

基于 PLC 的船舶进排气门工件堆焊控制系统设计

陈梁军^{1,2} 孔令成² 张志华²

(1. 合肥工业大学电气与自动化工程学院 安徽合肥 230022);

(2. 中国科学院合肥物质科学研究院先进制造技术研究所 江苏常州 213164)

摘要: 针对进排气门工件堆焊的需求,设计了一款基于 PLC 的进排气门工件堆焊控制系统。给出了工件堆焊示意图和流程,以西门子 S7-1200 为核心控制器设计控制系统,介绍了系统的 PLC 和触摸屏软硬件设计,实现了 PLC 和焊接机器人之间的良好通讯。实践证明,堆焊控制系统可实现一次编程、一键式操作的自动焊接等功能,且硬件单元布局合理,结构紧凑、美观、安全、可靠。

关键词: 进排气门;堆焊;PLC;焊接机器人

中图分类号: TP273

文献标识码: B

DOI 编码: 10.14016/j.cnki.1001-9227.2016.09.069

Abstract: For the surfacing needs of ship valves workpiece, we design a PLC-based surfacing control system of the valves of the workpiece. Giving a schematic view of the workpiece and welding processes, we make Siemens S7-1200 controller as the core control system and introduce the hardware and software system design of PLC and touch screen. So we can achieve a good communication between the PLC and robot welding. Practice has proved that the system can achieve one time programmable, automatic welding of one-button operation and so on. Besides, the hardware units have rational layout, compact, beautiful, safe and reliable structure.

Key words: valve; surfacing; PLC; welding robots

0 引言

随着工业自动化程度的不断提高,工业机器人越来越多的被应用于工厂自动化生产中。现今,市场上对工件加工焊接,小面积的焊接一般采用人工焊接,大面积的焊接则会采用等离子焊和埋弧焊,若需要高精度焊接则采用激光焊接。排气阀是船用低速柴油机的关键部件,因为换气质量的好坏直接影响着柴油机的动力性、经济性、可靠性及排气污染指标。而进排气门工件则是关键中的关键。由于船舶的进排气门工件一直裸露在外面,极易被氧化和腐蚀,受损程度较大,因此采用 Inconel625 和 718 合金对其进行加工处理。采用工业机器人使用合金材料对进排气门进行焊接操作,在业内尚属于比较前沿的案例,不仅可以使工厂生产效率得到提高,而且可以代替人工在恶劣的工况环境下工作,降低人工成本,提高工件质量,实现安全高效生产。

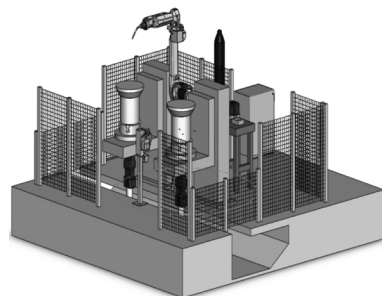
堆焊是一种采用焊接方法将具有一定性能的材料熔敷在工件表面的工艺过程。与一般焊接方法不同,不是为了连接工件,而是对工件表面进行改性以获得所需的特殊性能,进行修复与强化,具有结合强度高、抗冲击性能好、经济性好等优点。

PLC 是一种实现控制功能的工业控制计算机,由于它具有功能强、可靠性高、环境适应能力和抗干扰能力强,以及接线简单、编程灵活、方便等特点,在各类控制系统中得到了广泛的应用。本文针对某企业对进排气门工件的堆焊需求,设计了一款基于 PLC 的进排气门工件堆焊控制系统,该系统可代替人工实现工件的长时间、精确焊接,同时可实现快速、高精度的运动控制,并可实现不同产品一键式自动焊接操作。系统具有控制系统简单、成本低、运行平稳等特点,适用于不同规格工件焊接场合。

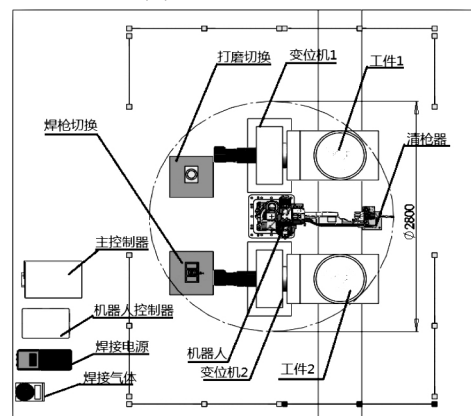
1 堆焊工作站的总体结构与功能

设计的堆焊工作站主要由弧焊专用机器人、焊接电源、二轴变位机(2台)、主控制器、工具切换平台等组成,如图 1(a),

b) 所示。系统采用总线通讯型 PLC 为主控制器,分别与机器人及变位机系统、焊接电源、温度监控系统、触摸屏及控制面板等通讯。在 PLC 控制系统内建立工件焊接参数信息管理系统。首先通过示教将相应工件的机器人焊接轨迹记录在机器人控制器内。通过建立零件和焊接参数等相关数据库^[1-2],焊接前仅需输入产品名称型号等信息就可实现一键式自动化焊接。



(a) 工作站三维立体图



(b) 工作站俯视图

图1 堆焊工作站结构图

焊接时,由作业人员将焊接工件吊装在变位机的夹具上,通过手动卡盘和定位装置将工件定位加紧,通过人机界面输入相应的工件信息,即可在触摸屏上观察与零件匹配焊接参数,同时可进行焊接参数的在线修正。通过操作者确认后按下启动按钮,工作站系统进行相应的焊接作业^[3]。依次进行盘底中心孔(吊装孔) Inconel 625 堆焊、盘外圆及盘底部(包

收稿日期: 2016-02-26

作者简介: 陈梁军(1991-),男,浙江嵊州人,在读硕士,主要研究方向为机器人技术、自动控制技术。

边) Inconel 625 堆焊、气门锥面(密封面) Inconel 718 堆焊,如图 2 所示。一个工位焊接完毕后变位机和机器人返回作业原点。焊接完毕的工件进行冷却,作业者可进行另一工位的焊接装夹准备。

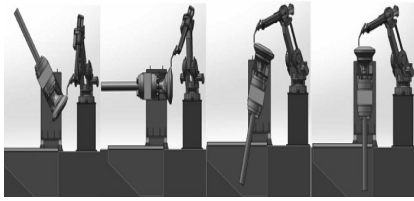


图 2 进排气门堆焊示意图

焊接工作站也集成了其他辅助机构,主要包括自动换枪/打磨、清枪、剪丝机构、测温传感器、气体流量控制(电磁阀)等。在堆焊第一道完毕后,控制系统控制机器人前往工具切换平台进行工具切换,机器人手臂切换为打磨工具对堆焊层表面进行自动打磨和清理。打磨清理完毕后控制系统控制机器人前往工具切换平台换上焊枪进行下一步焊接。清枪、剪丝机构确保焊渣与喷嘴不会发生死粘连,可通过程序设定控制清枪、剪丝频率。安装于机器人手臂末端的测温传感器为检测焊接前局部预热温度和焊接过程中层间温度。通过主控制器采集相应数据,通过编程进行相应的控制。

2 基于 PLC 的控制系统设计

2.1 PLC 的硬件设计

为保证系统能够在复杂的工厂条件下稳定可靠的运行,系统采用 PLC 作为整体控制系统的主控单元。系统主要由触摸屏、PLC、焊接机器人、两轴变位机(两台)(含伺服电机、RV 减速机)、焊接电源和辅助机构组成,控制系统的硬件总体结构图如图 3 所示。其中触摸屏用于实现人机交互功能,在系统工作过程中触摸屏负责显示焊接产品基本数据信息(产品名称、型号、工号、数量、焊材牌号),通过触摸屏同时可进行在线修改焊接参数设置值(脉冲电流、平均电流、脉冲时间、脉冲频率、脉冲电压、接地电流、焊接层数、焊接道数、焊接摆宽、焊接速度、送丝速度、焊丝干伸长度、焊接部位、保护气流量),显示屏具备显示各个设备状态信息、故障信息、日产量统计等,方便用户查看及维护。该堆焊系统触摸屏采用 MT8101ie。同时为满足系统复杂的控制流程及其高精度要求,焊接机器人采用日本 FANUC 的 M-20iA,工作半径能完全达到焊接要求,焊接机器人和焊接电源之间采用 Device Net 总线连接^[4-5]。使用 s7-1200 型 PLC,自带通讯模块,与焊接机器人之间采用 PROFIBUS 总线连接^[6],通过 PROFINET 接口与上位机进行通讯、编程。

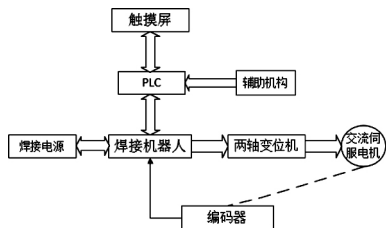


图 3 控制系统总体结构框图

2.2 堆焊系统软件设计

堆焊系统的软件包括触摸屏界面设计和 PLC 编程设计两部分。

2.2.1 PLC 程序设计

PLC 的编程设计采用模块化的设计思想^[7]。如图 4 所示,PLC 软件程序包括系统初始化程序、示教程序、自动运行程序和手动运行程序。

系统初始化程序包括系统自检和系统参数的初始化。上

电之后,堆焊系统通过自检功能判断系统是否存在故障,若有故障则报警,故障解决后通过系统重启或系统复位重新启动系统;若无故障,则进入正常运行程序。系统故障包括传感器信号是否异常、系统部件等是否正常供电等。每次开启系统,都要人工对系统进行原点搜索,使运动机构处于控制的初始状态,如果系统没有回零,则系统无法进行正常运行。

示教程序主要用于工件规格的设置及相应工件的机器人焊接轨迹的参数设置。堆焊系统的手动运行程序一般用于系统调试和系统故障时故障的排除。

系统原点搜索完成后,按下启动键,堆焊系统进入自动运行程序,机械人按照示教程序中所设定的运动轨迹进行点位运动及工件的焊接工作。机械人自动运行过程当中,系统控制器根据生产线上传感器的反馈信号判断机械人手臂当前运行状态,并将当前状态实时反馈至触摸屏界面显示。

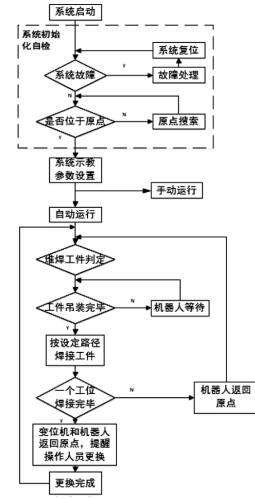


图 4 系统工作流程图

2.2.2 触摸屏的界面设计

触摸屏作为操作人员与堆焊系统之间的桥梁,根据堆焊系统控制要求,其界面设计如图 5 所示,负责显示焊接产品基本数据(产品名称、型号、工号、数量、焊材牌号)信息。通过触摸屏同时可进行在线修改焊接参数设置值(脉冲电流、平均电流、脉冲时间、脉冲频率、脉冲电压、接地电流、焊接层数、焊接道数、焊接摆宽、焊接速度、送丝速度、焊丝干伸长度、焊接部位、保护气流量),显示屏具备显示各个设备状态信息、故障信息、日产量统计等,方便用户查看及维护^[8]。

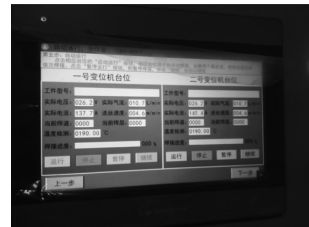


图 5 触摸屏界面设计

2.3 堆焊系统安全设计

和其他普通自动机械不同,该堆焊系统包括大型变位机和弧焊专用机器人^[9],机器人有机臂和腕关节,可以在所有的操作空间移动,机器人很灵活,同时也很危险。

为保证系统运行过程中操作人员的安全,本系统在工作站外围设计了一个保护栏,且在操作者容易接近的地方安装一个紧急停机按钮,在接收到紧急停机信号时,控制器会立即停止机器人的运行,防止操作人员误操作对车间其他设备造成危害的同时确保操作人员的安全^[10]。

3 结束语

利用 PLC 功能强,可靠性高,环境适应能力和抗干扰能

力强,以及接线简单、编程灵活、方便等特点实现焊接机器人控制的方法,能保证系统可靠和稳定地工作,通过PLC与焊接机器人的交互通讯,达到了分散稳定控制的目的。

本文所设计的进排气门工件堆焊控制系统已经应用于某企业车间中,如图6所示。实际应用表明该系统可对不同工件进行良好焊接,系统运行稳定,可靠性高,节约劳动成本,提高了企业的生产效率,且能实现车间的安全生产。



图6 现场焊接图

参考文献

- [1] 欧元贤,刘旺元.用PLC实现对焊接机器人的控制[J].机械与电子,2004,12:70-72.
- [2] 高安邦,黄志欣,高洪升,等.西门子PLC技术完全攻略[M].北京:化学工业出版社,2015年.
- [3] 唐景富.堆焊技术及实例[M].北京:机械工业出版社,2010年.
- [4] 吴迪生,王炎.机器人控制技术[M].北京:机械工业出版社,1988.
- [5] FANUC Robot series R-30iB/R-30iB Mate CONTROLLER Arc Welding Function OPERATOR'S MANUAL.
- [6] 西门子.S7-1200可编程控制器系统手册.
- [7] 陈娟,周猛,薛钧义.面向对象的程序设计方法在PLC程序设计中的应用[J].西北民族学院学报(自然科学版),2000:24-27.
- [8] 周方明,黄志杰,李涛,等.基于PLC和触摸屏技术的自动电弧钎焊装置控制系统研究[J].电焊机,2007,37(9):44-47.
- [9] 范文利,姜洪奎,陈继文,等.基于PLC的平面曲线焊接控制系统[J].机电产品开发与创新,2009,22(4):132-133.
- [10] 董视,潘洪瑞,王睿,等.基于PLC的闪光焊机控制系统[J].冶金自动化,2009,33(5):47-50.

(上接第68页)

```
Init DS18B20( );
WriteOneChar( Oxcc );
WriteOneChar( Ox44 );
delay( 125 );
Init DS18B20( );
WriteOneChar( Oxcc );
WriteOneChar( Oxbe );
tempt = ReadOneChar( );
tempH = ReadOneCharU; /
```

温度转换,通常是经过下面把高低位的运算转化为实际温度

$$\text{temperature} = ((\text{tempH} * 256) + \text{tempL}) * 0.0625; \dots$$

4.3 电机过流保护

通常来说电动机运行时往往产生过载,一般来说在当前形势下,隔离开关的电动马达是1000w的功率三个交流异步电动机, $I_e = 1$ 额定电压,倘若这个超过您可以抓住电机工作电流,尤其是当阻塞反过来,这个电流瞬时值突然增加通常来说回超过预想值,也就非常容易引起电动机的损坏。锁定转子条件为了更好地保护电机损坏电机,通常来说电机如果空气开关,所以当电动机电路通道被堵住了,不过我们现在没有发现和断开电动机控制器电路,通常来说有效断开空气开关跳闸电路保护电动机。一般来说是因为当前值一直在不停地变化,所以说我们电机的实际热量积累量大于热积累量的计算,通常来说就会产生错误的行动。表达式的逆时间算法参数设置在很大程度上影响电动机保护的灵敏度,因此我们需要确定正确的逆时间参数。

5 结语

本课题探究的智能高压开关设备也就是智能电网以及这个智能变电站的重要组成部分,通常来说在智能变电站系统

中扮演的是信息采集以及处理、通信的功能。智能组件研发高压隔离开关、高压隔离开关有能力的自我监控以及自我诊断是不可避免的,其实就是顺利完成电网安全稳定的协调控制提供技术基础条件。近期,随着建设坚强智能电网,有关策略智能变电站渐渐加快了步伐,同时智能高压开关设备发展迅速。高压隔离开关的使用,最大的设备已经使用和高压断路器,另外高压断路器的迅速发展,通常来说智能控制设备已经广泛的得到了认可,高压隔离开关控制设备相对落后,没有实现智能化,因此控制智能断路器隔离开关的智能控制是非常有必要的。

参考文献

- [1] 张小鸣.微机保护装置控制接口的 CPLD 抗干扰设计[J].仪器仪表学报,2005(10).
- [2] 秦岭,邹慧君,张刚强等.高压隔离开关导电杆运动机构优化设计[J].机械设计与研究,2006年2月.
- [3] 苏忠阳.探讨微机保护软硬件冗余设计的必要性.广东电力,2000,13(4):2729.
- [4] 王沛,魏强,付连元.110kV 220kV 隔离开关存在的问题及其改进[F].宁夏电力,2003(2).
- [5] 周华,孟晨,张战军等.智能电网及高压开关设备技术发展[J].电气技术,2010年.
- [6] 沈力.高压隔离开关的完善化改造[C].2007年云南电力装备制造企业振兴与创新论坛,2007年.
- [7] 丁书文,龚庆武,张承学.微机保护系统软件抗干扰设计[J].华北电力技术,1999(2):4649.
- [8] 谢海涛,卢东亮.防止微机保护装置受干扰和误动作的保护电路.珠海瑞捷电气有限公司.
- [9] 邱志斌,阮江军,黄道春,姚文军,张恩伟,魏晓伟.基于电机电流检测的高压隔离开关机械故障诊断[J].中国电机工程学报,2015,13:3459-3466.