

基于PLC的助剂配送自动控制系统

付贺檀, 向 忠*, 史伟民

(浙江理工大学 机械与自动控制学院, 浙江 杭州 310018)

摘要: 针对国内印染行业在助剂配送环节自动化程度低、人力成本高的现状,研发了一套以可编程控制器(PLC)为核心的助剂自动配送控制系统,设计了配送系统的管路结构、专用的模拟信号调理模块等硬件结构,并开发了下位机程序、人机界面。在减小误差学习法的基础上,利用PLC软件滤波对信号进行了滤波处理,控制电磁阀动作,并实现了在触摸屏上的显示。研究表明,该系统工作稳定、抗干扰能力强,提高了生产效率、降低了生产成本。

关键词: 可编程控制器;减小误差学习法;助剂配送

中图分类号: TH39;TS193 文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2012)05-0549-04

Design of additives distribution automatic control system based on PLC

FU He-tan, XIANG Zhong, SHI Wei-min

(Faculty of Mechanical Engineering & Automation, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Aiming at the current domestic industry of printing and dyeing additives in distribution link; automation degree low, high labor costs, a set of programmable logic controller(PLC) as the core of the additives distribution control system was developed. The pipeline structure of the distribution system, the hardware structure of special analog signal conditioning were designed. Meanwhile computer program and human-machine interfere were developed. On the basis of reduce the error learning method, the filtering software was used to process the signal, and valves action were displayed on the touch screen. The experimental results show that the system is stable and strong in anti-disturbance capability, it not only reduces the production cost, but also improves the production efficiency.

Key words: programmable logic controller(PLC); reduce the error learning method; additives distribution

0 引 言

印染设备(如丝光机、定型机、退煮漂联合机等)在生产过程中,一些关键工位需利用助剂来辅助染色,传统工艺中主要依赖手工操作来实现助剂浓度的配比,配比好的染液由人力输送到印染现场,该方法不仅劳动强度大、生产效率低、助剂浪费严重,而且调制出的助剂浓度与目标浓度存在一定误差,无法保证产品质量。因此,印染助剂自动化配送已成为染整设备工业自动化研究和发展的方向之一。

近几年,国内外研究机构都对染整工艺的自动化进行了研究^[1-3],国外的助剂自动配送系统成熟稳定,

但是存在文化差异和售后服务问题,不能满足国内印染企业的需要。国内的助剂自动配送系统仍处于低水平的仿制阶段,在控制精度、环保性、控制功能的全面性、联网功能等方面,和国外的产品相比存在着较大的差距。

本研究以PLC为核心,设计一套自动化程度较高、精度高的助剂配送自动化装置系统。该设计通过触摸屏简单操作,可以集中管理印染厂的助剂配送(6~10种),按照配方工艺依次对助剂进行称重、混合,然后输送到目标染缸。在硬件结构方面,该系统硬件分为上、下两层,其中称重桶依靠3个可升降的挂钩固定在上层,下层为混合桶;在称重方面,称重传感器将重量转

收稿日期:2011-12-05

作者简介:付贺檀(1986-),男,河南安阳人,主要从事机电一体化方面的研究。E-mail:fuhetan@126.com

通信联系人:向 忠,男,博士,讲师。E-mail:xz@zstu.edu.cn

化为电信号,经过硬件差分放大滤波和软件限幅平均滤波后传给PLC;在精度控制方面,利用减小误差学习方法解决液体在管道内流动滞后的问题,并导出有效的控制计算公式,以增加系统的精度。

1 系统工作原理及总体设计

1.1 助剂配送自动控制系统工作原理

系统上电后,直流电源供给称重传感器24 V的电压,传感器采集得到的电信号经过有源滤波电路、A/D模块传送给PLC,按照配方工艺,PLC执行用户程序后输出开关控制信号控制电磁阀的动作,逐个控制助剂阀和自来水阀,依次完成助剂和水的称重,称重完毕后助剂溶液从称重桶排放到混合桶内搅拌,混合好的溶液由泵送到相应的染缸储料桶。触摸屏在整个称重过程中进行实时监控、自动分析处理、记录和显示。

1.2 助剂配送自动控制系统总体设计

该系统由机械部分和电气控制部分构成,其中机械部分由称重桶、混合桶、基座构成称重骨架,助剂由隔膜泵入储料桶,储料桶放置在距离地面一定高度的平台上,助剂在重力的作用下经垂直输送管道流入称重桶,混合好的染料由泵输送到染缸料桶。电气部分由可编程控制器、A/D模块、触摸屏、电磁继电器、指示灯等组成,总气源与三联件连接后,通过电磁阀分别与助剂阀、自来水阀、称重桶放料阀、混合搅拌桶排空阀、混合桶循环阀、称重桶清洗阀、混合搅拌桶清洗阀、混合桶输送阀、压缩空气输送阀、残液排空阀以及染缸料桶阀连接。所有气动阀门均采用开关阀。助剂桶内的液位传感器、混合桶的液位传感器以及染缸料桶液位传感器产生的液位信号经由控制柜接入PLC。系统框图如图1所示。

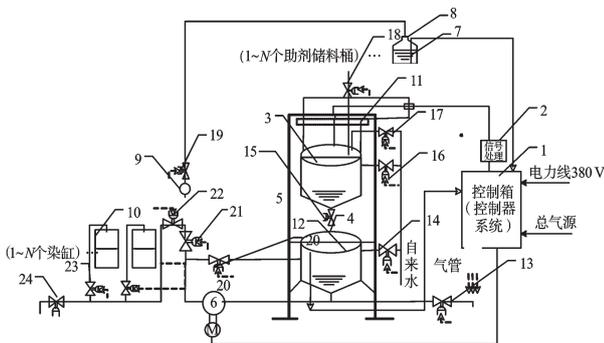


图1 助剂配送自动化装置机构示意图

1—控制箱;2—硬件滤波模块;3—称重桶;4—混合桶;5—支撑架;6—泵;7—助剂桶液位传感器;8—助剂料桶;9—隔膜泵;10—染缸;11—称重传感器;12—混合桶液位传感器;13—排空阀;14—混合桶清洗阀;15—放料阀;16—称重桶清洗阀;17—自来水阀;18—助剂阀;19—输送助剂阀;20—混合桶循环阀;21—混合桶输送阀;22—压缩空气输送阀;23—染缸输送阀;24—排残阀

2 控制器硬件结构

本研究选用三菱PLCFX3G-60M作为控制系统的CPU,PLC是传统的继电器技术和现代的计算机技术结合的产物,它将1个处理器、1个集成电源和一定数量的数字量I/O端子集成封装在一个独立模块中,适合应用于工业自动化。在工业控制方面相对于继电器控制和计算机控制,PLC具有可靠性强、抗干扰能力强、编程方便、能耗低等优点^[4-10]。触摸屏选用的是威纶MT8000I,它有强大的以太网通讯功能,可以与带以太网口的PLC等控制器通讯,通过Internet对HMI和与HMI连接的PLC下载程序。A/D模块选用FX-4AD,它是一个高精度的模拟量输入单元。

本研究通过二通阀的切换实现助剂的定点输送,切换管路如图2所示。

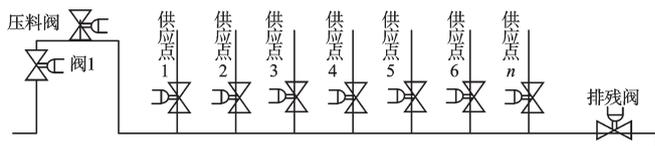


图2 采用二通阀结构的定点输送切换管路

所有供应点的二通阀在默认情况下都是关闭的,当要向指定的染缸输送混合好的染料时,打开相应的气动阀。由图3可知,采用该管路结构,单次配送过程中有助剂残留在管路中,为此该设计添加了压料气动阀,压送空气时,先关闭阀1,然后打开压料气动阀,根据各个管路的长短,预设相应的压送时间,最后再打开排残阀,排除管内的残余助剂,避免对下次配送助剂成分造成影响。

3 研究内容及其技术关键

3.1 研究内容

本研究采用称重传感器依次测量各种助剂的重量,以实现一定浓度的助剂配置,对该系统的研究主要包括以下3个方面:

(1) 合理设计配送系统的管路结构,以满足助剂自动配送所需的各助剂依次称量、搅拌混合、输送功能;以压缩空气为动力源,将管路内的残留助剂输送到目标工位,并完成对输送管路的吹扫,尽量降低管路粘附助剂对不同批次布料印染的影响;

(2) 以可编程控制器(PLC)为基础,编写下位机软件用于实现助剂自动配送系统的过程控制;开发图形化上位机人机界面,采用RS232通讯协议与PLC之间进行数据传输,实现助剂消耗记录存储、历史数据查询、故障诊断与报警功能,并提供染程和配方数据的编辑功能,为印染过程现场调试控制提供接口;

(3) 以电力电子学为基础,对称重传感器传出的信号经过硬件滤波和软件滤波处理,以提高系统的抗干扰能力和控制精度;并运用减小误差学习法,提高称量助剂的精度。

3.2 关键技术

该系统的关键技术主要包括:

(1) 提高助剂配送系统的配送效率,降低其废液排放量,达到节能降耗目的:以称重传感器为基础的印染助剂自动配送系统的设计与开发,实现对多支助剂的依次自动测量;

(2) 提高助剂配送系统控制精度和工作可靠性,需要开发专用的模拟信号调理模块,并对配送过程进行减小误差学习法控制,提高助剂测量精度。

4 系统软件设计

4.1 助剂配送控制系统软件流程图

在编程方面,本研究按照顺序功能图(SFC)设计,依据生产工艺的要求,将机械动作的一个工作周期划

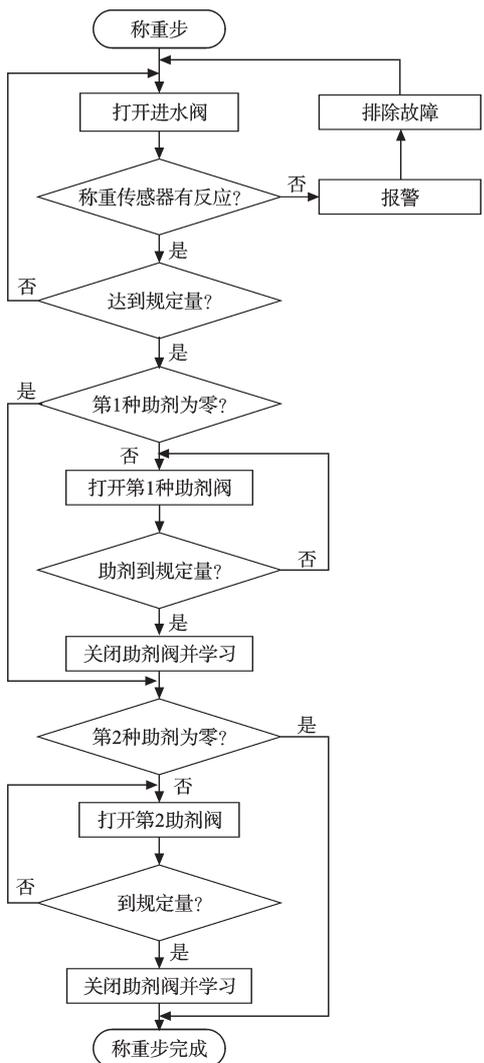


图3 称重步

分为若干个工作阶段,并明确每一步所要执行的输出,步与步之间通过指定的条件进行转换^[11-12]。主流程包括初始步、自检步、称重步、混合步、输送步以及下次称重步。假设配含有两种助剂的染液,那么助剂配送的称重步如图3所示,混合输送步如图4所示。

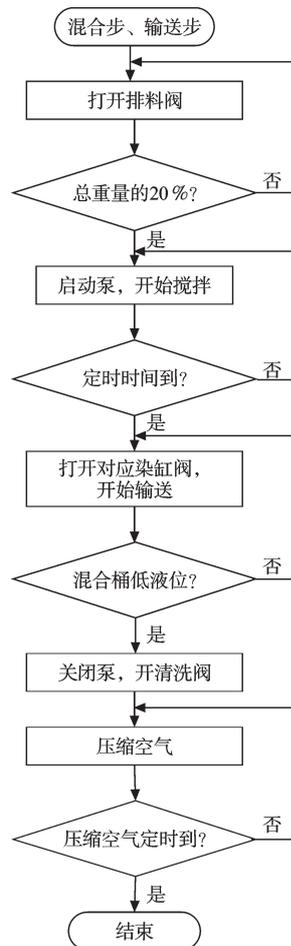


图4 混合输送步

4.2 限幅平均滤波法

本研究采用限幅平均滤波法,对偶然性干扰起到了很好的抑制作用。

该方法根据经验判断,以确定两次采样允许的最大偏差值(设为 A),即:每次检测到新值(设为 X_i)时,如果 $|X_{i-1}-X_i| \leq A$,则本次值 X_i 有效,如果 $|X_{i-1}-X_i| > A$,则本次值 X_i 无效,放弃本次值,用上次值 X_{i-1} 代替本次值,即本次有效值 $X_i = X_{i-1}$ 。

采集的一组数据为 $X_i, X_{i+1} \dots X_{i+N-1}$,则滤波结果:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} X_i \quad (1)$$

4.3 减小误差学习法

本研究通过电磁阀的关闭与否来控制助剂的添加,按照工艺称重某种助剂时,电磁阀通电,助剂阀开启,助剂由管道流进称重桶,电信号由称重传感器传给

表1 测验结果值

测量	JY-1(2 000 g)	消泡剂(2 000 g)	醋酸(3 000 g)	水(30 000 g)	总重(37 000 g)
第1次测量值/g	1 980	2 018	3 015	29 985	36 998
第2次测量值/g	2 010	1 992	2 991	30 010	37 003
第3次测量值/g	1 996	2 005	3 006	29 994	37 001
第4次测量值/g	2 002	1 997	3 001	30 002	37 002

PLC。当添加的助剂达到工艺的设定值时,PLC控制电磁阀断电,助剂阀关闭。在上述操作中,助剂在管道内流动的滞后性必须考虑在系统设计中,针对此情况,本研究运用负反馈的控制方法。

该方法的基本思想是:①设定添加助剂 A 重量目标值为 B_0 (单位:g);②提前关阀量为 $y(k-1)$ (单位:g);③实际称重值为 C_0 (单位:g)。

那么下次助剂提前关阀量为:

$$y(k) = y(k-1) + C_0 - B_0 \quad (2)$$

$y(k)$ 随着称重次数增加而改变,使得实际称重值逐渐渐进目标值,称重结果越来越精确。

5 测试结果

本研究进行了实验测试,分别把染色助剂JY-1、消泡剂、醋酸(98%)泵入助剂储料桶,开始进行3次测验。测验结果值如表1所示。

根据表1提供的实验数据,分别绘制实验指标随试验次数变化的趋势图,如图5所示,从图5中能够直观地了解减小误差学习法对实验结果的影响。

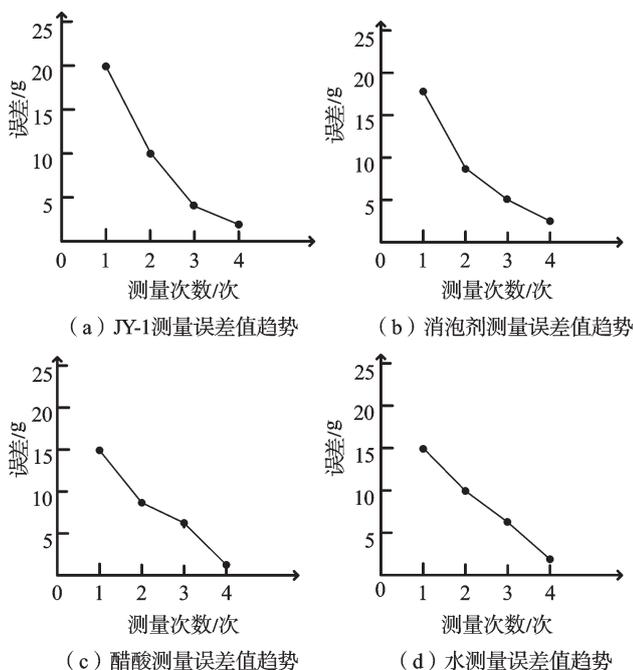


图5 误差趋势

就变化趋势而言,随着次数的增多,实验误差值不断减小,测试结果显示称重实际值越来越趋近目标值;就工艺要求误差最大值(10 g)而言,第3、4次各种助剂误差值(<10 g)达到了预期要求。

6 结束语

在可编程控制器的基础上,本研究设计了一套助剂自动控制配送的系统,实现了助剂配送的自动化。试验结果显示,该系统完全可以满足企业的工艺要求。此外,该系统总体结构成本低、效率高,解决了印染厂在助剂配送这一环节上自动化程度低的问题。

参考文献(References):

- [1] 徐海江,宏跃,金万树. 纺织品印染过程中染料、助剂自动控制技术[J]. 纺织机械,2010(6):53-58
- [2] 陈志华,林琳. 2010/2011 中国印染行业发展报告[J]. 印染,2011(8):55-58.
- [3] 王建庆,毛志平,李戎印. 印染行业节能减排技术现状及展望[J]. 印染,2009(1):47-54.
- [4] 曾庆林,庆勇. 基于PLC的计量加料自动控制系统[J]. 纺织学报,2007(2):91-94.
- [5] 张建新. 基于工业以太网的染色设备监控系统[J]. 纺织学报,2005(4):112-114,117.
- [6] 蔡瑞,王萍. 基于PLC的流量计比值控制系统设计[J]. 可编程控制器与工厂自动化,2008(3):133-144,116.
- [7] 佟冰,马军华,张苗. 三菱PLC与三菱人机界面在锅炉集中控制中的应用[J]. 国内外机电一体化技术,2008(2):68-70.
- [8] 刘小明. 利用PLC对人造毛皮梳棉机电气部分的改造[J]. 机电工程技术,2011,40(6):143-146.
- [9] YU Jing-jia, YUAN Bo-cheng. Design of electronic control system for roller machine [J]. **Applied Mechanics and Materials**, 2011(101-102):11-14.
- [10] MARIA G. Design and implementation of PLC-based monitoring control system for induction motor [J]. **IEEE Transactions on Energy Conversion**, 2004, 19(3):469-476.
- [11] 龚中华. 三菱FX系列PLC应用技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2010.
- [12] 杨后川. 三菱PLC应用100例[M]. 北京:电子工业出版社,2011.

[编辑:张翔]