

DOI: 10.19333/j.mfkj.2017020170105

PLC 控制的羽绒定量输送与自动称量方法

尚会超¹ 段梦珍¹ 段晓伟¹ 张洪斌²

(1. 中原工学院 河南 郑州 451191; 2. 河南新亚服装有限公司, 河南 鹤壁 456750)

摘要: 羽绒动态定量称量过程中的关键问题是称量精度与称量速度的优化与平衡, 针对该问题设计了一种定量输送与自动称量方法, 采用 PLC 控制的气力输送方法, 通过双通道变气压气流控制, 分时段调节羽绒输送速度, 由称量传感器反馈实时质量数据, PLC 控制气路及时切换。通过对不同定量值、不同气压值、不同分时比例的情况组合进行称量实验, 对实验数据采用最小二乘法拟合得出气压与时间的函数关系, 找出针对不同定量值可用的最佳气压值, 由 PLC 编程实现气流通道的自动切换控制, 最终实现羽绒的精确快速称量。

关键词: 自动称量; PLC 控制; 气力输送; 双通道气流控制

中图分类号: TS 941

文献标志码: A

Research of eiderdown quantitative conveying and automatic weighing method based on PLC control

SHANG Huichao¹, DUAN Mengzhen¹, DUAN Xiaowei¹, ZHANG Hongbin²

(1. School of Mechanical and Electrical Engineering, Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou, Henan 451191, China; 2. Henan Xinya Clothing Co., Ltd., Hebi, Henan 456750, China)

Abstract: The key problem during the process of dynamic quantitative weighing for eiderdown outwear lies in the optimization and balance of weighing precision and weighing speed, regarding which a kind of method of quantitative conveying and automatic weighing was designed in this paper. Using pneumatic conveying method of controlled by PLC, variable airflow pressure was controlled by PLC through dual to adjust the conveying speed of down feather by time interval, a weighing sensor was applied to make a feedback on the real-time weighing data, and the timely changing-over of air channel was controlled by PLC. The weighing experiment was conducted when the combination of different weighing values and different pressure values and different percentages, least squares fit was conducted to gain the function relationship between air pressure and time and find out the optimal air pressure value available under quantitative weighing; in addition, PLC programming was applied to realize the control automatic switch over of air flow passage, finally rapidly and precisely weighing down feather.

Keywords: automatic weighing; PLC control; pneumatic conveying; dual airflow control

羽绒服具有穿着方便、保暖性好等优点, 已成为人们冬天御寒的首选衣物^[1]。羽绒服生产过程中, 每件羽绒服的羽绒量都需要精确称量, 并准确填充到衣服胆腔中。但目前传统的羽绒称量过程主要依

靠人工操作实现^[2], 不仅计量准确度和生产效率低, 而且羽绒量很难达到要求精度范围内^[3-4]。本文设计了一种新型的羽绒动态定量称量系统, 以永宏 FBs-60MAT2-AC 型 PLC 为控制系统核心设计了硬件与软件, 通过一系列的称量实验, 实现了羽绒的快速精确称量填充。

1 羽绒称量的国内外研究现状

在国内, 羽绒称量装置研究领域有多项专利, 但大多是对机械部分进行改进。苏州比阳特服装设备

收稿日期: 2017-03-02

基金项目: 河南省科技攻关项目(152102210364)

第一作者简介: 尚会超, 副教授, 博士, 主要从事机电一体化技术的研究工作。通信作者: 段梦珍, E-mail: 1551778622@qq.com

有限公司充绒机用的羽绒称量箱^[5],有利于向称量箱箱体内引入羽绒,同时使夹杂在羽绒中的空气及时被引至外界,从而避免了箱体变形,加快了羽绒沉降速度,提高羽绒称量的速度与精度。该防静电羽绒称量箱^[6],羽绒引入或引出管上连接消除静电的导线一端,导线的另一端为接地端,有利于消除静电,从而保障称量精度,降低由静电引起的安全隐患。苏州琼派瑞特电子科技有限公司的称量箱^[7],输送羽绒时,气流从进气管进入框架筛网后,从框架筛网与进气管口相对的侧壁冲出,避免称量箱因气流冲击箱体壁而产生晃动,从而保证称量的精确性。常熟市百联自动机械有限公司具有缓冲功能的充绒机用称量箱^[8],额外设置缓冲箱,对称量起到缓冲作用。

在称量控制系统方面,20 世纪 90 年代,赵燕伟等^[9-10]采用了电阻应变片式称重传感器,测量电路采用 4 片箔式电阻应变片构成惠斯登电桥,提出了基于切比雪夫逼近的滤波预测算法及智能控制规则,随时预测与控制称量箱中羽绒的质量,基本原理是根据当前羽绒的进绒速率确定预测步数,作出相应的质量预测,根据预测信息改变气路实现质量控制。乔桥等^[11]提出基于 ARM7TDMI 核的自动充绒仪器设计,采用嵌入式控制系统 HMS30C7202 实现自动智能称量控制,应用模糊控制算法的相关理论设计模糊控制器,输入的羽绒质量为模糊算法的输入量,负压风机频率和对应的充绒时间作为输出量加以控制,在控制器上通过程序实现该算法。孔震^[4]和王科^[12]在研究 PLC 控制过程中采用与称量传感器配套的称量模块,由称量传感器反馈实时质量数据,由 PID 闭环控制算法及时调整变频器输出功率以达到称量的不同阶段控制速度切换的目的。

2 羽绒称量过程分析

2.1 称量基本工作流程

羽绒称量的基本工作流程如图 1 所示。羽绒开始称量之前,在触摸屏上设置本文实验所要称量的数值并在其上完成扣重、校核。将足量羽绒放置储绒箱中,启动搅拌电动机,通过搅拌杆的动作将羽绒充分打松完成备料过程。启动空气压缩机,压缩空气经空气放大器产生负压,羽绒利用负压原理通过输送管道输入称量箱内,手动设置双通道的气压值。由 PLC 控制料阀开启和大气流通路,此时羽绒由储绒箱向称量箱输送。位于称量箱底部的称量传感器实时收集并将质量信息传输至称量模块,PLC 通过内部线路与称量模块通信获得质量数据,并判断羽绒量是否达到设定值百分比,达到设定值百分比后闪光蜂鸣器响 2 s,之后 PLC 控制大气流通路断开,

同时 PLC 内部计时器记录完成此过程所用时间并在触摸屏上显示。PLC 控制小气流通路进行羽绒输送,当称量箱羽绒量达到设定值时,闪光蜂鸣器同样响 2 s。羽绒量达到设定值 0.01 s 后,PLC 控制小气流通路断开同时触摸屏上显示此过程所用时间,小气流通路断开 2 s 后 PLC 控制料阀关闭,一次称量过程结束。

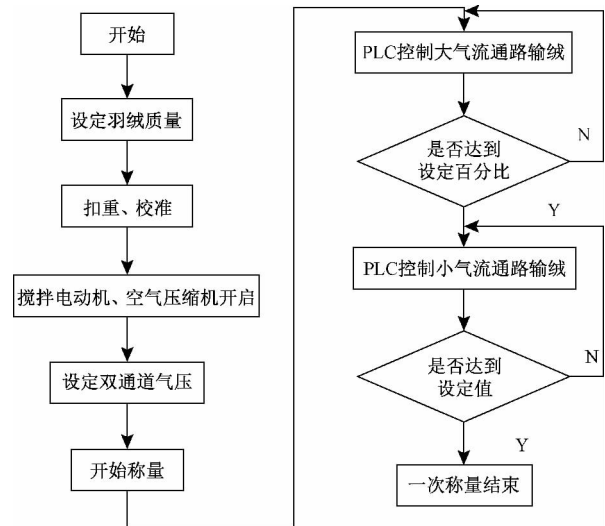


图 1 羽绒称量基本工作流程

2.2 称量控制过程

羽绒输送过程中的效率及稳定性直接影响称量效率与精度。在羽绒动态定量称量过程中,如果气压值设定较大,可以保证羽绒输送速度,但过大气流会对称量箱及底部称量传感器产生影响,影响称量精度;此外,输送气流的流体特性以及称重数据的滞后性,会导致难以获得较为准确的称量结果。反之,如果气压值设置很小,可以明显减小气流压力对称量箱底部称量传感器的影响,可在达到羽绒质量设定值时及时关闭气流,保证称量结果的准确性,但这将大大减小输送速度,降低称量效率。针对上述情况,本文对称量过程进行了设计,羽绒输送途径设有大小 2 种气流控制。大气流输绒,可短时间达到羽绒质量的预设百分比,缩短称量时间,小气流输绒保证羽绒的称量精度。在称量过程中,PLC 编程可实现大小气流通路切换,实现快速精确称量过程。

3 称量控制系统硬件

本文选用永宏 FBs-60MAT2-AC 型 PLC 主机,36 点 DC24 输入(8 点 20 KHz,8 点总和 5 KHz),24 点输出(8 点 20 KHz),1 个通讯端口(可扩充至 3 个)。选用 FBs-2LC 称量模块,FBs-2LC 是 FATEK-FBs 系列 PLC 的模拟量输入模块,可用于测量称量传感器产生的微弱信号。该模块把测量信号用 16 位符号数表示,在其内部还设置了取样信号平均与自

动零点补偿功能来滤除现场噪声。称量模块串接于 PLC 扩充接口,完成 24 VDC 电源及输入配线。执行永宏 PLC 编程软件 WinProladder,在 LC 模块中,设置荷重元规划表格启始缓存器、荷重元读值启始缓存器、荷重元测量启始工作缓存器,之后可在缓存器中直接读取测量值。触摸屏作为整个系统的上位机,控制设备运行,可输入控制参数,对设备运行情况进行监控。本文系统选用永宏 UniCon 系列,型号为 HU102E-00 的触摸屏,COM1 口通过一根通信电缆 RS322 与 PLC 建立通讯连接,USB 口用于触摸屏程序的上传和下载。

4 称量控制系统软件设计

4.1 PLC 程序设计

将需要称量的羽绒质量在触摸屏上手动设置,质量数值读取地址设为数据缓存器 R0。利用乘法运算 FUN13DP(*) 指令,将羽绒量与 9 作积,将此时质量值存放在数据暂存器 R4 中。利用除法运算 FUN14DP(/) 将数据暂存器 R4 中数字与 10 相除,结果存放在数据暂存器 R2 中。此时,暂存器 R2 中的数值是所设定羽绒质量的 90%。质量百分比设定程序如图 2 所示。

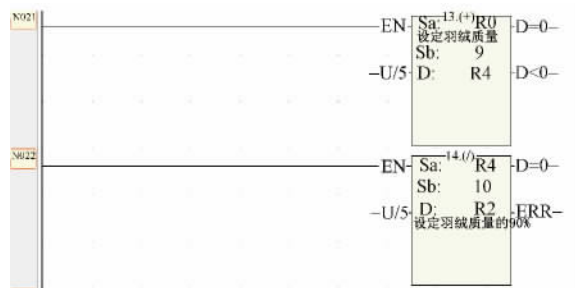


图 2 质量百分比设定程序

4.2 PLC 的 I/O 地址分配

根据羽绒称量过程中控制系统功能要求,对 PLC 的 I/O 地址分配,如表 1 所示。

表 1 I/O 地址分配

序号	输入	输出	符号
1	Y0	料阀开启	KA1
2	Y1	料阀关闭	KA2
3	Y2	大气流通路	KA3
4	Y3	小气流通路	KA4
5	Y4	闪光蜂鸣器	KA5

4.3 触摸屏主界面设定

采用触摸屏与 PLC 进行通讯并且对整个控制系统进行参数设定和状态监控,触摸屏主界面见图 5。该界面主要包括:总启动、料阀开启、料阀关闭、大气流时间、快充、慢充、小气流时间、设定羽绒

质量、实际羽绒量、扣重、校准。可以方便的操作,读取时间数值或修改质量值参数。每次开始称量时,可在触摸屏上进行扣重、校核操作,实现精确称量。在触摸屏上设定羽绒称量处可以手动设定每次称量过程中所要称量的羽绒量。图 3 各数值显示器分别与 PLC 内部存储器关联,通过 FATEK ASCII 协议对 PLC 相应的存储器进行读值然后显示在界面上。在称量过程中,采用大气流和小气流进行羽绒输送过程中所用的时间可在触摸屏上动态显示。

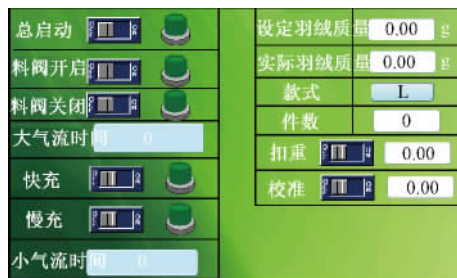


图 3 触摸屏主界面

5 实验过程及结果分析

5.1 实验装置

羽绒称量实验装置主要由储绒箱、称量箱、料阀、空气放大器、空气压缩机、称量传感器、永宏 PLC 和触摸屏等组成。储绒箱与称量箱之间由互通的物料管道和气路相连,储绒箱用于存放待用的羽绒,桶内设有搅拌电动机,不断搅拌羽绒,对羽绒进行开松,充分打散,使羽绒蓬松起来可均匀分布在储绒箱中,成漂浮状态,防止羽绒堆积,便于称量过程羽绒的顺利输送。称量箱体底部设有称量传感器,由于本文系统 1 次最多称量 300 g,为保证称量精度选用深圳森斯尔科技有限公司的 S406C3MR/600 g 型称量传感器,称量等级为 C2,其灵敏度高、结构简单。Q611F 气动球阀因具有体积小、配套简单、流通能力大,特别适合介质是黏稠、含颗粒、纤维性质场合,故选其作为料阀控制羽绒由储绒箱到称量箱输送的通断。

5.2 实验方法

本文实验对不同定量值、不同分时比例组合进行称量实验。通过对市场上羽绒服中含绒量的调查,预设定需称量的羽绒质量分别为 80、150 g,分时比例分别为 90% 和 10%、80% 和 20%。手动设定大、小气流气压值,在触摸屏上读取各气压值下完成设定羽绒质量称量过程所需时间。实验将得到各种组合下的气压与时间,实验数据输入 MATLAB 空间内应用 Polyfit 函数进行曲线拟合分析,可得到各种组合情况下的最优气压值。

5.3 实验结果及分析

当总羽绒质量为 80、150 g,在 MATLAB 的工

作空间利用多项式拟合函数 Polyfit 对实验数据进行拟合,可得到大、小气流 的曲线拟合图,如

图 4、5 所示,各组合下所需最少时间见表 2。

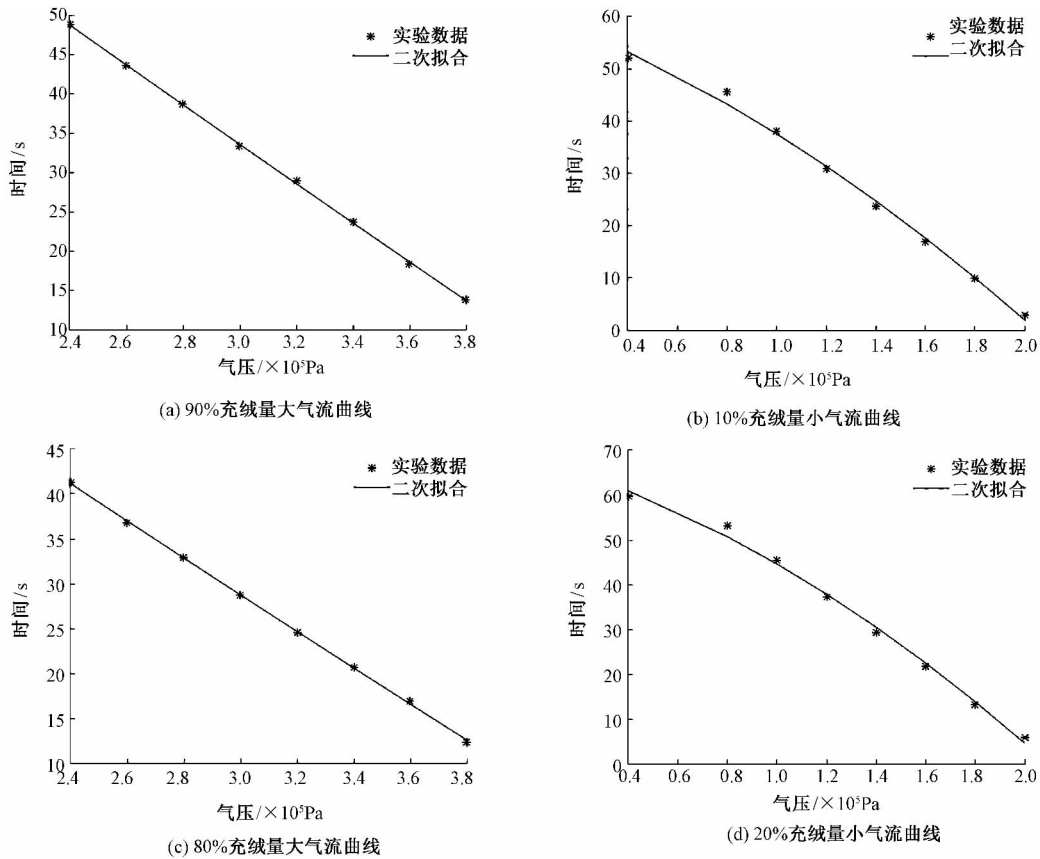


图 4 总羽绒量为 80 g 的气流曲线拟合图

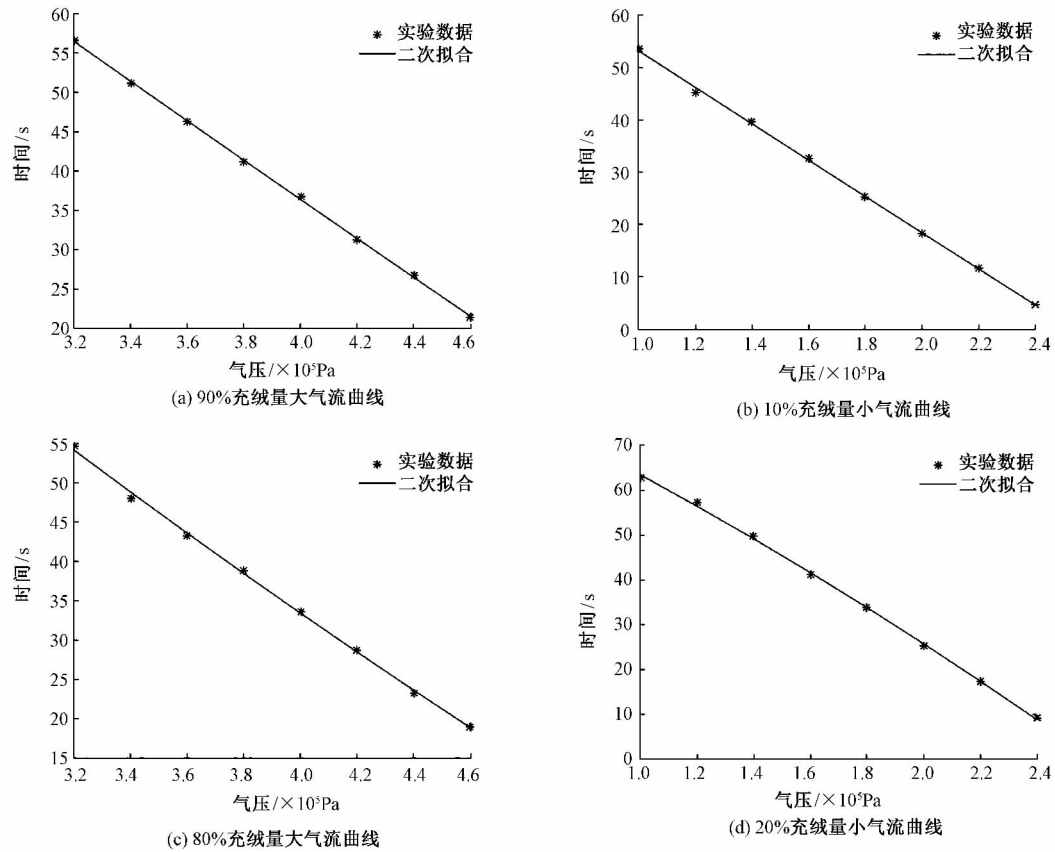


图 5 总羽绒量为 150 g 的气流曲线拟合图

表2 各组合下所需最少时间

充绒量/g	气压组合/ $\times 10^5$ Pa	充绒时间/s	
		充绒比例90% 和10%	充绒比例80% 和20%
80	3.8、2.0	16.7	18.1
150	4.6、2.4	25.8	27.9

由图4、5、表2可知,随着气压值的增加,完成称量过程所用的时间逐渐减少。在羽绒质量为80 g比例组合为90%、10%,气压组合为 3.8×10^5 、 2.0×10^5 Pa时完成称量过程所需时间最少为16.7 s。在羽绒质量为150 g比例组合为90%、10%,气压值组合为 4.6×10^5 、 2.4×10^5 Pa时所需时间最少为25.8 s。因此,在可适用气压值范围内,本文实验可得大、小最优气压值分别为:充绒量80 g:气压组合为 2.0×10^5 、 3.8×10^5 Pa;充绒量150 g:气压组合为 2.4×10^5 、 4.6×10^5 Pa。

6 结束语

本文采用FBs-60MAT2-AC型PLC和UniCon系列HU102E-00触摸屏,设计了羽绒定量输送和动态称量控制系统。采用PLC控制双通道高低气压气流,分时段调节羽绒输送速度,结合称量传感器反馈的实时质量数据,达到精确定量输送羽绒的目的。通过系列称量实验,并采用MATLAB对数据进行最小二次拟合处理,得出了在不同定量值下时间最优的大、小气压值,实现了快速精确称量。

参考文献:

- [1] 尚会超,段晓伟,段梦珍,等.自动充绒机的研究进展及其关键技术分析[J].毛纺科技,2016,44(12):51-56.
- [2] 张伟.称量箱:中国:CN203287088 U[P].2013-11-13.
- [3] 赵燕伟.电脑充绒机设计与研究[J].机械设计,1994(6):43-46.
- [4] 孔震.基于PLC充绒机控制系统的设计与研究[D].青岛:山东科技大学,2014.
- [5] 徐建新.充绒机用的羽绒称量箱:中国:CN104655243 A[P].2015-05-27.
- [6] 徐建新.防静电羽绒称量箱:中国:CN104677473 A[P].2015-06-03.
- [7] 刘航东.一种称量精确的称量箱:中国:CN203360671 U[P].2013-12-25.
- [8] 钱卫波.一种具有缓冲功能的充绒机用称量箱:中国:CN204461569 U[P].2015-07-08.
- [9] 赵燕伟,汪万良.电脑充绒机的实时预测与控制[J].机械工业自动化,1994,16(2):18-21.
- [10] 王万良.正交逼近预测算法及其在电脑充绒机中的应用[J].信息与控制,1994,23(4):253-256.
- [11] QIAO Qiao, FAN Liangzhi. Control system design of automatic down-filling machine based on ARM7TDMI[J]. Hydromechatronics Engineering, 2014, 42(6): 74-77.
- [12] 王科.基于PLC的自动充绒机的设计与研究[J].科学中国人,2015,311:7-10.