基于 PLC 和触摸屏技术的制袋设备控制系统及界面设计

李晓娜，刘宝顺，刘瑞昌
（天津商业大学，天津 300134）

摘要：目的 研究制袋设备的智能化控制系统及人机界面设计方法。**方法** 基于 PLC 和触摸屏技术，制定控制系统的总体设计方案，对制袋机的系统构成、功能规划、人机界面进行研究和设计。**结果** 实验验证了该系统能对制袋过程进行智能控制，界面设计符合用户认知习惯，操作简单。**结论** 通过对制袋设备的控制系统和人机界面进行改进设计，能有效提高产品的质量和效率。

关键词： 制袋机；PLC；触摸屏；人机界面
中图分类号： TB486⁺.3 **文献标识码：** A **文章编号：** 1001-3563(2014)05-0050-04

Design of Bag-making Equipment Control System and Interface Based on PLC and Touch Screen Technique

LI Xiao-na, *LIU Bao-shun*, *LIU Rui-chang*
(Tianjin University of Commerce, Tianjin 300134, China)

ABSTRACT: Objective To research the intelligent control system and human-machine interface design approach of bag-making equipment. **Methods** Based on PLC and touch screen technique, the overall design scheme of control system was made. Also, the system structure, function planning and human-machine interface of bag-making machine were researched and designed. **Results** Intelligent control of the system for the process of bag-making was verified by the tests of equipment. In conformance with the cognitive habits of the users, the control system could be easily operated. **Conclusion** Through the modification design of control system and human-machine interface for bag-making equipment, the product quality and efficiency could be effectively improved.

KEY WORDS: bag-making machine; PLC; touch screen; human-machine interface

随着自动化生产的发展，包装机械中的自动控制技术直接影响包装机械工作可靠性、包装产品质量、生产效率、能源消耗等，是发展包装机械的关键技术。在我国，包装工业发展迅猛，技术日益成熟，人们在满足基本生产要求的同时，更加注重生产过程中高效、安全和人性化的操作[1—2]。制袋机作为包装机械的一种，其智能化和人性化程度亟须提高，以降低操作复杂性，提高制袋质量和效率。目前应用 PLC 技术已经成为国际上提高生产设备控制系统效率的主要手段之一[3—5]，而配合触摸屏操作界面使得人机交互更加高效[6—7]。文中采用基于 PLC 和触摸屏的控制系统，应用于制袋机，并对人机界面进行重新设计，提高控制系统的人机性，改善产品的质量。

1 制袋机控制系统研究与分析

1.1 系统设计

根据制袋机的运行和功能要求，制袋机的裁切工艺采用旋转式同步动态裁切，连续裁切的实现依靠伺

收稿日期： 2013-05-28
基金项目： 天津商业大学青年科研培育基金项目(090103)
作者简介： 李晓娜(1982—)，女，山东人，硕士，天津商业大学讲师，主要从事产品设计、人机工程方面的教学和研究工作。

服马达带动裁切刀轮的连续旋转来完成,其中以 PLC 为基础的伺服控制器的作用显而易见。制袋机的 PLC 控制系统组成见图 1。

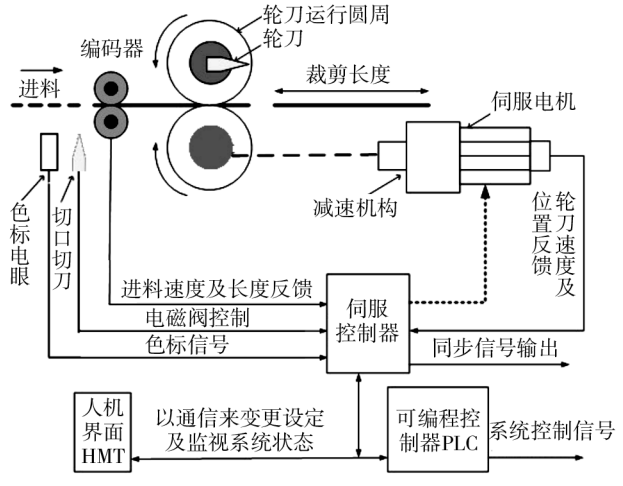


图 1　控制系统构成

Fig. 1 Control system diagram

其各部分功能分别介绍如下。旋转式同步轮切控制驱动系统功能为接收 PLC 和 HMI 输入的运转命令及长度设定,监测编码器传回的脉冲信号,获得进料速度及进料长度,控制伺服马达的运转速度及同步定位动作。色标电眼主要功能是信号检测,产生脉冲,控制袋长刀切的位置。人机界面(HMI)功能为接收设定资料及显示运转状态。PLC 的功能为处理基本接口、互锁、连动信号。永磁同步伺服马达或感应式伺服马达功能为将马达动力传送至上下裁切刀轮。轮刀是上轮带刀刃下轮裹着胶皮的一组回转机构。送料检测编码器靠轴的转动而带动编码器产生脉冲信号,辅助整个系统完成裁切功能。

PLC 控制系统一方面控制伺服电机的变速,另一方面控制进料速度、裁剪长度,以达到合适的工作效率,使纸袋裁切顺畅进行。

1.2　工艺说明

制袋机工艺设计是该设备控制系统的核心,同时是人机界面设计的基础。通过研究,整个制袋过程主要分为送料、裁切和出料等 3 个部分。切刀由主电机经过变速后带动进行循环的点动抬刀和分切动作,伺服系统带动压料辊进行定位,色标电眼对色标进行跟踪。其中主要过程为分切动作,色标分切运行主要工艺见图 2。

伺服系统主要控制机械装置完成送料、裁切和出料的协调运行。分切速度亦非常关键,色标信号带动主电机的运行实现切刀的分切动作,同时传感器触动 PLC 对此计数 1 次,分切速度必须与送料和出料速度协调一致。触摸屏人机界面可随时对系统进行停机和运行的控制,同时也可设定批量生产计数,系统自动进行控制。

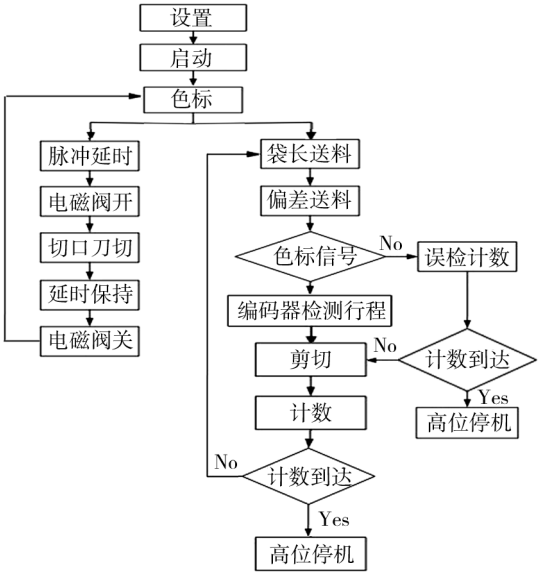


图 2　流程控制

Fig. 2 Process control diagram

2　PLC 与触摸屏控制系统的实现

PLC 具有抗干扰能力强,能适应恶劣的工作环境等特点[7—8],包装机械中应用 PLC 技术已经比较成熟,当前相关研究领域更加注重对控制系统的改进,以提高质量和效率[9—11]。该课题制袋机在样机设计和测试中,控制系统采用台达 DVP PM 系列的 PLC 作为主控核心,与台达 DOP-B 系列触摸屏连接,台达 PM 系列运动控制型主机与伺服系统通讯,直接对伺服系统输入速度曲线,方便程序编制与修改。DVP20PM 是台达运动控制型 PLC。DVP20PM 通过前后 2 个扩展口既可作为 PLC 主机执行,又可作为 EH2 型主机的扩展模块使用,具有 X_0—X_7, Y_0—Y_7 数字量输入输出各 8 点,并配置了手摇轮、零点信号、原点信号、极限信号、启动、停止等各种信号接口以满足应用需求[12]。控制系统的基本输入/输出规划见表 1。

整个控制系统是以 PLC 的输入输出实现逻辑控制,通过通讯来实现对伺服的控制、人机命令的执行

及状态的显示等。整体设计遵循本制袋设备工艺要求来与 PLC 和触摸屏配合设计完成。

表 1 PLC I/O 点规划

Tab.1 PLC I/O planning chart

输入地址	名称	输出地址	名称
X0	补码	Y3	变频器激活
X1	色标传感器	Y6	激活伺服
X2	高位传感器	Y7	蜂鸣器/停止
X3	低位传感器		
X4	激活		
X5	停机		

3 控制系统人机界面设计

根据制袋机工艺需求,控制系统使用台达 DOP-B 系列触摸屏,对系统进行操作、监视控制和设置参数,主要工作包括:运行模式选择(手动、自动);控制功能(运行、停止、清零、追色、补码功能选择);参数的设置(封切速度、批量、总数、切带长度、误差次数等);监控及报警讯息。

在控制系统中,人将控制信息通过界面的输入装置传递给机器,机器通过界面的输出装置将反馈信息传递给人,达到人与机器的信息交流,达到人控制机器的目的。由此,人机界面的设计关乎用户能否正确有效地控制机器的运行。用户界面设计的三大原则是:置界面于用户的控制之下;减少用户的记忆负担;保持界面的一致性。原用人机界面见图 3[13]。



图 3 触摸屏界面

Fig. 3 Touch screen interface

笔者对原有人机界面进行了研究分析,发现原有界面画面单一枯燥,仅以文字提示,缺乏提供视觉线索以及图形符号的任何提示,首次接触该机器的人难以辨识和掌握该控制系统界面。控制页面中,按键排列过于密集,破坏了屏幕上下左右平衡,造成了局部过分密集,长时间使用会带来视觉疲劳。在操作过程中,尤其是左边的按键,会出现同时按下上下两键的情况,这样的按键安排,大大地提高了误操作率。诸如此类的界面问题降低了该控制系统的易用性,对用户使用的便捷和安全产生影响。

为实现制袋机控制系统人机界面操作的人机性,特进行改进设计。制袋机固定安置,工作气氛平静,根据人机学理论色彩不宜过于刺激强烈,也不宜沉闷枯燥,应使使用者在工作时心情愉快。该方案标准色为蓝色,见图 4a。蓝色代表沉稳,强调科技和效率,这对在带有危险性的工业生产中,具有暗示、警示作用[14],使用者在保持有效率工作的同时,提醒操作者在生产过程中要时刻保持清醒,对生产过程中的突发情况能够沉着应付。

控制界面的信息排列以该系统的工艺流程和操作要求为基础,减少信息搜索任务。在人的感知问题上,人会扫描环境的特定点,去积极地寻找出现的目标。在搜索目标时遇到干扰(把人的注意从目标刺激转移过去的非目标刺激)就常产生错误警报,这对任务的完成造成不必要的干扰,增加对错误操作进行处理的时间,使安全性和效率降低[15]。数据输入界面往往占用户比较多的时间,也是控制系统中最易出错的部分之一。其设计的总目标是:简化用户工作,尽可能降低输入出错率,要容忍用户错误。在设置常用



a



b

图 4 制袋机界面设计

Fig. 4 Interface design of bag-making machine

参数页面,根据人的认知顺序,排列参数类型。字体选用宋体 18 号字,人的正常视距为 46 ~ 71 cm,最佳视距为 50 ~ 55 cm,字体和字号的设置需确保信息有足够的清晰度。设置参数时,点击数字框,弹出键盘,键盘可通过手指的拖动进行移动,操作者在对某项参数实施修改时,也可查询其他参数的实时数值。正在被修改的参数,其数字框会进行黑白闪烁,这充分考虑到人在工作时,一般运用短时间记忆,它的保持时间短,存储容量小,借此明确正在修改项,实现提示作用,减低出错率,见图 4b。

4　结语

制袋机控制系统采用 PLC、电气元件和经过改进设计的触摸屏,对制袋工艺流程进行简洁、智能控制,充分满足了工艺及控制需求,使设备以规范化的方式运行,提高了产品的生产质量和效率。经过人机设计的控制界面,人机交互更加高效准确,降低了出错率,使得控制系统的可靠性大大增强,便于操作人员学习和维护。笔者所设计的控制系统通过在制袋机上模拟运行调试,很好地达到了预期效果,为制袋机的整体设计水平提高了一个新的层次。

参考文献:

[1] 李瑞平,冯济缨,黄明琪,等. 包装机械设计中的控制技术[J]. 包装工程,2005,26(1):19—21.
LI Rui-ping, FENG Ji-ying, HUANG Ming-qi, et al. Control Technology in Design of Packaging Machine[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(1): 19—21.

[2] 韩凌,陆荣鑑. 制袋机的检测与控制技术发展概述[J]. 包装工程,2010,31(11):135—139.
HAN Ling, LU Rong-jian. Profile of Bag-making Machine Detection and Development of Control Technique[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(11): 135—139.

[3] ZAEH M F, POERNBACHER C. Model-driven Development of PLC Software for Machine Tools[J]. Production Engineering, 2008, 2(1): 39—46.

[4] KHAY K W. Design of PLC Control System[J]. Electric Transmission, 2001, 33(7): 13—15.

[5] SIMOSI A. The Method of Improving the Efficiency of PLC[J]. Mechanism Manufacture and Automatization, 2002, 46(2): 27—29.

[6] DEBORAH H, ROBERTS S. Human-Computer Interface Development Tools: A Methodology for Their Evaluation[J]. Communications of the ACM, 2000, 34(3): 75—87.

[7] 严盈富. PLC 入门[M]. 北京:人民邮电出版社,2005.
YAN Ying-fu. Introduction of PLC[M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2005.

[8] 韩兵. 触摸屏技术及应用[M]. 北京:化学工业出版社,2008.
HAN Bing. Touch Screen Technology and Application[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2008.

[9] 谢志萍. 基于 PLC 与图像联合控制的印刷套准系统关键技术研究[J]. 包装工程,2011,32(9):70—73.
XIE Zhi-ping. Study of Key Technologies of Printing Register System Based on PLC and Image Joint Control[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(9): 70—73.

[10] 蔡锦达,尤黔林,黄树根,等. 基于台达 PLC 的纸护角机控制系统[J]. 包装工程,2010,31(15):77—80.
CAI Jin-da, YOU Qian-lin, HUANG Shu-gen, et al. Control System of Paper Corner Protector Machine Based on Delta PLC[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(15): 77—80.

[11] LI Pei-xing, SUN Zhi-jun, ZHU He-lei, et al. The Design of Control System for Auto-Packing Pantyhose Machine[J]. Advanced Materials Research, 2011, 328/330: 2288.

[12] 中达电通股份有限公司. DVP-20PM 安装说明[K]. 上海:中达电通股份有限公司,2011.
Delta Greentech (China) Co, Ltd. Installation Instructions of DVP-20PM[K]. Shanghai: Delta Greentech (China) Co, Ltd, 2011.

[13] 中达电通股份有限公司. DOP-B 人机界面使用手册[K]. 上海:中达电通股份有限公司,2011.
Delta Greentech (China) Co, Ltd. DOP-B Series Man-machine Operation Manual[K]. Shanghai: Delta Greentech (China) Co, Ltd, 2011.

[14] 谢庆森,黄艳群. 人机工程学[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2009.
XIE Qing-sen, HUANG Yan-qun. Ergonomics[M]. Beijing: China Building Industry Press, 2009.

[15] 李乐山. 人机界面设计[M]. 北京:科学出版社,2004.
LI Le-shan. Human-Computer Interface Design[M]. Beijing: Science Press, 2004.