

# 退煮漂联合机生产线监控系统的设计与实现

柳申洪, 张建新, 向 忠, 胡旭东

(浙江理工大学机械与自动控制学院, 杭州 310018)

**摘 要:** 针对当前我国印染装备自动监控程度不高, 信息化水平低, 能耗管理效率差等问题, 设计了一种基于 PLC 和组态软件的监控系统。以 PLC、工控机、触摸屏、传感器、流量计等组成系统硬件, 以 RS485 通信组网, 结合 PID 算法、组态王软件等实现了对温度、蒸汽及水流量、车速等设备工艺参数的监测和实时控制等功能。将该监控系统在浙江宇展印染有限公司的退煮漂联合机生产线上付诸实施, 系统运行稳定, 日报表记录验证了系统的合理性和可行性。

**关键词:** 可编程逻辑控制器; 组态监控软件; 工控网络; PID 算法; 能耗管理

**中图分类号:** TS190.47

**文献标志码:** A

## 0 引 言

纺织印染行业在我国的国民经济中占有重要的地位, 每年的印染产品产量居世界前列, 年生产销售增长速度较快。然而因为我国印染装备和工艺落后, 尤其是染整设备自动化水平低、关键工艺参数在线监控跟不上, 从而导致整体产品水平低, 附加值、档次不高, 每年我国需进口大量的高档面料用于加工出口服装。为此国家明确提出, 采用先进技术改造、提升纺织印染等传统产业, 提高印染生产在线监控技术势在必行<sup>[1-2]</sup>。基于 PLC 与组态软件的监控技术已相对比较成熟, 已应用于各大工业领域。苏静明等<sup>[3]</sup>开发了基于西门子 S7-200 PLC 和组态王 KingView 的节能控制站远程监控系统, 实现了对冻结法凿井节能控制站现场传感设备的远程监控。黎洪生等<sup>[4]</sup>利用 OMRON PLC 和组态王 KingView 开发实现了一个分布式监控系统, 应用于油田开采的监控。王万强等<sup>[5]</sup>介绍了西门子 PLC 及 WinCC 组态软件在镇海电厂冷却水处理中的应用情况。此外, 基于 PLC 与组态软件的监控系统广泛应用于污水处理、交通灯控制、自动装罐机和中央空调监控等领域, 并且都取得了比较理想的效果<sup>[6-9]</sup>, 但

是, 应用于印染装备的监控很少, 相关文献也很少。

本文选取了浙江宇展印染有限公司的一条比较陈旧的退煮漂联合机生产线进行升级改造, 开发了基于多台三菱 PLC 和组态软件的退煮漂联合机生产线监控系统, 并付诸实施, 以提高其印染装备的自动化、信息化水平, 以及能耗管理效率。

## 1 系统架构的设计与实现

浙江宇展印染企业有限公司轧染车间的退煮漂联合机是由新时代 ZLTZ991 型退浆煮练机和新时代 ZLYP991 型平幅氧漂机改造联合而成的, 全长 50 m, 共有 9 个水洗箱和 2 个蒸煮箱, 蒸汽和水供应分别有两套系统管道, 现场如图 1 所示。



图1 浙江宇展退煮漂联合机生产线  
该设备监测的参数共有 9 个水洗箱温度, 2 个

收稿日期: 2013-06-24

基金项目: 浙江省科技厅公益性项目(2012C21011); 浙江理工大学科研启动金(1003836-Y)

作者简介: 柳申洪(1986-), 男, 浙江临海人, 硕士研究生, 研究方向为印染装备自动控制技术。

通信作者: 向 忠, E-mail: xz@zstu.edu.cn

蒸煮箱温度,2个蒸汽管道蒸汽消耗量,2个水管道水消耗量,4段车速。由于监测参数较多,且分布比

较分散,下位机采用三台 PLC,对该设备进行分段监控。整个系统架构如图 2 所示。

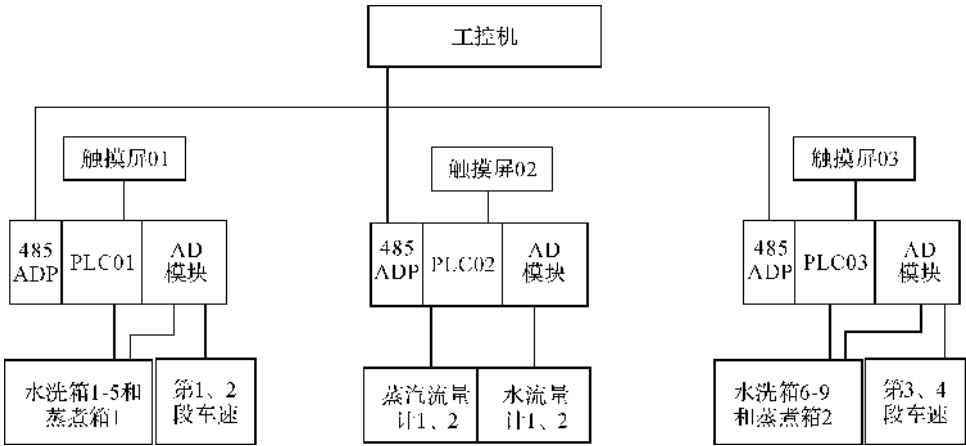


图2 退煮漂联合机生产线监控系统架构

基于 PLC 和组态软件的退煮漂联合机生产线监控系统利用 RS485 通信对现场设备进行组网,现场设备包括工控机(上位机,对下位机集中监控),触摸屏(上位机,监控相应的 PLC 下位机),PLC(下位机),温度传感器,编码器,蒸汽流量计,水流量计,485 通信线,485ADP(增加通信距离)等。PLC 通过脉冲的形式或者 AD 模块将模拟量转化为数字量的形式,实现对蒸汽流量、水流量、车速以及温度的快速采集,并且结合 PID 算法对采集来的温度数据进行处理,控制蒸汽阀的开启和关闭时长,从而保证温度的控制精度和稳定性,同时能够有效减少蒸汽能源的消耗。工控机实时地与三台 PLC 通信,以获取温度、蒸汽流量、水流量、车速等参数,利用组态王软件显示这些参数,通过画面显示监控效果,同时每台 PLC 实时地与触摸屏通信,通过威纶通 EB8000 组态软件,显示相应的参数监控效果。系统主要硬件配置如表 1 所示。

表 1 系统硬件配置

名称	型号	数量	备注
PLC	FX3U-16MR	3	监控处理器
工控机	NV-EPC121C	1	集中监控点
触摸屏	MT6100i	3	现场监控点
AD 模块	FX2n-4AD	5	将模拟量转成数字量
485ADP	FX3U-485ADP	3	增加通信距离
蒸汽流量计	LUGB/E	2	输出脉冲信号
水流量计	LUG 智能涡街流量计	2	输出 4~20 mA 信号
温度传感器	STYB	9	输出 4~20 mA 信号
测速编码器	CHA58MS10-1212-G05R	4	输出 0~10 V 信号

a) PLC 实时监控系统。PLC 是整个系统的核心部件,实现对系统的核心监控。该系统选用三菱 FX3U—16MR PLC,采用可程序存储器在其内部储存可执行逻辑运算、微分处理、时序控制、比较计时、计数等操作。利用 GX-works 编程软件在个人计算机 windows 操作系统上编程,最后将编好的程序通过 485 串口线下载到下位机 PLC。系统通过 AD 模块,将前端流量计采集的水流量、温度计采集的温度、编码器采集的车速,由模拟量转换成数字量后,传送给 PLC,同时通过 IO 端口、PLC 内置的计数模块,通过脉冲的形式将蒸汽流量计采集的蒸汽量传送到 PLC 存储器。然后,PLC 利用 PID 控制算法对采集来的温度数据进行计算处理,求出调节参数,控制蒸汽阀的开启和关闭时长,来调节水洗箱或者蒸煮箱的温度,同时有效提高蒸汽的利用效率。

b) 工控机和触摸屏。工控机作为集中监控点,触摸屏作为相应的 PLC 监控点,利用 RS485 接口与 PLC 连接。工控机,利用组态王软件建立驱动,建立变量,绘制画面,动态实时显示蒸汽流量、水流量、温度和车速等信息,完成对现场的集中监控,同时还可以绘制实时报表,历史曲线,历史报表,为进一步控制效率、能耗管理提供借鉴。触摸屏则利用 EB8000 组态软件构造变量、画面,实现对相应的 PLC 监控信息的显示。

c) 监控组态软件。监控软件选用组态王 King-View 和 EB8000。组态王是在工控机上建立工业控制对象人机接口的一种软件包,以 windows 操作系统为平台,具有界面一致友好、图形功能完备的特点。组态王能通过串口与 PLC 方便地进行通信,访问 PLC 相应的寄存器,以获得修改相关的寄存器的

值或者 PLC 控制设备的相应状态,利用各种功能模块,完成实时监控,产生实时报表与历史报表,显示实时曲线和历史曲线,提供报警和仪表显示等功能。EB8000 是在触摸屏上建立工业控制对象人机接口的组态软件,同样能够通过 485 通信获得和修改下位机 PLC 的寄存器的值,实现表报、曲线、报警等功能,具有操作方便,界面友好等特点。

## 2 系统软件的实现

基于 PLC 和组态软件的退煮漂联合机生产线监控系统软件包括 PLC 实时监控软件系统、触摸屏监控软件和工控机监控软件。PLC 实时监控软件系统主要是实时监测现场的蒸汽流量、水流量、车速和温度等,利用 PID 算法实时控制蒸汽阀的关闭时长和开始时长,从而控制水洗箱和蒸煮箱的温度精度和稳定性,降低蒸汽能量的消耗;触摸屏监控软件只是实时监控相应的下位机 PLC 的运行状况,监控现场相应的参数。工控机监控软件主要实现对现场的集中监控。

### 2.1 PLC 实时控制软件系统

PLC 是整个系统的核心控制器,接受并处理蒸汽流量计、水流量计、编码器和温度传感器等采集的数据。蒸汽流量计实时采集当前的蒸汽流量以脉冲的形式,通过屏蔽双绞线、PLC 的 IO 端口传送到 PLC 寄存器。水流量计、编码器、温度传感器实时采集现场的水流量、车速和温度,转换成电流或者电压的形式,通过 A/D 模块将模拟量转换成数字量传送到 PLC 寄存器。PLC 利用采集过来的数据与上位机设定值进行比较,利用 PID 算法,调整输出参数,控制蒸汽阀的开始时长和关闭时长,从而调整蒸煮箱和水洗箱的温度精度和稳定性。

PLC 实时控制软件系统组成如图 3 所示,包括蒸汽流量采集处理模块、水流量采集处理模块、车速采集处理模块、温度采集处理模块、PID 算法处理模块和输出控制模块。

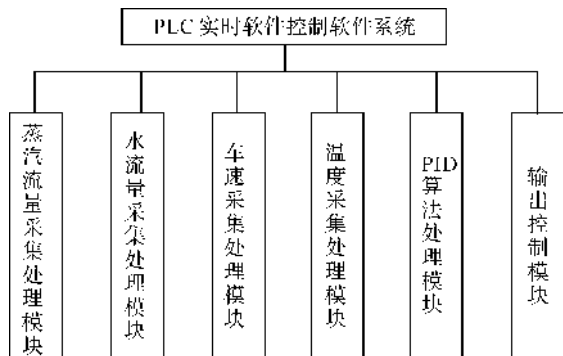


图 3 PLC 实时控制软件系统组成

PLC 的温度、蒸汽流量控制方案如图 4 所示。

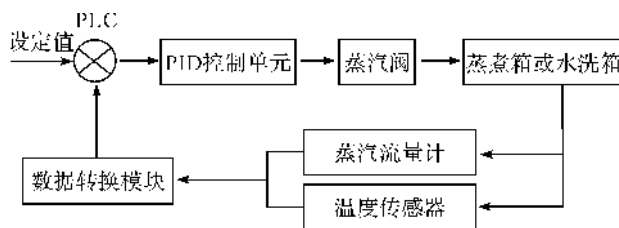


图 4 PLC 温度、蒸汽流量控制方案

蒸汽流量计实时采集现场的蒸汽流量,以脉冲的形式,通过 IO 端口传送给 PLC 寄存器,温度传感器实时采集水洗箱和蒸煮箱的实时温度,通过 AD 转换模块将模拟量转换成数字量,传送给 PLC 寄存器。PLC 将采集传送过来的值,与上位机设定值比较,通过 PID 运算,不断控制蒸汽阀的开始时长和关闭时长,控制水洗箱与蒸煮箱的温度精度和稳定性。有效利用蒸汽量,达到节能降耗的效果。

PLC 控制程序流程如图 5 所示。

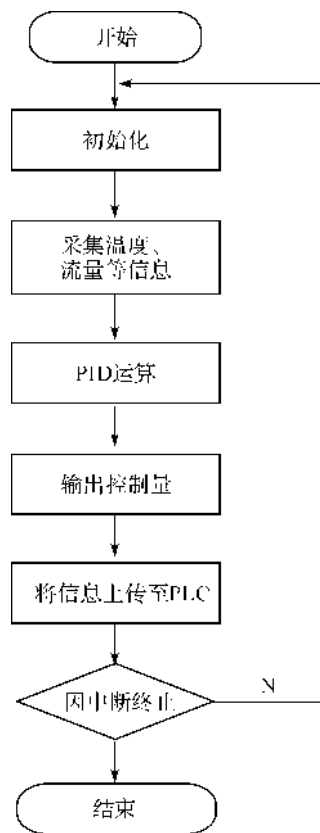


图 5 PLC 控制程序流程

### 2.2 监控软件的实现

#### 2.2.1 触摸屏 EB8000 监控软件的实现

每台 PLC 都通过 RS485 串口连接一台触摸屏(上位机),实现现场监控,实现的软件主界面如图 6 所示。

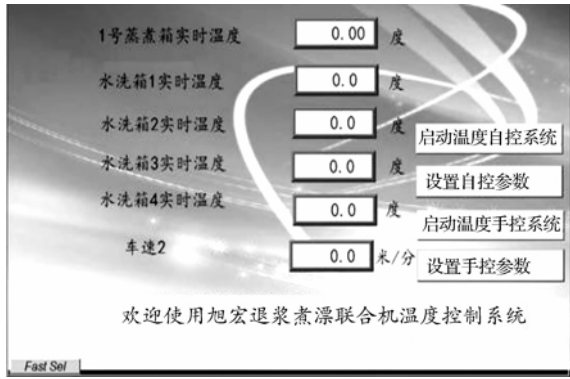


图6 触摸屏运行主界面

2.2.2 工控机组态王监控软件的实现

组态王把每一台 PLC 下位机都看作外部设备。由于组态王所在的工控机与现场 PLC 之间采用的是 RS485 串口通信,利用设备向导提示可方便地完

成通信连接。组态王通过串口驱动程序和外部设备交换数据。每一个驱动程序都是一个 COM 对象,这种方式可使组态王和通讯程序构成一个完整系统。在组态王中可以通过向导为现场的蒸汽流量计、水流量计、温度传感器、编码器等设备分别定义变量,利用文本框或者其它图案建立起与变量的连接,即可实时显示各设备的运行状态变化。组态王程序主画面如图 7 所示。

组态王将下位机采集过来的数据保存于实时数据库,并利用这些数据通过借助于实时曲线、历史曲线、报表等控件显示过去和当前的蒸汽流量、水流量和温度等变化情况。温度实时曲线如图 8 所示,日报表记录的 2013 年 4 月 14 号能耗消耗如表 2 所示。

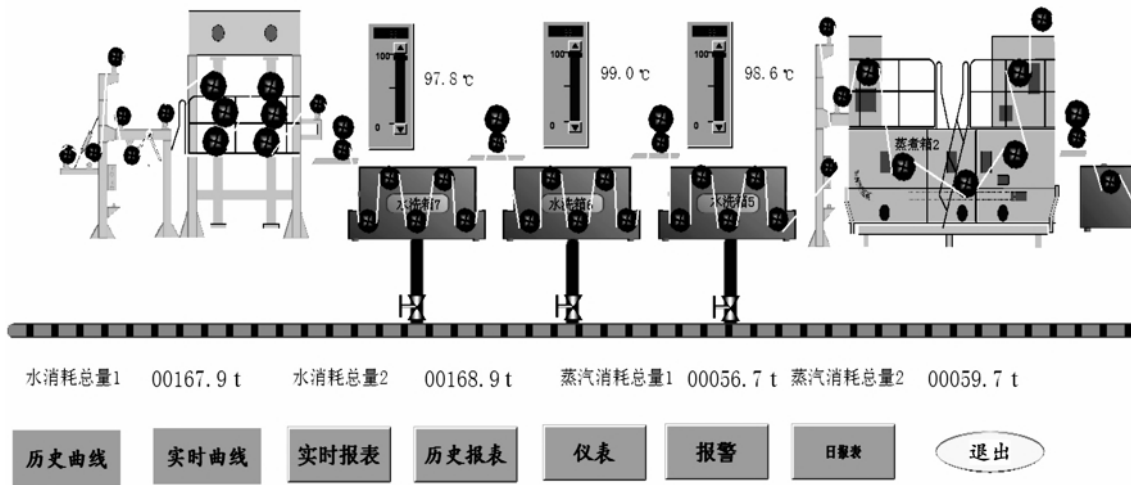


图7 退煮漂联合机生产线监控系统运行主画面

表2 能源消耗日报表

单位 t

时间	蒸汽一消耗	蒸汽二消耗	水一消耗	水二消耗	时间	蒸汽一消耗	蒸汽二消耗	水一消耗	水二消耗
1 时	1.50	1.20	3.80	2.10	13 时	1.70	1.10	4.30	2.70
2 时	1.40	1.10	3.80	2.10	14 时	1.70	1.10	4.50	2.50
3 时	1.60	1.00	4.00	2.20	15 时	1.70	1.30	4.60	2.40
4 时	1.50	1.10	4.00	2.00	16 时	1.60	1.50	4.20	2.20
5 时	1.60	0.50	4.40	2.50	17 时	1.80	1.50	4.10	2.40
6 时	1.70	1.00	4.40	2.50	18 时	1.70	1.40	4.20	2.50
7 时	1.70	1.20	4.80	2.40	19 时	1.60	1.30	4.30	2.60
8 时	1.80	1.40	4.60	2.60	20 时	1.70	1.20	4.20	2.40
9 时	1.60	1.10	4.20	2.80	21 时	1.60	1.40	4.50	2.50
10 时	1.70	1.00	4.30	2.30	22 时	1.50	1.30	4.30	2.60
11 时	1.80	1.20	4.30	2.50	23 时	1.60	1.40	4.10	2.70
12 时	1.60	1.20	4.20	2.60	24 时	1.60	1.20	4.30	2.80

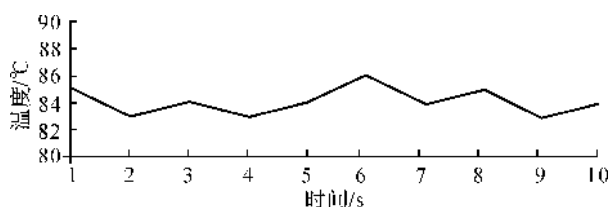


图 8 退煮漂联合机生产线监控系统—温度曲线

在未投入该系统使用之前,该企业通过人工现场记录设备参数、能耗消耗情况的,操作十分不便,难免出现能源消耗记录不及时、不准确等问题,而通过该系统的这些报表、曲线的信息化管理显示,工作人员可以及时观察能源消耗情况和设备运行状况,实时调整控制参数,减少能源消耗,从而降低企业生产成本。

### 3 结 论

基于 PLC 与组态软件的退煮漂联合机监控系统,实现了蒸汽流量、水流量、车速和温度等参数的采集和管理,同时通过 PID 算法,提高了水洗箱和蒸煮箱的温度精度和稳定性,有效降低了能耗。通过触摸屏 EB8000 组态软件和工控机组态王软件分别实现了现场监控和集中监控,提高了退煮漂联合机生产线的监控水平。

### 参考文献:

- [1] 2012—2016 年中国印染行业投资分析及前景预测报告[R/OL]. (2012-06-13)[2013-05-27]. [http://www.360doc.com/content/12/0613/18/8516808\\_217955202.shtml](http://www.360doc.com/content/12/0613/18/8516808_217955202.shtml).
- [2] 闫文佳. 环保时代不缺少典范: 记滨海绿色印染基地的诞生[J]. 中国纺织, 2011(10): 52-53.
- [3] 苏静明, 洪 炎. 基于 PLC 与组态王的节能控制站远程监控系统研究[J]. 工矿自动化, 2011(2): 21-23.
- [4] 黎洪生, 李 超, 周登科, 等. 基于 PLC 和组态软件的分布式监控系统设计[J]. 武汉理工大学学报, 2002, 24(3): 27-29.
- [5] 王万强, 陈国金, 张俊芳. S7-300 PLC 和 WinCC 组态软件在电厂的应用[J]. 机电工程, 2004, 21(7): 4-7.
- [6] 陈 燕. 基于 PLC 及组态王技术的污水处理自控系统应用分析[J]. 工业控制计算机, 2012, 25(1): 38-41.
- [7] 吴国强. 基于组态技术的 PLC 实现交通灯控制系统[J]. 湖州职业技术学院学报, 2004(3): 88-90.
- [8] 祝常红, 桂卫华. PLC 及嵌入式 MCGS 组态软件实现的自动灌装机控制系统[J]. 电工技术, 2004(4): 33-34.
- [9] 罗启平. 基于 PLC 和力控组态软件的中央空调监控系统设计[J]. 煤炭技术, 2012, 31(2): 53-54.

## Design and Realization of Production Line Monitoring System of Desizing-Scouring-Bleaching Combination Machine

LIU Shen-hong, ZHANG Jian-xin, XIANG Zhong, HU Xu-dong

(School of Mechanical Engineering and Automation, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** In allusion to problems of printing and dyeing equipment in China such as low degree of automatic monitoring, low level of informatization and poor efficiency of energy consumption management, this paper designs a monitoring system based on PLC and configuration software with system hardwares such as PLC, industrial control machine, touch screen, sensor and flowmeter, which realizes monitoring and real-time control of technological parameters such as temperature, steam, water-carrying capacity and vehicle speed with RS485 communication network in combination with PID algorithm and Kingview software. This monitoring system is implemented on the production line of desizing-scouring-bleaching combination machine of Zhejiang Yuzhan Printing and Dyeing Co., Ltd., and the system operates stably. Daily statement records verify the rationality and feasibility of the system.

**Key words:** programmable logic control; configuration monitoring software; industrial control network; PID algorithm; energy consumption management

(责任编辑: 张祖尧)