

基于 PLC 等离子喷涂自动控制系统的研制

金鑫 宋杨洁 刘教瑜

(武汉理工大学材料复合新技术国家重点实验室, 武汉 430070)

摘要: 针对传统等离子喷涂设备可靠性差, 控制精度低, 开环控制等缺点; 设计开发了以 DVP-20EX 型号 PLC 为核心控制器以及台达 DOP-B10S615 触摸屏为人机界面的等离子喷涂自动控制系统, 系统通过变送器对主电路的电流进行实时检测, 并采用模糊 PID 控制算法实现闭环控制。经现场调试使用, 该系统控制方便, 可靠性好, 能达到较好控制效果。

关键词: 等离子喷涂; PLC; 触摸屏; 变送器

中图分类号: TP212

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1003-6970.2011.06.034

The development of automatic Control System for Plasma Spraying based on PLC

JIN Xin, SONG Yang-jie, LIU Jiao-yu

(Advanced Technology for Materials Synthesis and Processing of Wuhan university of technology, WuHan 430070, China)

【Abstract】 With regard to the disadvantages of the traditional plasma spraying equipment: such as poor reliability, low accuracy, open-loop control; an automatic control system for plasma spraying was developed by took DVP-20EX PLC as the core controller and Delta DOP-B10S615 touch screen as human machine interface. The system has real time monitor to the current of the main circuit by transmitter detection, and realized closed-loop control by using fuzzy logic and PID algorithms. The experiments shows the system has satisfying operation, Reliability and fine control effects.

【Key words】 Plasma Spraying; PLC; Touch screen; Transmitter

0 前言

热喷涂技术在国民经济建设中的作用越来越得到人们的重视。其应用领域从航空、航天扩展到了汽车制造、钢铁工业、纺织机械、石油化工、船舶等领域。等离子喷涂具有火焰流温度高, 喷涂范围广泛等特点。既可以用于器件制造, 也能用于旧损器件修复等。可制备各种具有耐磨、耐腐蚀、耐热、耐氧化、导电、绝缘等优异性能的涂层。随着 PLC (可编程逻辑控制器) 的出现, 等离子喷涂技术自动化程度得到很大的提高, 其控制系统操作简便、速度快、效率高。

本文以实际研发改造项目为基础, 以喷涂电流为控制对象, 通过闭环控制策略, 进行等离子喷涂控制系统的研制。实验运行效果表明, 闭环控制能有效抵抗干扰, 实现离子弧稳定喷涂。

1 系统组成

等离子喷涂系统主要由 PLC 控制柜、电源柜、高频柜、送粉器等组成。其结构示意图如图 1 所示。

电源柜由外部接入三相电, 三相电经过三相裂心式可控电

抗器后由三相不控桥式整流电路将交流电变成直流电, 喷枪的电极 (阴极) 和喷嘴 (阳极) 分别接整流电源的负、正极, 向喷枪供给工作气体, 通过高频火花引燃电弧。

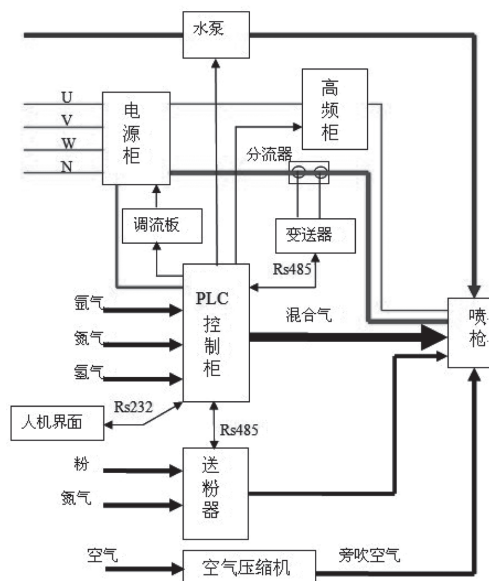


图 1 等离子喷涂系统结构示意图

作者简介: 金鑫 (1985—), 硕士研究生, 武汉理工大学, 主要研究方向是电力电子与电力传动; 刘教瑜 (1957—) 教授, 硕士生导师, 武汉理工大学, 主要研究方向是智能控制技术与应用和嵌入式系统研究与应用; 宋杨洁 (1987—) 硕士研究生, 武汉理工大学, 主要研究方向是控制科学与控制工程

电源柜中可控电抗器直流电压由 PLC 提供 (从而改变电抗器 L 的大小,实现对主电路电流的调节)。由于台达 DVP-20EX 型号 PLC 提供的电压为 0-10V,而现有的电抗器直流控制电压可达 20V,因此需要加入调流板,将 PLC 给出的电压进行放大,同时为防止 PLC 的直接给定造成电流变化过快,影响喷枪寿命,故在调流板输出端并入大电容,使电流逐渐增加到给定值。

主电路中分流器规格为 750A/75mv,将分流器检测后的微小电压传给由电压变送器,通过 rs485 通讯,PLC 便实现了对电流的实时检测。

2 控制系统硬件设计

2.1 PLC 硬件设计

PLC 主要控制对象有:水泵,冷却风扇,电源电路,离子气,高频点火,以及两路送粉气。输入信号有:起弧反馈信号 TL,离子气压 QY,水压 SY,冷却风扇风压 FY。由于 DOP-20EX 模块中只有 6 个继电器输出信号,因此需加入 DOP-16XN 扩展模块。只需要一路模拟电压作为调流给定信号。PLC 通过 rs485 与变送器以及送粉器进行通讯。其 I/O 分配图如图 2 所示。

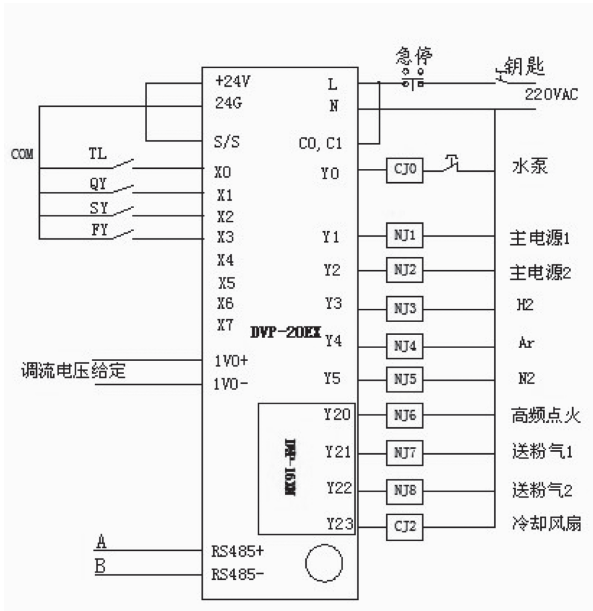


图 2 I/O 分配图

2.2 变送器硬件设计

电压变送器主要是为了检测主电路中电流信号的大小,将其转化为数字信号传递给 PLC,实现对电流的闭环控制,同时 PLC 通过 RS232 通讯将其值显示于触摸屏上。变送器主要设计电路如图 3 所示。

变送器采用 AT89S52 单片机为控制器,利用 AD654 压频转换芯片将从主电路分流器出来的 0-75mv 电压信号转变为对应的频率信号,然后通过 6N137 高速光耦合后送给单片机计数口 T1,单片机对频率信号进行计数并校正后通过 RS485 将

电流值传送给 PLC,实现对电流的数字检测。

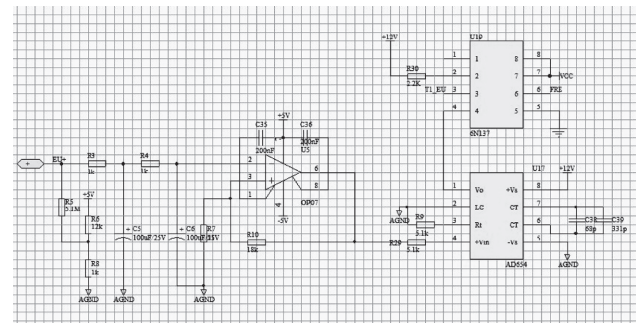


图 3 变送器主要设计电路

2.3 变送器数据记录

给定值是测量的变送器输入电压值,第二列为经过 AD654 转化后的频率通过示波器显示的频率值,修正值是由单片机校正后通过触摸屏显示的数字值,最后是通过电流表显示的实际值。变送器数据如表 1 所示。

表 1 变送器实验数据

给定值 (mv)	AD654(hz)	修正(*0.9)	电流表
4	45.6	41.04	48
4.6	51.9	46.71	51
8.35	93.6	84.24	90
14.9	168.2	151.38	160
21.3	240.7	216.63	227
27.3	308.2	277.38	285
32.5	368.9	332.01	335
37.2	423.4	381.06	380
41.3	470.4	423.36	425
42.2	479	431.1	435
43.3	493.5	444.15	450
44.6	505.3	454.77	462.5
45.8	523	470.7	475
46.5	530.2	477.18	480
47.2	537.9	484.11	487.5
47.6	543.6	489.24	490
48.7	553.5	498.15	500

由上表生成的数据曲线图如图 4 所示。

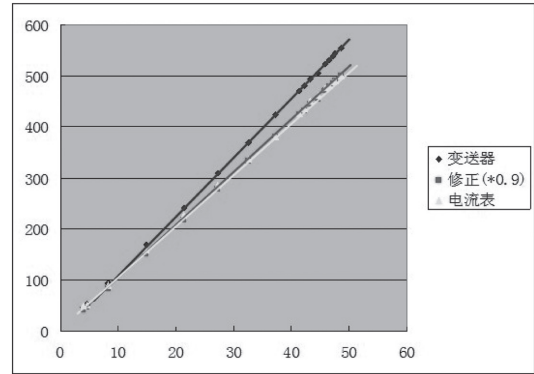


图 4 实验数据曲线图

从上面数据曲线表明,经过数值修正之后,变送器能比较精确地反应电流的大小。

3 触摸屏制界面以及控软件设计

通过台达 DOP-B10S615 触摸屏,可以很方便的实现对电

路中关键参数进行监控与显示,不仅提高了系统可读性,而且编程简单,操作方便。系统共有三个控制界面;主控界面,调流界面,送粉界面。下面介绍主要界面功能。

3.1 主控界面设计

主界面如图 5 所示

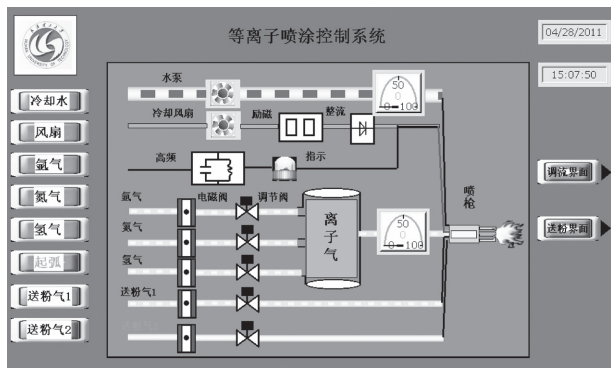


图 5 主控界面

主控界面主要包括两大部分:(1)控制部分 (2)显示部分。控制部分:通过触摸屏实现人机对话,主要对水,电,气等进行有效控制。显示部分:能实时反应设备运行状态以及反馈信息,当等离子设备不能正常工作时,可以通过显示界面反馈的信号排除故障。

3.2 调流界面设计

调流界面如图 6 所示

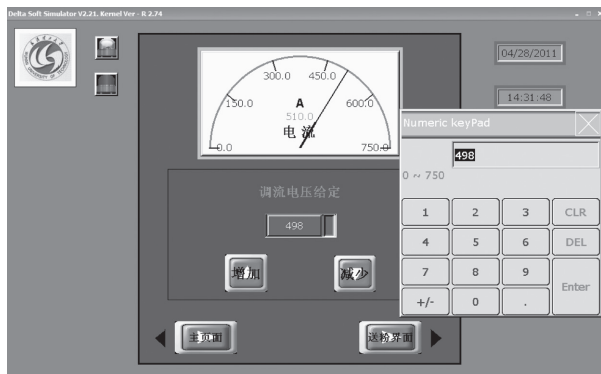


图 6 调流界面

由于台达触摸屏可以直接为 PLC 数据单元赋值,因此 PLC 只需将给定的数字值 0~255 赋予模拟电压输出单元,即可得到对应的 0~10V 电压,将此电压加到调流板放大至 0~20V,并作为可控电抗器直流控制电压,便能实现对主电路电流的调节。调流界面中包含通讯正常显示灯,报警指示灯,调流给定单元,微调单元,数字电流表等。

3.3 软件设计

PLC 软件设计流程图如图 7 所示。

等离子喷涂控制对象多,控制比较复杂,本文设计的工作流程如下所述:1、启动水泵;冷却水贯穿整个流程始终,保证及时与喷枪进行热交换,水压表将水压触点信号传递给 PLC。2、启动电源冷却风扇;当风扇正常启动后,通过风压触点信号反馈给 PLC。3、打开 Ar, N2, H2 电磁阀(通过流量计便可以手

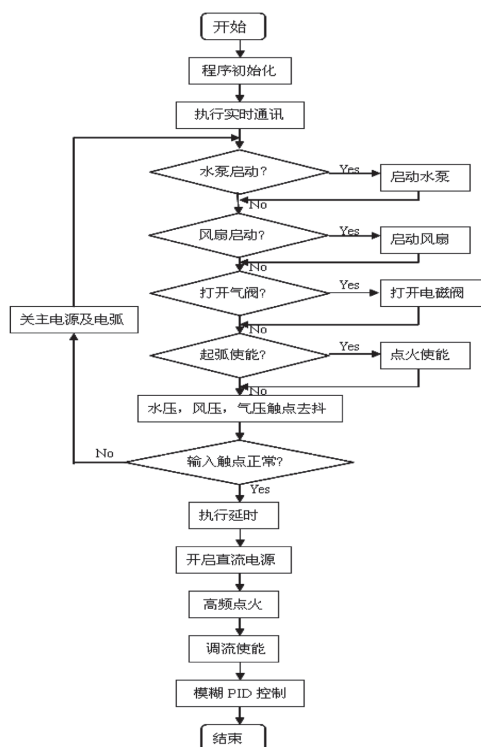


图 7 PLC 软件设计流程图

动调节气流量大小),启动起弧使能。4、逐渐增大氩气流量,当达到气压表设定值,气压表将气压触点信号反馈给 PLC。当水压,风压,气压都正常时,PLC 通过延时后进行全氩气高频起弧。5、起弧后,通过调流界面将电流调至工作值 500A 左右(金属粉和陶瓷粉所需电流不同)。6、此时可逐渐调节 N2 流量大小(由于 N2 热焓值比较高),以调节所需喷涂电压大小,也可加入微量还原性 H2,以实现对接枪的保护,提高喷涂质量。

系统采用 MODBUS 协议进行 PLC 与变频器以及送粉器之间通讯,帧信息结构为:起始位,功能位,数据位,校验位。数据传送格式采用 ASCII 形式。

4 结论

在传统开环控制的基础上采用闭环控制,能有效抵抗电网波动对喷涂电压电流的影响。利用触摸屏上软开关取代传统硬件开关器件,不仅有效节约成本,而且可靠性高,可操作性强。调流程序采用模糊 PID 控制算法,相比传统控制方法,其动态响应优越,而且不需要繁杂的 PID 参数整定,控制效果明显。目前此系统已得到成功应用,喷涂效果能有效达到预期目标。

参考文献

- [1] 王永锋等. 触摸屏控制的等离子喷涂系统研制.[J]. 有色金属, 2008, [S0]:112-115.
- [2] 吕黎. PLC 和触摸屏在等离子处理机控制系统中的应用.[J] 机械工程与自动化, 2009, [154]: 139-140.
- [3] 陈迎春等. 等离子喷涂过程自动控制及 PLC 编程.[J] 沈阳工业大学学报, 2003[1]: 14-17
- [4] 李兵等. 磁饱和式可控电抗器原理及其单片机控制[J] 现代电子技术, 2004[24]: 15-16.