

文章编号 :0253-9721(2007)02-0085-04

基于 PLC 的计量加料自动控制系统

贾贵玺,贾淑娅,车学哲

(天津大学 电气与自动化工程学院,天津 300072)

摘要 通过对传统染色工艺及其存在问题的分析,指出当前染色加工工艺要求助剂注入方式是非线性计量加料。为此,设计了一种基于可编程控制器(PLC)的计量加料自动控制系统,它主要通过变频器与 PLC 的配合使用可以实现助剂的非线性计量加入。具体介绍了基于 PLC 的计量加料自动控制系统的构成、工作过程、工作原理、硬件设计和软件设计。该系统的实际应用效果表明,染色加工工艺的质量得到显著提高。

关键词 受控染色;非线性计量加料;可编程控制器;染色机;自动控制

中图分类号:TS190.47 文献标识码:A

Automatic metering and dosing control system based on PLC

JIA Guixi, JIA Shuya, CHE Xuezhe

(School of Electrical Engineering and Automation, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract After analyzing the traditional process of dyeing and problems associated with it, the paper pointed out that nonlinear metering and dosing of assistants are required for the current dyeing technique. For this reason, an automatic control system of metering and dosing based on PLC (programmable logic controller) is designed in which the nonlinear metering and dosing of assistants is realized by combination use of the frequency changer and the PLC. A detailed discussion is made on the structure of the system, its working principle and process, and hardware and software design. The results of its application show that the dyeing quality is improved remarkably.

Key words controlled dyeing; nonlinear metering and dosing; PLC; dyeing machine; automatic control

在染色工艺中,影响染色的因素主要有浴比、温度、时间、助剂以及染前处理等。传统的染色工艺主要是对温度、染料和助剂的配备及注入时间的控制,而忽视了助剂的注入方式。助剂的注入方式不当会导致色花、色差及染料盐析等染色质量问题。传统的简单加料方式是无法保证染色质量的,必须采用计量控制方式,才能有效地满足染色工艺要求^[1]。为此,本文设计了一种基于 PLC 的计量加料自动控制系统。

1 传统染色存在的问题

染色机控制系统的研究已经取得了很大进展,解决了染液温度的控制问题^[2-4],在自动配料方面

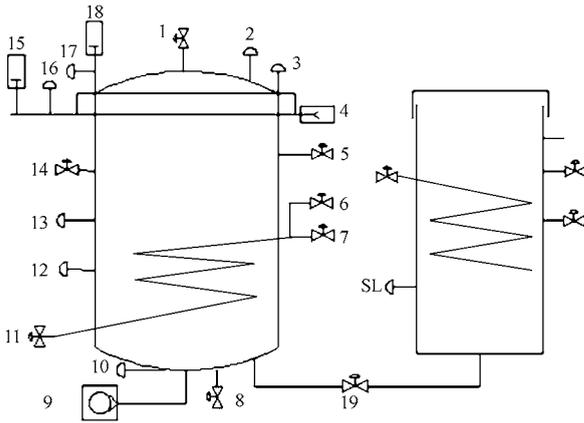
也取得了一定的进步^[5]。传统的染色机系统结构如图 1 所示。左侧为染缸,右侧为染色用水的储水罐,染缸是主要的温度控制对象。传统的染色工艺过程主要由升温、保温、降温等几个连续阶段组成。升温过程采用蒸汽加热,降温阶段采用冷却水冷却。在升温过程中,当温度达到某一特定值时,保温一段时间,在这段时间内加入染料、助剂等化学药品。在降温过程中,当温度降到某一特定温度时,校正浴比,再加入染料或助剂。

在传统染色工艺中,升温和降温过程中的加料是靠有经验的工艺人员或操作工将配置好的染液或助剂直接倒入染色用的储水罐。这种人为的控制,对染深色织物来说,问题不大,但对染浅色织物若采用活性染料,则会出现染色质量问题。其原因虽然

料也不能完全满足新型的染色工艺。例如,对染浅色的织物来说,采用线性加料是无法控制上染率的,必须采用非线性计量加料来保证充分的上染率。

2 基于 PLC 的计量加料自动控制系统

染色工艺要求助剂的最佳注入方式是非线性加料,如图 2 所示。助剂的添加量 Q 随时间 t 按平方比例递增, $Q = ct^2$ 。为了达到上述要求,本文介绍了一种新的基于 PLC 的计量加料控制系统。



1—排压阀;2—压力传感器;3—旋圈位置传感器;4—旋圈汽缸;5—加压阀(增加染缸内部压力);6—冷却水阀;7—调节阀(调节蒸汽流量);8—排水阀;9—循环混流泵(保持染液循环流动);10—低水位传感器;11—冷凝水阀;12—温度传感器;13—高水位传感器;14—溢流阀;15—开盖汽缸;16—开盖位置传感器;17—安全销位置传感器;18—安全销汽缸;19—进水阀

图 1 染色机结构图

Fig.1 Structure diagram of dyeing machine

与温度控制有一定的关系(如,在上染率高的温度范围内升温过快),但更直接的原因是助剂的注入方式不当。根据活性染料在织物染色中的上染特点可知,染浅色织物时,第 1 次上染率是很高的,可达 60%。如果助剂的用量或注入方式不当,有可能使上染速度过快,造成染色不匀,同时还可能引起染料的聚集或沉淀,从而导致织物染色质量的不稳定,废品率高,因而产品档次无法提高^[6]。

不但人工加料存在上述问题,传统单一线性加

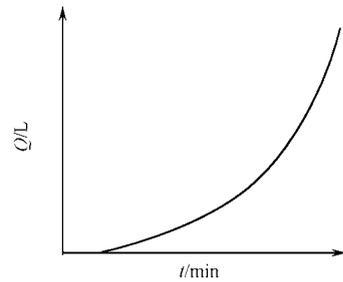
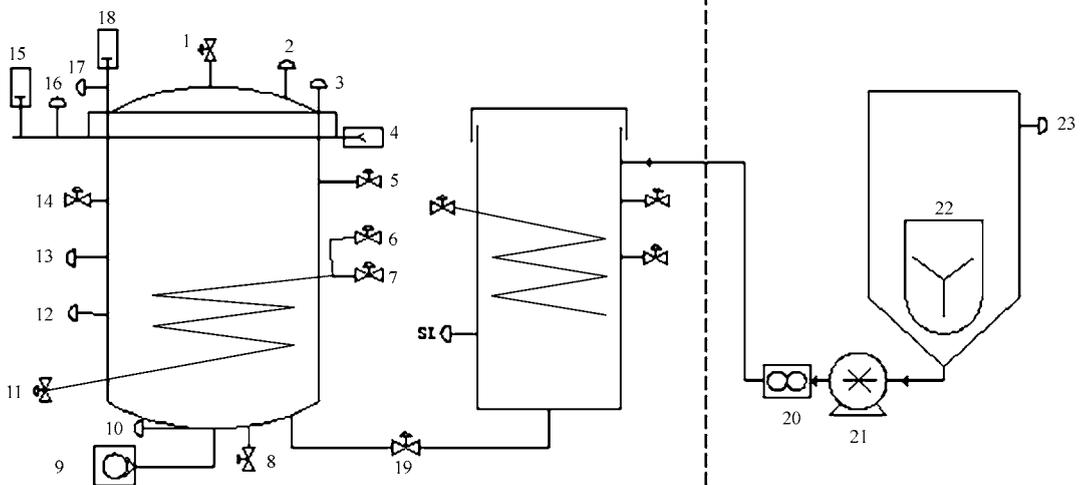


图 2 助剂加量时间曲线

Fig.2 Curve of additive dosing with time

2.1 控制系统的构成

改进助剂注入方式后的染色机结构如图 3 所示。图中虚线右侧部分是基于 PLC 的计量加料控制系统。该计量加料控制系统主要由水缸、高水位传感器、流量检测计、变频器、磁力泵、搅拌机、PLC 和电脑计量加料程序等组成。



1~19(同图 1);20—流量计;21—磁力泵;22—搅拌机;23—高水位传感器

图 3 改进后的染色机结构图

Fig.3 Structure diagram of updating dyeing machine

2.2 工作过程

操作人员将助剂加入水缸中,同时加水,当水缸里的溶液加到指定的量时,阀门关闭,停止加水。按下搅拌开关,搅拌机可以连续搅拌10 min。如果需要,搅拌过程中可以随时暂停搅拌。经搅拌,助剂充分溶解。

得到搅拌好的助剂溶液后,需要加料时,操作人员按下加料开关,计量加料控制系统开始按照加料过程要求的非线性速度自动把溶液加入到染色用水的储水缸,然后在进水阀打开的情况下从储水缸流入染缸中。当水缸里的溶液全部流入储水缸时,泵停止运转。

流量检测计实时监测注入储水缸溶液的流速,并且把测得的脉冲数传送给 PLC,PLC 经过计算可以得出溶液的流速和总的注入容积,这些数据传送到上位机,以供工作人员决策。

2.3 自动控制系统设计

2.3.1 PLC 控制原理

计量加料系统是用 PLC 作为中央控制区来完成计量加料的全过程。在助剂配备之前工作人员开启加水开关,PLC 中央控制区发出信号,启动相应的电磁阀将水注入水缸中,与此同时高水位传感器开始工作。当水缸中溶液的量增加到与高水位传感器所设定的量等值时,中央控制区接收到高水位传感器的动作信号,立即使加水的电磁阀关闭,停止加水。当助剂按需求量加入水缸并按下搅拌开关,控制区发出指令,启动搅拌机相应的电磁阀并且内部计时器开始计时,搅拌机均匀搅拌溶液;当计时器的时间到达设定值(一般为10 min)时,控制区发出指令,电磁阀关闭,停止搅拌。

助剂溶液混合均匀后,按下加料开关,PLC 发出指令,启动相应的电磁阀,变频器和流量计开始工作。泵在变频器的控制下按工艺要求的加料速度,将助剂染液导入染色用的储水缸。将流量计检测到的溶液流速传送到 PLC 的数据存储区,PLC 把此数据与一个给定值进行比较,当溶液流速骤然变小,关闭相应的电磁阀,泵和变频器停止工作,助剂溶液全部注入储水缸中。

2.3.2 硬件设计

计量加料控制系统接线原理如图 4 所示。高水位传感器、流量检测计、搅拌开关按钮和加液开关按钮作为 PLC 的输入量,变频器、泵、搅拌机作为 PLC 的输出量。

选用台湾 VIGOR 的 VH 系列 VH-14MR 的 PLC

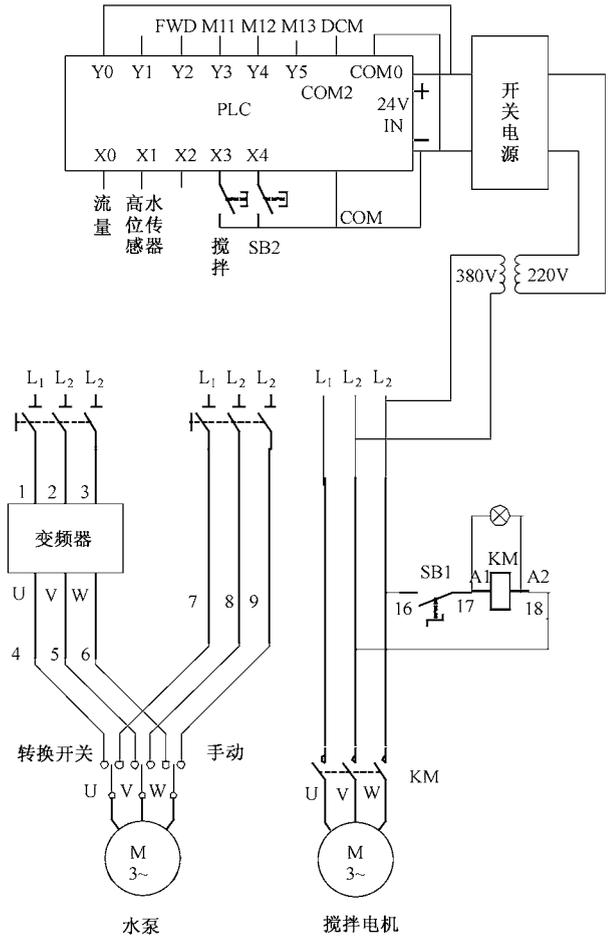


图 4 接线原理图

Fig. 4 Elementary diagram

(8 点输入,6 点继电器输出);通讯模块完成与上位机的数据交换;A/D 模块完成高水位传感器、流量计等模拟信号的采集;D/A 模块实现 PLC 对设备的控制输出。

变频器的选择是加料速度能否满足工艺要求的关键,选用艾默生 TDI000 系列的 TDI000-2S0015G 变频器。它具有以下特点:采用 V/F 控制方式,可以任意设定 V/F 曲线;加减速曲线为直线,有 2 种加减速时间可选,设定范围是 0.1 ~ 3 600 s;外接端子控制多速运行。如图 4 所示变频器的多速端子与 PLC 的 Y3 ~ Y5 输出点连接,通过 Y3、Y4 的不同逻辑组合可以实现多段速度运行,Y5 用来实现 2 种加减速时间的切换。

高水位传感器、流量计、泵、电磁阀等属于一般性设备,根据工艺要求选择。

2.3.3 软件设计

系统采用 PLC 梯形图编程实现各种逻辑顺序控制和流速检测控制。系统软件控制主程序流程图

如图 5 所示。该控制系统可以实现自动/手动切换和变频/工频切换(若需要把助剂溶液快速注入染色机的储水缸时,可采用工频运行模式)。采用变频启动方式时,变频器的频率在开始的 3 s 内上升到 25 Hz,再经过 2 s 降到最低频率。这个启动过程可以

排掉助剂溶液传送管道内的空气,使溶液起始流速极小。然后变频器由最低频率缓慢加速以保证溶液的流速是线性增加的,从而使溶液的注入量随时间按平方比例递增,满足了工艺要求。

3 结束语

传统染色工艺的加料过程采用的是人工加料或线性加料,而这些传统的加料方式无法满足织物染色质量的要求。为了解决这个问题,本文设计了基于 PLC 的计量加料控制系统。采用此系统,可以实现加料的非线性控制,从而大大提高了染色质量及染色稳定性。本系统已在天津三星毛纺织有限公司成功应用,效果显著。

FZXB

参考文献:

- [1] 陈有波.自动计量加料系统浅议[J].印染,2002(12): 23 - 27.
- [2] 杨小庆,邓志良,谢成祥.染色机温度控制系统的仿真研究[J].华东船舶工业学院学报:自然科学版,2004, 18(1): 51 - 55.
- [3] 谢成祥,张健,邓志良.一种染色机温度控制器的设计[J].控制工程,2005,12(5): 455 - 457.
- [4] 罗维平,向阳.染色机温度的非线性控制[J].机电一体化,2001(1): 58 - 60.
- [5] 徐文强,华演.经轴染色机自动配料系统的研制[J].纺织科技进展,2004(6): 45 - 46.
- [6] 钱崇濂.纱线染色[M].北京:纺织工业出版社,1984: 64.

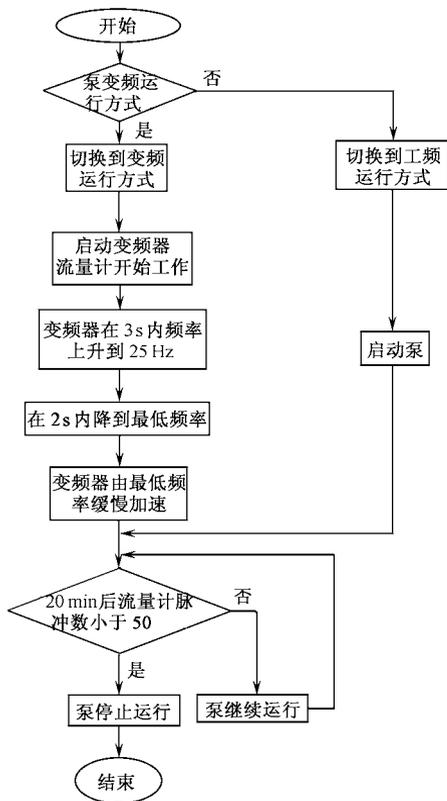


图 5 主程序流程图

Fig. 5 Flow diagram of control software