

彩色印刷套准误差的自动检测研究

许旭萍¹, 于跃飞¹, 双文杰²

(1. 上海理工大学, 上海 200093; 2. 同济大学, 上海 201804)

摘要: 用线阵 CCD 作为探测元件, 对印张的十字线套印标记进行自动扫描。采用交替处于 CCD 光敏面之前的红、绿、蓝 3 种滤色片来识别十字套准线的色彩, 并根据加不同滤色片 CCD 输出电平的不同来判别 CMYK 印版的偏移方向。实现了并行比较 A/D 变换电路对 CCD 输出电平进行 A/D 转换, 并以代码形式在显示器上显示相应印版的套准误差及方向。

关键词: 自动检测; CCD; 套准误差

中图分类号: TS807 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)09-0107-04

Research of Automatic Registration Error Detection in Color Printing

XU Xu-ping¹, YU Yue-fei¹, SHUANG Wen-jie²

(1. University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China; 2. Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: Sheet registration reticles were scanned automatically by detectors of linear array CCDs. The color of registration reticles was identified by red, green and blue filters arranged in turn on photosensitive surface of CCDs. Deviation direction of CMYK plates was recognized by CCD output level under different color filters. A/D conversion of CCD output level was realized with parallel comparison A/D conversion circuit. The registration error and deviation direction of detected plates were displayed on the screen directly.

Key words: automatic detection; CCD; registration error

套印是用多种颜色的油墨基于同一个参考点印刷叠色图案的印刷技术。在单张纸四色胶印印刷中, 彩色印刷是由 CMYK 四块色版按照不同的色序套印来还原原稿的色彩, 而各色的套准是确保印品质量的最基本的工艺要求。在印刷开机调试过程中, 传统的方法是靠人眼和放大镜、凭经验反复多次试印来调节套准。其缺点是调节时间长、主观评价差异大、纸张油墨浪费严重^[1]。随着当今印刷向高速化、智能化方向的发展, 传统的效率低、误差大的人工目视检测将逐渐被自动套准检测控制系统所替代。如海德堡的自动套准检测控制系统 CPC4, 已广泛应用在单张纸胶印机上^[2]。国外像海德堡拥有该技术的公司均对其核心技术保密而不对外公开。对于资金紧缺的中小印刷企业来讲, 要添置一台自动化程度高的海德堡印刷机并非是件易事。由此, 研究套准误差自动检测装置来替代人工目视检测具有十分重要的实际意义。

1 检测系统的组成

整个检测系统的组成见图 1, 检测头正对印刷纸

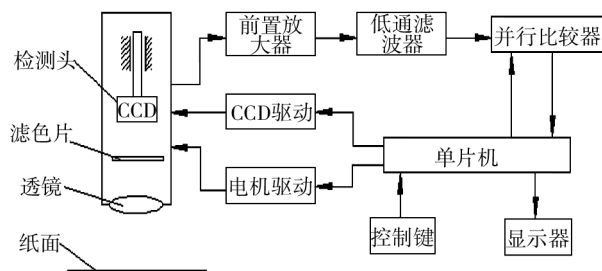


图 1 检测系统的组成

Fig. 1 Composition of the detection system

面安装, 纸面上的彩色十字线经透镜与滤色片后成像在 CCD 的像面上。CCD 的驱动及行(帧)同步脉冲,

收稿日期: 2012-10-12; 修改日期: 2013-03-22

作者简介: 许旭萍(1961-), 女, 杭州人, 上海理工大学副教授, 主要从事印刷包装工程的教学与研究。

由单片机时钟分频获得。单片机还可发出动作指令经电机驱动电路,使 CCD 器件转动,以在不同的测量操作时,CCD 的像元排列方向与任一方向上的被测十字线垂直。同样不同颜色的滤色片也可在步进电机带动下先后遮挡在 CCD 的表面,以便实现不同的颜色要求。CCD 输出电平经前置放大低通滤波后,由并行比较器 A/D 变换成数字信号输入单片机。单片机对全部测量信号处理后,得出套印不准的偏移量及偏移方向,以代码形式在显示器上显示。具体的工作过程可用操作键实现人工干预。

2 十字套准线的色彩识别

彩色印刷一般采用 C, M, Y, K 4 色印版套印的方法,为了使 4 块印版分别印出的印迹在同一张纸上重合, C, M, Y, K 4 块印版都布有十字套准线。印版十字套准线一般设在印张 4 个角和 4 条边线的中点处。用 CCD 测量头实施定位偏差检测,只需选对角 2 处(或对边中点 2 处)进行检测即可^[3-4]。倘若定位有偏移时,前后 2 块色版印刷的十字线印迹见图 2。设立 XOY 坐标,则 2 块色版印迹间的定位偏差可用

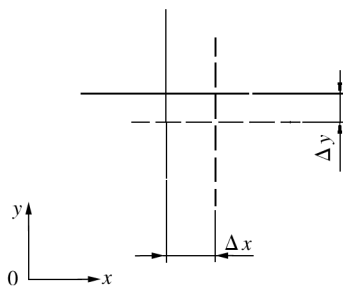


图 2 十字线偏移

Fig. 2 Deviation of reticles

$\Delta X, \Delta Y$ 表示。 $\Delta X, \Delta Y$ 的测取是在线阵 CCD 转动 90° 的先后分别实现的。

为了便于识别十字套准线的色彩,采用红、绿、蓝 3 种滤色片交替处于 CCD 光敏面之前。青、品、黄 3 种油墨印迹的分光反射率 R 的曲线见图 3, 红、绿、蓝 3 种滤色片的分光透射率 T 的曲线见图 4。由此可见,当采用绿色滤色片时,将使品红色油墨的反射光得到最显著的衰减。同理,采用蓝和红滤色片时,将分别使黄色和青色油墨的反射率得到最显著的衰减。由此可知,当已知滤色片的颜色并得到加滤色片前后

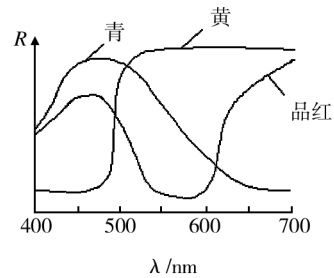


图 3 3 色油墨的分光反射率

Fig. 3 Spectral reflectance of three-color ink

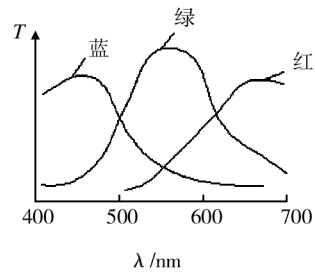


图 4 3 种滤色片的分光透射率 T

Fig. 4 Spectral transmission of three-colors filter

2 种情况下 CCD 的输出电平波形时,便可准确地判断被检测十字线的色别^[5]。

在加蓝滤色片前后测量平行排列的品红、黄、青、黑四色线得到的 CCD 输出电平经低通滤波环节后变化情况见图 5。由前述理由可知, b 暗纹所对应的必

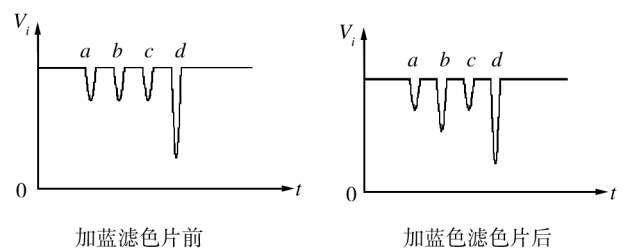


图 5 加蓝滤色片前后的 CCD 输出电平

Fig. 5 CCD output level before and after adding blue filter

为黄色十字线无疑,而 d 阴影深度最大,是黑色十字线, a, c 阴影是何种颜色的十字线所致,需用另外 2 色滤色片才能鉴别。当任意 2 种以上色彩重合时,将对 2 个以上滤色片有反应。由诸如此类的方法可确定各色十字定位线之间的位置关系。为确定任意测量状态下 CCD 前有无滤色片或滤色片的色别,在装滤色片的平板上开有 2 个编码的透光孔,可用 2 个光敏二极管接收透过光线情况判定滤色片板的现行颜

色。

3 并行比较 A/D 变换电路

对 2048 单元的 CCD, 采用 500 kHz 的驱动脉冲频率, 则一个 CCD 行(帧)周期只占有 5 ms 的时间。若采用市售的 8 位 A/D 器件, 照 100 μ s 的典型转换时间算, 一个 CCD 行(帧)周期只能采样 50 点。这对于大现场中较窄的彩色定位线来说较难满足分辨率要求。当然可采用价格较高的快速 A/D, 但经济性差。由于判定 CCD 输出电平不需要很高的电平分辨率, 故采用如图 6 所示的并行比较 A/D 变换电路。用 16 个电压比较器(4 只 LM339 器件)并联来判别经放大和低通滤波后的 CCD 信号电平瞬时幅度。由于 LM339 器件的输入阻抗很高, 故每个电压比较器的参考电压完全由电阻链对 VR 分压决定。由此可判定 16 个电平幅度状态, 完全可满足要求。16 个电压比较器 8 个一组输出经 8-3 优先编码器(LS148)编码后输至锁存器(LS373), 用单片机 P27 线控制锁存器的输出以随时将 2 组半字节的数放到数据总线上。由于各器件的传输延时都很小, 故可获得 1 ~ 2 MHz 的转换速率。即使不采用 DMA 工作方式, 11 MHz 时钟的单片机采集数据周期也只有 1.5 μ s, 在 5 ms 的 CCD 行(帧)周期中, 可采样数据在 3000 个以上, 保证了扫描分辨率^[6]。

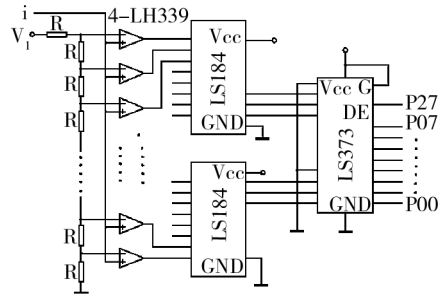


图 6 A/D 变换电路

Fig. 6 A/D conversion circuit

4 实验测试结果

为测定按照上述原理制作的装置性能, 取 3 张 4 色胶印的试印印张进行验证。设印张的编号分别为 01[#], 02[#]和 03[#], 测量部位取印张的拖梢中间的十字线, 以 K 线为参考基线, 分别测量 M 线与 K 线、Y 线与 K 线、C 线与 K 线的色线间的偏移距离。这 3 张印张的十字线之间的偏移距离, 采用 Accura 3020 高精度影像仪检测出每一印张的十字线偏移间距的 Δx , Δy 作为标准参考值。

实测时先启动套准误差自动检测装置运行, 然后将 3 张印张先后置于被检位置, 分别记录对应每一印张的十字套准线 4 色线之间的偏移测试值 $\Delta x'$, $\Delta y'$, 并与用 Accura 3020 高精度影像仪检测出的标准值比对, 求得检测误差值 δx , δy , 其中: $\delta x = \Delta x' - \Delta x$, $\delta y = \Delta y' - \Delta y$, 有关实测数据见表 1。

表 1 基于十字线偏移距离的误差比对

Tab. 1 Contrast of error based on the deviation of reticles

印张	参考值、偏移值、误差值	mm							
		MK 线		YK 线		CK		最大误差	
		x 向	y 向	x 向	y 向	x 向	y 向	x 向	y 向
01 [#]	$\Delta x, \Delta y$	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	—	—
	$\Delta x', \Delta y'$	0.01	-0.04	0.01	0.02	0.03	0.01	—	—
	$\delta x, \delta y$	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	-0.01
02 [#]	$\Delta x, \Delta y$	0.13	0.13	0.06	-0.02	-0.03	0.05	—	—
	$\Delta x', \Delta y'$	0.14	0.13	0.05	-0.03	-0.03	0.05	—	—
	$\delta x, \delta y$	0.01	0.00	-0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
03 [#]	$\Delta x, \Delta y$	-0.12	0.16	0.15	-0.10	-0.11	-0.09	—	—
	$\Delta x', \Delta y'$	-0.13	0.15	0.14	-0.08	-0.12	-0.07	—	—
	$\delta x, \delta y$	-0.01	-0.01	-0.01	0.02	-0.01	0.02	-0.01	0.02

由表 1 可见, 对色线偏移间距数值较小的 01[#], 02[#]印张, 最大误差为 0.01 mm; 对色线偏移间距数值较大的 03[#]印张, 最大误差为 0.02 mm。根据实际印

刷生产工艺, 彩色套印误差一般要求不大于 0.03 ~ 0.04 mm, 因此, 检测装置可以满足测量要求。

5 结语

CCD 自动套准检测装置可应用于传统的单张纸 4 色胶印机。实用中,在胶印机收纸台上方对边中点 2 处均装上一个 CCD 测量头。这样 CCD 测量头的全部动作只是沿垂直于纸面的轴线转位 90°角,滤色板平移 4 个档位,使测量动作简单,运行控制方便。由于可自动显示定位偏差的方向和量化的偏差幅值,使调整要求一目了然。除可降低操作人员劳动强度以外,还可提高版位调整速度。

参考文献:

- [1] 孟璇,刘昕.单张纸胶印机自动套准的研究[D].西安:西安理工大学,2006.
MENG Xuan, LIU Xin. Study on Automatic Registration of Sheet-fed Offset Press [D]. Xi'an: Xi'an University of Technology, 2006.
- [2] 钱军浩.现代印刷机与质量控制技术[M].北京:中国轻工业出版社,2001:86-90.
QIAN Jun-hao. Modern Printing Press and Quality Control

Technique[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2001: 86-90.

- [3] 蒋恩松,肖辉军,孙刘杰,等.基于机器视觉的套印误差自动检测系统设计[J].计算机技术与发展,2008(7):173-175.
JIANG En-song, XIAO Hui-jun, SUN Liu-jie, et al. Design of Automatic Detecting Pegistration Deviation System Based on Machine Vision[J]. Computer Technology and Development, 2008(7):173-175.
- [4] 张海燕,赵博.基于图像处理的单张纸胶印机对角线套准及自动控制系统的[J].包装工程,2005,26(2):50-51.
ZHANG Hai-yan, ZHAO Bo. Diagonal Register and Automatic Control System Based on Image Processing for the Sheet-fed Offset Press[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(2):50-51.
- [5] 周世生.印刷色彩学[M].北京:印刷工业出版社,2008:220-224.
ZHOU Shi-sheng. Printing Chromatics[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2008:220-224.
- [6] 严洁.单片机原理及其接口技术[M].北京:机械工业出版社,2010:65-105.
YAN Jie. Principle of Single Chip Computer and Interfacing [M]. Beijing: Engineering Industry Press, 2010:6-105.

(上接第 54 页)

- [6] CHEN S J, HWANG C L. Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods and Application[M]. Berlin: Springer-Verlag, 1990.
- [7] 朱云斌,黄晓明,常青.模糊故障树分析方法在机场环境安全中的应用[J].国防科技大学学报,2009,31(6):126-131.
ZHU Yun-bin, HUANG Xiao-ming, CHANG Qing. Application of the Fuzzy Tree Analysis Method to Airport Environment Security [J]. Journal of National University of Defense Technology, 2009, 31(6):126-131.

- [8] 黄兴玲,曾广武,黎庆芬.船舶下水安全性评估的模糊故障树方法[J].中国舰船研究,2006,1(3):15-19.
HUANG Xing-ling, ZENG Guang-wu, LI Qing-fen. Fuzzy Fault-tree Approach to the Safety Assessment of Ships Launching[J]. Chinese Journal of Ship Research, 2006, 1(3):15-19.
- [9] ONISAWA T. An Approach to Human Reliability in Man-machine Systems Using Error Possibility[J]. Fuzzy Sets and System, 1998, 58:205-213.

(上接第 83 页)

- [5] 赵晨飞.印刷纸颜色对印品色彩再现的影响[J].包装工程,2008,29(6):73-80.
ZHAO Chen-fei. Effects of Printing Paper's Color on Color Duplication of Printed Matter [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(6):73-80.
- [6] 陈文革,蒋文燕,王长智.包装印刷纸对阶调和色彩再现影响的研究[J].包装工程,2010,31(9):114-141.
CHEN Wen-ge, JIANG Wen-yan, WANG Chang-zhi. Study

on Influence of Package Printing Paper on Tone and Color Rendering [J]. Packaging Engineering, 2010, 31(9):114-141.

- [7] CHEN Wen-ge. Study on Reproduction of Ink Color with Paper Performance based on Energy Saving and Special Material Proper [J]. Advanced Materials Research, 2012(578): 21-24.