

基于人机界面的 PLC 控制焊接自动化系统

黄敬尧 施保华

(三峡大学 电气信息学院, 湖北 宜昌 443002)

摘要:根据生产企业的技术要求,设计制造出基于 PLC 的自动化焊接工作台.该工作台的旋转和进退运动采用步进电动机及驱动器控制,保证较高的定位精度及较高的性价比.控制中心采用可编程控制器(PLC)和触摸式液晶显示人机界面,可实现平面复杂焊点的全自动焊接.

关键词:自动化焊接; 可编程控制器; 点焊机

中图分类号: TP273 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-948X(2006)05-0448-03

Automatic Welding System with PLC Based on HMI

Huang Jingyao Shi Baohua

(College of Electrical Engineering & Information Science, China Three Gorges Univ., Yichang 443002, China)

Abstract An automatic welding workbench with a programmable logic controller (PLC) is designed and made for the company's need. The workbench's rotation and advance and retreat movement are driven by the step motors and the special controller; thus the workbench has highly oriented precision and nice performance. The PLC and the touch pane are used in the equipment, so the complex welding can be carried out automatically.

Keywords automatic welding; programmable logic controller (PLC); welding machine

1 现状及系统要求概要

环保型低噪音系列锯片基体为某公司重点畅销产品.该产品突破传统锯片基体制造方法,采用 2 张相同金属基体中间夹一层阻尼材料(三明治复合锯片基体),有效地解决了环保消音降噪问题.自主设计研发基于人机界面的 PLC 控制焊接自动化系统可以将其三合一,而且能使焊接部分与非焊接部分硬度均匀一致,在提高效率的同时,解决了焊后变形大的问题.

原加工方式为手工焊接,为保证定位准确和防止工件变形,自制工件夹具.工件尺寸规格较多,焊点位置要求灵活多变.手工焊接工作量较大,而且难于保证焊接质量.现要求设计焊接自动化工作台,提高产品加工质量和加工效率.自动化工作台主要完成旋转、前进后退和抬升动作.自动化焊接过程满足焊接工艺(隔点焊接,内外圈焊点错位和工件压紧防变形)要求.项目研发的系统将从焊点分布、焊接顺序、时间、

电流、温度、受力和平面度等方面保障基体质量,使焊接部分与非焊接部分硬度均匀一致,解决焊后变形问题,并提高生产效率,降低次品率,从而提高生产的经济效益,也使得整个技术和管理的自动化水平提高.

2 电气控制方案

全自动工作台的旋转和进退运动采用步进电动机及驱动器控制,保证较高的定位精度及较高的性价比.控制中心采用可编程控制器(PLC)和触摸式液晶显示屏,可实现平面复杂焊点的全自动焊接.

(1) 可编程控制器特点

可编程控制器是一种数字运算操作系统,专为工业环境下应用而设计,有较强的抗干扰能力.它采用了可程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令,并通过数字式或模拟式的输入和输出,控制各种类型

收稿日期:2005-12-20

作者简介:黄敬尧(1963-),男,副教授,主要研究方向为电力电子、计算机控制技术及智能仪器仪表.

机械的生产过程^[1]。

正是由于可编程控制器是一种工业控制计算机，其控制操作功能通过软件编制确定，在生产工艺改变或生产线设备更新时，可不必改变 PLC 硬件设备，只需改变编程程序就可改变控制方案，具有良好柔性。

(2) 触摸式液晶显示屏

随着工业自动化的发展，基于 PLC、单片机和 PC 机的自动化系统与自动化设备越来越普及，几乎遍布所有自动化领域，与之相应的人机交互系统也应运而生，并得到同步发展，工业触摸屏液晶显示器是人机交互系统中一颗耀眼的明星。高可靠、长寿命、高性能使触摸屏越来越受到自动化系统集成商、自动化设备制造商的青睐。

触摸屏作为一种新型的人机界面，从一出现就受到关注，它的简单易用，强大的功能及优异的稳定性使它非常适合用于工业环境。TP170A 触摸屏是工业触摸屏领域的优秀代表，它能够理想、生动地显示 PLC、单片机、PC 机上的数据信息，并直接支持市面上大多数的 PLC 产品，功能强大，使用方便。

(3) 步进电动机及驱动器

步进电动机具有快速起停、精确步进以及能直接接收数字量的特点，所以在工业过程控制和精确定位场合得到广泛应用。

SJ-2 H80M 驱动器驱动二相混合式步进电机，该驱动器采用原装进口模块，实现高频斩波，恒流驱动，具有很强的抗干扰性、高频性能好、起动频率高、控制信号与内部信号实现光电隔离、电流可选、结构简单、运行平稳、可靠性好、噪声小，带动 8.0 A 以下所有的 110B YG、130B YG 系列电机二相混合式步进电机。

图 1 是电气控制系统框图。前进和后退由两台步进电机控制，汽缸的升起落下由电磁换向阀实现。一般的伺服驱动系统由专用控制面板实现，功能强大，但是操作复杂，只能由专门技术人员操作。采用人机界面 + PLC 控制方案，可靠性高，操作界面简单，一般工人就可熟练操作。

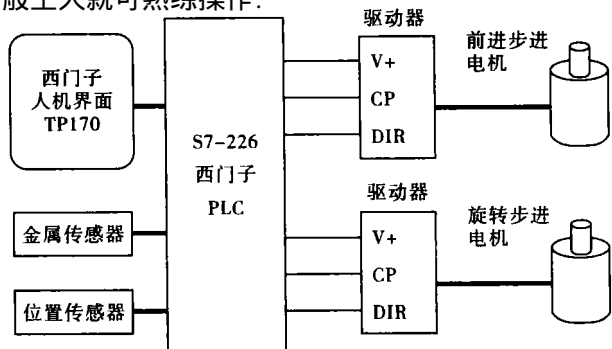


图 1 电气控制系统框图

3 固定点焊机全自动工作台系统组成及工作原理

加工工件如图 2 所示。首先，将工件夹紧后放到工作台上。工作台自动前进，到位后进行外圈焊点的隔点焊接加工。外圈焊点加工完成后，工作台前进，到位后进行内圈焊点的隔点焊接加工。在工作台前进或旋转过程中，汽缸抬起工件。焊接时，控制汽缸使工件落下。整个工件加工完成后，工作台自动退回原位。

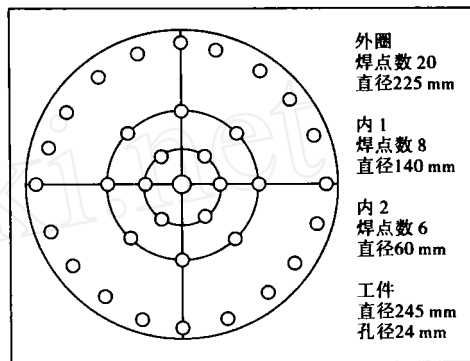


图 2 工件 1 加工示意图

由于工件内圈焊点离工件中心太近，焊接电极有一定的直径，常规中心驱动设计会导致工件径向进给无法到位，影响工件内圈焊点自动化焊接的实现。现采用心轴定位、外圆周驱动方式原理。

加工过程中相邻两焊接点之间必须有一个辅助升降运动，现利用 4 个汽缸及驱动块上 4 个压紧装置实现该辅助运动并起水平支撑作用。

固定点焊机全自动工作台的控制方案有 3 种：自动化加工流程，手动加工流程和新工艺参数设定。在工作过程中，需要设置的参数较多，如几十种工件选择、工件半径输入、焊点数输入等。采用传统控制面板几乎无法实现。

4 控制方案设计概要

触摸式液晶显示屏接受加工工艺信息，如工件直径、焊点数和焊接电流，如图 3 所示。然后，由 PLC 计算出焊点位置，控制两台步进电机按要求完成自动化加工过程。也可事先存储几十个加工信息，供加工时选用。

增加手动后援，加工少量焊点可手动按键操作。

(1) 人机界面程序设计

人机界面采用西门子基于 Windows 的触摸面板 TP170A，软件用 SIMATIC Protocol. Pro Tool/ Pro CS

	半径/mm	焊点数	焊接电流
外圆	112	20	23
内1圆	70	8	24
内2圆	30	6	25
内3圆	0	0	0
内4圆	0	0	0
内5圆	0	0	0

立即停止 加工 返回

图3 工艺参数类型

用于组态计算机上 Windows 创建组态. Pro Tool/ Pro RT 是用于运行组态和使在 Windows 下过程可视化的程序. 也可以在组态计算机上使用 Pro Tool/ Pro RT 测试和模拟生成的项目文件. Protool 提供了多种控制器件库、图形控件和功能组件, 通过组态出各种显示和控制功能, 实现系统操作状态、当前过程值及故障的可视化. 利用人机界面操作被监控系统, 对 PLC 中的实时数据进行显示、记录、存储、处理, 从而满足各种监控要求. 主画面如图 4 所示.

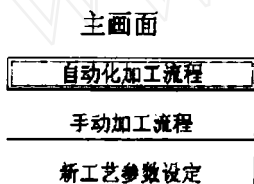


图4 主画面

(2) PLC 程序设计

S7-226 型 PLC 在其编程软件 STEP7-Micro Win SP3 的运行环境中可用语句表 (STL) 或梯形图 (LAD) 进行编程, 编译通过后可由 PC/PPI 通讯电缆下载到 PLC^[2].

程序由主程序、子程序和中断程序 3 部分组成. 主程序主要完成工件选择、手动加工及新工艺参数设定程序的入口转换. 带参数的子程序工件加工过程. 步进电动机由另外两个子程序按启动加速、运行和停止减速 3 段过程进行控制.

(3) PLC 插补算法

为了减小传动误差, 外圆旋转采用一级齿轮传动. 经推导外圆旋转一周, 步进电动机需要 5840 个脉

冲. 工件规格较多, 焊点数从 20 到 80 点不等. 例如 25 点工件, 若直接运算 $5840/25 = 233.6$, PLC 只能做整数运算, 步进电动机接受整数个脉冲, 忽略小数将产生较大的积累误差. 采取的算法如下, 可以完全克服小数积累误差.

设 N 为焊点数, k 为计数值, y 为步进电动机脉冲数. 则

$$y_{k+1} = \frac{5840 \times (k+1)}{N} - \frac{5840 \times k}{N}$$

以上算式做整数运算结果如表 1 所示. 整数运算结果表明外圆旋转一周, 步进电动机脉冲总数为 5840, 没有累计误差. 表 1 中, k 为焊点数, 表中 k 从第 1 点到第 25 点; CP 为步进电动机脉冲数, CP 表示两个焊点的距离.

表1 整数运算结果

k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
CP	233	234	233	234	234	233	234	233	234	234	233	234	
k	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
CP	233	234	234	233	234	233	234	234	233	234	233	234	234

5 结 语

PLC 控制焊接自动化工作台操作简单, 人机界面友好, 能适应小批量多规格产品的加工需要, 加工精度高, 加工产品质量稳定可靠. 目前, 该工作台投入使用效果良好. PLC 控制焊接自动化工作台的设计较好满足了合金钢圆锯片基体特殊焊接加工生产自动化要求, 在同类产品的加工中有较大的推广价值, 整体提高我国加工业自动化水平.

参考文献:

- [1] 王兆义. 可编程序控制器[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [2] 西门子(中国)有限公司. 深入浅出西门子 S7 - 200PLC [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.

[责任编辑 张 莉]