

一种带颜色自动识别功能的卷材纠偏控制方法

赵万剑, 徐耀良, 杨宁, 王博, 杨亚兰

(上海电力学院, 上海 200090)

摘要: 为了使纠偏控制器能对卷材按颜色的方式进行纠偏,提出了使用颜色传感器 TCS230 代替目前纠偏控制器上广泛使用的光电传感器,采用两传感器互补交错布置的结构,构建采集系统硬件平台。基于脉宽测量法,对 TCS230RGB 3 种滤波片的输出值进行了采集、分析和相对比值处理,并对颜色进行了模糊识别,实现了采集系统滤波片的自动选择。实验结果表明,在卷材色彩不同的情况下,系统能够自动对滤波片进行最优选择,达到了纠偏控制器的高精度控制要求。

关键词: TCS230 颜色传感器; 滤波片自动选择; 颜色识别; 相对比值

中图分类号: TB486; TP272 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)09-0099-05

Coil Correction Control Method with Color Automatic Recognition Function

ZHAO Wan-jian, XU Yao-liang, YANG Ning, WANG Bo, YANG Ya-lan

(Shanghai University of Electric Power, Shanghai 200090, China)

Abstract: The method of replacing traditional photoelectric sensor with TCS230 color sensor was put forward to realize coil correction in color mode. The hardware of collection system was built based on structure of complementary staggered layout between the two sensors. In the case of RGB three filters of TCS230, the output values were collected according to the measuring method of pulse width and these data were analyzed and relative ratio processed; the colors were fuzzy identified; and automatic selection of acquisition system filter was implemented. The experimental results showed that the optimal filter can be automatically selected when the coil materials are of different colors, and the requirement of correction controller with high accuracy is achieved.

Key words: TCS230 color sensor; automatic filter selection; color recognition; relative ratio

随着现代化工业生产的飞速发展,纠偏控制器得到越来越广泛的应用,尤其是在包装印刷行业,纠偏控制已必不可少。而纠偏控制器的被控对象(卷材)也从单一的黑白色向彩色发展^[1-2]。

目前,国内外企业使用的纠偏控制器绝大多数为传统光电传感器,这其中包括世界上发明生产第一台纠偏控制器的 FIFE 公司以及处于行业领先水平的“E+L”公司和日本三桥公司^[3]。但由于传统光电传感器无法对不同色彩进行精确区分,因而当卷材为彩色时,使用光电传感器无法达到较高的纠偏精度。尤其是若卷材为两种波长相近的颜色,譬如红色与橙

色,纠偏控制器甚至可能会失去纠偏效果。

文中使用美国 TAOS 公司生产的一款性能卓越的颜色传感器 TCS230 代替传统的光电传感器,与 C8051F330 单片机相结合,构建采集系统硬件平台^[4-5]。通过对 TCS230 RGB 3 种滤波片的手动设置,选择对相近波长具有最大区分度的滤波片,即可实现纠偏控制器按颜色方式进行高精度纠偏^[6]。为了方便操作人员使用,并降低控制器操作难度和减少人为误差,基于 KeilC 软件,采用脉宽测量法对 RGB 3 种滤波片下的输出值进行采集,结合理论分析,编程实现采集系统滤波片的自动选择。

收稿日期: 2012-01-13

基金项目: 上海市教委重点学科建设项目资助(J51301);上海市青年科技启明星计划(11QA1402800);上海教委科研创新重点项目(11ZZ170)

作者简介: 赵万剑(1986—),男,上海人,上海电力学院硕士生,主攻工业现场检测与智能控制。

1 工作原理

1.1 TCS230 颜色传感器

TCS230 颜色传感器是 TAOS 公司推出的业界首款带数字兼容接口的 RGB 彩色光频率转换器。图 1 为 TCS230 引脚封装, S0—S3 属于控制引脚, S0 和

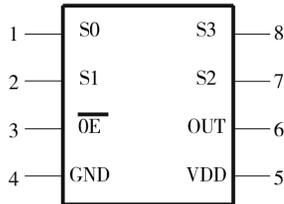


图 1 TCS230 引脚封装

Fig. 1 The pins encapsulation of TCS230

S1 控制 TCS230 的输出频率, S2 和 S3 用于滤波片的选择, 其功能选择见表 1。OUT 属于输出引脚, 用于

表 1 控制引脚 S0—S3 的功能选项

Tab. 1 The options of S0—S3

S0	S1	信号输出频率	S2	S3	滤波片类型
L	L	关断	L	L	红色
L	H	2%	L	H	蓝色
H	L	20%	H	L	无色
H	H	100%	H	H	绿色

输出采集脉冲。OE 是输入使能引脚, 当有多片 TCS230 使用时, 可以作为片选信号。

TCS230 内部集成了可配置的硅光电二极管阵列和一个电流/频率转换器, 见图 2, 它可完成高分辨率

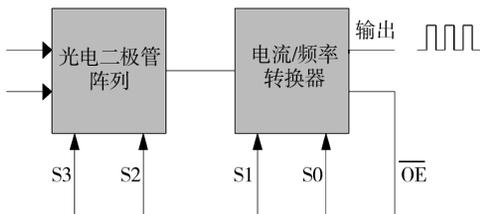


图 2 TCS230 功能框图

Fig. 2 The functional block diagram of TCS230

的光照度/频率转换, 满度输出频率可编程调整, 并可直接与微处理器通讯。

表 1 中, L 代表低电平, H 代表高电平。输出频率由 S0, S1 控制, 内部电流频率转换器产生一个占空比为 50% 的特定频率脉冲串, 见图 2。S2, S3 则是滤波片

类型选择控制引脚, 当要求单色光或者白光通过时, 选择相应的组合选项, 打开滤波片。譬如, 使用绿色滤光片时, 绿色光正常透过, 而其它颜色的光就会被过滤掉, 这种差别最终表现在传感器的输出脉冲数上。

1.2 TCS230 工作原理

图 3 是系统传感器的光路图, 从图 3 可以看出,

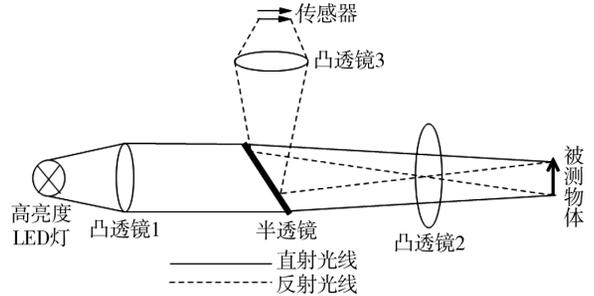


图 3 传感器光路

Fig. 3 The beam path of sensor

高亮度 LED 灯发出的光通过凸透镜 1 直线传播到凸透镜 2, 其中经过一块半透镜, 在凸透镜 2 处聚焦至物体, 即可产生图像, 这一过程为光线直线传播的过程。当光照射至物体后, 从物体上产生反射光, 经过凸透镜 2 聚焦至半透镜, 由于反射光无法直线穿透半透镜, 因而光线只能反射至凸透镜 3, 从凸透镜 3 传出的光就是送到 TCS230 的信号。

TCS230 颜色传感器接收到光信号后, 输出的频率就会随之发生变化, 单片机对 TCS230 输出频率进行采集, 并进行适当的判断及数据处理就可以输出^[4]。

2 系统设计

2.1 硬件设计

纠偏控制器可对各种卷材进行纠偏控制, 根据纠偏材料的印刷图案不同, 纠偏控制器可选择检边或检线两种工作方式。经大量实验分析与测试, 无论是检边还是检线, 采用两传感器互补交错布置的设计即可满足控制要求。

在检线情况下, 检测标志的基准引导线一般为黑白色, 这时无无论卷材是什么颜色, 实验证明, 使用无色滤波片即有很好的控制效果。在检边情况下, 由于卷材的不同颜色, 需要对滤波片进行最佳选择, 纠偏控制器检边模型见图 4。

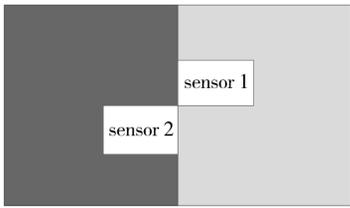


图 4 纠偏控制器检边模型

Fig. 4 The checking edge model of correction controller

基于两传感器互补交错布置的系统硬件电路见图 5, 整个采集系统的 MCU 采用 C8051F330 单片

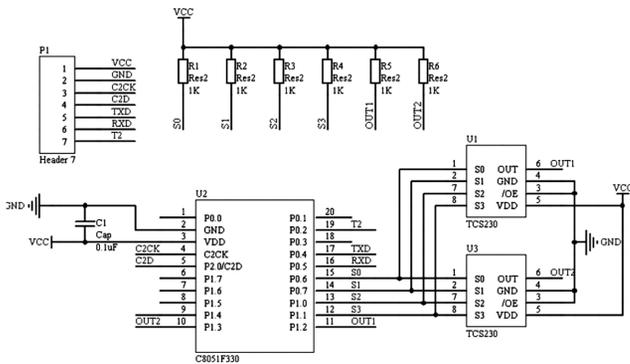


图 5 系统电路

Fig. 5 System circuit

机, 并与两块 TCS230 颜色传感器相连接。使用高亮度 LED 灯照射在卷材上, 以此增加光强, 提高传感器对信号的敏感度。光线经过镜头反射, 将信号传递给传感器 TCS230, 微处理器 C8051F330 首先设置传感器的滤波片和频率, 然后对传感器输出的脉冲信号或者脉宽信号进行循环采集, 存入数组。当收到纠偏主控制器发出的输送数据信号命令后, 传感器采集系统就将最新采集到的数据传送给纠偏主控制器。

在 PCB 制作时, 由于 TCS230 的输入、输出属于数字量, 兼容标准的 TTL 和 CMOS 电路, 可直接将微处理器的数字 I/O 口与其输出和控制输入引脚相连, 在信号线上加上拉电阻, 提高信号的抗干扰性。

2.2 白平衡校正

白平衡校正颜色检测系统中必不可少。理论上, 在 RGB 3 种不同滤波片下, 标准白板测出反射光强的脉冲值是相等的。但实际工况中, 白光照射时, TCS230 颜色传感器在 RGB 3 种滤波片下的输出脉冲值并不相等, 不同滤波片下标准白板采集值 R, G, B 分别为 36, 30, 39。

考虑纠偏控制系统实时性和高精度的要求, 使用采集速度更快的脉宽采集法。通常在实际工况中, 采用脉冲采集法时, 绿色滤波片下的传感器输出脉冲采集值会更大一些, 但由于脉宽采集法与脉冲采集法所采集到的数据成反比, 因此实测数据符合理论依据。以传感器蓝色滤波片下白色采集值作为基准, 对采集值进行校正, 公式如下:

$$\begin{cases} F'_R = 1.08 \times F_R \\ F'_G = 1.30 \times F_G \\ F'_B = F_B \end{cases} \quad (1)$$

式中: F_R, F_G, F_B 分别是 3 种滤波片下的实际采集值。

2.3 软件设计

在同种工况、不同滤波片下, 使用脉宽采集法分别对红、橙、黄、绿、青、蓝、紫这 7 种颜色的输出信号进行采集, 经白平校正后的采集数据见表 2。

表 2 不同滤波片下的色彩采集值

Tab. 2 The collection values of different colors in the case of different filters

卷材颜色	滤波片设置			
	无色	红色(R)	绿色(G)	蓝色(B)
红	26	44	138	139
橙	22	43	100	118
黄	15	37	46	97
绿	43	149	122	142
青	35	161	117	87
蓝	38	178	148	85
紫	34	124	138	85

分析表 3 中的数据可知, 在同种工况下, 不同滤

表 3 不同滤波片下彩色采集值相对比值处理

Tab. 3 The relative ratio processing of color collection values in the case of different filters

卷材颜色	滤波片设置		
	R	G	B
1	1	3.14	3.16
2	1	2.33	2.74
3	1	1.24	2.62
4	1.22	1	1.16
5	1.85	1.34	1
6	2.09	1.74	1
7	1.46	1.62	1

波片对相近波长颜色的区分度大不相同, 从而导致纠偏控制效果也大相径庭。譬如, 当卷材为红、橙色时, 如果只使用无色滤波片或者没有选择最佳的滤波片, 纠偏控制器将无法达到一定的纠偏精度等级, 甚至无

法纠偏。因此,应选用对这 2 种颜色具有最大区分度的绿色滤波片,才能达到高精度的控制效果。

对表 2 中的数据进行相对比值处理,可得表 3 数据,为了利于程序编写,红、橙、黄、绿、青、蓝、紫 7 种颜色分别用 1—7 表示。采用相对比值处理的方法可以有效消除两传感器之间的数据干扰,同时不受传感器安装距离、光强等因素的影响。

根据表 3 中的数据,基于 KeilC 软件平台,软件编程设计纠偏检测系统的流程见图 6。

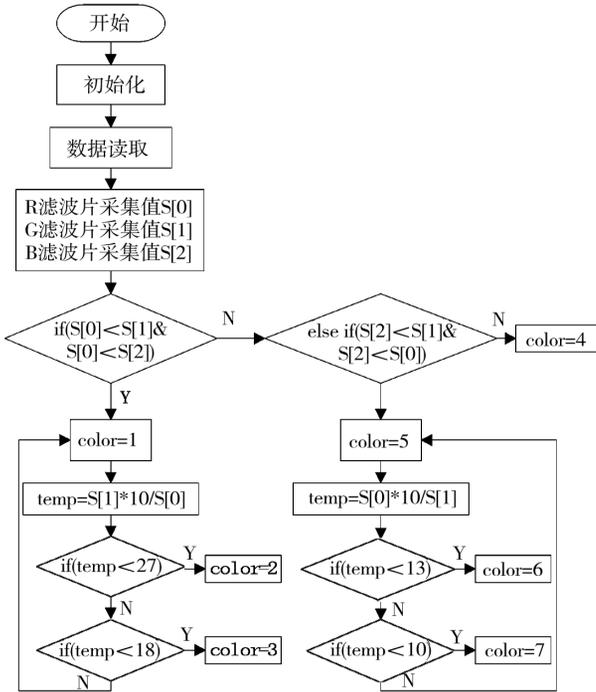


图 6 检测系统颜色识别流程

Fig. 6 The color recognition process of the detection system

依据图 6 所设计的流程,同样可以检测传感器 2 (sensor2)对应边界的颜色。基于 2 个传感器所识别出的具体颜色,结合表 2 的实测数据,选择对 2 种不同颜色最大区分度的滤波片,建立二维模糊控制,见表 4。

表 4 二维模糊查询

Tab. 4 The 2D fuzzy search

sensor 2	sensor 1						
	1	2	3	4	5	6	7
1	G	G	G	R	R	R	R
2	G	G	G	G	R	R	R
3	G	G	G	R	B	B	B
4	R	G	R	B	B	B	B
5	R	R	B	B	B	B	B
6	R	R	B	B	B	B	G
7	R	R	B	B	B	G	G

3 实验

整个实验测试平台见图 7。纠偏控制器在检边

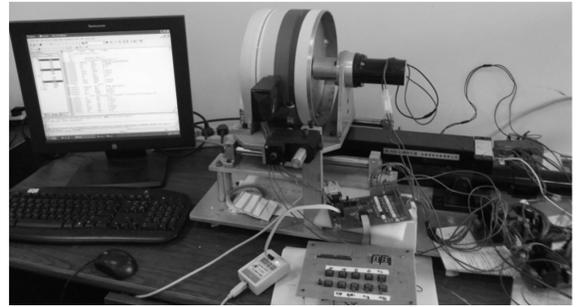


图 7 实验平台

Fig. 7 The experimental platform

模式下,当卷材为不同彩色时,滤波片自动选择测试结果,见表 5。从表 5 中的数据可以看出,纠偏控制器

表 5 实验测试结果

Tab. 5 The experimental results

被控对象颜色	滤波片颜色
红、橙	G
黄、橙	G
黄、绿	R
青、绿	B
青、蓝	B
蓝、紫	G
紫、红	R

能够自动选择对 2 种颜色有最大区分度的滤波片,满足纠偏控制器的高精度纠偏控制要求。

同时,在相同卷材对象和电机速度条件下,通过对比自行设计的基于 TCS230 颜色传感器的纠偏控制器和日本三桥 LPC 全自动纠偏系器 PW-650(使用光电传感器),当纠偏控制的对象为彩色卷材时,使用 TCS230 颜色传感器明显具有更好的纠偏控制效果,可达到工业生产需求。

4 结语

采用两传感器的互补交错结构,构建系统硬件平台;利用 TCS230 颜色传感器在不同滤波片下对颜色采集值的不同进行颜色识别;建立二维模糊控制表,基于 KeilC 软件平台,编程实现 TCS230 滤波片的自动选择,减少了人为误差,方便了操作人员使用,降低

了控制器操作难度。在不增加任何硬件资源成本的前提下,解决了传统纠偏控制器不能按颜色方式进行纠偏的问题。实验结果表明,在卷材为不同色彩的情况下,系统能够自动选择最佳滤波片,实现纠偏控制器的高精度纠偏,证明该方法切实可行。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 王保升,左健民.基于数字图像处理的卷筒包装材料自动纠偏[J].包装工程,2007,28(3):16-18.
WANG Bao-sheng, ZUO Jian-ming. Automatic Rectification of Rewinding Packaging Material Based on Digital Image Processing [J]. Packaging Engineering, 2007, 28(3):16-18.
- [3] 尹洁.凸型印刷系统中控制器的研制[D].上海:上海大

(上接第 98 页)

参考文献:

- [1] 王莹,史荣,褚兴安.纸杯机典型机构的运动分析及仿真[J].包装工程,2006,27(5):136-138.
WANG Ying, SHI Rong, CHU Xing-an. Motion Analysis and Simulation on the Major Mechanisms of the Paper Cup Machine [J]. Packaging Engineering, 2006, 27(5):136-138.
- [2] 张继春,杨建国.装配设计与运动仿真及 Pro/E 实现 [M].北京:国防工业出版社,2006.
ZHANG Ji-chun, YANG Jian-guo. Assembly Design and Motion Simulation and Pro/E to Achieve [M]. Beijing: National Defence Industry Press, 2006.
- [3] 和青芳,徐征. Pro/Engineer Wildfire 产品设计与机构动力学分析 [M].北京:机械工业出版社,2004.
HE Qing-fang, XU Zheng. Pro/Engineer Wildfire Product Design and Institutional Dynamics Analysis [M]. Beijing: China Machine Press, 2004.
- [4] 祝凌云,李斌. Pro/Engineer 运动仿真和有限元分析 [M].北京:人民邮电出版社,2004.
ZHU Ling-yun, LI bin. Pro/Engineer Motion Simulation and Finite Element Analysis [M]. Beijing: Posts and Telecom Press, 2004.
- [5] 王莹.纸杯机卷封凸轮机构参数化设计与运动仿真[J].

学,2007.

YIN Jie. Research on the Controller in the System of Gravure Printing [D]. Shanghai: Shanghai University, 2007.

- [4] 王晴,尹志勇.基于颜色传感器 TCS230 的新型经皮测疸仪的设计[J].传感器与微系统,2008,27(9):100-102.
WANG Qing, YIN Zhi-yong. Design of New Instrument for Detecting Neonatal Jaundice Based on TCS230 [J]. Transducer and Microsystem Technologies, 2008, 27(9):100-102.
- [5] 陆徐平,徐耀良,李渝曾.基于 TCS230 的新型双路颜色传感器的研制[J].电子技术应用,2007,33(8):89-91.
LU Xu-ping, XU Yao-liang, LI Yu-zeng. Development of a New Double-path Color Sensor Based on TCS230 [J]. Measurement Control Technology and Instruments, 2007, 33(8):89-91.
- [6] ALTURAL H, KORKMAZ N E, SARACOGLU O G. Adaptation of Optical RGB Sensor to CIE-XYZ Color Space Signal Processing and Communications Applications [C] // 2011 IEEE 19th Conference on Digital Object Identifier, 2011.
- [7] 王莹.操作封缝凸轮机构参数化设计与运动仿真 [J].包装工程,2011,32(17):73-75.
WANG Ying. Operation Seaming Cam Mechanism of Paper Glass Machine Parametric Design and Movement Simulation [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(17):73-75.
- [6] 贺兵.基于虚拟样机技术的包装机械系统仿真研究[J].包装工程,2008,29(2):47-49.
HE Bing. Simulation Research of Packaging Machinery Based on Virtual Prototyping Technology [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(2):47-49.
- [7] 廖汉元,孔建益,钮国辉.机械原理 [M].北京:机械工业出版社,1997.
LIAO Han-yuan, KONG Jian-yi, NIU Guo-hui. Machines and Mechanisms [M]. Beijing: China Machine Press, 1997.
- [8] 申永胜.机械原理教程 [M].北京:清华大学出版社,1999.
SHEN Yong-sheng. Principle of Mechanic Course [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 1999.
- [9] 张翠凤.圆柱凸轮间歇运动机构的摩擦学分析[J].润滑与密封,2002(11):40-41.
ZHANG Cui-feng. Tribological Analysis of Cylinder Cam Intermittent Motion Mechanism [J]. Lubrication Engineering, 2002(11):40-41.