

有价票据视觉复检自动化包装设计

赵鹏, 田军委

(西安工业大学, 西安 710021)

摘要: **目的** 针对现有有价票据包装工艺中自动化程度低、人力成本高、分包效率低、出错率高的现象, 设计一套视觉复检自动化分包系统。 **方法** 采用自动分拣机构实现票据高速分机和整理, 并通过视觉检测技术检测票据编码的正确性; 利用双工位机械臂和包扎机构实现快速包扎和整理。 **结果** 所设计系统分拣速度达 800 张/min, 工作节拍可达 80 捆/min, 最大限度地提高了系统工作效率。 **结论** 该设计为各类票据高速、高效包装系统的实现提供了参考。

关键词: 有价票据; 视觉复检; 包装机械

中图分类号: TB486 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)15-0082-05

Automated Visual Review Packaging Systems for Valuable Document

ZHAO Peng, TIAN Jun-wei

(Xi'an Technological University, Xi'an 710021, China)

ABSTRACT: To design an automatic subpackaging system of visual review to solve problems such as low degree of automation, high labor cost, low efficiency of subpackaging and high error rate. The automatic sorting mechanism was used to realize high speed dividing and sorting of document, and the correctness of the document' encoding was detected by the visual inspection technology. The double-station mechanical arm and binding mechanism were applied to achieve rapid binding and organization. The sorting speed of the system designed reached 800 pieces per minute, the work beat was up to 80 bundles per minute, greatly improving the working efficiency of the system. It provides a good reference for realizing high speed and high efficiency packaging system for all kinds of document.

KEY WORDS: valuable document; visual review; packaging machinery

票据是随着商品经济的产生和繁荣而出现和发展起来的。现代票据一般是指商业上由出票人签发, 无条件约定自己或要求他人支付一定金额, 可流通转让的有价证券, 票据包含汇票、本票、支票、提单、存单、股票、债券等。每年有价票据印刷业务量巨大, 国营印钞造币系统占到市场 25% 份额, 民营票据印刷股份上市公司占到市场 50% 份额, 合资外资票据印刷企业占到市场 25% 份额^[1]。由于这些票据本身具有一定价值, 所以在印刷制作过程中有着极高的要求: 首先, 要保证高水平的印刷质量, 使得一般人无法仿制; 其次, 要保证每张票据具有单独连续的票号, 使得票据有据可查; 最后, 要保证快速包装能力, 使得生产节拍能跟得上印刷设备的速度。

1 现有技术分析

目前的技术条件下, 票据包装环节分为 3 个步骤。

1) 票据整理。印刷过程中每张票据都印制有编号, 因此只需找出尾号的相应编号, 把票据整理成每把 100 张即可。速度可达每人每分钟 5 把, 劳动强度大。

2) 人工复检。主要复检张数和编号 2 个信息。张数复检相对简单, 为了保证 100 张的精确性, 可以借助点钞机进行确认, 但票据规格和点钞机不符时, 则必须依靠手工完成。编号复检比较复杂, 需保证连号且无错号, 效率极低, 约每人每分钟 1 把, 且需工人的注意力高度集中, 易产生疲劳, 极易出错。

收稿日期: 2016-11-02

作者简介: 赵鹏 (1980—), 男, 硕士, 西安工业大学讲师, 主要研究方向为包装工程及机械设计。

3) 包扎装箱。利用扎把机, 使用宽度为20 mm的捆扎带, 利用烫合机构对已经涂胶的捆扎带进行热烫合, 包扎成每把100张, 再利用包裹机包裹成每包10把^[2]。可见包装环节中, 人工复检制约着工作效率的提高, 人力资源投入大, 且工人极易因疲劳而出错。由于有价票据的特殊性, 这种错误无法接受, 急需自动化且具有复检功能的包装系统服务于有价票据的印刷制作。

文中系统的构建有2个技术要点集中在票据复检环节, 即张数复检和编号复检。

1) 张数复检。蒋进提出了基于图像识别的纸张计数方法, 利用非接触检测, 针对叠层纹理图像处理, 最终得到高效稳定的检测结果^[3]。纹理计数方法技术先进, 但由于计数的同时需要将票据搓捻开, 为后续检测做准备, 所以采用机械点数方式完成该工序。

2) 编号复检。郭轩提出了对于彩色印刷品视觉检测的相关算法^[4], 刘国清也提出了采用FPGA+DSP的处理方案, FPGA负责图像采集和数据通信, DSP负责图像处理, 通过采集红光、蓝光、绿光及混合白光的图像, 从而完成票币鉴定及编号识别^[5]。对于采用条码技术作为票据信息寄存方式的票据, 则更需要依靠图像检测方式来进行识别复检, 何成平等在基于汉信码的图像预处理技术方面作出了研究, 通过校正模型分析, 给出了Sobel边缘检测、Random变换和分片多项式逼近条码图像校正算法^[6-7]。这些结果虽然起到了一定借鉴价值, 但依然存在实时性差、柔性不够好的问题, 因此在工程实践中, 这里将采用图像滤波处理、差值复检的方式进行快速判定。

2 技术参数分析与工艺流程

票据印刷用纸有着严格的规定, 股票印刷用纸的主要参数: 定量为106 g/m², 厚度为0.13 mm, 规格为80 mm×225 mm。支票印刷用纸的主要参数: 定量为106 g/m², 厚度为0.13 mm, 规格为80 mm×225 mm^[8]。其他常见票据类型多会选择定量为70~80 g/m²的防伪水印纸或者红蓝纤维加密纸^[9-10], 因此文中系统设定可适用的票据厚度为0.075~0.15 mm。

有价票据的印刷多采用凹版印刷工艺, 常见印刷速度为300 m/min^[11], 为保证票据印刷质量, 这一速度有时会降低。对于半自动甚至手动复检包装工艺状况来讲, 这已是极难赶上的速度。目前人工包装速度为每人每天1000把, 工人的工作强度大, 容易发生错点、漏点等问题。现将设计标准提高到人工速度的8倍, 折合3 s/把。扎把标准为每把100张, 由于包装扎把环节速度有限, 所以计数速度对应为

800张/min。

票据包装系统采用时间逻辑同步操作工艺流程, 通过不同工位状态和位置检测来保证操作的同步性, 避免时间控制中累计误差引起的逻辑混乱。具体工艺流程见图1。方向引导的作用是将水平放置的票据引导为垂直放置方向, 便于后续计数分把操作; 计数和分把同时完成, 系统将票据搓捻开来, 逐一计数, 达到设定值后自动停止, 即完成分把, 机械手取走票据后发指令继续计数; 票据夹送和挡板让位之间的动作必须有严格的逻辑关系, 具体逻辑流程见图2; 票据计数分把和票据复检之间的动作必须有严格的逻辑关系, 具体逻辑流程见图3; 检测结果与夹持动作保持同步, 以便对复检正确和复检错误的票据执行不同操作, 具体逻辑流程见图4。

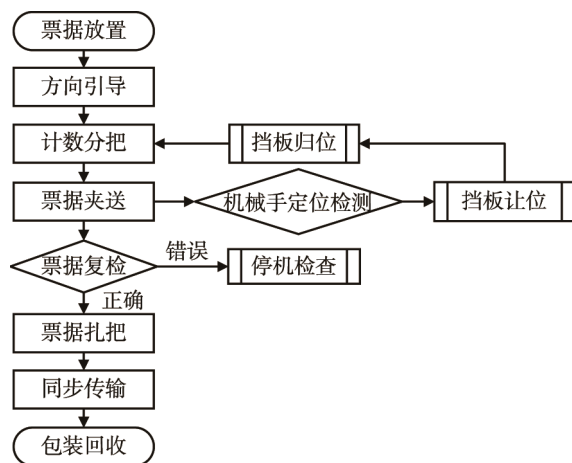


图1 票据包装系统工艺流程

Fig.1 The working procedure of documents packaging system

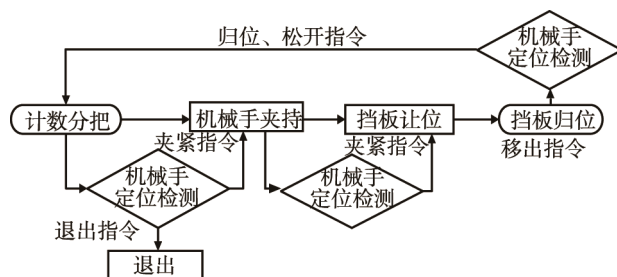


图2 夹持运送和挡板让位同步操作流程

Fig.2 The synchronous procedure of clamping and delivery and baffle concession

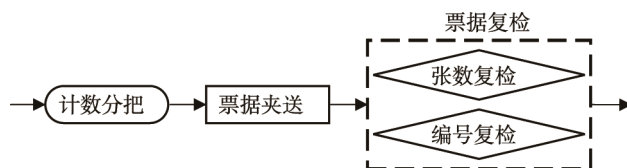


图3 计数分把和复检同步操作流程

Fig.3 The synchronous procedure of document bundling and review

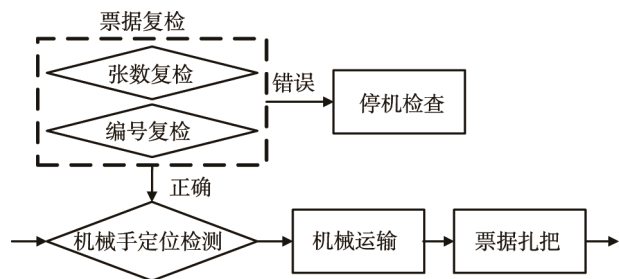


图4 票据引导和机械运动同步操作流程

Fig.4 The synchronous procedure of document guiding and mechanical motions

3 有价票据复检包装系统结构设计

该票据包装系统主要由计数分把模块、加持运送机构、视觉复检模块、票据扎把机构组成。其中计数分把模块又包括票据引导机构、计数分把机构、挡板运动机构。系统基本结构和主要功能部件见图5。票据引导机构主要实现票据承载和进票方向调整,机构承载能力超过5000张票据,引导方向满足水平进入,垂直输出,符合计数机构的要求,实现连续不间断计数功能。

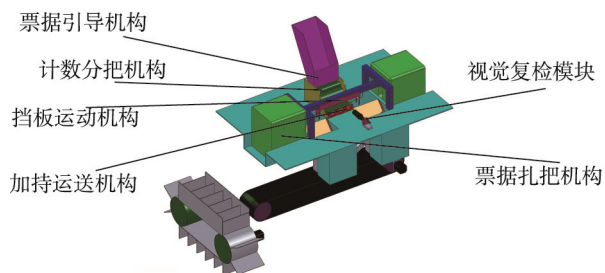


图5 票据包装系统核心部件

Fig.5 Core components of documents packaging system

计数分把机构主要实现计数预设、搓捻计数、自动停止、指令启动等功能,将按预设值分点成把,为后续夹持、扎把做准备,满足宽度在110~180 mm之间的票据计数,达到1~100张内的计数设定,计数速度大于800张/min。其中在搓捻分票环节,需要有效的摩擦阻尼体,新票据间摩擦因数为0.15,旧票据间摩擦因数为0.55,因此该阻尼体摩擦因数大于0.55,能满足基本清分需求。黑色橡胶作为摩擦材料时,其摩擦因数为0.7,常出现双张现象,清点精度不够高,因此摩擦因数为0.6的聚氨酯橡胶成为了最为理想的材料,既能保证足够摩擦力,又不至于摩擦力过大影响到精度^[12]。同时为了提高搓捻过程中的准确性,以保证不出现重叠和堵塞现象,也需要针对性的解决方案,票据表面所受切向力 $H=msa+\mu p+mgS$ 。其中 m 为单张票据质量; S 为与第1张票据粘连的票据中最下层的序号,如纸张未发生粘连,则 $S=1$; a 为搓捻轮

加速度; μ 为搓捻轮与票据间摩擦因数; p 为滚轮对纸张的正压力。设备转速不变,因此搓捻轮加速度是定值,票据分离效果主要取决于滚轮对纸张的正压力,而正压力由搓捻轮与票据的距离决定。由于该系统需要适应的票据厚度为0.075~0.15 mm,所以正压力的产生需要设备针对不同票据进行使用前的调校,来达到搓捻轮与票据之间的最佳间隙。

挡板运动机构包括票据收集挡板、挡板升降机构2部分。其中票据收集挡板用来实现票据阻挡和整理功能,挡板宽度为300 mm,收集盒宽度满足相应票据尺寸,挡板升降机构用来实现票据收集挡板的上下运动,为机械手运动预留空间,单程运动时间小于1 s。

夹持运送机构包括机械手、导轨、定位检测等部分。其中机械手用来实现票据夹紧功能,开合幅度为30 mm,开合时间小于0.5 s,导轨用来实现机械手导向功能,行程为500 mm,定位监测用于判别机械手位置,实现和夹持、进给、扎把、退出、松开5个动作的同步,整个运送周期控制在7 s之内。

视觉复检模块包括光源、放大镜头、工业CCD相机、相机支架、处理计算机等。光源用于改变环境亮度,以得到最佳特征效果;放大镜头要求视场为10~20 mm,物距小于100 mm,用于局部放大,突出票据厚度特征;相机支架用于安装相机,调整相机视角和物距,调整距离在100 mm之内,角度在0°~90°内,实现最佳方位图像采样;工业相机选用采样频率大于30 Hz,分辨率为1024×768的彩色相机,实现图像采样,处理计算机用于实现模式识别算法和判别^[13]。

票据扎把机构用于实现票据的捆扎、粘结功能。考虑到票据接收过程的流畅和面向一致性,扎把系统的路径布置采取同向依次排列,可以在较小空间内实现票据捆扎,且阻力小,稳定性高^[14]。其中扎带上带有扎把信息,包括该把票据起止信息及包装完成信息,保证整个工艺流程信息流的完整有效^[15],满足扎把速度在3 s/把之内。

4 票据编号复检方法

在票据号码复检中,视觉检测系统能够检测出本扎票票首票的编码,并进行识别,判断票据编码的正确性。根据生产实际情况,票据编码错误主要集中在票据印刷缺失,因此编码识别和判断主要针对编码缺失问题。

在实际票据整理计数过程中,由于整理频率高,整理过程中票据页面移动迅速,因此检测和判别单张票据编码难度很大,且没有必要,因此该设计采取识别和判断票据首页编码的方式,以确保识别的正确率。票据编码识别流程见图6。整理计数票据首先在定位仓中定位,计算机系统判别目标稳定性,确认目

标定位后，进行票据编码的识别和判别，如果编码连续，数值增加正确，上一叠票据进入包扎环节，系统正常运行。如果编码不连续，或者编码数目增量错误，系统停机并报警，等待操作人员确认并排除。

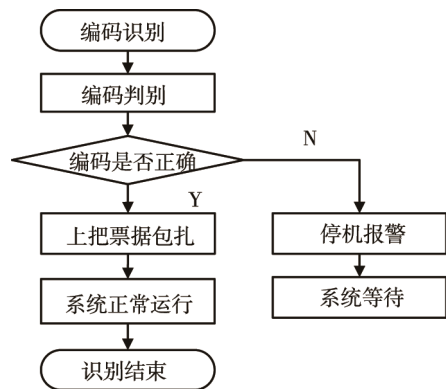


图 6 票据编码识别流程
Fig.6 Documents code identification process

在图像处理过程中，为了提高视频检测系统的实时性和准确性，检测系统充分利用号码位置固定的特

点，快速确定目标，提取待检测区域，实现目标有无判别、目标识别、编码识别和编码判别。检测算法框架见图7。

在图像变更判别中，根据当前图像和模板图像求差，根据差值计算图像是否发生变化，如果图像未发生变化，表明已经完成本次检测，在等待新目标出现。如果发生变化，则进入目标稳定性判别。当检测到目标变化时，保存新目标模板，在下一帧图像中提取相应图像，两者求差，根据图像差值判别帧间图像差异，如果差异显著，则更新模板，再次进行目标稳定性判别，直到目标稳定为止。目标稳定后，根据先验知识提取检测区域，并对区域根据字符进行划分，然后对每个区域进行特征提取和数字识别，得到票据编码，根据当前编码和上一次编码判别票据编码状态。以招商银行转账支票作为样票进行说明，对实际票据图像进行区域提取和划分处理。对所提取号码进行预处理，结果见图8。对分割图像，利用模板匹配方法可以识别出每个数字，得到票据编码。再对不同的图像求差，结果见图9。

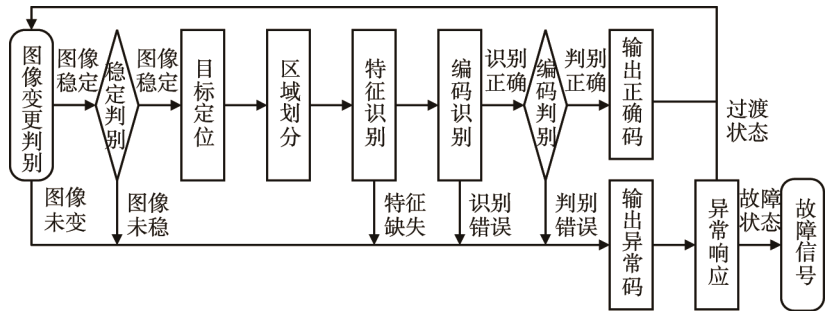


图 7 检测算法框架
Fig.7 Detection algorithm framework



图 8 图像预处理
Fig.8 Image preprocessing

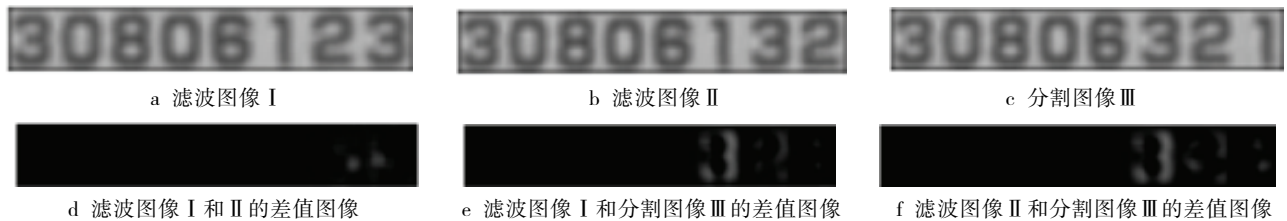


图 9 图像求差处理
Fig.9 Image difference processing

5 结语

目前国际上先进票币清分设备清分速度为 600~1000 张/min，根据文中系统已完成设计，且达到

设计标准：计数速度为 800 张/min；整理传输速度为 6 s/把，扎把整理速度为 3 s/把。设备已进入样机试制阶段，从市场的反馈来看该系统看具有两大优势：在采用视觉检测技术后，检测精度及速度得到极大提

高;在将各工艺通过自动化设备整合后,降低了人力资源成本,带来了更好的经济效益。该系统的应用将提高我国票据包装技术水平及自动化程度,达到同期国际清分设备技术水平,为各类票据高速、高效包装系统的实现提供参考。

参考文献:

- [1] 程星. 商业票据印刷业 1998—2008[J]. 印刷杂志, 2009(8): 38—39.
CHENG Xing. Commercial Paper Printing Industry 1998—2008[J]. Print Field, 2009(8): 38—39.
- [2] 索双富, 徐欢. 捆钞机的运动分析与控制策略制定[J]. 机械设计与制造, 2011(5): 7—9.
SUO Shuang-fu, XU Huan. The Motion Analysis and Control Strategy of Bundling Machine Making[J]. Machine Design and Manufacturing, 2011(5): 7—9.
- [3] 蒋进. 基于图像识别的纸张计数系统研究[D]. 广州: 广东工业大学, 2015.
JIANG Jin. Research on The Paper Counting System Based on Image Recognition[D]. Guangzhou: Guangdong University of Technology, 2015.
- [4] 郭轩. 彩色印刷品视觉检测相关算法研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2010.
GUO Xuan. Study on the Algorithm of Visual Inspection of Color Printed Matter[D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2010.
- [5] 刘国清, 许鸿平. 高速纸币识别系统在 A 类点钞机中的应用[J]. 电子技术, 2013(4): 34—36.
LIU Guo-qing, XU Hong-ping. Application of High Speed Paper Currency Recognition System in Class A Counting Machine[J]. Electronic Technology, 2013(4): 34—36.
- [6] 何成平, 龚益民, 俞亚珍. 汉信码图像预处理技术及实现[J]. 包装工程, 2010, 31(1): 72—75.
HE Cheng-ping, GONG Yi-min, YU Ya-zhen. Pre-Processing Technology of Chinese Sensible Code Image and Its Realization[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(1): 72—75.
- [7] 章丽红, 龚益民. 基于 RS 算法的汉信码在金融票据系统中的应用研究[J]. 包装工程, 2010, 31(3): 99—102.
ZHANG Li-hong, GONG Yi-min. Research of Chinese-sensible Code Based on Reed-Solomon Algorithm Applied in Financial Instruments Transmission System[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(3): 99—102.
- [8] 胡宏亮. 票据印刷概论[M]. 台中: 印刷出版社, 1992.
HU Hong-liang. An Introduction to the Paper Printing [M]. Taichung: Printing Press, 1992.
- [9] 佚名. 形形色色的防伪纸[J]. 中国防伪报道, 2011 (11): 54—55.
Anon. All Kinds of Anti Fake Paper[J]. China Anti Fake Report, 2011(11): 54—55.
- [10] 徐胜林. 国际高端安全纸技术品鲜[J]. 印刷技术, 2010(12): 27—28.
XU Sheng-lin. International High End Security Paper Technology Fresh[J]. Printing Technology, 2010(12): 27—28.
- [11] 刘孟才. 凹版胶印工艺参数对印刷质量影响的研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2013.
LIU Meng-cai. Studies on the Effect of Parameters on the Gravure Offset Printing Quality[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2013.
- [12] 于可深, 石同智. 摩擦式点钞机摩擦材料的选择[J]. 机械工程师, 1993(1): 49.
YU Ke-shen, SHI Tong-zhi. Friction Type Friction Currency Counting Machine Selection[J]. Mechanical Engineer, 1993(1): 49.
- [13] 苑玮琦, 魏轶婷, 于杨. 点钞机纸币图像采集装置研制[J]. 仪表技术与传感器, 2013(11): 22—27.
YUAN Wei-qi, WEI Yi-ting, YU Yang. Development of Paper Currency Image Acquisition Equipment in Cash Register[J]. Instrument Technique and Sensor, 2013(11): 22—27.
- [14] 张孝强, 索双富, 邓楼楼. 基于 PLC 的双通道自动切换连续捆钞模块设计[J]. 自动化技术与应用, 2007 (12): 59—60.
ZHANG Xiao-qiang, SUO Shuang-fu, DENG Lou-lou. A Continuous Currency Packer with Two Outlets Based on PLC[J]. Techniques of Automation & Applications, 2007(12): 59—60.
- [15] 庞雪莲, 张吉昌, 陈玉民. 一种冠字号纸币信息跟踪管理系统设计[J]. 河北工业大学学报, 2015(5): 23—27.
PANG Xue-lian, ZHANG Ji-chang, CHEN Yu-min. Design of a Kind of Information Tracking Management System for the Paper Currency Number[J]. Journal of Hebei University of Technology, 2015(5): 23—27.