

PLC 在紫外固化涂油机控制系统中的应用

王兆然, 项占琴*

(浙江大学 现代制造工程研究所, 浙江 杭州 310027)

摘要: 为了提高钢管外表面防锈工艺的生产效率, 研制了一种利用紫外光固化效应 (UV-coating) 设计的钢管涂装设备。介绍了可编程逻辑控制器 (PLC) 在该设备控制系统中的应用, 并对软件流程做了详细说明。最后, 介绍了 PLC 在该设备涂油系统控制中的应用。经现场应用表明, 该紫外固化涂油设备工作安全稳定, 极大地提高了钢管涂装工艺的工作效率。

关键词: 可编程逻辑控制器; 紫外固化; 控制系统

中图分类号: TH6; TP273

文献标识码: A

文章编号: 1001-4551(2010)07-0026-04

Application of PLC in the UV-coating oiler control system

WANG Zhao-ran, XIANG Zhan-qin

(Institute of Advance Manufacturing Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: Aiming at improving the efficiency of anti-rust technics on outer surface of steel tube, a steel tube spray equipment using UV-coating effect was developed. The application of programmable logical controller (PLC) in the control system in this equipment was sketched. Meanwhile, the software process was demonstrated in detail. Finally, the application of PLC in controlling the spray system of the equipment was emphasized. Depending on the practical application, this UV-coating spray equipment works stable and safe, moreover, this equipment greatly improves the efficiency of the technics on steel tube anti-rust painting process.

Key words: programmable logical controller (PLC); UV-coating; control system

0 引言

传统的钢管涂装设备, 使用“溶剂型油漆 + 热烘干”的方式对钢管表面进行防锈处理, 这种设备在使用时, 存在烘干时间过长 (往往大于 12 小时) 的缺陷, 导致钢管生产效率低下; 并且由于这种溶剂挥发量高, 粘度较大 ($20 \sim 30 \mu$) 导致钢管表面湿膜厚度较大且覆盖不均匀, 不能保证钢管的出口质量。

随着钢管生产工艺对效率的要求日益提高, 为了解决这一问题研制出了一种基于紫外固化原理 (UV-coating) 的新型钢管防锈涂装设备。由于 UV 防锈漆固含量高 (100%), 粘度小 (1.2μ), 固化时间短 (2 s)^[1-3] 等特点, 易于实现钢管表面漆膜厚度的精密控制, 生产效率大大提高, 使得该紫外固化涂油装置拥有较好的市场前景。

本研究主要介绍紫外固化喷涂系统的组成, 阐述 PLC 在紫外固化涂油机控制系统中的应用, 对油路控制系统的实现以及系统中自主研制的气液调压阀的工作原理及特点也做了较为详细的说明。

1 系统组成

紫外固化涂油机 (如图 1 所示) 主要由喷涂回收系统、固化系统及排风系统三部分组成。其中: 喷涂回收系统主要由隔膜泵、电气比例阀、气液调压阀、低压空气辅助雾化喷枪、过滤器等组成, 实现喷枪对钢管表面的 UV 防锈漆精密喷涂及回收, 由机架升降部件使系统能够适应不同管径钢管; 固化系统采用美国 HANOVIA 紫外灯 (光谱有效范围 350 nm ~ 450 nm, 主波峰 365 nm) 对喷涂后的油漆进行固化; 排风系统主要由变频器、风机、滤网组成, 过滤油漆, 冷却紫外灯, 并

确保固化室对喷涂室的压差,防止喷涂室油漆倒灌进入固化室以造成安全隐患。

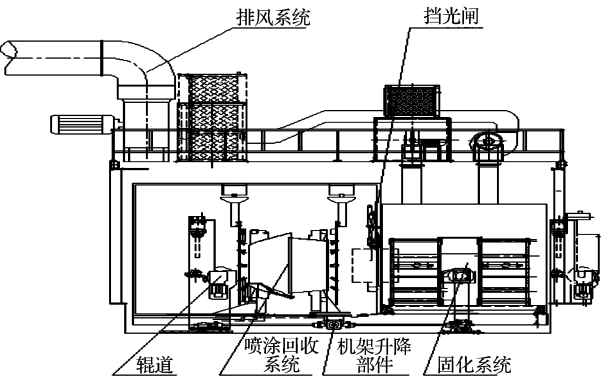


图 1 紫外固化涂油机系统布置图

控制系统(如图 2 所示)主要由工控机、PLC、控制模块及监控软件、传感器、变频器组成,完成整台设备的动作功能及状态监控,以及与上级网络通信。其控制流程为:系统工作前,根据下一批钢管管径的大小调整机架升降部件及喷枪位置,使喷枪环中心线与钢管中心线对齐。开启涂料加热器,对涂料预热 30 min,开启紫外灯 5 min 后启动风机散热,系统进入正常生产状态。正常生产时,钢管沿辊道进入紫外固化涂油机前,由一级网络获得钢管直径信息,上工位测长设备获得钢管长度信息,一组接近开关监控钢管运行速度和位置。当钢管进入设备内部第一组辊道后,PLC 控制电磁阀,启动挡光闸及喷枪;当钢管通过喷涂回收系统,喷枪关闭,当钢管离开设备,且下一根钢管还未进入设备,挡光闸关闭。此时钢管喷涂完成,可以直接打捆装车。

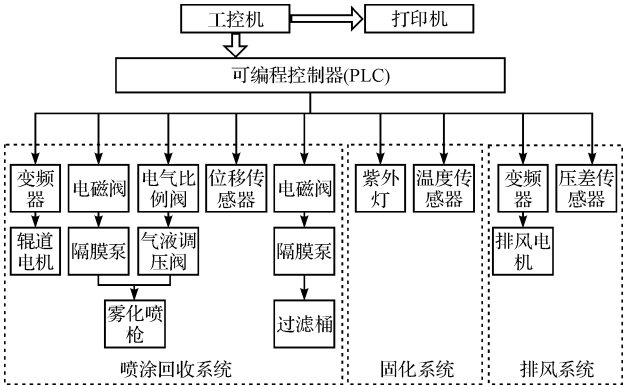


图 2 紫外固化涂油机总体框图

紫外固化涂油机运行时,由于紫外灯开启需要 5 min 预热,且频繁开关紫外灯会极大地影响其寿命,系统空闲时,将紫外灯调整至 50% 功率,风机也随之减小,防止风量过大将紫外灯吹灭。由喷涂回收系统内液位计检测回收槽内液位并传给 PLC,槽内 UV 防

锈漆达到预先设定值,PLC 启动电磁阀使隔膜泵工作,抽走 UV 漆,经过过滤器使油漆回到供油桶。为了保证工厂对生产环境的要求,设备内部进行了严格密封防止 UV 防锈漆排入大气,滤网两侧的压差开关监控滤网堵塞情况,提醒现场维护人员定期更换、清洗滤网以保证过滤效率。另外,由于紫外灯温度较高(灯管表面 700 ~ 800 ℃),用温度传感器对每一盏灯以及固化系统环境温度进行实时监控,防止生产事故的发生。

2 PLC 的选择及硬件组成

为确保系统正常运行,需要实时监控多个变量,需要选用执行速度较快的 PLC,同时,需要与上一级网络通信,本研究选用 SIEMENS 公司的 300 系列 PLC 作为紫外固化涂油机的核心控制器,其功能强大的编程软件(STEP7)可以很好地满足现场控制需要。

SIEMENS 300 系列 PLC 具有以下特点:扩展功能强大,可扩展多个 I/O 模块(最多 32 个),并实时监控 I/O 口状态。内置 PROFIBUS 端口,可以很好的与一级网络通信;软件 STEP7 V5.3 + 支持梯形图、语句表和功能表三种编程语言;现场抗电磁干扰能力强,在苛刻的现场环境中表现良好。

该系统 PLC 组成(如图 3 所示),主要由 1 个电源模块(PS307),负责对 PLC 供电;1 个 CPU 模块(CPU315-2 DP),负责数据处理;1 对扩展机架模块(IM365),负责扩展至两个机架;1 个通信模块(CP343),用于与一级网络之间的通信;3 个 I/O 模块(SM321),用于按钮输入以及传感器输入;4 个 I/O 模块(SM322),用于指示灯输出以及控制系统动作;1 个 AI 模块(SM331),用于调整机架用的位移传感器输入;5 个 AO 模块(SM332),用于调节喷枪的输出流量。PROFIBUS-DP 总线用于连接一级计算机网络,MPI 电缆用于连接工控机。

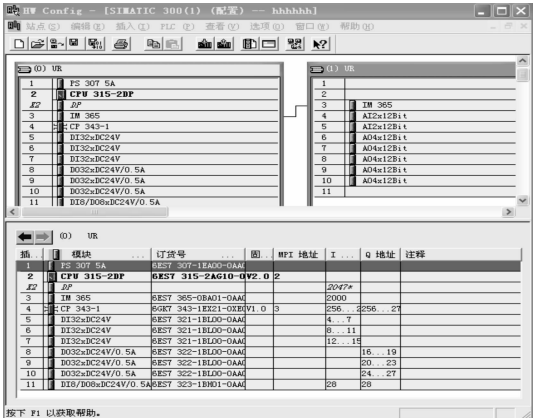


图 3 PLC 的硬件组成

3 PLC 软件设计

3.1 PLC 软件流程

PLC 软件采用 STEP7 V5.3 + 软件开发平台设计^[4]。软件包括系统初始化模块、系统报警模块、系统恢复模块以及喷涂模块组成^[5]。

软件设计有系统初始化模块,主要在设备运行前,对各传感器信号及设备所处状态进行自检并反馈给人机界面。报警模块监测系统状态,一旦出现设备严重异常,及时停机并提交系统恢复模块,由系统恢复模块对设备状态进行重置,同时提交人机界面;如果设备出现一般状况可以维持一段时间生产(如油漆量较少等信号),发出报警并提交人机界面,提醒现场操作人员。喷涂模块用于控制系统完成连续喷涂动作,具体控制流程如图 4 所示。

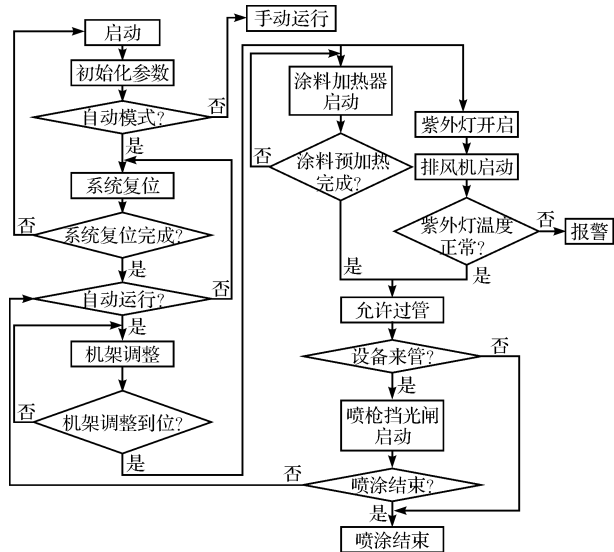


图 4 PLC 软件流程图

3.2 PLC 通信程序设计

要实现紫外固化涂油机的正常工作,PLC 需要与各功能单元通信,其中,最主要的是 PLC 与上位机之间的通信。

上位机要监控涂油机运行状态,必须实现与 PLC 之间的通信。上位机通过 CP5611 卡及 MPI 电缆与 PLC 之间实现多点接口(MPI)方式通信。由于上位监控程序是在 Delphi6.0 平台下开发的,与 PLC 的连接主要靠调用西门子提供的函数“Load—Tool()”来实现,若连接成功则返回一个非零数据,失败则返回零。操作人员在设定好钢管管径数据后,就可调用函数“m—field—write”,将要喷涂的油漆流量信号以及机架移动指令发送到指定的 PLC 存储单元中,这样 PLC

就获得了油漆喷涂的数据。当该喷涂机开始工作后,监控画面需要显示机架移动的距离,为此上位机必须能够读取 PLC 中的数据,此时上位机可以调用“m—field—read”函数,从 PLC 中读取数据。

4 喷枪流量控制的实现

喷涂系统核心部件为雾化喷枪,其功能主要由 PLC 完成油路控制、气路控制及开关控制来实现(如图 5 所示)。

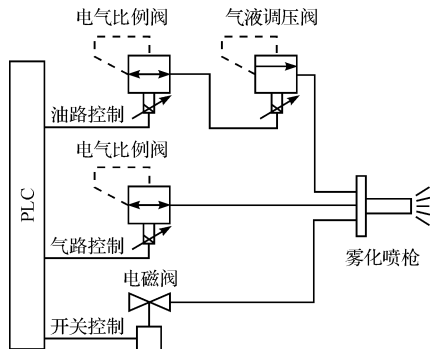


图 5 喷枪控制系统示意图

油路控制系统,由于 UV 防锈漆的腐蚀特性,易使电缆绝缘层老化^[6-7],本研究没有采用传统的“电-液”比例控制,而是设计了一套“电-气-液”自动喷涂系统,达到了电、液分离的目的。其中,由 300 系列的 PLC AO(SM332)控制模块^[8],控制电气比例阀输入电流,最终达到控制雾化喷枪输入的 UV 漆流量。由于 PLC AO 模块良好的线性及稳定性,使其在控制中误差较小,而获得了良好的效果。

气路控制系统,由 PLC 的 AO(SM332)控制模块,输出 4 mA ~ 20 mA 控制电流,调整电气比例阀,使其输出在 0 ~ 0.8 MPa 的范围内线性变化,控制雾化喷枪的输入气压;开关控制由 PLC 的 I/O 模块,通过控制电磁阀的通/断,起到开启/关闭电磁阀的目的。

5 结束语

为了改进传统的钢管涂装设备,本研究设计了喷涂 UV 防锈漆,再经过 UV 灯固化的新型钢管涂装设备。本研究着重探讨了 PLC 在这种紫外固化涂油机控制系统中的应用,介绍了该设备 PLC 系统的硬件组成、软件设计、系统通信的设计,并阐述了基于 PLC AO 模块的喷枪控制系统的实现。经现场应用证明,紫外固化涂油机能极大地缩短钢管涂装工艺消耗的时间,且涂油质量良好,抗干扰能力强,适合于国内钢管生产企业。

(下转第 77 页)

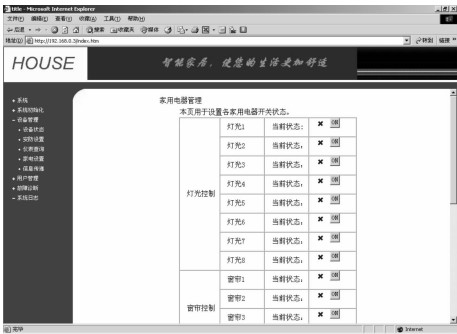


图6 浏览器显示家电控制的初始页面

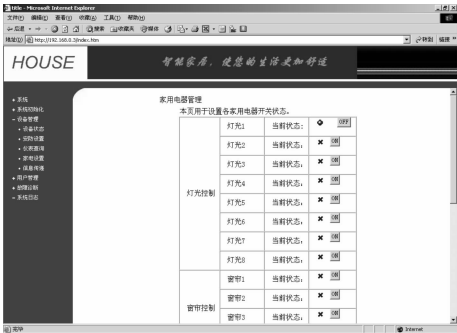


图7 浏览器发控制灯1打开命令返回的页面

5 结束语

本研究提出的智能设备控制器基于以太网方式实现网络连接的技术,实现了通过浏览器远程监视与控制家庭内部智能化家用电器的运行状况,推动了楼宇智能

化、自动化的发展。该方案除了应用于智能家居控制系统中外,还可广泛应用于基于以太网的远程数据采集与控制等工业控制领域,有着广泛的应用价值和前景。

参考文献(References):

[1] NAKAJIMA T, SATOH I, AIZU H. A Virtual Overlay Network for Integrating Home Appliances [C]. Proceedings of the 2002 Symposium on Applications and the Internet, 2002.

[2] [作者不详]. MSP430 Internet Connectivity Application Report [EB/OL]. [2004-02-01]. <http://focus.ti.com/lit/an/slaa137a/slaa137a.pdf>.

[3] BODAS D. CS8900A Ethernet Controller Technical Reference Manual [EB/OL]. [2001-07-01]. <http://www.cirrus.com/en/pubs/appNote/An83-3.pdf>.

[4] 胡大可. MSP430 系列单片机 C 语言程序设计与开发 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2003.

[5] 胡大可. MSP430 系列 FLASH 型超低功耗 16 位单片机 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2003.

[6] 蒋小洛, 胡大可, 朱海涛. 嵌入式家庭网关的研究与开发 [C]//中国西部嵌入式系统与单片机技术论坛 2005 学术年会论文集. 北京:北京航空航天大学出版社, 2005: 125-129.

[7] 吴丽珍, 郝晓弘. 智能家庭网络控制系统的设计与实现 [J]. 计算机应用研究, 2005(3): 232-234.

[8] 刘露, 王竹萍, 刘炬. 基于嵌入式 Linux 的视频网络实时监控系统的实现 [J]. 电测与仪表, 2004, 41(12): 52-54. [编辑:李辉]

(上接第 28 页)

参考文献(References):

[1] 王德海, 江桢. 紫外固化材料理论与应用 [M]. 北京:科学出版社, 2001.

[2] 宋彦辉, 王钧, 王智生. 紫外固化中光敏促进剂对固化速度的影响 [J]. 云南大学学报, 2005, 27(3A): 355-357.

[3] 王锋, 胡剑青, 涂伟萍. UV 固化低聚物及其涂料研究进展 [J]. 热固性树脂, 2007, 22(3): 41-46.

[4] SIEMENS 公司. 深入浅出西门子 S7-300 PLC [M]. 北京:

北京航空航天大学出版社, 2004.

[5] 陈铭, 项占琴. PLC 在热钢坯断面打号机控制系统中的应用 [J]. 机电工程, 2008, 25(9): 77-79.

[6] 肖玉生, 张洪良. 新型高精度调压阀特性分析 [J]. 液压与气动, 2002(4): 40-42.

[7] 章宏甲, 黄谊. 液压传动 [M]. 北京:机械工业出版社, 2000.

[8] 叶军, 翟晓勋. 基于 S7-300 的圆棒铝锭锯切机控制系统 [J]. 机械, 2008, 35(11): 48-50. [编辑:张翔]