

# 浆纱机智能调浆系统研发

梁颖<sup>1</sup>, 刘汉申<sup>1</sup>, 崔运喜<sup>2</sup>, 李 铭<sup>1</sup>, 张 洪<sup>1</sup>, 陈威望<sup>1</sup>, 王庆华<sup>1</sup>, 魏 毅<sup>1</sup>

(1.中原工学院, 河南 郑州 450007; 2.郑州纺机工程技术有限公司, 河南 郑州 450006)

**摘要:** 介绍一种适用于浆纱机的智能调浆系统,该系统由4个相互关联的子系统组成:检测系统、控制系统、配料系统和调制系统。其中,检测系统主要用于检测浆纱机浆槽的实时液位、浆液含固率以及调浆桶内浆液温度与液位;控制系统采用下位机 PLC 与上位机工业 PC 串行控制,主要由检测单元、主控单元、配料单元和调制单元构成,形成检测-控制-执行-检测的闭环控制系统,以实现智能调浆系统的安全稳定运行;配料系统由放料单元和接料单元构成,放料单元采用螺旋给料机构,接料单元采用丝杠螺母传动机构;调制系统主要由调浆桶、电控球阀、输浆泵等构成,保证浆液的温度、粘度、含固率等达到工艺值指标。整个调浆系统以工业 PC 和 PLC 为控制中枢,进行闭环控制,系统自动化程度高,运行安全、稳定、可靠。

**关键词:** 浆纱机; 智能仪表; 调浆; 控制系统; 检测系统

**中图分类号:** TS103.7; TS103.323

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2044(2018)02-0059-04

**DOI:**10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.02.019

## Research and development of intelligent mixing and burdening system for sizing machine

LIANG Ying<sup>1</sup>, LIU Hanshen<sup>1</sup>, CUI Yunxi<sup>2</sup>, LI Ge<sup>1</sup>, ZHANG Hong<sup>1</sup>, CHEN Weiwang<sup>1</sup>, WANG Qinghua<sup>1</sup>, WEI Yi<sup>1</sup>

(1.Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou 450007, China)

(2.Zhengzhou Textile Machinery Engineering & Technology Co., Ltd., Zhengzhou 450006, China)

**Abstract:** An intelligent mixing and burdening system for sizing machine is introduced. It consists of four interrelated subsystems: detection system, control system, batching system and modulation system. Among them, the detection system mainly detects the real-time liquid level, the solid content in the size vat and the slurry temperature and liquid level in the mixing vessel; the control system adopts the lower computer PLC and the host computer industrial PC serial control, mainly consists of the detection unit, the main control unit, the batching unit and the modulation unit, a closed-loop control system is formed by the detection-control-execution-detection to realize the safe and stable operation of the intelligent mixing system. The batching system is composed of the discharge unit and the material receiving unit. The discharge unit adopts the screw feeding mechanism, and the material receiving unit adopts the screw nut transmission mechanism. The modulation system is mainly composed of the mixing vessel, the electric control ball valve, the slurry pump and so on, to ensure the temperature, viscosity and solid rate of the slurry reach the best process indexes. As the entire mixing system is closed-loop controlled by industrial PC and PLC as control center, the system is highly automatic, operationally safe, stable and reliable.

**Key words:** sizing machine; intelligent instrument; size mixing; control system; detection system

在纺织工艺中,经纱上浆是织前准备的一道重要工序,提高经纱上浆质量是提升坯布质量的重要保证<sup>[1-2]</sup>。而浆液含固率的稳定直接影响上浆效果,因此调浆过程中各浆料量的精准添加变得尤为重要。其中,浆液的配方根据纱线的品种而定,主要有 PVA、淀粉、变性淀粉等粉末浆料和柔软润滑剂、渗透剂等液体助剂。由于纱线品种不同,各浆料的添加顺序与调配工艺温度也存在差异<sup>[3]</sup>。目前,国内外经纱上浆的调浆工序主要使用高温高压调浆桶,采用 PLC 控制,配套气动阀、测温仪等,对调浆的进水、进生浆、进蒸汽、定温、闷浆、出浆等一系列动作进行自动控制,但在配制生浆过程中,单独使用一种浆料往往不能满足浆纱

工艺的要求,需根据经纱品种、号(支)数、织物规格选用几种浆料以适当的比例配合并调制规定浓度、温度、粘度及 pH 的浆液,供浆纱之用。在浆料配比环节,工人根据浆纱机浆槽所需浆液量凭经验确定各浆料的配比量,再通过人工称量投料,最后在控制面板上设定各运行参数,如进水量、调浆温度、调浆时间等,调浆完毕后经管道输至浆纱机的浆槽或循环浆箱。

类似上述半自动化的调浆方式存在诸多缺点:人工称重配料是一个枯燥的机械重复式动作,工人易疲劳,导致配料误差大,且不同工人配料也存在差异,很难达到精准配料;浆纱机浆槽中浆液的含固率随生产过程时刻变化,需添加的调配浆液含固率应根据此时浆槽剩余浆液的含固率而定,这使得操作工人无法精准把握应调浆液的含固率,调浆只能对浆槽内浆液的容积进行补偿,而不能有目的地稳固混合浆液含固率至最佳工艺值;工人劳动强度大,人工成本高,严重影响纺织企业效益,且各化工浆料对操作工人的健康存

**收稿日期:** 2017-07-05

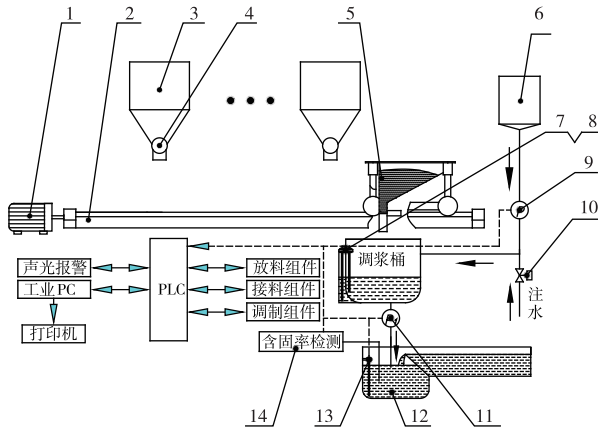
**作者简介:** 梁颖(1975-),女,河南郑州人,硕士,讲师,主要从事纺织机械设计与制造、CAD/CAE/CAM 集成、机械控制技术,有限元分析等研究。

**通信作者:** 刘汉申。E-mail:1032360167@qq.com。

在安全隐患。因此,研发一种适用于浆纱机的智能调浆系统,用来替代人工操作成为亟待解决的问题。

## 1 智能调浆系统组成

根据纺织车间实际生产流程,针对浆纱工艺的调浆环节,研发出一种适用于浆纱机配套的智能调浆系统,示意图见图1。该调浆系统由4个相互关联的子系统组成:检测系统、配料系统、调制系统、控制系统。



1-伺服电动机;2-小车驱动机构;3-粉末料仓;4-放料机构;5-配料小车;6-助剂料仓;7-调浆桶液位计;8-调浆桶温度传感器;9-液体计量泵;10-电控球阀;11-输浆泵;12-浆槽;13-浆槽液位仪;14-含固率检测仪

图1 智能调浆系统结构示意图

检测系统主要由调浆桶液位计7、调浆桶温度传感器8、液体计量泵9、含固率检测仪14、浆槽液位仪13组成。其中,调浆桶液位计7与温度传感器8可将调浆桶内的液位和温度信息传给控制系统;液体计量泵9用于检测液体助剂的抽取量;浆槽液位仪13实时检测浆液液位,当液位低于设定下线时启动配料系统与调制系统;含固率检测仪14用来检测当前浆液含固率值,上传至控制系统以供配料系统分析<sup>[4]</sup>。

配料系统可划分为放料单元和接料单元。放料单元由粉末料仓3、放料机构4、助剂料仓6、液体计量泵9构成,可实现粉末浆料和液体助剂的定量投放;接料单元主要由伺服电动机1、小车驱动机构2、配料小车5和接近开关等位置传感器构成,伺服电动机1通过驱动机构2实现配料小车在固定轨道上的移动,再通过传感器配合控制系统以完成在不同粉末浆料仓下的接料。

调制系统主要由调浆桶、输浆泵11、电控球阀10组成。调浆桶内设有搅拌单元和加热单元,电控球阀10与控制系统连接,得电开启,向调浆桶内注水。调浆完毕后浆液由输浆泵11导入浆纱机浆槽12。其

中,外部水源经电控球阀10与液体计量泵9用三通管道连接至调浆桶,当液体计量泵9计量达到所需值时,电控球阀10向调浆桶内注入一定量的水,采用此结构可有效避免由于液体配料残留管道而造成的配料误差。

控制系统结构框图见图2,主要由4个单元组成:主控单元、配料单元、调制单元、检测单元。其中,主控单元采用PLC与工业PC串行控制<sup>[5]</sup>,工业PC作为上位机,主要实现及时处理下位机的反馈数据、系统运行监控、配方储存管理、调浆报表打印等功能。PLC作为下位机,主要实现数据采集、电气运行、声光报警等功能。当检测单元检测到浆纱机的浆槽液位低于下限值时,向控制单元发出补浆信号,控制单元从检测单元读取当前浆液含固率值并计算出所需浆液含固率,然后将指令传给配料单元与调制单元。调浆结束后,浆液由输浆泵导入浆槽,检测单元继续检测浆槽液位。整个系统形成了检测→控制→配料→调制→检测的闭环智能控制系统。

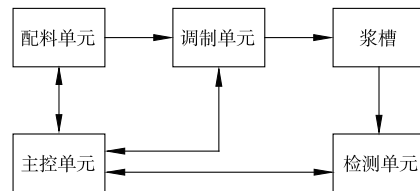


图2 智能调浆系统控制系统结构框图

## 2 配料系统设计

### 2.1 配料系统设计原理

浆液含固率是影响上浆率的重要因素之一,本设计的智能调浆系统的核心思想是通过调浆补充浆槽浆液,并稳固混合浆液含固率至最佳工艺值,所以精确得到各浆料的投料量是关键。其中,浆槽浆液最大工艺容量为 $V$ ,低于下限容量 $V'$ 时需补充浆液。控制过程中需先根据含固率最佳工艺值计算浆槽浆液最大工艺容量时浆料干重 $M$ ,再根据当前检测的含固率值计算剩余浆液的浆料干重 $M_1$ 。由于配料机构运行、调制系统运行需要时间 $t$ (一般为40 min左右,具体时间可根据不同配方试验测出),而该时间段浆纱机仍在工作,原浆槽浆液含固率仍发生变化,为精确稳固新制浆液与原浆液混合后的含固率至最佳工艺值,必须考虑该调浆时间内原浆液损失的浆料干重 $\Delta M$ 。所以计算需要调配浆液的浆料总干重 $M' = M - (M_1 - \Delta M)$ ,然后可根据不同浆液配方中各浆料占比计算出其干重 $m'_i$ 。一般浆料都有一定含水率,为使配料精确,最后根据浆

料干重和含水率计算出各浆料的投料量  $m_i$ 。

浆槽浆液最大工艺容量时浆料干重  $M$  计算公式见式(1):

$$M = 10^3 \times D \cdot V \cdot \rho \quad (1)$$

式中: $D$ ——浆液最佳工艺含固率;

$V$ ——最大工艺容量;

$\rho$ ——浆液比重(一般以  $\rho=1$  估算)

原剩余浆液的浆料干重  $M_1$  计算公式见式(2):

$$M_1 = 10^3 \times D' \cdot V' \cdot \rho \quad (2)$$

式中: $D'$ ——剩余浆液含固率;

$V'$ ——下限容量;

$\rho$ ——浆液比重(一般以  $\rho=1$  估算)

浆纱机  $t$  时间段所耗浆料干重  $\Delta M$  计算公式见式(3)<sup>[6]</sup>:

$$\Delta M = \frac{60H \cdot m \cdot V}{10^6 \times (1 + W_g)} \cdot \eta \cdot J \cdot t \quad (3)$$

式中: $H$ ——经纱号数;

$m$ ——总经根数;

$V$ ——浆纱机速度,  $m/min$ ;

$W_g$ ——原纱公定回潮率, %;

$\eta$ ——浆纱机工作效率, %;

$J$ ——上浆率, %;

$t$ ——调浆总时间

由  $M' = M - (M_1 - \Delta M)$ , 根据式(1)~(3)得到调配浆液的浆料总干重  $M'$ , 则各浆料所需干重  $m'_i$  的计算公式见式(4):

$$m'_i = W_i \cdot M' \quad (4)$$

式中: $W_i$ ——某种干浆料对浆液的百分比, %

最终各浆料的投料量  $m_i$  计算公式见式(5):

$$m_i = \frac{m'_i}{1 - W'_i} \quad (5)$$

式中: $W'_i$ ——某种浆料含水率, %

## 2.2 配料系统机构设计

配料系统机构由放料机构和接料机构组成。其中,放料机构示意图见图3,主要由带螺旋叶片的传动轴1、料槽2和步进电动机4组成。粉末料仓3的浆料直接进入料槽2,步进电动机4带动螺旋叶片旋转,将浆料推送至出料口,浆料在出料口自由下落至配料小车,其投料速度  $I_m$  由步进电动机转速  $n$  决定。投料速度  $I_m$  计算公式见式(6):

$$I_m = 2.5 \times 10^{-10} \rho \cdot D^2 \cdot \phi \cdot S \cdot n \quad (6)$$

式中: $D$ ——料槽直径,  $mm$ ;

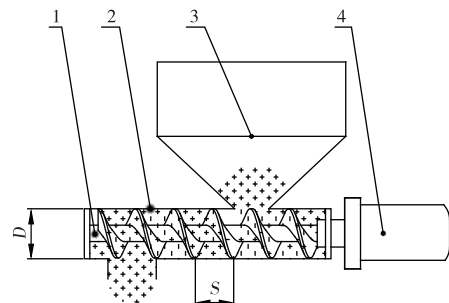
$n$ ——步进电动机转速,  $r/min$ ;

$S$ ——螺旋叶片螺距,  $mm$

$\phi$ ——填充系数(取决于被输送浆料的摩擦性质及黏附性质、螺距等,一般面粉类取  $\phi=0.45$ )

$\rho$ ——浆料密度,  $kg/m^3$

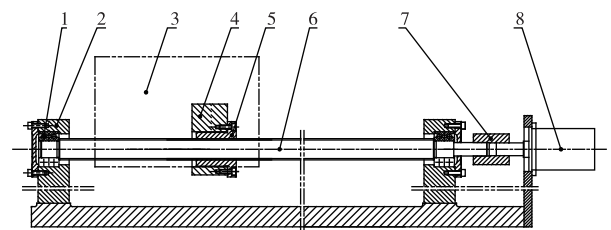
由此可知,控制步进电动机转速即可控制投料速度  $I_m$ , 进而可控制投料量。



1-带螺旋叶片的传动轴;2-料槽;3-粉末料仓;4-步进电动机

图3 放料机构示意图

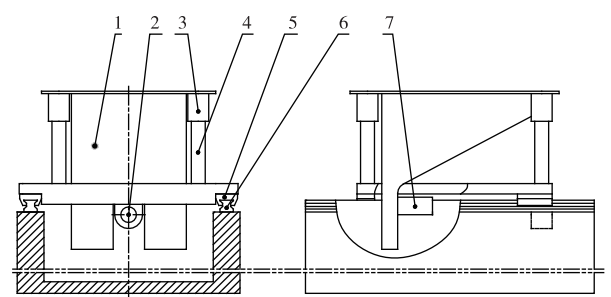
接料机构示意图见图4,动力源为伺服电动机8,通过联轴器7带动丝杠6转动,丝杠6两端各安装两对角接触轴承1(抵御丝杠轴向力)并由轴承座2固定于工作台上,丝杠螺母5与配料小车3的联结块4用螺钉联结。工作时,伺服电动机驱动丝杠旋转,带动丝杠螺母移动,继而驱动配料小车运行。



1-角接触轴承;2-轴承座;3-配料小车;4-联结块;5-丝杠螺母;6-传动丝杠;7-联轴器;8-伺服电动机

图4 接料机构示意图

配料小车结构示意图见图5。



1-配料仓;2-联结块;3-称重传感器;4-支撑杆;5-滑块;6-导轨;7-放料电磁阀

图5 配料小车结构示意图



由图5可见,小车的配料仓1用来接受粉末料仓下落的浆料,配料仓由4个支撑杆4固定,在支撑杆的上端安装有称重传感器3,配料时可将所配浆料质量实时传给控制系统。在配料仓的下端设置有放料口,放料口处安装卸料电磁阀7,得电开启放料,小车上端的联结块用来与丝杠螺母联结,小车两侧各安装两滑块5与滑轨6配合,在小车运行中起导向作用。

### 3 智能调浆系统工作流程

本设计的智能调浆系统工作流程图见图6。

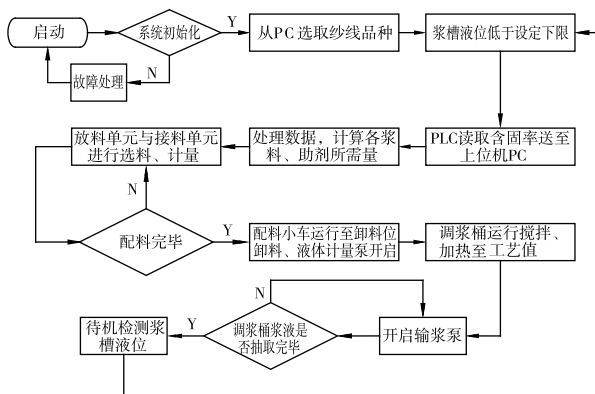


图6 智能调浆系统工作流程示意图

由图6可见,操作工人根据实际情况在控制系统的工业PC上选定上浆的纱线类型,当PLC通过检测系统检测到浆槽内液位低于设定下限时,从含固率检测系统中读取当前浆液含固率值,送至上位机工业PC;上位机根据当前选用的浆纱品种调出对应的浆料配方,再根据所需浆液的体积与当前浆槽内浆液的含固率计算出各配料量,然后反馈给PLC;PLC得到数据后开启配料系统,控制放料单元和接料单元进行选料与计量;接料机构运行使配料小车运行至相应料仓,然后对应料仓放料机构运行;步进电动机快速螺旋放料,当浆料质量达到PLC上位机计算给出值的90%后采用PID控制直到给料结束;当小车接料完毕,运行至

卸料位,开启卸料电磁阀卸下浆料至调浆桶,同时开启液体计量泵向调浆桶内泵入定量助剂;当卸料完毕,计量泵计量达到所需值时,开启电控球阀向调浆桶内注入一定量的水;待所有配料完毕,调浆桶开始加热、搅拌。有些浆料、助剂需在特定的温度、pH下才能发挥最佳作用,可采用投料→调制→投料的方式,先后将浆料投入调浆桶。调浆完成后由输送泵送至浆纱机浆槽,完成一次自动调浆。

### 4 结语

本文从纺织车间实际生产应用出发,引入现代设计理念,结合“互联网+”与智能化技术,针对浆纱生产研发出一种智能调浆系统。

(1)所设计的智能调浆系统可在浆纱机浆槽需要补浆时,根据当前浆槽浆液含固率自动调配相应含固率的浆液,使混合后浆液含固率达到工艺需求的最佳值。

(2)智能调浆系统的研发降低了对操作工人的化学危害,且升级维护方便,为纺织企业节省了人力资源,降低了运营成本,进而降低纺织品价格,提升企业竞争力。

(3)整个调浆系统以工业PC和PLC为控制中枢,进行闭环控制,系统自动化程度高,运行安全、稳定、可靠。

Grst

#### 参考文献:

- [1] 卢志渊.中国纺织产业国际竞争力现状及提升路径[J].上海纺织科技,2014,42(2):1-4.
- [2] 陈革,杨建成.纺织机械概论[M].北京:中国纺织出版社,2011.
- [3] 周永元.纺织浆料学[M].北京:中国纺织出版社,2004.
- [4] 李铭,周菁,崔云喜.浆液含固率的在线检测[J].棉纺织技术,2015,43(5):64-67.
- [5] 刘铁山,孙颖,孙丹.计算机辅助浆纱工艺设计与管理系统[J].上海纺织科技,2014,42(12):63-64.
- [6] 严永耀.棉织厂调浆计算及调浆室设计的探讨[J].上海纺织科技,1990,18(3):19-22.

(上接第54页)

### 4 结语

轻型羽绒服的防钻绒问题备受关注,只有从轻型羽绒服的面辅料及制作工艺等多方面着手才能有效提升面料的防钻绒性,从而更好地保证轻型羽绒服的轻薄舒适及御寒保暖性能。

Grst

#### 参考文献:

- [1] 刘春娜.羽绒服钻绒的影响因素及测试方法研究[J].上海毛麻科

技,2016(4):35-37.

- [2] 牛雪梅,潘文花,李东平.羽绒服钻绒机理的研究[J].江苏纺织,2005(3):38-40.
- [3] 滕启跃.服装创新的典范——轻羽绒服[J].中国纤检,2015(2):60-61.
- [4] 顾平.织物结构与设计学[M].上海:东华大学出版社,2004.
- [5] 叶谋锦,冯岚清,陈文娥,等.羽绒服服装防钻绒工艺研究[J].上海纺织科技,2016,44(12):13-16.