箱G-2N10X-K,提供给链轮最大25kgf.cm的扭矩和传送带4cm/s的工作速度,带动链带。电机断电,电磁离合剂紧。

③适用的传感器类型

带梁左右两端使用3A的上海华通机电的JW2行程开关两个,作为限制送料机构平移之用。出料盒口顶部安装了三线电感接近开关E2E-X1R5Y1,M8,检出距离1.5mm。于激光器的内腔设置红光灯筒实现同轴指示,方便调试阶段的光对焦和焊接前电池的定位。出光筒的光束射到装有台湾嘉准小型光电接受器的台座,一旦落料而遮断住光源,气动夹具即刻两方向推紧工件。出光后,工作台运行矩形一周焊接。焊接完毕,出料拉杆顶出工件。

台架工作过程

系统通过两轴插补运动实现曲线轨迹,安装人机界面部件就可以修改运动速度参数和动态的运动状态显示。电控台架整体构造如图4所示:

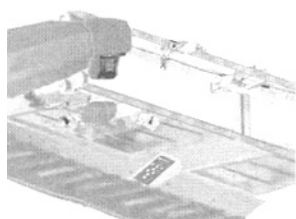


图4 电控台架整体效果图

图4中气动上下料运送台架机构,由链梁、电机、传感器、电磁换向阀、气缸、机架和料盒等部件构成。生产中分有盖板顶部封焊和盖板侧边封焊两种工艺加工类型,同一台并联双体焊机分工完成合长边合短边两工步。横梁外侧气缸从电池储料盒经底部矩形开口推出叠放的电池进行发料,平行气指夹持,组合气缸左右各一次沿横梁移动,限位落入夹具平台的开槽内。

焊接完毕后,机械臂退回中间等待下一个循环。其中 PLC 并行顺序驱动运动件,自动焊机得电/失电顺序列出如表 3 所示:

表 3 自动焊接合运动

改进后循环控制表										
工步动作顺序										
探测信号	发料	拾取	带架	机械臂	下料	夹具合紧	焊接	轨迹	出料	夹具
PLC指令	左右移送									
料盒探头	发出	启动		前伸		机械臂缩	开始	运动		回零
行程探头	发出		停止							
光电探头	发出									
送顺序指	执行									
循环指令	重新转入料盒探测工步									

(单轴)执行气缸状态表						
动作	料盒气缸 线圈 QY1	拾取手 线圈 QY2	前伸臂 线圈 QY3	夹具座 线圈 QY4	出料气缸 线圈 QY5	
发料顶料弹出	+					
拾取手气动夹台		+				
机械臂前伸			+			
拾取手卸料				+		
夹具合紧				+		
机械臂退回			+			
出料拉料顶出					+	

图 4 中的方形/柱式电池封焊轨迹运动机构,由数控工作台、专用电池夹具和 90°旋转夹具、步进电机及驱动器以及数控系统等部件组成,自动进行加工。加工完毕,分传送带将半成品电池运到主生产线传送带上,流入下一道检验工序。

4 软件编程

先将需要的工艺流程设定好再写软件流程。开始时将整个轨迹图形从接点处分成多段直线和圆弧,然后利用 FX-GM20 的直线和圆弧插补功能来进行分段的插补,最终完成整个插补过程。在 PLC 两轴联动程序上编辑运动的程序,以发送脉冲信号输出。加装一个文本显示或触摸屏用来修改参数更方便调整。平行于 X、Y 轴的简单轨迹使用 FX-PCS/WIN-C 编程界面编制指令。下图 5 列出了锂电芯 063450SR 圆角矩形电池的焊缝热合程序段;相同的焊迹,实现的斜线和复杂的曲线使用 SWOD5-FXVPS-E 编程界面更为明了,图 5 也列出了 VPS 软件结构。

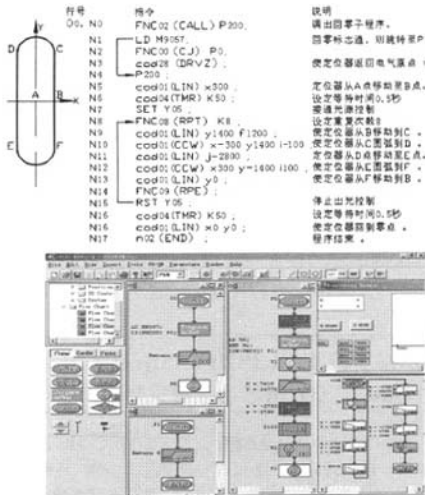


图 5 自动焊合程序和优化的 VPS 界面与之对应的硬件接线如下图 6 所示。

5 效果跟踪分析

设置精度验证实验:取步进频率 1200Hz,由于螺杆导程

4mm,折合速度 20mm/s,故每 120 个脉冲夹具平台将会移动 1mm 的值。夹具平台在 XY 正反方向直线联动 40mm,每输入 120 步拍驱动脉冲计录一次数据。使用精密投影仪来测量其前进精度和重复精度,图 7 是分析出的试验结果。测试结果明显要优于手动定位,满足设计误差 $\pm 1\%$ FD 的静态重复定位精度要求。使用该激光焊机焊接平台可对钢、铝、铜、铝等材料进行点焊、叠焊和密封焊,焊接强度高,变形量小。操作者由一个技工换到一个普工就能胜任;由于改成电控台架后整机可以加工成双体的结构,工作速度比旧式焊机效率翻了两番。该机符合国际激光安全防护标准,可在线长时间稳定可靠地运转,创造出良好的经济效益。

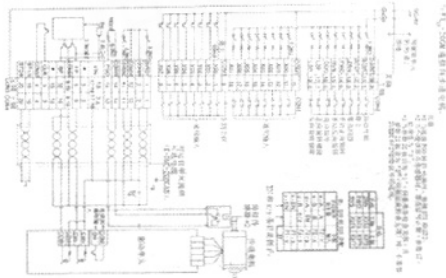


图 6 电控台架硬件布线图

图 7 激光焊机工作台精度分析

本文作者创新观点:将气动控制技术和气动夹具机构成功运用到原先旧的激光焊机中,完成三维物件的焊接,同时实现了自动化流水线运作。

参考文献:

- [1]于仲 何立民,等.基于滑模控制的航空气动伺服控制系统北京[J]微计算机信息,2005,7-1:120~122
 - [2]刘守操,余文杰,梁志坤,许振茂编著《可编程序控制器与变频技术》广东:广东工业大学出版,2003.1
 - [3]MITSUBISHI《ELSEC-F FX 系列定位控制器 FX2N-20GM 硬件/编程手册》日本:技术手册,2000.2
- 作者简介:农雨(1976-),男,汉族,籍贯广西梧州,机电工程师,毕业于中国科技大学机电系本科,研究方向:企业的自动化和机电一体化开发, E-mail:nong.yu@byd.com.cn.
- Biography:** Nong Yu, male, was born in 1976, the Han nationality, native place is in wuzhou, Guangxi. He is an automation engineer and bachelor of mechanical and electronic science Department, USTC. His undertake research subjects faces to the industry integrated automation and control technology, E-mail:nong.yu@byd.com.cn.
- (518119 中国深圳 比亚迪股份有限公司) 农雨
通讯地址:(518119 深圳 深圳市龙岗葵涌镇比亚迪 IT 工业园 511 室)农雨

(收稿日期:2006.10.12)(修稿日期:2006.11.9)