

基于 S7-300 的单面机粘合压力控制系统的设计

叶建美, 谢子青

(浙江工业职业技术学院, 绍兴 312000)

摘要: 分析了瓦楞单面机粘合压力控制的结构、工艺流程。基于瓦楞纸板质量的需求, 设计了基于 PLC S7-300 及称重模块 SIWAREX U 相结合的单面机粘合压力控制系统。描述了系统工作原理, 给出了系统的硬件配置、SIWAREX U 校正以及 PLC 软件设计。实现了粘合压力的自动控制, 有利于生产数据存档; 避免了纸板碎裂、粘合不良的现象; 在瓦楞包装行业有很好的应用前景。

关键词: 单面机; 粘合压力控制; SIWAREX U; PLC

中图分类号: TB486+.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)15-0093-03

Design of Bonding Pressure Control System for Single Facer Based on S7-300

YE Jian-mei, XIE Zi-qing

(Zhejiang Industry Polytechnic College, Shaoxing 312000, China)

Abstract: The structure profile of pressure control system and control process for corrugated single facer was analyzed. A new pressure control system based on PLC S7-300 and SIWAREX U were designed to improve the corrugated cardboard quality. The working principle and hardware configuration of the system, calibration of SIWAREX U, and PLC software were introduced. Bonding pressure automatic control was realized, which was helpful for filing of production data; paperboard breaking poor bonding was avoided. The application prospect of the system in the corrugated package industry is promising.

Key words: single facer; pressure control; SIWAREX U; PLC

瓦楞单面机是瓦楞纸板生产线的核心设备, 是将原纸通过互相啮合的瓦楞辊形成瓦楞型, 并将成型的瓦楞芯纸与面纸贴合形成单层纸板的设备^[1]。在瓦楞包装行业, 被誉为“瓦楞纸板生产线”的心脏; 压力辊就是使已成型的瓦楞芯纸与面纸贴合在一起使其有良好粘合的装置, 压力辊压力大小是决定纸板是否碎裂及粘合好坏的决定因素。在纸板生产过程中, 压力辊的压力如何控制是确保生产出高品质纸板的重要前提^[2]。

本设计将西门子称重模块 SIWAREX U 用于单面机压力辊的测量与控制, 实现了压力辊压力的自动控制, 极大地方便了操作, 提高了纸板质量。

1 工艺及压力测控原理

1.1 工艺

单面机压力辊压力控制侧面见图 1, 上瓦楞辊两

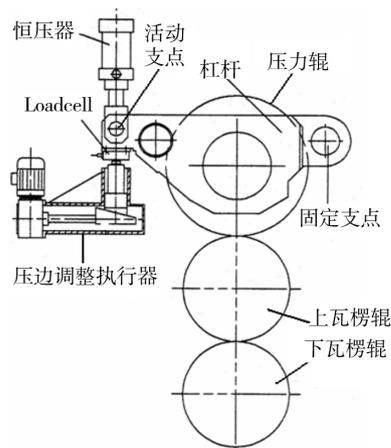


图 1 单面机剖面

Fig. 1 Single facer profile

端固定在机架上, 压力辊在杠杆的带动下可以绕固定支点转动。压力传感器 Loadcell 固定在活动支点下

收稿日期: 2011-05-20

作者简介: 叶建美(1969—), 女, 浙江绍兴人, 硕士, 浙江工业职业技术学院副教授, 主要从事机械电子研究和教学。

方,当压力调整执行器与 Loadcell 距离加大时,压力辊对瓦楞辊的压力加大;反之,压力减小。加热的芯纸经过相互啮合的瓦楞辊后,形成瓦楞形状,将已涂上粘合剂的瓦纸上的楞峰与面纸粘合时,需要瓦楞辊与压力辊之间有一定的压力以确保粘合效果。压力太大会导致楞峰破碎,压力太小,成形的瓦楞楞峰与面纸又会粘合不良。压力调整执行器的上下运动可以使压力辊和上瓦楞辊间的间隙增大或减小,即调整压力辊与上瓦楞辊之间压力。恒压器的作用是提供一定的垂直向下的恒定压力,与压力调整执行器共同作用决定上瓦楞辊与压力辊之间的压力。受力效果见图 2。

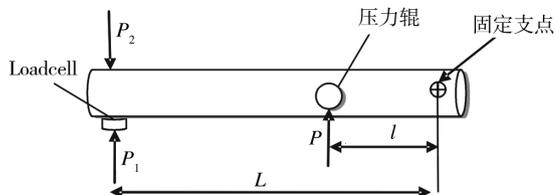


图 2 压力辊受力分析

Fig. 2 Pressure roll force analysis

荷重(Loadcell)信号的采集是采用西门子的电子称重模块 SIWAREX U,来自荷重传感器的信号连线直接接入称重模块 SIWAREX U 中,减少了使用信号放大器的传统中间放大环节,西门子称重模块(SIWAREX U)具有对传感器桥路输出信号的电源补偿,使荷重信号传输的准确度更高。称重模块(SIWAREX U)本身设计为 0.05%分辨率,还具有数字滤波、断线监视等功能,使其更加稳定、可靠,确保压力辊压力精度的稳定性在较长的时间内可以得到较大限度的保证。

1.2 压力测控实现

根据以上工艺分析,上瓦楞辊受力情况如下:

$$P = (P_2 - P_1) \times L / l \quad (1)$$

式中: P 为压力辊所受压力; P_2 为恒压器产生压力; P_1 为压力调整执行器向上运动时 Loadcell 所受压力; L 为杠杆长度; l 为瓦楞辊中心距固定支点距离。

PLC 检测计算 Loadcell 所受压力,Loadcell 压力传感器产生的信号直接送入称重模块 SIWAREX U 中,经 SIWAREX U 转换的数据经 S7 系统总线进入型号为 S7-300 的 PLC。PLC 根据压力式(1)运算后得出压力辊所受压力值,经过与设定的压力信号进行比较,利用 PLC 的 PID 控制运算,采用三位控制与脉

冲宽度调制相结合的控制方法,输出相应的控制脉冲给压力调整执行器,完成正转、反转以及停止,从而改变压力辊与上瓦楞辊间隙,达到自动调整压力辊压力的目的。软件设计将 PID 控制程序放在 OB 35 中执行,OB 35 循环组织块是严格按照固定周期运行的中断程序,执行的固定周期选择 200 ms,符合 PID 功能块对采样周期均等的要求,以此提高运算的精度。

2 硬件结构

2.1 硬件组态

采用压力传感器测量压力,通过西门子称重模块 SIWAREX U 计算,得出瓦楞纸的粘合压力,经过 PID 运算,驱动数字量输出来控制压力调整电动机的正、反向运转,从而实现粘合压力的自动控制。利用人机界面可以进行参数设定^[3]。

系统硬件组态见图 3^[4]。PLC 选用西门子紧凑

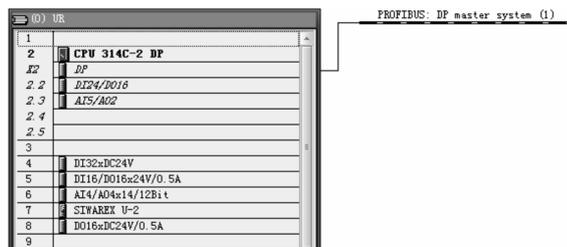


图 3 硬件组态

Fig. 3 Hardware configuration of PLC

型 CPU-314C,为了实现单面机的整体控制,系统选用了 2 个数字量输入模块,1 个数字量输入输出模块,1 个模拟量输入输出模块以及 1 个数字量输出模块。通讯网络采用西门子 MPI,接入瓦线双面机。

2.2 SIWAREX U 特点及使用

系统称重传感器采用载荷压力传感器 Loadcell^[5],信号转换采用西门子专用称重模块 SIWAREX U,它是一种双通道、多用途称重模块,集信号放大与 16 位 D/A 转换为一体,可以集成在 SIMATIC S7-300 PLC 自动控制系统中,此外还可以用作西门子现场总线扩展模块 ET 200M 中的模块外围设备。SIWAREX U 还能够通过串行接口与其他主系统进行通信。与 SIEMENS S7-300 背板总线连接,与 PLC 数据通信不需要其他通讯接口。SIWAREX U 作为一个功能模块,工作参数存储于模块内部的各种数据记录,实际使用过程中,根据具体的应用来组

织各种数据记录。具有丰富的自诊断功能;作为独立的信号模块,SIWAREX U 可提供下列各种功能:测定值筛选、质量计算、置零、称的校正、极限值监测(最小值/最大值)。

为确保 SIWAREX U 测量粘合压力的准确性,必须对 SIWAREX U 校正。在 S7 系统中,通常有 2 种方法:采用西门子专门校正视窗软件 SIWATOOL 或是利用 S7 STEP7 编程软件。本设计采用 S7 编程校正。

SIWAREX U 是将 Loadcell 的测得的压力模拟信号放大并转换成相应的数字量,SIWAREX U 模块内部及 PLC 都使用该数字量进行各种运算以及传输。PLC 为了将运算后的数字量再转化成相应的重量值,在使用 SIWAREX U 前就必须根据 Loadcell 的特征值确定 SIWAREX U 的 A/D 转换特征曲线。SIWAREX U 的转换特征曲线由校正数字 0 和校正数字 1 来确定。校正数字 0(JD0)对应 Loadcell 没有加载时的质量;校正数字 1(JD1)则对应校正砝码(Loadcell 的理论承载量)。

根据西门子 SIWAREX U 说明书^[6]: $JD0 = \text{load-cell 偏差} \times 60\,680 \text{ 个数字} / \text{SIWAREX U 的特征值范围} + 2\,427 \text{ 个数字}$; $JD1 = \text{特征值} \times 60\,680 \text{ 个数字} / \text{SIWAREX U 的特征值范围} + JD0$ 。

压力传感器的特征值为 1.993 8,特征值偏差值为 0,最大量程为 20 t。选择 SIWAREX U 的特征值 2(SIWAREX U 提供 1, 2, 4 可选特征值,根据 SIWAREX U 要求,计算时应选比 Loadcell 大一级特征值)经过计算,得 $JD0 = 2\,427$, $JD1 = 62\,919$ 。

通过 S7 编程软件提供的系统功能函数(SFC58)将计算出的 JD0, JD1 以及传感器最大量程传输到 SIWAREX U 的数据记录 DR3/DR4 的相应字节(地址)即完成 SIWAREX U 校正。校正后 SIWAREX U 的特征曲线见图 4。

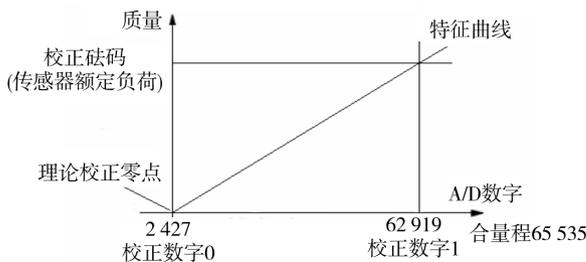


图 4 校正曲线

Fig. 4 Calibration diagonal

3 软件设计

软件设计采用西门子编程软件 STEP 7 V5.4 实现^[7],编程时采用语句表与梯形图相结合的方式,采用结构化形式,充分利用 STEP 7 内置功能模块进行编程。主要的功能模块有利用 SIWAREX U 对压力的采集、转化处理以及 SIWAREX U 校准模块、PID 压力控制模块等。在主循环程序 OB1 中实现对 SIWAREX U 的控制与处理,在周期性中断组织块 OB35 中完成单瓦机粘合压力控制。程序流程图见图 5,

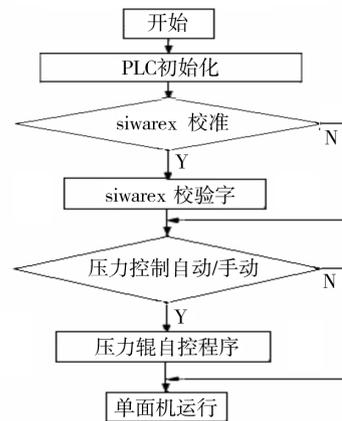


图 5 软件流程

Fig. 5 Software flow chart

程序调用结构见图 6 和 7。

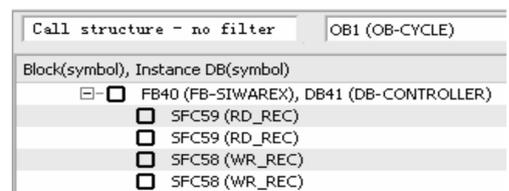


图 6 OB1 程序结构

Fig. 6 OB1 call structure

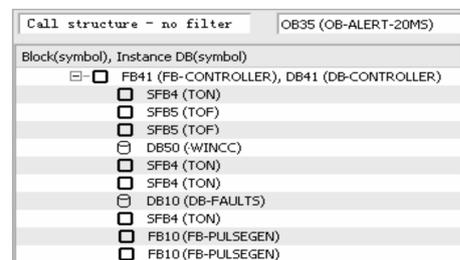


图 7 定时中断程序结构

Fig. 7 OB35 call structure

表 2 测试组样本的色差

Tab.2 ΔE_{ab}^* of tested group specimen

色差		阶数		
		2 阶	3 阶	4 阶
RGB 与 $L^* a^* b^*$ 的回归	最大色差	11.222 3	5.990 1	4.119 8
	最小色差	0.206 7	0.456 7	0.077 8
	平均色差	2.052 4	1.192 0	0.838 2
RGB 与 XYZ 的回归	最大色差	27.891 6	14.408 0	8.013 8
	最小色差	1.125 1	0.370 8	0.157 3
	平均色差	4.078 6	2.231 0	1.256 9

从表 2 中可以看出,测试组数据与训练组数据不同的是 4 阶的回归模型最大色差、平均色差均比 3 阶回归模型大,表明 4 阶回归模型已经导致泛化能力下降。阶数高不能保证测试组优化精度,也就是说回归模型已呈病态方程,在实际生产将会产生严重的弊端。由理论研究的数据得出,扫描仪特征化应选择 3 阶多元非线性回归模型。

3 结论

利用多元非线性回归方法对扫描仪进行了特征化的研究,分析讨论了多元回归精度的阶数、色空间选择等影响因素,得出如下结果:训练组样本特征优化随着阶数增加而增加,测试组样本在高阶数下优化精度下降,多项式方程呈现病态,泛化能力下降,研究表明扫描仪特征化应选择 3 阶多元回归模型;CIE 的色彩空间均匀性使得 RGB 与 $L^* a^* b^*$ 之间多元回归

模型总体上要比 RGB 与 XYZ 之间多元回归模型好,优化精度更高。

参考文献:

- [1] 王勇,徐海松.基于多项式回归模型的扫描仪色度特征化[J].光学学报,2007,27(6):1135-1138.
- [2] 刘伟军.扫描仪的颜色校正实现[D].中山大学(软件工程),2007.
- [3] 谢政,李建平,汤泽滢.非线性最优化[M].北京:国防科技大学出版社,2003.
- [4] 胡成发.印刷色彩与色度学[M].北京:印刷工业出版社,1993.
- [5] SHEN H L, XIN J H. Colorimetric and Spectral Characterization of a Color Scanner Using Local Statistics[J]. Imaging Sci Technol, 2004, 48(4): 342-346.
- [6] BIANCO S, GASPARINI F, SCHETTINI R, et al. Polynomial Modeling and Optimization for Colorimetric Characterization of Scanners[J]. Journal of Electronic Imaging, 2008, 17(4): 1-13.
- [7] 徐艳芳,刘文耀,左坤隆,等.彩色扫描仪的特征化[J].光学精密工程,2003,12(1):15-20.
- [8] 李斌,张扬,张逸新.基于 SVM 的彩色扫描仪特征化[J].包装工程,2011,32(3):81-83.
- [9] 韩喜君,石俊生,黄小乔.彩色打印机特征化多元回归模型的研究[J].光学技术,2011,37(1):25-31.
- [10] BERNS R S, SHYU M J. Colorimetric Characterization of a Desktop Drum Scanner Using a Spectral Model[J]. Electron Imaging, 1995, 4(4): 360-372.

(上接第 95 页)

4 结语

将 SIWAREX U 应用于瓦线单面机的压力控制,荷重信号的稳定性有了明显的提高,满足了纸板生产过程中对压力的要求,实现了生产过程中压力辊压力的自动控制,且压力设定值可以通过网络从瓦线中央控制室或车间办公室给定,实现生产管理智能化。

参考文献:

- [1] 杨瑞奉.瓦楞纸箱生产实用技术[M].北京:化学工业出

版社,2006.

- [2] 邢力.瓦楞纸箱粘合强度的解释[J].包装工程,1997,18(6):82-83.
- [3] 郭世刚. PLC 的人机接口与编程[J].微计算机信息,2006,22(19):42-45.
- [4] Simatic S7-300 可编程序控制器[M].西门子公司,2005.
- [5] 李转芳,康存锋. PLC 在自动称重和封装设备中的应用[J].包装工程,2010,31(15):85-88.
- [6] 西门子 SIWAREX U U 使用手册[K].西门子公司,2005.
- [7] STEP7 V5.0 User Manual[M]. SIEMENS AG, 1999.