

基于 PLC 的快递分拣系统

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2023.02.003

李泽 巩雪

刘京宇 孙雪刚

哈尔滨商业大学

轻工学院

哈尔滨 黑龙江 150028

摘要:近年来,快递行业的订单量迅猛增涨,而快递分拣环节的机械化水平较低,主要采用人工分拣。人工分拣已无法满足快递业务的需求。为了提高快递分拣效率,根据分拣要求进行软硬件设计,利用可编程逻辑控制器(PLC)与液压系统设计一套快递自动分拣系统。快递分拣系统由触摸屏、PLC、传感器、电机、扫描相机以及液压缸等机构组成,触摸屏为西门子KTP700系列,PLC使用西门子1200系列中的S7-1215CPU。人机交互界面用西门子博图V15软件完成设计。液压系统完成快递的分拣推送任务和控制过程。本系统能自动识别不同区域的快递,完成连续、大批量地分拣业务,降低了劳动成本,进而提高了企业的整体效益。

关键词: 快递分拣; PLC; 液压系统; 人机交互界面; 智能化

中图分类号: TB846⁺.3; TP273⁺.5

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2023)02-0018-05

引文格式: 李泽, 巩雪, 刘京宇, 等. 基于 PLC 的快递分拣系统[J]. 包装学报, 2023, 15(2): 18-22.

1 研究背景

货物、商品的分拣在日常生活中非常常见,如物料、快递、图书等的分拣。在自动分拣技术上,欧美国家发展最早,从20世纪60年代开始使用自动分拣机,现在该技术处于世界领先地位。日本在20世纪70年代从美国引进了第一台自动分拣机,随后快速发展,到90年代拥有一千多台自动分拣机,成为当时世界上拥有自动分拣机最多的国家之一。我国的自动分拣技术起步较晚,目前虽然可以勉强达到国际先进水准,但创新能力有待提高,应用领域有待进一步扩展。大部分的图书馆、工厂、快递公司、超市等仍然依靠人工分拣。人工分拣存在出错率高、人力资源浪费、分拣效率低等问题。

国内学者对分拣设备和信息媒介选取进行了大

量的研究。张翠云^[1]所设计的物料分拣控制系统采用电感式接近开关,用光纤传感器识别物料的颜色和材质来进行分拣。林娟等^[2]设计了可编程逻辑控制器(programmable logic controller, PLC)虚拟仿真平台,通过Factory IO与西门子S7-200 PLC连接。张宏伟等^[3]所设计的物料混合 PLC 控制系统通过定义 I/O 接口构造数据库,数据库再与由组态软件设计的图形对象建立连接,最终实现动作仿真。陆萍蓝等^[4]采用慧鱼模型的碰撞开关来控制停止机构动作。

随着科技的飞跃,网上购物得到了人们的认可。在快递行业迅速崛起的环境下,各类快递层出不穷,对分拣效率和准确率提出了更高的要求。显然,人工分拣已经无法满足快递业务需求。因此,对快递分拣技术进行创新与变革是非常有必要的。快递自动分拣技术的关键是选择合适的传感器,能根据快递的特点

收稿日期: 2022-10-19

作者简介: 李泽(1997-),男,江苏泰州人,哈尔滨商业大学硕士生,主要研究方向为物流包裹智能化,

E-mail: 1732951603@qq.com

通信作者: 巩雪(1981-),女,辽宁锦州人,哈尔滨商业大学副教授,博士,硕士生导师,主要从事智能化装备研究,

E-mail: kahnannie@163.com

进行识别分类。基于此, 本研究采用西门子 PLC 设计了一套快递自动分拣系统。物料分拣人机界面是在西门子博图 V15 软件中完成设计, 用 MCSG 软件的 WinCC 组态功能实现系统功能。

2 快递分拣系统的控制要求与组态

2.1 控制要求

快递分拣系统由机器视觉模块、控制模块、传输模块和人机交互模块组成。系统控制要求如下: 1) 输送带自左向右运动, 将待识别快递面单信息传输至扫描相机下方的拍照点。2) 扫描相机能自动拍照, 并识别条码信息。3) 扫描相机能将识别结果发送给 PLC。4) 当识别结果为 TRUE 时, PLC 控制输送带使快递抵达指定包区。5) 当识别结果为 FALSE 时, PLC 控制输送带使快递落入废包区。6) PLC 控制电磁铁, 液压推杆使快递落入左侧包区。7) 快递抵达指定包区时, 传感器上升沿执行一次, 实现包区快递计数。

2.2 组态

图 1 为用 MCSG 软件设计的快递分拣组态。



图 1 快递分拣组态

Fig. 1 The express sorting configuration component

快递分拣组态由 3 个部分组成: 1) 识别分拣机构组态。其能识别不同包区的快递与监控分拣作业过程, 包括快递落入限位监控、快递是否进入传送区状态监控、快递大小识别状态监控。2) 运行指示组态。其能监控系统运行状态和发出报警信号, 包括上包区有无快递状态监控、系统正常及故障工作状态监控、扫描相机是否识别快递信息状态监控、推杆是否抵达限位开关监控。3) 操作控制组态。操作人员可在昆仑通态触摸屏上对快递分拣系统进行启动、停止、复位操作, 无需通过硬件开关启停系统, 降低了系统启停部件损耗率。

3 快递分拣系统设计

快递分拣系统由触摸屏、PLC、传感器、电机、扫描相机以及液压缸等机构组成, 如图 2 所示。

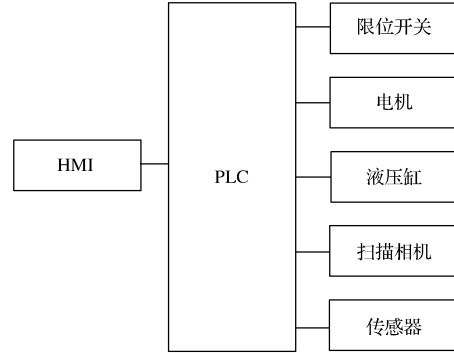


图 2 快递分拣系统硬件设计示意图

Fig. 2 Schematic diagram of express sorting system hardware design

3.1 快递分拣装置

3.1.1 系统主要功能与工作流程

快递分拣装置主要由上包区、扫描装置、异步电机、输送带、废包区、传感器、限位开关、包区、料道以及液压缸等组成, 具体结构如图 3 所示。各机构的主要功能如下:

1) 异步电机为上海 ABB 电机有限公司生产的 M2BAX132SA4 型三相异步电动机。它给系统提供动力源, 启动输送带送料, 将物料传送至各检测点。

2) 扫描装置由相机、光源图像采集卡组成, 能读取物料二维码信息, 并将信息发送给 PLC。

3) PLC 采用西门子 6ES7215-1AG40-0XB0 型 CPU 1215C, 能接收限位开关、传感器和扫描相机发送的信息, 启动电机或者打开电磁阀的电磁铁使液压缸进行往复直线运动。

4) 液压缸执行指令, 将物料送入指定区域。

5) 传感器具有独立检测物料的能力, 可将检测到的信号反馈给 PLC。

6) 限位开关位于液压缸的两端, 使用 TON 延时函数, 时间设置为 2 s。当液压缸执行操作时, 2 s 内未到达限位开关的位置, PLC 将会发出报警信息^[5-8]。

7) 液压缸根据接收信号的高低, 给出相应的分拣动作。信号为高电平, 液压缸执行推动动作; 信号为低电平, 液压缸缩回或者保持原静止状态^[9-11]。

快递分拣系统的工作流程如图 4 所示。按下启动按钮后, 传感器 5 检测上包区是否有快递进入输送带。若无快递进入输送带, 整个输送带系统处于低功耗运

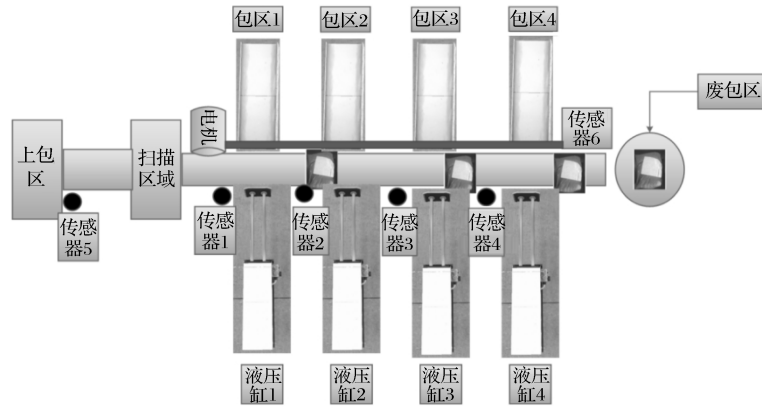


图3 快递分拣装置示意图

Fig. 3 Schematic diagram of express sorting device

行状态；若检测到快递进入时，输送带恢复到正常的运行状态，输送快递到扫描相机处。扫描相机识别提取面单信息，并将此信息反馈给 PLC。PLC 根据扫描信息，在快递到达指定包区的位置时启动液压缸的电磁阀，执行快递分拣操作^[12-13]。限位开关检测液压杆状态，若 2 s 内未检测到液压杆，触摸屏上出现报警信息，随后操作人员处理报警信息^[14-16]。

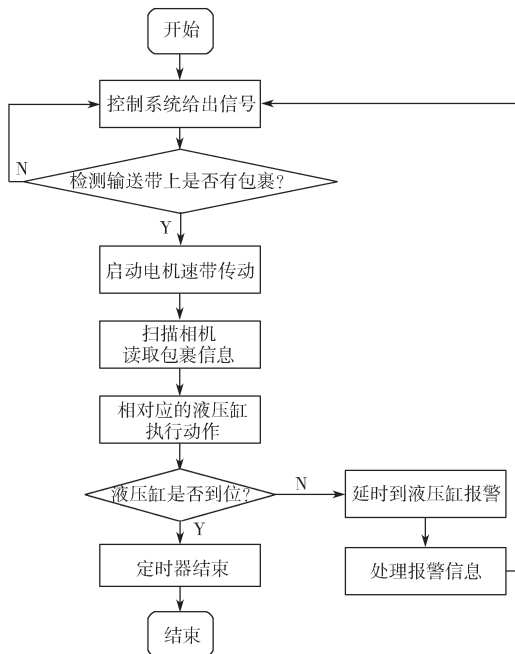


图4 快递分拣流程图

Fig. 4 Express sorting flow chart

3.1.2 液压系统

液压系统主要由液压油、过滤器、蓄能器、减压阀、液压缸、单杆双作用缸、先导式三位四通电磁阀、单向阀组成。液压系统包含 4 个液压缸，4 个液压缸会按照 PLC 给出的信号进行动作，故要设计互不干

扰回路。液压缸必须在短时间内快速到达限位开关，在往复直线运动过程中可能会产生较大的冲击，故液压系统需设置背压回路，以此降低液压缸在运动过程中产生的冲击。本液压系统采用进油路节流调速回路。当执行元件不工作时，液压泵还处于工作状态，排除的油液无处可去，导致系统压力持续增大。为了保持液压系统压力恒定和防止系统过载，在液压泵的出口油路上安装溢流阀。液压系统的工作原理如图 5 所示。以缸 1 为例，当 PLC 发出缸 1 动作的反馈信号时，电磁铁 YA1 打开，液压油从油箱出来，经过滤器过滤，电机带动液压泵工作，液压泵从油箱抽出液压油，经过单向阀（防止液压油流回油箱），蓄能器提供一定的压力源，使液压油经过先导式三位四通 O 型电磁换向阀的右位，经过单向减压阀，到达缸 1 左腔，缸 1 向左运动，缸 1 右腔的液压油再经过先导式三位四通 O 型电磁换向阀的右位回油箱。

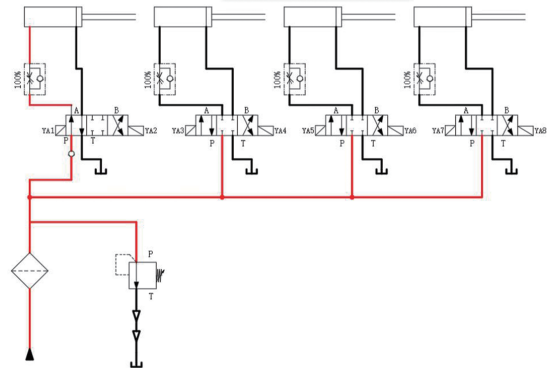


图5 液压系统工作原理图

Fig. 5 Schematic diagram of hydraulic system

3.1.3 分拨机构

分拨机构是快递分拣系统的最后一道环节，直接影响快递分拣的准确性和效率。分拨机构控制要求如

图 6 所示。扫描相机采集面单信息, 通过 MOVE 功能函数把面单信息 %ID1 给 %MD1, 根据对应的包区开始分拣。当面单信息是包区 1 时, 缸 1 伸出把快递推入包区 1, 然后缸 1 缩回, 完成一次分拣动作。

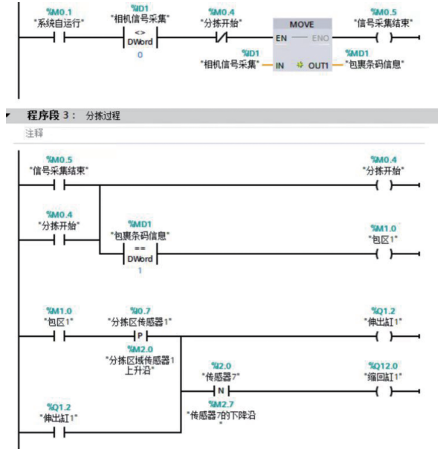


图 6 包区 1 分拣程序

Fig. 6 Sorting procedure of package area 1

3.2 触摸屏

在触摸屏上可以输入人机交互指令。触摸屏为西门子 KTP700 系列。西门子博图 V15 软件有着极其强大的组态界面设计和仿真能力。创建项目时, 先选择 PLC 和触摸屏的型号, 然后, 用 PN/IE_1 网线连接两者, 实现 CPU 与触摸屏的通讯, 如图 7 所示。根据整个 PLC 控制要求确定系统的 I/O 点, 具体分配情况如表 1 所示。

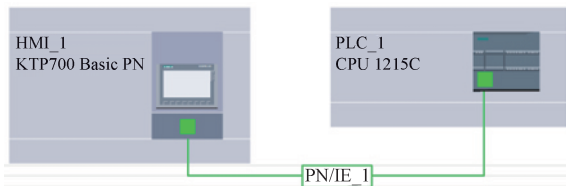


图 7 触摸屏与 PLC

Fig. 7 Touch screen and PLC

表 1 分拣控制系统的 I/O 分配情况

Table 1 I/O distribution of sorting control system

输入		输出	
端口号	硬件名称	端口号	硬件名称
10.0	启动按钮	Q0.0	电机
10.1	停止按钮	Q0.1	液压缸 1 电磁铁得电
10.2	传感器 1	Q0.2	液压缸 3 电磁铁得电
10.3	传感器 2	Q0.3	液压缸 5 电磁铁得电
10.4	传感器 3	Q0.4	液压缸 7 电磁铁得电
10.5	传感器 4	Q0.5	液压缸 2 电磁铁得电
10.6	传感器 5	Q0.6	液压缸 4 电磁铁得电
10.7	传感器 6	Q0.7	液压缸 6 电磁铁得电
		Q1.0	液压缸 8 电磁铁得电

4 结语

本文采用西门子公司的 S7-1215PLC 设计了一套快递分拣系统。此分拣系统采用标准化、模块化组装方法, 能够自动识别不同区域的快递及无效快递, 能连续、大批量地分拣快递, 大大降低了劳动强度, 显著提高了工作效率, 且系统布局灵活, 维护、检修方便, 受场地影响较小。此外, 分拣系统还能灵活地与其他快递设备无缝连接, 实现快递分拣作业、物料信息流的分配和管理。本快递分拣系统具有广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] 张翠云. 基于 PLC 的物料分拣控制系统设计与实现 [J]. 机电工程技术, 2020, 49 (9): 158-160.
ZHANG Cuiyun. Design and Implementation of Material Sorting Control System Based on PLC [J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2020, 49 (9): 158-160.
- [2] 林娟, 董红生. 西门子 S7-200 和力控组态软件的 PLC 虚拟仿真平台设计 [J]. 电气自动化, 2017, 39(6): 96-98.
LIN Juan, DONG Hongsheng. Design of a Virtual PLC Simulation Platform for Siemens S7-200 and Force Control Configuration Software [J]. Electrical Automation, 2017, 39(6): 96-98.
- [3] 张宏伟, 荆鹏辉, 王新环. 物料混合 PLC 控制系统综合实验案例设计 [J]. 软件导刊, 2018, 17(11): 213-216.
ZHANG Hongwei, JING Penghui, WANG Xinhuan. Comprehensive Experimental Case Design of Material Mixing Control System Based on PLC [J]. Software Guide, 2018, 17(11): 213-216.
- [4] 陆萍蓝, 邵力行, 张火明, 等. 基于慧鱼技术和 PLC 控制的餐盘分拣系统设计 [J]. 包装工程, 2020, 41(13): 210-215.
LU Pinglan, SHAO Lixing, ZHANG Huoming, et al. Design of Tray Sorting System Based on Fischertechnik and PLC Control [J]. Packaging Engineering, 2020, 41(13): 210-215.
- [5] 唐媛红, 刘月云. 基于 PLC 的水果分拣机器人动作控制优化 [J]. 农机化研究, 2021, 43(12): 233-237.
TANG Yuanhong, LIU Yueyun. Optimization of Fruit Sorting Robot Action Control Based on PLC [J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2021, 43(12): 233-237.

- [6] SÁNCHEZ-SALMERÓN A J, MELLADO M, RICOLFE C, et al. Virtual Platform for Prototype Implementation of Flexible Automated Disassembly Systems[J]. IFAC Proceedings Volumes, 2007, 40(2): 87-95.
- [7] 舒生豪, 熊瑞平, 罗勇, 等. 基于 PLC 控制的调整接头组件自动装配系统设计[J]. 机床与液压, 2020, 48(17): 11-15.
SHU Shenghao, XIONG Ruiping, LUO Yong, et al. Design of Automatic Assembly System for Adjustment-Joint Assembly Based on PLC Control[J]. Machine Tool & Hydraulics, 2020, 48(17): 11-15.
- [8] LENGGERKE O, DUTRA M S, FRANÇA F M G, et al. Automated Guided Vehicles (AGV): Searching a Path in the Flexible Manufacturing Systems[J]. Journal of KONBiN, 2008, 8(1): 113-124.
- [9] ZHOU X S, HOU Z H, MA Y J. Overview of Distribution Network Automation Technology[C]//2013 2nd International Conference on Mechanical Properties of Materials and Information Technology (ICMPMIT 2013). Hong Kong: Trans Tech Publications, 2013: 633-636.
- [10] 王刚. 基于 S7-300 物料分拣控制系统设计及仿真[J]. 现代科学仪器, 2016(6): 82-84.
WANG Gang. Design and Simulation of Material Selecting Control System Based on S7-300[J]. Modern Scientific Instruments, 2016(6): 82-84.
- [11] DUMITRU I, ARGHIRA N, FAGARASAN I, et al. A Fuzzy PLC Control System for a Servomechanism[C]// Intelligent Control Systems. [S. l.]: IFAC, 2010, 8(22): 69-74.
- [12] 刘秀兰, 刘念. 基于 SIMATIC HMI 与 PLC 的材料分拣系统[J]. 机械工程与自动化, 2008(3): 146-148.
LIU Xiulan, LIU Nian. Monitoring System for Material Sorting Based on SIMATIC HMI and S7-200 PLC[J]. Mechanical Engineering & Automation, 2008(3): 146-148.
- [13] 程阔. WINCC 组态物料分拣设备控制系统的实现[J]. 西安文理学院学报(自然科学版), 2017, 20(3): 78-81.
CHENG Kuo. Realization of Control System for WINCC Configuration Material Sorting Equipment[J]. Journal of Xi'an University (Natural Science Edition), 2017, 20(3): 78-81.
- [14] SILVA A L, RIBEIRO R, TEIXEIRA M. Modeling and Control of Flexible Context-Dependent Manufacturing Systems[J]. Information Sciences: An International Journal, 2017, 421: 1-14.
- [15] 孙洁, 王兴楠, 孙晔, 等. 基于 PLC 的工业云平台控制系统设计[J]. 电气传动, 2020, 50(7): 69-73.
SUN Jie, WANG Xingnan, SUN Ye, et al. Design of Industrial Cloud Platform Control System Based on PLC[J]. Electric Drive, 2020, 50(7): 69-73.
- [16] HIETANEN T, KURKI H, JAUHIANEN O, et al. Development of Automation Education in the Institute of Technology[J]. IFAC Proceedings Volumes, 2003, 36(10): 59-62.

(责任编辑: 邓彬)

Design of Express Sorting System Based on PLC

LI Ze, GONG Xue, LIU Jingyu, SUN Xuegang

(School of Light Industry, Harbin University of Commerce, Harbin 150028, China)

Abstract: With the rapid increase in order volume of express industry in recent years, manual sorting has been unable to meet the needs of express business as the mechanization level of express sorting is low, while manual sorting is prevalent. In order to improve the efficiency of express sorting, software and hardware were designed according to the sorting requirements, and a set of express automatic sorting system was designed using programmable logic controller (PLC) and hydraulic system. The express sorting system was composed of the touch screen, PLC, sensors, motor, scanning camera and hydraulic cylinder and other components. The touch screen was Siemens KTP700 series, and PLC was S7-1215CPU in Siemens 1200 series. Siemens Botu V15 software was used to complete the design of human-computer interface. Hydraulic system was used to complete the express sorting push task and control process. This system can automatically identify the express delivery in different areas, complete the continuous and mass sorting business, reduce the labor cost, and improve the overall benefit of the enterprise.

Keywords: express sorting; PLC; hydraulic system; human machine interaction; intelligent